

УДК 548.4:549.514.51(553.2.31)

**ЛЕТКІ КОМПОНЕНТИ ФЛЮЇДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ У МІНЕРАЛАХ ПОРІД
ЗА РОЗРІЗОМ КРИВОРІЗЬКОЇ НАДГЛИБОКОЇ СВЕРДЛОВИНИ**

М. Братусь¹, І. Зінчук¹, М. Курлов²

¹*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України
79060 м. Львів, вул. Наукова, 3а
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

²*Криворізька ГРЕ НАК “Надра України”
50000 м. Кривий Ріг, пр. К. Маркса, 30
E-mail: kgre@mg.net.ua*

За результатами мас-спектрометричних досліджень газів флюїдних включень у мінералах жил і порід виявлено закономірності міграції газонасичених мінералоутворювальних флюїдів та розподілу газів у розрізі Криворізької надглибокої свердловини.

Ключові слова: флюїдні включення, гази флюїдних включень, мас-спектрометричний аналіз, Криворізька надглибока свердловина.

Криворізька надглибока свердловина закладена для вивчення геологічної структури глибоких горизонтів Криворізького прогину та комплексного мінералогічного, петрографічного, геохімічного й геофізичного дослідження отриманого керна матеріалу. Важливим завданням було з’ясування умов формування магматогенних, метаморфогенних і гідротермальних-метасоматичних утворень за включеннями в мінералах. Окремі аспекти цієї проблеми обговорено нижче.

Криворізький прогин розташований у межах субмеридіональної Інгулецько-Криворізької шовної міжблокової зони між Інгульським та Середньопридніпровським мегаблоками Українського щита. Прогин, вік якого становить близько 2360–2615 млн років [12], виповнений палеопротерозойськими утвореннями криворізької серії, що залягають на дислокованих архейських плагіоклазових гранітах і гнейсах різноманітного складу та формують вузький (шириною 5–7 км) синклінорій.

Криворізька надглибока свердловина (КНГС) пробурена у західній частині прогину. З огляду на складну будову району буріння й технічні проблеми свердловина не досягла проектної глибини. Стовбур свердловини перетнув розріз криворізької серії й увійшов у плагіограніти. На глибині 5 432 м буріння свердловини припинили.

В інтервалі від устя до глибини 2 351,4 м свердловиною пройдено такий розріз криворізької серії:

0–1509,4 м – метаконгломерати, біотитові, амфібол-біотитові та діопсид-біотитові гнейси і сланці (глеєватська світа);

1509,4–1841,4 м – графіт-біотитові, графіт-амфіболові гнейси і сланці, мармури, кальцифіри (гданцівська світа);

1841,4–2015,0 м – перешарування залізистих кварцитів і силікатних сланців (саксаганська світа);

2015,0–2200,8 м – метаконгломерати, кварцити, кварцові і кварц-польовошпатові пісковики, серицитові, хлорит-серицитові, слюдяно-ставролітові, гранатові сланці (скелеватська світа);

2200,8–2351,4 м – біотитові, роговообманкові та інші амфіболіти (новокриворізька світа);

2351,4–5432,0 м – плагіограніти, гранодіорити, гнейси (сурський комплекс архею).

Результати буріння КНГС не дають змоги однозначно трактувати глибинну структуру як прогину загалом, так і району буріння свердловини. Окремі автори [10] вважають, що глибинна структура цього басейну – це не зігнута складка, а серія паралельних нахилених пластів, які простежуються на глибину понад 10 км. Найімовірнішою є модель прогину (рис. 1), що враховує прямі геологічні дані та результати магнітних досліджень у свердловині [5].

За умов значної рухомості Інгuleцько-Криворізької шовної зони впродовж тривалого геологічного часу плагіограніти архею на контакті з перекивною метаморфічною товщею перетворені у мусковіт-кварц-альбітові бластомілоніти, на більших глибинах – у очково-сланцюваті бластокатаклазити з локальними (до 50 см) зонами бластомілонітів [6, 7]. Увесь комплекс порід криворізької серії метаморфізований за умов зеленосланцевої, епідот-амфіболітової та амфіболітової фацій метаморфізму, а пізніше зім'ятий у субмеридіональні складки, порушений тектонічними розривами і змінений гідротермальними процесами, що пов'язані, головню, з проникненням гранітних інтрузій [1, 9].

Свідченням активної міграції флюїдів у дислокованих породних комплексах басейну є наявність численних метасоматичних і гідротермальних утворень. Дослідженням керна КНГС виявлено жильні утворення, у складі яких переважають кварц, кальцит, доломіт, іноді з домішками піриту й піротину [3]. Простежено тенденцію до посилення з глибиною відносної ролі кварцу та послаблення ролі карбонатів. У катаклазованих плагіогранітах розрізу КНГС є три комплекси жильних утворень [11], формування яких пов'язане з інфільтрацією низькотемпературних гідротерм і метеорних вод. Найдавніші кварцові прожилки, зазвичай, паралельні до сланцюватості порід. Пізніші анкеритові прожилки виповнюють субвертикальні й похилі тріщини, часто утворюють сітчасті прожилкові зони. Наймолодшими є прожилки, виповнені кальцитом і гідрослюдою.

За нашими спостереженнями, у гранітоїдах архею переважає кварцова мінералізація, що належить до ранніх утворень. Виділення кварцу в гранітоїдах мають гніздоподібну, неправильну форму з дифузним переходом до вмісної породи, менше поширені жильні форми. Агрегати кварцу, зазвичай, мономінеральні, лише на периферії інколи містять домішку ортоклазу. Кальцитові прожилки як у гранітоїдах, так і в метаморфітах виповнення прогину тяжіють до прожилкових зон, часто виявляють ознаки внутрішньоформаційного катаклазу й заліковування.

Упродовж ранньої історії Криворізького прогину накопичилася потужна товща кластичних і хомогенних порід. Подальші постседиментаційні перетворення й метаморфізм породного комплексу приводили до вивільнення значних об'ємів летких компонентів. Розвиток численних дислокацій глибинного закладення створив надалі сприятливі умови для формування й активної міграції флюїдних систем за участю летких компонентів, що мігрували з глибинних шарів літосфери.

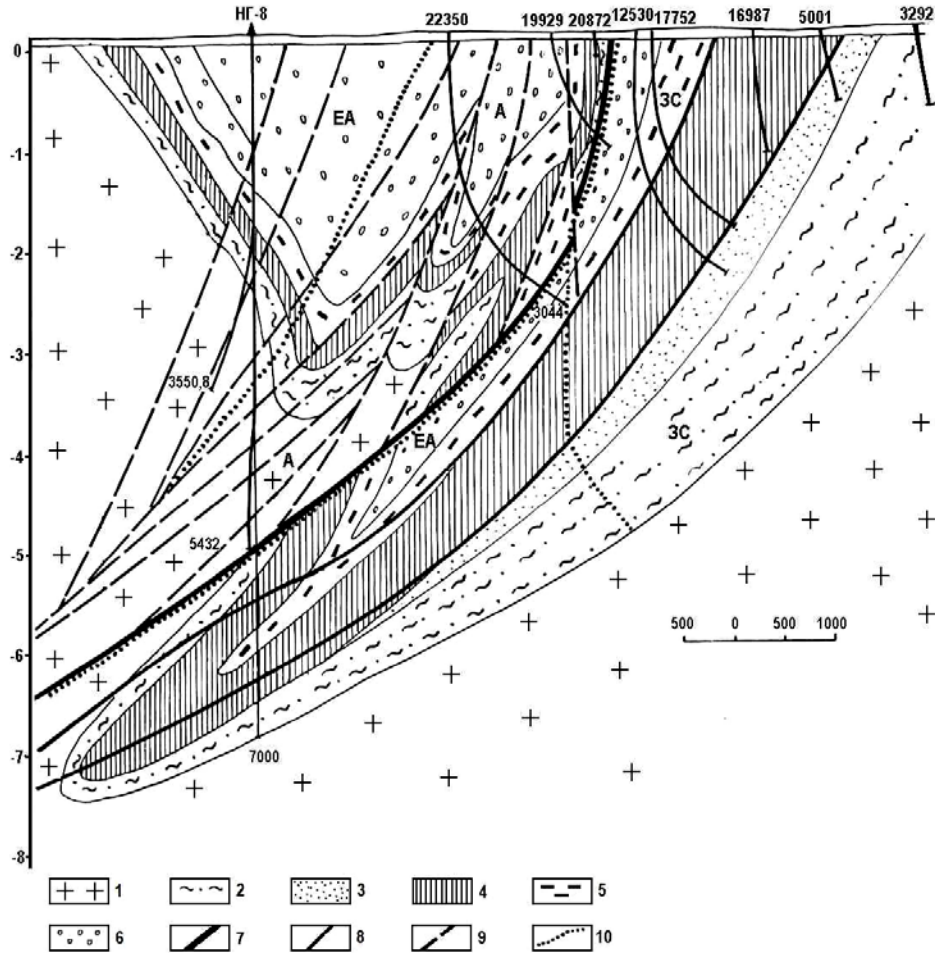


Рис. 1. Геолого-структурна модель Криворізького прогину за даними інтерпретації магнітних досліджень у Криворізькій надглибокій свердловині:

1 – плагіограніти сурського комплексу; 2–6 – криворізька серія, світи: 2 – новокриворізька, 3 – скелеватська, 4 – саксаганська, 5 – гданцівська, 6 – глєєватська; 7–9 – порушення: 7 – трансрегіональні, 8 – регіональні, 9 – другого порядку; 10 – межі між метаморфічними фаціями: 3С – зеленосланцева, EA – епідот-амфіболітова, А – амфіболітова фації.

З іншого боку, на певних етапах історії прогину були сприятливі умови для утворення потужних низхідних потоків флюїдів метеорного походження. Результатом їхньої діяльності є надзвичайно велика глибина (кілька кілометрів) прояву гіпергенних процесів, що зумовлює навіть на найглибших горизонтах (2000–2500 м) переважно мартитовий склад залізних руд, їхню незначну міцність і високу пористість [9]. Отже, у породах і гідротермально-метасоматичних утвореннях були сформовані комплекси включень, склад яких відображає геохімічні особливості різноманітних, часто антагоністичних флюїдних систем – метаморфічних, глибинних гідротермальних та активізованих метеорних вод. Чутливим індикатором походження та окисно-відновного потенціалу флюїдів є склад їхніх летких компонентів.

Дані про склад летких компонентів включень у мінералах Криворізького прогину й умови формування порід розрізу КНГС і прожилкових утворень у них за включеннями в мінералах досить фрагментарні. Г.І. Войтов [2], застосувавши хроматографічний аналіз газів, що виділяються з порід під час дроблення у вакуумі, з'ясував, що у їхньому складі переважають азот, діоксид вуглецю, метан та його перші гомологи. Зафіксовано постійну домішку водню і наявність гелію у жильному кварці й карбонатних породах – до 0,13 % від суми газів. Газонасиченість порід ($\text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CH}_4 + \text{важкі вуглеводні}$) за нечисленними винятками становить 0,5–4,0 $\text{см}^3/\text{кг}$ породи. Найменш газонасиченими виявились гранітоїди облямування прогину, найбільш газонасиченими – жильний кварц у них. Окремі дані, що стосуються наявності вуглеводнів у породах Кривого Рогу, наводить В.Н. Флоровська [8].

Ю.А. Галабурда та М.В. Курило [3] досліджували включення у кварці з жил і гнізд у метаморфічних породах окремих світ криворізької серії та у плагіогранітах облямування прогину за розрізом КНГС. Термометричні дані, отримані за вторинними включеннями, свідчать про формування кварцу за температури не нижче 230–290 °С. Самостійна флюїдна фаза гетерогенних водно-газових розчинів складу $\text{CO}_2 > \text{N}_2 \gg \text{CH}_4$ має густину близько 1 $\text{г}/\text{см}^3$, що є ознакою високого тиску мінералоутворення. Водночас зафіксовано газові включення аналогічного складу з низькою густиною, що може означати неповну закритість флюїдної системи або консервування у мінералах реліктів флюїдних систем не тільки прогресивної стадії метаморфізму, а й пізніших, що характеризують постметаморфічні гідротермальні флюїди.

Керновий матеріал, отриманий під час буріння КНГС, дав змогу виконати комплексне дослідження складу летких компонентів включень у мінералах порід і гідротермальних утворень за розрізом криворізької серії та гранітоїдів облямування прогину.

Використано мас-спектрометричний метод аналізу газів включень. Гази добували дробленням наважки мінералу у вакуумі в системі мас-спектрометра. Конструктивне оформлення обладнання давало змогу звести до мінімуму вплив сорбованих і новоутворених під час дроблення проб газів [4]. Маса досліджуваних проб становила 0,2–5,0 г. У частині дослідів заміряли підвищення тиску (ΔP у таблиці) у вакуумній системі приладу після дроблення і вивільнення газів як показник газонасиченості проби. Контрольні аналізи за окремими взірцями виявили достатню повторюваність і точність аналізів. В одному випадку вивільнення газів включень з проби масою 90 г виконано шляхом дроблення у сталевому вакуумному стакані з подальшим мас-спектрометричним аналізом (таблиця, аналіз 11).

Аналіз складу газів включень у мінералах виконали Й.М. Сворень, С.Д. Вішталюк, Б.Е. Сахно на мас-спектрометрах МХ-1303, МХ-1304 та МСХ-3А.

Мас-спектрометричним дослідженням виявлено значне переважання у складі газових компонентів включень у мінералах порід і жил діоксиду вуглецю й азоту. Метан – постійна домішка в породах криворізької серії. Вміст його досягає 14,6 %, тоді як в архейських гранітоїдах він невисокий (у більшості взірців метан не зафіксували). Більш високомолекулярні насичені вуглеводні метанового ряду представлені етаном і пропаном, їх відшукали лише у 25 % взірців метаморфічних порід, які відрізняються підвищеним вмістом CH_4 .

Склад летких компонентів включень у мінералах порід і жильних утворень, об. %

Компоненти	Глеєватська світа			Гданцівська світа		Саксаганська світа	Новокриворізька світа	
	1	2	3	4	5	6	7	8
CO ₂	63,3	55,0	84,3	66,7	65,7	38,9	5,3	30,4
N ₂	19,1	26,0	11,7	27,8	27,9	50,5	91,4	61,8
CH ₄	5,1	14,6	3,9	5,5	4,5	6,1	2,4	3,9
C ₂ H ₆	5,3	4,0	–	–	–	3,1	0,2	–
C ₃ H ₈	7,0	–	–	–	–	0,7	–	–
Ar	–	–	–	–	–	–	–	–
H ₂	0,2	0,4	0,1	–	1,9	0,7	0,7	3,9
ΔP, Па	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.

Компоненти	Новокриворізька світа		Гранітоїди облямування прогину					
	9	10	11	12	13	14	15	16
CO ₂	36,4	44,0	0,9	45,9	15,8	33,8	1,1	93,0
N ₂	50,0	40,0	88,8	44,7	71,7	65,2	98,5	7,0
CH ₄	4,5	12,0	2,9	1,6	9,2	0,3	–	–
C ₂ H ₆	–	–	–	–	–	–	–	–
C ₃ H ₈	–	–	–	–	–	–	–	–
Ar	–	–	1,8	–	–	–	0,4	–
H ₂	9,1	4,0	3,5	7,8	3,3	0,7	–	–
He	–	–	2,1	–	–	–	–	–
ΔP, Па	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	Н. в.	1,87	2,00

Компоненти	Гранітоїди облямування прогину								
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CO ₂	4,4	71,9	85,3	0,2	75,8	83,4	86,3	0,3	34,8
N ₂	95,1	28,1	14,7	99,5	24,2	15,7	13,2	98,8	55,0
CH ₄	–	–	–	–	–	0,9	0,5	0,4	9,9
C ₂ H ₆	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C ₃ H ₈	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ar	0,5	–	–	0,3	–	–	–	0,5	0,3
H ₂	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ΔP, Па	1,33	3,20	2,40	1,27	2,80	2,67	3,33	1,67	1,70

Примітка: 1–3 – кварц з метаконгломерату: 1 – білий, взірець 5005/2, гл. 961,0 м; 2 – кремевий, взірець 5230, гл. 1048,0 м; 3 – новоутворений, взірець 6801, гл. 1349,2 м; 4, 5 – метасоматична кварц-карбонатна порода: 4 – взірець 8188, гл. 1759,0 м; 5 – взірець 8665, гл. 1823,4 м; 6 – кварц з біотит-амфіболового сланцю, взірець 8811/1, гл. 1842,5 м; 7 – амфіболіт, взірець без номера, гл. 2213,0 м; 8–10 – кварцити: 8 – з мусковітом, взірець 10148/4, гл. 2280,8 м; 9 – з андалузитом, взірець 10216, глибину не зазначено; 10 – світлий, взірець 10403/8, гл. 2345,0 м; 11 – розсланцьований гранітоїд, взірець 10454/2, гл. 2370,0 м; 12 – жильний кварц з розсланцьованого гранітоїду, взірець 10485, гл. 2380,0 м; 13 – окварцьований гранітоїд, взірець 11590, гл. 2790,0 м; 14 – альбітизований граніт, взірець 13770/2, гл. 3353,8 м; 15 – кальцит із гніздового виділення в альбітиті, взірець 19435/2, гл. 4919,6 м; 16 – кварц із гнізда в бластокатаклазиті, взірець 19660/6, гл. 4999,0 м; 17 – кальцит із жилки в гранодіориті, взірець 197967, гл. 5051,2 м; 18, 19 – кварц із жили у гранодіорит-мігматиті: 18 – взірець 20277/4, гл. 5160,5 м; 19 – взірець 20342/2, гл. 5167,2 м; 20 – кальцит із лейкократо-

вого альбітового плагіограніту, взірець 20376/2, гл. 5206,1 м; 21 – кварц із жили в лейкократовому альбітовому граніті, взірець 20547, гл. 5237,8 м; 22, 23 – кварц із жили в альбітизованому граніті, взірець 20577/3, гл. 5456,1 м; 24 – кварц із кварц-кальцитової жили в лейкократовому плагіограніті, взірець 20617, гл. 5277,9 м; 25 – кварц з великого виділення у плагіограніті, взірець 20710/1, гл. 5308,8 м.

Аргон виявлено у складі газових компонентів включень у кальциті прожилків та в одному взірці зміненого гранітоїду. В усіх випадках поряд з аргоном зафіксовано значне переважання в складі газової суміші азоту.

Водень є постійним складником газових сумішей, хоча його вміст невисокий і становить 0,1–9,1 %, у середньому – 2,4 %. Водень може утворюватись під час механічного дроблення породи [4], у цьому разі співвідношення водню з включень і новоутвореного техногенного водню визначити неможливо. Наголосимо, що наявність водню у результатах аналізів залежить від способу отримання газу. У випадку застосування електромагнітної вакуумної ступки, яка забезпечує інтенсивне дроблення проби, водень постійно є в складі газової суміші (див. таблицю, аналізи 1–14). За умов використання ступки, у якій газу вивільняються переважно внаслідок роздавлювання проби без інтенсивного дроблення, водню в результатах аналізів нема (аналізи 15–25). З огляду на це можна припустити, що водень у вивільнених газах має, головню, техногенне походження, хоча ймовірна його наявність в окремих взірцях як незначної домішки.

В одному випадку у складі газів включень виявлено значний вміст гелію – 2,1 %.

На підставі отриманих результатів з'ясовано, що летким компонентам включень у мінералах порід і жил розрізу КНГС загалом притаманний азотно-вуглекислотний склад з непостійною наявністю домішки насичених вуглеводнів, головню метану.

Отримані аналітичні дані дають змогу виявити деякі генетично зумовлені просторові закономірності розподілу газів включень у мінералах порід за розрізом КНГС. На діаграмі складу газових сумішей (рис. 2) виділено два поля. Мета-конгломерати глесватської світи і метасоматично змінені кварц-карбонатні породи гданцівської світи вирізняються провідною роллю CO_2 – не менше 55 % – за підпорядкованого значення азоту. Глибші метаморфічні породи саксаганської та новокриворізької світ незалежно від мінерального складу за складом газів включень чітко відрізняються переважанням азоту над діоксидом вуглецю. Ця тенденція простежена і в разі переходу від метаморфічних порід виповнення прогину до змінених гранітоїдів його облямування (рис. 3). Тут концентрація азоту в газах включень виявляється не нижчою 65 %.

Отже, за співвідношеннями головних компонентів (діоксиду вуглецю й азоту) зі збільшенням глибини відбору взірців наявна чітка зміна складу газів, що полягає в поступовому зменшенні відносної концентрації діоксиду вуглецю за одночасного посилення ролі азоту.

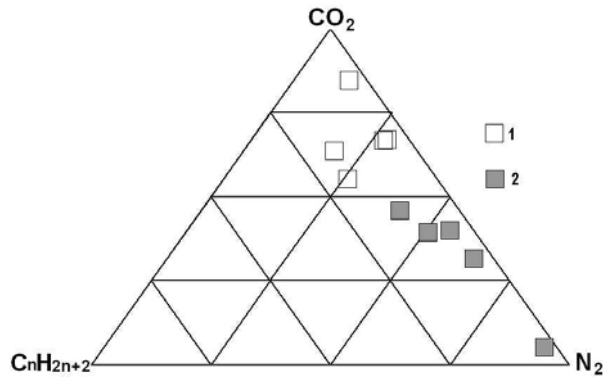


Рис. 2. Склад летких компонентів включень у мінералах метаморфічних порід криворізької серії: 1 – глєсватська та гданцівська світи; 2 – саксаганська й новокриворізька світи.

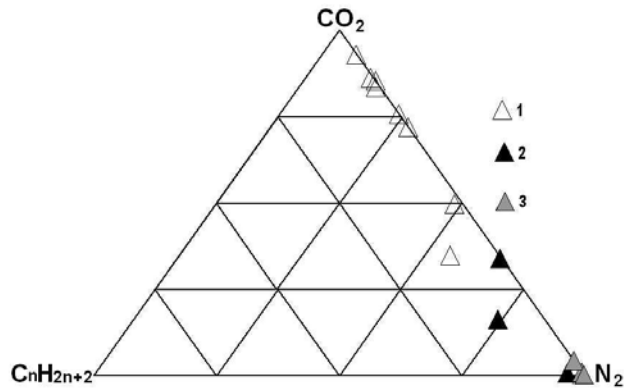


Рис. 3. Склад летких компонентів включень у мінералах гранітоїдів сурського комплексу та жильних утворень у них: 1 – кварц; 2 – гранітоїди; 3 – кальцит.

Газові компоненти включень у мінералах жильних утворень досліджували на прикладі кварцу мономінеральних жил і гніздоподібних виділень у гранітоїдах рами прогину та мінералів кальцитових і кварц-кальцитових прожилків у гранітоїдах.

Чітко простежено відмінність складу газових компонентів включень у кварці й кальциті, що свідчить про контрастні відмінності в складі мінералоутворювальних систем і підтверджує макроскопічно визначену їхню різновіковість (див. рис. 3).

Кварц із виділень у гранітах як головний компонент містить у складі газів включень діоксид вуглецю за підпорядкованого значення азоту і незначного – метану. В окремих взірцях є домішка аргону. Газонасиченість розчинів включень порівняно висока, про що зазначав і Г.І. Войтов [2]. Описувані утворення можна трактувати як середньо-високотемпературні гідротермальні, які формувались під

впливом газонасичених азотно-вуглекисотно-водних флюїдів, що суттєво відрізняє їх від вмісних гранітоїдних порід.

Мінерали кальцитових і кварц-кальцитових прожилків мають суттєво нижчу порівняно з кварцовими жилами газонасиченість включень, низький вміст CO_2 у газовій фазі включень та переважання азоту. Цікава постійна наявність аргону. З урахуванням високого вмісту супутнього азоту можливе його повітряне походження. Формування пізньої кальцитової прожилкової мінералізації з метеорних вод глибокої міграції уявляється можливим з урахуванням даних про згадану вище значну глибину прояву гіпергенних процесів у Криворізькому прогині [9]. Обґрунтованіше судження про природу азоту й аргону включень можливе з використанням даних ізотопних досліджень.

Отже, гази мінералоутворювальних флюїдів, що законсервовані у включеннях у мінералах порід і ранніх жильних утворень розрізу КНГС, можна загалом схарактеризувати як азотно-вуглекислотні зі змінними співвідношеннями головних компонентів і стабільно низьким вмістом метану. Найдискусійнішим сьогодні є походження азоту у флюїдах глибинного походження. Якщо в пізніх кварц-кальцитових прожилках висока концентрація азоту разом з наявністю аргону може слугувати доказом його повітряного походження, то у решті випадків ми схилиємось до думки про те, що він не пов'язаний з атмосферними газами.

Важливо наголосити, що в одному із взірців гранітоїдів виявлено гелій, концентрація якого становить 2,1 %. Очевидно, цей факт не є випадковим. Доцільно порівняти отримані дані з дослідженнями вільних газів Криворіжжя. Г.І. Войтов [2] характеризував гази, що виділяються з тріщинних зон у свердловинах і гірничих виробках, як воднево-вуглекисотно-азотні з надвисоким вмістом гелію. У газах з проб промивних рідин, які відбирали під час буріння КНГС, постійно була домішка гелію, відносна концентрація якого зростала з глибиною. Наведені факти свідчать про те, що Криворізький прогин упродовж усієї історії був зоною активної глибинної дегазації. Газонасичені флюїди, що мігрували, були активним чинником формування порід і руд Кривого Рогу. Після формування сучасної структури прогину на подальше перетворення мінерального складу його виповнення значно впливав потужний низхідний потік флюїдів метеорного походження.

1. *Белевцев Р.Я.* Режим зонального прогрессивного метаморфизма в докембрии Украинского щита. Киев, 1982.
2. *Войтов Г.И.* О химическом составе газов Кривого Рога // *Геохимия*. 1971. № 11. С. 1324–1331.
3. *Галабурда Ю.А., Курило М.В.* Результаты исследований флюидных включений у жильному кварці Криворізької надглибокої свердловини // *Мінерал. зб.* 1999. № 49. Вип. 2. С. 89–96.
4. *Калужный В.А.* Основы учения о минералообразующих флюидах. Киев, 1982.
5. *Коваленко-Завойський В.М., Иващенко І.М., Курлов М.С.* Магнітні властивості керну Криворізької надглибокої свердловини // *Геофиз. журн.* 1999. Т. 21. № 2. С. 99–111.
6. *Корчин В.А., Лебедев Т.С., Буртний П.А., Курлов Н.С.* Прогнозная оценка напряженного состояния плагиогранитов по разрезу Криворожской сверхглубокой скважины // *Геофиз. журн.* 1994. Т. 16. № 6. С. 39–44.

7. Кузнецов А.В., Казанский В.И., Лобанов К.В. Петрофизическая характеристика пород разреза Криворожской сверхглубокой скважины // Вестн. отдел. наук о Земле РАН. 2003. № 1 (21). С. 11.
8. Люминесцентная битуминология / Под ред. В.Н. Флоровской. М., 1975.
9. Металлогения Украины и Молдавии / Под ред. Я.Н. Белевцева. Киев, 1974.
10. Попов В.С., Кременецкий А.А. Глубокое и сверхглубокое научное бурение на континентах // Соросовский образоват. журн. 1999. № 11. С. 61–68.
11. Снівак С.Д. Петрогенезис жильного виповнення тріщин у гранітоїдах Криворізького та Коростенського районів: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. К., 2000.
12. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. Киев, 2005.

VOLATILE COMPONENTS OF FLUID INCLUSIONS IN MINERALS OF THE ROCKS FROM KRYVYI RIH SUPER-DEEP BOREHOLE

М. Bratus'¹, I. Zinchuk¹, M. Kurlov²

¹*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU
Naukova St. 3a, UA – 79060 Lviv, Ukraine
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

²*Kryvoriz'ka Geological Expedition of NJSC "Nadra Ukrainy"
Karl Marx Av. 30, UA – 50000 Kryvyi Rih, Ukraine
E-mail: kgre@mg.net.ua*

The regularity of migration of gas saturated mineral forming fluids and distribution of gases along the section of Kryvyi Rih super-deep borehole were established, based on the results of mass-spectrometric investigations of gases from fluid inclusions in minerals of rocks and veins.

Key words: fluid inclusions, gases of fluid inclusions, mass spectrometry, Kryvyi Rih super-deep borehole, Ukraine.

Стаття надійшла до редколегії 20.08.2007

Прийнята до друку 19.11.2007