

# ГЕОЛОГІЯ

УДК 553.242:[553.578.1 + 543.576.9]((477.61/62))

К. БЕЗРУЧКО\*, Н. Д'ЯЧЕНКО, М. УРАЗКА

Інститут геотехнічної механіки НАН України ім. М. С. Полякова, Україна, 49005, Дніпро, вул. Сімферопольська, 2а, тел.+38(067)5652246\* / факс +38(056)462426, e-mail: gvrvg@meta.ua\*, natalidyachenko1969@gmail.com

## ВПЛИВ ЗСУВНОЇ ДИСЛОКАЦІЙНОЇ ЗОНИ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ НА ФОРМУВАННЯ ГАЗОВИХ СКУПЧЕНЬ У ВУГЛЕНОСНИХ ВІДКЛАДАХ

<https://doi.org/10.23939/jgd2018.01.027>

**Мета.** Метою роботи є розроблення концепції геодинамічного розвитку зсувної дислокаційної зони Західного Донбасу (ЗД) на основі аналізу результатів визначення природної газоносності на прикладі ділянки розвідки Свидівська з використанням сучасних засобів опрацювання інформації та візуалізації; встановлення головних закономірностей впливу зсувної тектоніки на формування газових скупчень у вугленосних відкладах ЗД. **Методика.** Для аналізу структурно-геологічної інформації застосовані методи цифрової геологічної картографії, гірничо-геометричного моделювання та геолого-структурного аналізу (діагностична геометрія парагенезу розривних структур); використаний комплекс методів статистичного опрацювання даних про тектонічну порушеність – оцінювання частоти зустрічі азимутних орієнтувань розривів методом роз-діаграм. Для виявлення структурних елементів у вугільному пласті використовували комплексний аналіз, що містить морфометричні та морфоструктурні дослідження деформаційних процесів, тобто тренд-аналіз поверхні підосви вугільних горизонтів і оцінена швидкість деформаційного процесу на локальних ділянках з використанням градієнтного аналізу поверхні залишку через вилучення регіонального фону. Під час опрацювання та аналізу визначень природної газоносності за допомогою керногазонабірників КА 61, досліджень вугільних пластів випробувачем КВІ-65, газового каротажу використано прийоми інтерполяції початкових даних природної метаноносності вугільних пластів та візуалізації поверхонь ізогаз. Дослідження проводилися на 134 свердловинах по 8 вугільним пластам ( $c_1, c_4^2, c_5, c_6^6, c_7^H, c_8^6, c_8^H, c_{10}^6$ ) та становили 102 проби газового вугілля. **Результати.** Запропонована модель формування дислокаційної зони ЗД в умовах утворення зсуво-розсуву уподовж трансформного розриву субмеридіанального простягання, трансенсії, що викликала формування пулл-апарта, з подальшим розвитком структур типу «доміно» в результаті лівозсувної активізації. Виявлено, що розриви північно-західного орієнтування (азимут простягання  $340^\circ$ ) східного крила шахти Дніпровська та ділянки Свидівської утворюють єдину тектоносмугу, орієнтовану паралельно до Криворізько-Павлівської шовної зони та уподовж зміщувача якої спостерігається правий зсув. Виділена тектоносмуга розділяє Центральний блок Самарського блоку практично на дві рівні частини. На ділянці Свидівської (ЗД) виявлені зони знижених та підвищених значень природної газоносності, що зумовлені (відповідно) присутністю тектоносмуги – серії малоамплітудних розривів – ліві зколи (зсуви) Ріделя  $R1$  та прирозривної складчастості, яка субпаралельна простягання основних скидових структур району, що виникли унаслідок геодинамічного режиму стиску-розтягу в зсувній зоні. **Наукова новизна.** Вперше запропонована модель формування дислокаційної зони ЗД в умовах утворення зсуво-розсуву уподовж трансформного розриву субмеридіанального простягання, трансенсії, що викликала формування пулл-апарта, з подальшим розвитком структур «доміно» в результаті лівозсувної активізації, що безпосередньо вплинула на газоносність відкладів у зонах тектоносмуг зсувної природи. Вперше констатовано, що виявлена в межах вугільних пластів зона знижених значень природної газоносності північно-східного простягання зумовлена присутністю в масиві гірських порід тектоносмуги, що представлена серією малоамплітудних тектонічних порушень, морфологічно зсуви – ліві синтетичні зколи Ріделя  $R1$ , які простежені в межах гірничих відведень шахт Західно-Донбаська та Павлоградська. **Практична значущість.** Встановлені в роботі закономірності впливу зсувної тектоніки на формування газових скупчень у вугільних пластах Західного Донбасу важливі не тільки уточненням механізму тектоногенезу та природи формування вуглегазових родовищ, але і можливістю оптимізації пошуків газоносних структур, об'єктів та умов їхнього виникнення й локалізації у вуглепородному масиві. Структурно-тектонічний аналіз у сукупності з аналізом фактичних даних про природну газоносність вугільних пластів вугледобувних територій дасть змогу зменшити витрати на пошук перспективних (рентабельних) ділянок з підвищеним вмістом метану, а так само у разі експлуатації вугільного родовища, надійно прогнозувати структурно-тектонічні неоднорідності.

**Ключові слова:** Західний Донбас; вугленосні відклади; пулл-апарт; зсувна зона; антитетичний скид; трансенсія; дислокаційна зона; газоносність; зколи Ріделя; ізобази.

**Вступ**

В умовах істотного підвищення цін на енергетичні ресурси, відсутності фінансування геологорозвідувальних робіт у повному обсязі державою та ситуації сучасного освоєння вугільних родовищ України, що склалася у Донбасі, перспективність газонасності осадових відкладів Західного Донбасу (ЗД) набуває винятково важливого значення для енергетичної галузі України. Оцінка перспективності газонасності нерозривно пов'язана з геодинамічними особливостями й тектонічною «історією» формування вуглепромислового району. Ці положення важливі не тільки уточненням механізму тектоногенезу та природи формування вуглегазових родовищ, але і можливістю оптимізації пошуків газонасних структур, об'єктів та умов їх виникнення й локалізації у вуглепородному масиві.

Результати досліджень останніх років істотно змінили уявлення про роль зсувних порушень у структурній еволюції не тільки літосфери. Принципових змін торкнулися теоретичні основи і прикладні аспекти зсувної тектоніки. Дослідження в різних регіонах миру показали, що горизонтальні зсуви у фундаменті викликають складні плікативні та диз'юнктивні дислокації в осадовій товщі, а форма басейну залежить від малюнка розломів: порушення з горизонтальним зсувом окремих сегментів приводять до формування прямокутних або ромбоподібних басейнів розтягу або стискання [Рединг, 1990; Привалов, 1998]. Зсувні деформації мають важливе значення для історії розвитку як складчастої області загалом, так і її окремих фрагментів, створюючи складну мозаїку транспресивних та транстенсивних структур: зсувні дуплекси, структури pull-apart та pop-up [Рединг, 1990; McClay, 2001]. Ця роль, на думку дослідників, виявляється принциповою, коли йдеться про будову газонасичених вуглепородних масивів та просторовому контролю різноманітних проявів небезпечних газодинамічних явищ та процесів. Наприклад, аналіз продуктивності видобувних свердловин, що розташовані в умовах розтягу за однакових структурних умов та близького розташування свердловин до найближчих розломів у понад 10 разів вище від середнього дебіту свердловин, що розташовані в умовах стискання [Тимурзиев, 2014]. Тобто, свердловини, що експлуатуються в умовах «стискання», характеризуються нерівномірною роботою та частими змінами робочих параметрів і здатні під час експлуатації збільшити дебіт. Структури цього типу в Донбасі почали виділятися та аналізуватися відносно недавно [Привалов, 2011; Sachsenhofer, 2012; Pryvalov, 2013; Дьяченко, 2015] та ще недостатньо вивчені.

**Мета**

Метою роботи є:

– розробити концепцію геодинамічного розвитку зсувної дислокаційної зони ЗД;

– встановити закономірності впливу зсувної тектоніки на формування газових скупчень у вугільних відкладах ЗД.

**Методика досліджень**

Для аналізу структурно-геологічної інформації застосовані методи цифрової геологічної картографії, гірничо-геометричного моделювання та геолого-структурного аналізу (діагностична геометрія парагенезу розривних структур); використаний комплекс методів статистичного опрацювання даних про тектонічну порушеність – оцінка частоти зустрічі азимутних орієнтувань розривів методом роз-діаграм. Для виявлення структурних елементів у вугільному пласті використовували комплексний аналіз, що містить морфометричні та морфоструктурні дослідження деформаційних процесів, тобто тренд-аналіз поверхні підшви вугільних горизонтів і оцінена швидкість деформаційного процесу на локальних ділянках з використанням градієнтного аналізу поверхні залишку через вилучення регіонального фону. Під час опрацювання та аналіз визначень природної газонасності (ПГ), що їх проводили на 134 свердловинах по 8 вугільним пластам ( $c_1, c_4^2, c_5^1, c_6^6, c_7^H, c_8^H, c_8^H, c_{10}^6$ ) та становили 102 проби газового вугілля за допомогою керногазонабірників КА 61, досліджень вугільних пластів випробувачем КВІ-65, газового каротажу, використані прийоми інтерполяції початкових даних природної метанонасності вугільних пластів та візуалізації поверхонь ізогаз.

**Результати досліджень****Об'єкт дослідження та аналіз раніше виконаних досліджень**

До ЗД належить локальна площа перехідної зони від Донецької складчастої споруди (ДСС) до Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ), яка охоплює південний борт ДДЗ та контролюється Криворізько-Павлівською (КПШЗ) на сході і Оріхово-Павлоградською (ОПШЗ) на заході шовними зонами глибинних розломів; в південній частині обмежена Українським щитом (УЩ), а у північній – Михайлівсько-Юрївським глибинним розломом (МЮГР). ОПШЗ розчленувала територію ЗД на Придніпровську та Самарську глиби (СГ), що виділені по палеозойському структурному поверху. На думку [Абаянцев, 1958], нерівномірне багатоступеневе занурення кристалічного фундаменту СГ розбило останню на три вузькі блоки й відбулося в її горст-грабенівій будові. ОПШЗ у північній частині – серія спарених розломів західного падіння, з якими просторово зіставляється ступінчасте залягання розділу Мохо, що встановлене за даними геосейсмічного зондування (ГСЗ) [Шумлянская, 2014]. До того ж у межах Приазовського блоку (карта розломно-блокової тектоніки Р. І. Каляева) ОПШЗ обмежена

рампом вскидового типу (структура зон стиснення): Оріхово-Павлоградським та Азово-Павлоградським. У палеозойському структурному поверсі ЗД, ОПШЗ виражена Карабінівським скидом, горизонтальний зсув уздовж якого становить 15–20 км. Особливість його появи – результат розщеплювання основного скиду на власне Карабінівський, Знаменівський скиди та Апофізу «А»; особливість структурного малюнка – структура типу «кінський хвіст» [Геологія месторождений..., 1963], зумовлена правостороннім зсувом відкладів по ОПШЗ [Лукинов, 2008].

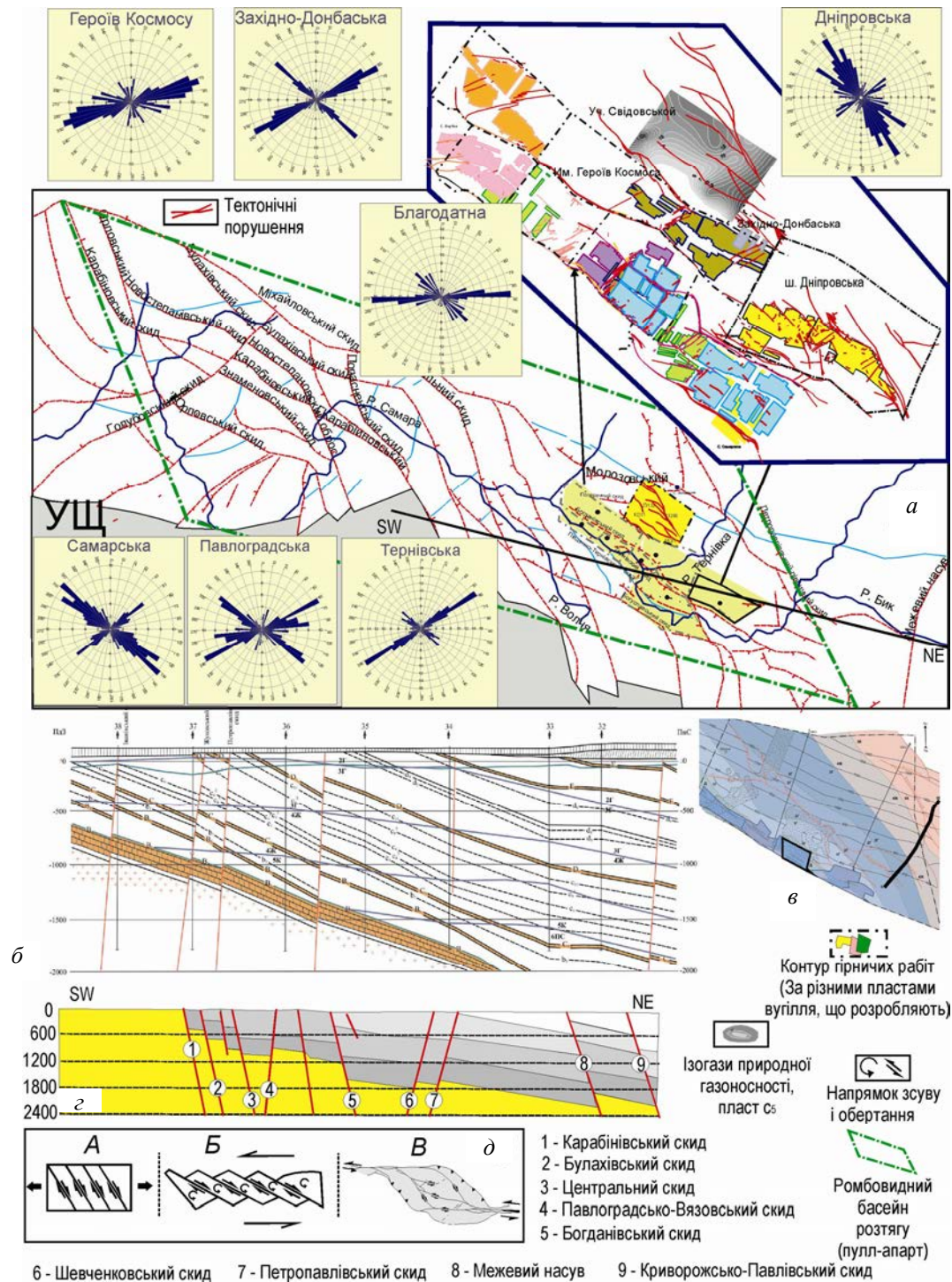
Криворізько-Павлівський скид північно-західного простягання та північно-східного крутого падіння (структура КПШЗ) – багатоступенева скидова зона, що складається з групи чотирьох скидів із загальною амплітудою 1200–1400 м; структурний малюнок – віялоподібне зчленування малоамплітудних розривів у зоні згасання (зсуви в зоні впливу основного розриву) [Лукинов, 2008]. Водночас співвісні Малоянільський та Центральньо-Приазовський розломи східного падіння, що примикають до КПШЗ у межах Центральньо-Приазовської міжблокової зони УЩ інтерпретовані як розломи вскидового типу (карта Р. І. Каляєва). Під час вивчення останнього [Алехин, 2009] в докембрійських комплексах порід виявлено структури кручення, підворотів, зколу та відриву в розломній зоні, що вказують на правий зсув у межах розриву (Новоянільський масив гранітів). За даними [Крапивнер, 1986], в межах УЩ субмеридіональні КПШЗ і ОПШЗ належать до структур зсувного типу, а уздовж Криворізького розлому в даний час відбувається правосторонні зсувні переміщення порід разом з незначними вертикальними рухами. У зоні Павлоградського виступу встановлено [Гавриш, 1974] численні скидо-зсуви з великою горизонтальною амплітудою зсуву, утворення яких зумовлене переміщеннями тектонічних блоків докембрійського фундаменту по глибинних розломах. Цей чинник [Гавриш, 1974] сприяв утворенню грабена – “борозди”, що обмежений Павлоградсько-Вязовським та Центральнім скидами, у формуванні якого головну роль відіграли горизонтальні зсуви. Утворення субширотного, фрагментарно широтного МЮГР пов’язано із значними горизонтальними зусиллями, що направлені з півдня (південного заходу) під час експансії зсувного тектогенезу, що панував на фінальних етапах інверсії ДСС, а виявлені в опущеному крилі Богданівського скиду “флексури насуву” і розщеплення розриву на групу дрібних скидів дають змогу розглядати розвиток структури в режимі вскидо-зсуву [Лукинов, 2008, Высочанский, 1990]. Підтвердження про горизонтальну тектонічну напругу, що діє на масив гірничих порід ЗД, відзначене в роботі [Халимендик, 1999]: «Напрямок сил, що діють – близький до субширотного з азимутом простягання 120°». Більшість малоамплітудних

розривів концентрується у вузьких зонах, витягнутих у двох напрямках через усі шахтні поля [Приходченко, 2001]. Чотири напрями характерні винятково для шахти Дніпровська, середньоамплітудні скиди зміщують зони малоамплітудних розривів у горизонтальній площині в режимі лівобічного зсуву на 200–500 м. У дослідженнях [Дьяченко, 2009] в межах гірничих відведень шахт ЗД виділена лівозсувна зона широтного простягання (азимут простягання 85–95°), розриви якої сформувалися в умовах горизонтального положення головної кінематичної площини  $\sigma_1$ – $\sigma_3$ :  $\sigma_1$  – 40–50°,  $\sigma_3$  – 130–140° та наведено інтерпретацію структурного парагенезу розривної зсувної тектоніки ЗД. Маркер зсуву (зсув частин локального розриву вугільного пласта  $c_5$ ), на ділянці шахти Павлоградська, має горизонтальну амплітуду 300–320 м [Дьяченко, 2006]. На полях шахт Тернівська, Павлоградська, Благодатна виявлено ступеневі планові “вигини втискування” та лівобічного зсуву фрагментів лінії схрещення Богданівського скиду з вугільними пластами.

Виявлений раніше структурний парагенез тектоніки відображає епізоди тектонічної деформації в режимі лівозсувної зони, а крупноамплітудних розривів північно-західного та близширотного (МЮГР) простягань у режимі правого зсуву. Тому питання про геодинамічні особливості формування ЗД до цього часу залишається відкритим.

#### Особливості тектонічної будови та природної газоносності ЗД

Аналіз та систематизація тектонічних карт, розрізів у межах відпрацьованих і розвіданих ділянок, планів гірничих робіт, роздіаграм простягань розривної тектоніки ЗД (рис. 1) дають змогу виділити раніше не відзначені особливості тектонічних дислокацій. На полях дослідження виділяють чотири системи диз’юнктивів, одна з яких – система скидів північно-західного простягання (азимут простягання 325–340°), що успадковують орієнтування скидової КПШЗ та вскидової ОПШЗ (Новостепанівський, Булахівський (південна гілка), Павлоградсько-В’язівський, Центральний, Попасненський, Петропавлівський північний та Криворізько-Павлівський скиди). Ці розриви трапляються тільки на полі шахти Дніпровська (у східному крилі), або представлені схожими на уступ фрагментами в простяганні порушень – меж шахтних полів (фрагмент Тернівського скиду – шахта Самарська). У контексті вищевикладеного, особливий інтерес викликає тектонічна будова ділянки Свидівської, південною межею якої слугують гірничі відведення діючих шахт Західно-Донбаська та ім. Героїв Космосу. Західна і східна межі – площі Морозівська та Петровська, на яких вугільних пластів не розробляли, й немає можливості аналізу порушеності.



**Рис. 1.** Характеристика геологічної будови фрагмента Павлоградсько-Петропавлівської площі (а): тектонічна карта з деталізацією цифрової моделі тектонічної порушеності (б); в – результати структурно-геологічних досліджень [Непапішев, 2014]; г – результати структурно-геологічних досліджень [Абаянцев, 1958]; д – принципова схема (план) подовжнього подовження за рахунок односпрямованого повороту системи “доміно”: А – при утворенні зони розтягу до деформації; Б – після деформації; В – типовий структурний рисунок ЗД і роз-діаграм простягання розривів, за даними гірничих робіт

**Fig. 1.** Geological structure characteristics of the Pavlograd-Petropavlovsk area fragment (a): tectonic map with a detailed digital model of tectonic disturbance (б); в – results of structural-geological constructions [Nepapishev, 2014]; г – results of structural-geological constructions [Abayantsev, 1958]; д – schematic diagram (plan) of longitudinal elongation due to unidirectional rotation of the “domino” system: A – when a stretching zone is formed before deformation; Б – after deformation; В – a typical structural drawing of WD and rose diagrams which shows the discontinuities of small-amplitude ruptures based on the mining data

Виконаний аналіз дає змогу констатувати, що розриви північно-західного орієнтування (азимут простягання 325–340°) східного крила шахти Дніпровська та ділянки Свидівська утворюють єдину тектоносмугу, що орієнтована паралельно КПШЗ й упродовж зміщувача якої спостерігається правий зсув. Виділена тектоносмуга розділяє Центральний блок Самарського блоку практично на дві рівні частини. У тектонічному відношенні Свидівський купол розташований між субпаралельними Благодатненським (на південь-південний захід) і відгалуженням Новодаченського (на північний схід у районі с. Поперечне) скидами північно-західного простягання. Розриви повторюють орієнтування основних скидів (Богданівський, Південно-Тернівський), які є природними межами шахтних полів шахт Тернівська, Павлоградська, Благодатна, ім. Героїв Космосу. Характерною особливістю ділянки досліджень є присутність на північній околиці широтного Морозівського скиду та серії діагональних середньоамплітудних скидів північно-північно-західного простягання (Таранівський, Скид “Г” та Центрального скиду, що розділяє Свидівський купол на дві зони: західну порушену та східну непорушену), та орієнтованих паралельно Новодачинському, Петропавлівському північному схиам, що розташовані в зоні впливу Криворізько-Павлівської структури глибинних розломів. Розривні порушення північно-західного та північно-північно-західного простягання мають круте південно-західне падіння, кути падіння – 75–85°, амплітуди змінюються від 10 до 65 м. Фінагієвський, Петрівський та ін. субпаралельні розриви розвиваються паралельно простяганням порід (подовжні), Скиди “А”, “Г”, Таранівський та Центральний (у центральній частині ділянки) відносно простягання вугільної товщі є діагональними. Вищеперелічені розриви утворюють структуру типу “кінського хвоста”, що характерна для зсувного розривоутворення. Треба зазначити, що із заходу-північного заходу на схід-південний схід, за даними [Абаянцев, 1958], складна структура Павлоградського грабену до межі з Межовим насувом складається з відокремлених субпаралельних грабен-горстових блоків, що чергуються (рис. 1, з). Вони обмежені структурами зон розтягу: зустрічними скидами, що розходяться, для яких характерне вертикальне укорочення й горизонтальне подовження. У напрямку південний захід-північний схід – це ступенева система практично вертикальних антитетичних скидів – крила послідовно підняті у напрямі падіння пластів [Непапишев, 2014] до ДДЗ (рис. 1, в). Дані факти приводять до припущення: спостережувану ситуацію можна пояснити деформаціями подовжнього розтягу з поворотами блоків (ротації) навколо вертикальної осі. Структури призсувного розтягу мають у плані форму паралелограма (рис. 1, а), діагональні межі – косі зсуви.

Проведений геометричний аналіз дає змогу зробити висновки про формування у 3Д принципової дислокаційної зони: в умовах утворення зсуво-розсуву упродовж трансформного розриву субмеридіанального простягання правозсувної кінематиці та подальшого косоного розтягу – трансенсії, під впливом чинника гетерогенності, виникає система субпаралельних зсувів, що мають трохи косо орієнтування до головного простягання розлому, та розділені компенсаційними западинами (рис. 1, д, А). Формується прирозломна западина грабена – пулл-апарт, з утворенням динамопар – структур стискання на фронті блоків, що зсуваються, і структур розтягу в їхньому тилу. Під час руйнування об’єм, що деформується, ділиться на вузькі жорсткі блоки, що обмежені зсувами одного знаку та під впливом лівозсувного поля тектонічних напружень узгоджено повертаються (рис. 1, д, Б) – так званий “механізм доміно”. Розділені таким чином блоки вже не можуть залишатися жорсткими і зазнають внутрішню деформацію (рис. 1, д, В), розвивається перекіс геотектонічних блоків – “доміно” (горизонтальне переміщення компенсуватиметься деформаціями у вертикальній площині) та при повороті між крайніми блоками і на околицях, вивільняється деякий простір, куди мов би просідає клин, згинаючись при цьому. Цей ефект і визначив “картину виступів” кристалічних порід УЩ в зоні зчленування із 3Д [Безручко, 2017]. Зовнішність виниклого при цьому структурного рисунку МЮШЗ – обтікання структур “доміно”. Внутрішня деформація лівозсувної зони широтного простягання в межах ділянки 3Д та кінематичні особливості зсувного парагенезу наведені в роботі [Дьяченко, 2009].

У результаті між зколами Ріделя різної кінематики ( $R1$ ,  $R2$ ) формуються локальні зони стиску та розтягу, виявлення яких у натурних умовах конкретизує пошук газоносних структур 3Д, що впливають на формування його скупчень або, навпаки, що сприяють його дегазації.

Аналіз раніше проведених досліджень дає змогу стверджувати, що в межах усіх без винятку районів 3Д встановлено закономірне збільшення метану зі збільшенням глибини відбору проб. За даними [Халимендик, 1999], на площі Павлоградсько-Петропавлівського району у вугільних пластах, що залягають глибше ніж 320 м, вміст метану перевищує 80 %. Середній вміст метану у складі газів району на тих самих глибинах збільшується із заходу на схід та за напрямом співпадає з наближенням до Червоноармійської вуглепромислової площі з підвищенням ступеня метаморфізму вугілля. Проаналізовані дані щодо ступеня метаморфізму вугілля та ПГ найбільш східних відпрацьованих ділянок (шахти Дніпровська та Благодатна) вказують на стало високий питомий вихід летких речовин ( $v^c$ ) по всіх пластах. Мінімальні значення, відповідно для

шахт, становили 39,8 та 40,5 %. Природна метаносність вугільних пластів та вміщувальних порід в межах шахти ім. Героїв Космосу (південно-західна межа ділянки Свидівської) змінюється від 5,6 до 12,5 м<sup>3</sup>/т с.б.м. на глибинах 333–645 м. Глибина залягання поверхні зони метанових газів становить 150–180 м. Газоносність вугільних пластів за даними газового каротажу змінюється від 5,3 до 22,1 м<sup>3</sup>/т с.б.м. (на глибинах від 300 до 750 м). Основним компонентом природного газу є метан (від 78 до 96 %), вміст якого збільшується з глибиною. Широкий діапазон значень, що характеризують газоносність у межах гірничого відведення шахти Дніпровська, свідчить про значний кількісний розкид показників, як у межах окремих шахтопластів, так і на різних ділянках шахти. За даними [Булат, 2017], як правило, максимальні значення метаносності приурочені до зон склепінних структур. На думку авторів, деформувальні сили на крилах складок значно більші, ніж у склепінних частинах, та за такого розподілу значень деформувальних сил газ рухатимуться у поровому просторі у напрямку від крил складок до їхніх склепін, тобто до ділянок з меншим тиском. Проте гірські породи склепін складок у призматичних частинах антиклінальних структур розуцільнюються під впливом натиску флюїдів (газів), що може викликати появу зон тріщинуватості з подальшим формуванням ореолів вторгнення.

З метою виконання науково обгрунтованого прогнозу зон збереження, або дегазаци метану у вугільних пластах і встановлення фактичної картини розподілу кількісної складової ПГ у контексті гіпсометричної та латеральної витриманості, а так само візуалізації локальних ділянок збереження або дегазаци метану у вугільних пластах на ділянці Свидівська, ми проаналізували результати визначення ПГ, що отримані на стадії геологорозвідувальних робіт. До загального аналізу прийняті результати визначення ПГ 102 проб 8 вугільних пластів, які проводилися у 134 свердловинах. До аналізу прийняті дані щодо пластів  $c_5$ ,  $c_7^H$ ,  $c_{10}^6$ , показність вибірки за якими рівномірно розподілена в межах площі дослідження або локальної ділянки.

Найефективнішим методом аналізу є подання досліджуваного параметра за площею як результат візуалізації у вигляді ізоліній, у цьому випадку – картограм ізогаз, які дають змогу оцінити перспективність ділянки або його локальних площ на газоносність. Враховуючи той факт, що газоносність коливається під впливом локальних чинників, як то диз'юнктивні та плікативні морфологічні неоднорідності, що контрастно виділяються за "рельєфом" – гіпсометрії вугільних пластів, виникає необхідність у проведенні комплексного аналізу, що охоплює морфометричні та морфоструктурні дослідження деформацийних процесів, які беруть участь у

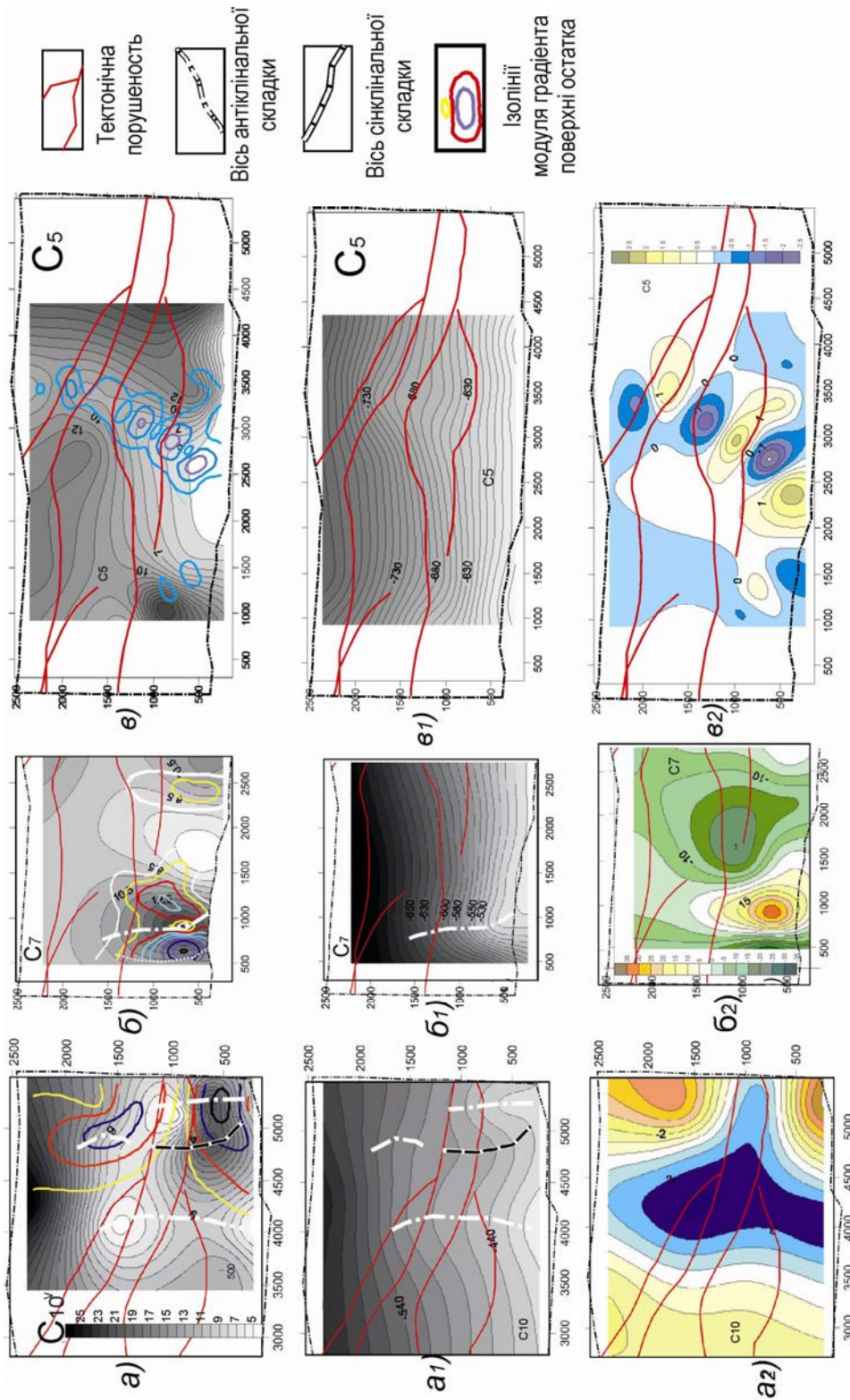
формуванні сучасної морфології вугільних пластів, оскільки гіпсометрія пласта відображає поверхню, що ускладнена локальними складками та розривами.

Для виявлення структурних елементів у вугільному пласті використовувалася методика, тренд-аналізу поверхні підосви вугільних горизонтів і оцінена швидкість деформаційного процесу на локальних ділянках з використанням градієнтного аналізу поверхні залишку. Тренд-аналіз здійснювався через вилучення регіонального фону (побудови апроксимувальної поверхні) і дав змогу виявити локальні неоднорідності гіпсометрії досліджуваних горизонтів, тобто математичними методами виділити складки або ділянки тріщинуватості, що ускладнюють загальну структуру. Розділення скалярного поля висот на закономірну складову (тренд) і випадкову (залишок) через віднімання поверхні тренда від гіпсометричної поверхні вугільного пласта з подальшою інтерпретацією кожної з них, допомагає візуалізувати локальні області відхилення, які в геологічному відношенні становлять інтерес як структурно-тектонічні неоднорідності.

На рис. 2 наведено результати візуалізації розподілу ізогаз, що отримані через інтерполяцію початкових даних ПГ вугільних пластів  $c_{10}^6(a)$ ,  $c_7^H(b)$ ,  $c_5(v)$  з накладенням ізоліній модуля градієнта поверхні залишку у поєднанні з поверхнями: гіпсометрії підосви вугільних пластів ( $a1$ ,  $b1$ ,  $v1$ ), математичних поверхонь залишку ( $a2$ ,  $b2$ ,  $v2$ ) відповідно, в ізолініях.

Комплексний аналіз отриманих у єдиних координатах вказаних поверхонь полегшує не тільки пошук структурно-тектонічних пасток, що становлять інтерес у розподілі газу, але і зіставлення фактичних ореолів газоносних структур з прогнозованими локальними неоднорідностями. Традиційно, саме місця з підвищеними значеннями залишків тренда характеризуються підвищеною тріщинуватістю або розривними порушеннями [Волкова, 2011].

Треба зазначити, що структурні плани розподілу метаносності (див. рис. 2) мають значно складнішу будову, ніж уявлялося раніше. Незважаючи на те, що спостерігається закономірна тенденція збільшення значень параметра з глибиною для всіх гіпсометричних рівнів, проте варіації значень метаносності за простяганням неоднозначні – початковий масив на локальному рівні розділений на три структурні частини: центральну, північно-західну і південно-східну. Найнижчі значення ПГ приурочені до центральної частини площі незалежно від глибини залягання вугільних пластів при їх зануренні у північно-східному напрямку. Найконтрастніше ця особливість виявляється на картограмі ізогаз (газоносності) пласта  $c_5$  (найглибшого стратиграфічного горизонту). Ізолінії чітко



**Рис. 2.** Результати візуалізації картограм: ізогаз природної метаноносності з накладенням градієнтних зон (а, б, в) вугільних пластів  $c_{10}^6$ ,  $c_7^H$ ,  $c_5$ , відповідно; (а1, б1, в1) гіпсометрія вугільних пластів  $c_{10}^6$ ,  $c_7^H$ ,  $c_5$  (відповідно); поверхні залишку ( $a_2$ ,  $b_2$ ,  $b_2$ ) вугільних пластів  $c_{10}^6$ ,  $c_7^H$ ,  $c_5$  (відповідно) в ізолініях.

**Fig. 2.** The results of the visualization of the cartograms: gas contour line of natural methane content with the gradient zones overlay (a, б, в) of the coal seams  $c_{10}^6$ ,  $c_7^H$ ,  $c_5$ , respectively; (a1, б1, в1) hypsometry of the coal seams  $c_{10}^6$ ,  $c_7^H$ ,  $c_5$  (respectively) in contour lines.

обмежують витягнуту вхрест простягання пластів структуру, що сприяє їх дегазації (на тлі загальної тенденції збільшення значень параметра з глибиною). Навпаки, в західній частині ділянки до абсолютних позначок -520 м (пласт  $c_7^H$ ) -690 м (пласт  $c_5$ ) виразно виділяється локальна аномалія підвищених значень параметра, яка за падінням обмежена крутим скидом північно-північно-західного падіння. За цими ж пластами у східній частині ділянки виділяється зона підвищених концентрацій практично незалежно від глибини відбору проб. Ця особливість не спостерігається для найближчого до поверхні пласту  $c_{10}^6$ . Навпаки, локальна зона дегазації співвісна простягання вугільного пласта та основним скидам (зона зчленування Фінагієвського скиду і Скиду "А"). Друга локальна зона знижених значень перпендикулярна простягання вугільного пласта. Треба зазначити, що гіпсометрія пластів – це моноклінальні поверхні, що нахилені на північний схід та ускладнені локальними неоднорідностями – серією паралельних, можливо, синклінальних і антиклінальних складок з амплітудами, які досягають 5–25 м або тектонічних порушень, осі яких тягнуться перпендикулярно простягання вугільних пластів та основних розривів ділянки досліджень. Особливий інтерес становить центральна, в першому наближенні, антиклінальна структура, шарнір якої занурюється у північно-західному напрямку, а амплітуда з глибиною зменшується з 25 м (на верхньому стратиграфічному горизонті), до декількох метрів в межах пласта  $c_5$ . Вісь останньої виразно фіксується на гіпсометричних картограмах: по пласту  $c_5$  в центральній частині ділянки; по вищерозташованому пласту  $c_7^H$  вона зміщується у східному напрямку; у структурі вугільного пласта  $c_{10}^6$  вісь структури максимально зміщена до східної межі ділянки і максимально наближена до поверхні. Саме ця структура в плані корелює з виявленими зонами дегазації в межах аналізованих вугільних пластів. Аналіз поверхонь залишку дає змогу констатувати, що в межах пласта  $c_5$  ця структура представлена ланцюжком позитивних та негативних локальних структур, що чергуються. Вугільний пласт, що залягає вище демонструє відгук на присутність неоднорідності у вигляді обширного ореолу позитивних відхилень гіпсометрії від трендової поверхні. Аналогічний ефект контрастно виявляється і на найближчому до поверхні пласту  $c_{10}^6$ . Загалом виділяється три, практично паралельні зони північно-східного простягання, в межах яких за досліджуваними вугільними пластами спостерігаються локальні зниження значень природної газоносності – дегазація.

Аналіз результату координатного поєднання картограми ізогаз ПГ для пласта  $c_5$  ділянки Свидівська (див. рис. 1, а) цифрової моделі тектонічної порушеності вугільних пластів у межах експлуатованих гірничих відведень шахт ЗД дає змогу констатувати, що виявлена в межах

вугільного пласта зона знижених значень ПГ північно-східного простягання обумовлена присутністю в масиві гірських порід тектоносмуги, що представлена серією малоамплітудних тектонічних порушень, морфологічно – лівими зколами Ріделя  $RI$ , що були виявлені в межах гірничого відведення шахти Західно-Донбаська [Безручко, 2016], та інших гірничих відведень (шахти Самарська та Павлоградська). Аналогічна ситуація спостерігається також у центральній частині досліджуваної ділянки для пласта  $c_7^H$ , яка також корелює з тектоносмугою, паралельною зазначеної раніше. Аномалія підвищених значень ПГ пластів  $c_5$  і  $c_7^H$  на лівому фланзі ділянки Свидівська, що ймовірно, обумовлена локальною антиклінальною складчастістю. Аномалія північно-західного простягання підвищених значень ПГ пласта  $c_5$  (північна частина) тягнеться співвісне основній прирозривній складчастості  $F$ , що субпаралельна простягання основних скидів ЗД. Виявлені аномалії є на всіх картограмах і це дає змогу стверджувати про генетичну схильність їх виникнення у зонах тектонічних неоднорідностей і, зокрема, зон підвищеної тріщинуватості масиву гірських порід, що сприяють дегазації, незв'язаних з розривами, які були закартовані в період розвідки родовища.

#### *Наукова новизна*

Вперше запропоновано модель формування дислокаційної зони ЗД в умовах утворення зсуворозсуву уподовж трансформного розриву субмеридіанального простягання, транстенсії, що зумовила формування пулл-апарта, з подальшим розвитком структур «доміно» в результаті лівозсувної активізації, що безпосередньо вплинула на газоносність відкладів у зонах тектоносмуг зсувної природи. Вперше констатовано, що розриви північно-західного орієнтування (азимут простягання  $340^\circ$ ) східного крила шахти Дніпровська та ділянки Свидівської утворюють єдину тектоносмугу, орієнтовану паралельно КПШЗ та уподовж змішувача якої спостерігається правий зсув. Виділена тектоносмуга розділяє Центральний блок Самарського блоку практично на дві рівні частини. Виявлено, що на планах розподілу ПГ ділянки Свидівської спостерігається закономірна тенденція збільшення значень газоносності з глибиною для всіх гіпсометричних рівнів, але варіації значень метаноносності за простяганням неоднозначні – початковий масив на локальному рівні тектонічно поділений на структурні частини: центральну, північно-західну та південно-східну. Найнижчі значення ПГ приурочені до центральної частини площі незалежно від глибини залягання вугільних пластів при їх зануренні в північно-східному напрямку. Найконтрастніше ця особливість виявляється на картограмі ізогаз найглибшого стратиграфічного горизонту пласта  $c_5$ . Ізолінії



чітко обмежують витягнуту вхрест простягання пластів структуру, що сприяє їх дегазації (на тлі загальної тенденції збільшення значень параметра з глибиною). Доведено, що виявлена зона знижених значень ПГ північно-східного простягання зумовлена присутністю в масиві гірських порід тектоносуги, що представлена серією малоамплітудних тектонічних порушень, морфологічно – лівими синтетичними зколами Ріделя  $R1$ , що подовжуються з поля шахти Західно-Донбаська. Аномалії підвищених значень ПГ пластів  $c_5$  і  $c_7$  північно-західного простягання зумовлені локальною прирозривною складчастістю, яка субпаралельна простягання основних скидкових (зсувних) структур ЗД, що є природними межами шахтних полів.

### *Практична значущість*

Встановлені у роботі закономірності впливу зсувної тектоніки на формування газових скупчень у вугільних відкладах ЗД важливі не тільки уточненням механізму тектогенезу та природи формування вуглегазових родовищ, але і можливістю оптимізації пошуків газоносних структур, об'єктів та умов їх виникнення і локалізації у вуглепородному масиві. Структурно-тектонічний аналіз у сукупності з аналізом фактичних даних про ПГ вугільних пластів вуглевидобувних територій дає змогу зменшити витрати на пошук перспективних (рентабельних) ділянок з підвищеним вмістом метану, а так само у разі експлуатації вугільного родовища надійно прогнозувати тектонічні неоднорідності.

### *Висновки*

Оскільки історія геологічного розвитку ЗД і утворені при цьому тектонічні структури є одним з факторів, що визначають особливості розподілу метанових родовищ у вугільних пластах, дослідження і врахування впливу цих факторів є важливим і актуальним завданням досліджень. Представлені результати геометризації і механізм виникнення тектонічної порушеності в межах ЗД дали змогу виявити просторово зв'язані геоструктурні елементи, що розвиваються кінематично погоджено і взаємозв'язано, з характерною внутрішньою будовою і з відповідними цьому режиму структурним парагенезом, латеральною і вертикальною структурною зональністю. Аналіз значень газоносності показав, що незначні по рівню прояви тяжіють до лівих синтетичних зсувів північно-східного простягання в межах тектонічних зон, що виникли в умовах лівозсувного поля напружень. Макропрояви ПГ мають чітку кореляцію з прирозривною складчастістю, що субпаралельна зсуво-скидковим структурам захід-північно-західного простягання. Отримані результати дали змогу по-іншому поглянути на проблеми тектогенезу ЗД і

поставити низку питань, пов'язаних із збільшенням точності прогнозних рішень. Подальші перспективи таких досліджень – вивчення основних кінематичних і геодинамічних особливостей структур зсувного походження на натурних ділянках з урахуванням особливостей розподілу метану осадових відкладів, уможливлють виявлення локальних зон стиску або розтягу та прогнозу оцінку перспективності для пошуків та розробки вугільного метану.

### *Список літератури*

- Абаянцев А. С. Тектоника Новомосковск-Межевского района Западного Донбасса / А. С. Абаянцев // Изв-я Днепропетровского горн. инстит. им. Артема. – М. : Углетехиздат, 1958. – Т. XXXV. – С. 35–54.
- Алехин В. И. Формы проявления разломных зон приазовского геоблока УЩ в разновозрастных комплексах пород и рудоносность / В. И. Алехин, А. А. Шагрова // Наукові праці УкрНДМІ НАНУ. – 2009. – № 5. – Ч. II. – С. 305–315.
- Безручко К. А. Принципиальная дислокационная зона Западного Донбасса в контексте перспектив газоносности / К. А. Безручко, Н. А. Дьяченко, М. С. Уразка // Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи (6.09-8.09.2016): тез. II Міжнародної наукової конф. / Інститут геологічних наук НАН України. – К.: ИГН НАНУ, 2017. – С. 33–38.
- Безручко К. А. Особенности газоносности угольных пластов участка Свидовской в контексте геодинамики Западного Донбасса / К. А. Безручко, Н. А. Дьяченко, М. С. Уразка // Сучасні проблеми нафтогазової геології (17.06.2016) : тези всеукр. наук.-практ. конф. / Інститут геологічних наук НАН України. – К.: ИГН НАНУ, 2016. – С. 89–92.
- Булат А.Ф. Умови формування газових пасток у вугленосних відкладах : монографія / А. Ф. Булат, В. В. Лукінов, К. А. Безручко. – К. : Наук. думка, 2017. – 250 с.
- Волкова Т. И. Выявление локальных газоносных структур методом тренд-анализа / Т. И. Волкова, В. И. Алехин, А. А. Силян // Уголь Украины. – 2011. – № 5. – С. 33–36.
- Высочанский И. В. Особенности тектоники Днепровско-Донбасского авлакогена (роль сдвигов в структурообразовании) / И. В. Высочанский, В. В. Крот, И. И. Чебаненко. – К. : ИГН НАНУ, 1990. – 42 с.
- Гавриш В. К. Глубинные разломы, геотектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенов : монографія / В. К. Гавриш. – К. : Наук. думка, 1974. – 159 с.
- Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Угольные бассейны и месторождения юга Европейской части СССР / [Под. ред. И. А. Кузнецова]. – М. : Гос. научн.-тех. изд-во

- по геологии и охране недр, 1963. – Т. 1. – 1209 с.
- Дьяченко Н. А. Тектоническое строение Западного Донбасса в контексте сдвигообразования / Н. А. Дьяченко, В. А. Привалов // Наукові праці УкрНДМІ НАНУ, 2009. – № 5. – Ч. II. – С. 67–91.
- Дьяченко Н. А. Влияние сдвиговой тектоники на формирование рельефа земной поверхности шахты «Павлоградская» при подработке / Н. А. Дьяченко, В. А. Привалов // Уголь Украины. – 2006. – № 11. – С. 36–39.
- Дьяченко Н. А. Роль сдвиговых дуплексов в структурном контроле «избирательности» газопроявлений в угольных месторождениях / Н. А. Дьяченко, К. А. Безручко // Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи (2.09–3.09.2015) : тези Міжнар. наук. конф. / Інститут геологічних наук НАН України. – К. : ИГН НАНУ, 2015. – С. 38–42.
- Крапивнер Р. Б. Бескорневые неотектонические структуры: монография / Р. Б. Крапивнер. – М. : Недра, 1986. – 204 с.
- Лукинов В. В. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса: монография / В. В. Лукинов, Л. И. Пимоненко. – К. : Наук. думка, 2008. – 352 с.
- Непапишев Є. О. Перспективи видобування шахтного метану в межах Західного Донбасу / Є. О. Непапишев, Р. К. Радул // Нафтогазова галузь України. – 2014. – № 3. – С. 17–20.
- Привалов В. А. Вращение блоков и сценарий тектонической эволюции Донецкого бассейна / В. А. Привалов // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1998. – № 4. – С. 142–158.
- Привалов В. А. Малоамплитудная тектоника поля шахты им. А. Ф. Засядько в связи с локализацией газодинамических явлений / В. А. Привалов, Р. Саксенхофер, Н. А. Дьяченко // Зб. наук. праць Донецького нац. техн. ун-ту. – 2011. – Вип. 15 (192). – С. 177–185.
- Приходченко В. Ф. Малоамплітудна розривна порушеність вугленосної формації Донбасу : посібник для студентів 7.070701 “Геологія”. – Дніпропетровськ : НГА України, 2001. – 204 с.
- Рединг Х. Г. Обстановки осадконакопления и фации : [в 2 т.] / Х. Г. Рединг, Дж. Д. Коллинсон, Ф. А. Аллен ; [пер. с англ. Б. Баранова]. – М. : Мир, 1990. – Т. 2. – 384 с.
- Тимурзиев А. И. Структуры горизонтального сдвига осадочных бассейнов и опыт применения тектонофизических методов для повышения эффективности поисков, разведки и освоения присдвиговой нефти / А. И. Тимурзиев // Геофиз. журн. – 2014. – № 2, Т. 36, – С. 172–185.
- Халимендик Ю. М. Морфологическое строение и механизм образования дизъюнктивов / Ю. М. Халимендик // Изв-я Донецкого горного института. Всеукр. науч.-тех. журн. горн. проф. – 1999. – № 1(9). – С. 14–17.
- Шумлянская Л. А. Влияние скоростной структуры коры на результаты сейсмической томографии Украинского щита / Л. А. Шумлянская, Т. А. Цветкова, А. А. Трипольский // Геофиз. журн. – 2014. – No. 4, Т. 36. – С. 95–117.
- McClay K., and Bonora M., 2001, Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. AAPG Bulletin, Vol. 85, No. 2 (February 2001), pp. 233–260.
- Pryvalov V. A., Panova O. A. and Sachsenhofer R. F., 2013. Natural Fracture and Cleat Patterns in Coalbed and Shale Gas Reservoirs of the Donets Basin (Ukraine). 75<sup>th</sup> European Association of Geoscientists and Engineers Conference and Exhibition 2013 Incorporating SPE EUROPEC 2013: Changing Frontiers 2013, 3607–3612.
- Sachsenhofer R. F., Privalov V. A., Panova O. A., 2012. Basin evolution and coal geology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview. International Journal of Coal Geology. Vol. 89, 1 January 2012, pp. 26–40.

К. БЕЗРУЧКО\*, Н. ДЬЯЧЕНКО, М. УРАЗКА

Институт геотехнической механики НАН Украины им. Н. С. Полякова, ул. Симферопольская, 2а, Днепр, 49005, Украина, тел.+38(067)5652246\* / факс +38(056)462426, e-mail: gyrvvg@meta.ua\*, natalidyachenko1969@gmail.com

#### ВЛИЯНИЕ СДВИГОВОЙ ДИСЛОКАЦИОННОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА НА ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОВЫХ СКОПЛЕНИЙ В УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

**Цель.** Целью работы является разработка концепции геодинамического развития дислокационной сдвиговой зоны Западного Донбасса (ЗД) на основе анализа результатов определения природной газоносности на примере участка Свидовской с использованием современных средств обработки информации и визуализации; установление основных закономерностей влияния сдвиговой тектоники на формирование газовых скоплений в угленосных отложениях ЗД. **Методика.** Для анализа структурно-геологической информации применены методы цифровой геологической картографии, горно-геометрического моделирования и геолого-структурного анализа (диагностическая геометрия парагенеза разрывных структур); использован комплекс методов статистической обработки данных о тектонической нарушенности – оценка частоты встречаемости азимутальных ориентировок разрывов методом роз-

диаграмм. Для выявления структурных элементов в угольном пласте использован комплексный анализ, который включает морфометрические и морфоструктурные исследования деформационных процессов, то есть тренд-анализ поверхности почвы угольных горизонтов и оценена скорость деформационного процесса на локальных участках с использованием градиентного анализа поверхности остатка путем исключения регионального фона. При обработке и анализе определений природной газоносности с помощью керногазонаборников КА 61, испытаний угольных пластов пластоиспытателем КИИ-65, газового каротажа, использованы приемы интерполяции начальных данных природной метаноносности угольных пластов и визуализации поверхностей изогаз. Исследования проводились на 134 скважинах по 8 угольным пластам ( $c_1, c_4^2, c_5^3, c_6^4, c_7^5, c_8^6, c_8^H, c_{10}^6$ ) и составили 102 пробы газового угля. **Результаты.** Предложена модель формирования дислокационной зоны ЗД в условиях образования сдвига-раздвига вдоль трансформного разрыва субмеридианального простирания, трансенсии, вызвавшей формирование пулл-апарта, с последующим развитием структур «домино» в результате левосдвиговой активизации. Выявлено, что разрывы северо-западной ориентировки (азимут простирания  $340^\circ$ ) восточного крыла шахты Днепровская и участка Свидовской образуют единую тектонополосу, ориентированную параллельно Криворожско-Павловской шовной зоне и вдоль сместителя которой наблюдается правый сдвиг. Выделенная тектонополоса разделяет Центральный блок Самарского блока практически на две равные части. На участке Свидовской (ЗД) выявлены зоны пониженных и повышенных значений природной газоносности, обусловленные (соответственно) присутствием серии малоамплитудных разрывов – левыми сколами (сдвигами) Риделя  $R_1$  и приразрывной складчатостью, субпараллельной простиранию основных сбросовых структур района, возникшие вследствие геодинамической обстановки сжатия-растяжения в сдвиговой зоне. **Научная новизна.** Впервые предложена модель формирования дислокационной зоны ЗД в условиях образования сдвига-раздвига вдоль трансформного разрыва субмеридианального простирания, трансенсии, вызвавшей формирование пулл-апарта, с последующим развитием структур «домино» в результате левосдвиговой активизации, которая оказала непосредственное влияние на газоносность отложений в зонах тектонополос сдвиговой природы. Впервые констатировано, что выявленные в пределах угольных пластов зоны сниженных значений естественной газоносности северо-восточного простирания обусловлены присутствием в массиве горных пород тектонополосы, представленной серией малоамплитудных тектонических нарушений, морфологически – сдвиги – левые синтетические сколы Риделя  $RI$ , которые прослежены в пределах горных отводов шахт Западно-Донбасская и Павлоградская. **Практическая значимость.** Установленные в работе закономерности влияния сдвиговой тектоники на формирование газовых скоплений в угольных пластах ЗД важны не только уточнением механизма тектоногенеза и природы формирования углегазовых месторождений, но и возможностью оптимизации поисков газоносных структур, объектов и условий их возникновения и локализации в углепородном массиве. Структурно-тектонический анализ в совокупности с анализом фактических данных о естественной газоносности угольных пластов угледобывающих территорий позволяет уменьшить расходы на поиск перспективных (рентабельных) участков с повышенным содержанием метана, а также, в случае эксплуатации угольного месторождения, устойчиво прогнозировать структурно-тектонические неоднородности.

*Ключевые слова:* Западный Донбасс; угленосные отложения; антитетический сброс; трансенсия; дислокационная зона; газоносность; сколы Риделя; изогазы.

K. BEZRUCHKO\*, N. DIACHENKO, M. URAZKA

Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 49005, Dnipro, 2-a, Simferopolska Str.; tel.+38(067)5652246\* fax +38(056)462426, e-mail: gvrvg@meta.ua\*, natalidyachenko1969@gmail.com

#### INFLUENCE OF THE WESTERN DONBASS SHARE DISLOCATION ZONE ON THE FORMATION OF GAS ACCUMULATIONS IN COAL-BEARING SEDIMENTS

**Purpose.** The objective of the work is to develop the concept of geodynamic evolution of the Western Donbass (WD) shear dislocation zone on the basis of determining the natural gas content results analysis with the help of Svidovska site example using modern information processing and visualization facilities; the establishment of the main regularities for influence of shear tectonics on the formation of gas accumulations in coal-bearing sediments of WD. **Methodology.** For the structural-geological information analysis methods of digital geological mapping, mining-geometric modeling, and geological-structural analysis (diagnostic geometry of the discontinuous structures paragenesis) were applied. A set of methods for statistical data processing of tectonic disturbance was used, which is an estimate of azimuth ruptures orientations occurrence frequency calculated using the method of rose diagrams. A complex analysis was used to reveal structural elements in the coal seam, which include morphometric and morphostructural studies of deformation processes that are a trend analysis of the soil surface of coal horizons and the rate of deformation in local areas using gradient analysis of

the residue surface through excluding the regional background was estimated. When processing and analyzing definitions of natural gas content using KA 61 core gas samplers, performing coal seam tests by the KII-65 seam tester, gas logging, we used interpolation methods for the initial data of the coal seams' natural methane content and the visualization of the surfaces of gas contour line. The studies were conducted on 134 wells in 8 coal seams ( $c_1, c_4^2, c_5^2, c_6^2, c_7^2, c_8^2, c_8^H, c_{10}^2$ ) and accounted for 102 samples of gas coal. **Results.** We propose a model for formation of a principled Western Donbass dislocation zone under conditions of transtension, which caused the forming of shear-expansion along the transform fault of the submeridional strike – the formation of a pull-apart, followed by the development of “domino” structures as a result of the left-lateral shear activation. It was revealed that faults of the northwestern orientation (the azimuth of the strike is  $340^\circ$ ) of the eastern wing of the Dniprovskaya mine and the Svidovskoy section form a single tectonobande, oriented parallel to the Krivorozhskiy-Pavlovskiy suture zone and we can observe a right-handed shift along the plane displacement. The allocated tectonobande divides the Central block of the Samara block into two almost equal parts. Within Svidovskoy the WD terrain there have been delineated zones of low and abnormally high gas contents. These were caused by a presence of, respectively, small displacement faults represented by sinistral *RI* shears and fault related fold structures, which axes appeared to be subparallel to principal strikes of normal faults of the region. A total set of subsidiary structures has been formed in sinistral strike-slip zone triggered by interplay of compressive-tensile environments. **Originality.** For the first time, we propose a formation model of WD dislocation zone under conditions of transtension, which caused the forming of shear-gapping along the transform rupture of the submeridional strike – the formation of a pull-apart, followed by the development of “domino” structures as a result of the left-lateral shear activation, which had a direct effect on the gas content of sediments in zones of tectonic bands which have a shear nature. For the first time, it was ascertained that zones with reduced values of the natural gas content of the northeastern strike which were revealed within the coal seams, arise from the presence of a tectonic band in the rock massif, represented by a series of low-amplitude tectonic disturbances, morphologically shifts are represented by left synthetic Riedel shears *RI* that are traced within Zahidno-Donbaska and Pavlogradska mining concessions. **Practical significance.** The regularities of shear tectonics effecting on the formation of gas accumulations in coal seams of the WD, established in the work, are important not only for clarifying the mechanism of tectonogenesis and the nature of coal formation and gas deposits, but also for optimizing the search for gas-bearing structures, objects and conditions for their formation and localization in a coal-bearing massif. Structural-tectonic analysis in conjunction with the actual data analysis of the natural gas content from mining territories' coal seams can reduce the cost of finding promising (profitable) plots with high methane content, as well as in the case of coal deposits exploitation, it is possible to sustainably predict structurally-tectonic inhomogeneity.

*Key words:* Western Donbass, coal-bearing sediments, antithetic fault, transtension, dislocation zone, gas content, Rydel shears, gas contour lines.

#### REFERENCES

- Abayantsev, A. S. (1958). Tectonics of Novomoskovsk-Mezhevsky District of the Western Donbass. *Bulletin of Dnipropetrovsk Mining Institute Named after Artem*, 35, 35–54. (in Russian).
- Alekhin, V. I., & Shagrova, A. A. (2009). Forms of the manifestation of the fault zones of the Azovian geoblock in the uneven-aged rock complexes and ore-bearing zones. *Transactions of UkrNDMI of the National Academy of Sciences of Ukraine*, (5), ii, 305–315 (in Russian).
- Bezruchko, K. A., Diachenko, N. A., & Urazka, M. S. (2017). Principal dislocation zone of the Western Donbass in the context of gas-bearing prospects. *Proc. of the II International Scientific Conf. “Geology of Combustible Minerals: Achievements and Prospects”*, 33–38 (in Russian).
- Bezruchko, K. A., Dyachenko, N. A., & Urazka, M. S. (2016). Features of the gas content of coal seams in the Svidovskaya site in the context of the geodynamics of the Western Donbass. *Proc. of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conf. “Modern Problems of Oil and Gas Geology”*, 89–92 (in Russian).
- Bulat, A. F., Lukinov, V. L., & Bezruchko, K. A. (2017). *Conditions for the formation of the gas traps in coal deposits*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Volkova, T. I., Alekhin, V. I., & Silin, A. A. (2011). Identification of local gas-bearing structures by the trend analysis method. *Coal of Ukraine*, (5), 33–36 (in Russian).
- Vysochansky, I. V., Mole, V. V., & Chebanenko, I. I. (1990). *Features of the tectonics of the Dnieper-Donbas aulacogen (the role of shifts in the structure formation)*. Kyiv: IGN NAS of Ukraine (in Russian).
- Gavrysh, V. K. (1974). *Deep faults, geotectonic development and oil and gas content of riftogenes*. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).
- Kuznetsov, I. A. (1963). *Geology of coal deposits and combustible shales of the USSR. Coal basins and deposits in the south of the European part of the USSR*. Moscow: State Scientific and Technical Publishing House on Geology and Conservation of Subsoil (in Russian).
- Diachenko, N. A., & Privalov, V. A. (2009). The Tectonic Structure of the Western Donbass in the Context of Shear Formation. *Transactions of UkrNDMI of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 5(II), 67–91 (in Russian).

- Diachenko, N. A., & Privalov, V. A. (2006). Influence of shear tectonics on the formation of the relief of the earth's surface of the mine "Pavlogradskaya" during mining subsidence. *Coal of Ukraine*, (11), 36-39 (in Russian).
- Diachenko, N. A., & Bezruchko, K. A. (2015). The role of shear duplexes in the structural control of gas manifestations' "selectivity" in coal deposits. *Proc. of the II International Scientific Conf. "Geology of Combustible Minerals: Achievements and Prospects"*, 38-42 (in Russian).
- Krapivner, R. B. (1986). *Baseless neotectonic structures*. Moscow: Nedra (in Russian).
- Lukinov, V. V., & Pimonenko, L. I. (2008). *Tectonics of methane-coal deposits of Donbass*. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).
- Nepapishev, E. O., & Radul, R. K. (2014). Prospects for Coal Mine Methane Production within the Western Donbass. *Oil and Gas Branch of Ukraine*, (3), 17-20 (in Ukrainian).
- Privalov, V. A. (1998). Rotation of blocks and the scenario of tectonic evolution of the Donetsk basin. *Geology and Geochemistry of Combustible Minerals*, (4), 142-158 (in Russian).
- Privalov, V. A., Saksenhofer, R., & Diachenko, N. A. (2011). Low-amplitude tectonics of the mine field named after Zasyadko A.F. in connection with the localization of gas-dynamic phenomena. *Transactions of Donetsk National Technical University*, 15(192), 177-185 (in Russian). (in Russian).
- Prichchenko, V. F. (2001). *Low-amplitude bursting disturbance of the coal formation of the Donbas*. Dnipropetrovsk: NMU of Ukraine (in Ukrainian).
- Reading, H. G., Collinson, J. D., & Allen, F. A. (1990). *Conditions of sedimentation and facies*. Moscow: Mir (in Russian).
- Timurziev, A. I. (2014). Structures of the horizontal shift of sedimentary basins and the experience of applying tectonophysical methods for increasing the efficiency of prospecting, exploration and development of thrust oil. *Geophysical Journal*, 36(2), 172-185 (in Russian).
- Halimendik, Y. M. (1999). Morphological structure and mechanism of disjunctive formation. *News of the Donetsk Mining Institute. All-Ukrainian Scientific and Technical Magazine of Mining Profile*, 9(1), 14-17 (in Russian).
- Shumlyanskaya, L. A., Tsvetkova, T. A., & Tripolsky, A. A. (2014). Influence of cortical velocity structure on the results of seismic tomography of the Ukrainian shield. *Geophysical Journal*, 36(4), 95-117 (in Russian).
- McClay K., and Bonora M., 2001, Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. *AAPG Bulletin*, vol. 85, no. 2 (February 2001), pp. 233-260.
- Bonora, K. M. (2001). Analog models of restraining stepovers in strike-slip fault systems. *AAPG Bulletin*, 85. doi:10.1306/8626c7ad-173b-11d7-8645000102c1865d
- Pryvalov, V., Panova, O., & Sachsenhofer, R. (2013). Natural Fracture and Cleat Patterns in Coalbed and Shale Gas Reservoirs of the Donets Basin (Ukraine). *London 2013, 75th Eage Conference En Exhibition Incorporating SPE Europec*. doi:10.3997/2214-4609.20130809
- Sachsenhofer, R., Privalov, V., & Panova, E. (2012). Basin evolution and coal geology of the Donets Basin (Ukraine, Russia): An overview. *International Journal of Coal Geology*, 89, 26-40. doi:10.1016/j.coal.2011.05.002

Надійшла 10.01.2018 р.