

ГЕОДИНАМІЧНІ УМОВИ ТА ФАЦІАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЧОРНОСЛАНЦЕВИХ ВІДКЛАДІВ ПРОТЕРОЗОЙ-ПАЛЕОЗОЮ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

Розглянуто геодинамічні умови та фаціальні особливості формування чорносланцевих відкладів протерозой-палеозою Волино-Поділля. У формуванні цих відкладів вирішальну роль відігравали, в основному, низхідні рухи байкальської, каледонської та варисційської складчастості, а саме формування чорносланцевих відкладів відбувалось у батальних умовах у південно-західній частині Волино-Поділля, в зоні зчленування Східно- та Західноєвропейської платформ.

Ключові слова: Волино-Поділля; геодинамічні процеси; чорносланцеві відклади; фаціальні особливості.

Вступ

Чорносланцеві відклади привертають увагу геологів, особливо тепер, що пов'язано з можливістю відкриття в них так званого "сланцевого" газу. Значний інтерес викликають геодинамічні умови та фаціальні особливості їх формування, вивчення яких сприятиме розумінню процесів накопичення підвищеного вмісту органічної речовини в цих сланцях, від кількості якої залежить імовірність відкриття родовищ сланцевого газу.

Результати досліджень

Волино-Поділля охоплює територію між Українським щитом і Передкарпатським прогиним. Стратиграфічний поділ, літологічна характеристика порід з положенням в їх розрізі чорносланцевих відкладів, а також основні тектонічні рухи території, розмиви та неузгодження в нашаруванні порід показано на рис. 1.

Територія Волино-Поділля характеризується особливими геодинамічними умовами розвитку [Крупський, 2001], які пов'язані з її положенням у внутрішньому куті древньої Східноєвропейської платформи, утвореному зчленуванням Білоруського і Українського масивів кристалічних порід, і з особливостями зчленування тут цієї платформи з молодію Західноєвропейською платформою. Західну границю древньої платформи умовно проводять по Устилуг-Рогатинському розлому (зона Тейссейре-Торнквіста).

Територія, розміщена на захід від Устилуг-Рогатинського розлому, характеризується такими особливостями:

- значними товщинами палеозойського розрізу;
- поширенням у розрізі чорносланцевих відкладів;
- дислокованістю товщ каледонськими і варисційськими рухами (складчасто-насувні дислокації);
- лінійністю в геофізичних полях з переважанням елементів північно-західного простягання;
- великою (до 11 км) глибиною залягання архей-протерозойського фундаменту.

Цю територію деякі дослідники розглядають як епібайкальське облямування Східноєвропейської платформи, а територію на захід від зони Тейссейре-Торнквіста – як Західноєвропейську платформу.

Фундамент Волино-Поділля, як впливає з матеріалів магніто- і гравіметрії та даних буріння, в північній частині визначається тектонічними

елементами північно-східного, а в південній частині – північно-західного простягання. Ці дві частини відрізняються також положенням глибинних шарів надр і абсолютним віком їх складчастих комплексів. Першу форму, ймовірно, готський, а другу – бузько-подільський складчасті комплекси.

Фундамент має блокову будову, яка стала основою для формування регіональних структур фанерозою. В рифейський час сформувався Волино-Подільський (Оршанський) грабеноподібний прогин і Подільський виступ, у венді-ранньому девоні – Дністерський перикратон, у ранньому девоні – Боянецький прогин, у середньому девоні-карбоні – Львівський палеозойський прогин, Ковельський виступ і Ратнівський горст, у мезозої – Стрийський юрський і Львівський крейдовий прогини.

Волино-Подільський прогин північно-східного простягання сформувався на кристалічному фундаменті, де відбувались, ймовірно, карельські рухи. Ширина прогину близько 250 км. Він простягається далеко на північний схід, за межі України (майже на 1500 км). Вісь прогину пролягає приблизно по лінії Дубровиця-Локачі, поступово занурюючись у південно-західному напрямку спочатку під кутом 1°, а далі 2–3°. По обидва боки від осі поверхня фундаменту ступінчасто піднімається на 1,5–2 км. Прогин вздовж простягання ускладнений підняттями, про що свідчать зміни товщин червоноколірних відкладів польської серії, які його виповнюють.

Розріз серії характеризується циклічною будовою, що вказує на осцилографічний характер рухів. Товщини циклів свідчать про збільшення швидкості седиментації в часі. За межами прогину, на території Подільського виступу, переважали додатні карельські рухи, на заході, ймовірно, проявились готські рухи, в результаті яких накопичились породи відповідної формації, що супроводжувалося вулканізмом. Про це свідчать амфіболіти Лежайсько-Добруджської гряди.

Активізація тектонічних рухів відбувалась у кінці рифею–на початку венду, що пов'язано з початком Байкальської складчастості. Інтенсивна тектонічна діяльність призвела до розриву суцільності літосфери і виліву магм основного, рідко ультраосновного складу у відклади волинської серії. У смузі Кобрин – Тернопіль формується трапова формація волинської серії венду. Траповий вулканізм пов'язаний з активізацією розломів.

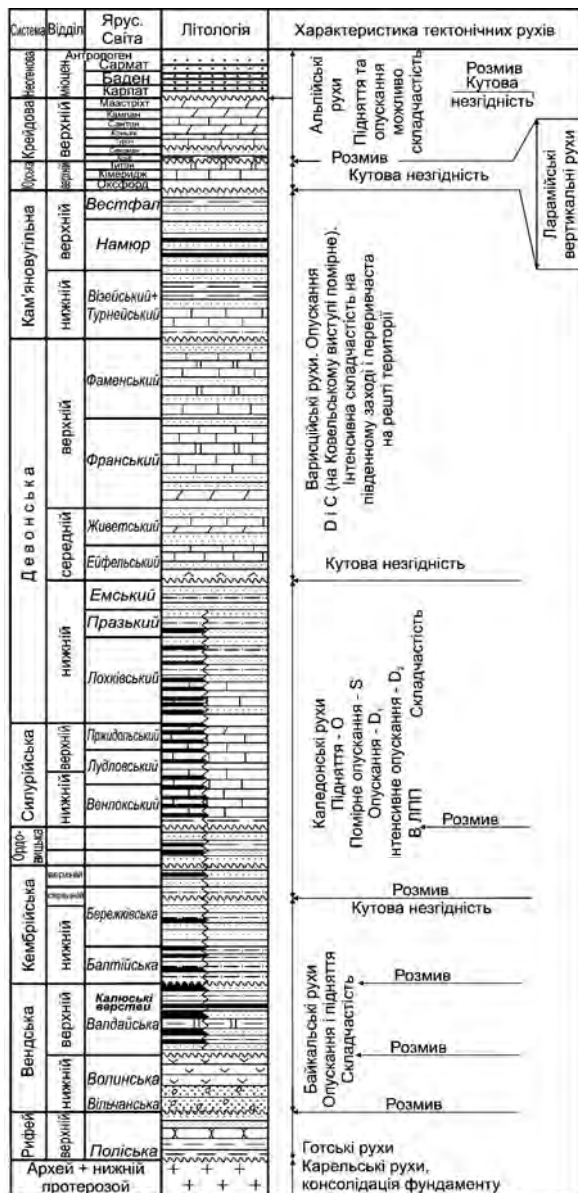


Рис. 1. Стратиграфічний поділ, літологія, тектонічні рухи та положення чорносланцевих відкладів у розрізі порід Волино-Поділля (Ю.З. Крупський, В.О. Котик, 2011 р.)

На південному заході, за межами Волино-Поділля розвивається Галицький рухомий пояс, який насувається на край кратону. З'являються елементи північно-західної зональності. В межах Волино-Поділля відкладаються ритмічно шаруваті континентально-морські теригенні осади і вулканогенні утворення нижньовалдайської серії венду, які представлені могильовською, яришівською і нагорянською світами (рис. 2). Перша світа представлена переважно різнозернистими аркозовими пісковиками. Її товщини – приблизно 50 м. Друга приблизно такої самої потужності, але складена переважно строкатоколірними аргілітами з туфогенним матеріалом.

За палеонтологічними даними вона відповідає венду Австралії. Нагорянська світа починається з аркозових різнозернистих пісковиків з прошарками аргілітів і алевролітів, а завершується чорними аргілітами калюської світи, які характеризуються великим вмістом органіки. Ці верстви представлені 60-метровою пачкою чорних аргілітів з високим вмістом органічної речовини. Породи мікрощаруваті, зі значними катагенетичними змінами (МК-3–МК-4). Вони поширені на території Волино-Поділля. У свердловинах, які розкривали валдайські відклади, це невелика (10–20 м) пачка чорних аргілітів. У межах південно-східної частини Передкарпатського прогину товщина цих відкладів може досягати 100 м.

У Придобрудзькому прогині (за межами України) вона становить 200–250 м. Валдайські відклади (за даними палеонології) наявні у фундаменті Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Свердловини розкривали чорні сланцюваті філітизовані аргіліти. Товщина їх не визначена, можливо, вона значна, але свердловинами вони повністю не розкриті. На думку дослідників (А.Е. Лукін, 2010 р.), вони характеризуються істотними катагенетичними змінами, які відповідають зоні апокатагенезу. Вище від нагорянської світи трансресивно з розмивом лежать відклади канилівської світи, які сформувались в умовах масштабної морської трансресії. Вони у східних районах представлені зеленувато-сірими і темно-сірими аргілітами, пісковиками та алевролітами, які утворюють тонке флішоподібне перешарування. Товщина світи збільшується у західному напрямку, водночас зростає кількість аргілітів, а розріз стає майже чорноколірним. Необхідно відзначити, що мінеральний склад канилівської світи суттєво відмінний від світ нижнього валдаю. Тут відсутні аркози, з'являються характерні асоціації, які складаються з уламків ефузивів, кременів, метаморфічних сланців і залістистих кварцитів. Це свідчить про наявність, окрім старої області живлення (Український щит), нової області, яка розміщувалась на місці сучасного Прикарпаття. Відклади характеризуються наявністю водоростей, характерних для лямінаритових глин Східноєвропейської платформи.

Наприкінці венду – в ранньому палеозої завершився етап опускання Галицької орогенної області й починає утворюватися Дністерський перикратонний прогин. У ранньокембрійський час продовжується занурення всієї території і в єдиному морському басейні формуються переважно піщані відклади рівненської світи та глинисті – балтійської серії. У структурному аспекті вони успадкували тектонічний план попередніх епох, а найінтенсивніші рухи проявилися тільки в ранньому кембрії, переважно по діагональних і субширотних розломах. Пізніше були сформовані піскуваті відклади бережківської серії. Орогенні рухи в кінці байкальської складчастості не дають змоги однозначно стверджувати про інтенсивну дислокованість кембрійської товщі. Швидше можна припустити, що великі кути падіння пов'язані з дислокаціями в зонах розломів. Басейн осадконакопичення зміщувався на захід і наприкінці кембрію існував тільки в зоні зчленування Східно- та Західноєвропейської платформ.

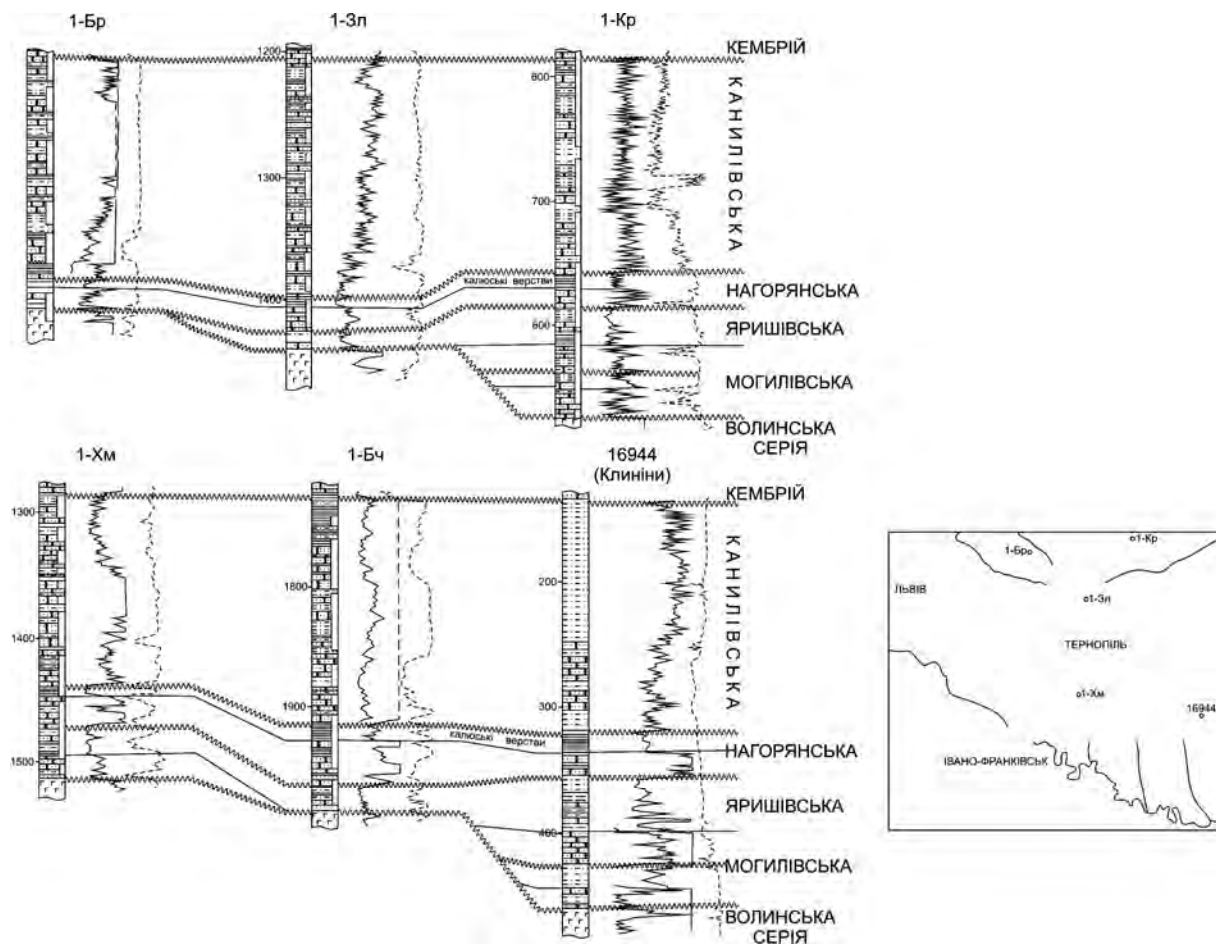


Рис. 2. Схема кореляції валдайських відкладів

Кембрійський час заслуговує на увагу стосовно формування чорносланцевих відкладів. Так, наприклад, балтійська серія представлена глинистими відкладами, які у західній частині Волино-Поділля (св. Перемишляни-1, В. Мости-30, Глиняни-1 та інші) у межах континентального схилу перикратону мають вигляд чорних сланців. Бережківська серія кембрію у цій частині регіону характеризується наявністю потужних пачок чорних аргілітів. Ці відклади мають підвищену газоносність, але колекторські властивості їх невисокі. У Передкарпатському прогині кембрійські відклади також представлені чорними сланцями.

У пізньокембрійський час у результаті початкових фаз каледонської складчастості відбувається підняття всієї території. На захід від Раваруського насуву утворилися складки. На короткий період осадонагромадження поновлюється в ордовіцький час. Формується неглибокий прогин, в якому нагромаджується незначна кількість переважно карбонатних осадів, які завдяки наступним рухам були еродовані й тепер представлені фрагментарно. Висхідні рухи у ранньосилурийський час змінюються на низхідні. Утворюється Західноєвропейський силурийський морський басейн, в якому в межах материкового схилу у батіальних умовах зануреної частини платформи накопичи-

лись чорносланцеві відклади (граптолітові аргіліти). На шельфі пенепленізованого кратону відклалися, в межах його відкритої частини, грудкуваті вапняки і мергелі, на обмілліні утворювалися бар'єрні рифи, які відокремлювали лагуни на суходолі.

Некомпенсовані западини по зовнішньому краю карбонатного шельфу Східноєвропейської платформи облямовані бар'єрними рифами. Складну будову мають бар'єрні споруди західного краю платформи (див. рис. 3). Вони характеризуються коротким часом розвитку на одному місці й малими розмірами. Споруди, що відокремлювали відклади відкритого моря і лагуни різних стратиграфічних рівнів, просторово відрізняються. Вони мігрують у часі, причому величина міграції у північній Прибалтиці в лудловський час досягає до 150 км, на Волино-Поділлі, впродовж від венлоку до даунтону – близько 40 км.

У Прибалтиці органогенні споруди поширені в ландоверійських, венлокських, лудловських і даунтонських відкладах. Вони складені коралами, строматопорами, моховатками і водорослями. У північній частині регіону споруди невеликі за розмірами (від 0,5 м до 15 м). У південних частинах цього регіону висота їх близько 40 м. Взагалі ця частина регіону характеризується умовами, несприятливими

для рифоутворення. Рифогенез інтенсивніший на крутих схилах силурійського басейну. Так, на території Волино-Поділля умови для розвитку органічних споруд були сприятливішими. Вони утворенні на трьох рівнях: скальському, малиновецькому і баговицькому. У їх побудові брали участь корали, водорості, строматопори, моховатки, криноїдеї. Вони асиметричні. Басейнові схили мають кути падіння 10–15°, тоді як лагунні схили значно пологіші. Ширина споруд 5–7 км, висота до 60 м. У західному напрямку вони переходять через смугу грудкуватих вапняків у глинисто-кабонатні відклади некомпенсованого прогинання. У східному напрямку переходять у мілководні зарифові вапняки, шаруваті сульфатизовані доломіти з прошарками ангідритів і доломітизовані мергелі з ознаками висихання. Останні свідчать про малий водообмін між передрифовою і зарифовою частинами басейну.

Рифові утворення відрізняються від зарифових відкладів наявністю великої кількості бентосних рифобудуючих організмів і товщинами, які на порядок більші, ніж у зарифовій частині, високою кавернозністю (у кавернах примазки і включення нафти).

Отже, силурійський період геодинамічного розвитку західного облямування Східноєвропейської платформи характеризується значною фаціальною різноманітністю розрізів порід. Це стосується і території Волино-Поділля, в межах якого виділено три структурно-фаціальні зони: Ковельсько-Хотинську, Перехідну і Львівсько-Коломийську (див. рис. 4).

Взаємовідношення різнофаціальних відкладів Волино-Поділля добре ілюструє профіль (див. рис. 5), який перетинає структурно-фаціальні зони по лінії Дубляни-Ромашівка. Як вказано вище, на шельфі пенеplenізованого кратону (Ковельсько-Хотинська зона) відкладалися карбонатні та лагунні відклади, в Перехідній зоні – грудкуваті вапняки і мергелі, а монотонна товща чорних граптолітових аргілітів Львівсько-Коломийської зони була сформована на материковому схилі в батіальних умовах зануреного краю платформи. Ступінь катагенезу цих сланців оцінено як МК-3–МК-4.

Геогенерації силурійських басейнів заходу Східноєвропейської платформи мають близькі риси будови, що свідчить про спільність тектонічного розвитку всього краю платформи. Вздовж нього простягається перикратонний прогин, де в умовах некомпенсованого прогинання сформувалися збагачені органікою відклади, які розглядають як газотворювальні [Porcawa, 2010].

Пізніше, у девонський період, Дністерський перикратон продовжує занурюватися. В межах західної крайової частини накопичується товща чорних аргілітів у тіверській серії. В свердловині 1-Крехів її товщина перевищує 1000 м. В основі Передкарпатського прогину ця частина розрізу девону представлена також чорносланцевою формацією. Відклади тіверської серії успадають структурний план силуру. Пізніше закладається Боянецький передгірський прогин, що є компенсаційною структурою каледонського орогену. Він центрик-

лінально закривається в районі м. Чернівців. У прогині відкладається потужний олдред континентальної моласи. Деякі дослідники каледонський ороген на південно-західній окраїні Волино-Поділля вирізняють у самостійну Рава-Руську зону і відносять її або до молодшої Західноєвропейської платформи, або до перехідної області між молодшою й старою Східноєвропейською платформами.

Звернемо увагу на границю нижнього і середнього девону. В цей час континентальний режим повсюдно змінюється морським та лагунним з утворенням базальної піщаної пачки, а вище від неї відкладаються регіонально витримані теригенно-карбонатно-сульфатні породи великомостівської (лопушанської) світи, які є реперним горизонтом на всій території поширення середнього девону.

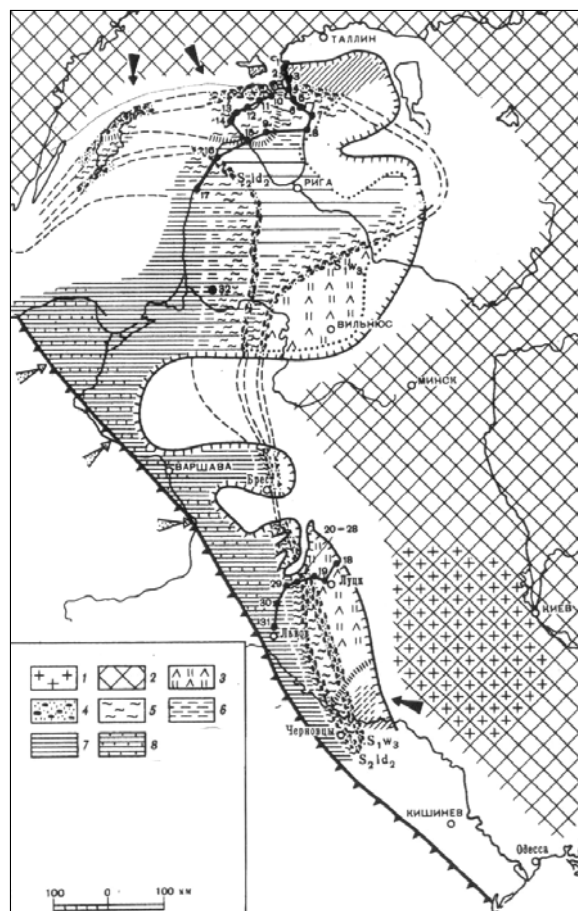


Рис. 3. Схема розміщення фаціальних зон у силурійських периконтинентальних басейнах заходу Руської платформи ([Р.Е. Ейнасто, В.О. Котик В.І. Юшкевич, 1980] з використанням даних П.П. Лапінкаса та ін., 1978)

1 – вихід кристалічного фундаменту Українського щита; 2 – суша; 3 – доломіти і гіпси лагунної зони з підвищеною солоністю; 4 – зернисті вапняки з біогермами зони міліни і бар'єрні рифи; 5 – грудкуваті вапняки відкритого шельфу; 6 – мергелі схилової зони; 7 – граптолітові аргіліти депресійної зони (доманікіти); 8 – піщано-алевритові граптолітові мергелі

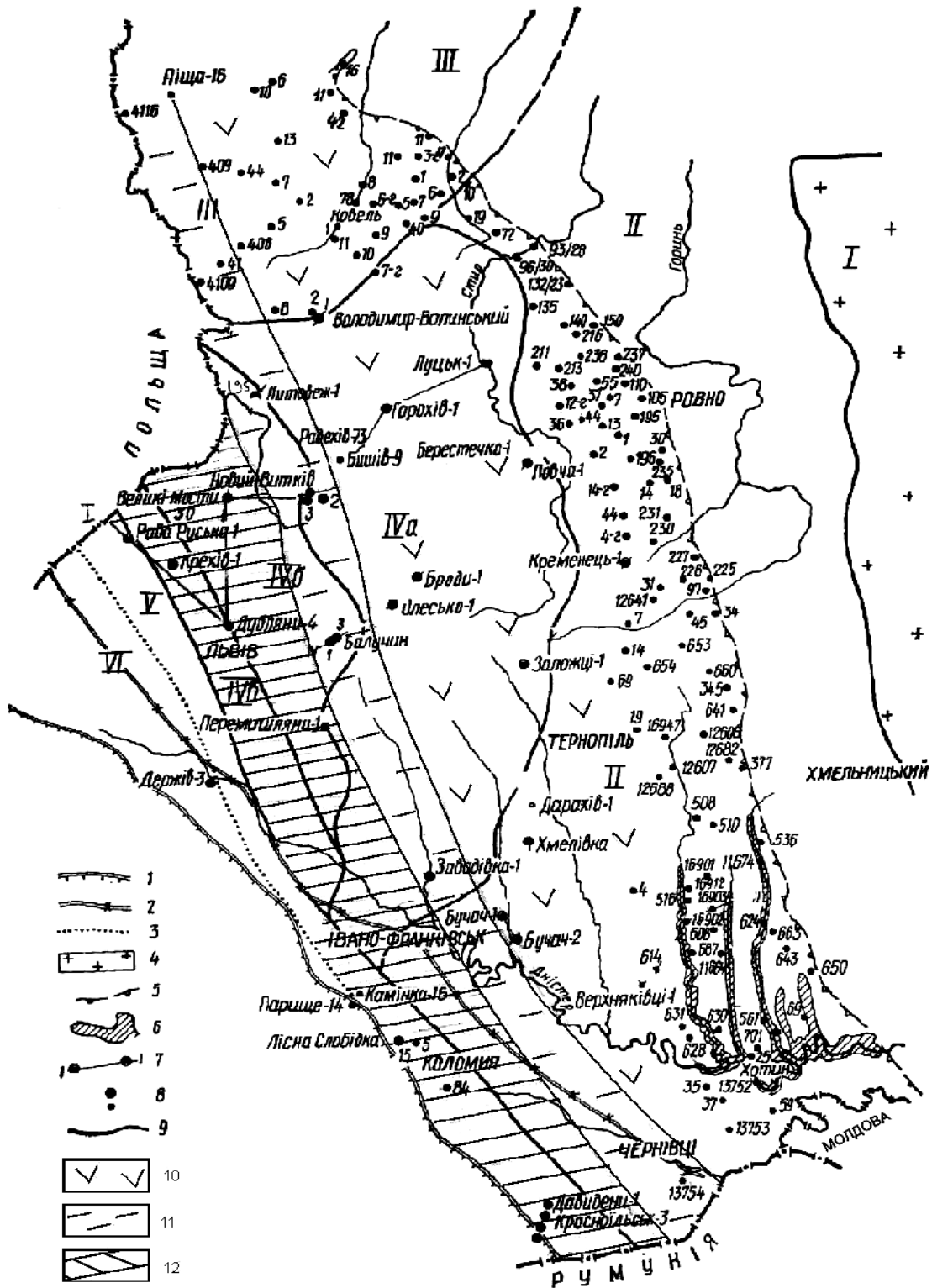


Рис. 4. Структурно-фаціальні зони силурійських відкладів Волино-Поділля
 I – Український щит; II – західний схил Українського щита; III – Ковельсько-Ратнівське підняття; IV – Львівський палеозойський прогин; IVa – східний борт, IVб – Бузький синклінорій, IVв – Нестеровський антиклінорій; V – Рава-Руська складчаста зона; VI – Лежайсько-Центрально-Добрудзький мегаантиклінорій; 1 – північно-східна границя внутрішньої зони Передкарпатського прогину; 2 – північно-східна границя зовнішньої зони Передкарпатського прогину; 3 – південно-західна границя Рава-Руської складчастої зони; 4 – кристалічні породи Українського щита; 5 – східна границя поширення силурійських відкладів; 6 – виходи силурійських порід на поверхню; 7 – профілі зіставлення свердловин; 8 – свердловини, які розкрили відклади силуру; 9 – границі структурно-тектонічних одиниць; 10 – Ковельсько-Хотинська, 11 – Перехідна, 12 – Львівсько-Коломийська структурно-фаціальні зони

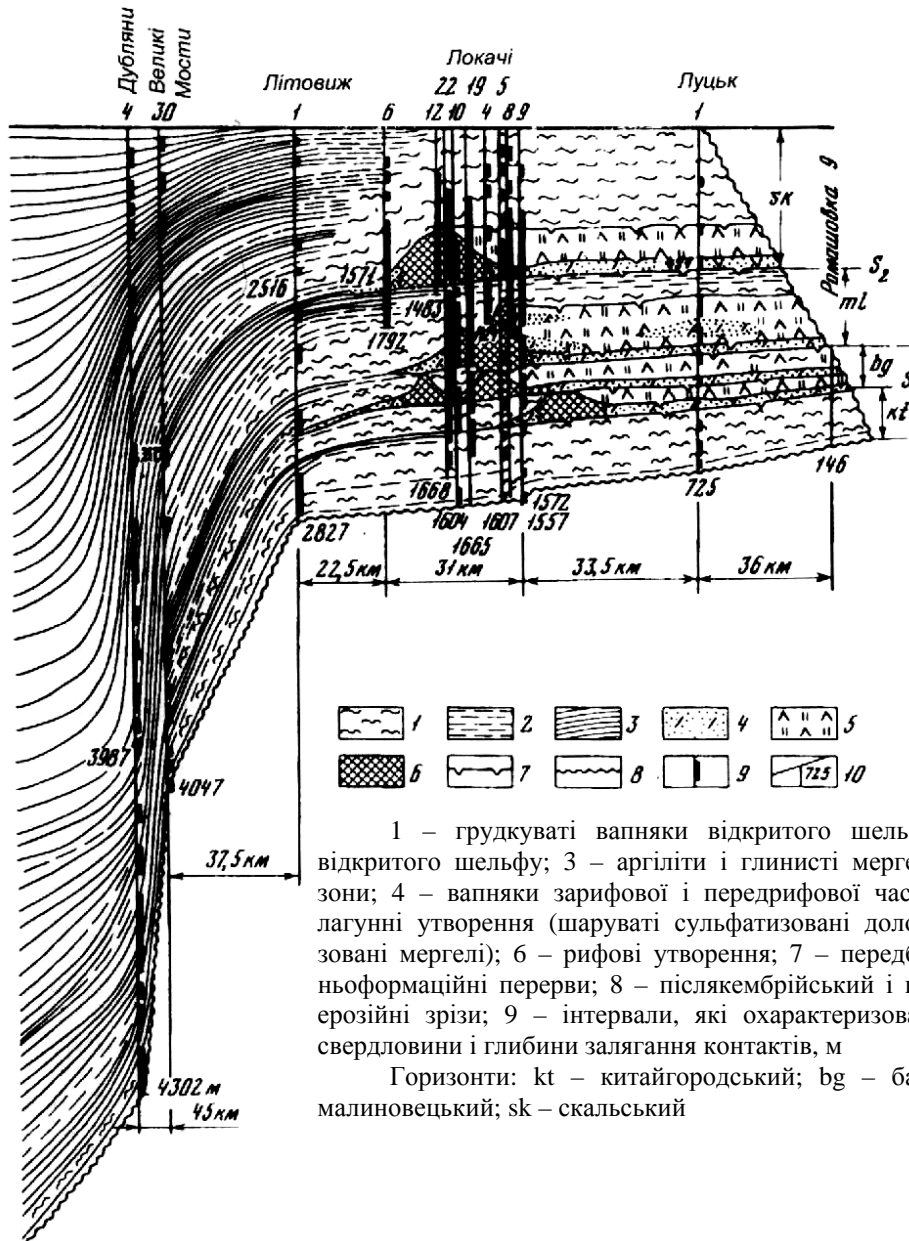


Рис. 5. Фаціальний профіль силурійських відкладів Волино-Поділля по лінії площ Дубляни–Великі Мости–Локачі–Луцьк

Відбувається перебудова структурного плану, що підтверджується даними буріння свердловин, зміною кутів падіння порід у середньому і нижньому девоні. Активізуються низхідні рухи, розвивається Львівський палеозойський прогин і починається міграція його освої частини на північний схід, яка триває впродовж середнього-пізнього девону. У цей період у південно-західній частині розвиваються лінійні антиклінальні підняття. Вважають, що в середньодевонський час почали формуватися широтні валоподібні структури вздовж Локачинського та Вітонізького розломів. Відзначається короткочасна перерва в осадонагромадженні на межі середнього і пізнього девону [Марковський та ін., 1974].

До початку карбону британська фаза варисійської складчастості зумовила перехід території на

континентальний режим розвитку. Після перерви в осадонагромадженні в карбоні сформувалася потужна формація Львівсько-Волинського вугільного басейну. В астурійську фазу Львівський палеозойський прогин замкнувся і в його західній частині проявилися лінійні диз'юнктивні дислокації північно-західного простягання. Вважають, що в центральній частині варисійські бокові тектонічні рухи мали такий самий напрямок, як і каледонські, внаслідок чого середньодевонські та кам'яновугільні відклади утворили інтенсивно дислоковані плікативні форми на заході цього прогину. У східній частині Волино-Поділля варисійський тектоногенез проявився у вигляді переривчастої складчастості з простяганням структур у північно-східному напрямку, тобто перпендикулярно до попереднього. На думку деяких дослідників, вало-

подібні структури північно-східного напрямку практично повністю конформні й характеризуються одноетапним походженням. Наприкінці карбону вся територія перетворюється на денудаційну область, і тільки в юрі у південно-західній частині виник Стрийський юрський прогин, а в крейді – Львівська крейдова мульда. В мезозої та кайнозої накопичувались осади невеликої потужності.

Необхідно зауважити, що і в ранньокам'яно-вугільний час також існували умови для утворення чорносланцевих відкладів. Так, у розрізі нижнього карбону є пачки завтовшки до 40–80 м чорних аргілітів з підвищеним вмістом органічної речовини (C_{org} до 3 %), які поширені на значній території до глибин 2 км.

Висновки

Чорносланцеві відклади протерозой-палеозой перспективні для пошуку в них сланцевого газу, дуже поширені в надрах Волино-Поділля і особливо в його південно-західній частині, в зоні зчленування з Передкарпатським прогином;

– у протерозої ці відклади наявні у валдайській серії венду, де на особливу увагу заслуговують калюські верстви. В палеозої чорні сланці поширені у відкладах кембрію, силуру, нижнього девону і в породах карбону. На особливу увагу заслуговують чорні сланці силуру, утворені в батіальних умовах південно-західного краю Східноєвропейської плат-

форми, у зоні її зчленування із Західноєвропейською платформою. Глибини залягання перспективних комплексів переважно не більші за 4 км;

– збагачені органікою відклади протерозой-палеозой формувались у результаті переважно низхідних рухів території впродовж байкальських, каледонських та варисційських тектонічних процесів.

Література

- Ейнасто Р.Е., Котик В.О., Юшкевич В.І. Формационная зональность в силурийских краевых бассейнах запада Русской платформы // Типы осадочных формаций нефтегазоносных бассейнов. – М.: Наука, 1980. – С. 228–242.
- Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. – К.: УкрДГРІ, 2001. – 144 с.
- Лукин А.Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине // Геол. журн. – 2010. – № 4. – С. 7–24.
- Марковский В.М., Котик В.О., Дригант Д.М та ін. Західний схил Українського щита // Стратиграфія УРСР. – К.: Наук. думка. – 1974. – С. 110–156.
- Poprawa P. Potencjal występowania złoz gazu ziemnego w lupkach dolnego paleozoika w basenie bałtyckim i lubelsko-podlaskim // Przegląd Geologiczny. – 2010. – Vol. 58, №3. – S. 226–245.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРОТЕРОЗОЙ-ПАЛЕОЗОЯ ВОЛЫНО-ПОДОЛИИ

Ю.З. Крупский, В.О. Котик

Рассмотрено геодинамические условия и фациальные особенности формирования черносланцевых отложений протерозой-палеозоя Волыно-Подоллии. При формировании этих отложений решающими были, в основном, нисходящие движения байкальской, каледонской и варисцийской складчатости, а именно формирование черносланцевых отложений происходило в батіальних условиях, в юго-западной части Волыно-Подоллии, в зоне сочленения Восточно- и Западноєвропейской платформ.

Ключевые слова: Волыно-Подоллия; геодинамические процессы; черносланцевые отложения; фациальные особенности.

GEODYNAMIC CONDITIONS AND FACIAL FEATURES OF FORMATION OF PROTEROZOIC-PALEOZOIC BLACK SHALE DEPOSITS OF VOLYNO-PODILLIA

Yu.Z. Krupsky, V.O. Kotyk

In the article the geodynamic conditions and facial peculiarities of formation of Proterozoic-Paleozoic black shale deposits of Volyno-Podillia are considered. The deciding role in formation of these deposits had mainly descending movements of Baikalian, Caledonian and Variscan foldings. Black shale deposits formation took place in bathyal environments of the north-western part of Volyno-Podillia in the zone of junction of East- and West-European platforms.

Key words: Volyno-Podillia; geodynamic processes; black shale deposits; facial features.

¹ДП “Науканафтогаз” НАК “Нафтогаз України”, м. Київ,
²ТЗОВ “Горизонти”, м. Львів

Надійшла 3.04.2012