

Процес втілення глибинного високотемпературного флюїду [8, 11] з синтезованими у його середовищі вуглеводневими сполуками у вуглисті сланці Мармароського масиву, що супроводжується утворенням зон подрібнення внаслідок малої механічної стійкості вуглистої речовини [3] і, відповідно, міграцією цими зонами флюїду та його розсіюванням у вмісних товщах [9], завершувався як захопленням, насамперед, метану дефектами кристалічної структури мінералів, так і його можливим нагромадженням у сприятливих структурах-пастках з утворенням покладів газу. Саме метан з найменшим діаметром своєї молекули і слабковраженими сорбційними властивостями порівняно з іншими вуглеводнями здатний найінтенсивніше втілюватися в мікротріщини, пронизувати навколишні породи на значні відстані і формувати у них поклади.

Висновки. Можна стверджувати, що у породно-рудних метаморфічних комплексах Мармароського масиву в процесі їхнього становлення і перетворень були всі умови для перебігу процесів синтезу вуглеводневих сполук і утворення покладів вуглеводнів як у піднасувних структурах, так і у сприятливих структурах-пастках тектонічного походження.

Отже, дослідження флюїдних включень вуглеводнів у мінералах є новим перспективним напрямом у межах цієї важливої структурно-фаціальної одиниці Східних Карпат. Підставою для проведення наступних досліджень є відсутність робіт, які б об'єднували фізико-хімічну природу і просторово-часову послідовність прояву вуглеводневих флюїдів для Мармароського масиву. Дані, що вже отримані нами [1, 13, 14], як і подальше планомірне вивчення флюїдних включень у мінералах, сприятимуть з'ясуванню можливих шляхів утворення та

еволюції вуглеводнів у породно-рудних комплексах Мармароського масиву.

1. Бондар Р. Про газову фазу мінералоутворювальних флюїдів метаморфічних порід берлебаської світи Мармароського масиву (за включеннями у мінералах) // Волинь очима молодих науковців: минуле, сучасне, майбутнє: Мат-ли III міжнар. наук.-практ. конф., Луцьк, 2009. – Л., 2009.
2. Волошин А.А. Геологическое строение и рудоносность северо-западного окончания Мармарошского массива. – К., 1981.
3. Вульчин Є.І., Братусь М.Д., Іванців О.Є., Шабо З.В. Високотемпературізовані вуглисті утворення і графіти України. – К., 1967.
4. Габинет М.П., Кульчицкий Я.О., Матковский О.И., Ясинская А.А. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. – Л., 1977. – Ч. 2.
5. Марушкін О.І., Дудок І.В. Про можливість скупчення вуглеводнів під насувами Мармароського масиву Українських Карпат // Доп. АН України. – 1991. – № 11.
6. Марушкін О.І., Нечепуренко О.О., Панов Г.М., Мацьків Б.В., Дудок І.В. Прояви вуглеводневих газів на північно-західному закінченні Мармароського масиву (Українські Карпати) // Доп. НАН України. – 1995. – № 4.
7. Матковский О.И. Минералогия и петрография Чивчинских гор. – Л., 1971.
8. Наушко І.М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): Автореферат дис. ... д-ра геол. наук: – Л., 2006.
9. Наушко І.М., Сворень Й.М. Про шляхи втілення глибинного високотемпературного флюїду у земну кору // Доп. НАН України. – 2008. – № 9.
10. Никольский Н.С. Флюїдний режим ендеогенного мінералообразования. – М., 1987.
11. Сворень Й.М., Наушко І.М. Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм // Доп. НАН України. – 2006. – № 2.
12. Anderson R.B. The Fischer-Tropsch synthesis. – New York, 1984.
13. Kovalyshyn Z.I., Naumko I.M. The peculiarities of fluid composition in gold ore mineralization within metamorphic rocks of north-western part among Marmarosh massif (Ukrainian Carpathians) // Матер. докл. X междунар. конф., Александров, 2001. – А., 2001.
14. Naumko I., Bondar R., Sakhno B. Notes on the genesis of high-grade metamorphized carbonaceous formations of the north-western part of the Marmarosh massif (according to data of fluid inclusions and closed pores of rocks research) // 7-th European Coal Conf., Abst., Lviv, 2008. – Л., 2008.
15. Pettford N., McCaffrey K.J.W. Hydrocarbons in Crystalline Rocks. – London., 2003.

Надійшла до редколегії 28.05.09

УДК 552.53–552.2

Л. Кузів, канд. геол. наук

ПЕТРОФІЗИЧНА ОЦІНКА ІЗОЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОВІДНИХ ПЕТРОТИПІВ ГРАНІТОЇДІВ ЖИТОМИРСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. М.І. Толстим)

Виконано петрофізичну оцінку деяких фізичних параметрів, що характеризують ступінь проникності основних петротипів житомирського комплексу Волинського мегаблоку Українського щита (УЩ).

The petrophysical estimation of some physical characteristics of penetrability the major zhytomyr granitoids types of the Volyn region the Ukrainian Shield was made.

Вступ. Радіоактивні відходи (РАВ) утворюються внаслідок здійснення операцій ядерного паливного циклу при виробленні електроенергії, а також у результаті інших видів діяльності, де використовуються радіоактивні речовини.

Відповідно до міжнародного досвіду поводження з радіоактивними відходами геологічні сховища, як мультибар'ерна конструкція, розраховані на тривалий час, є єдиною технічно здійсненою альтернативою безпечної ізоляції найбільш небезпечних РАВ. У такій системі важливу роль відіграють гірські породи.

Одним з потенційних показників придатності порід для захоронення РАВ є їх геологічні умови формування, петрофізичні, петрохімічні, літологічні, структурні та текстурні властивості. Оцінка придатних геологічних умов – це обґрунтування того, що сукупність їх властивостей не приведе до поширення радіонуклідів із сховища через геологічні утворення у біосферу протягом значного періоду їх існування. Придатними гірськими породами будуть ті породи, властивості яких будуть оптимальними, тобто такими, що дозволить гірським

породам виконувати роль природного бар'єру проти розповсюдження РАВ.

Постановка проблеми. Автором поставлено завдання розглянути петрофізичні особливості провідних петротипів гранітоїдів житомирського блоку Українського щита (УЩ) з метою оцінки їх з точки зору придатності для захоронення радіоактивних речовин.

Детальна петрографічна та петрохімічна характеристика порід житомирського комплексу наведена у багатьох роботах [2–5 та ін], тому тут відмітимо тільки деякі суттєві особливості, що мають важливе значення для характеристики проникності гірських порід і питань прийнятності кристалічних порід для створення глибинного сховища відходів.

У статті використано фактичні дані Науково-дослідної лабораторії фізико-хімічних досліджень гірських порід геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Виклад основного матеріалу. Початкова стадія процедури вибору ділянки для захоронення РАВ, згідно із даними шведських дослідників [6], полягає у виборі за

геологічними показниками ділянок, які характеризуються гомогенним складом та структурою гірських порід.

Волинський мегаблок розташований у Північно-Західній частині УЩ. Він складений осадовими відкладами чохла (утворення мезозойської, кайнозойської ератем) та кристалічними породами фундаменту архей-протерозойського віку. Кора вивітрювання має мозаїчне поширення. Поверхня кристалічних порід в цілому поступово занурюється у північно-східному напрямку в сторону Дніпрово-Донецької западини.

До складу Волинського мегаблоку входять сім комплексів. Провідні петротипи житомирського комплексу наступні: граніти бистрівський, коростишівський, суслівський, курчицький, житомирський, Федорівський, кам'янобродський, новороманівський, а також гранодіорити корнинський, олександрійський та березівський.

Граніт житомирського типу був виділений К.М. Феофілаковим, а потім підтверджений Н.І. Безбородьком. Вік гранітоїдів житомирського комплексу складає 2080–2020 млн р. [1]. Серед житомирських гранітів виділяють два генетичні типи [2]. Перший – це типово житомирські граніти, масивні, які мають інтрузивні контакти із гнейсовою товщею. Їх розглядають як пізньоскладчасті анатектичні алохтонні чи параавтохтонні тіла, що утворилися під час інверсійної стадії розвитку рухомої зони. Формувалися вони в умовах стиску, але при значному зниженні тиску. Певну роль при цьому відіграли накладені процеси, особливо постмагматичного калієвого метасоматозу, завдяки чому був виділений, як самостійний, бистрівський комплекс. Другий тип – це гнейсовидні двослюдяні автохтонні, палінгенні граніти.

Масиви житомирських гранітів мають неоднорідну будову [5]. Типовою для них є зональність: у центрі сірі порфіроподібні граніти, а ближче до периферії – сірі рівномірнозернисті двослюдяні граніти, на периферії – рожеві апліто-пегматоїдні граніти. Відмічають випадки і прямо протилежної зональності – локалізацію порфіроподібних гранітів на периферії масивів, а також смугасто-подібне їх чергування.

Масиви гранітів житомирського комплексу поширені у межах Новоград-Волинського блоку, де вони чергуються з масивами порід букинського та мухарицького комплексів. Найбільш крупні масиви – Коростишівський, Кам'янобродський та Федорівський мають розміри 100–300 км². Площа інших масивів (Курчицького, Житомирського, Кочеровського) не перевищує 20 км².

Житомирський комплекс об'єднує рівномірнозернисті, зрідка порфіроподібні граніти, які поширені у південній частині району в середній течії р. Тетерів, у межах субширотної перехідної зони між Волинським та Подільським мегаблоками. Граніти утворюють окремі невеликі штокоподібні тіла в антиклінальних структурах, а також більші за розміром масиви (Коростишівський, Корнинський, Житомирський). До складу комплексу, крім того, включають тіла біотитових гранітоїдів і гранодіоритів при підпорядкованій кількості тоналітів і кварцових діоритів з розпливчастими контурами, що локалізуються серед мігматитових полів на території Новоград-Волинського блоку в басейні річок Тня-Случ, а також пластоподібні тіла гранітоїдів, просторово пов'язаних з метаморфічними утвореннями новоград-волинської товщі в басейні р. Случ і невеликі за розміром тіла двослюдяних гранітів, що мають січні взаємовідносини з усіма вище сказаними гранітоїдами.

Всі петротипи гранітів житомирського комплексу належать до нормальних за хімічним складом та до найбільш численних за структурно-текстурними особливостями групи порід – основна маса різновидів середньозерниста, текстурні особливості являють собою масивні

та гнейсоподібні відміни. Мікроструктура порід гіпідоморфозерниста, алотріоморфозерниста або гранобластова [3]. За кількісним співвідношенням польових шпатів серед гранітів виділяються суттєво калішпатові різновиди – коростишівський, курчицький наприклад, а з приблизно рівним вмістом плагіоклазу та калієвого польового шпату – житомирський. Мінеральний склад нормальних гранітів наступний: $Pl_{(22,0-41,2)}Qu_{(22,0-33,2)}Fsp_{(23,4-40,1)}Bt_{(3,0-9,5)}$ [3].

Петрографічні особливості житомирських гранітів полягають у наступному: 1) досить близькі структури порід – гранітова, порфіровидна, гіпідоморфнозерниста; текстури – масивні, рідше гнейсовидні; 2) повсюдно поширений мусковіт – або заміщуючи біотит або первинний; 3) часто в невеликих кількостях порода містить гранат; 4) акцесорні мінерали – монацит, циркон, апатит, рудні; 5) прояви калішпатизації, мусковітизації, грейзенізації. Рудний мінерал не характерний, утворює дрібні округлі бластичні зерна, що поширені серед головних породоутворювальних мінералів, а також більш крупні звивисті неправильної форми агрегати, що є продуктами розкладу біотиту [2].

Фізичні властивості гранітоїдів є відображенням їх речовинного складу, умов утворення та існування, при чому вплив названих факторів на величини конкретних петрофізичних параметрів відмінний: вірогідним є формування схожих величин петрофізичних параметрів в істотно (за складом, генезисом, структурою) відмінних геологічних об'єктах, а з іншого боку, виникають ситуації, коли близькі за складом і генезисом породи через другорядні відмінності можуть різко відрізнитися за величиною низки фізичних параметрів.

Аналіз придатності провідних петротипів за окремою петрофізичною ознакою не уявляється доцільним, оскільки характеристика проникності, як основної властивості кристалічної породи у контексті безпечного створення системи захоронення, має комплексний характер.

Вирішальним чинником при формуванні величин мінеральної та об'ємної густин кристалічних порід є їх склад, але з істотним впливом загальної пористості.

Пористість та проникність – важливі фізичні характеристики гірських порід при виборі придатного геологічного середовища для захоронення РАВ. Пустотність, кризь яку можуть мігрувати водні розчини, впливає і на міцність гірських порід. Так, породи різного мінерального складу можуть мати однакові значення міцності завдяки різним величинам пористості та проникності. Встановлено, що проникність збільшується із збільшенням пористості. Однак, для різних типів порід величина проникності для одних і тих самих значень пористості різна. При рівній величині пористості, мінімальною проникністю будуть характеризуватися більш однорідні породи, а максимальною – породи з відносно великими та однаковими за величиною порами.

Аналізуючи значення мінеральної густини петротипів житомирського комплексу (табл. 1), відмічаємо, що для нормальних гранітів вони досить однорідні і коливаються у межах 2660–2695 кг/м³ з максимальним значенням 2695 кг/м³ (для курчицького граніту). Для гранодіоритів та кварцового монцодіориту значення мінеральної густини складають 2700–2780 кг/м³. Аналогічна ситуація склалася і для об'ємної густини – найбільші її значення для нормальних гранітів складають 2683,3 кг/м³ для Федорівського граніту та 2661,5 кг/м³ для курчицького граніту, а гранодіорити та монцодіорити характеризуються значеннями 2652,3–2700,8 кг/м³ та 2740 кг/м³ відповідно. Щодо загальної пористості, то максимальне її значення для петротипів даного комплексу складає 2,2 % для березівського гранодіориту та 0,9 % для житомирських гранітів. Значення відкритої

пористості коливаються у межах 0,1–0,4 %. Відмічаючи підвищення значень щільності та швидкості розповсюдження поздовжніх хвиль для гранітів курчицьких, кам'янобродських та фєдорівських, можна зробити висновок про формування цих гірських порід в умовах стиску, які обумовили їх первинне ущільнення. А великі значення пористості та малі швидкості розповсюдження поздовжніх хвиль коростишівських гранітів є наслідком їх мікротріщинуватості [2]. Високий вміст кварцу (для граніту кам'янобродського за [3] його значення складають 70,52 %, для граніту курчицького – 70,51 %, для коростишівського 70,17 % та для житомирських гранітів 70,31 %) та мікрокліну обумовлює підвищену теплопровідність. На момент захоронення у РАВ будуть продовжуватись виділення радіогенного тепла. Відповідно, гірські породи повинні мати достатню теплопровідність та теплоємність, які сприятимуть його розсіюванню в оточуюче середовище. Значеннями найбільшої теплопровідності характеризується петротип граніту кам'янобродського – 3,2 Вт/м*К. Збільшення теплопровідності призводить до зміни об'єму породи, що в свою чергу веде до зміни міцнісних характеристик. Так, зі збільшенням пористості теплопровідність знижується. Оптимальне рішення при виборі породи, придатної для захоронення РАВ, має базуватися на комплексній оцінці таких характеристик.

Висновки. Здатність петротипів забезпечити безпеку визначається наявністю у них тих фізичних властивостей, які характеризують мінімальну проникність. Це низька пористість (відкрита і загальна), висока густина, відповідні структурно-текстурні особливості (перевага надається дрібно-середньозернистим відмінам), значна теплопровідність та міцність.

Дослідження проникності за допомогою аналізу петрофізичних властивостей – це маловитратний якісний

спосіб отримання попередніх даних про проникність, мікротріщинуватість гірських порід як безпосереднього геологічного оточення упаковок з РАВ. Такого роду інформацію можна також екстраполювати на гірські породи з подібними умовами формування ще до етапу пошуково-розвідувальних робіт, що дозволить зосередитись завідома на більш придатних районах.

Житомирські граніти в цілому можна розглядати придатними щодо розміщення сховищ небезпечних відходів з огляду на те, що вони є однорідними, масивними породами, які характеризуються сталим складом, витриманими фізичними властивостями. Однак, при можливому виборі конкретного масиву для захоронення РАВ у межах комплексу треба врахувати об'єм його поширення, характер тектонічного впливу (тріщинуваті зони, розломи, інтрузивні контакти з вмисними породами), метасоматичних чи гідротермальних проявів та їх інтенсивність.

Отримані результати доцільно враховувати при плануванні і виконанні пошуково-розвідувальних робіт, які будуть проводитись з метою виявлення місця для будівництва геологічного сховища РАВ; також запропоновану методику можна використовувати і для інших об'єктів УЦ.

1. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита: Пояснювальна записка. – К., 2004. 2. Петрофізика гранитоїдов Українського щита / М.И. Толстой, А.В. Чекунов, И.Б. Щербак и др. – К., 1987. 3. Толстой М.И., Гасанов Ю.Л., Костенко Н.В., Гожик А.П., Шабатура О.В. Петрогеохімія і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання: Довідник-навчальний посібник. – К., 2003. 4. Щербак Н.П. Гранитоїди Українського щита. Петрохімія. Геохімія. Рудоносність: Справочник. – К., 1993. 5. Щербак І. Петрологія Українського щита. – Л., 2005. 6. Scientific and Technological Basis for the Geological Disposal of Radioactive Waste. IAEA-TRS No.413. — Vienna, 2003.

Надійшла до редколегії 21.02.11

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 662.3421.1. (477,6)

М. Курило, канд. геол.-мінералог. наук, доц.

ТИПИ І РУДОКОНТРОЛЮЮЧІ ФАКТОРИ РОЗМІЩЕННЯ ЗОЛОТОРУДНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ДОНБАСУ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

У статті детально розглянуті основні типи золоторудної мінералізації в Донецькому регіоні, їх розповсюдженість і рудоконтролюючі фактори локалізації.

This paper deals with detailed characteristic of the basic types of ore-gold mineralization in Donetsk region, distribution and localization of the ore-controlling factors.

Вступ та постановка проблеми. Донецька складчаста споруда на даний час визначилася як золотоносна область, а Центрально-Донбаська металогенічна зона, що приурочена до однойменного глибинного розлому і охоплює Головну антикліналь, вважається однією з перспективних на поліметали і золоті руди на Україні [4].

В межах зони є два невеликі родовища золота – Гостробугорське і Бобриківське, перспективний Михайлівський рудопрояр, Єсаулівське золото-сріблорудне і срібне Журовське родовище, а також ряд поліметалічних родовищ і рудопроярів з підвищеним вмістом золота. Невеликі прояви відомі вздовж Зуєвської антикліналі та її продовження на схід аж до Бобриківської антикліналі. Також невеликі прояви і геохімічні аномалії золота відомі в зонах Південно-Донбаського розлому і Мушкетівського насуву. Підвищені концентрації золота локалізовані у відкладах нижнього – середнього карбону, а в зоні Південно-Донбаського розлому також в гідротермально-змінених

вивержених породах – андезитах і трахіандезитах Р₂–Т₁. В Ростовській області РФ в межах південної антикліналі Донбасу в аналогічних андезитах відомий Керчикський рудопрояр золота.

В Микитівському рудному полі золото зустрічається в окремих аншілфах, що містять антимоніт, кіновар, арсеніт і рутит. Мікроскопічно виявлено біля десяти дуже дрібних (розміром до 0,02 мм) зерен. В ртутних рудах Софіївського кар'єру і шахти 2–біс в кіноварі, антимоніті, марказиті і піриті встановлено вміст до 0,11 г/т [6, 7].

В зоні розвитку соляно-купольних структур північно-західної окраїни Донбасу золото встановлене на Петрівському свинцево-цинковому рудопроярів в кальцитовому прожилку разом з целестином і піритом; на Берекському рудопроярів зустрінуті волосовидні прожилки золота в карбонатному цементі пісковиків; на Бантишевській ділянці золото пов'язане з чорними бітумами в дронівській свиті верхньої пермі [6, 7].