

УДК 549.74:762.3(477.8)

## **ОСОБЛИВОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ ВЕРХНЬОЮРСЬКИХ КАРБОНАТНИХ ПОРІД ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ ЗА ДАНИМИ КОМПЛЕКСНОГО ТЕРМІЧНОГО АНАЛІЗУ**

**М. Мороз, Я. Яремчук**

*Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
вул. Наукова, 3а, 79060 м. Львів, Україна  
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

На підставі результатів комплексного термічного (диференціально-термічного та термогравіметричного) аналізу деталізовано мінеральний склад верхньоюрських карбонатних порід Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Визначено, що головними породоутворювальними мінералами карбонатних порід є кальцит і доломіт, однак трапляються породи змішаного складу, які містять кальцит із домішкою доломіту (доломітисті й доломітові вапняки) та доломіт із домішкою кальциту (вапнисті й вапнякові доломіти). Вапняки переважають у північно-західній частині Зовнішньої зони прогину, а в його південно-східній частині поряд з вапняками поширені доломіти й породи змішаного складу. Серед мінералів-домішок наявні пірит, гідроксиди заліза та глинисті мінерали, які, за даними термічного аналізу, представлені головно хлоритом і монтморилонітом (переважають у північно-західній частині прогину), зрідка – каолінітом (у південно-східній частині). Такий мінеральний склад карбонатних порід зумовлений різними палеоокеанографічними умовами (батиметрія басейну, біоценози породоутворювальних організмів, солоність і температура вод тощо) під час утворення карбонатних осадів (пізня юра) у Карпатському сегменті Мезотетису, а також різною інтенсивністю й умовами перебігу процесів літифікації.

*Ключові слова:* карбонатні породи, кальцит, доломіт, глинисті мінерали, термічний аналіз, верхня юра, Зовнішня зона Передкарпатського прогину.

Відклади верхньої юри значно поширені в межах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину.

У північно-західній частині прогину на теригенних породах келовею узгоджено залягають відклади рудківської світи оксфорду – пелітоморфні, спікулові, органогенні й біогермові вапняки. Їх трансгресивно перекривають породи опарської світи кімериджу–титону. Ці відклади сформували потужну полібіогенну рифову споруду – так званий опарський риф.

У південно-східній частині Зовнішньої зони осадові породи оксфордського віку об'єднано в сокальську світу, яка складена глинами, алевролітами, пісковиками, гравелітами, зрідка конгломератами. У її верхній частині наявні лінзи і включення ангідритів та прошарки доломітів. Подекуди ці породи незгідно заля-

гають на палеозойських утвореннях і нормально або незгідно перекриті кімериджськими відкладами рава-руської світи (доломіти, ангідрити й вапняки). Нашарування титонського віку, що їх виокремлено в нижнівську світу, представлені вапняками з підпорядкованою кількістю доломітів, які догори за розрізом переходять у пелітоморфні, псевдооолітові, органогенно-уламкові, оолітові, органогенні вапняки. Відклади нижнівської світи поширені в межах розвитку порід рава-руської світи [8].

Для з'ясування мінерального складу верхньоюрських карбонатних порід Зовнішньої зони прогину ми застосували термічні дослідження, зокрема диференційно-термічний (ДТА) і термогравіметричний (ТГ) аналізи. Термограми проб порід записували на дериватографі марки Q1500D у динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 10 °С/хв в атмосфері повітря (аналітик В. Гаєвський, лабораторія ІГГГК НАН України). Маса проб – 600–610 мг; чутливість втрати маси за шкалою ТГ – до 200–500 мг. Мінерали визначали порівнянням одержаних термограм з кривими нагрівання еталонних мінералів [4, 5, 9].

Проби для аналізу відбирали з порід оксфордського, кімериджського й титонського віку зі свердловин 2-Гаї (проби 1–4), 1-Лановичі (5, 6) (північно-західна частина прогину), 3-Петровецька (7–9) та 2-Сегівська (10, 11) (південно-східна частина прогину) (рис. 1).

За даними термічних досліджень, вивчені карбонатні породи складені кальцитом і доломітом з домішкою глинистих мінералів, зрідка піриту й сидериту. Трапляються оксиди й гідроксиди заліза та розсіяна органічна речовина (РОР).

Кальцит на термограмах визначено за характерним глибоким ендотермічним ефектом у ділянці температури 900–930 °С (наслідок дисоціації мінералу з утворенням СаО і виділенням газової фази). Доломіт ідентифіковано за двома властивими йому ендоефектами в інтервалах 750–830 і 900–930 °С. Перший ефект, зумовлений дисоціацією MgCO<sub>3</sub>, менш інтенсивний. На термограмах окремих проб він ускладнений – ніби розділений термографічно на два етапи, що є ознакою залістості відміни доломіту чи, менш вірогідно, у пробі є сидерит. Другий ендоефект, який відповідає дисоціації СаСО<sub>3</sub>, глибокий. Підвищена його інтенсивність в окремих пробах свідчить про механічну домішку кальциту.

Екзотермічні ефекти на кривій ДТА у ділянці 350–490 °С можуть свідчити про наявність у карбонатній породі як тонкодисперсної ОР, так і незначної кількості піриту та/чи оксидів і гідроксидів заліза. За даними термогравіметрії, процесам термоокисної деструкції ОР відповідає втрата маси. Якщо ж екзоефекти в зазначеному температурному інтервалі не супроводжуються втратою маси на кривих ТГ (або ця втрата незначна), то вони характеризують процес окиснення заліза, яке є в породі у вигляді оксидів чи гідроксидів заліза. Однак у цьому разі не виключена домішка РОР.

Глинисту складову в пробах визначали на кривих диференційного нагрівання за ендоефектом у ділянці низьких температур (до 210 °С) та у високотемпературному інтервалі (500–700 °С). Низькотемпературні ефекти фіксують виділення води з міжшарових проміжків глинистих мінералів (дегідратація), а високотемпературні ендоефекти – втрату конституційної води (ОН-груп) з їхньої структури (дегідроксилація). У досліджених пробах процес виділення залишків ОН-груп, зафіксований в інтервалі 850–900 °С, збігається з дисоціацією карбонатів.

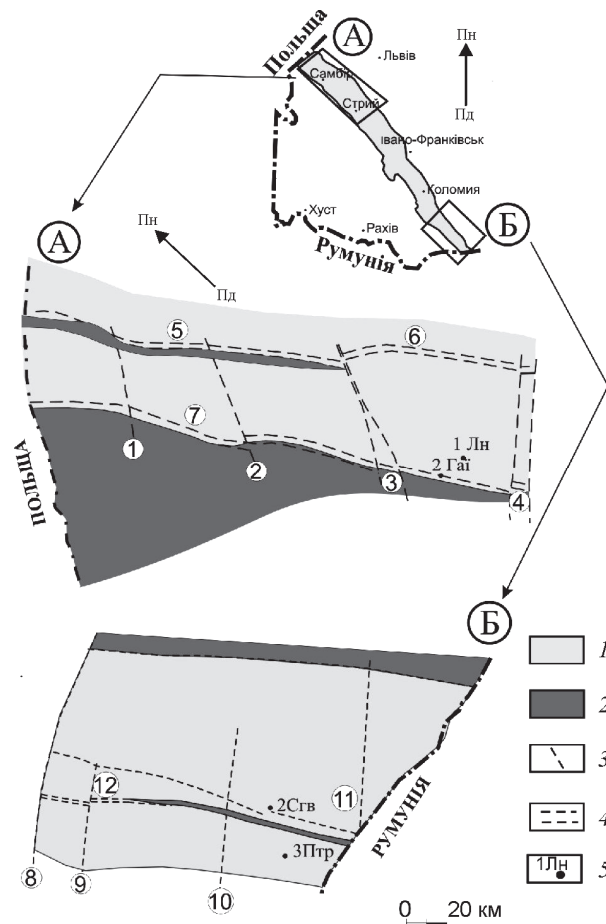


Рис. 1. Геологічна схема поширення верхньоюрських відкладів Зовнішньої зони

Передкарпатського прогину (тектонічна основа І. Кіліна, О. Щерби, 1999):

1 – відклади верхньої юри; 2 – ділянки, де юрських відкладів нема; 3 – поперечні розломи та їхні назви (цифри в кружечках): А – 1 – Стрв'язький, 2 – Дністровсько-Монастирецький, 3 – Дрогобицько-Щирецький, 4 – Стрийський; Б – 8 – Покутський, 9 – Пістинський, 10 – Черemoський, 11 – Сучавський; 4 – поздовжні розломи та їхні назви (цифри в кружечках): А – 5 – Городоцький, 6 – Калуський, 7 – Краковецький; Б – 6 – Калуський, 12 – Ковалівський; 5 – свердловини, з керн яких відбирали проби для термічних досліджень: 1 Лн – 1-Лановичі, 2 Гаї – 2-Гаї, 2Сгв – 2-Сегівська, 3Птр – 3-Петровецька.

**Карбонатні породи оксфордського віку** досліджували за свердловинами 2-Гаї (проба 4) та 1-Лановичі (проби 5, 6) (рис. 2). З'ясовано, що їхнім головним породоутворювальним мінералом є кальцит; виявлено домішку глинистих мінералів, головно монтморилоніту.

За даними ТГ, під час дисоціації кальциту відбувається втрата основної маси проби (див. таблицю). Глинисту складову зафіксовано на кривих ДТА за двома слабкими ендотермічними зниженнями з максимумами за 200 і 610 °С (проба 4), 155 і 610 (проба 5) та 155 і 627 °С (проба 6).

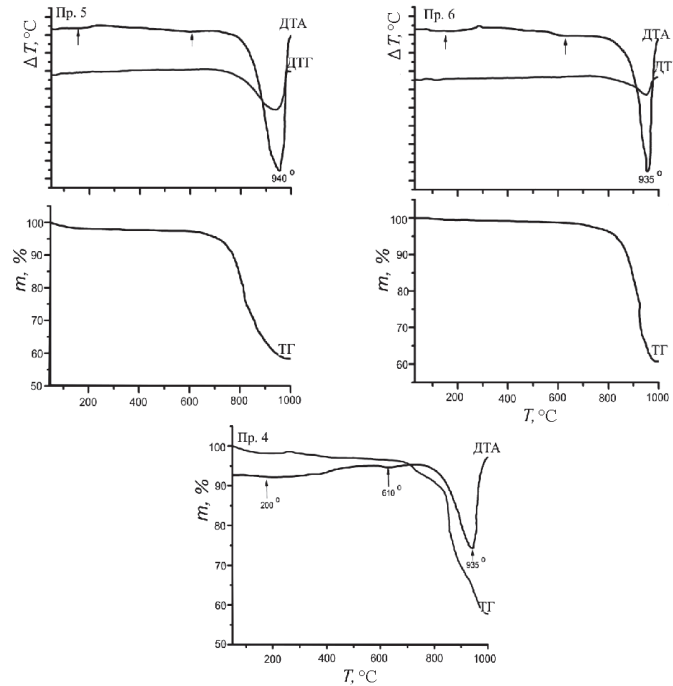


Рис. 2. Криві комплексного термічного аналізу карбонатних порід оксфордського віку Зовнішньої зони Передкарпатського прогину:

ДТА – диференційний термічний аналіз; ТГ – термогравіметричний аналіз; ДТГ – диференційний термогравіметричний аналіз; ↑ – ендотермічне зниження без вираженого максимуму ефекту; проба 4 – св. 2-Гаї, інт. 2 610–2 618 м, водоростевий строматолітовий вапняк; проба 5 – св. 1-Лановичі, інт. 2 036–2 041 м, тонкозернистий вапняк; проба 6 – св. 1-Лановичі, інт. 2 286–2 293 м, глинистий вапняк.

Втрата маси в разі дегідратації глинистих мінералів коливається в широкому діапазоні (від 0,6 до 2,0 %) та пропорційна до виділення конституційної води з їхньої структури. Різна кількість води, що її виділяють проби, зумовлена неоднаковим вмістом у них глинистої фракції. Зокрема, за даними ТГ, у пробі 5 вміст глинистої фракції найвищий серед досліджених карбонатних порід оксфорду.

**Карбонатні породи кімериджського віку** вивчали за свердловинами 2-Гаї (проба 3) і 3-Петровецька (проба 9) (рис. 3). Виявилось, що проба 3 складена кальцитом (ендоефект за 945 °С на кривій ДТА) з домішкою глинистих мінералів, а проба 9 – доломітом (ендоефекти за 808 і 906 °С) і глинистими мінералами (гідрослюда, хлорит, монтморилоніт) з домішкою піриту.

На термограмі проби 9 у низькотемпературній ділянці наявні два ендоефекти: перший (за 60 °С) відповідає виділенню адсорбційної вологи глинистими мінералами, а другий (за 150 °С) – виділенню міжшарової води монтморилонітом. У температурному інтервалі дисоціації доломіту відбувається виділення залишків конституційної води зі структури глинистих мінералів. Сумарна втрата маси протягом цих процесів, за даними ТГ, досягає 37,5 %.

Результати комплексного термічного аналізу верхньоюрських карбонатних відкладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину

| Вік порід | Номер проби | Температура максимуму теплового ефекту, °С та втрата маси, % |                        |                             |                            |                                  |
|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|           |             | Дегідратація, ендоефект                                      | Згорання ОР, екзоефект | Окиснення заліза, екзоефект | Дегідроксилація, ендоефект | Дисоціація карбонатів, ендоефект |
| Оксфорд   | 4           | 200; 1,7                                                     | Нв; 1,7                | –                           | 610; 3,3                   | 935; 35,8                        |
|           | 5           | 155; 2,0                                                     | –                      | –                           | 610; 5,8                   | 940; 34,0                        |
|           | 6           | 155; 0,6                                                     | –                      | –                           | 627; 2,45                  | 935; 36,2                        |
| Кіме-ридж | 3           | Нв; 2,4                                                      | –                      | –                           | Нв; 1,2                    | 945; 40,5                        |
|           | 9           | 60; 150; 2,31                                                | –                      | 445; +0                     | 575; 5,7                   | 808; 906; 37,5                   |
| Титон     | 1           | 118; 5,0                                                     | 485; 2,0               | –                           | 600; →                     | 830; 910; 28,0                   |
|           | 2           | 200; 1,7                                                     | –                      | –                           | 605; 2,4                   | 940; 38,0                        |
|           | 7           | 205; 0,6                                                     | –                      | Нв; +0,16                   | Нв; 0,8                    | 935; 26,4                        |
|           | 8           | Нв; 0,7                                                      | –                      | 490; +0                     | 600; 19,4                  | 780; 922; 25,23                  |
|           | 10          | 135; 1,25                                                    | –                      | 450; 485; +0                | Нв; →                      | 805; 918; 32,7                   |
|           | 11          | Нв; 1,27                                                     | –                      | Нв; +0                      | 600; 3,6                   | 805; 925; 39,8                   |

П р и м і т к а. Нв – температура максимуму теплового ефекту не виражена; “+” – збільшення маси; “–” – процес не зафіксовано; → – втрату маси враховано в наступному процесі.

Сукупність екзотермічних ефектів у температурному інтервалі 350–490 °С на кривій ДТА не супроводжується втратою маси (за даними ТГ). Чіткий екзоефект за 445 °С характеризує процес окиснення піриту, а слабкі ефекти, очевидно, пов’язані з окисненням заліза, яке є в породі у вигляді оксидів чи гідроксидів. У цьому разі також можлива незначна домішка РОР (див. таблицю, рис. 3).

**Карбонатні породи титонського віку** досліджували за свердловинами 2-Гаї (проби 1, 2), 3-Петровецька (7, 8), 2-Сегівська (10, 11) (рис. 4). За результатами термічного аналізу визначено, що в більшості проб (1, 2, 7, 10) породоутворювальним мінералом є кальцит, подекуди з домішкою доломіту й сидериту (1, 7, 10), спорадично – піриту. У пробах 8 та 11 переважає доломіт з домішкою кальциту, причому в пробі 8 – зі слідами піриту. В усіх пробах зафіксовано незначний вміст РОР та домішку глинистих мінералів, які представлені, головню, гідрослюдою та хлоритом, в окремих пробах – монтморилонітом і каолінітом.

Втрата маси під час дисоціації карбонатів змінюється від 25 до 40 % (див. таблицю, рис. 4). Виділенню води глинистими мінералами відповідають два ендотермічні зниження на кривих ДТА. У ділянці низьких температур, за даними ТГ, відбувається втрата міжшарової води – від 0,6 до 5,0 %. Максимальне значення зафіксовано у пробі 1, на підставі чого можна зробити висновок про переважний вміст монтморилоніту в її глинистій фракції.

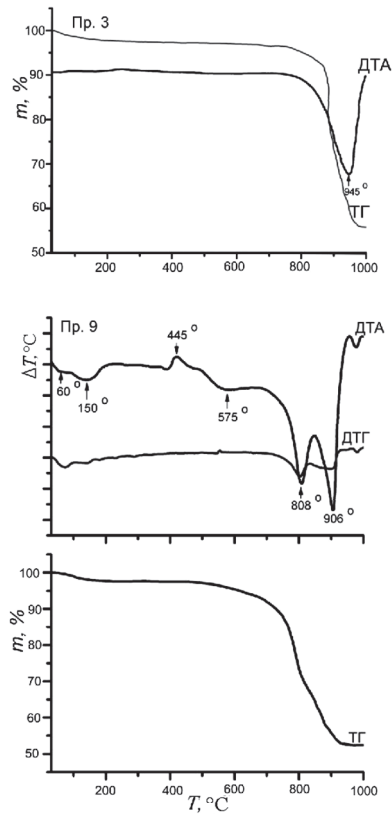


Рис. 3. Криві комплексного термічного аналізу карбонатних порід кімериджського віку Зовнішньої зони Передкарпатського прогину:

проба 3 – св. 2-Гаї, інт. 2 392–2 499 м, грудкувато-згустковий вапняк; проба 9 – св. 3-Петровецька, інт. 5 287–5 290 м, дрібнозернистий доломіт.

Виділення конституційної води зі структури глинистих мінералів частково “накладене” на процес дисоціації карбонатів. У пробах 1 і 10 втрати маси під час цих процесів не розділені. В інших пробах (2, 7, 8, 11) значення втрат конституційної води змінюється в широких межах – від 0,80 до 19,41 %. Екзоефект з максимумом за 480 °C на кривій ДТА проби 1, що супроводжується втратою маси, характеризує наявність у вапняку тонкодисперсної ОР.

У пробі 8, де переважає доломіт, глинисті мінерали визначено тільки за широким ендоефектом на кривій ДТА у ділянці 580–680 °C. Цей високотемпературний ефект відповідає виділенню ОН-груп зі структури глинистих мінералів, що супроводжується, за даними ТГ, значною втратою маси (див. таблицю). Інтенсивне виділення конституційної води за практичної відсутності міжшарової зумовлене дегідроксилацією хлориту й каолініту, у цьому разі структура каолініту цілком руйнується.

Термограми проб 7, 8 засвідчили наявність незначної домішки сидериту (слабкі ендоефекти в ділянці 550–600 °C та екзоефект ~ 700 °C). Екзотермічний ефект у температурному інтервалі 420–490 °C на кривій ДТА відповідає процесу окиснення піриту. Зазначимо, що в цьому ж діапазоні на термограмі проби 7 слабкі екзоефекти супроводжуються збільшенням маси на кривій ТГ, що пов’язано з окисненням заліза.

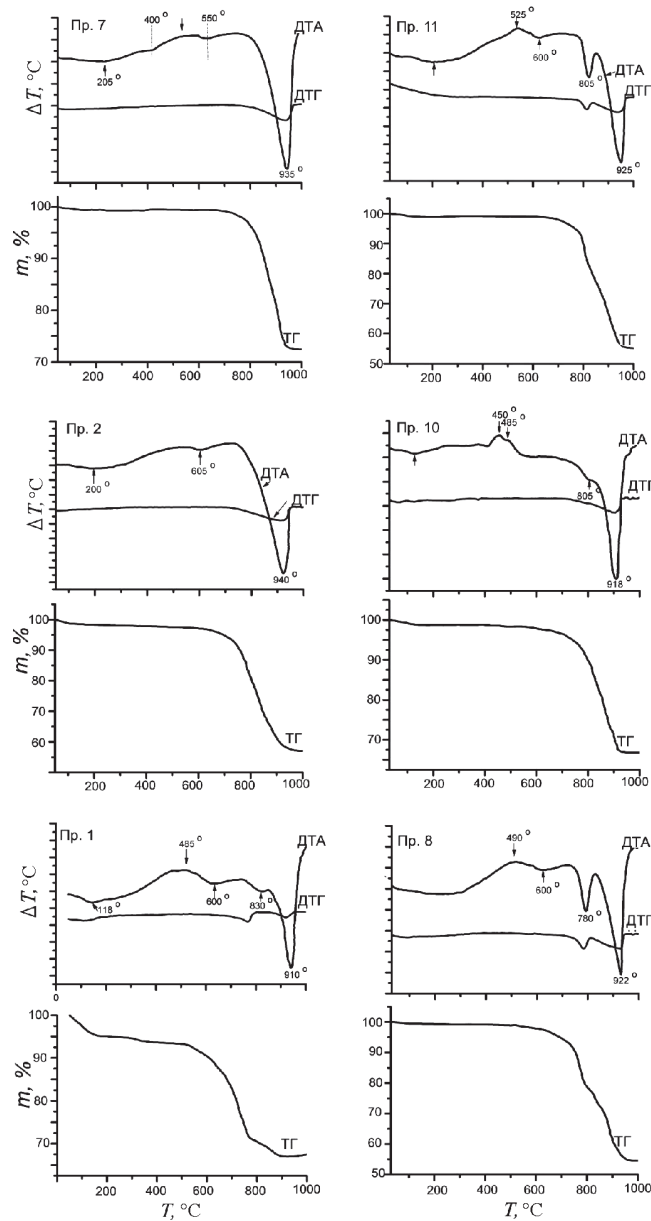


Рис. 4. Криві комплексного термічного аналізу карбонатних порід титонського віку Зовнішньої зони Передкарпатського прогину.

Проби: 1 – св. 2-Гаї, інт. 1 890–1 898 м, середньо-дрібнозернистий вапняковий пісковик; 2 – св. 2-Гаї, інт. 1 940–1 944 м, органогенно-уламковий вапняк; 7 – св. 3-Петровецька, інт. 5 154–5 161 м, пелітоморфний вапняк; 8 – св. 3-Петровецька, інт. 5 240–5 243 м, дрібнозернистий доломіт; 10 – св. 2-Сегівська, інт. 2 391–2 398 м, органогенно-детритовий глинистий вапняк; 11 – св. 2-Сегівська, інт. 2 570–2 580 м, дрібнозернистий доломіт.

Комплексними термічними дослідженнями проб 10 і 11 визначено змішаний мінеральний склад порід, а саме: проба 10 представлена кальцитом з домішкою доломіту, а проба 11 – доломітом з домішкою кальциту. Втрата маси внаслідок дисоціації карбонатів сягає 40 % (див. таблицю). У пробі 10 є також пірит, що визначено за двома екзоефектами – за 450 і 485 °С (див. рис. 4). Домішку глинистого матеріалу в обох пробах фіксують за низькотемпературним ендотермічним зниженням до 210 °С. У пробі 11 розширений екзоефект з перегином за 525 °С пов'язаний зі згорянням РОР.

Під час термічного дослідження верхньоюрських карбонатних порід були певні труднощі з ідентифікацією окремих складових – піриту, оксидів/гідроксидів заліза у вільній формі й тонкодисперсної ОР. Наявність цих компонентів у пробах фіксували за екзотермічними ефектами на кривих ДТА у температурному інтервалі 320–520 °С. Тому однозначно важко з'ясувати, чим зумовлені екзоефекти за 420 і 480 °С, які не супроводжуються втратою маси на кривій ТГ (а теоретично можливе навіть незначне збільшення маси), – окисненням піриту чи вільними сполуками оксидів/гідроксидів заліза, які є продуктами розкладання піриту. Також важко виявити РОР за наявності в пробі високозалізистих сполук.

Результати комплексного термічного аналізу карбонатних порід оксфордського, кімериджського й титонського віку добре узгоджуються з даними петрографічних і рентгенофазових досліджень та доповнюють їх. З'ясовано, що в північно-західній частині Зовнішньої зони Передкарпатського прогину породи оксфордського віку (рудківська світа) складені кальцитом, а серед глинистих мінералів-домішок виявлено хлорит і монтморилоніт; утворення кімериджського віку (опарська світа) представлені кальцитом; відклади титонського віку (опарська світа) складені кальцитом, зрідка з незначною домішкою доломіту й монтморилоніту.

У південно-східній частині прогину нашарування кімериджського віку (раваруська світа) мають доломітовий склад. Доломіт містить домішку піриту, а глинисті мінерали представлені монтморилонітом.

Головним породоутворювальним мінералом титонських карбонатних порід південно-східної частини прогину (нижнівська світа) є доломіт і тільки зрідка – кальцит. Виявлено також породи змішаного складу: кальцит + домішка доломіту (доломітисті й доломітові вапняки) та доломіт + домішка кальциту (вапнякові доломіти). У породах є незначна кількість сидериту, спорадично трапляються пірит, гідроксида заліза і глинисті мінерали (гідрослюда, хлорит, монтморилоніт, каолінит).

У карбонатних породах кімериджського й титонського віку виявлено тонкодисперсну РОР.

Отже, у північно-західній частині Зовнішньої зони Передкарпатського прогину домінують вапняки, тоді як у його південно-східній частині поряд з ними поширені доломіти й породи змішаного складу. Попередні літолого-геохімічні дослідження засвідчили [3], що карбонатним породам кімериджу притаманний більший ступінь доломітизації, ніж літологічним аналогам титонського віку. Виконані нами літофаціальні дослідження дають підстави стверджувати, що в мальмі карбонатні осади північно-західної частини відклались у рифовій зоні



шельфу Карпатського сегмента океану Тетис, тоді як синхронні утворення південно-східної частини були осадами зарифової лагуни [6].

Очевидно, визначений мінеральний склад карбонатних порід зумовлений дещо відмінними палеоокеанографічними умовами (батиметрія басейну, біоценози породоутворювальних організмів, солоність і температура вод, геодинамічна активність середовища, надходження теригенного матеріалу тощо) під час утворення карбонатних і сульфатних осадів (пізня юра) у Карпатському сегменті Мезотетису, а також різною інтенсивністю й умовами перебігу процесів літифікації.

Для верхньоюрських карбонатних порід визначити джерело знесення уламкового матеріалу в басейн седиментації складно, оскільки на пізньоюрській суші не виявлено слідів розвитку річкових систем [10]. Проблему можна з'ясувати тільки на прикладі порід середньоюрського віку, які поширені в північно-західній частині Зовнішньої зони Передкарпатського прогину і складені теригенними утвореннями. Аналіз акумульованого осадового матеріалу прибережних районів морського палеобасейну дає підстави припускати, що у догері теригенний матеріал надходив з кори звітрювання кислих магматичних порід Українського щита [7], а також метаморфічних порід Скандинавсько-Прибалтійського суходолу. За даними [12], у середній юрі переважне транспортування теригенного матеріалу на прилеглих теренах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну відбувалось за палеогідрографічною системою (так звана Горохово-Кам'яно-Бузька палеоріка) з суходолу, розташованого на північному сході (західний схил Українського щита). У тоарський час у північно-західній частині сучасної Зовнішньої зони Передкарпатського прогину існувала надводна частина дельти зазначеної ріки, яка в південно-східному напрямі була підводним продовженням її гирла в зоні літоралі [13]. Уламковий матеріал із суходолу приносили енергетично слабкі водні потоки [7].

У південно-східній, Покутсько-Буковинській частині прогину, за матеріалами детальних гравіметричних досліджень, добре фіксоване глибоко врізане палеоруслло – воно тягнеться від с. Ворвулинці на платформі, обминає Коломийське підняття в межах частини шельфу й по палеоврізу входить у зону крутого схилу в районі Отині. Значно менше палеоруслло зафіксовано за геотраверсом Сторожинець–Новоселиця [1].

У мальмі на території сучасної Зовнішньої зони Передкарпатського прогину панували морські умови осадоагромадження з низькою гідродинамічною активністю середовища, що свідчить про зниження активності палеопотоків з прилеглого суходолу в седиментаційному басейні.

Як відомо, мінерали глинистої фракції є одним із індикаторів процесів седиментації. Ми з'ясували, що в північно-західній частині прогину (свердловини 2-Гаї, 1-Лановичі) глинисті мінерали представлені головню монтморилонітом і хлоритом, а в південно-східній (свердловини 2-Сегівська, 3-Петровецька) – каолінітом. Хлорит – достатньо поширений мінерал, тому слабо інформативний щодо особливостей літогенезу. Каолініт звичайно утворюється під час звітрювання гранітоїдів. Його формування характерне для умов континентальної седиментації за сприятливого кислого середовища [2]. Згодом на стадії діагенезу в

морському лужному середовищі відбувається перетворення каолініту через зміну двошарових пакетів типу 1:1 на тришарові монтморилонітові 2:1 [11].

Оксиди й гідроксиди заліза формувалися за окиснювальних умов на стадії седиментогенезу. На стадії раннього діагенезу за сірководнево-відновлювальних умов, які притаманні солонуватим водоймам з порушеним гідрологічним режимом, окисне залізо перетворювалось на закисне, й утворювався пірит.

З'ясування особливостей мінерального складу верхньоюрських карбонатних порід Зовнішньої зони Передкарпатського прогину важливе для висвітлення питань трансформації осадових порід на різних етапах літогенезу в межах Карпатського сегмента Мезотетису.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. Я. Структурно-тектонічні особливості параавтохтона Українських Карпат та прилеглих територій за матеріалами детальної гравіметрії / В. Я. Біліченко // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1999. – № 3. – С. 131–138.
2. Глинистые минералы как показатели условий литогенеза / [Под ред. Е. П. Акульшина]. – М. : Наука, 1976. – 189 с.
3. Граб М. В. Літолого-хімічна характеристика верхньоюрських карбонатних порід Передкарпатського прогину / М. В. Граб // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 3. – С. 42–57.
4. Лазаренко Є. К. Мінералогія осадових утворень Прикарпаття / Є. К. Лазаренко, М. П. Габінет, О. П. Сливко. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 481 с.
5. Логвиненко Н. В. Петрографія осадових порід / Н. В. Логвиненко. – М. : Высшая школа, 1967. – 416 с.
6. Мороз М. В. Літологія верхньоюрських відкладів Зовнішньої зони Передкарпатського прогину : дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук / Мороз Марта Василівна. – Львів, 2012. – 217 с.
7. Огороднік М. Є. Палеогеографічні умови нагромадження тоар-батських відкладів у межах Карпатського сегмента Мезо-Тетису (Передкарпатський прогин) / М. Є. Огороднік, Г. В. Яремко, Н. М. Жабіна // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1995. – № 3–4. – С. 109–115.
8. Осадконакопление и палеогеография запада Восточно-Европейской платформы в мезозое / [Под ред. Р. Г. Гарецкого]. – Минск : Наука и техника, 1985. – 216 с.
9. Термический анализ минералов и горных пород / В. П. Иванова, Б. К. Косатов, Т. И. Красавина, Е. Л. Розина – Л. : Недра, 1974. – 399 с.
10. Тесленко Ю. В. К палеогеографии территории Украины в юрском периоде / Ю. В. Тесленко, Г. Г. Яновская // Геол. журн. – 1999. – № 1. – С. 77–80.
11. Франк-Каменецкий В. А. Трансформационные преобразования слоистых силикатов / В. А. Франк-Каменецкий, Н. В. Котов, Э. Л. Гойло. – Л. : Недра, 1983. – 152 с.

12. Шульга В. Ф. О юрском палеорельефе Львовско-Волинского угольного бассейна / В. Ф. Шульга, Я. Г. Степаненко // Доп. НАН України. – 1998. – № 12. – С. 138–141.
13. Яремко Г. В. Літологічні особливості нижньо-середньоюрських теригенних відкладів юри в межах Карпатського сегмента Мезо-Тетісу / Г. В. Яремко // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1999. – № 4. – С. 125–128.

*Стаття: надійшла до редакції 02.08.2016  
прийнята до друку 02.11.2016*

## **FEATURES OF MINERAL COMPOSITION OF UPPER JURASSIC CARBONATE ROCKS OF THE PRE-CARPATHIAN FOREDEEP OUTER ZONE ACCORDING TO COMPLEX THERMAL ANALYSIS**

**M. Moroz, Ya. Yaremchuk**

*Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU,  
3a, Naukova St., 79060 Lviv, Ukraine  
E-mail: igggk@mail.lviv.ua*

Mineral composition of Upper Jurassic carbonate rocks of the Pre-Carpathian foredeep Outer zone has been investigated on the basis of thermal (differential-thermal and thermogravimetric) method. For the analysis, we took the rock samples of Oxfordian, Kimmeridgian and Tithonian age from the wells that were drilled in the North-Western and South-Eastern parts of the foredeep.

It turned out that the studied carbonate rocks are composed of calcite and dolomite with admixture of clay minerals, rarely pyrite and siderite; there are also iron oxides and hydroxides and dispersed organic matter.

In the North-Western part of the Outer zone of Pre-Carpathian foredeep, the Oxford rocks (Rudkivska suite) are composed of calcite, and among clay minerals-impurities chlorite and montmorillonite have been detected. Rocks of Kimmeridgian age (Oparska suite) are composed of calcite. Tithonian deposits (Oparska suite) are composed of calcite, occasionally with minor dolomite and montmorillonite.

In the South-Eastern part of the foredeep, the sediments of Kimmeridgian age (Rava-Ruska suite) have dolomitic composition. Dolomite contains an admixture of pyrite; clay minerals are represented by montmorillonite. The main rock-forming mineral of Tithonian carbonate rocks (Nyzhnivska suite) is dolomite and sometimes calcite. Also the rocks of mixed composition have been identified: calcite + admixture of dolomite (dolomitic and dolomitized limestones) and dolomite + calcite admixture (calcareous dolomites). There is a minor amount of siderite, sporadically pyrite, iron hydroxides, and clay minerals (hydromica, chlorite, montmorillonite, kaolinite) in the rocks.

Lithofacies investigations give grounds to assert that in Late Jurassic time the carbonate sediments of the North-Western part have been deposited in the shelf reef zone of the Tethys ocean Carpathian segment, whereas the simultaneous formations of the South-Eastern part were the sediments of behind-reef lagoon. Determined mineral composition of carbonate rocks is due to few different paleoceanographic conditions

(bathymetry of the basin, biological communities of rock-forming organisms, the salinity and temperature of waters, geodynamical activity of the environment, delivery of terrigenous material etc.) during the formation of carbonate and sulphate sediments in the Carpathian segment of Mesotethys, and various intensity and conditions of lithification processes.

*Key words:* carbonate rocks, calcite, dolomite, clay minerals, thermal analysis, Upper Jurassic, Outer zone of the Pre-Carpathian foredeep.