

ТЕКТОНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ МОНОКЛІНАЛЕЙ ЗОНИ ЗЧЛЕНУВАННЯ ДНІПРОВСЬКОГО ТА ДОНЕЦЬКОГО ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ У ПРОБЛЕМІ ВИЯВЛЕННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОНОКЛИНАЛЕЙ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ДНЕПРОВСКОГО И ДОНЕЦКОГО ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ В ПРОБЛЕМЕ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

На сегодняшний день под нетрадиционными месторождениями газа подразумевают метан угольных пластов, сланцевый и связанный газ. На наш взгляд, к этому перечню следует добавить залежи газа, контролируемые внутрiformационными поверхностями несогласия в осадочных комплексах пород. Несмотря на наличие признаков «традиционных» месторождений – коллекторов, экранирующих толщ, соответствующих структурных форм, – специфические особенности их залегания (под и над поверхностями несогласия с преобладанием литологических и стратиграфических факторов в формировании ловушек) позволяют отнести их к нетрадиционным. И хотя есть все предпосылки считать названные типы залежей достаточно распространенными, они в настоящее время не введены в целенаправленный поисковый процесс. Добавим, что эти типы ловушек также могут характеризоваться наличием «нетрадиционных» свойств контролирующих газ пород, присущих сланцевому и связанному газу: низкими проницаемостью, пористостью и т.п.

TECTONIC FEATURES OF MONOCLINES AT THE JUNCTION ZONE OF DNIEPER-DONETS SEDIMENTARY BASIN IN VIEW OF IDENTIFYING UNCONVENTIONAL HYDROCARBONS

Currently unconventional gas is considered to be coal bed methane, shale gas and tight gas. In our opinion, to this list should be added gas deposits controlled by inner surface unconformities in sedimentary rock complexes. Despite signs of «traditional» reservoirs – corresponding structural forms and others, specific features of their occurrence (under and above the unconformities with predominance of lithologic and stratigraphic factors in the formation of traps) can attribute them to unconventional gas. Even though there are all prerequisites to consider them as common types of deposits, they do not still refer to in integer directed search process. Add to this that these types of traps may also be characterized by the presence of «unconventional» gas properties such as low permeability, porosity, etc.

Ключові слова: зона зчленування, Дніпровсько-Донецька западина, моноклінали.

Ключевые слова: зона сочленения, Днепровско-Донецкая впадина, моноклинали.

Keywords: junction zone, Dnieper-Donets basin, monoclines.

Вступ

На даний час нетрадиційними покладами газу прийнято вважати метан вугільних пластів, сланцевий та зв'язаний газ. На наш погляд, до цього переліку слід додати покладами газу, що контролюються внутрішньо-формаційними поверхнями неузгодження в осадочних комплексах порід. Попри наявність ознак «традиційних» покладів – колекторів, екрануючих товщ, відповідних структурних форм, – специфічні особливості їхнього залягання (під та над поверхнями неузгодження з переважанням літологічних та стратиграфічних факторів у формуванні пасток) дозволяють віднести їх до нетрадиційних. І хоча є всі передумови вважати досить поширеними названі типи покладів, вони на даний час не введені в цілеспрямований пошуковий процес. Додамо до цього, що ці типи пасток також можуть характеризуватися

наявністю «нетрадиційних» властивостей вміщувачих газ порід, притаманних сланцевому та зв'язаному газу: низькими проникністю, пористістю тощо.

Для вирішення поставленої задачі необхідна типізація поверхонь неузгодження за місцем знаходження їх в осадочному розрізі, а також знання тектоно-сідиментаційних умов формування монокліналей, де в основному і поширені доступні для картування поверхні неузгодження.

Тектонічна стратифікація

У роботі [5] наведено тектонічну схему формування континентальної окраїни Півдня України, з якої видно, що Дніпровська западина в пізньопалеозойськоранньомезозойський час формувалася одночасно з розкриттям палеоокеану Тетіс (рис. 1). Вважається, що континентальні рифтові зони тяжіють до потрій-

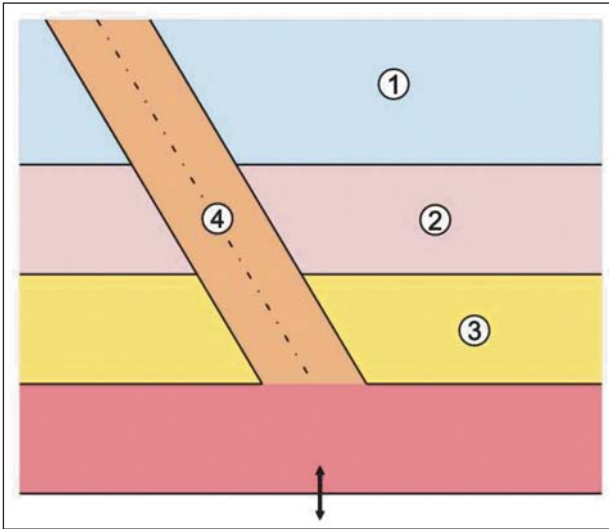


Рис. 1. Схематичне зображення південної континентальної окраїни Східноєвропейської плити у пізньопалеозойський час. 1 – останець континентальної окраїни палеоокеану Прототетис I (час розкриття – 1189,25–992,5 млн р.); 2 – останець континентальної окраїни палеоокеану Прототетис II (час розкриття – 793–590,75 млн р.), який охоплює Донецький басейн, кряж Карпінського та інші тектонічні фрагменти; 3 – палеоокеан Тетіс та 4 – Дніпровська западина у пізньопалеозойський-ранньомезозойський час (385,75–178 млн р.), що розкриваються

ного зчленування плит [2]. Можна виокремити 3 системи палеоокеанів у фанерозойській історії Землі: 1) пізньовендсько-силурійську, або ранньопалеозойську (Палеотетис); 2) пізньопалеозойсько-тріасову (Тетіс); 3) мезозойсько-кайнозойську (сучасна океанська система) [1].

На час розкриття палеоокеану Тетіс Донецький басейн вже існував у складі останця континентальної окраїни палеоокеану Прототетис II, а північніше останнього знаходився останець континентальної окраїни палеоокеану Прототетис I. Таким чином, крайня південно-східна частина Дніпровської западини в пізньопалеозойський час перебувала в зоні контакту з континентальними окраїнами Прототетису II, який перебував на стадії термального занурення та Прототетису I, що знаходився на стадії повної інверсії та насуву на останець Прототетису II. Піднасув останця Прототетису II під останець Прототетису I забезпечувався горизонтальними силами, що виникли в процесі розкриття палеоокеану Тетіс.

Тектонічній стратифікації Дніпровсько-Донецької западини приділяли увагу немало дослідників [1, 4]. В авторському варіанті стратифікація пізньопалеозойсько-ранньомезозойських відкладів Дніпровської западини, сформованих протягом дивергентної стадії розкриття Тетісу, представлена на рис. 2. Зі схеми також видно, що стадії термального занурення останця континентальної окраїни Прототетису II відповідає стадія розкриття Тетісу та Дніпровської западини. Стрілками показано напрями переток мантийної речовини: вниз – для Прототетису II –

при термальному зануренні внаслідок охолодження мантийного діяпіру; вгору – для Тетісу та Дніпровської западини – при розкритті останніх внаслідок підйому мантийного діяпіру. Подвійними горизонтальними лініями на схемі позначено часи ортогональної зміни осі обертання Землі, які спричиняли зміну напрямку переток мантийної речовини та, відповідно, розкриття нових океанських систем. Протягом розкриття Дніпровська западина проходила геосинклінальну та орогенну (герцинська орогенія) підстадії розвитку.

Геосинклінальна підстадія обумовлена розігрівом кори під Дніпровською западиною, втратою її міцнісних властивостей, провалом западини. Процес занурення посилювався лавинним осадо накопиченням. Фізична природа орогенної підстадії пов'язана з розчиненням тяжких за питомою вагою нижніх шарів кори під Дніпровською западиною, зменшенням її середньої густини, що спричинило спливання всієї осадової товщі. Найбільшого розвитку процес інверсії набув у пізньопермський час, що підтверджується відсутністю цих відкладів у Дніпровській западині.

За загальною схемою максимумом низхідних рухів характеризується початок стадії, а максимумом інверсних – її кінець. Те, що максимум інверсії припадає не на тріасовий, а на пізньопермський час, потребує окремого пояснення. Не виключено, що інверсійний потенціал спливання був реалізований переважно протягом пізньої пермі, а в тріасі басейн зазнав релаксаційного занурення.

Протягом геосинклінальної підстадії Дніпровська западина пройшла у своєму розвитку рифтову та синеклізну (ранню та пізню) епохи, протягом орогенної – платформну (ранню та пізню – ранньокімерійську). Кожна епоха представлена трьома тектонічними (Т) фазами Штілле з тривалістю кожної близько 14 млн р. Осадочний комплекс, сформований протягом кожної Т-фази Штілле, має двоциклову будову і вміщує три поверхні палеовирівнювання та дві поверхні неузгодження, які, як зазначалося вище, представляють пошуковий інтерес з точки зору виявлення та картування пасток ВВ з літологічним та стратиграфічним екрануванням.

Модель формування придепресійної та прибортової монокліналей

представлена на рис. 3. Догеосинклінальне залягання кристалічної кори (рис. 3) у вигляді блоків 1–6 (до стадії зародження) показано на фрагменті а. На каледонській стадії зародження (її орогенній підстадії, кінець раннього палеозою) внаслідок підйому мантийного діяпіру утворилися серединне підняття, бортові (крайові) розломи, започаткувалися прибортові осадочні басейни (фрагмент б).

Протягом пізнього палеозою – раннього мезозою (герцинська стадія) відбувся провал центральної частини Дніпровської западини, утворився центральний осадочний басейн з клиноформною нижньою та покривною верхньою частинами і придепресійною монокліналлю (фрагмент в).

Прототетіс II			Тетіс			Дніпровсько-Донецька западина		
Цикл Вільсона			Цикл Вільсона			Підстадія (Бертрана)		
Етап	Стадія		Етап	Стадія		Епоха	Фаза Штілле	
Колізійний	Часткової інверсії	↑	Конвергентний	Закриття	↓	Геосинклінальна	Пізно-альпійська	Аттична Савська Піренейська
							Oli, 35	
Конвергентний	Термального занурення	↓	Дивергентний	Розкриття	↑		Середньо-альпійська	Сімферопольська Ларамійська Субгерцинська
						Спр, 83		
						Ранньо-альпійська	Австрійська Альбська Oga	
Закриття	↓	↑	Зародження	↑	↑	Наи, 132	Андська Агасицька Пізнокімерійська	
						J ₂ , 178		
Зародження	↑	↓	Зародження	↑	↑	Орогенна (герцинська орогенія)	Ранньо-кімерійська	Донецька Древньокімерійська Акійоші
							Ног, 223	
Зародження	↑	↓	Зародження	↑	↑	Геосинклінальна	Рання	Лабинська Пфальцьська Заальська
							P ₂ , 256	
							Пізня	Нова Уральська Астурійська
Зародження	↑	↓	Зародження	↑	↑	Синекліана	Кас, 303	Судецька Рудногорська Саурська
							Рання	
Зародження	↑	↓	Зародження	↑	↑	Рифтова	Vis, 349	Бретонська Акадська Бранденбурзька
							D ₂ , 386	
Зародження	↑	↓	Зародження	↑	↑	Орогенна (каледонська орогенія)	Зародження	Зігерландська Ерійська Арденська

Рис. 2. Тектонічна еволюція Дніпровсько-Донецької западини у співвідношенні з циклами Вільсона, Бертрана, Штілле та етапами розвитку океанів Тетіс та Прототетіс. Стрілками показані напрями перетоку коромантіїної речовини, а подвійними лініями – часи ортогональної зміни положення осі обертання Землі

Практично одночасно з невеликим запізненням утворилася і прибортова монокліналь, відділена від придепресійної роздільним валом. Первинний нахил придепресійної монокліналі від центру Дніпровської западини завдяки поглибленню центральної частини останнього змінився на протилежний – у бік центру западини. Роздільний вал, загалом, є складовою частиною придепресійної монокліналі.

Разом з тим, унаслідок чіткого позитивного характеру рельєфу і менших глибин залягання він представляє підвищений пошуковий інтерес через концентрацію в його межах різнотипних перспективних на наявність пасток ВВ акумулятивних тіл.

Із середньої юри внаслідок ортогональної зміни осі обертання Землі розпочалася конвергентна альпійська стадія закриття Тетису та розкриття сучасної системи океанів. У Дніпровській западині цьому часу відповідає формування компенсаційного (об'єднуючого) мезокайнозойського осадового ба-

сейну в процесі охолодження та опускання мантийного діяпіру (фрагмент г).

Модель формування бортової монокліналі

Всередині Дніпровської западини основними рельєфоутворюючими факторами у відкладах пізнього палеозою виступали розломно-блокова тектоніка та галокінез. На північному борту западини, в зоні зчленування Дніпровської та Донецької западин, розломно-блокова тектоніка мала значно менше рельєфоутворююче значення. Практично догеосинклінальна розломно-блокова модель з накопиченням осадового матеріалу покривного типу, що показана на рисунку 3а, в пасивному тектонічному режимі зберігалася до настання пізньопермської (герцинської) орогенної підстадії, коли піднасув континентальної окраїни Прототетису II під континентальну окраїну Прототетису I (розглядувану бортовою зоною) підняв останню над Дніпровською западиною. Результатом такого підняття стало посилення нахилу борту в бік западини та активізація розломно-блокової системи. Блоки нахилилися в бік западини, набувши зворотно-ступінчастого характеру будови, здебільшого з невеликою амплітудою розривів у перші десятки метрів.

Починаючи з середнього-пізнього карбону, основними рельєфоутворюючими факторами виступають процеси не стільки тектонічної, скільки геоморфологічно-седиментаційної природи: ерозійно-врізові, абразійні, денудаційні та гравітаційно-зсувні (рис. 4). Пізньогерцинська (пізньопермська) орогенія сприяла появі ерозійно-врізових форм у розрізі нижньої перми та верхнього карбону. Абразійні процеси потребують певного нахилу території, тому їх розвиток прогнозується на час формування пізньопермської поверхні неузгодження. Денудаційні процеси були характерні для всього карбонового часу. Їхній розвиток потребує незначних перепадів у рельєфі. Зміна інтенсивності сейсмічних відбиттів у розрізі на палеопідняттях найчастіше пов'язана з процесами денудації, а на палеопониженнях – з ерозійно-врізовими процесами. Названі процеси є однією з причин появи літолого-фаціальних заміщень.

Найбільш дієвим фактором з вищеназваних для побудови структурно-тектонічних моделей є наявність гравітаційно-зсувних дислокацій. Вік дислокацій орієнтовно відповідає часу герцинської орогенії, яка на даній території проявилася підйомом борту з нахилом поверхні відкладів у південному напрямі. Гравітаційно-зсувний генезис дислокацій даної території обґрунтовується наступними діагностичними ознаками (рис. 4г):

- наявністю розривного клину (2) в сейсмотектурі опорних сейсмічних відбиттів зі спрямованим вгору гострим кінцем; розширення клину вниз пояснюється зсувом порід по поверхні скидача, яка виположується зі збільшенням глибини;
- підворотом сейсмічних границь (3) вниз як південніше поверхні скидача, так і північніше;

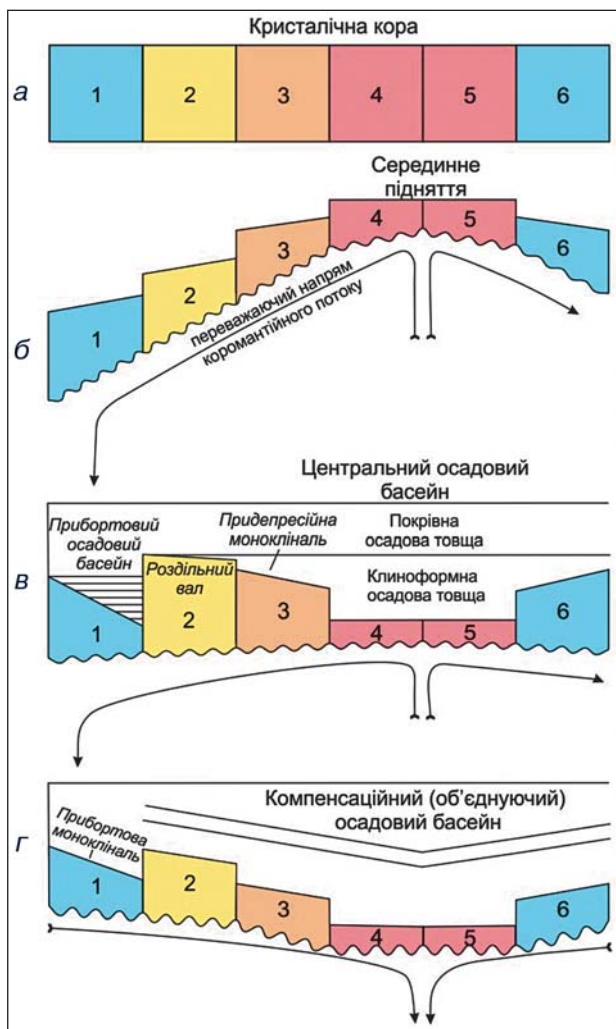


Рис. 3. Модель утворення прибортового, центрального, об'єднуючого осадових басейнів та прибортової і придепресійної монокліналей для внутрішньоконтинентальних рифтових западин

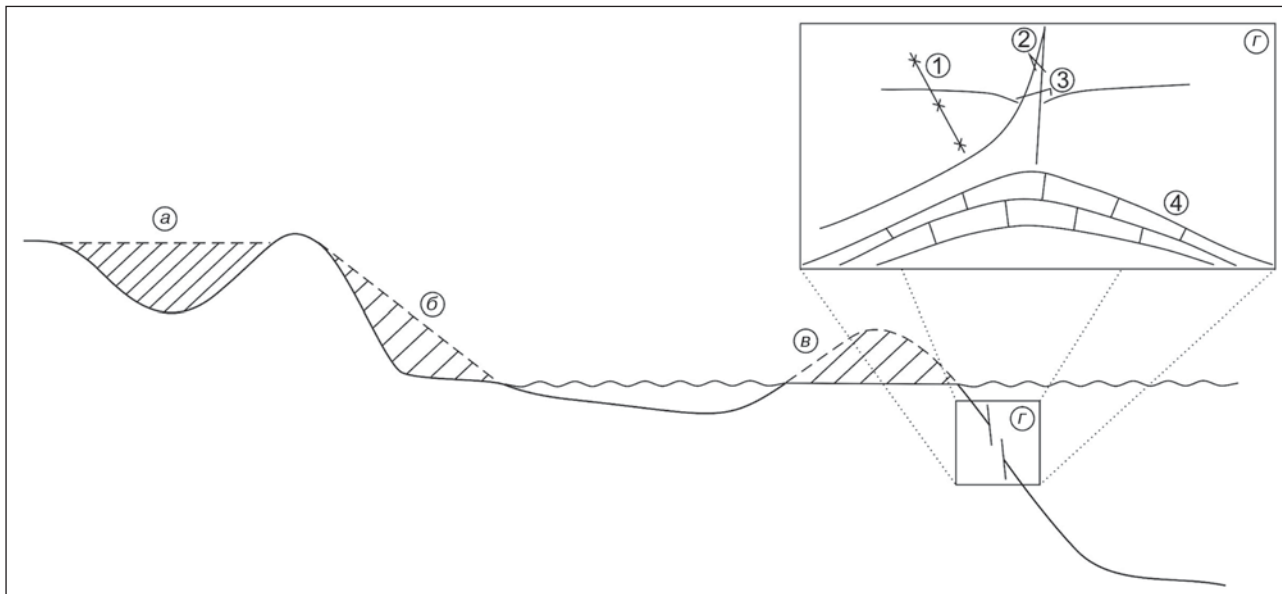


Рис. 4. Рельєфоутворюючі процеси та їхні результати, що переважали протягом герцинської орогенної підстадії на північному борту, в зоні зчленування Дніпровської та Донецької западин. Процеси: а – ерозійний; б – абразійний; в – денудаційний; г – гравітаційно-зсувний. Позначення на фрагменті г: 1 – тектонічний розлом; 2 – гравітаційно-зсувна дислокація (ГЗД); 3 – підвороти сейсмічних границь в зоні ГЗД; 4 – акумулятивне тіло серпухова. Штрихуванням позначені видалені частини осадового розрізу

перше пояснюється більшою швидкістю сповзання ближніх до поверхні скидача ділянок порівняно з більш віддаленими ділянками, а друге – опусканням (зависанням) припіднятого блоку над зсувною зоною відсутності порід у межах клину; загалом, опускання внаслідок зависання характерне і для ділянки, що знаходиться південніше площини скидача;

– виположенням поверхні скидача в глинистих нижньобашкирських відкладах над прогнозними серпуховськими акумулятивними тілами спірного походження (4); як наявність глин, так і наявність морфологічно виражених споруд, які посилювали градієнт нахилу території, є сприятливими діагностичними ознаками для ініціювання зсувного процесу саме на південних схилах прогнозних споруд.

Висновки

Вивчення поверхонь неузгодження є основним резервом для картування пасток ВВ з літологічним та стратиграфічним екрануванням. Для їхнього виявлення в межах північної частини зони зчленування Дніпровського та Донецького осадових басейнів пропонуються:

- 1) модель будови континентальної окраїни Східноєвропейської плити у пізньопалеозойський час;
- 2) схема тектонічної еволюції Дніпровсько-Донецької западини у співвідношенні з циклами Вільсона, Бертрана, Штілле та етапами розвитку океанів Тетіс і Прототетіс;
- 3) модель утворення прибортового, центрального, об'єднуючого осадових басейнів і прибортової та придепресійної монокліналей для внутрішньоконтинентальних рифтових западин;
- 4) модель будови бортових монокліналей.

1. Геология и нефтеносность Днепровско-Донецкой впадины // Стратиграфия. – К.: Наукова думка, 1988. – 148 с.
2. Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И. Палеогеодинамика. – М.: Наука, 1993.
3. Карпенко І. В. Особливості рифтового етапу розвитку. – К.: Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – 2003. – № 2.
4. Нафтогазоносність рифтогенів: Монографія / Галабуда М. І., Павлюк М. І., Варічев С. О. та ін. – Львів, 2003. – 112 с.
5. Хабанець І. А., Карпенко І. В. Тектонічна модель зчленування Дніпровського та Донецького осадових басейнів // Сейсмо-2013: Матеріали міжнародної конференції. – Крим, – 2013.