

УДК 552.5(477.83)

Канд. геол.-мін. наук ДЕРЕВСЬКА К.І. (ІГН НАНУ), канд. геол.-мін. наук БАРТОШИНСЬКА Є.С., інж. ШЕВЧУК О.М., канд. геол. наук ЗІНЧУК І.М., канд. геол.-мін. наук БУЧИНСЬКА І.М., інж. ЯВНИЙ П.М. (ІГГІ НАН України)

ЛІТОГЕНЕЗ ОСАДОВИХ ФОРМАЦІЙ КАРБОНУ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОГО ВУГЛЕНОСНОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ

Львівсько-Волинський басейн (ЛВб) привертав до себе увагу дослідників багато років. Петрографія і стратиграфія, тектонічна будова, характеристика вугілля і його походження - все це детально висвітлено в роботах і наукових звітах [1-4 тощо]. Проте є ряд геологічних аспектів, на які мало звертали увагу. До них можна віднести визначення постдіагенетичної зональності (регіональної та вертикальної), невідповідність перетворень порід маркам вугілля, утворення та накопичення бітумів, палеотермальний режим басейну, закономірності поширення та генезису сульфідної мінералізації.

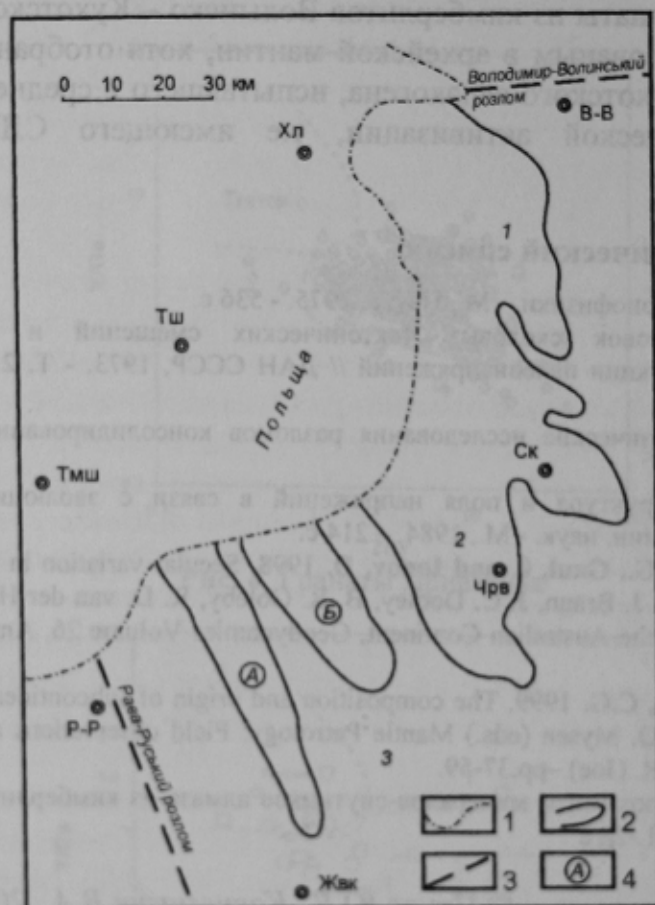


Рис. 1. Схема положення Львівсько-Волинського вугільного басейну (з використанням [4]): 1 - державний кордон з Польщею; 2 - контури вугільних родовищ; 3 - тектонічні порушення; 4 - вугільні родовища Південно-Західного району: А - Любельське, Б - Тяглівське. Вугленосні райони басейну (цифри на схемі): 1 - Нововолинський, 2 - Червоноградський, 3 - Південно-Західний

Порівняння ступеню літогенезу в межах різних осадово-породних басейнів (ОПБ) південно-західного схилу Східно-Європейської платформи (СЄП) дозволило виділити ката- та метагенетичні особливості осадових товщ. Загально відомо, що постдіагенетичні зміни пісковиків в ОПБ впливають на щільність порід, а від так і на колекторські властивості осадової товщі, які на різних стадіях ката- або метагенезу мають свої особливості. Пористість порід залежить від наявності регенераційних кайм навколо зерен кварцу та від конформізму уламків, який залежить від їх форми, а також від кількості глинисто-слюдистих мінералів в цементі. Таким чином, вважається, що визначення ступеню постдіагенетичних перетворень пісковиків є одним з головних критеріїв прогнозування порід-колекторів газу у газово-вугільних басейнах. Проте в межах ЛВб визначена невідповідність перетворень порід, їх конформізму та пористості ступеням метаморфізму вугілля, що стало головним питанням, яке потребує вирішення.

Об'єктом наших досліджень були пісковики карбону Південно-Західного району ЛВб, розкриті серією свердловин у межах Любельського та Тяглівського родовищ (рис. 1).

Коротка геологічна характеристика регіону. Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн розташований в південно-східній частині Львівсько-Люблінської палеозойської западини і входить до зони перикратонних занурень південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи (СЄП) (див. рис. 1). ЛВб виповнений відкладами рифею, кембрію, ордовіку, силуру, девону, карбону, юри, крейди, а також кайнозойськими утвореннями [5]. На північному сході і сході осадові відклади басейну переходять в область західного схилу Українського щита, на півдні - у Передкарпатський прогин, на заході обмежується Рава-Руським розломом, а на півночі їх границею є широтний Володимир-Волинський розлом [6]. Структура ЛВб є асиметричною. Теригенні відклади утворюють широку монокліналь, яка полого нахилена в бік Карпат з загальним падінням на південний захід під кутом до 5° .

Моноклінальне залягання палеозою змінюється асиметричними широкими положистими синкліналями, які чергуються з вузькими антикліналями складної будови. На захід від Радехівського розлому архей-протерозойський фундамент роздроблений на блоки, східчасто занурюється в південно-західному напрямку до 7000-8000 м і занурюється під Карпати [6]. В цьому ж напрямку збільшується потужність осадового чохла. Потужність вугленосних відкладів карбону також зростає в південно-західному і західному напрямках. Сучасна потужність всього осадового чохла в межах ЛВб не перевищує 3000 м. Найменша потужність її зафіксована на крайніх півночі і сході басейну, де вона не перевищує 300 м [3].

Вугленосна формація ЛВб представлена комплексом теригенних порід (пісковиками, алевролітами, аргілітами) з малопотужними, добре витриманими прошарками вапняків і вугілля. За попередніми дослідженнями [1] встановлено, що ступінь метаморфізму вугілля басейну збільшується у південно-західному напрямку. Теригенні породи містять тонкі прошарки газового (Г), газово-жирного (ГЖ), жирного (Ж), коксівного (К) вугілля. По окремих горизонтах виявляється приуроченість високих марок вугілля (К, ПС) до зон регіональних розривних порушень. На північ ступінь метаморфізму вугілля зменшується і відповідає маркам вугілля газового (Г) та довгополуменевого (Д).

В межах Південно-Західного району ЛВб виділені два родовища вугілля - Тяглівське та Любелівське [9]. Перше являє собою похилу синкліналь, яка заповнена вугленосними відкладами карбону. Друге розміщено на захід від Тяглівського і являє собою похилу синклінальну складку, заповнену серпухівськими і башкирськими відкладами. Ще далі на захід проходить Рава-Руська зона розломів, яка виступає південно-західною границею ЛВб.

Слід зазначити, що південно-західна частина ЛВб від рифею до середнього карбону включно була мобільною, на що вказує її інтенсивне компенсоване занурення та поширення чисельних тектонічних порушень [5]. На рухомий тектонічний режим вказує також характер вугільних горизонтів. Будова пласта, як правило, складна, вугільні шари розщеплені, скорочена потужність пластів і міжвугільних породних прошарків [3].

Відомо, що в південно-західній частині СЄП (в межах ЛВб і суміжних регіонів) магматизм проявився у рифей-венді з формуванням трапової формації. Більш молода магматична діяльність відома в Карпатському регіоні та Люблінському прогині [5].

Методи та методика. Визначення постдіагенетичних змін теригенних та карбонатних осадових порід базується на літолого-стадіальному аналізі [10, 11]. Попередніми дослідженнями вугленосних порід карбону у Центральному Донбасі (табл. 1) [12, 13] було запропоновано серед стадій постдіагенетичних перетворень виділяти катагенез (I-III ступенів) та метагенез (IV₁-IV₂ ступенів). На підставі температурного аналізу регенераційних кайм кварцу, мінералів з катагенетичних

прожилків та цементу пісковиків з урахуванням поступових перетворень мінералів, були виділені проміжні ступені змін теригенних порід (>II, >III).

Одним з найголовніших критеріїв визначення ступеня літогенезу у вугленосних басейнах є відбивна здатність вітриніту автохтонних вуглистих включень [14]. Другим важливим критерієм є перетворення глинистих мінералів та їх асоціацій, що відбуваються при збільшенні глибин залягання порід [15]. Третім значним критерієм є трансформація структури і текстури осадової породи, яка зазнала постдіагенетичних перетворень (конформізм, регенерація, інкорпорація, стресові мікроструктури) [16, 17, 18]. Враховуючи перетворення осадової породи, можна реконструювати палеотермальні умови, в яких вони відбувались, оскільки, наприклад, температурні інтервали переходів одних мінеральних комплексів в інші (кальциту в доломіт, доломіту в анкерит, каолініту в дикіт тощо) є визначеними [13].

Основна частина. Літогенетичні особливості осадових порід Південно-Західного району ЛВб досліджувались за пісковиками карбону, які широко представлені в межах басейну. Утворення серпухівського та башкирського ярусів містять пакети або прошарки вугілля, метаморфізм якого визначено рівномірно по всій площі ЛВб. Пісковики карбону часто карбонатизовані. Карбонат представлений сидеритом або кальцитом і виступає цементом або утворює стяжіння, лінзи та прошарки у вміщуючих породах. Відмічаються також оксиди заліза.

Літогенетичні дослідження аргілітів Любельського родовища ЛВб, які містять вугілля марок Г, Ж, К, показали, що до складу глинистого матеріалу цементу порід входять каолініт та гідрослюда, відмічаються також новоутвори серициту та хлориту [19]. Було встановлено, що ступень перетворення аргілітів відповідає переходу від глибинного катагенезу (III) до початку раннього метагенезу (>III).

Мінералого-петрографічні дослідження осадових товщ Південно-Західного району ЛВб свідчать, що породи зазнали змін різної інтенсивності – від глибинного катагенезу до глибинного метагенезу. З використанням цих та інших розрізів для частини Південно-Західного району було побудовано схематичний геологічний розріз, на якому показані ката- і метагенетичні зони (рис. 2).

Необхідно зазначити, що класичні уявлення про властивості, яких набуває осадова порода під час постдіагенетичних перетворень, не можуть бути використані для характеристики стадій ката- та метагенезу товщ ЛВб. Це пов'язане, не тільки з різною кількістю первинного глинистого або карбонатного цементу та структурою пісковиків на близьких ділянках. На це вказує також невідповідність ката-метагенетичних перетворень вміщуючих порід маркам вугілля (табл. 2).

Осадові породи карбону, що за літолого-стадіальними ознаками можуть бути віднесені до зони глибинного катагенезу (III), поширені в межах Любельського родовища і представлені дрібнозернистими поліміктовими пісковиками. Породи містять вугілля, метаморфізм якого відповідає маркам коксівного вугілля, і перекриваються утвореннями юри або верхньої крейди (див. рис. 2, табл. 2). Конформні структури зчленування уламків досягають 75-80%. Регенераційні кайми асиметричні. Текстура порід масивна, мікрошарувата з субпаралельним поширенням уламків слюд, решток рослин (до 3%), або пошаровим виділенням сидериту. Уламкова частина (60-70%) представлена кварцом, польовими шпатами, уламками порід (кварцити, ефузиви), слюд, акцесорними мінералами (циркон, апатит, турмалін, сфен, гранат). Встановлений вуглефікований рослинний детрит. Кількість цементу в пісковиках досягає 20-30%. Тип цементу поровий, плівковий, контактово-поровий, порово-плівковий. Породи хлоритизовані та піритизовані.

Табл. 1. Постдіагенетичні зміни осадових порід вугленосних басейнів (з використанням матеріалів [12,13])

Метагенез			Катагенез		Стадія	
Пізній	Ранній	Початок раннього	Пізній		Середній	Етап змін
IV ₂	IV ₁	>III	III	>II	II	Підзона (ступінь змін)
A	HA, A	П	Ж, К, ПС	Г, ПЖ	Д, Г	Марка вугілля
300	160 190	155	120 140	115 120	80 115	Максимальна температура змін, °С
2,75	2,69	2,67	2,66	2,60	2,40	Щільність, г/см ³
1580	1260	~1100	1029	657	347	Міцність на стискування, кг/см ²
<1	1,5-2	2-4	4-6	6-14	14-20	Відкрита пористість порід, %
Постдіагенетичні перетворення						
<p>Слабо ущільнені зернисті структури; конформізм уламків 25%; базально-поровий, поровий цемент; перекристалізація каолініту та розвиток його по плагіоклазах з утворенням «яшикових» структур; поодинокі новоутворення гідрослюди в породах; гідратація уламкового біотиту.</p> <p>Ущільнені зернисті структури; конформізм уламків 25%; базально-поровий, поровий, плівковий цемент; регенерація уламків кварцу; інтенсивна каолінізація монтморилоніту в цементі; новоутворення гідрослюди в породах та по контурах уламкових зерен з «комірчастю» мікроструктурою; релікти «яшикових» структур; гідратація, хлоритизація уламкового біотиту; пелітизація та серицитизація уламків плагіоклазу.</p> <p>Сильно ущільнені зернисті структури; конформізм уламків 25-50%; регенераційні кварцові та альбітові кайми; перехресноволокнисті структури гідрослюди у поровому цементі; розпад уламкового біотиту з утворенням мікроструктури «стовничка монет», розпад уламкового сфену; утворення оксидів титану.</p> <p>Сильно ущільнені зернисті структури; інтенсивні конформізм (75-85%), інкорпорація та кварцитовидні структури - більше 25%, регенераційні кварцові та альбітові кайми; петельчастий, плівковий та поровий, реліктовий гідрослюди цемент, безцементна цементация. З'являються звивисті, переривчасті, незначної поужності метабенні мікропрожилки кальциту, халцедону, гідрослюди. За рахунок розкладу титаномагнетиту і біотиту утворюються голки рутиллу та анатазу.</p> <p>Кварцитоподібні структури; дільниками - мікростиглолітові з утворенням «кварцових борідок», конформні та інкорпораційні зчленування уламків (85-90%); реліктовий поровий цемент, в порах (2-3%) присутні релікти халцедон-гідрослюдистого цементу, безцементна цементация. Регенераційні кварцові кайми (75-80%) добудовують уламки кварцу до кристалографічних форм, розмір кайм іноді перевищує розмір теригенних уламків.</p> <p>Кварцитоподібні, мікростиглолітові структури; конформізм (100%), інкорпорація (50%); фесгончасте розчинення уламків - більше 25%; «кварцові борідки». Кварц утворює самостійні зернистокристалічні відокремлення між уламками; перекристалізація кальциту з утворенням монокристалів; кліваж течії; хлорит-мусковітові пакети з новоутвореними кристалами сфену, рутиллу, анатазу.</p>						

Табл. 2. Характерні ознаки постдіагенетичних змін пісковиків нижнього карбону у вугленосних товщах ЛВб (з використанням [13,17])

Стадія	Етап змін	Ступінь змін	Марка вугілля	Катагенетичні та метагенетичні перетворення	Типи карбонатного цементу
Катагенез	Пізній	III	Ж, К (Любельське родовище)	Ущільнені зернисті структури; конформізм уламків 75-80%; регенераційні кварцові кайми; гідратация та хлоритизация уламкового біотиту; перехресноволокнисті мікротекстури; гідролізу в поровому цементі; перекристалізація каолініту та розвигот його по плагіоклазах; новоутворення гідролізу в породах; серицитизация та пелітизация уламків плагіоклазу.	Пойкілітовий, поровий, пойкилобластовий напівбазальний цемент (20-25%) крупнокристалічні утворення кальциту. Пошарове виділення сидериту.
		>III	Г, ГЖ (Тяглівське родовище) К (Любельське родовище)	Ущільнені зернисті структури; конформізм (80-85%), інкорпорація та регенерація 1-5%; петельчастий, плівковий та поровий, безцементна цементация. З'являються потужні метагенні мікропрожилки кальциту та дрібнозернисті агрегати кварцу в цементі. За рахунок розкладу уламкового титаномангнетиту і біотиту утворюються голки рутилу та анатазу; розпад уламкового біотиту з утворенням мікроструктури "стовпчика монет", розпад уламкового сфену; каолінізація первинного цементу; фельшпатизация польових шпатів з утворенням нових польових шпатів.	Порово-петельчастий та поровий, кородійний (до 10%) цемент; первинний тонкодисперсний кальцит перекристалізується у дрібнозернистий; пелітоморфні виділення сидериту; оолітова, плямиста текстурна. Поширені прожилки мономінерального карбонатного, кварцового або змішаного складу
Метагенез	Ранній	IV ₁	ГЖ (Тяглівське родовище) К, ПС (Любельське родовище)	Сильно ущільнені зернисті структури; інтенсивні конформізм (85-95%) та інкорпораційні зчленування уламків; реліктовий каоліновий та гідролідовий цемент; безцементна цементация. Регенераційні кварцові кайми (близько 5%) добувають уламки кварцу до кристалографічних форм; присутні стресові мікроструктури, релікти польових шпатів фельшпатизовані з утворенням нових польових шпатів.	Прошарки волокнистого кальциту з плівками глинисто-залізного матеріалу. Сидерит утворює скупчення в породи. З'являються звивисті, переривчасті, іноді потужні метагенні прожилки кальциту
		IV ₂	Вугілля не встановлено	Кварцитоподібні, мікростилітові структури; конформізм (95-100%), інкорпорація. Кварц утворює самостійні зернистокристалічні відокремлення між уламками; хлорит-мусковітові пакети з новоутвореними дрібними кристалами сфену, рутилу, анатазу. Присутні стресові мікроструктури. Формування брекчій.	Поровий корозійний або "агресивний" цемент (20-25%). Первинний матеріал перекристалізується і утворює монокристали; волокнисто-голчастий кальцит в стресових мікроструктурах в тінях стиснення уламків або у прошарках.

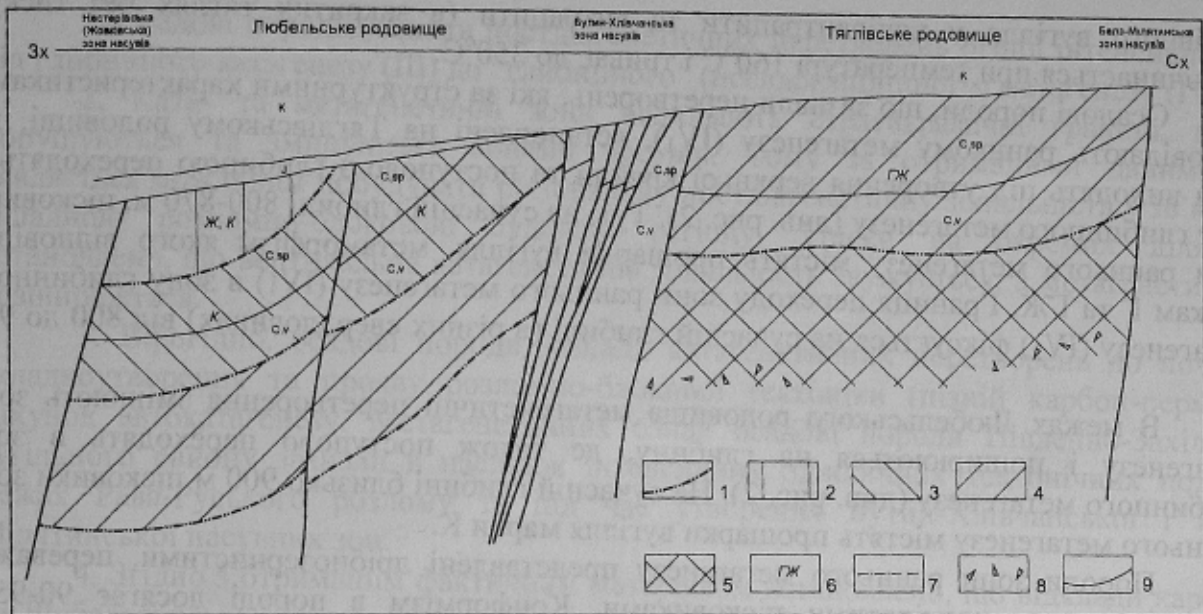


Рис. 2. Вертикальна ката- та метагенетична зональність у відкладах нижнього карбону в межах Південно-Західного вугільного району Львівсько-Волинського басейну: 1 - схематичні границі зон ката-метагенезу. Ступені перетворення осадових порід за структурними ознаками: 2 - глибинний катагенез (III), 3 - початок раннього метагенезу (>III), 4 - ранній метагенез (IV₁), 5 - глибинний метагенез (IV₂). 6 - марки вугілля за ступенем метаморфізму; 7 - границя поширення вугілля різних марок; 8 - брекчієподібні утворення в осадовій товщі; 9 - стратиграфічні границі

Осадові породи карбону, що за літолого-стадіальними ознаками зазнали перетворень, які відповідають початку раннього метагенезу (>III), поширені в межах Любелського родовища і виходять як під утворення юри та верхньої крейди, так і поширюються з глибиною (див. рис. 2). Породи містять прошарки вугілля, метаморфізм яких відповідає маркам коксівного вугілля. Вони представлені різнозернистими, поліміктовими або олігоміктовими пісковиками. Конформні структури досягають 80-85%, поширені інтенсивна регенерація, інкорпорація (~15%), кварцитоподібні структури, стресові мікротекстури. Пісковики мають дрібно- та середньозернисту структуру. Текстура порід мікрошарувата і пов'язана з субпаралельним поширенням уламків слюд, решток рослин (до 6%). Уламкова частина (70-75%) представлена кварцом, польовими шпатами, уламками порід, слюд, акцесорними мінералами (циркон, турмалін, апатит). Контакти між зернами прямолінійні або опукло-ввігнуті. Для уламків кварцу характерним є присутність регенераційних кайм (1-5%). Слюди гідратовані, хлоритизовані і утворюють мікротекстури „стовпчика монет”. По них розвинуті тонкі голки рутилу та анатазу. Польові шпати серицитизовані, іноді майже повністю заміщені глинистим матеріалом або кальцитом. По ним утворюються вторинні польові шпати, що з'являються зрідка, переважно в пісковиках з глинистим цементом, які містять вугілля марок Ж і К. Кількість цементу досягає 15%. Вид цементу порово-плівковий або плівковий. Цементом виступає гідрослюдястий або кварцовий матеріал.

Охарактеризовані зміни в пісковиках утворюються в умовах, які у вугленосних басейнах відповідають середнім стадіям метаморфізму вугілля (Ж, К). Відповідні перетворення порід на стадії Ж в платформних умовах відбуваються на глибині 4 км, К—4,35 км, ПС—4,65 км [20,21], де температура відповідає 115–140°C. Визначення ступеня змін порід за відкритою пористістю пісковиків також вказує на стадії Ж-К. Крім того, експериментальні дослідження [22] показали, що процес переходу

коксівного вугілля у напівантрацити та антрацити (в закритих тиглях без тиску) розпочинається при температурі 160°C і триває до 350°C.

Осадкові породи, що зазнали перетворень, які за структурними характеристиками відповідають ранньому метагенезу (IV₁), встановлені на Тяглівському родовищі, де вони виходять під утворення верхньої крейди та поступово з глибиною переходять в зону глибинного метагенезу (див. рис. 2). Тут, на сучасній глибині 800-870 м, пісковики зони раннього метагенезу містять прошарки вугілля, метаморфізм якого відповідає маркам Г та ГЖ. Границя переходу зони раннього метагенезу (IV₁) в зону глибинного метагенезу (IV₂) фіксується на сучасній глибині (в різних свердловинах) від 800 до 900 м.

В межах Любельського родовища метагенетичні перетворення змінюють зони катагенезу і поширюються на глибину, де також поступово переходять в зону глибинного метагенезу (див. рис. 2). На сучасній глибині близько 900 м пісковики зони раннього метагенезу містять прошарки вугілля марки К.

Породи зони раннього метагенезу представлені дрібнозернистими, переважно олігоміктовими, псамітовими пісковиками. Конформізм в породі досягає 90-95%, поширені регенерація (близько 5%), крустифікація, інкорпорація (~25%), присутні стресові мікротекстури. Текстура порід мікрошарувата, що підкреслюється субпаралельним поширенням уламків слюд.

Уламкова частина (70-85%) представлена кварцом, реліктами слюд, акцесорними мінералами (циркон, турмалін, апатит). Слюди гідратовані, розщеплені, розтягнуті по породі, хлоритизовані, лейкоксеновані. До них приурочені кристалічні утворення сфену, рутилу та анатазу. Рослинні рештки (до 2%) вуглефіковані та нерівномірно розсіяні по породі. В пісковиках переважає безцементна цементация, іноді встановлюється реліктовий поровий каоліновий цемент. В цілому кількість цементу не перевищує 10%. Тип цементу плівковий, петельчастий, переважно кварцовий або гідрослюди́стий.

Пісковики, що за структурними ознаками зазнали глибинного метагенезу (IV₂), характеризуються середньо- та крупнозернистою структурою. Конформізм в породі досягає 95-100%, поширені регенерація, крустифікація, кварцові шипи, інкорпорація (~25%), присутні стресові мікротекстури. Текстура порід масивна.

Уламкова частина (80-85%) представлена переважно кварцом, іноді присутні акцесорні мінерали (циркон, апатит). Контакти між зернами переважно прямолінійні. Переважає безцементна цементация. Встановлюється реліктовий глинисто-гідрослюди́стий поровий цемент (2%).

З глибиною породи стають подібними до тектонічних брекчій і містять переважно гострокутові уламки, мають різнозернисту структуру та стресову мікроструктуру.

Визначені метагенетичні зміни пісковиків характерні для товщ, які у вугленосних басейнах містять напівантрацити та антрацити [13]. Метаморфізм таких марок вугілля відбувається при температурах 160-230°C, що дозволяє оцінити глибини залягання порід під час перетворень у 5-6 км. Проте у відкладах карбону в межах ЛВ6 марки вугілля вище за ПС на теперішній час не встановлені. У відкладах середнього та верхнього девону та нижнього карбону під час ката- або метагенезу формувались прожилки та жили карбонатного і кварцового складу. За даними термометричного аналізу газово-рідинних включень (ГРВ) встановлено, що температура гомогенізації суттєво водних ГРВ в карбонатах досягала 230-240°C, що за [22] відповідає мінімальній температурі розчинів.

Висновки. Вивчення регіонального ката- і метагенезу осадових порід карбону в межах Південно-Західного району ЛВ6 дозволяє зробити наступні висновки:

1. Осадіві породи зазнали постдіагенетичних перетворень різної інтенсивності - від глибинного катагенезу (III) до "глибинного" (псевдоглибинного) метагенезу (IV₂).

2. Ката- та метагенетичні зони включають стратиграфічні границі, проте порушуються та зміщуються зонами насувів. Тому за отриманими даними не уявляється можливим побудувати регіональну постдіагенетичну зональність у зв'язку з складною розломно-блоковою будовою регіону. Тільки на окремих ділянках встановлено, що вертикальна катагенетична зональність звужується, а метагенетична - розширюється.

3. Вірогідно, осадові породи зазнали катагенетичних перетворень до початку складкоутворення та прояву розломно-блокової тектоніки (пізній карбон-перм) за рахунок автокатагенезу. Метагенетичних ознак осадові породи Південно-Західного вугільного району зазнали в наслідок інтенсивних однібочних тектонічних подій в межах Рава-Руського розлому та під час утворення Бутин-Хлівчанської і Белз-Мілятинської насувних зон.

4. Згідно з отриманим фактичним матеріалом встановлено, що відклади карбону на Любельському родовищі, прогрівалися до 115-140°C (вугілля марок Ж, К, ПС), що приблизно на 25-35°C вище прогріву порід того ж самого віку на Тяглівському родовищі, де поширене вугілля марок Г, ГЖ. Пісковики Тяглівського родовища мають вищий конформізм порівняно з породами Любельського родовища того ж самого віку і, вірогідно, зазнали більшого тиску, на що вказує значна щільність порід, стресові мікротекстури і характер контакту теригенних уламків. Вірогідно, на Тяглівському родовищі в межах насувних зон породи локально також могли прогріватися до зазначеної температури.

5. Результати досліджень вказують на те, що породи в межах Любельського родовища були підняті на сучасний рівень (915-550 м) з глибини близько 4 км при палеогеотермічному градієнті 35°-40° на 1 км, звичайному для платформних прогинів.

6. Встановлено, що температура гомогенізації ГРВ в карбонатах з метагенетичних прожилків та жил у відкладах девону та нижнього карбону не перевищувала 240°C. Мінералізація формувалась з водно-вуглеводневих розчинів з високою газонасиченістю.

7. За геофізичними даними [23] сучасна температура (в свердловинах) в межах ЛВб на глибині 0,5 км досягає 26-30°C, а на глибині 3 км - 80-90°C, що дає можливість віднести даний регіон до областей з аномальним прогрівом кори.

Бібліографічний список

1. Кушнирук В.А. Геологическое строение и тектонические особенности Львовско-Волинского бассейна. - Киев: Наук.думка, 1968. - 132с.
2. Бартошинская Е.С. Генезис и закономерности размещения сапропелитов в угленосной толще карбона Львовско-Волинского бассейна: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин.наук. - Львов, 1971. - 21с.
3. Бик С.І., Мартюк К.М. Карбонове вугленагромадження на території Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин, 1994. - №1-2 (86-87). - С.71-79.
4. Томас А., Шульга В.Ф. К вопросу о возрасте известняков карбона юго-запада Львовско-Волинского каменноугольного бассейна (Бышковская площадь) // Доповіді НАНУ, 2005. - №5. - С.119-122.
5. Угленосные формации карбона юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы /Бартошинская Е.С., Бик С.И., Муромцев А.А, Сывый М.Я. - Киев: Наук.думка, 1983. - 172с.
6. Особенности тектоники угольных бассейнов Украины /Майданович И.А., Радзивилл А.Я. - Киев: Наук.думка, 1984. - 120с.
7. Маковський Ю.С. Фаціальна зональність вугленосної товщі Львівсько-Волинського басейну // Сучасні проблеми літології: Матер. наук. конф., присвяченої 100-річчю від дня народження Д.П.Бобровника. - Львів:ВЦ ЛНУ ім.І.Франка, 2002. - С.54-55.
8. Бучинська І.В., Шевчук О.М. Порівняльна характеристика постдіагенетичних змін пісковиків зони глибинного катагенезу Донецького і Львівсько-Волинського вугільних басейнів // Геологія і геохімія горючих копалин, 1994. - №1-2 (86-87). - С.79-89.

9. Атлас мікроструктур вугілля Львівсько-Волинського басейну /Федушак М.Ю., Кушнірук В.О., Бартошинська Є.С. – Київ: Наук.думка, 1974.-105с.
10. Коссовская А.Г., Шутов В.Д. Фации регионального эпигенеза и метабенеза // Изв. АН УССР.Сер.геол., 1963. – №3. – С.3–17.
11. Логвиненко Н.В. Постдиагенетические изменения осадочных пород. - Л.:Недра, 1968.- 92с.
12. Деревська К.І., Шумлянський В.О., Новик В.А. Постдіагенетичні змінення порід карбону на етапі інверсії і гіпогенного рудоутворення в Донецькому басейні // Аспекти геології металевих і неметалевих корисних копалин. Збірка наукових праць ІГН НАНУ, присвячена пам'яті проф.В.І.Скаржинського, 2002. – Т.1. – С.55-72.
13. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України /Шумлянський В.О., Деревська К.І., Дудар Т.В. та інш. Наукові праці Інституту фундаментальних досліджень. - Київ: Наукове вид-во «Знання», 2003. -272с.
14. Диагенез и катагенез осадочных образований //Под ред. Г.Ларсена и Дж.В.Чилингара. - М.: Изд. «Мир», 1971. - 464с.
15. Карпова Г.В. Глинистые минералы и их эволюция в терригенных отложениях. – М.: Недра, 1972. – 174 с.
16. Копелиович А.В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы // Тр. АН СССР. - М.:Наука,1965. - Вып.121. - 308с.
17. Мавыев Н.Ч. Катагенез нефтегазоносных мезозойских и верхнепалеозойских формаций юго-запада Туранской плиты / Под.ред. В.С.Князева. – Ашхабад:Ылым, 1986. - 220с.
18. Лукьянова В.Т. Катагенез в орогенных областях. - М.: Т-во научных изданий КМК ЛТД, 1995. - 174с.
19. Бучинська І.В. Катагенетичні зміни глинистих порід вугленосних товщ Донецького і Львівсько-Волинського басейнів у зоні глибинного катагенезу // Геологія і геохімія, 1999. - №1.– С.51-53.
20. Вопросы метаморфизма углей и эпигенеза вмещающих пород /Под ред. Г.А.Иванова, Е.О.Погребецкого. – Л.: Наука, 1968. – 332 с.
21. Канана Я.Ф. Вертикальная зональность и палеотемпературы регионального метаморфизма органического вещества // Геол. журн., 1985. – №6. – С.69–73.
22. Пизнюр А.В. Основы термобарогеохимии // Львів:Изд-во ЛГУ, 1973. - 106с.
23. Гордиенко В.В. и др. Геотермический атлас Украины. - Киев, 2004.-60с.

© Деревська К.І., Бартошинська Є.С., Шевчук О.М., Зінчук І.М., Бучинська І.М., Явний П.М., 2006