

<https://doi.org/10.15407/ggcm2026.202.098>

УДК 549:548.4:550.4:551.263.036:553.98 (477)

Діна ГОЛОВЧЕНКО

Державна установа «Науковий центр гірничої геології,
геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», Київ, Україна,
e-mail: dinka666999@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6206-6651>

**ДО ПИТАННЯ ПРО ВПЛИВ МІГРУВАЛЬНИХ ФЛЮЇДІВ
НА УМОВИ УТВОРЕННЯ ЖИЛЬНИХ МІНЕРАЛІВ
УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Дослідження міграції флюїдів, особливо вуглеводневих, у різних геологічних структурах України є одним із провідних напрямів для визначення їхнього впливу на формування та генетичне походження родовищ корисних копалин. Формування жильних мінеральних комплексів є одним із показників постформаційних процесів флюїдопереносу речовини і механізмів заліковування тріщин в осадових породах та характерне для флішу теригенних відкладів Дуклянської і Кросненської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат. На утворення мінеральних жил, представлених кальцитом і кварцом, зокрема й типу «мармароських діамантів», у відкладах флішової формації регіону в олігоцен-міоценовий період впливали регіональні флюїдинодинамічні процеси. Формування кількох генерацій вторинних включень у «мармароських діамантах» може свідчити про те, що поперечний Рахівсько-Тисенський глибинний розлом, у зоні впливу якого знаходяться досліджувані жили, розвивався в умовах періодичної розрядки напруг, наслідком чого є формування розривних порушень. Зважаючи на циклічний (поетапний) процес виповнення розривних порушень, кристали кварцу утворювалися на завершальних етапах формування жильних утворень у зоні впливу Рахівсько-Тисенського поперечного глибинного розлому. Отримані результати дозволяють визначити окремі локальні та регіональні тенденції, характерні в межах Кросненської і Дуклянської структурно-тектонічних зон. Дані, отримані у результаті комплексних прецизійних досліджень, доцільно застосувати як пошуковий критерій вуглеводневих скупчень у межах регіону.

Ключові слова: жильні мінерали, флюїдні включення, вуглеводні, Кросненська зона, Дуклянський покрив, Рахівсько-Тисенський глибинний розлом, Українські Карпати.

Вступ. Дослідження міграції флюїдів, особливо вуглеводневих, у різних геологічних структурах України є одним із провідних напрямів для визначення їхнього впливу на формування та генетичне походження родовищ корисних копалин. Формування жильних мінеральних комплексів, як один із показників постформаційних процесів флюїдопереносу речовини та механізмів

© Діна Головченко, 2026

ISSN 0869-0774 (Print), ISSN 2786-8621 (Online). **Геологія і геохімія горючих копалин.**
2026. № 2 (202)

заліковування тріщин у породах, процесів мінералонафтидогенезу та індикатора міграційних процесів у нафтогазоперспективних геологічних розрізах (Наумко, 2006; Сворень & Наумко, 2005), також характерне і для флішу теригенних відкладів Дуклянської і Кросненської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат. Результати мінералого-геохімічних досліджень жильних утворень у межах Дуклянської і Кросненської зон дозволять виявити особливості регіональної олігоцен-міоценової флюїдодинаміки у флішових відкладах регіону. Незважаючи на численність проведених досліджень в інших структурно-тектонічних одиницях Карпат, жильні мінерали Дуклянської і Кросненської зон вивчено недостатньо.

Мета дослідження – виявлення елементів впливу мігрувальних вуглеводневих флюїдів на умови накладеного постседиментогенного мінералогенезу у відкладах Дуклянської і Кросненської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат за мінералогічними і геохімічними особливостями жильних утворень.

Стан проблеми: огляд попередніх досліджень. На сучасному етапі в розробку окресленої проблеми значний внесок зробили численні дослідники. Отримані ними результати узагальнено у відповідних працях (Братусь & Ломов, 1996; Вовк та ін., 2025; Головченко, 2003, 2004; Головченко & Кшановська, 2004; Головченко та ін., 2003; Гопко та ін., 2004; Дудок, 1996; Дудок & Вовнюк, 2000; Занкович, 2016; Калужний & Сахно, 1998; Колодій, 2004; Матковський, 2003, 2011, 2014; Наумко та ін., 2017, 2022; Vovk et al., 2022 та багато інших). Виконаний автором статті їхній детальний аналіз і обговорення стали підставою для досягнення анонсованої мети дослідження – виявити елементи впливу мігрувальних флюїдів на умови жильного мінералогенезу у відкладах Дуклянської і Кросненської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат.

Дослідження постседиментаційних процесів утворення жильних мінеральних утворень розкриває два напрями: фундаментальний – визначення міграції флюїдів в олігоцен-міоценовий період формування Кросненської і Дуклянської зон Українських Карпат; прикладний – застосування доказів важливості використання жильних утворень як пошукового критерію в нафтогазовій геології (стосовно шляхів та умов міграції вуглеводнів).

У фундаментальному аспекті включення у мінералах – унікальне джерело кількісної генетичної інформації про геохімічні і термобаричні параметри формування гірських порід, мінералів, руд, покладів вуглеводнів (Матковський та ін., 2021). Просторово й генетично включення у мінералах безпосередньо пов'язані з мінералами. Однак якщо за мінералами відновлюють послідовність змін і еволюцію продуктів хімічних процесів, то за включеннями – динаміку умов і еволюцію флюїдного середовища мінералогенезу. Питання про походження включень у мінералах (первинні чи вторинні, розмаїтість флюїдних середовищ захоплення, відмінності в розташуванні включень та їхньому складі в магматичних, гідротермальних, метаморфогенних та інших утвореннях) постало на початках становлення й розвитку науки про включення. Відповідно до ознак, які відображають особливості походження або складу й агрегатного стану включень у мінералах, сформувалися два принципово відмінні системні підходи до класифікації включень

у мінералах: класифікація за складом і агрегатним станом та генетична класифікація. Головна мета – з'ясувати, яким зонам росту (регенерації) відповідають задані вclusions (тобто, щодо якого матеріалу кристала мінералу вони первинні або вторинні) і яким був агрегатний стан флюїду в момент захоплення його у вclusions, наскільки він відповідає фазовому складу середовища кристалізації (Матковський та ін., 2021).

Вдало поєднують фундаментальні і прикладні аспекти матеріали останніх років, у яких, зокрема, зазначено (Занкович, 2016; Наумко та ін., 2017), що насиченість накладеною прожилково-вкрапленою мінералізацією з капсульованими в мінералах флюїдними вclusions, збагаченими відновними компонентами, належить до одного з найважливіших критеріїв перспективності геологічного розрізу на вуглеводневу сировину, зокрема в зонах розвитку низькопористих (так званих ущільнених) порід-колекторів Кросненської зони Українських Карпат. Виявлення реліктів висхідних мігрувальних вуглеводневомісних флюїдів у досліджених кристалах «мармароських діамантів» підтверджує думку, що за сприятливих геолого-структурних, літологічних і петрофізичних передумов у межах цієї структурно-фаціальної одиниці могли формуватися поклади нафти і газу. Про значні перспективи пошуків покладів вуглеводнів у відкладах олігоцену флішової формації саме Кросненської зони, безперечно, свідчить відкриття Гринявського газоконденсатного і Лютнянського газового родовищ (Колодій, 2004). Предметній оцінці перспектив конкретного геологічного середовища сприятимуть отримані дані про вуглеводні у флюїдних вclusions, зокрема в «мармароських діамантах». У цьому плані виділяються оригінальні результати комплексних кристаломорфологічних і термобарогеохімічних досліджень «мармароських діамантів» з Кросненської зони Українських Карпат та Словацьких (Західних) Карпат, на основі яких здійснили порівняння габітусу кристалів і вclusions вуглеводнів у «мармароських діамантах» з флішових відкладів палеогену Кросненської (Сілезької) і Дуклянської зон Українських Карпат та із внутрішньокарпатського палеогену Західних Карпат (Словаччина) (Vovk et al., 2022).

Будівництво нового Бескидського залізничного тунелю, який розкрив корінні відклади кросненської світи Українських Карпат, надало змогу отримати нові результати з дослідження ще однієї перспективно нафтогазоносною ділянки флішової формації в межах Кросненської структурно-фаціальної одиниці та визначити індикатори флюїдного режиму процесів постседиментогенного мінералогенезу (Наумко та ін., 2022). Геологічний розріз у районі проходження тунелю, другого за довжиною в Україні, що пролягає під Верховинським Вододільним хребтом Українських Карпат, представлений породами кросненської світи, а саме перешаруванням пісковиків, алевролітів і аргілітів. Тут виявлено дві зони тріщинуватості, у яких встановлено прожилково-вкраплену мінералізацію рудних (сульфіди) і нерудних (кальцит і кварц типу «мармароських діамантів») мінералів. Кальцит і кварц заповнюють як мономінеральні жили і прожилки, так і входять до парагенезису кальцит–кварц типу «мармароських діамантів»–сульфіди (Братусь & Ломов, 1996). Кварц формує зростки і добре огранені кристали прозорого, жовтого, бурого, чорного, зеленого забарвлення. Кальцит молочного, напівпрозорого кольору

утворює жили, прожилки, вкраплення, посипки на кварці та друзи. Містить значні домішки магнію, марганцю і заліза як підставу присутності в ньому родохрозит-магнезит-сидеритової складової. У всіх кристалах кальциту і кварцу типу «мармароських діамантів» присутні флюїдні включення вуглеводнів (Наумко та ін., 2022).

Перспективи прогнозування корисних копалин за типоморфними ознаками флюїдних включень вуглеводнів та вуглець-діоксиду (Закарпатський прогин, Складчасті Карпати, Україна) висвітлено в праці (Калюжний & Сахно, 1998).

Д. М. Головченко (2004) обґрунтовує застосування термобарогеохімічних методів для вивчення жильних утворень у флішових відкладах Кросненської і Дуклянської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат. На основі аналізу включень у мінералах визначаються температурні характеристики формування кварц-кальцитових утворень. Автор зазначає, що визначення фізико-хімічних умов формування мінеральних асоціацій Кросненської і Дуклянської структурно-фаціальних одиниць доцільно використовувати і для вирішення пошукових геохімічних задач.

Матеріали та методи дослідження. В основу дослідження покладено матеріали, зібрані автором у 2002–2024 рр. Це дві експедиції від Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГГК) НАН України під керівництвом І. В. Дудка, три експедиції – від Львівського національного університету (ЛНУ) імені Івана Франка під керівництвом І. В. Попівняка та п'ять самостійних експедицій, з яких дві останні відбулися у 2022 і 2024 рр. За час польових робіт було відібрано 120 зразків жильних утворень і вмисних порід з різних структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат.

Проби було відібрано за профілями: Соль – Ставне – Ужоцький перевал; Плоске – Уклін – Нижні Ворота – Тишів – Біласовиця (траса Київ – Чоп); Репінне – Голятин – Новоселиця (у межах Дуклянської та Кросненської зон) і в околицях сіл Луг, Кваси, Косівська Поляна, селища Кобилецька Поляна та с. Угля (у межах Рахівського покрову і зони Мармароських стрімчаків).

Усі зразки детально досліджено візуально і під бінокуляром (деякі під мікроскопом) з ретельним описом виділених мінералів. Для досягнення мети виконано такі лабораторні дослідження: спектральні, хімічні, інфрачервоні, рентгенометричні, мас-спектрометричні аналізи складу газів у включеннях і мінералотермометричне дослідження зразків (Головченко, 2003, 2004; Головченко & Кшановська, 2004; Головченко та ін., 2003 та ін.). У зазначених працях автора статті наведено табличний матеріал і дані про аналітиків, які неможливо висвітлити повністю через обмежений обсяг цієї публікації. Зацікавлені читачі можуть ознайомитися з первинним матеріалом, звернувшись безпосередньо до цитованих праць. Дослідження виконані в лабораторіях ІГГГК НАН України і ЛНУ імені Івана Франка.

Матеріали до геологічної будови району досліджень. Карпатська складчаста система гігантською дугою простягається більш ніж на 1300 км від Польщі до Румунії. Її зазвичай розчленовують на три частини: Західні, Східні і Південні Карпати. Частина Східних Карпат, що розташована на території України, виділяється за назвою Українські Карпати. Їхня довжина сягає близько 270 км. Існує кілька схем тектонічного районування Українських

Карпат (Гнилко, 2012; Іванюта, 1998; Колодій, 2004; Круглов та ін., 2007; Третяк та ін., 2015; Шлапінський, 2022; Hnylko et al., 2025 and references therein). За основу в цій статті беремо тектонічну схему, яку застосовували при видавництві Карпатської серії аркушів Державної геологічної карти України (Круглов та ін., 2007; Мацьків та ін., 2009). Різкі розходження історико-геологічного характеру і формаційні особливості дозволили у складі Українських Карпат виокремити три великі структури: Передкарпатський крайовий прогин, Складчасті Карпати та Закарпатський внутрішній прогин. У складі Складчастих Карпат виділяють такі структурні одиниці другого порядку: Мармароський кристалічний масив, Мармароську і Пенінську зони стрімчаків і Флішові Карпати. У Флішових Карпатах виділяють (з півночі на південь): Скибовий покрив, Кросненську зону, Дуклянський, Чорногорський, Поркулецький, Магурський і Рахівський покриви (Круглов та ін., 2007).

Скибовий покрив займає зовнішню частину Складчастих Карпат і за площею є великою тектонічною одиницею Українських Карпат. У складі покриву виділяється ряд скиб, обмежених насувами більш високого порядку. У приповерхневій області такі насуви зазвичай мають досить круті площини зміщувача, із глибиною вони швидко виположуються. Загальна амплітуда покриву не менш ніж 20 км. Скибовий покрив складений потужною флішовою товщею крейдово-нижньоміоценового віку, при цьому у фронтальних частинах скиб часто розвинуті крейдові відклади, а в тильній частині – палеоген-нижньоміоценові (Колодій, 2004; Круглов та ін., 2007).

Кросненська зона, як і Скибовий покрив, простягається через усі Українські Карпати. З південного заходу на неї насунуті Дуклянський і Чорногорський покриви. Виповнена потужними олігоцен-міоценовими відкладами кросненської світи. У ядрах великих антиклінальних складок на поверхню виступають верхньокрейдові відклади стрийської світи.

Чорногорський покрив, який складений крейдово-еоценовими флішовими відкладами, по досить похилій поверхні насунутий на Кросненську зону, як мінімум на 16 км. Із внутрішнього боку на нього насунуті Дуклянський і Поркулецький покриви (Мацьків та ін., 2009).

Дуклянський покрив простягається в Українські Карпати з Польщі та Чехії. З півдня на нього насунутий Поркулецький покрив. Дуклянський покрив складається з флішових порід крейдово-палеогенового віку. За особливостями сенонських відкладів та деякими структурними відмінностями в Дуклянському покриві виокремлюють три підзони, що кулісоподібно зчленовуються одна з одною: Стужицька, Лужанська та Близницька.

Поркулецький покрив є найбільшою тектонічною одиницею внутрішніх покривів Флішових Карпат. Він складений крейдово-олігоценовими флішовими товщами, серед яких домінують дуже специфічні сіроколірні нижньокрейдові відклади (білотисенської та буркутської світ). Палеогенові відклади на південному сході (у районі Мармароського масиву) відсутні (Круглов та ін., 2007; Мацьків та ін., 2009).

Рахівський покрив по досить крутому насуву у вигляді вузької смуги прослідковується вздовж Мармароського масиву, виклинюючись у басейні р. Боржава. Він складений трикомпонентним флішем ранньокрейдового віку (Круглов та ін., 2007; Мацьків та ін., 2009).

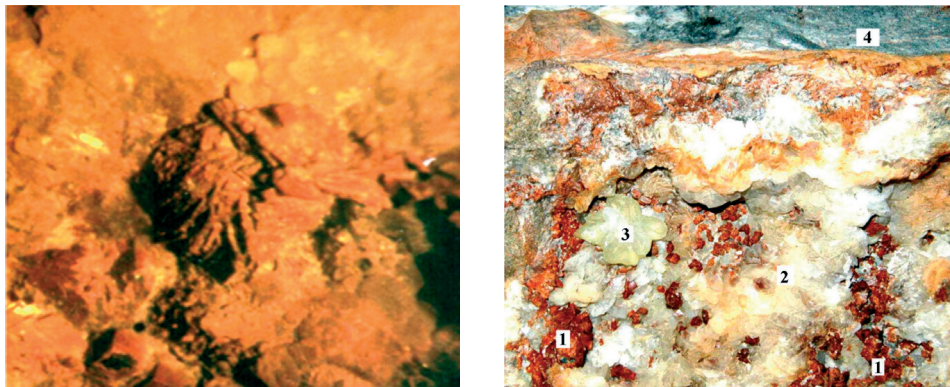


Рис. 1. Кристали родохрозиту і раннього кальциту (Головченко & Попівняк, 2009).
Натуральна величина

Рис. 2. Коричневі кристали родохрозиту (1) кристалізувалися на білих виділеннях раннього кальциту (2); добре огранені кристали прозорого пізнього кальциту (3) наростають на ранньому кальциті та родохрозиті; (4) пісковик (Головченко & Попівняк, 2009). Натуральна величина

Магурський покрив, як і Рахівський, є внутрішнім у Флішових Карпатах. Розташований західніше Рахівського покриву й обрамляє із зовнішнього боку зону Пенінських стрімчаків. Прослідковується від р. Латориці до границі з Чехією і далі до Польщі. В Українських Карпатах він представлений палеоцен-еоценовим флішем (Круглов та ін., 2007; Мацьків та ін., 2009).

Мармароський кристалічний масив складається з двох покривів – Білопотоцького і Діловецького. Білопотоцький покрив розташований в основі масиву і безпосередньо насунутий на Флішові Карпати (Мацьків та ін., 2009).

У межах описаних основних структурно-тектонічних одиниць Українських Карпат відомі родовища найрізноманітніших корисних копалин, передусім нафти і газу. Поряд з численними поверхневими нафтогазопроявами майже в усіх районах Українських Карпат, у межах Передкарпатського прогину і зовнішніх скиб Скибового покриву виявлено низку родовищ, що інтенсивно експлуатуються понад 100 років. Основні запаси вуглеводнів, які розробляють, зосереджені у відкладах олігоценового віку (Колодій, 2004).

Отримані результати та їхнє обговорення. На основі результатів досліджень мінералогії та геохімії жильних утворень з флішу Кросненської і Дуклянської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат отримано фактичний матеріал, що дає змогу визначати локальні та регіональні особливості циклічності флюїдодинаміки в олігоцен-міоценовий період.

Найпоширенішими жильними мінералами є кальцит і кварц. Кальцит, відібраний із Кросненської і Дуклянської зон, має молочний до напівпрозорого колір та формує жили, прожилки, вкраплення, посипки на кварці та друзи. Містить значні домішки магнію, марганцю і заліза, що свідчить про присутність у ньому родохрозит-магнезит-сидеритової складової (рис. 1, 2) (Головченко & Попівняк, 2009).

Кварц типу «мармароських діамантів» трапляється у вигляді зростків та добре огранених кристалів прозорого, жовтого, бурого, чорного забарвлення,

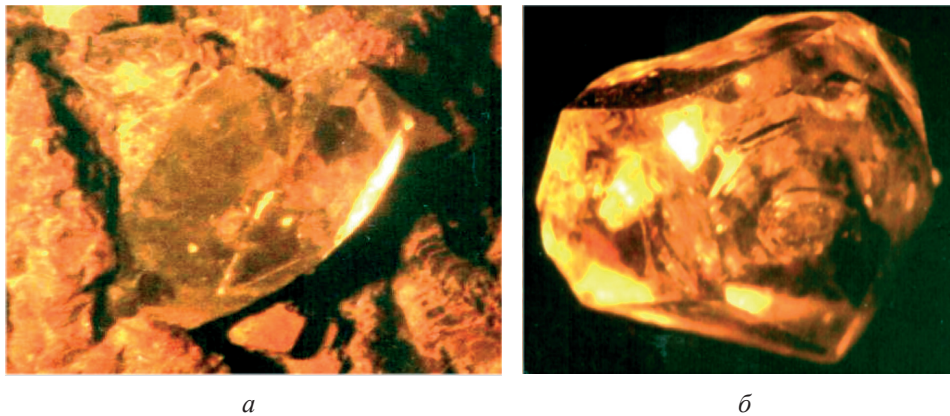


Рис. 3. Кристал «мармароського діаманту» (0,7 мм) наростає на гранях раннього коричневого родохризиту (а) та типові кристали «діамантів» відносно більшого розміру (б). Зб. 8

яке варіює залежно від вмісту включень у ньому. Домішок у мінералі виявити не вдалося (рис. 3, а, б).

У всіх кристалах кальциту і кварцу типу «мармароських діамантів» присутні флюїдні включення вуглеводнів. Флюїдні включення у кристалах різняться між собою за розмірами, формою вакуолей і фазовим складом законсервованої в них речовини. Розмір включень коливається від 0,001 мм до кількох міліметрів (рис. 3, а, б). За хімічним складом – це метан з домішками вищих вуглеводнів (аж до гексану) (Наумко та ін., 2017), що відповідає даним праці (Дудок, 1996). Вивчені в роботі флюїдні включення у «мармароських діамантах» відрізняються і за походженням, що корелюється з іншими роботами, виконаними в цьому напрямі досліджень (Дудок & Вовнюк, 2000; Занкович, 2016).

Формування кількох генерацій вторинних включень у «мармароських діамантах» с. Кваси, які відрізняються між собою за складом і температурою гомогенізації, може свідчити про те, що поперечний Рахівсько-Тисенський глибинний розлом, у зоні впливу якого перебувають досліджувані жили з кристалами «мармароських діамантів», зокрема, розвивався в умовах періодичної розрядки напружень, наслідком чого стали розривні порушення. За таких циклічних умов флюїдодинаміки кристали кварцу утворювалися на завершальних етапах формування карбонатних утворень у зоні впливу Рахівсько-Тисенського поперечного глибинного розлому. Отже, циклічність мінералоутворення тут можна віднести до регіональної особливості формування жильних мінералів у флішових товщах.

На основі силікатного аналізу хімічний склад карбонатних прожилків із флішових порід різних структурно-тектонічних зон загалом однорідний для FeO , Al_2O_3 , H_2O . Відзначено особливості, які виражені в закономірному зменшенні вмісту SiO_2 , Fe_2O_3 та збільшенні MgO , SO_3 , MnO , CO_2 у карбонатних прожилках при русі від самого внутрішнього покриття (Рахівського) до Кросненської зони. Також чітко видно тенденцію до зменшення вмісту MnCO_3 та FeCO_3 у тому самому напрямку. У карбонатній частині прожилків домінує CaCO_3 (96–98 %). Не виключено, що саме тенденцію до зменшення вмісту

MnCO₃ та FeCO₃ у межах Рахівського покриву подальші дослідження дадуть змогу визначати як локальну закономірність.

Для вмісних порід, наприклад, зменшення SiO₂ та збільшення втрат при прокалюванні в напрямку від подошви до покрівлі варто оцінювати як регіональну закономірність для районів розвитку мінеральних жил у Флішових Карпатах.

За результатами спектрального аналізу кальцитів із карбонатних жильних утворень та вмісних порід виявлено такі характерні елементи: для кальцитів – Ni, Cu, Ti, Cr, Mn, Zr, La, Mo, V, Ba, Sr; для вмісних порід – Ni, Cu, Ti, Cr, Mn, Zr, La, Mo, V, Ba, Sr + Co, Be, Zn, Yb, Y, Ga, Sn, Pb, Ge, P.

Визначено такі регіональні закономірності: кальцити з прожилків у Рахівському покриві та Кросненській зоні мають підвищений вміст Zn, P, Cu, Ni, Ba, Sr. У напрямку від Рахівського покриву до Кросненської зони (на північний схід) з'являються тенденції до збільшення вмісту Sr, Ti та зменшення Mo, Ni, Ba, Cu, а також Zn, P, Cr, що наявні в Рахівському покриві та зоні Мармароських стрімчаків, а в межах Дуклянського покриву і Кросненської зони майже відсутні.

Значними змінами концентрацій характеризуються Ba, Sr, Mn, які здатні ізоморфно заміщувати кальцій у кристалічній ґратці кальциту та накопичуватися в значних кількостях; на аналогічних особливостях, до речі, наголошено в роботі (Deer et al., 1966). У кальцитах з прожилків у Рахівському покриві і Кросненській зоні підвищений вміст хрому і лантану; у Скибовому покриві – міді, титану, цирконію, що свідчить про істотне забруднення кальциту теригенними часточками з вмісних порід. Швидше за все, дані характеристики підкреслюють наслідки локальних особливостей процесу флюїдодинаміки при формуванні жил. Водночас для вмісних порід характерна загальна тенденція від подошви до покрівлі щодо збільшення вмісту Be, Ti, Yb, Y, Ga, Pb та зменшення – P, Mn, Cr, Ba.

Результати хімічного аналізу вуглецьвмісних теригенних порід (Гопко та ін., 2004) свідчать, що їхній склад у межах досліджуваної товщі від подошви до покрівлі досить мінливий. Зокрема, вміст SiO₂ коливається від 5,75 до 96,25 %, Al₂O₃ – від 0,86 до 10,03 %, Fe₂O₃ – від 0,44 до 4,07 %, FeO – від 0,43 до 1,61 %, CaO – від 0,42 до 43,43 %, MgO – від 0,20 до 3,10 %, MnO – від 0,01 до 0,30 %, H₂O – від 0,02 до 0,37 %, CO₂ – від 10,05 до 37,88 %, S_{заг} – від 0,15 до 0,85 %, TiO₂ – від 0,05 до 0,50 %, п. п. п. – від 0,46 до 3,94 %.

Щодо мінливості окремих компонентів, то лише деякі з них (до прикладу, SiO₂) виявляють закономірні тенденції зміни від подошви товщі до її покрівлі (рис. 4). Водночас втрати під час прокалювання порід мають протилежну тенденцію (рис. 5).

Результати аналізу гранулометричного і хімічного складу досліджуваних порід свідчать, що вони складені дрібнозернистими алевритовими пісковицями з карбонатним цементом, які, імовірно, утворилися на континентальному схилі морського басейну на глибинах, що перевищують 200 м, але не глибше ніж 1000 м.

Мінливість втрат під час прокалювання вуглецьвмісних порід (див. рис. 5) може свідчити про поступове накопичування «вуглистої» речовини у досліджуваних породах упродовж їхнього осадження, водночас кременистість

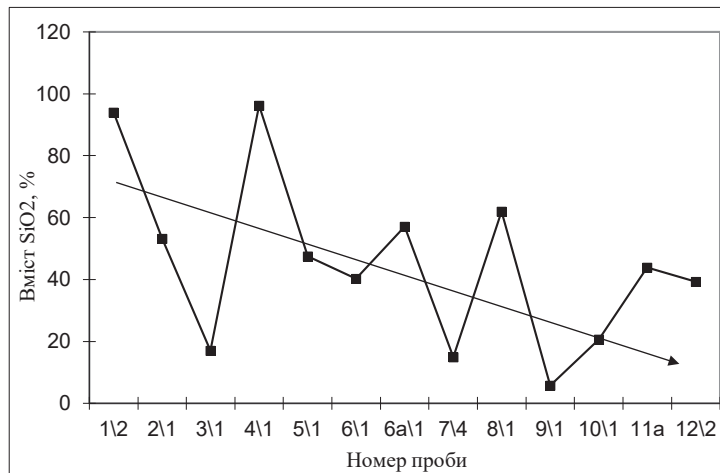


Рис. 4. Мінливість вмісту SiO₂ у вуглецьвмісних породах лувівської світи. Стрілкою зазначено тенденцію зміни показника від підшви до покрівлі світи

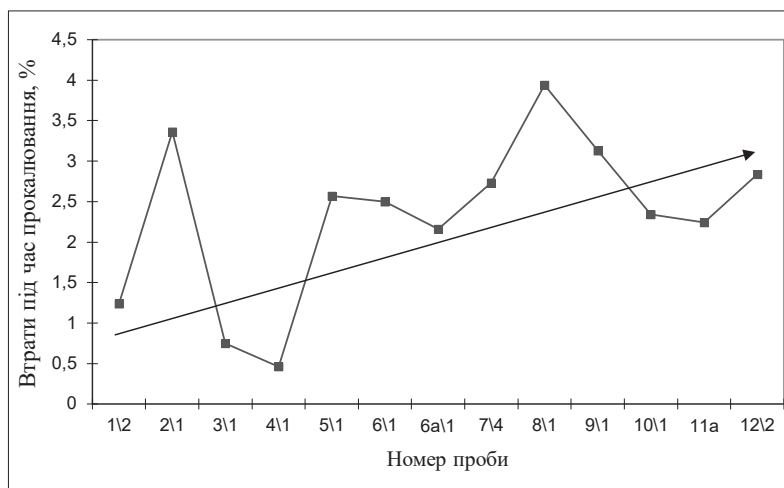


Рис. 5. Мінливість втрат під час прокалювання вуглецьвмісних порід лувівської світи. Стрілкою зазначено тенденцію зміни показника від підшви до покрівлі світи

цих порід зменшувалася (див. рис. 4) (Гопко та ін., 2004; Головченко & Попівняк, 2009).

За результатами термобарогеохімічних досліджень, включення у «мармароських діамантах» із нижньокрейдових порід південно-східної частини Українських Карпат (Рахівський покрив) переважно газові, зокрема метанові. Включення з рідкими вуглеводнями відзначено в поодиноких кристалах кварцу у зовнішніх зонах росту. У «мармароських діамантах» з прожилків у верхньокрейдових (Дуклянський покрив) та олігоценових (Кросненська зона) породах на північному сході Карпат збільшується кількість включень з рідкими вуглеводнями, з'являються включення з двома рідкими фазами та тверді включення бітумів у рідкій вуглеводневій фазі (Головченко, 2004).

Отримані дані корелюють і узгоджуються з працями попередніх дослідників у цьому напрямі (Дудок, 1996; Наумко та ін., 2022; Сворень & Наумко, 2005).

Результати дослідження газового складу включень у жильних мінералах Українських Карпат мас-спектрометричним хімічним методом вказують на певні закономірності, з яких, зокрема, випливає висновок про зміну газового складу (зменшення вмісту метану і збільшення вмісту діоксиду вуглецю) при русі від Рахівського покриву та зони Мармароських стрімчаків до Кросненської і Дуклянської структурно-фаціальних зон. У кальцитах із потенційно нафтоматеринських (нижньокрейдових та олігоценових) осадових комплексів Українських Карпат у газовому складі включень максимальний вміст метану приблизно однаковий з кількістю CO_2 – 7,1–13,5 %, а також присутні сліди важких вуглеводнів. Відбувалося явне розділення кальцитів на дві уособлені групи залежно від віку вмісних порід (Головченко & Попівняк, 2009; Матковський та ін., 2003).

Спостерігається чітка залежність вмісту CH_4 від N_2 (зменшення CH_4 при збільшенні N_2) та зміна цього співвідношення від Рахівського покриву до Кросненської зони (Гопко та ін., 2004).

Аналіз відомостей про фізико-хімічні умови формування карбонатно-кварцових жил с. Кваси свідчить про те, що процеси мінералоутворення в зоні впливу Рахівсько-Тисенського поперечного глибинного розлому проходили ритмічно-последовно. Спочатку у складі досліджуваних жил кристалізувалися перші генерації карбонату (кальцит ранній з домішками Mn) та родохрозит, пізніше – «мармароські діаманти», а згодом – пізні прозорий кальцит, арагоніт, ярозит, гіпс тощо (Головченко & Попівняк, 2009; Головченко та ін., 2003).

Висновки. На утворення мінеральних жил, представлених кальцитом і кварцом, зокрема і типу «мармароських діамантів», у відкладах флішової формації Дуклянської і Кросненської структурно-фаціальних одиниць Українських Карпат в олігоцен-міоценовий період впливали регіональні флюїдодинамічні процеси.

Зважаючи на циклічний (поетапний) процес виповнення розривних порушень мінеральною речовиною, кристали кварцу утворювалися на завершальних етапах формування мінеральних жильних утворень у зоні впливу Рахівсько-Тисенського поперечного глибинного розлому.

Формування кількох генерацій вторинних включень у «мармароських діамантах» може свідчити про те, що поперечний Рахівсько-Тисенський глибинний розлом, у зоні впливу якого розташовані досліджувані жили, розвивався в умовах періодичної розрядки напруг, наслідком чого стала поява розривних порушень.

Детальні дослідження дали змогу отримати важливу генетичну інформацію про склад і поширення вуглеводнів у флюїдних включеннях жильних мінералів у межах флішової формації регіону. Отримані результати дозволяють визначити окремі локальні та регіональні тенденції мінералоутворення, характерні для Кросненської і Дуклянської структурно-фаціальних зон. Ці дані, отримані в результаті комплексного аналізу, доцільно застосовувати як важливий пошуковий критерій у нафтогазовій геології.

- Братусь, М. Д., & Ломов, С. Б. (1996). Умови мінералоутворення та ізотопна природа компонентів флюїдів у жилах серед осадових порід Складчастих Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 1–2(94–95), 85–95.
- Вовк, О. П., Наумко, І. М., & Занкович, Г. О. (2025). Псевдосиметрія кристалів кварцу та її мінералого-генетичне значення. *Мінералогічний журнал*, 47(1), 33–44. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.47.01.033>
- Гнилко, О. М. (2012). Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма. *Геодинаміка*, 1(12), 67–78. <https://doi.org/10.23939/jgd2012.01.067>
- Головченко, Д. (2003). Типоморфні особливості кальциту з жильних утворень олігоценового флішу Кросненської зони Українських Карпат. У *Тези доповідей до VIII наукової конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України та НАК «Нафтогаз України»* (с. 47–50). Львів.
- Головченко, Д. М. (2004). До питання про можливість застосування деяких термобарогеохімічних методів для вирішення проблем пошукової геохімії (на прикладі термобарогеохімічних досліджень жильних утворень з флішових відкладів Кросненської та Дуклянської структурно-тектонічних одиниць Українських Карпат). *Пошукова та екологічна геохімія*, 4, 69–72.
- Головченко, Д. М., & Кшановська, Т. О. (2004). Мінеральний склад та поширення карбонатних утворень кросненської світи Українських Карпат. *Мінералогічний збірник*, 54(2), 230–234.
- Головченко, Д. М., Марусяк, В. П., & Попівняк, І. В. (2003). Мармароські «діаманти» з карбонатних жил села Кваси (Рахівський рудний район, Закарпаття). У *Сучасні проблеми геологічної науки: збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України* (с. 202–204). Київ.
- Головченко, Д., & Попівняк, І. (2009). Особливості мінерального складу гідротермальних жил у пісковиках з околиць с. Кваси (Рахівський рудний район, Закарпаття). *Мінералогічний збірник*, 59(2), 143–148.
- Гопко, Л. М., Дацок, Ю. Р., Попівняк, І. В., Ціхонь, С. І., & Головченко, Д. М. (2004). Дослідження вуглецьмістячих теригенних порід лугівської світи (Рахівський район, Закарпаття). *Мінералогічний збірник*, 54(1), 137–142.
- Дудок, І. В. (1996). Газовий склад включень у жильних мінералах з флішу Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 3–4(96–97), 98–104.
- Дудок, І. В., & Вовнюк, С. В. (2000). Геохімія ізотопів вуглецю і кисню у жильних утвореннях флішу Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 4, 30–37.
- Занкович, Г. О. (2016). *Геохімія флюїдів прожилково-вкрапленої мінералізації перспективно нафтогазоносних комплексів північно-західної частини Кросненської зони Українських Карпат* [Автореф. дис. канд. геол. наук, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України]. Львів.
- Іванюта, М. М. (Ред.). (1998). *Атлас родовищ нафти і газу України (Т. 1–6)*. Львів: Центр Європи.
- Калюжний, В. А., & Сахно, Б. Е. (1998). Перспективи прогнозування корисних копалин за типоморфними ознаками флюїдних включень вуглеводнів та вуглецьдіоксиду (Закарпатський прогин, Складчасті Карпати. Україна). *Геологія і геохімія горючих копалин*, 3(104), 133–147.
- Колодій, В. В. (Відп. ред.). (2004). *Карпатська нафтогазоносна провінція*. Львів; Київ: Український видавничий центр.
- Круглов, С. С., Арсірій, Ю. О., Великанов, В. Я., Знаменська, Т. О., Лисак, А. М., Лукін, О. Ю., Шашкевич, І. К., Попадюк, І. В., Радзівілл, А. Я., & Холодних, А. Б. (2007). *Тектонічна карта України. Масштаб 1 : 1 000 000. Пояснювальна записка (Ч. 1)*. Київ: УкрДГРІ.

- Матковський, О. І. (Гол. ред.). (2003). *Мінерали Українських Карпат. Борати, арсенати, фосфати, молібдати, сульфати, карбонати, органічні мінерали і мінералоїди*. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка.
- Матковський, О. І. (Гол. ред.). (2011). *Мінерали Українських Карпат. Силікати*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.
- Матковський, О. І. (Гол. ред.). (2014). *Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка.
- Матковський, О., Наумко, І., Павлунь, М., & Сливко, Є. (2021). *Термобарогеохімія в Україні*. Львів.
- Мацьків, Б. В., Пукач, Б. Д., Воробканич, В. М., Пастуханова, С. В., & Гнилко, О. М. (2009). *Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М 34 XXXVI (Хуст), L 34 VI (Бая-Маре), М 35 XXXI (Надвірна), L 35 I (Вишеу-Де-Сус). Карпатська серія. Пояснювальна записка*. Київ: УкрДГРІ.
- Наумко, І. М. (2006). *Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів)* [Автореф. дис. д-ра геол. наук, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України]. Львів.
- Наумко, І., Занкович, Г., Кохан, О., Куземко, Я., Сахно, Б., & Серкіз, Р. (2022). Нерудні мінерали прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах Кросненської зони Українських Карпат (район нового Бескидського залізничного тунелю). *Геологія і геохімія горючих копалин*, 1–2(187–188), 103–114. <https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.103>
- Наумко, І. М., Занкович, Г. О., Куземко, Я. Д., Дяків, В. О., & Сахно, Б. Е. (2017). Вуглеводневі гази флюїдних включень у «мармароських діамантах» з жил у відкладі флішової формації району нового Бескидського тунелю (Кросненська зона Українських Карпат). *Доповіді НАН України*, 10, 70–77. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.10.070>
- Сворень, Й. М., & Наумко, І. М. (2005). Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій – природний феномен літосфери Землі. *Доповіді НАН України*, 2, 109–113.
- Третяк, К. Р., Максимчук, В. Ю., Кутас, Р. І., Рокитянський, І. І., Гнилко, О. М., Кендзера, О. В., Пронишин, Р. С., Климкович, Т. А., Кузнєцова, В. Г., Марченко, Д. О., Смірнова, О. М., Серант, О. В., Бабак, В. І., Вовк, А. І., Романюк, В. В., & Терешин, А. В. (2015). *Сучасна геодинаміка і геофізичні поля Карпат та суміжних територій*. Львів: Видавництво Львівської політехніки.
- Шлапінський, В. (2022). Деякі питання тектоніки Українських Карпат. *Праці Наукового товариства імені Шевченка. Геологічний збірник*, 30, 100–118.
- Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman, J. (1966). *An introduction to the rock-forming minerals* (1st ed.). Harlow, UK: Longman Scientific and Technical Publishing.
- Hnylko, O., Hnylko, S., Heneralova, L., Murovskaya, A., Bohdanova, M., Dvorzhak, O., & Navarivska, K. (2025). Junction area between the Western and Eastern Outer Carpathians (Ukraine) as the contact of two accretionary prisms: geological structure, sedimentary features and stratigraphy based on foraminifera. *Geological Quarterly*, 69(3), 29. <https://doi.org/10.7306/gq.1802>
- Vovk, O., Naumko, I., Zankovych, H., & Kuzemko, Ya. (2022). Comparison of morphology of quartz crystals – “Marmarosh diamonds” – from Paleogene Flysch sequences of Krosno (Silesian) Zone, Dukla Zone in Ukrainian Carpathians, and Intra-Carpathian sequences of Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 54(2), 163–174. <https://doi.org/10.56623/ms.2022.54.2.3>

Надійшла до редакції: 24.04.2026 р.

Прийнята до друку: 11.05.2026 р.

Опублікована: 29.05.2026 р.

Dina HOLOVCHENKO

State institution “Scientific Center
of Mining Geology, Geoecology and infrastructure development
of National Academy of Sciences of Ukraine”, Kyiv, Ukraine,
e-mail: dinka666999@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-6206-6651>

**ON THE QUESTION OF THE INFLUENCE OF MIGRATING FLUIDS
ON THE FORMATION CONDITIONS OF VEIN MINERALS
OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS**

Research on fluid migration, particularly hydrocarbon fluids, in various geological structures of Ukraine is one of the leading directions for determining their influence on the development and genesis of mineral deposits. The formation of vein mineral complexes is one of the indicators of post-formational processes of fluid transfer of matter and mechanisms of fracture healing in sedimentary rocks, and it is characteristic of the terrigenous flysch deposits of the Dukla and Krosno structural-facial units of the Ukrainian Carpathians. The formation of mineral veins represented by calcite and quartz, including the “Marmarosh diamonds” type, in the deposits of the region’s flysch formation during the Oligocene-Miocene period was influenced by regional fluid-dynamic processes. The formation of several generations of secondary inclusions in “Marmarosh diamonds” indicates that the transverse Rakhiv-Tysia deep fault, within the zone of influence of which the studied veins are located, developed under conditions of periodic stress release, resulting in the formation of fault dislocations. Considering the cyclical (stage-by-stage) process of filling fault dislocations with mineral matter, quartz crystals formed during the final stages of the vein structure development within the zone of influence of the Rakhiv-Tysia transverse deep fault. The results obtained allow for the determination of specific local and regional mineral formation trends characteristic of the Krosno and Dukla structural-tectonic zones. The data obtained from complex precision studies should be applied as a prospecting criterion for hydrocarbon accumulations within the region.

Keywords: vein minerals, fluid inclusions, hydrocarbons, Krosno zone, Dukla nappe, Rakhiv-Tysia deep fault, Ukrainian Carpathians.