

УДК 549.5:552.5(477-234)

МАГНЕТИТ ТА ІЛЬМЕНІТ ІЗ ЗОНИ ПІДВОДНОГО РОЗМИВАННЯ КАРБОНАТНОГО ПІСКОВИКУ ВЕРХНЬОГО АЛЬБУ В МЕЖИРІЧЧІ БОДРАКА Й КАЧІ (ГІРСЬКИЙ КРИМ)

П. Білоніжка, Ю. Дацюк, С. Бекеша

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, 79005 м. Львів, Україна
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Ільменіт і магнетит відшукали в карбонатному пісковикі, який утворився внаслідок підводного розмивання відкладів верхнього альбу, поширених у межиріччі Бодрака й Качі в Гірському Криму. Кристали магнетиту мають октаедричний, рідше ромбододекаедричний габітус; ільменіт представлений таблитчастими і пластинчастими кристалами гексагональної й неправильної форми. Розмір кристалів – 0,10–0,25 мм. Обидва мінерали характерні для магматичних порід і, відповідно, продуктів їхнього звітрювання. Вони не можуть утворитися з морської води (хоча би з огляду на те, що вміст заліза й титану в ній дуже низький). Очевидно, ці мінерали формувалися з гідротермальних розчинів, які надходили в морський басейн по конседиментаційних розривних порушеннях. Про це свідчить наявність у пісковикі, що містить ільменіт і магнетит, аутигенного смектиту у вигляді облямівок навколо обкатаних зерен кварцу.

Ключові слова: магнетит, ільменіт, пісковик, підводне розмивання, гідротермальні розчини, верхній альб, Гірський Крим.

Відклади верхнього альбу K_1 у межиріччі Бодрака й Качі представлені карбонатними пісковиками враконського горизонту, потужність якого в напрямі на північ поступово зменшується, а на північно-східній околиці с. Трудолібовка карбонатні пісковики викинюються, їх заміщують туфогенні пісковики. Вище за розрізом залягають мергелі сеноманського віку.

Покрівля пісковикі нерівна, хвиляста, явно зумовлена підводним розмиванням. Продукти розмивання представлені прошарком сірувато-зеленого пісковикі потужністю 10–20 см. Цей пісковик містить дрібні вкраплення чорних рудних мінералів, плямисті скупчення й облямівки зеленого глинистого мінералу навколо обкатаних і напівобкатаних зерен кварцу та уламки викопної фауни.

Для вивчення мінерального складу пісковикі відібрано його взірці (рис. 1) на південно-західній околиці с. Прохолодне, у лівому борту яру Мангуш.

Результати рентгенівського аналізу зеленого глинистого мінералу засвідчили (рис. 2), що він представлений смектитом. На одержаній дифрактограмі видно інтенсивне відбиття 1,5 нм, характерне для смектиту. Після оброблення проби етиленгліколем це відбиття змістилося до 1,7 нм унаслідок входження молекул органічної речовини в міжпакетний простір смектиту і розбухання його структури за всією с.

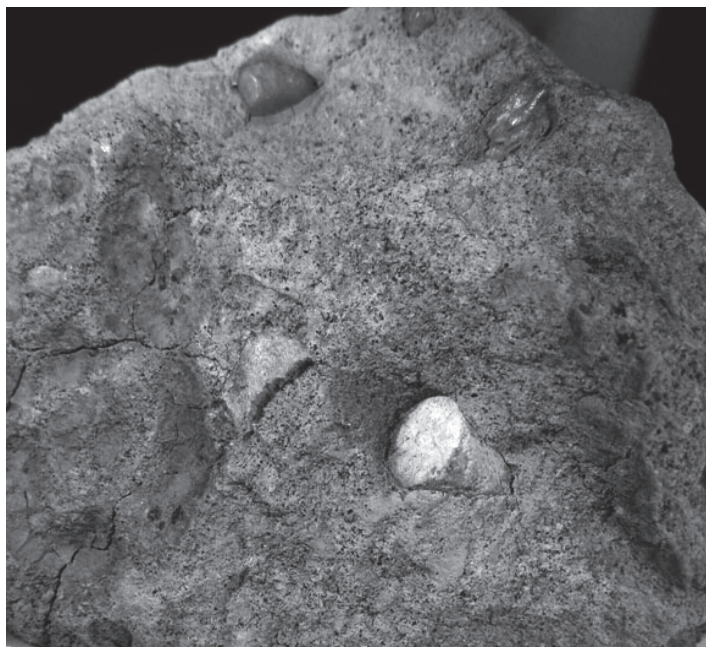


Рис. 1. Карбонатний пісковик. Південна околиця с. Прохолодне, лівий борт яру Мангуш.

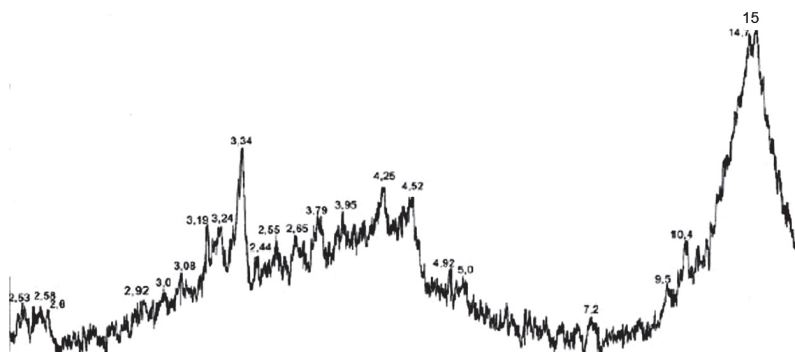


Рис. 2. Дифрактограма смектиту, Å.

Для вивчення чорних мінеральних вкраплень виконано гранулометричний аналіз пісковика. Максимальний їхній вміст виявлено у фракції 0,10–0,25 мм. Серед мінералів визначено магнетит та ільменіт, а також зерна кварцу, польових шпатів і кальциту. На відповідній дифрактограмі зафіксовано лінії магнетиту (0,295, 0,253, 0,242, 0,209, 0,1713, 0,1616, 0,1484 нм), ільменіту (0,274, 0,253, 0,228, 0,1860, 0,1713), рідкісні лінії кальциту (0,303), кварцу (0,334 нм) та ін.

Ільменіт і магнетит представлені кристаликами та їхніми зростками (рис. 3). Кристалики *магнетиту* мають октаедричний, рідше ромбододекаедричний габітус, напівметалічний блиск, тверді, крихкі. Їхні морфологічні особливості вивчали на сканувальному електронному мікроскопі JEOL-T220A. На одержаних фотографіях добре видно октаед-

ричну форму кристалів (рис. 4), вершини і ребра злегка зглажені, через що кристали набувають напівобкатаного вигляду. Помітно різноманітні ультра- й мікропори. Для їхнього детальнішого вивчення досліджували кристалики магнетиту після оброблення їх 5% HCl без нагрівання (рис. 5, а) та після травлення 10% HCl з нагріванням до кипіння (див. рис. 5, б). На поверхні кристалів, оброблених соляною кислотою, видно різного роду западини й каверни, у яких частково збереглися релікти інших мінералів.

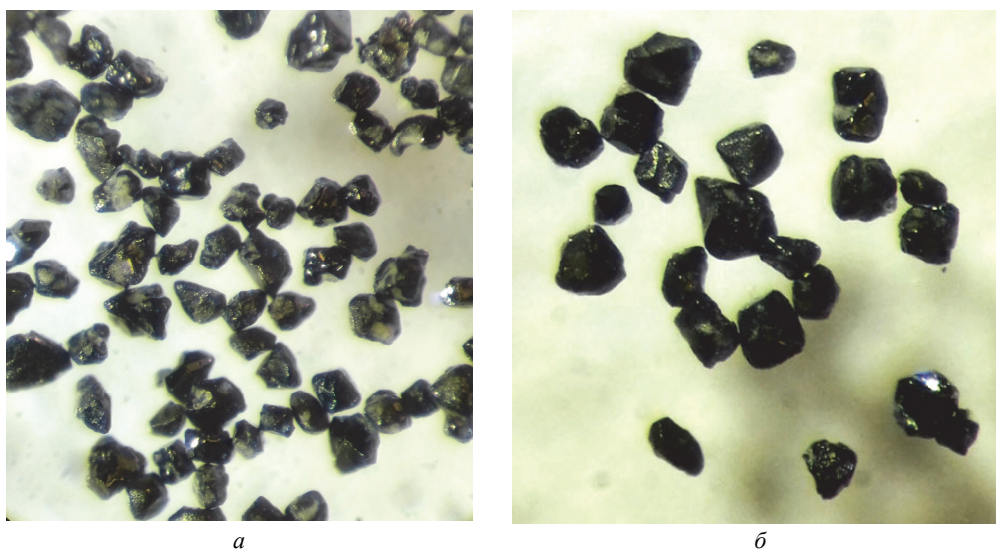


Рис. 3. Кристалики і зростки магнетиту й ільменіту за $\times 70$ (а) і $\times 120$ (б).

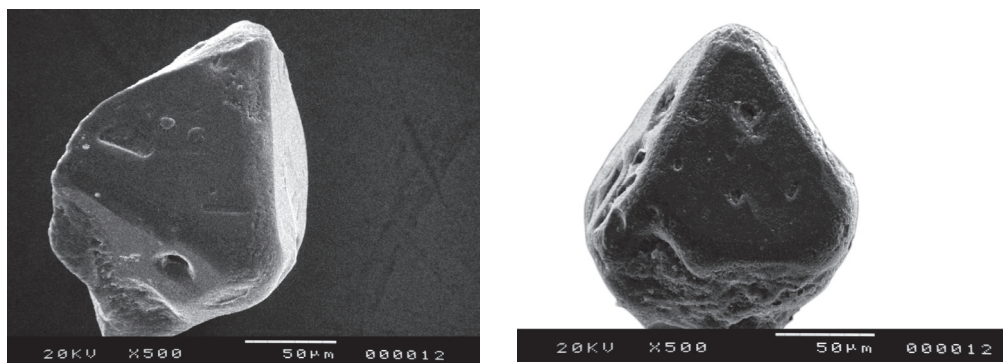


Рис. 4. Морфологія кристалів магнетиту під електронним мікроскопом.

Магнетит – типовий акцесорний мінерал магматичних порід, відомий у метаморфічних і гідротермальних утвореннях, у відкладах фумарол у Долині 10 000 димів на Алясці та ін. [4]. В осадових відкладах аутигенний магнетит трапляється зрідка. Наприклад, його октаедричні кристалики відшукали на Халіловському осадовому родовищі бурих залізняків в Оренбурзькій обл. (Росія), у нижньокрейдових бокситах, а також у залізистих хлоритових породах Північного Кавказу й Уралу [4]. Зокрема, на Північному Кавказі магнетит виявлено в нижньоюрських пластових хлоритових породах (хлорити залі-

зисті), що залягають у западинах доюрських серпентинітів. Тут магнетитом складені прошарки, гнізда, прожилки і псевдоморфози по рослинних залишках. Зафіксовано також наростання дрібних октаедричних кристаликів магнетиту на поверхні уламків звітрілих хлоритових порід. На думку А. Яницького [7], цей магнетит має гіпергенне походження – утворився з розчинів поверхневих вод.

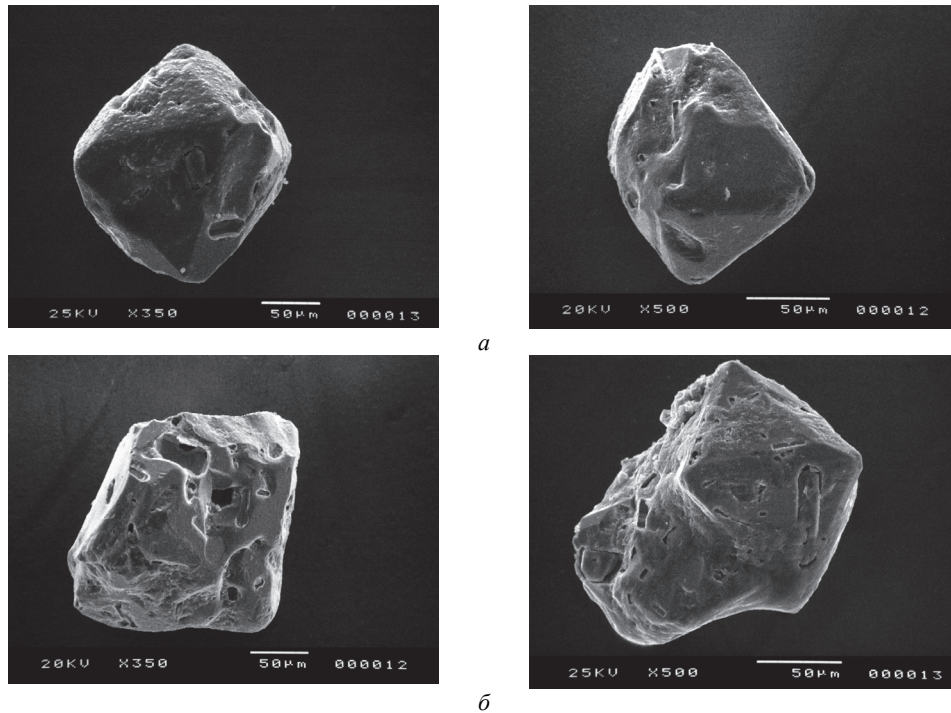


Рис. 5. Морфологія кристалів магнетиту після оброблення 5% HCl (а) та травлення 10% HCl з нагріванням до кипіння (б).

У нижньокрейдових бокситах магнетит міститься у вигляді чорного магнітного бобовиння, зцементованого гідратами глинозему й гідромагнетитом. На підставі вивчення хімічного й мінерального складу бобовиння і цементу дослідники дійшли висновку [3], що вони формувалися за різних фізико-хімічних умов. Бобовиння – це привнесена галька, а магнетит має осадове походження.

Дуже дрібні зерна магнетиту іноді трапляються в сучасному морському мулі, причому вважають, що частина з них – це новоутворення. Наводять також відомості щодо осадження магнетиту з морської води біогенним способом – його відшукали в мушлях сучасних моллюсків [4].

Аналіз наведеного матеріалу дає підстави для висновку, що в осадових відкладах магнетит утворився не з морської води чи поверхневих континентальних вод, а має ендегенне походження. Зокрема, у зазначених вище хлоритових породах Північного Кавказу наявність магнетиту, імовірно, пов'язана з процесами зміни магматичних порід. У нижньокрейдових бокситах магнетит є у вигляді бобовиння – своєрідної гальки, привнесеної до місця відкладання бокситів. Зазначимо, що в морській воді вміст заліза дуже низький – $1 \cdot 10^{-6}$ % [6], а в поверхневих континентальних водах – ще нижчий.

Отже, у морських і континентальних седиментаційних басейнах магнетит не може формуватися з морської чи поверхневої води, оскільки нема необхідного “будівельного” матеріалу.

На нашу думку, у досліджуваному карбонатному пісковіку магнетит утворився з гідротермальних розчинів, які надходили в морський басейн під час вулканічних процесів, що відбувались за межами описуваного району. Про це свідчить той факт, що продукти розмивання верхньоальбського карбонатного пісковіку в північному напрямі заміщені туфогенними пісковіками. Крім того, серед цих продуктів розмивання є обкатувані зерна кварцу, оточені облямівками новоутвореного смектиту.

Ільменіт у досліджуваних породах асоціює з описаним магнетитом, що підтверджено рентгенівським аналізом (див. рис. 2). Мінерал представлений дрібними таблитчастими і пластинчастими кристалами гексагональної й неправильної форми. Вони часто мають вигляд напівобкатуваних, деякі зерна частково пошкоджені (рис. 6). Головною простою формою на кристалах є пінакоїд $\{0001\}$, набагато слабше розвинуті грані одного або двох ромбоєдрів – $\{10\bar{1}1\}$ і $\{02\bar{2}1\}$.

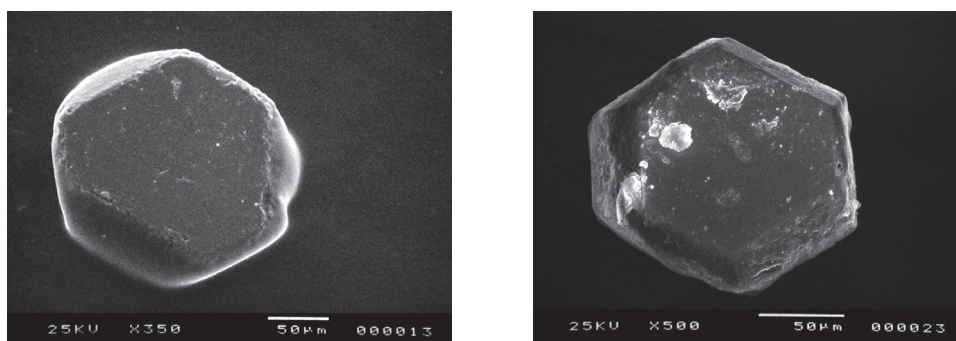


Рис. 6. Морфологія кристалів ільменіту під електронним мікроскопом.

Кристали ільменіту, як і магнетиту, обробляли 5% HCl без нагрівання та 10% HCl з нагріванням до кипіння. На поверхні протравлених кристалів наявні западини й канавки різної форми і розміру зі слідами місць зростання з іншими мінералами та місцями виходу різного роду дислокацій (рис. 7). Такі западинки часто виповнені залишками мінералів, які остаточно не розчинилися під дією HCl. Іноді помітно наростання інших мінералів, а також проростання кристалів магнетиту й, можливо, гематиту (як продуктів розпаду твердого розчину).

Ільменіт, подібно до магнетиту, є типовим акцесорним мінералом магматичних порід, відомий у пегматитах, амфіболітах та інших метаморфічних утвореннях, у кварцових жилах. Мінерал наявний у вигляді зернистих виділень неправильної форми та кристалів, які мають пінакоїдальний чи ромбоєдричний габітус і товстотаблитчастий до пластинчастого обрис. Трапляються орієнтовані зростки ільменіту з магнетитом [4].

У праці [5] описано ільменіт у вулканогенних і вулканогенно-осадових породах ястребівського горизонту (низи франського ярусу D_3), який з різкою кутовою незгідністю залягає на докембрійському фундаменті (південь Воронезької обл. Росії). Горизонт, складений туфами, туфолавами, туфітами, туфобрекчіями і туфопісковіками, сформувався у мілководному морському басейні під час інтенсивного вулканізму експлозивного типу. Уламковий матеріал вулканогенно-осадових порід добре обточений і відсорт-

ваний. Характерною особливістю порід є зелене забарвлення, пов'язане з інтенсивною хлоритизацією: цементом порід слугують магнезійно-залізисті хлорити, розвинуті по вулканічному попелу. Разом з хлоритом трапляється сидерит.

Найбільше збагачені ільменітом грубоуламкові туфи й туфіти основного складу, а також туфопісковики з найвищим умістом туфового матеріалу. Серед рудних мінералів, крім ільменіту, є також магнетит (у меншій кількості), іноді трапляється пірит. Більшість виділень ільменіту має осколкову гострокутну і серпоподібну форму. Наявні також ідіоморфні кристалики й облямівки ільменіту навколо уламків ефузивних порід і кварцу. Розмір ільменітових зерен коливається від тисячних часток міліметра до 0,68 мм. Уважають [5], що ільменіт має ефузивне походження.

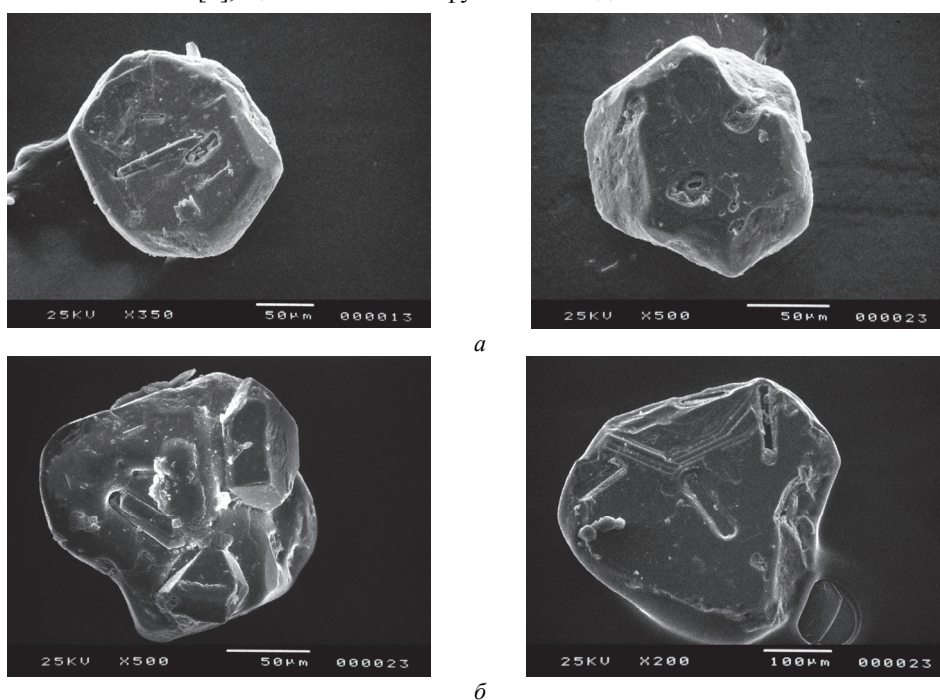


Рис. 7. Морфологія кристалів ільменіту після оброблення 5% HCl (а) та травлення 10% HCl з нагріванням до кипіння (б).

У праці [1] В. Беляєв описав ільменіт у розсипищах, приурочених до середньої частини товщі дрібнозернистих пісків полтавської світи M_1 , які поширені на південно-східній окраїні Воронежського кристалічного масиву. Піски складені, головню, добре обкатаними зернами кварцу з домішкою польових шпатів. Вміст ільменіту в шліхах коливається від 7 до 46 %. Форма зерен мінералу округла, овальна, неправильна, розмір становить 0,10–0,25 мм. Рудні пласти мають лінзоподібну форму й невитримані за потужністю. Зроблено висновок, що рудоносні піски полтавської світи відклалися за мілководних прибережних морських умов.

Промислові концентрації ільменіту виявлено в корі звітрювання габро і лабрадоритів Коростенського та Корсунь-Новомиргородського плутонів. Зокрема, у межах Корсунь-Новомиргородського плутону поверхня цих порід та їхня кора звітрювання мають

складний денудаційний рельєф. Основною формою рельєфу є річкові долини. Вони складені бучацькими (еоцен) континентальними відкладами – пісками з прошарками глин та уламками бурого вугілля – і перекриті третинними й четвертинними відкладами. На думку М. Веклича та Ю. Кононова [2], розсипища ільменіту формувалися завдяки руйнуванню кристалічних порід і перевідкладенню їхньої кори звітрювання.

Отже, підвищений вміст ільменіту в описаних девонських вулканогенно-осадових породах пов'язаний з вулканогенними процесами. У розсипищах, приурочених до відкладів полтавської світи, ільменіт теригенний, привнесений. Джерелом ільменіту в комах звітрювання габро-лабрадоритів на плутонах Українського щита теж є магматичні породи. Тому можна вважати, що ільменіт, як і магнетит, у карбонатному пісковикі Криму утворився не з морської води, а з гідротерм, що надходили в морський седиментаційний басейн по розривних тектонічних порушеннях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беляєв В. К. Особливості речовинного складу титано-цирконових розсипищ в третинних відкладах південно-східної країни Воронежського кристалічного масиву / В. К. Беляєв // Доп. АН УРСР. – 1964. – № 1. – С. 112–115.
2. Веклич М. Ф. Розсипи ільменіту в районі Корсунь-Новомиргородського плутону / М. Ф. Веклич, Ю. В. Кононов // Доп. АН УРСР. – 1957. – № 2. – С. 169–171.
3. Гладковский А. К. К вопросу о минералогическом составе нижнемеловых бокситов / А. К. Гладковский, Л. К. Шарова // Докл. АН СССР. – 1953. – Т. 89, № 1. – С. 151–154.
4. Минералы : [справочник] / [отв. ред. Ф. В. Чухров и Э. Н. Бонштедт-Куплетская]. – М. : Наука, 1967. – Т. 2, вып. 3. – 676 с.
5. О концентрации титана в вулканогенно-осадочных образованиях Ястребовского горизонта на юге Воронежской области / В. А. Блинов, К. А. Дюбюк, Л. С. Кузьмина, Б. Н. Одокий // Геология рудных месторождений. – 1963. – № 1. – С. 109–113.
6. Справочник по геохимии / [Г. В. Войткевич, А. В. Кокин, А. Е. Мирошников, В. Г. Прохоров]. – М. : Недра, 1990. – 480 с.
7. Яницкий А. Л. Магнетит поверхностного происхождения в лептохлоритовых породах на севере Кавказа / А. Л. Яницкий // Докл. АН СССР. – 1951. – Т. 79, № 2. – С. 311.

*Стаття: надійшла до редакції 04.04.2017
прийнята до друку 26.04.2017*

**MAGNETITE AND ILMENITE
FROM THE ZONE OF UNDERWATER EROSION
OF THE UPPER ALBIAN CARBONACEOUS SANDSTONE
IN THE INTERFLUVE BODRAK–KACHA (MOUNTAIN CRIMEA)**

P. Bilonizhka, Yu. Datsyuk, S. Bekesha

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskiyi St., 79005 Lviv, Ukraine
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

We discovered magnetite and ilmenite in carbonaceous sandstones, which have been formed during underwater erosion of the Upper Albian deposits in the interfluve Bodrak–Kacha (Mountain Crimea).

Magnetite is presented by octahedral-shaped crystals, ilmenite – by table-like and lamellar crystals of hexagonal and irregular shape. The size of grains is 0.10–0.25 mm.

Magnetite crystals contain ultra- and micropores. The vertices and edges of magnetite crystals are slightly smoothed. On the surface of the crystals, due to etching by hydrochloric acid, you can see various depressions and cavities with partially preserved relics of other minerals. The main simple form on ilmenite crystals is pinacoid {0001}; the faces of one or two rhombohedra are much less developed. Various hollows and grooves of different shape and size are visible on the surface of crystals after etching by HCl. They have the signs of minerals intergrowths and points of various dislocations emergence. Such hollows are often filled with remnants of the minerals that have been not completely dissolved under the action of HCl. There are also the growths of other minerals, and intergrowths of magnetite crystals and possibly also hematite (as the products of solid solution decay).

Green clay mineral, common in sandstones, is represented, according to X-ray analysis, by smectite.

Magnetite and ilmenite are typical minerals of igneous rocks and of their weathering products. Authigenous magnetite and ilmenite are very rare in sedimentary rocks. The content of Ti and Fe in sea water is very low; therefore, these minerals cannot be formed from sea water. Obviously, they have been formed from hydrothermal solutions flowing into the saltwater pool through the consolidation dislocations. This is evidenced by the presence in sandstones of authigenous smectite in the form of margin around the rounded quartz grains.

Key words: magnetite, ilmenite, sandstone, underwater erosion, hydrothermal solutions, Upper Albian, Crimean Mountains.