

Рис. 1. Розподіл хімічних елементів по св. 158 (північна частина Керченської протоки)

Висновки. Розгляд геохімічних зв'язків між цими елементами на основі кореляційного аналізу дозволив встановити серед них певні асоціації, які простежуються через всі стратиграфічні горизонти. Набір елементів в асоціаціях не строго постійний, окремі елементи можуть переходити з групи в групу. Одну з груп складають Zr, Ba, Y, Sc, Mo. До них приєднується Mn у відкладах постчаудинського, древньоєвксинського, карангатського і древньочорноморського віку. В посткарангатських, новоевксинських і новочорноморських відкладах Mn слабо корелюється з елементами іншої, більш представницької групи, в якій присутня залежність між такими елементами: Ti – V, Ni – Zn – Ga, Cu – Ga, P – Sn. До цієї групи входить і B. Вміст хімічних елементів в осадових породах Керченської протоки залежить від багатьох чинників. Основними з них є концентрація окремих елементів в самостійній мінеральній формі, входження до складу глинистих мінералів і органічної речовини [3]. Розподіл різних компонентів в розрізі четвертинних відкла-

дів Керченської протоки підлягає літолого-фаціальному контролю.

1. Андрусов Н.И. Геологическое строение дна Керченского пролива // Изв. Рос. акад. наук. – 1918. – Сер. 6. – Т. 12, № 1. – С 23–28.
2. Архангельский А.Д., Страхов Н.М. Геологическое строение и история развития Черного моря. – М., 1938.
3. Безбородов А.А., Митропольский А.Ю. Геохимическая эволюция микроэлементов в Черном море. – К., 1978.
4. Геология Азовского моря / Е.Ф. Шнюков., Г.Н. Орловский, В.П. Усенко и др. – К., 1974.
5. Геология шельфа УССР. Керченский пролив / Е.Ф. Шнюков, В.М. Аленкин, А.Л. Путь и др. – К., 1981.
6. Геохимия поздне-кайнозойских отложений Черного моря / Е.М. Емельянов, А.П. Лисицын, Э.С. Тримонис и др. – М., 1982.
7. Грязевой вулканизм и рудообразование / Е.Ф. Шнюков, П.И. Науменко, Ю.С. Лебедев и др. – К., 1971.
8. Митропольский А.Ю. Палеогеохимические условия распределения микроэлементов в древнечерноморское и новозвксинское время в донных осадках Черного моря // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. – М., 1977.
9. Страхов Н.М., Белова И.В., Глаголева М.А., Лубченко И.Ю. Распределение и формы нахождения элементов в поверхностном слое современных черноморских отложений // Литол. и полез. ископаемые. – 1971. – № 2. – С. 3–32.

Надійшла до редколегії 28.05.09

УДК 548.4:550.4:552.4:553.98(477.8)

І. Наумко, д-р геол. наук
Р. Бондар, асп.

ГЕОХІМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВУГЛЕВОДНЕГЕНЕЗУ У МЕТАМОРФІЧНИХ КОМПЛЕКСАХ МАРМАРОСЬКОГО МАСИВУ (ЗА ФЛЮЇДНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ У МІНЕРАЛАХ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.Ф. Грінченком)

Представлено результати вивчення летких компонентів флюїдних включень у мінералах різновікових породно-рудних комплексів північно-західної частини Мармароського масиву. Показано можливість утворення вуглеводневих сполук за умов амфіболітової та зеленосланцевої фацій метаморфізму. Підкреслено важливість вуглецевмістних сполук в утворенні і нагромадженні вуглеводнів у межах масиву.

The results of research of volatile of fluid inclusions in rock-ore complexes of different age of the north-western part of the Marmarosh massif are represented. A possibility of the formation of hydrocarbon compounds under the conditions of amphibolite and greenschists facies of metamorphism is shown. It is emphasized importance of the carbonaceous compounds in the formation and accumulation of hydrocarbons within metamorphic complexes of massif.

Вступ. У межах Мармароського масиву, поряд з встановленими стратиформним золотим зруденінням

(золоторудне родовище Сауляк), полігенними стратиформними рудопроявами колчеданово-поліметалевих

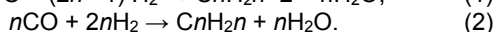
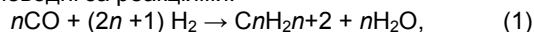
руд, проявами залізних, манганових руд та субграфіту [2, 7], виявлено прояви вуглеводневих газів [4–6]. Зроблено припущення про те, що поклади вуглеводнів тут можуть бути зосереджені у піднасувних структурах, складених нижньокрейдяними відкладами флішевих Карпат, у результаті насуву на них Мармароського масиву. Зокрема, при бурінні неглибоких картувальних свердловин в районі сс. Кобилецька Поляна, Ділове, Косівська Поляна, які були закладені в метаморфічних породах, відбувалися досить потужні викиди природного газу. Значні притоки газу в пробурених свердловинах спостерігалися також у межах Пенінської зони (район м. Сваляви), де бурінням встановлено її складну покривну будову та наявність насуву на крейдяні і палеогенові утворення північніших тектонічних одиниць. Породи, що розкрито глибинним бурінням під Пенінським алохтоном, належать Мармароській та Рахівській або Сухівській зонам. Глибини, з яких одержано горючий газ, коливаються у межах від 80 до 620 м. Встановлено, що більшість припливів газу спостерігалася з порід берлебаської (*V-G₁br*), а також білопотіцької (*PR₃bp*), кузинської (*D₃-C₁kz*) і рахівської (*K₁rh*) світ. Отже, газонасиченість має широкий стратиграфічний діапазон і загалом відповідає поширенню високометаморфізованих вуглистих (метаантрацитових) метаморфічних порід або флішевих відкладів з підвищеними вмістами органічної речовини.

Тому актуальним завданням є з'ясування, з геохімічної точки зору, можливості утворення покладів вуглеводнів у межах метаморфічних комплексів Мармароського масиву.

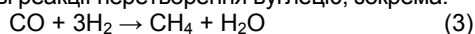
У геологічній будові Мармароського масиву беруть участь два різновікові комплекси: гнейсово-сланцевий (білопотіцький), метаморфізований за умов епідот-амфіболітової до амфіболітової фації (верхній докембрій) і кварцито-сланцево-порфіроїдний (діловецький), метаморфізований за умов фації зелених сланців (ранній палеозой). У розрізі метаморфічних порід берлебашської і кузинської світ рахівського і чивчинського відгалужень масиву значно поширені вуглисто-кварцові, вуглисто-хлорит-серіцитові сланці та вуглисті кварцити [3]. Метаморфічні комплекси Мармароського масиву, які у рифей–ранньопалеозойський час зазнали метаморфізму і складчастості, були перероблені наступними фазами альпійського тектогенезу. Внаслідок цього ускладнилися первинні форми складчастості, сформувалися два головні автохтонні покриви – білопотіцький і діловецький, які визначають сучасний структурний вигляд масиву, і проявився повторний метаморфізм.

Основні схеми утворення вуглецю і вуглеводнів за умов метаморфізму. Розглянемо деякі можливі схеми утворення вуглецю і вуглеводнів за умов метаморфізму, зокрема за працею [15], виходячи з того, що більшість флюїдних фаз (до 90 %), які беруть участь в ендогенних геологічних процесах, представлені системою Н–О–С (H₂O, H₂, CO₂, CO і CH₄) [10].

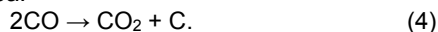
Важливою схемою утворення вуглеводневих сполук, зокрема можливою за природних умов, є реакції синтезу вуглеводнів Фішера-Тропша [12]. Так, гази H₂ і CO за участі багатих залізом чи кобальтом мінералів-катализаторів за температури 180–300°C утворюють вищі вуглеводні за реакціями:



При цьому паралельно, тією чи іншою мірою, перебігають додаткові реакції перетворення вуглецю, зокрема:

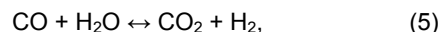


та реакція Будуара:



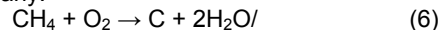
Варто зауважити, що підвищення у системі температури призводить до різкого підвищення утворення метану за такою схемою.

Ще однією особливістю реакції є те, що залізо каталізує реакцію:



тому частина CO перетворюється на CO₂. З іншого боку, ця реакція слугує додатковим джерелом водню, що робить можливим реакції вільний вуглець за початково низького вмісту останнього. Залізни катализатори, порівняно з кобальтовими, можуть діяти у ширшому температурному інтервалі: 320–350°C.

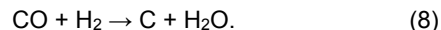
Вважається, що за високих температур може відбуватися розклад метану:



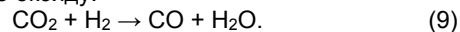
За температури 750–600°C може розкладатися також оксид вуглецю (реакція Будуара):



За умов надлишку водню за температури нижче 650°C оксид вуглецю може відновлюватися відповідно до реакції:



У цій же обстановці можливе відновлення діоксиду вуглецю до його оксиду:



У свою чергу оксид вуглецю знову ж таки або розкладається за реакцією Будуара, або відновиться шляхом взаємодії з воднем, утворюючи вільний вуглець (графіт).

Вуглисті породи за умов зеленосланцевої, епідот-амфіболітової та амфіболітової фації метаморфізму зазнають графітизації і характеризуються поступовим перетворенням органічної речовини в антрацит і через проміжні стадії в графіт. Вуглець починає набувати впорядкованої структури. Заключними продуктами перетворення будь-якої органічної речовини є метан і графіт.

Таку перевагу метану у газовій фазі мінералоутворювальних флюїдів встановлено нами за даними мас-спектрометричного хімічного і вакуумного декрептометричного аналізів кварцу різновікових метаморфічних комплексів Мармароського масиву.

Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах і закритих пор у метаморфічних породах Мармароського масиву. Так, серед летких компонентів флюїдних включень у кварці прожилків і закритих пор у сланцях, збагачених графітоподібною вуглистою (метаантрацитовою) речовиною, Чивчинського (потік Великий Прилучний, хребет Прилучний, потік Велика Веснарка) і Рахівського відгалужень масиву встановлено наявність 54,70–99,7 об. % метану [14] (табл. 1). Діоксид вуглецю і азот або відсутні, або їхні вмісти є незначними – 1,20–35,90 і 4,40–19,1 об. %, відповідно. Присутність азоту у складі летких компонентів у двох зразках (сланець і прожилок кварцу у ньому з хребта Прилучний) може бути зумовлена їхнім просторовим і генетичним зв'язком з неподалік поширеними метаморфізованими магматичними утвореннями.

Для кварцу з порід берлебаської світи, розріз якої вздовж русла потоку Білий розкрили чотири свердловини (Бп-5, Бп-6, Бп-7 і Бп-8), також встановлено [1] (табл. 2), що переважним компонентом газової фази флюїдних включень є метан (59,7–98,6 об. %). Лише у поодиноких випадках його вміст зменшується до 7,5–33,1 об. %. Діоксид вуглецю і азот знаходяться у підпорядкованій кількості (1,9–35,4 об. % і 0,6–5,4 об. % відповідно). В окремих пробах вміст діоксиду вуглецю становить 62,9–92,9 об. %. Слід зазначити, що коли вміст діоксиду вуглецю у леткій фазі досягає 23 і більше об. %, то з'являється азот (0,6–5,4 об. %). Ця закономірність простежується в розрізі усіх чотирьох свердловин.

Таблиця 1

Склад летких компонентів флюїдних включень у кварці і закритих пор у вуглецьмістних породах Мармароського масиву (за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу; аналітик Б. Сахно, відділ геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України)

№ з/п	№ зразка	Місце відбору зразка (глибина, інтервал відбору, м)	Компоненти, об'ємна частка, %		
			CO ₂	N ₂	CH ₄
1	G1	Потік Вел. Прилучний	1,2	–	98,8
2	G1/1	Потік Вел. Прилучний	0,3	–	99,7
3	G2/1	Хребет Прилучний	35,9	9,4	54,7
4	G2/2	Хребет Прилучний	5,6	19,1	75,3
5	G3/1	Потік Вел. Веснарка	34,0	–	66,0
6	G3/2	Потік Вел. Веснарка	9,4	–	90,6
7	Бп 6/22,2	Св. Бп 6, гл. 22,2 м	14,3	–	85,7
8	Бп 4/3	Рудопрояв Білий Потік	–	–	100
9	Бп 4/31	Рудопрояв Білий Потік	3,3	4,4	92,3

Таблиця 2

Склад летких компонентів флюїдних включень у кварці і закритих пор у породах берлебаської світи Мармароського масиву (за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу; аналітик Б. Сахно, відділ геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України)

№ з/п	№ зразка	Місце відбору зразка (глибина, інтервал відбору, м)	Компоненти, об'ємна частка, %		
			CO ₂	N ₂	CH ₄
1	Бп 5/44,3	Св. Бп 5, гл. 44,3 м	3,9	3,7	92,4
2	Бп 5/75,7	Св. Бп 5, гл. 75,7 м	35,5	2,8	61,7
3	Бп 5/83,0	Св. Бп 5, гл. 83,0 м	15,6	–	84,4
4	Бп 5/88,3	Св. Бп 5, гл. 88,3 м	35,1	5,2	59,7
5	Бп 6/22,2	Св. Бп 6, гл. 22,2 м	14,3	–	85,7
6	Бп 6/39,8	Св. Бп 6, гл. 39,8 м	21,2	–	78,8
7	Бп 6/66,4	Св. Бп 6, гл. 66,4 м	15,4	–	84,6
8	Бп 6/71,9	Св. Бп 6, гл. 71,9 м	2,9	–	97,1
9	Бп 6/78,0	Св. Бп 6, гл. 78,0 м	1,4	–	98,6
10	Бп 6/92,5	Св. Бп 6, гл. 92,5 м	5,8	–	94,2
11	Бп 6/95,0	Св. Бп 6, гл. 95,0 м	21,3	–	78,7
12	Бп 6/97,2	Св. Бп 6, гл. 97,2 м	20,6	–	79,4
13	Бп 7/10,4	Св. Бп 7, гл. 10,4 м	62,9	4,0	33,1
14	Бп 7/20,3	Св. Бп 7, гл. 20,3 м	91,9	0,6	7,5
15	Бп 7/56,7	Св. Бп 7, гл. 56,7 м	17,6	–	82,4
16	Бп 7/58,6	Св. Бп 7, гл. 58,6 м	35,9	1,0	63,1
17	Бп 8/29,0	Св. Бп 8, гл. 29,0 м	68,7	5,4	25,9
18	Бп 8/68,0	Св. Бп 8, гл. 68,0 м	32,0	2,8	65,2
19	Бп 8/75,0	Св. Бп 8, гл. 75,0 м	17,4	–	82,6
20	Бп 8/102,1	Св. Бп 8, гл. 102,1 м	6,3	–	93,7
21	Бп 8/108,7	Св. Бп 8, гл. 108,7 м	23,6	1,4	75

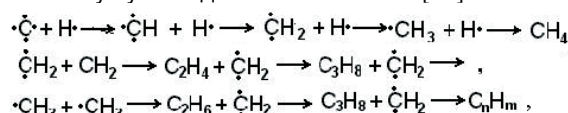
Для кварцу деяких ділянок білопотіцької і діловецької світ спостерігається різка перевага метану (79–94 об. %) за незначних вмістів CO₂ і азоту, інколи присутні вищі вуглеводні – C₂H₆ і C₃H₈.

Методом вакуумного декрептометричного аналізу для кварцу прожилків у сланців, збагачених графітоподібною вуглистою (метаантрацитовою) речовиною, встановлено наступні температурні інтервали інтенсивності газовиділення: 20–180°C (пік 140°C), 180–240°C (пік 200°C), 360–580°C (пік 480°C), причому найінтенсивніші піки та максимальна газовіддача зразків припадають на температуру, що перевищує 200°C [14]. Максимальна ж інтенсивність газовиділення для вуглнистих сланців, яка припадає на інтервал 200–300°C, є доказом того, що за умов прогресивного метаморфізму за температури 250–300°C більшість вищих вуглеводнів уже руйнується, перетворюючись на CH₄ і графіт.

Обговорення результатів. Наведені результати дослідження летких компонентів флюїдних включень прожилково-вкрапленої мінералізації метаморфічних порід Мармароського масиву свідчать про важливу роль вуглецевистих сполук в процесах мінерало- і рудогенезу. Домінування метану у породних комплексах Мармароського масиву, значне поширення сульфідів і оксидів металів, самородного золота, а також присутність у розрізах вуглнистих (метаантрацитових) порід нашоухує на думку про першочергову роль вуглецю у

процесах синтезу вуглеводнів, зокрема метану та його гомологів у межах масиву.

Перебіг складних фізичних і фізико-хімічних факторів у глибинному високотемпературному флюїді за високої температури, високих тисків, активних каталізаторів, електричного поля призводить до розкладу сполук як власне флюїду, так і засмоктаних внаслідок адиабатичного процесу вуглецевистих речовин вмістних порід на окремі атоми і радикали [8, 9, 11]. Вуглеводневмісні речовини за таких умов розкладаються на атомарні водень, вуглець та C_nH_m-радикали, які після сортування в електричному полі в процесі спаду температури та стабілізації фізико-хімічної обстановки і склали основу для синтезу вуглеводнів за механізмом [11]:



створюючи тим самим передумови формування вуглеводневих родовищ. Мінеральні складові флюїду паралельно стали вихідними речовинами для кристалізації у цих порожнинах макро- і мікротріщин багатьох мінералів: кальциту, кварцу, бариту, флюориту та інших вторинних утворень, зокрема, у вигляді прожилків. За таких умов у більшості випадків формуються породи типу карбонатної чи кварц-карбонатної тощо, мінерали яких своїми дефектами в процесі росту захоплюють і консервують сполуки, що знаходяться у системі (власне і вуглеводні).

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. Високотемпературні флюїди 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 metamorphosed 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.

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