

УДК 548.4:550.4:549:551.263.036:552.578:553.94/98(477.8)

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОЖИЛКОВОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВУГЛЕНОСНИХ ВІДКЛАДІВ ЛЮБЕЛЬСЬКОГО РОДОВИЩА (ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКИЙ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНИЙ БАСЕЙН)

М. Зубик, І. Наумко, Б. Сахно, Я. Яремчук

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

Досліджено прожилкову мінералізацію вугленосних відкладів Любелського родовища в одному з типових розрізів його північної частини з метою доповнення даних про параметри мігрувальних флюїдних палеосистем у Львівському палеозойському прогині. Визначено, що латеральні прожилки залягають над пластами вугілля v_6^0 , n_6^6 та n_1^0 у вмісній осадовій товщі паралельно до її шаруватості. У їхньому мінеральному складі, за даними рентгенофазового аналізу, переважає кальцит, зрідка з доломітом, наявні кварц і марказит. За результатами мас-спектрометричного хімічного аналізу, у складі летких компонентів флюїдних включень у кальциті азот (65,8–76,2 об. %) переважає над CO_2 і CH_4 . Взірці мають низьку відносну газонасиченість (0,07–0,53 Па). Водночас у складі летких компонентів флюїдних включень у кварці, сидериті й кальциті вертикальних прожилків переважають метан і його перші гомологи (відповідно, 82,2–87,5 і 5,2–12,1 об. %), а відносна газонасиченість дуже висока – 4,0–31,1 Па. Зроблено висновок про принципову відмінність флюїдних післяседиментогенних палеосистем та суттєво різні джерела Ca^{2+} кальцитоутворювальних флюїдів і механізми формування прожилкової кальцитової мінералізації під час утворення вертикальних (субвертикальних) чи латеральних прожилків. Це сприятиме уточненню моделі післяседиментаційного мінералогенезу у вуглепородних масивах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну.

Ключові слова: флюїдні включення, леткі компоненти, прожилкова мінералізація, вугленосні відклади, Любелське родовище, Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн.

Нині є потреба в освоєнні вугільних родовищ як комплексних газо(метано)-вугільних на засадах обов'язкового видобутку і промислового використання метану із забезпеченням умов для синхронного рентабельного видобутку метану й вугілля [10], тобто приросту запасів як вуглеводнів, так і вугілля, передусім з високими технологічними параметрами [1]. У цьому аспекті зростає важливість Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну (ЛВБ), особливо з огляду на те, що низка шахт Донбасу нині опинилася на території, не контрольованій Україною. Перспективи ЛВБ пов'язують з Південно-Західним вугленосним районом, зокрема, розвіданим тут Любелським родовищем. На цьому родовищі

основні промислові запаси і прогнозні ресурси вугілля сконцентровані в 12 вугільних пластах, більшість яких має потужність від 0,73 до 1,50 м, а пласти n_7^B , n_7^H та n_7 – 1,50–1,60 м, проте вони розташовані в південній частині родовища глибше, порівняно з основною частиною басейну, – до 600–1 200 м [1].

Обґрунтовану інформацію про умови післяседиментогенних перетворень вуглевмісних порід, склад і особливості міграції флюїдів на таких глибинах (особливо для передбачення можливих викидонебезпечних явищ у проєктованих шахтах Любельської площі) може надати вивчення реліктів флюїдів, захоплених у кристали мінералів, що ростуть (перетворюються) [9] як під час формування вуглепородних масивів (вмісні породи і власне вугілля), так і протягом післяседиментогенних процесів, насамперед, накладеного прожилкового мінералогенезу. Такі дослідження дають змогу доповнювати дані щодо мінералогічних особливостей і стадійності прожилкових утворень [3, 6] та флюїдного режиму післяседиментогенного мінералогенезу в осадовій товщі Львівського палеозойського прогину [4–6, 13, 15, 16, 24 та ін.].

Геологічна будова Любельського родовища. Родовище розташоване в південно-західній частині ЛВБ у межах Карівської (Любельської) синкліналі, з північного сходу обмеженої Бутин-Хлівчанським антиклінальним підняттям, а з південного заходу – Нестерівським (Жовківським) [1, 8]. За матеріалами ДГП Західукргеологія, межі родовища такі: на північному заході – умовна лінія через свердловини (св.) 6855, 6225, 6854, 6234, 6806, 6224, 6795, 6192; на південному сході – через св. 7053, 6278, 6780, 6242, 6794, 6570, 6237, 6561, 6230; на південному заході – вихід вугільного пласта v_6 на поверхню палеозою; на північному сході – вісь Бутин-Хлівчанського підняття. Максимальна глибина продуктивних кам'яновугільних відкладів становить 1 355 м, мінімальна – 650 м.

Основними пластами є порівняно витримані вугільні пласти n_7^B , n_7 , які розвідані, головню, за категорією C_1 і містять близько 50 % запасів родовища. В інших пластах (b_3 , b_1 , n_9 , n_8^H , n_8^B , n_7 , v_6), які належать до невитриманих, запаси вугілля розвідано за категоріями C_1 і C_2 . Нижньою межею підрахунку запасів вугілля є вугільний пласт v_6 , а верхньою – b_3 .

Геологічний розріз Любельського родовища є максимально повним, оскільки воно залягає в найглибшій частині ЛВБ. Стратиграфічно це теригенно-карбонатні відклади девону і вугленосні – карбону, строкаті за складом породи юри, теригенно-карбонатні й карбонатні утворення крейди і четвертинні піщано-глинисті відклади [7].

Методи дослідження. Прожилки у відібраних взірцях керна описували із застосуванням загальногеологічних та онтогенічних підходів. Мінеральний склад прожилків визначали рентгенофазовим аналізом. Умови знімання: $I = 14$ мА, $U = 34$ кВ, швидкість руху лічильника – 2 град/хв; дифрактометр АДП-2,0, $Fe_{K\alpha}$ -випромінювання, Mn-фільтр.

Склад летких компонентів флюїдних включень у кальциті визначали мас-спектрометричним хімічним методом. Вимірювали відносну газонасиченість ΔP – приріст тиску у напускній системі мас-спектрометра стосовно його початкового значення $1 \cdot 10^{-3}$ Па унаслідок вивільнення летких компонентів, а також відносну водонасиченість C_{H_2O} – відсотковий вміст пари води (поглинач – P_2O_5) у загальному об'ємі летких компонентів, вивільнених під час механічного подріб-

нення проби мінералу з групою включень (закритих пор) у високому вакуумі ($4 \cdot 10^{-5}$ Па) у ступці (спеціальній вставці з плоскопаралельними твердосплавними поверхнями) і подальшого надходження вивільненого газу в іонізаційний простір датчика мас-спектрометра.

Прожилкова мінералізація вугленосних відкладів. Дослідження виконували з метою доповнення даних про параметри мігрувальних флюїдних систем у Львівському палеозойському прогині [13]. Це виявилось можливим на одному з розрізів у північній частині родовища – у верхній частині нижньої лагунно-морської вугленосної підформації – за св. 7428 (інтервал глибини 720–810 м) (рис. 1, 2) [23]. Тут обмежено поширені теригенні псаміто-алевритові породи, натомість значно розвинуті глинисті й карбонатні відклади; вміст вапняків, зокрема, досягає 95 % [11]. Вугленосність порівняно низька [22].

Латеральні прожилки приурочені, головню, до тих частин розрізу, у яких переважають вапняки і які залягають над пластами вугілля робочої потужності v_6 іваноцької та n_0^6 і n_1^0 лишнянської світ паралельно до шаруватості вмісної осадової товщі (рис. 3). Товщина прожилків зрідка перевищує 1 мм. На контакті їх з породою трапляються дзеркала ковзання (рис. 4) як доказ тектонічної активізації в межах родовища. Водночас нема вертикальної (субвертикальної) тріщинуватості й продуктів її заліковування типу прожилків і вкраплень.

У мінеральному складі прожилків, за даними рентгенофазового аналізу (аналітик Я. Яремчук), наявний, головню, кальцит (рис. 5), зрідка з доломітом, домішки – кварц, марказит (табл. 1). Це свідчить про формування мінералізації за умов кислого відновного середовища.

За даними мас-спектрометричного хімічного аналізу (табл. 2) (аналітик Б. Сахно, мас-спектрометр МСХ-3А), у складі легких компонентів флюїдних включень у кальциті латеральних прожилків азот (65,8–76,2 об. %) переважає над CO_2 , метаном і аргоном. Взірці мають низьку відносну газонасиченість (0,07–0,53 Па). Подібним є склад газу у вмісній породі, об. %: N_2 – 86,1, CH_4 – 12,2, Ar – 1,7, її газонасиченість також низька (0,80 Па). Натомість серед легких компонентів флюїдних включень у кварці, сидериті й кальциті вертикальних прожилків з порід Любельського родовища (див. табл. 2) переважають метан і його перші гомологи – відповідно, 82,2–87,5 і 5,2–12,1 об. %, а відносна газонасиченість дуже висока – 4,0–31,1 Па [13].

На підставі наведеного можна зробити висновок, що на етапах післяседиментаційного мінералогенезу під час формування прожилкової мінералізації в зонах розломів типу Белз-Милятинської зони насувів [6] були умови для припливу вуглеводневмісних флюїдів по системах вертикальних (субвертикальних) тріщин, розвинених у таких нафтогазопровідних розривних порушеннях глибинного закладення. У межах впливу цього абіогенного глибинного високотемпературного флюїду [14] на прилеглих ділянках осадових порід були умови для розкладання органічних решток по вугільному ряду з утворенням вугільних пластів [19]. Релікти флюїду збереглись чи оклюдовані вугіллям у герметично добре мінералізованому з покрівлі вугільному пласті або капсульовані у дефекти – флюїдні включення й закриті пори новоутворених мінералів і порід вертикальних прожилків у вільному стані, де перебувають під аномально високим тиском, що підтверджено термодинамічними розрахунками [21].

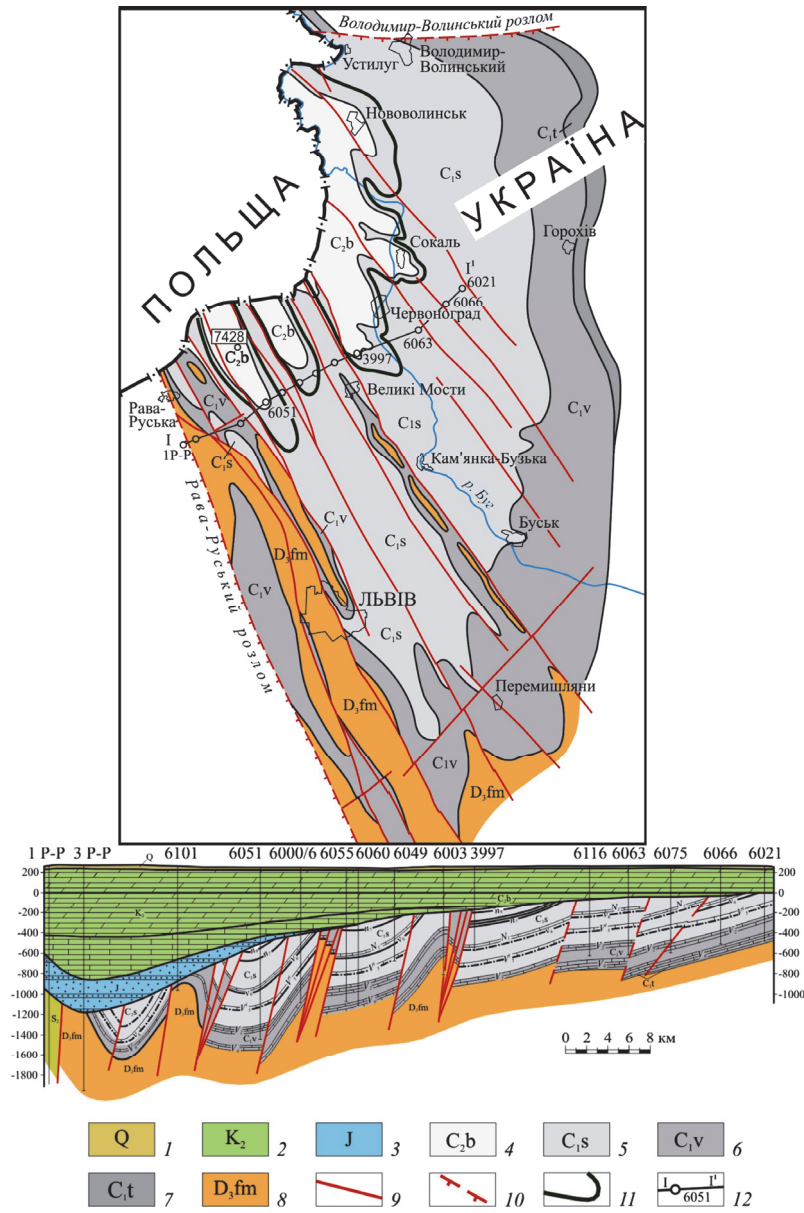
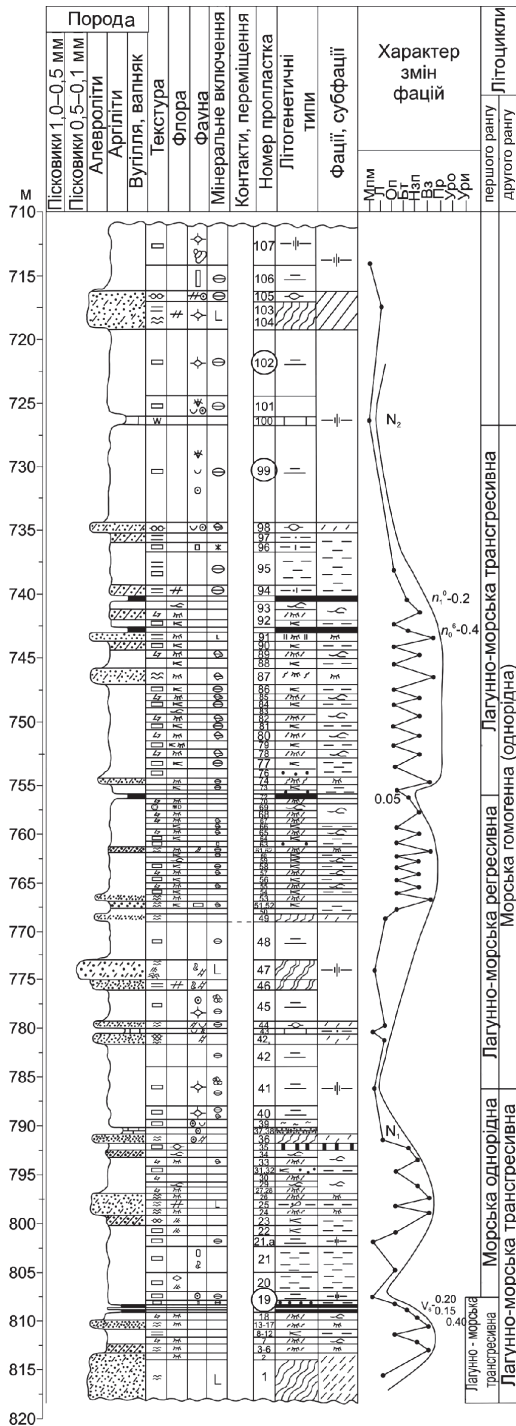


Рис. 1. Схематична геологічна карта і геологічний розріз ЛЬВІВ (склав М. Матрофайло [23]):

1–3 – відклади мезозою і кайнозою; 4–7 – породи середнього карбону (4 – башкирський ярус, нижній відділ, 5 – серпухівський ярус, 6 – візейський ярус, 7 – турнейський ярус); 8 – відклади верхнього девону; 9 – розривні порушення; 10 – регіональні розломи; 11 – контур промислової вугленосності; 12 – лінія геологічного розрізу з номерами бурових свердловин. Прямокутником позначено св. 7428, у якій розкрито вугленосні відклади з прожилковою мінералізацією латерального типу.

Рис. 2. Будова частини розрізу кам'яновугільної товщі з латеральними прожилками, складеними, головно, кальцитом. Любельське родовище, свердловина 7428 [23]. Номер прошарку в кружечку – місце відбирання проби.



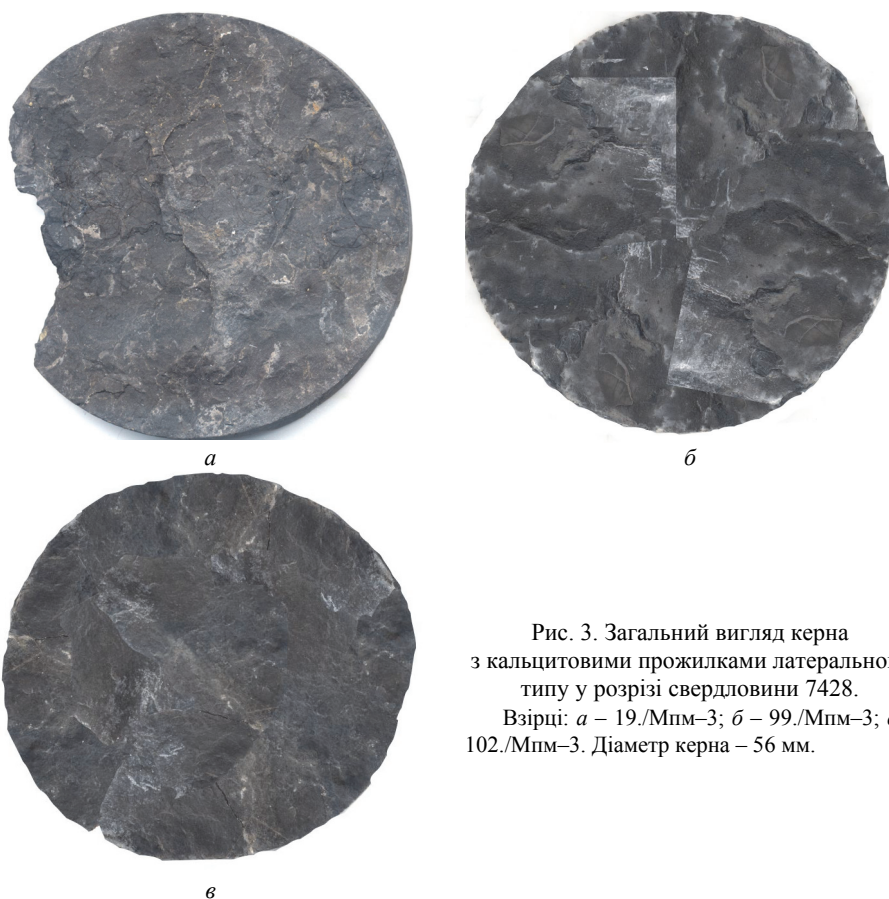


Рис. 3. Загальний вигляд керна з кальцитовими прожилками латерального типу у розрізі свердловини 7428.

Взірці: *a* – 19./Мпм–3; *b* – 99./Мпм–3; *v* – 102./Мпм–3. Діаметр керна – 56 мм.



Рис. 4. Дзеркала ковзання на контакті прожилків з вмісним вапняком.

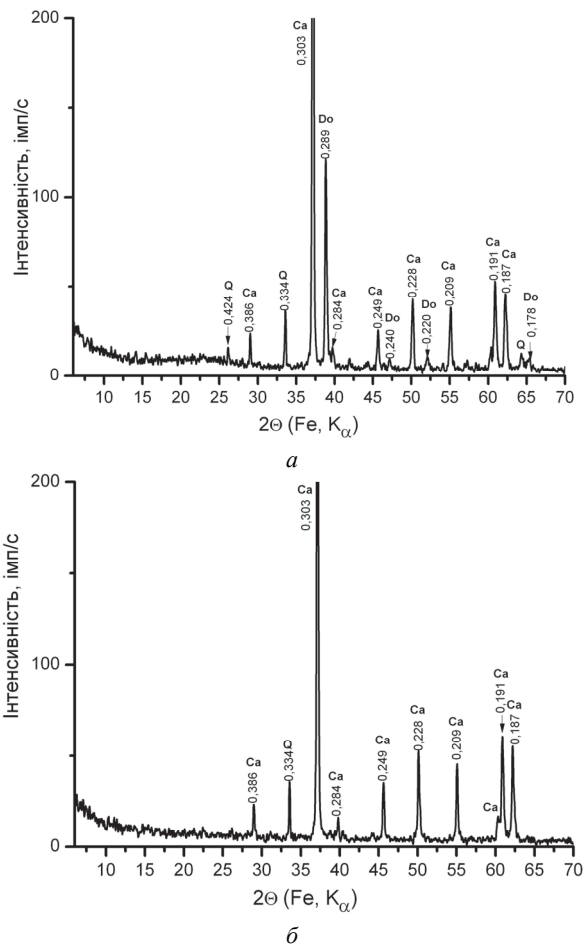


Рис. 5. Дифрактограми кальциту з латеральних прожилків у вугленосних шарах:
а – взірець 19./Мпм-3; б – взірець 99./Мпм-3; Са – кальцит; До – доломіт; Q – кварц.

Водночас у ході утворення кальциту латеральних прожилків флюїдне середовище мало неуглеводневий склад і низьку газонасиченість, що свідчить про умови кристалізації мінералу, на які незначно впливали глибинні чинники. Утворення води, а також азоту й CO_2 за невисокого (головно, літостатичного) тиску відбувалося за механізмом, запропонованим у [21].

Отже, наявна принципова відмінність у складі флюїдних післяседиментогенних палеосистем, представлених, з одного боку, углеводневмісними флюїдами з високою газонасиченістю, а з іншого, – флюїдами неуглеводневого складу і з невисоким тиском, тобто післяседиментаційні зміни порід у межах Любельського родовища, як і в інших вуглепородних масивах ЛВБ, відбувалися за участю різних за складом, можливо, просторово і часово розділених флюїдних систем, сформованих завдяки флюїдно-латеральним перетіканням та надходженню висхідних флюїдних палеопотоків глибинної дегазації [15].

Таблиця 1

Мінеральний склад латеральних прожилків у вугленосних шарах
Любельського родовища (св. 7428) за даними дифрактометричного аналізу

Глибина відбирання взірця та його номер	Умови залягання	Мінерали	
		головні	домішкові (сліди)
722 м, № 102./Мпм-3	Над пластами вугілля робочої потужності n_0^6 і n_1^0 лишнянської світи серпухівського ярусу карбону	Кальцит	Кварц, марказит
730 м, № 99./Мпм-3		Кальцит	Кварц
808 м, № 19./Мпм-3	Над пластами вугілля робочої потужності v_6 і ваницької світи серпухівського ярусу карбону	Кальцит, доломіт	Кварц

П р и м і т к и: дифрактометр АДП-2.0, FeK_{α} -випромінювання, Mn-фільтр; умови знімання: $I = 14$ мА, $U = 34$ кВ, швидкість руху лічильника – 2 град/хв. Аналітик Я. Яремчук (рентгенівська лабораторія відділу геохімії осадових товщ нафтогазоносних провінцій ІГГК НАН України).

Таблиця 2

Порівняльна характеристика складу легких компонентів флюїдних включень у мінералах латеральних і вертикальних прожилків з вугленосних шарів Любельського родовища за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу

Номер аналізу	Мінерал	Компоненти, об. %					ΔP , Па	C_{H_2O} , об. %
		CO ₂	N ₂	CH ₄	C _n H _{2n+2}	Ar		
Латеральні прожилки, св. 7428								
1	Кальцит	23,8	76,2	–	–	–	0,07	+
2		28,8	71,2	–	–	–	0,07	+
3		4,6	65,8	29,0	–	0,6	0,53	–
4	Вмісна порода	–	86,1	12,2	–	1,7	0,80	+
Вертикальні прожилки [13]								
5	Кварц	0,9	1,3	87,5	10,8	–	16,4	4,0
6		0,9	2,9	84,1	12,1	–	17,0	–
7	Сидерит	12,0	0,7	82,1	5,2	–	4,0	14,3
8	Кальцит	1,1	2,3	84,7	11,9	–	31,1	50,0

П р и м і т к и: 1 – гл. 722 м, взірець 102./Мпм-3; 2 – гл. 730 м, взірець 99./Мпм-3; 3 – гл. 808 м, взірець 19./Мпм-3,а; 4 – гл. 808 м, взірець 19./Мпм-3,б; 5 – св. 7033; 6 – св. 7285; 7, 8 – св. 7285, гл. 1075,6 м; ΔP , Па – відносна газонасиченість; C_{H_2O} , об. % – відносна водонасиченість. Аналітик Б. Сахно (лабораторія мас-спектрометричного хімічного аналізу відділу геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України, мас-спектрометр MSX-3A).

З огляду на це суттєво різними були й джерела Ca^{2+} кальцитоутворювальних флюїдів та механізми формування прожилкової кальцитової мінералізації: привнесення Ca^{2+} глибинним високотемпературним флюїдом у складі “вапняного” молока (CH₄, Ca(OH)₂, CO₂, H₂O) [18] у разі утворення вертикальних і субверти-

кальних прожилків та вилучення Ca^{2+} із вмісних карбонатних шарів у випадку формування латеральних прожилків.

Вуглевмісним відкладам Любельського родовища притаманна низька природна газонасиченість: до $1 \text{ м}^3/\text{т}$ у верхній частині розрізу і $5\text{--}10 \text{ м}^3/\text{т}$ – у нижній (нижче від пласта v_6) [1, 22], незважаючи на її загальне збільшення з півночі на південь по території ЛВБ [2]. Якщо на півночі на вугілля односторонньо впливали регіональні метаморфічні чинники, зумовлені підняттям та опусканням домезозойської структури під дією, головню, вертикальних сил, то на півдні до регіонального метаморфізму “додавався” динамометаморфізм – завдяки посиленню горизонтального тиску (унаслідок дії тангенціально скерованих сил) з боку Пракарпат [17]. Це сприяло формуванню коксівного вугілля й водночас – інтенсифікації післяседиментогенних процесів у вуглевмісних породах, під час яких виділявся Ca^{2+} і відбувалось заліковування латеральних тріщин прожилковою кальцитовою мінералізацією.

Досліджена територія розташована між двома системами розломних зон – Бутин-Хлівчанською та Нестерівською (Жовківською), які, на відміну від Белз-Мілятинської, можливо, не досягали фундаменту, у них не було умов для припливу глибинних вуглеводневмісних флюїдів. Наявні дрібноамплітудні порушення заліковувалися глинистим матеріалом, тому міграція газів з горизонтів, що залягають нижче, була або утруднена, або взагалі неможлива [12]; як наслідок, у їхніх межах вертикально-міграційні процеси виявлялися слабо.

Крім того, саме інтенсивна тектонічна порушеність усієї продуктивної товщі Любельського родовища (і вертикальна, і латеральна), а також наявність в її покрівлі грубоуламкових юрських відкладів зумовили активну дегазацію товщі, деметанізацію більшості промислових вугільних пластів [20] і переважно вплив вуглеводневмісних флюїдів, які незначно збереглися лише у флюїдних включеннях у мінералах і закритих порах порід, що вміщують вертикальні (субвертикальні) прожилки [13]. Це разом з низькою сучасною природною газонасиченістю [1, 22] дає підставу вважати досить малою вірогідність виникнення викидонебезпечних явищ, а, отже, помірні ризики під час розробки вугільних пластів у майбутніх шахтах на родовищі. Тільки треба буде звертати увагу на зони тектонічних порушень чи поперечних розломів, де зафіксовано збільшення, інколи аномальне, природної газонасиченості [1].

Отже, цілеспрямовані дослідження вугленосних верств Любельського родовища на одному з типових розрізів його північної частини дали змогу виявити значний розвиток прожилкової мінералізації латерального типу. Латеральні прожилки залягають над пластами вугілля v_6^0 , n_0^6 та n_1^0 у вмісній осадовій товщі паралельно до її шаруватості. У їхньому мінеральному складі переважає кальцит, зрідка з доломітом, наявні кварц і марказит, що свідчить про кисле відновне середовище мінералогенезу.

У складі летких компонентів флюїдних включень у кальциті азот переважає над CO_2 і метаном. Взірці мають низьку відносну газонасиченість. Водночас у складі летких компонентів флюїдних включень у кварці, сидериті й кальциті прожилків у залікованих вертикальних (субвертикальних) тріщинах домінують метан і його перші гомологи, а відносна газонасиченість дуже висока. Це свідчить про принципову відмінність флюїдних післяседиментогенних палеосистем,

суттєво різні джерела Ca^{2+} кальцитоутворювальних флюїдів та механізми формування прожилкової кальцитової мінералізації під час утворення вертикальних (субвертикальних) і латеральних прожилків заліковуванням тріщин відповідного типу у вугленосних відкладах.

Отримані матеріали щодо фізико-хімічної природи і просторово-часової послідовності прояву флюїдів сприятимуть уточненню моделі післяседиментаційного мінералогенезу у вуглепородних масивах ЛВБ і, отже, передбаченню можливих викликобезпечних явищ у проєктованих шахтах Південно-Західного вугленосного району, розроблянню і вживанню ефективних заходів щодо їхнього попередження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вугленосність і розподіл вугільних газів у розрізі нижнього карбону Любелського родовища Львівсько-Волинського басейну / І. Бучинська, П. Явний, І. Книш, О. Шевчук // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2011. – № 3–4 (156–157). – С. 57–67.
2. Газоносність відкладів кам'яновугільного віку Львівсько-Волинського басейну / М. Павлюк, І. Дудок, І. Наулко [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2008. – № 4. – С. 11–20.
3. Зінчук І. Мінералогічні особливості та стадійність формування прожилкових утворень в осадовій товщі Львівського палеозойського прогину / І. Зінчук, В. Калюжний, І. Наулко // Мінерал. зб. – 2002. – № 52, вип. 2. – С. 132–137.
4. Зінчук І. Типізація включень у мінералах та її роль у відтворенні особливостей міграції вуглеводнево-водних палеофлюїдів у північно-західній частині Львівського палеозойського прогину / І. Зінчук, В. Калюжний, І. Наулко // Геологія горючих копалин України : міжнар. наук. конф. : тези доп. – Львів, 2001. – С. 95–96.
5. Зінчук І. М. Про закономірності поширення вуглеводневих газів в осадовій товщі Львівського палеозойського прогину (за включеннями у мінералах) / І. М. Зінчук, В. А. Калюжний, І. М. Наулко // Нафта і газ України. – Івано-Франківськ : УНГА, 2000. – Т. 1. – С. 114–115.
6. Использование гидрохимических ореолов и жидких включений в минералах для оценки нефтегазопроводности глубинных разломов / В. А. Калюжный, В. М. Щепак, Г. М. Гигашвили [и др.] // Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа. – Киев : Наук. думка, 1975. – С. 269–272.
7. Каменные угли Львовско-Волынского бассейна / [Под ред В. З. Ершова]. – Львов : Вища школа ; Изд-во Львов. ун-та, 1978. – 176 с.
8. Львовско-Волынский каменноугольный бассейн. Геолого-промышленный очерк / [М. И. Струев, В. И. Исаков, В. Б. Шпаков и др.]. – Киев : Наук. думка, 1984. – 272 с.
9. Калюжный В. А. Основы учения о минералообразующих флюидах / В. А. Калюжный. – Киев : Наук. думка, 1982. – 240 с.

10. Комплексне освоєння газовугільних родовищ України на основі потокових технологій буріння свердловин / [В. М. Мойсишин, І. М. Наумко, В. І. Пелипець та ін.]. – К. : Наук. думка, 2013. – 308 с.
11. Корреляція карбонових угленосних формацій Львовсько-Волинського и Люблинського басейнов / [В. Ф. Шульга, А. Здановски, Л. Б. Зайцева и др.]. – Киев : Варта, 2007. – 428 с.
12. Критерії газонасності вугільних покладів південно-західної частини Львівсько-Волинського басейну / В. І. Узюк, Є. С. Бартошинська, С. І. Бик, П. М. Явний // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 1. – С. 114–120.
13. Леткі компоненти флюїдних включень у мінералах жильно-прожилкових утворень перспективно нафтогазоносних товщ Львівського палеозойського прогину / І. М. Зінчук, І. М. Наумко, В. А. Калюжний, Б. Е. Сахно // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 2. – С. 18–27.
14. Наумко І. М. О важности глубинного высокотемпературного флюида в создании условий для формирования месторождений природных углеводородов в земной коре / И. М. Наумко, И. М. Сворень // Новые идеи в науках о Земле : 6 междунар. конф. : материалы. – М., 2003. – Т. 1. – С. 249.
15. Наумко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук / Наумко Ігор Михайлович. – Львів, 2006. – 52 с.
16. Наумко І. М. Підсумки та перспективи досліджень термобарометрії і геохімії палеофлюїдів літосфери (за включеннями у мінералах) / І. М. Наумко, В. А. Калюжний // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2001. – № 2. – С. 162–175.
17. Особливості геологічної будови та нафтогазоносність Львівсько-Люблинського прогину / М. Павлюк, Б. Різун, А. Медведєв [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 1 (146). – С. 5–17.
18. Сворень Й. М. Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор / Й. М. Сворень, І. М. Наумко // Доп. НАН України. – 2009. – № 9. – С. 138–143.
19. Сворень Й. М. Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій: фізико-хімічна модель формування вугільних пластів / Й. М. Сворень, І. М. Наумко // Доп. НАН України. – 2009. – № 11. – С. 116–120.
20. Сокоренко С. Особливості газонасності вугільного пласта v_6 Львівсько-Волинського басейну і перспективи використання метану / С. Сокоренко, І. Костик, В. Узюк // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2009. – № 2 (147). – С. 19–30.
21. Чекалюк Э. Б. Предельные давления генерации угольных газов в процессе метаморфизма углей / Э. Б. Чекалюк // Геология и геохимия горючих ископаемых. – Киев : Наук. думка, 1990. – Вып. 74. – С. 1–4.
22. Явний П. Оцінка метанонасності вугленосної товщі Львівсько-Волинського басейну / П. Явний, І. Бучинська // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2012. – № 3–4 (160–161). – С. 17–28.

23. Shulga V. Coal-bearing formation of the Lviv-Volyn coal basin : Field Trip Guide of the 7th European Coal Conference / V. Shulga, S. Byk, I. Dudok. – Lviv, 2008. – 60 p.
24. Zinchuk I. Mineralogical peculiarities and forming conditions of veinlet mineralization in the Palaeozoic sedimentary series of Carpathian foreland / I. Zinchuk, V. Kalyuzhnyi & I. Naumko // Mineral Sciences in Carpathians : 2nd Intern. Conf. : abstracts. – Szeged, Hungary, 2003. – P. 118.

*Стаття: надійшла до редакції 09.06.2016
прийнята до друку 05.09.2016*

CONDITIONS OF VEINLET MINERALIZATION FORMATION IN COAL-BEARING ROCKS OF LYUBELSKIE DEPOSIT (LVIV-VOLYN COAL BASIN)

M. Zubyk, I. Naumko, B. Sakhno, Ya. Yaremchuk

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

We investigated veinlet mineralization in Carboniferous sediments of the Lyubelske deposit (Lviv-Volyn coal basin), located within the Lviv Palaeozoic trough. One of the typical sections in the Northern part of the deposit has been studied in detail. Our goal is to complement the available data on the parameters of migrating fluid paleosystems in the trough.

Main industrial reserves and prognostic resources of coal at the deposit are concentrated in 12 coal seams; most of them has an average capacity of from 0.73 to 1.50 m, and the seams n_7^b , n_7^h and n_7 – 1.5–1.6 m, but they are located in the southern part of the deposit deeper than the main part of the basin, up to 600–1200 m. Geological section of the deposit is as complete as possible, because it occurs in the deepest part of the Lviv-Volyn coal basin: Devonian terrigenous-carbonate deposits, Carboniferous coal-bearing sediments, Jurassic rocks of the diverse composition, terrigenous-carbonate and carbonate rocks of the Cretaceous and Quaternary sand-clay deposits.

The lateral veins occur above the coal seams v_6^0 , n_0^6 and n_1^0 in host rocks, and they are parallel to their bedding. According to X-ray diffraction, calcite dominates in veins composition, sometimes with dolomite and there are also quartz and marcasite. This indicates the formation of mineralization in acidic reduction environment. The results of mass-spectrometric chemical analysis showed that the nitrogen (65.8–76.2 vol. %) prevails among the volatile components of fluid inclusions in calcite, there are also CO₂ and CH₄. Relative gas-saturation of samples is low – to 0.07–0.53 Pa.

As part of the vertical streaks are revealed quartz, siderite, calcite, etc. Among the volatile components of fluid inclusions in these minerals, methane and its first homologues dominate (respectively, 82.2–87.5 and 5.2–12.1 vol. %), and the relative gas-saturation of the samples is very high – 4.0–31.1 Pa.

It is concluded that at the stages of post-sedimentary mineral formation (during the formation of veinlet mineralization) in fault zones the conditions existed for the inflow of carbohydrate-containing fluids through the systems of vertical or subvertical joints. Such joints are developed in the deep oil-gas-conductive dislocations, such as Belz-Mylyatynska zone of overlaps. Within the influence of abiogenic deep-seated high-temperature fluid there were the conditions in adjacent sections of sedimentary rocks for the decomposition of organic residues with the formation of coal seams. Fluid relics preserved or have been occluded by coal in a tightly well-mineralized from the roof coal seam, or they were encapsulated in defects (fluid inclusions) and closed pores of the newly formed minerals of vertical veinlets in the free state, where are under abnormally high pressure. At the same time during formation of calcite of lateral veinlets, the fluid environment had non-hydrocarbon composition and low gas-saturation. This proves that the deep factors have very little impact on the conditions of calcite crystallization.

So there were two fundamentally different fluid post-sedimentary paleosystems; the sources of Ca^{2+} of calcite-forming fluids were also different, as well as the mechanisms of vertical and lateral veinlets formation.

The obtained data will contribute to refining the model of post-sedimentary mineral formation in coal-rock masses of the Lviv-Volyn coal basin.

Key words: fluid inclusions, volatile components, veinlet mineralization, coal-bearing deposits, Lyubelske deposit, Lviv-Volyn coal basin.