

УДК [549.742.121-1:553.21/24:553.551.4]/(477.87-751.3) "613.4"

МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ТА УМОВИ УТВОРЕННЯ ДОЛОМІТІВ КУЗИНСЬКОГО РОДОВИЩА (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Олександр Костюк, канд. геол. наук, доцент,
доцент кафедри мінералогії, петрографії і геохімії
імені професора Ореста Матковського
oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-2218-1757>

Лариса Генералова, канд. геол. наук, доцент,
доцент кафедри загальної та історичної геології і палеонтології
larysa.heneralova@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6033-6556>
Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. М. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

Досліджено літологічні та мінералого-петрографічні особливості карбонатних порід D_3-C_1 на прикладі доломітів Кузинського родовища (Мармароський масив, Українські Карпати), за допомогою методів складання розрізів порід на відслоненнях кар'єра, відбору зразків для візуальної, петрографічної діагностики та мікроаналітичного вивчення. Результати дослідження мінералого-петрографічного складу доломітів кузинської світи сприяють їхній типізації. Діагностовано два літологічні різновиди порід – седиментаційно-діагенетичний та епігенетичний.

Седиментаційно-діагенетичні доломіти – це шаруваті різнозернисті породи з поодинокими зернами кальциту, гетиту, апатиту. Їхній генезис пов'язаний з осадоагромадженням і діагенетичними перетвореннями осадів вапнисто-магнезійного складу внаслідок зміни фізико-хімічних умов середовища. Ці умови реалізуються в мілководних перенасичених солями лагунах або припливно-відпливних відмілинах в областях з аридними кліматом. Епігенетичні доломіти представлені головню дрібнозернистими породами масивної та смугасто-шаруватої текстури, містять поодинокі включення гетиту й мусковіту. Формування порід пов'язане з процесами гідротермально-метасоматичного заміщення на етапі закриття інтраконтинентального рифто-подібного басейну та становлення складчасто-покривної споруди Мармароського масиву.

Наукова новизна проведеного дослідження полягає в тому, що вперше для верхньодевонсько-нижньокам'яновугільної кузинської світи наведені мінералого-петрографічні параметри доломітів різних генерацій із використанням мікроаналітичних даних.

Отримані результати сприятимуть створенню цілісної характеристики доломітів Кузинського родовища для аналізу індикаторів палеогеографічних обстановок седиментації, реконструкції геодинамічної перебудови структури басейну й оцінці якості доломітової сировини Діловецького покриву Мармароського масиву.

Ключові слова: доломіти, літологія, мінералогія, седиментація, метасоматичні перетворення, кузинська світа, Мармароський масив, Українські Карпати.

DOI <https://doi.org/10.30970/min.75.07>

Постановка проблеми. Відомо, що доломіти є чудовою вогнестійкою сировиною для чорної металургії, скляної промисловості як вапняково-магнезійна агоруда для вапнування ґрунтів тощо. В Українських Карпатах уже давно досліджували (Солонинко, 1949; Славин, 1953) палеозойсько-мезозойські родовища доломіту (рис. 1).

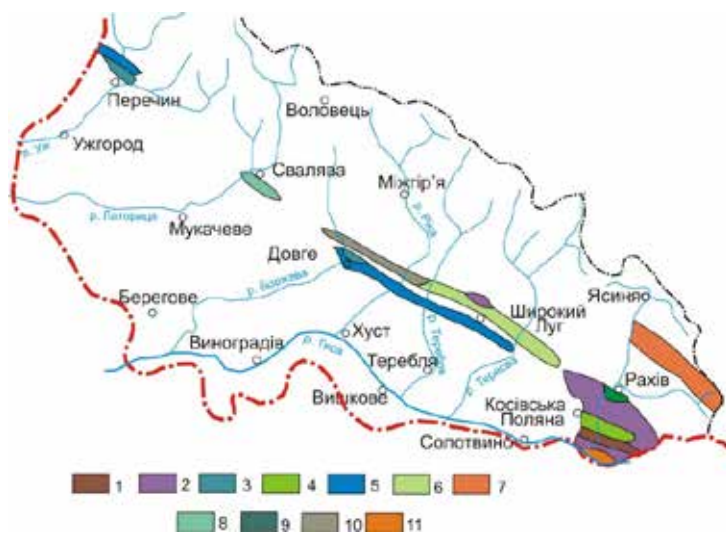


Рис. 1. Схема Карпатської мармуринової провінції, за В. Славиним (1963):

1 – зона палеозойських мармурів; 2 – зона ймовірного знаходження тріасових і палеозойських мармурів; 3 – зона нижньокрейдських родовищ; 4 – довгорунський тип; 5 – новоселицький (південний) тип; 6 – каменелинський (північний) тип; 7 – ясинський тип; 8 – зона титон-неокомських родовищ; 9 – зона крейдових родовищ; 10 – зона мармуропоявів у післяюрських конгломератах; 11 – зона палеогенових родовищ

Палеозойські утворення виявлено в околицях с. Ділове Рахівського р-ну (Кузинське родовище), а мезозойські – у відслоненнях по берегах річок Уж, Боржава (лейас), Уголька, у межах Кам'янецького кар'єру, на горі Петрос, в околицях м. Свалява (титон).

Палеозойські карбонатні відклади мають біле з рожевуватим або голубуватим відтінком забарвлення, тоді як у багатьох родовищах, пов'язаних з мезозойськими утвореннями, породи червонуваті й коричнюваті. За даними Є. Лазаренка зі співавт. (1963), у нижньокрейдових відкладах трапляються брекчії мармуризованих вапняків; для карбонатних порід типовими є кристалічно-зерниста, органогенно-детритусова, органогенно-пелітоморфна структури і сланцювата, плейчаста, прожилково-сітчаста, органогенно-брекчійова, масивна текстури.

Незважаючи на вже виконані дослідження, досі актуальними залишаються такі питання, як природа джерел утворення доломіту й особливості міграції та нагромадження доломіту в карбонатних товщах.

Аналіз досліджень. Кузинське родовище доломітів розташоване в нижній течії безіменного правого допливу потоку Полонський (5 км на північний захід від гирла Тиси) на південно-західній околиці с. Ділове (рис. 2). За даними А. Михайлова зі співавт. (2010), запаси родовища становлять 56,6 млн т. Доломіти належать до кузинської світи (D_3-C_1kz).

З 1965 р. співробітники Закарпатської ГРЕ М. Гнилко, І. Гопак, В. Біліченко, О. Нечепуренко досліджували перспективні площі в межах Діловецького покриву Мармароського

масиву. На Кузинському родовищі різні науково-дослідні організації провадили тематичні роботи з 1976 р. Зокрема, фахівці Львівського університету О. Матковський та В. Степанов вивчали (1984) мінералого-петрографічні критерії золотоносності метаморфічних порід і перспективи розвідки покладів на доломіт.



Рис. 2. Локалізація Кузинського родовища на топографічній карті масштабу 1:250 000 (Лоза, 2002)

З 1988 р. в районі тривали літолого-геохімічні розшуки золота в північній частині Рахівського рудного району – уздовж потоків і вторинних ореолів розсіяння.

Ще протягом 1959–1960 рр. геофізичними дослідженнями (методи ЕП і магнітометрії, масштаб 1:10 000) за участю Д. Козельського виявлено відповідні аномалії на ділянках Банська, Кузя, Діловецька та ін. Зроблено припущення щодо зв'язку деяких аномалій з зонами сульфідизації. Карпатська гравіметрична партія тресту «Укргеофізрозвідка» (І. Бородатий, Л. Фільштинський) виконала гравіметричні знімання району Кузинського родовища в масштабі 1:200 000, за результатами яких детально описано залягання покладів доломіту, контакт з умісними породами, характер нагромадження тощо.

На початку нового тисячоліття опубліковано Державну геологічну карту України масштабу 1:200 000 нового покоління, на якій узагальнено результати досліджень Мармароського масиву [3; 4]. Ми керуємося аргументами пояснювальної записки до зазначеної карти і приймаємо вік кузінської світи як верхньодевонсько-нижньокам'яновугільний. Пізніше з'явилась публікація щодо поглядів на вік кузінської світи [5]. У праці О. Гнилка [1] з використанням авторських геологічних спостережень та урахуванням даних попередників узагальнено уявлення про геологічну будову й еволюцію Мармароського масиву (частини терейну Тися – Дакія) Українських Карпат та відтворено геодинамічні плито-тектонічні умови його формування.

Мета. Літологічні та мінерало-петрографічні дослідження доломітів кузинської світи, які були *метою* нашої роботи, дали змогу отримати інформацію про індикатори палеогеографічних і палеодинамічних умов формування верхньодевонсько-нижняокам'януватильних товщ району. Для досягнення мети опрацьовано наявні фондові й опубліковані

матеріали, за польових умов вивчено геологічні розрізи кузинської світи, відібрано взірці порід для макро- й мікроаналітичних досліджень. Петрографічну діагностику доломітів виконано на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка, мікрозондові дослідження аншліфів – у лабораторії фізичного факультету університету за допомогою растрового (сканувального) електронного мікроскопа PEMMA-102-02 (Суми, Україна), обладнаного енергодисперсійним аналізатором EDAR.

Виклад основного матеріалу. У геологічній будові Мармароського масиву, який нині активно вивчають дослідники, беруть участь догерцинські тектонічні поверхи кристалічного фундаменту (рифейський та верхньовендсько-нижньокембрійський), слабкометаморфізований верхньовендсько-нижньокам'яновугільний тектонічний поверх і верхньокам'яновугільно-нижньотріасовий, середньотріасово-юрський, крейдовий і палеогеновий тектонічні поверхи неметаморфізованого чохла [3; 4]. Ці утворення перекривають кристалічний фундамент зі структурною й регіональною незгідністю; структурні незгідності зафіксовані й між поверхами чохла.

Верхньовендсько-нижньокам'яновугільний тектонічний поверх представлений кузинською світою в межах Діловецької структурно-фаціальної зони (покриву) та розиською світою в межах Білопотоцької зони (покриву) Мармароського масиву. За літологічним складом та умовами метаморфічних перетворень обидві світи ідентичні. Розиська світа потужністю 550–600 м локалізована в окремій тектонічній (Розиській) одиниці між Діловецьким і Білопотоцьким покривами [3; 4].

Кузинська світа поширена на вододілах Малої та Середньої Шопурок, у басейнах потоків Кузій, Верхній і Нижній Розсош, а також у нижній течії потоку Білий. Світа складена філітами, філітоподібними вуглистими сланцями, кварцитами, доломітами, мармуризованими з лінзами яшм вапняками. Вона з різкою кутовою незгідністю залягає на верхньовендсько-нижньокембрійських утвореннях берлебаської або магурської світ та зі структурною незгідністю перекрита теригенними хаотичними відкладами альбсько-сеноманської соймульської світи й деінде – псамітами (з базальними конгломератами в основі) великобанської світи еоцену. Потужність кузинської світи змінюється від 360 до 550 м. У долішній частині розрізу світи наявні темно-сірі й зеленкувато-сірі філіти, мармуризовані вапняки та вуглисті кварцити, тоді як у горішній частині розрізу (200–240 м) наявні сірі, ясно- і кремово-сірі доломіти з прошарками темно-сірих вуглистих мармуризованих вапняків, філітів, кварцитів (рис. 3). Поблизу с. Ділове доломіти формують товщу потужністю 260–330 м, яку простежено на понад 2,5 км [3; 4] (Хаин и др., 1968).

Макроскопічно доломіти – це породи ясно-сірі, білі з рожевим чи кремовим відтінком, середньо-дрібнозернисті, зрідка крупнозернисті, щільні, інколи грудкуваті. Розрізняють доломіти з масивною, смугастою та плямистою текстурою і різнозернисті зі слабкою неявно-шаруватою текстурою. Структура гранобластова, іноді гетеробластова з гранобластовою основною тканиною. Часто породи мають ознаки брекчійованості (рис. 4).

Для доломітів Розиського покриву типове інтенсивне кліважування й розслащування [3; 4] (Хаин и др., 1968). У праці [1] О. Гнилка, який провадив геокартувальні роботи в районі дослідження, зазначено, що утворення, які охоплюють кузинську й розиську світи, подібні на тектонічний меланж, «де змішані різновікові, вірогідно, палеозойські та мезозойські породи» [1, с. 67].

Згідно з плитно-тектонічними побудовами [1; 8], верхньовендсько-нижньокам'яновугільний тектонічний поверх Мармароського масиву відтворює умови розвитку інтраконтинентального рифтоподібного басейну. Він був закладений у силурі після субдукційно-колізійних подій між Балтикою (білопотоцька світа та її аналог на території Румунії – комплекс Бретіла) і Авалонською дугою (вендсько-нижньопалеозойські берлебаська

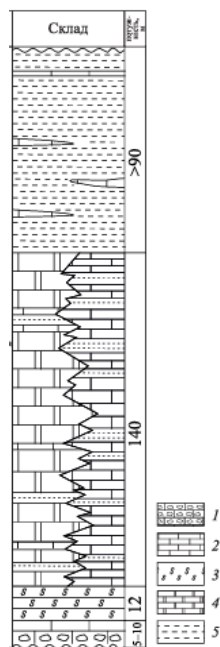


Рис. 3. Розріз кузинської світи на горі Соймул, за даними (Бойко, 1970) [5]:
1 – вапняково-доломітові конгломерато-брекчії; 2 – вапняки; 3 – яшми і кременисті сланці;
4 – доломіти; 5 – сланці



а



б

Рис. 4. Брекційовані доломіти Кузинського родовища: а – зона тектонічного брекціювання;
б – дзеркала ковзання по доломіту

й мегурська світи та їхній аналог у Румунії – серія Тульгеш) [1; 4; 9], які сприяли утворенню доальпійської насувної структури фундаменту Мармароського масиву [1; 8]. У кам'яновугільний час силурійсько-ранньокам'яновугільний рифтоподібний басейн закрився, що супроводжувалось метаморфізмом низів фації метаморфічних сланців [1; 4; 8; 11].

На Кузинському родовищі ми вивчали прояви доломіту кузинської світи на восьми ділянках. Серед відібраних взірців найчастіше трапляються такі морфогенетичні

різновиди доломіту, як згустково-грудкуваті, дрібнокристалічні й водоростеві. Детально досліджено перші два різновиди.

Згустково-грудкуваті доломіти зеленкувато-сірі, жовтувато-кремові, сірі, зрідка темно-сірі. Текстура шарувата або товстошарувата, структура різнозерниста. У шліфах під мікроскопом видно великі (0,3–0,5 мм) гніздо- й лінзоподібні агрегати доломіту, приурочені до збагачених глинистим матеріалом мікрозернистих ділянок, а також кристалографічно індивідуалізовані субромбоєдричні кристали доломіту й оолітові зерна з реліктами мікрозернистого кальциту, які незакономірно розвинені по мікрозернистій вапняковистій масі. Така структура, на нашу думку, свідчить про змішаний карбонатний (значною мірою доломітовий) склад породи, яка зазнала післяседиментаційних перетворень. Це дає підстави класифікувати її як седиментаційно-діагенетичний доломіт (рис. 5, *a*). Під час мікроаналітичних досліджень (рис. 6, *a*) у такому доломіті виявлено мікропористу текстуру та поодинокі вклучення кальциту, гетиту й апатиту.

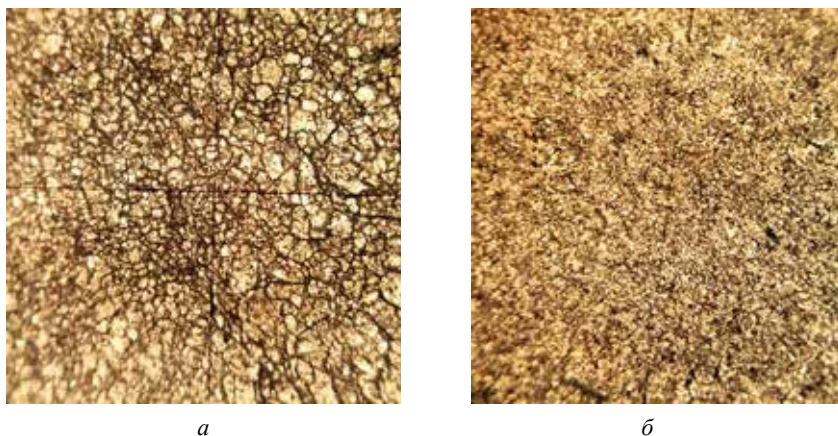


Рис. 5. Седиментаційно-діагенетичний (*a*) та епігенетичний (*б*) різновиди доломіту Кузінського родовища; $\times 100$, без аналізатора

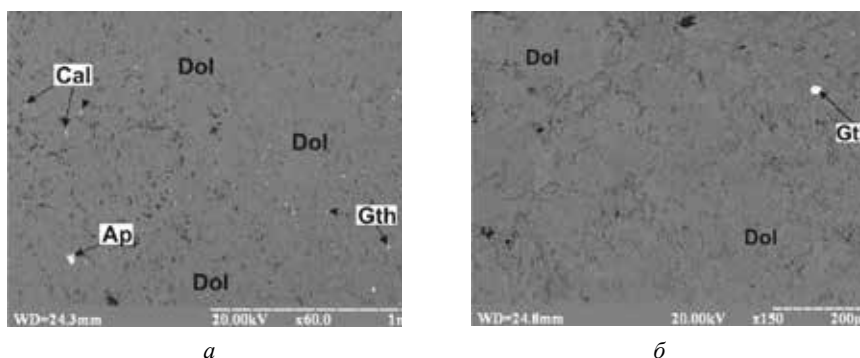
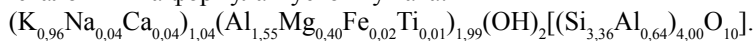


Рис. 6. BSE-зображення доломіту: *a* – седиментаційно-діагенетичний доломіт (Dol) з поодинокими зернами кальциту (Cal), апатиту (Ap) і гетиту (Gth); *б* – епігенетичний доломіт з поодинокими вклученнями гетиту

Дрібнокристалічні доломіти мають біле або жовтувате забарвлення. Текстурна масивна, прихованошарувата, смугасто-шарувата, плямиста. Структура середньо-дрібнозерниста, іноді трапляються фарфороподібні різновиди, а також крупно-середньозернисті. Пористість породи незначна; вірогідно, пори утворилися внаслідок вилуговування внутрішньої частини ромбоєдрів доломіту. Подекуди в мінералі можна простежити зональність. У породах є домішки кальциту й поодинокі зерна кварцу. Наведені ознаки типові для хемогенних (седиментогенних) порід [10], на які накладені епігенетичні (ката- й метабенетичні) зміни. Тому їх називають «накладені» доломіти й доломіти заміщення. Під час мікроаналітичних досліджень визначено щільний прихованокристалічний епігенетичний доломіт масивної текстури, який містить поодинокі включення гетиту (див. рис. 6, б). Також у ньому виявлено мікростилолітові ознаки.

В епігенетичних доломітах виявлено кальцит у вигляді зерен неправильної форми розміром 0,01–0,05 мм і пластинчасте виділення мусковіту розміром 0,05 мм. За результатами мікрозондового аналізу, хімічний склад мусковіту такий, мас. %: SiO_2 – 52,6; TiO_2 – 0,25; Al_2O_3 – 29,09; FeO – 0,40; MnO – 0,08; MgO – 4,25; CaO – 0,53; Na_2O – 0,35; K_2O – 11,84. Кристалохімічна формула мусковіту така:



Також у цих породах виявлено майже прямокутне зерно розміром $0,14 \times 0,12$ мм. Мікроаналітичні дослідження засвідчили, що центральна частина зерна складена піритом, який зазнав часткових змін, ат. %: Fe – 51,33; S – 41,78; Co – 3,35; As – 2,47; Zn – 1,07; хімічна формула – $(\text{Fe}_{1,38}\text{Co}_{0,09}\text{Zn}_{0,02})_{1,49}(\text{S}_{1,95}\text{As}_{0,05})_2$. Решта зерна – це гетит, кристалохімічна формула якого така: $(\text{Fe}^{3+}_{0,90-0,96}\text{Si}_{0,02-0,05}\text{Mg}_{0,00-0,02}\text{Al}_{0,01})_{0,98-0,99}\text{O}(\text{OH})$.

Отже, мінералого-петрографічні дослідження доломітів кузинської світи дали змогу діагностувати два генетичні типи порід (седиментаційно-діагенетичний та епігенетичний) і реконструювати розвиток стадійності в пізньодевонсько-ранньокам'яновугільному басейні осадоагромадження. Седиментаційно-діагенетичні доломіти формувалися в рифтогенному осадовому басейні. Їхні діагенетичні перетворення є наслідком різних змін фізико-хімічних умов середовища, у якому відбувалися перерозподіл і заміщення доломітом вапняковистих відкладів (Холодов, 1988). Експериментами з використанням дифракції рентгенівського випромінювання доведено [6], що зародженню і зростанню доломіту передують певні умови, серед яких важливу роль відіграє субстрат, представлений високомагнезійним кальцитом, і термодинамічні параметри середовища, зокрема підвищені значення температури, тиску та рН. Такі умови характерні для пересичених солями мілководних лагун або припливно-відпливних відмілин в областях з аридним кліматом.

Формування епігенетичного доломіту, вірогідно, пов'язане з процесами гідротермально-метасоматичного перетворення порід на етапі закриття басейну осадоагромадження і становлення складчасто-покривної споруди Мармароського масиву.

Дослідження вчених, які вивчали формування доломіту поблизу західної окраїни Тихого океану неподалік від Перу [7], засвідчили, що доломіт утворюється на різних батиметричних рівнях. Чисті доломіти виявлено на ущільнених породах субстрату шельфу, а брекчійовані відміни трапляються на континентальному схилі за умов апвелінгу. На доломітоутворення позитивно впливають розвиток крихких деформацій у зонах розривних порушень і процеси надходження флюїдів (гідротермальних і метасоматичних розчинів). На різних, особливо останніх, стадіях формування таких доломітів породи збагачуються піритом. Також зазначають [7], що на процеси формування можуть впливати мікроорганізми, діяльність яких посилюється в зонах розломів (зокрема, на геохімічних бар'єрах) акреційної призми Перуанського жолоба.

На підставі наведених даних можна запропонувати таку модель формування досліджених епігенетичних доломітів. За умовами утворення це метасоматично змінена алодапічна фація, яка в первинному басейні седиментації відповідає перенесеним турбідитними потоками сортованим карбонатним породам [10]. Під дією гідротермальних флюїдів, активних у зонах розломів у процесі перебудови структури басейну, породи зазнають метасоматичних перетворень з набуттям рис накладених доломітів або доломітів заміщення.

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Верхньодевонсько-нижньокам'яновугільні доломіти Кузинського родовища (Мармароський масив) представлені двома генетичними різновидами. Седиментаційно-діагенетичні доломіти – це згустково-грудкуваті породи, різнозернисті, шаруваті, з поодинокими зернами кальциту, гетиту й апатиту. Вони формувалися в мілководних пересичених солями водоймах. Епігенетичні доломіти – це головню дрібнозернисті породи масивної та смугасто-шаруватої текстури з поодинокими включеннями гетиту й мусковіту. На їхнє утворення, вірогідно, впливали процеси метасоматичного перетворення в зонах розривних порушень за умов надходження флюїдів.

Подальші дослідження доломітів кузинської світи. Це сприятиме створенню бази даних індикаторних властивостей порід щодо умов седиментаційного процесу й післяседиментаційних трансформацій, а також формуванню цілісної характеристики доломітів Кузинського родовища для аналізу палеогеографічних обстановок седиментації, реконструкції геодинамічної перебудови структури басейну й оцінки якості доломітової сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гнилко О. Геодинамічні плито-тектонічні умови формування терейну Тися-Дакія, Українські Карпати. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2023. № 3–4 (191–192). С. 61–73. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.191-192.061>.
2. Мацьків Б. В., Пукач Б. Д., Воробканич В. М., Пастуханова С. В., Гнилко О. М. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, аркуші М-34-XXXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре), М-35-XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу-Де-Сус). Карпатська серія. Пояснювальна записка. Київ : УкрДГРІ, 2009.
3. Мацьків Б. В., Пукач Б. Д., Гнилко О. М. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, аркуші М-35-XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу-Де-Сус). Карпатська серія. Геологічна карта дочетвертинних утворень. Київ : УкрДГРІ, 2009.
4. Третяк К. Р., Максимчук В. Ю., Кутас Р. І., Рокитянський І. І., Гнилко О. М., Кендзе-ра О. В., Пронишин Р. С., Климкович Т. А., Кузнецова В. Г., Марченко Д. О., Смірнова О. М., Серант О. В., Бабак В. І., Вовк А. І., Романюк В. В., Терешин А. В. Сучасна геодинаміка і геофізичні поля Карпат та суміжних територій. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015.
5. Шлапінський В., Тернавський М. Про кузинську світу Мармароського покриву Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2023. № 1–2 (189–190). С. 17–25. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.189-190.017>.
6. Gregg J.M., Bish D.L., Kaczmare S.E., Machel H.G. Mineralogy, nucleation and growth of dolomite in the laboratory and sedimentary environment: A review. *Sedimentology*. 2015. Vol. 62. Is. 6. P. 1749–1769. <https://doi.org/10.1111/sed.12202>.
7. Meister P., Mc Kenzie J.A., Warthmann R., Vasconcelos C. Mineralogy and petrography of diagenetic dolomite, Peru margin, ODP Leg 201. *Proceedings of the Ocean Drilling Program*. 2006. Sci. Res. Vol. 201. P. 1–34. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.201.102.2006>.
8. Munteanu M., Tatu M. The East-Carpathian crystalline-Mesozoic Zone (Romania): Paleozoic amalgamation of Gondwana- and East European Craton-derived Terranes. *Gondwana Research*. 2003. Vol. 6. Is. 2. P. 185–196. [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70969-2](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70969-2).

9. Neubauer F., Handler R. Variscan orogeny in the Eastern Alps and Bohemian Massif: how do these units correlate? *Mitt. Österr. Geol. Ges.* 1999. Vol. 92. P. 35–59. URL: https://www.zobodat.at/pdf/MittGeolGes_92_0035-0059.pdf.
10. Pettijohn F. J. *Sedimentary Rocks* (3rd ed.). New York: Harper and Row, 1975.
11. Sandulescu M., Krautner H. G., Balintoni I., Russo-Sandulescu D., Micu M. *The Structure of the East Carpathians (Moldavia-Maramures Area). Guide to Excursion B 1 of the XII Congress CBGA*. Bucharest: Institute of Geology and Geophysics, 1981.

REFERENCES

1. Hnylko, O. (2023). Heodynamichni plyto-tektonichni umovy formuvannia tereinu Tysia–Dakia, Ukrainski Karpaty [Plate-tectonic geodynamics of the Tisza–Dacia terrain, Ukrainian Carpathians]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology and Geochemistry of Combustible Minerals*, 3–4 (191–192), 61–73. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.191-192.061>.
2. Matskiv, B.V., Pukach, B.D., Vorobkanych, V.M., Pastukhanova, S.V., & Hnylko, O.M. (2009). *Derzhavna heolohichna karta Ukrainy masshtabu 1:200 000, arkushi M-34-XXXVI (Khust), L-34-VI (Baia-Mare), M-35-XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Karpatska seriia. Poiasniuvalna zapyska [State geological map of Ukraine scale 1:200 000, sheets M-34-XXXVI (Hust), L-34-VI (Baia Mare), M-35-XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Carpathian series. Explanatory note]*. Kyiv: Ukrainian State Geological Exploration Institute.
3. Matskiv, B.V., Pukach, B.D., & Hnylko, O.M. (2009). *Derzhavna heolohichna karta Ukrainy masshtabu 1:200 000, arkushi M-35-XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Karpatska seriia. Heolohichna karta dochetvertynnykh utvoren [State geological map of Ukraine scale 1:200 000, sheets M-35-XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Carpathian series. Geological map of pre-Quaternary formations]*. Kyiv: Ukrainian State Geological Exploration Institute.
4. Tretiak, K.R., Maksymchuk, V.Yu., Kutas, R.I., Rokytiatskyi, I.I., Hnylko, O.M., Kendzera, O.V., Pronyshyn, R.S., Klymkovych, T.A., Kuznietsova, V.H., Marchenko, D.O., Smirnova, O.M., Serant, O.V., Babak, V.I., Vovk, A.I., Romaniuk, V.V., & Tereshyn, A.V. (2015). *Suchasna heodynamika i heofizychni polia Karpat ta sumizhnykh terytorii [Modern geodynamics and geophysical fields of the Carpathians and adjacent territories]*. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House [in Ukrainian].
5. Shlapinsky, V., & Ternavsky, M. (2023). Pro kuzynsku svitu Marmaroskoho pokryvu Ukrainskykh Karpat [On Kuzian Suite of the Marmarosh Nappe of the Ukrainian Carpathians]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 1–2 (189–190), 17–25. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.189-190.017>.
6. Gregg, J.M., Bish, D.L., Kaczmare, S.E., & Machel, H.G. (2015). Mineralogy, nucleation and growth of dolomite in the laboratory and sedimentary environment: A review. *Sedimentology*, 62 (6), 1749–1769. <https://doi.org/10.1111/sed.12202>.
7. Meister, P., Mc Kenzie, J.A., Warthmann, R., & Vasconcelos, C. (2006). Mineralogy and petrography of diagenetic dolomite, Peru margin, ODP Leg 201. In B.B. Jørgensen, S.L.D'Hondt, D.J. Miller (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Sci. Res. 201*, 1–34 [Online]. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.201.102.2006>.
8. Munteanu, M., & Tatu, M. (2023). The East-Carpathian crystalline-Mesozoic Zone (Romania): Paleozoic amalgamation of Gondwana- and East European Craton-derived Terranes. *Gondwana Research*, 6 (2), 185–196. [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70969-2](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70969-2).
9. Neubauer, F., & Handler, R. (2000). Variscan orogeny in the Eastern Alps and Bohemian Massif: how do these units correlate? *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 92, 35–59.

10. Pettijohn, F.J. (1975). *Sedimentary rocks* (3rd ed.). New York: Harper and Row.
11. Sandulescu, M., Krautner, H. G., Balintoni, I., Russo-Sandulescu, D., & Micu, M. (1981). *The structure of the East Carpathians (Moldavia–Maramures area). Guide to Excursion B 1 of the XII Congress CBGA*. Bucharest: Institute of Geology and Geophysics.

Стаття надійшла до редакції 14.04.2025

Стаття прийнята до друку 08.05.2025

MINERAL COMPOSITION AND CONDITIONS OF FORMATION OF DOLOMITES FROM KUZYN'SKE DEPOSIT (UKRAINIAN CARPATHIANS)

Oleksandr Kostyuk, Larysa Heneralova

oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua; larysa.heneralova@lnu.edu.ua

Ivan Franko National University of Lviv,

4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005

The lithological and mineralogical-petrographic features of carbonate rocks D_3-C_1 were studied using the example of dolomites of the Kuzyn deposit (Marmaros massif, Ukrainian Carpathians), using the methods of compiling rock sections on quarry outcrops, selecting samples for visual, petrographic diagnostics and microanalytical study. The results of the study of the mineralogical-petrographic composition of dolomites of the Kuzyn stele contribute to their typification. Two lithological types of rocks were diagnosed – sedimentary-diagenetic and epigenetic.

Sedimentary-diagenetic dolomites are layered, heterogeneous rocks with single grains of calcite, goethite, apatite. Their genesis is associated with sedimentation and diagenetic transformations of sediments of calcareous-magnesian composition due to changes in physicochemical environmental conditions. These conditions are realized in shallow salt-saturated lagoons or tidal flats in areas with arid climates. Epigenetic dolomites are represented mainly by fine-grained rocks of massive and banded-layered texture, containing single inclusions of goethite and muscovite. The formation of rocks is associated with the processes of hydrothermal-metasomatic replacement at the stage of closing the intracontinental rift-like basin and the formation of the folded-roof structure of the Marmaros massif.

The scientific novelty of the conducted research lies in the fact that for the first time for the Upper Devonian-Lower Carboniferous Kuzynskaya suite, mineralogical and petrographic parameters of dolomites of different generations are given using microanalytical data.

The results obtained will contribute to the creation of a holistic characterization of the dolomites of the Kuzyn deposit for the analysis of indicators of paleogeographic sedimentation settings, the reconstruction of the geodynamic restructuring of the basin structure, and the assessment of the quality of dolomite raw materials of the Dilovetsky cover of the Marmaros massif.

Key words: dolomites, lithology, mineralogy, sedimentation, metasomatic alterations, Kuzynska suite, Marmarosh massif, Ukrainian Carpathians.