

ГЕОЛОГІЯ

<https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-01>
УДК 551.242:551.77(477)

Надійшла 16 лютого 2023 р.
Прийнята 17 березня 2023 р.

Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 3. Тектонічний стиль деформацій

*Олексій Барташук*¹

д. геол. н., ст. наук. співроб.,¹ Український науково-дослідний інститут природних газів,
Гімназійна наб., 20, м. Харків, 61010, Україна,
e-mail: alekseybart@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7831-6134>;

*Василь Суярко*²

д. геол.-мін. н., професор, кафедра фундаментальної та прикладної геології,
² Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна,
e-mail: vgsuyarko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3693-4767>;

*Олександр Чуєнко*²

зав. лабораторії по дослідженню порід, мінералів і викопних організмів,
e-mail: chuenko@karazin.ua, <https://orcid.org/0000-0001-6717-4695>

Досліджувалися особливості просторового розподілу і тектонічний стиль колізійних деформацій рифтогенної структури Дніпровсько-Донецької западини. З використанням кінематичного і парагенетичного аналізів вивчалися структурні рисунки, склалися кінематичні моделі альпінотипних деформацій у складчастих поверхах її південно-східного сегменту. З'ясовано, що рифтогенна структура за простяганням зазнала інверсійних ускладнень різного стилю та інтенсивності. Структурна межа між слабо- і суттєво дислокованою територією проведена по меридіану м. Балаклія. На захід від межі через горизонтальні рухи рифтові скиди набули дугоподібних обрисів і кулісної будови. Зони герцинської складчастості розбиті на окремі гілки ешелонованими системами зсувів, розташованими діагонально до їх осей. На схід від межі регіональні бортові розломи вигинаються спочатку на захід, а східніше м. Донецьк північний - на схід, а південний - на південний схід. Зони прибортових і осьових регіональних скидів зруйновані і через це перериваються лінії пов'язаних з ними Кочубіївсько-Волвенківського і Соснівсько-Степківського осьових солянокупольних валів. Замість скидового сформувався зсуво-насувний інверсійний каркас ороклинної форми. Альпінотипні дислокації на більшості території западини слабо-виразні (розосереджені, мало-амплітудні розриви і підняття), проте південно-східний сегмент зазнав складчастих і покривно-насувних деформацій. Аналіз будови олігоцен-міоценових відкладів свідчить, що на північному борту утворився ряд неотектонічних дугоподібно видовжених височин, що розміщуються у всяких крилах герцинських зсуво-насувів. Їх кулісне зчленування і діагональне розміщення щодо зон зсуво-насувів є ознакою їх утворення в геодинамічній обстановці трансресії. На кінематичних моделях вперше ідентифіковано природу альпінотипних деформацій, які мають структурне відбиття у підшві кайнозойського чохла і денному рельєфі. Кулісно зчленовані, динамічно спряжені ансамблі неотектонічних піднять сформувалися за механізмом поздовжнього видовження через горизонтальні рухи правобічної кінематики над зонами динамічного впливу зсуво-насувів фундаменту. З'ясовано, що тектонічний стиль новітніх деформацій притаманий платформним складчасто-насувним геоструктурам тектонічного зриву. Сукупність альпінотипних структур територіально контролюється вперше виділеною регіональною структурою – Західно-Донецькою покривно-складчастою областю. Дані щодо розподілу новітніх ускладнень рифтової структури доцільно використати для палеогеодинамічних реконструкцій і вдосконалення схеми тектонічного районування Дніпровсько-Донецької палеозападини.

Ключові слова: структурні рисунки, кінематичні моделі, скидовий рифтовий каркас, інверсійний зсуво-насувний каркас, альпінотипні деформації, Західно-Донецька покривно-складчаста область.

Як цитувати: Барташук Олексій. Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 3. Тектонічний стиль деформацій / Олексій Барташук, Василь Суярко, Олександр Чуєнко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 58. – С. 12-28. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-01>

In cites: Bartaschuk Oleksii, Suyarko Vasyi, Chuienko Oleksandr (2023). Tectonic inversion of the Dnipro-Donets basin. Part 3. Tectonic style of deformations. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (58), 29-37. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-01> [in Ukrainian]

Вступ. Термін "авлакоген" [1], на наше переконання, доцільно застосовувати до територіально та генетично спільного тектонічного ансамблю різновікових лінійних синформних структур - від палеорифту в підвалині до утворених згодом над ним «накладених» осадових западин включ-

но. Він відображає парагенетичний зв'язок платформної западини (синеклізи) з давнім рифтом (трогом, грабенном), походження та місцезнаходження якого обумовило її формування. Вулканогенно-осадові комплекси рифтового етапу, що залягають у підвалинах авлакогенів тривалої історії

розвитку, рідко зберігають свою первинну структуру. На етапах пострифтової еволюції вони інтенсивно деформуються та перетворюються у складчасті поверхи складної будови. Складчасті деформації не контролюються рифтовими геодинамічними обстановками розсування земної кори, проте визначаються стресовими тектонічними режимами етапів платформної активізації у колізійних геодинамічних обстановках.

Таким чином, за геодинамічними умовами формування усі лінійні палеорифтові западини, є *полігенними осадовими басейнами* [2]. На протязі історії їх розвитку відбувається зміна як мінімум двох контрастних обстановок – рифтової, яка згодом може відновитися повторно, зумовлюючи формування вкладених, «телескопованих» рифтів, та синеклізної (платформної западини). В умовах окремих тектонічних режимів (підкидо-насувний) в рифтогенних западинах може відбуватися остаточна тектонічна інверсія з утворенням складчастої споруди (пояса). З врахуванням цих геотектонічних критеріїв, більшість давніх лінійних западин є *«інверсованими авлакогенами»*, які через інтенсивну деформованість рифтогенних товщ ряд дослідників розглядає сучасними *«внутрішньо-платформними лінійними зонами концентрованої деформації»* [3].

Більшості систем протяжних, лінійних авлакогенів притаманна послідовна зміна інтенсивності і тектонічного стилю інверсійних деформацій за їх простяганням - від складових структурних елементів (геосегментів) зі слабо порушеною первинною рифтовою структурою до таких, що суттєво ускладнені альпінотипними деформаціями. З'ясовано, що цей геологічний феномен обумовлений різними величинами сил деформування та азимутальним орієнтуванням головних осей поля тектонічних напруг, які зазнавали просторово-часової інверсії протягом етапів пострифтової історії, по відношенню до тектонічної позиції цих геосегментів [4-6]. З'ясовано також, що складчасті дислокації у внутрішньо-платформних авлакогенах можуть бути обумовлені дистанційно наведеним (індукційним) стресом під впливом орогенічних рухів на активних околицях платформ, або рухомих, складчастих поясів, що синхронно з ними формувалися [7-12].

Прикладом того є формування Донецького складчастого пояса (ДСП) у межах лінійної палеозападини Донбасу в південно-східному сегменті Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену (ПДДА). В обстановці колізійного стресу протягом герцинського, кімерійського і альпійського етапів орогенезу рифтогенний басейн зазнав інверсійного підйому, осушення і зміни умов седиментації, складчастих і покривно-насувних деформацій. ПДДА набув характерних рис інверсовано-

го авлакогену, що є предметом обговорення.

Аналіз попередніх досліджень. Початок тектонічної інверсії і складчастих деформацій рифтогенної структури Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) і Донбасу припадає на пізньогерцинську епоху орогенезу (середина-кінець ранньої перми) [10,11,13,14]. За даними палеорекострукцій деформації палеорифту відбувалися в режимі косої лівобічної колізії в полі напруг стискання з нахилом головної вісі в південно-західному напрямку [15,16,17]. Герцинська складчастість має характерні структурні ознаки колізійного короблення верств в обстановці транспресії, що постала через інтерференцію загально-плитного стресу і регіонального горизонтально-зсувного поля напруг переважно лівобічної кінематики рухів. В мезозої та кайнозої у палеорифті сформувалося горизонтально-зсувне поле з перемінною складовою стискання правобічної кінематики рухів з нахилом головної вісі у зворотному - північному та північно-східному напрямку [7,8,9,11,12,15,17]. В альпійських (ларамійському та аттичному) складчастих поверхах ДСП та Західно-Донецького грабена (ЗДГ) за зсуво-насувним розломним каркасом сформувалися лускаті покриви насунання [7,8]. Горизонтальні переміщення геомас гірських порід обумовили не лише формування тектонічних покривів насунання, але в структурних умовах південного борту грабену викликали перекриття верств осадового чохла на декількох стратиграфічних рівнях насунутими пластинами алохтону, складеного кристалічними породами фундаменту і різновіковими рифтогенними комплексами. В результаті на північному схилі Приазовського масиву Українського Щита сформувалася Південно-Донецька меланжева зона [13].

З використанням матеріалів середньомасштабної геологічної зйомки території ЗДГ [18] на основі даних щодо просторово-часової еволюції напружено-деформованого стану земної кори ПДДА у фанерозої [5,19], на попередніх етапах досліджень [20,21] з'ясовано наступне. Тектонічні режими деформацій рифтової структури протягом етапів тектонічної інверсії характеризувався сталим субмеридіональним напрямком осей напруг колізійного стискання з нахилом в південно-західних (заальська і пфальська фази тектогенезу), північних (ларамійська фаза альпійської епохи) та північно-східних (аттична фаза альпійської епохи) напрямках. На загальне поле напруг впливав додатковий стресовий тиск з боку складчастого Донбасу, що тоді зазнавав орогенічного підйому. За таких умов у південно-східному сегменті авлакогену утворилися три складчасті поверхи – герцинський і два альпійських (ларамійський та аттичний), будову яких контролює

різновіковий «перехресно-насувний» тектонічний каркас [22]. На підставі моделі кінематичного механізму формування покривно-складчастих деформацій зроблено принциповий висновок щодо пост-седиментаційного нарощування загальної товщини осадового чохла у південно-східному сегменті авлакогену [23,24,25].

Мета досліджень. На основі аналізу структурних рисунків новітніх морфоструктур осадового чохла дослідити особливості просторового розподілу і тектонічний стиль альпінотипних деформацій рифтогенної структури ДДЗ.

Матеріали та методи досліджень. При геотектонічних дослідженнях використовувалися структурно-кінематичний і парагенетичний методи аналізу деформацій [4,26]. Для ідентифікації морфо-генетичного типу структур використані діагностичні ознаки, отримані за натурними даними та експериментальними і теоретичними моделями [2,26,27]. Структурні рисунки альпінотипних деформацій аналізувалися на матеріалах середньомасштабного геокартування [19], тектонічних картах фундаменту [29], осадового чохла і регіональних сейсмічних профілях МСГТ [30].

Результати досліджень. Априорі передбачалося, що інверсійних ускладнень на протязі етапів платформних активізацій спочатку зазнавав кристалічний фундамент, що є базовим структуроутворюючим шаром консолідованої земної кори, в об'ємі якого розподіляються тектонічні напруги і деформації [1-5]. І ця передумова наочно проявляється у тектонічній будові підвалини осадового палеобасейну південно-східного сегмента ПДДА.

Саме у поверхні докембрійського фундаменту найбільш виразно простежуються основні відмінності у будові між відносно слабо дислокованою частиною платформної синеклізи (ДДЗ) і перехідною зоною між западиною і складчастим Донбасом (ЗДГ). Структурний рубіж між слабо дислокованими (Чернігівський, Лохвицький, Ізюмський) та цілком інверсованими сегментами (Західно-Донецький і складчастий Донбас) проведено за Центрально-Приазовсько-Слов'яногірського коро-мантіїним розломом на меридіані міста Балаклія (рис. 1, 2). На захід від цього кордону рифтогенний скидовий каркас та лінійні зони складчастості осадового чохла зазнали переважно горизонтально-зсувних деформацій, якими викликано утворення характерних для зон зсування дугоподібних обрисів і кулісної будови зон крайових порушень (рис. 2, ліва частина). Лінійні зони герцинської складчастості розбиті на окремі гілки (локальні підняття) ешелонуваними системами зсувів, розташованими діагонально по відношенню до їх осей.

Натомість на схід від структурної межі різних

режимів деформацій регіональні бортові розломи поступово вигинаються в плані спочатку на захід, а східніше м. Донецьк у різних напрямках: північний - на схід, а південний – на південний схід, внаслідок чого площа грабену дещо розширюється у Західному Донбасі (рис. 2, права частина). Основних перебудов, через повне руйнування скидового каркасу, зазнали структурні лінії парних, субпаралельно розташованих прибортових та осьових регіональних розломів, які як рифтогенні скиди на схід від цієї межі практично не простежуються, а реліктом однієї з осьових гілок можливо слугує Осьовий (Ірмінський) розлом. Через це на меридіані м. Балаклія перериваються сформовані в осадовому чохлі у зонах осьових розломів дві субпаралельні структурні лінії солянокупольних валів: (1) - північна (Кочубіївсько-Волвенківська) та (2) - південна (Соснівсько-Степківська) (рис. 1, 2, зліва). Ще далі на схід, до меридіану міста Краматорськ, уздовж Черкасько-Часов'ярського осьового глибинного розлому простягається лише одна, (3) - Дружківсько-Комишуваська осьова зона солянокупольних підняття, яка зазнала фрагментації на окремі, кулісно зчленовані гілки (рис. 2, справа).

Найбільших змін напрямків простягання крайові регіональні розломи зазнали на території від меридіану м. Балаклія майже до меридіану м. Донецьк, у межах Кальміус-Торецької та Бахмуцької осьових улоговин (рис. 1, 2). Причому, на північному борті *Північно-Донецький, Алмазний, Дробишівський та Новий насуви* змінюють простягання з північно-західного на західне (рис. 2, 5 в [20], 4 в [21]), натомість на південному - *Самарський, Котлінський, Мерцалівський, Ділеєвський та Новоселівський насуви* зазнали змін простягання з захід-північно-західного на північ-північно-західне та на західне (рис. 2, 4 в [21]).

У Західно-Донецькому сегменті і на західних схилах Донбаса в герцинському та альпійському поверхнях сформувалася Західно-Донецька область покривно-складчастих деформацій у трикутнику між містами Луганськ, Ізюм та Донецьк (рис. 3, 2, справа) [19-21, 23-25]. Клиноформну в плані область складають ешелони лусок тектонічних покривів та кулісно зчленованих антикліналей (рис. 11,12,15,16). Різновікова зсуво-насувна решітка контролює «перехресно-насувну» структуру деформацій. Прикладами того є лінійні підкидо-складчасті зони, що прилягають до північного прибортового розлому - *Торсько-Дробишівська* (рис. 3, зліва), *Північно-Донецька, Матросько-Тошківська* (рис. 3 в [20]).

Північний фланг області обмежують Північно-Донецький насув, на півдні Самарський і Новоселівський насуви відокремлюють її від меланжевої зони. Ороклин деформацій розташований

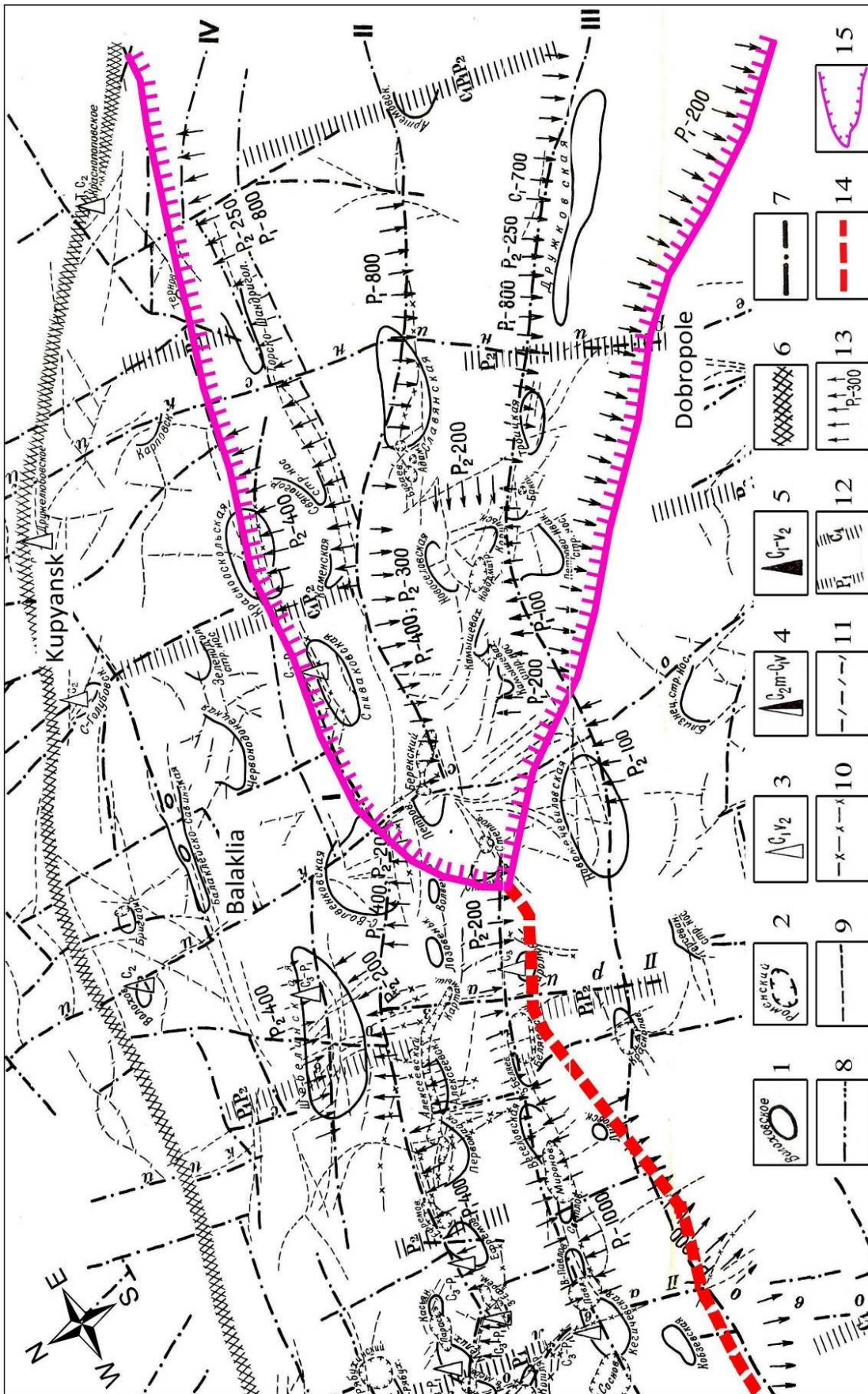


Рис. 1. Фрагмент карти дорифтових розломів фундаменту Дніпровсько-Донецької западини за [29] з доповненнями (Барташук, Суярко, Чуєнко, 2023): 1- локальні структури осадового чохла; 2- соляні штоки; 3- 5- вуглеводневі скучення; газоподенсатні, нафтові; 6- 11- розломи: крайові, у фундаменті, девоні, карбоні, пермі, на локальних структурах; 12- 13 - зміни товщин осадових комплексів; 14- межа Західно-Донецького орокліну покривно-складчастих деформацій / амплітудами і падінням; 15- межа зон інверсійних складчастих деформацій; 15- межа Західно-Донецького орокліну покривно-складчастих деформацій / Fig. 1: Fragment of the map of the pre-rift faults of the basement of the Dniipro-Donets Basin according to [29] with additions (Bartashchuk, Suярko, Chuєnko, 2023): 1- local structures of the sedimentary cover; 2- salt domes; 3- 5- hydrocarbon fields; gas; gas condensate; oil; 6- 11- faults: border, in the basement, Devonian, Carboniferous, Permian, on local structures; 12- 13 - changes in the thickness of sedimentary complexes: 12- by stratigraphic distribution, 13- by vertical amplitudes and dip; 14- boundary of zones of inversion fold deformations; 15- boundaries of the West-Donets orocline of cover-folding deformations

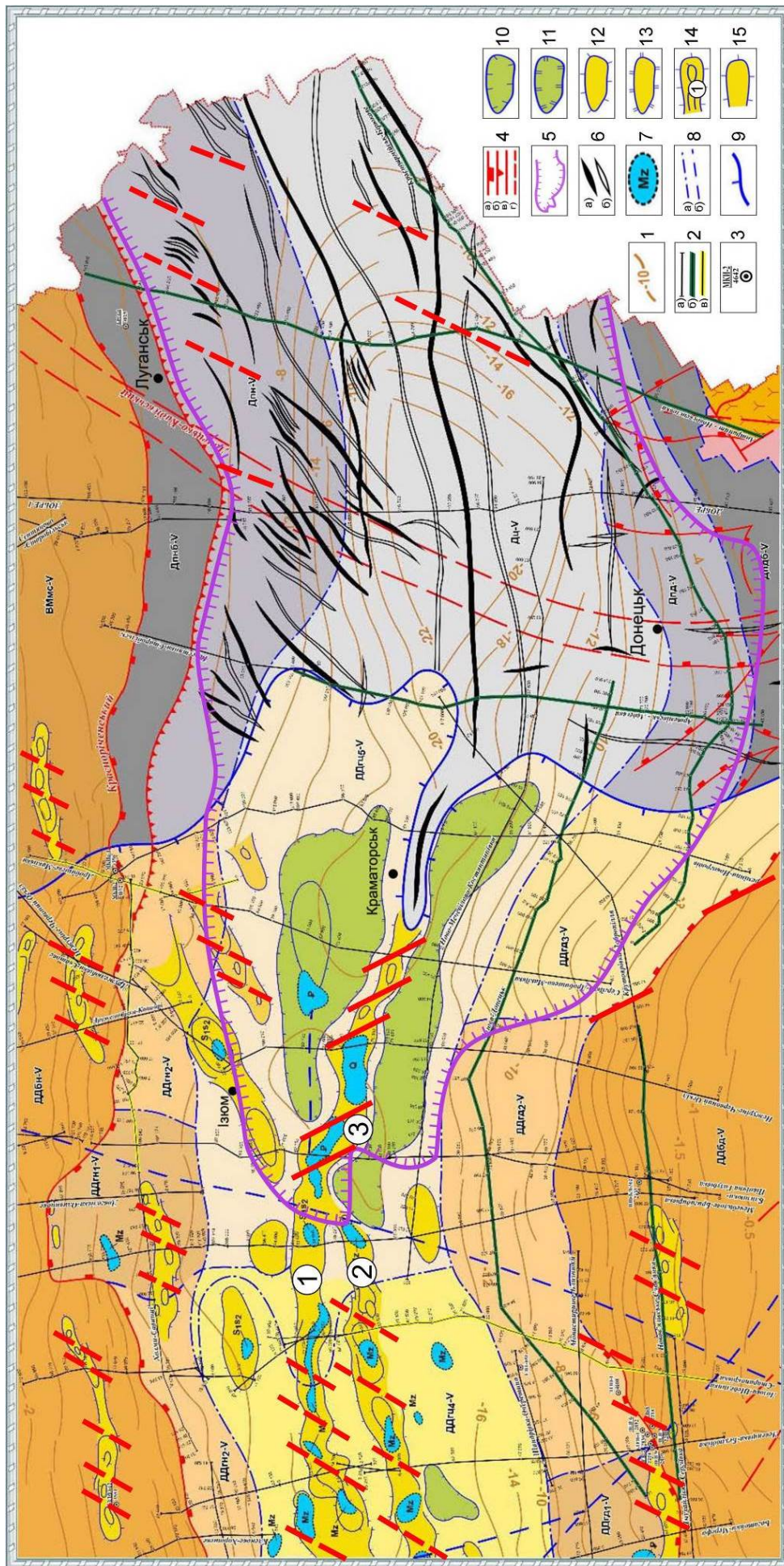


Рис. 2. Фрагмент тектонічної карти Дніпровсько-Донецької западини за [30] з доповненнями (Барташук, Суярко, Чуенко, 2023): 1- ізогіпси поверхні докембрійського фундаменту; 2- регіональні профілі: а- старі, б- нові, в- перентерпретовані; 3- глибокі свердловини; 4- границі фундаменту; 5- тектонічні порушення: а- скиди, б- насуви, в-г- діагональні зсуви простягання; в- північно-західного, г- північно-східного; 5- межі Західно-Донецької покривно-складчастої області; 6- анти- та синформи; 7- девонські діапіри; 8- межі тектонічних зон та підзон; 9- межі ДДЗ; 10- 15- складчасті структури: 10- компенсаційні мульди, 11- улоговини, 12- антиклінали, 13- валоподібні підняття, 14- структурні зони, 15- структурні виступи /

Fig. 2: Fragment of the tectonic map of the Dniipro-Donets Basin according to [30] with additions (Bartashchuk, Suyarko, Chuyenko, 2023): 1- isograds of the surface of the Precambrian basement; 2- regional seismic profiles: a- old, b- new, c- reinterpreted; 3- deep wells; 4- faults; 5- boundaries of the West-Donets orocline of extension: c- north-west, d- north-east; 5- boundaries of the West-Donets orocline of cover-folding deformations; 6- anti- and synforms; 7- Devonian salt domes; 8- boundaries of tectonic zones and subzones; 9- boundaries of the Basin; 10- 15- folded structures: 10- compensatory coombs, 11- depressions, 12- anticlines, 13- shaft-like uplifts, 14- structural zones, 15- structural ledges

над трикутною улоговиною в поверхні фундаменту, заповненою осадовою товщею до 20-22 км (рис. 2, справа). Над нею у зоні Черкасько-Часов'ярського осьового зсуво-насуву розташовується найкрупніший і найвиразніший лінійний складчастий ансамбль осадового чохла, складений Головною (Горлівсько-Ровенецькою) антикліналлю та прилеглими до неї з півночі та півдня Бокково-Хрустальською і Чистяково-Сніжнянською синкліналями (рис. 2, 4).

Таким чином, внаслідок альпійських тектонічних рухів на території зони зчленування ДДЗ та ДСП остаточно сформувався зсуво-насувний тектонічний каркас інверсійних деформацій характерної клиноподібної (ороклинної) у плані морфології (рис. 1, 2, 6 в [20]). До тектонічного орокліну деформацій пристосувалися шарніри усіх антиклінальних природних підкидо-складок, що сформувалися у його форланді в висячих крилах герцинських насувів. Осі антикліналей зазнали відповідних флексурних вигинань вздовж дугоподібно увігнутих площин насувів. Незмінним є лише загально-рифтове північно-західне простягання магістральних зсуво-насувів осьової зони - Суліно-Костянтинівського і Осьового (рис. 2, справа, 4 в [21]).

До того ж через високо-амплітудні горизонтальні переміщення переважної правобічної кінематики у своїх крилах за ешелонованими системами трансформних зсувів регіональні насуви зазнали фрагментації на окремі, кулісно зчленовані та динамічно спряжені гілки (рис. 2, справа, 4 в [21]). Разом з цим, внаслідок зсувних деформацій характерної кулісної будови і розподілу на окремі, тектонічно зчленовані локальні підняття набула більшість динамічно пов'язаних з ними лінійних структурних валоподібних зон природної герцинської складчастості (рис. 2, 5 в [20]).

Геофізичною діагностичною ознакою горизонтальних рухів уздовж зсувів є штокоподібні зони втрати кореляції сейсмічних відбивальних горизонтів хвильового поля [26]. Зони відсутності регулярного сейсмічного запису у розрізі мають характерну стовпоподібну форму, яка не пов'язана з соляним тектогенезом, натомість обумовлена деформаційними процесами тектонічного дроблення, зминання, катаклазу і розуцільнення гірських порід у зонах динамічного впливу тектонічних порушень. Головним механізмом формування таких деформаційних зон є тектонічні рухи перемінної кінематики по площинах розломів типу горизонтальних зсувів. Яскравим прикладом того служить крупна штокоподібна морфоструктура, простежена у сейсмічному полі в шарнірі найбільшої з герцинських природних підкидо-складок складчастого Донбасу – Головної антиклінали (рис. 4, справа). Менш виразними у

розрізі складчастих поверхів осадового чохла є зони втрати кореляції горизонтів відбиття хвильового поля, ймовірно пов'язані з горизонтальними рухами меншої інтенсивності по площинах зональних зсуво-насувів, які простежені у шарнірах дрібніших підкидо-складок – Успенської, Оленівської та ін. (рис. 4, зліва).

Формування Головної та інших крупних антикліналей, за відсутності у Західному Донбасі соленосних товщ девонського рифтогенного комплексу, з врахуванням вказаних непрямих сейсмічних ознак зсувних деформацій, ми вважаємо структурним результатом прояву у загальному стресовому полі напруг високо-амплітудних горизонтальних рухів змінної кінематики у крилах регіонального Осьового (Ірмінського) зсуво-насува (рис. 4, справа, 4 в [21]).

Спробуємо знайти підтвердження нашим попереднім висновкам за результатами аналізу структурних рисунків інверсійних деформацій рифтогенної структури у південно-східному сегменті ПДДА. Для цього розглянемо на новітніх даних середньомасштабного геокартування території перехідної зони між ДДЗ та складчастим Донбасом будову кайнозойського (олігоцен-міоценовий) структурного поверху.

Аттичний (олігоцен-міоценовий) структурний поверх контролюється насувним каркасом, за яким крупні блоки докайнозойських комплексів подроблені на пластини від перших до десятків кілометрів та насунуті у північно-східному напрямку (рис. 1-4, рис. 3, 4, 5 в [20]). У північній частині ЗДГ внаслідок аттичних рухів сформувався післяміоцен-допліоценовий насувний каркас північно-східної вергентності. Він складений Дилейським, Хрестищенським, Мар'євським, Лисичанським, Дробишівським та ін. регіональними насувами, які контролюють насування крупних пластин складчастих тектонічних покривів (рис. 4 в [21]). Насування менших за розмірами лусок покривів кайнозойського алохтону забезпечується ешелонами зональних насувів субширотного простягання: Селезнівським, Продовжнім, Південним Павлівським, Санжарівським, Ірмінським (рис. 4 в [21]). Аттичний насувний контролює будову так званої "північної зони дрібної складчастості". Амплітуда горизонтальних переміщень блоків по площинах зсуво-насувів варіює тут від десятків-сотень метрів до 4,5 км при вертикальній складовій зміщеня до 1,5 км.

Новітні рухи у Західно-Донецькому сегменті відбиваються в альпінотипних деформаціях підошви кайнозою [29] (рис. 5, ліва частина). Область відсутності новітніх деформацій простежується лише в південно-західній частині грабена (південь Харківської та північ Дніпропетровської областей). Вона охоплює палеонізину у басейні

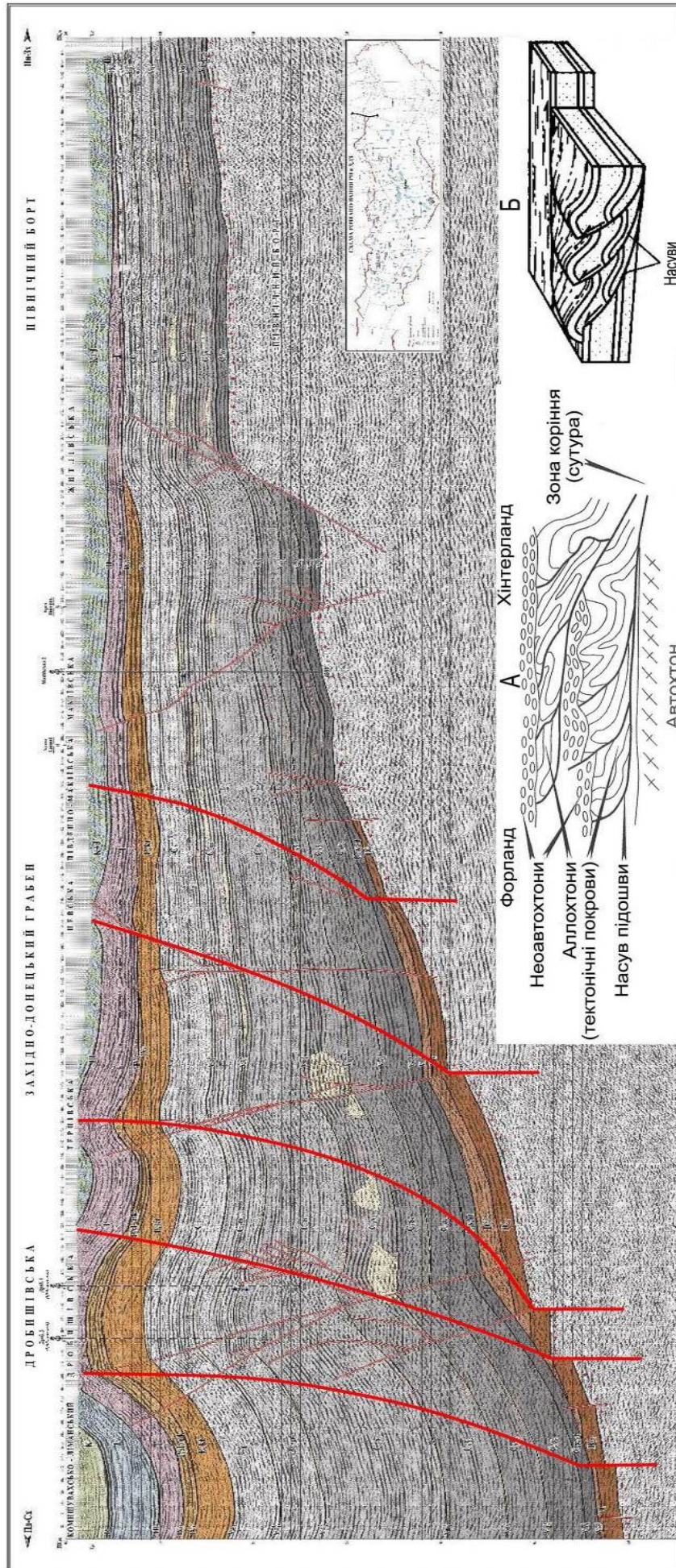


Рис. 3. Регіональний сейсмопрофіль Дробишево-Макіївка за [29] з доповненнями (Барташук, Суярко, Чуєнко, 2023).
 Північна прибортова зона Західно-Донецького грабену. На врізках: вгорі - лінія профілю на карті, внизу - принципова схема будови покривної складчастості на блок-діаграмі і в розрізі, за (Мууди, Хилл, 1960) /
 Fig. 3. Regional seismic profile of Drobyshevo-Makiivka according to [29] with additions (Bartashchuk, Suyarko, Chuyenko, 2023).
 The northern subduction zone of the West Donets Graben. On the insets: at the top - the profile line on the map, at the bottom - the schematic diagram of the structure of the covering folding on the block diagram and in section, according to (Moody, Hill, 1960)

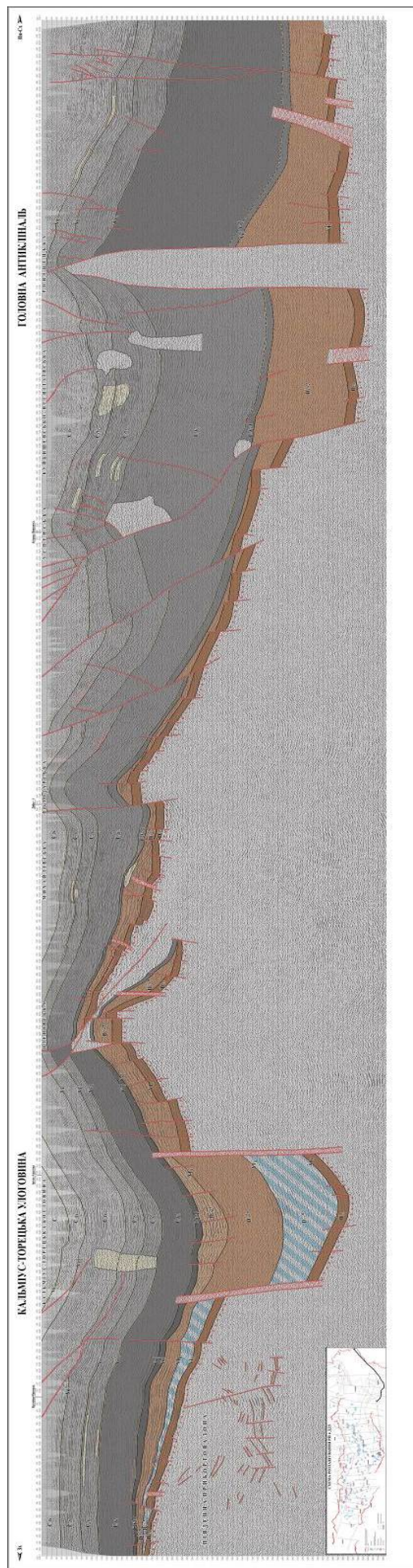


Рис. 4. Регіональний сейсмопрофіль Красноармійськ-Бірюкове [29]. Південна прибортова зона Західно-Донецького грабену і осьова частина Західного Донбасу. На врізці - лінія профілю на карті / Fig. 4. Krasnoarmiysk-Biryukovo regional seismic profile [29]. The southern subduction zone of the Western Donets Graben and the axial part of the Western Donbass. The inset shows the profile line on the map

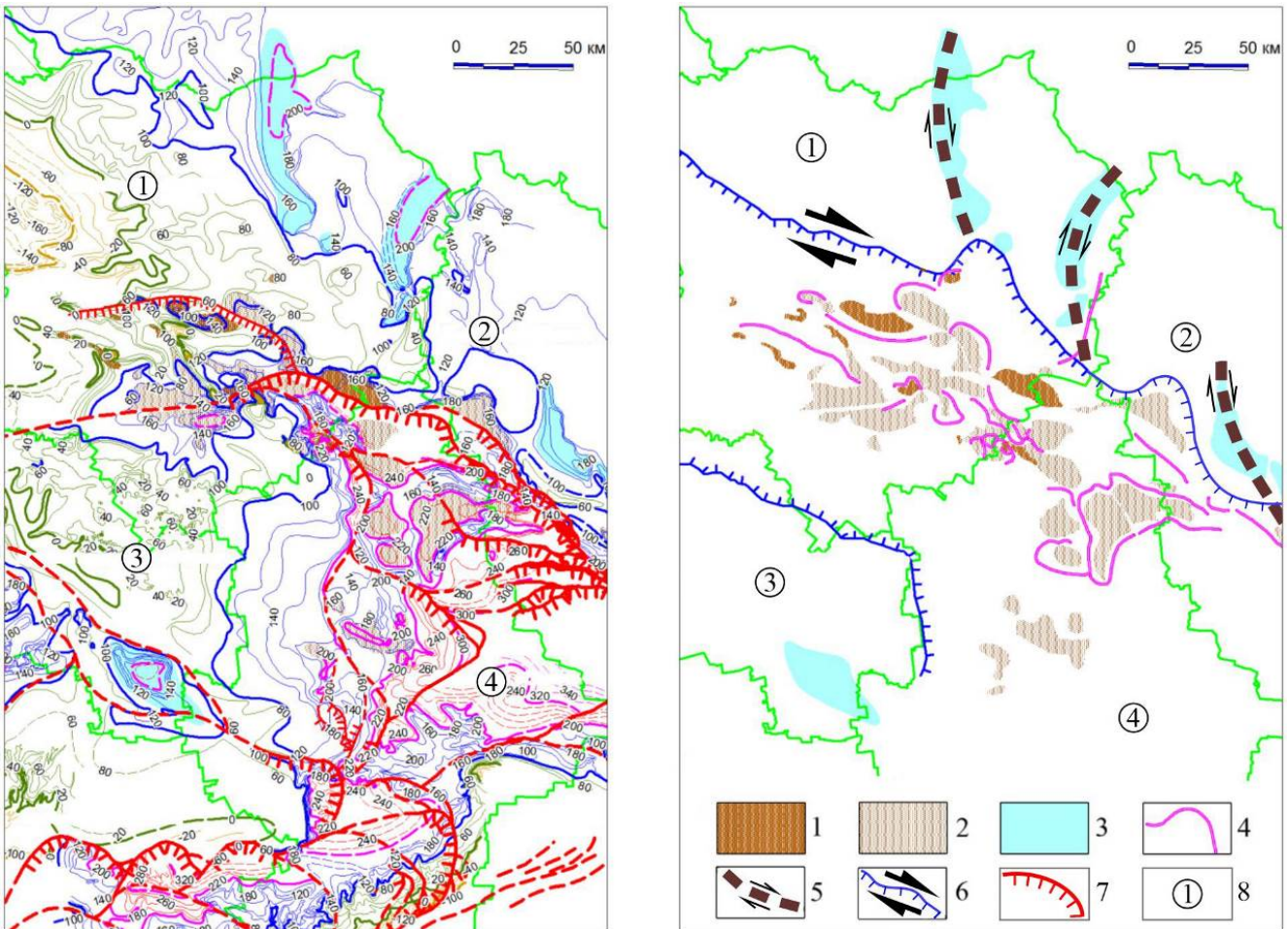


Рис. 5. Зліва – структурна карта підосви кайнозою за [28]. Справа – кінематична модель одностороннього кулісного парагенезу деформації поздовжнього видовження правобічної кінематики, за (Барташчук, Суярко, Чуенко, 2023): 1 - підняття над девонськими соляними штоками; 2 - підняття над соляними "подушками"; 3 – дугоподібно видовжені підняття «неясного походження», за [28]; 4 - осі компенсаційних прогинів; 5 – шарніри кулісно зчленованих кайнозойських височин, які складають зсувний деформаційний парагенез і кінематика рухів; 6 – крайові регіональні розломи Дніпровського грабену і кінематика рухів в їх крилах; 7- аттичні зсуво-насуви; 8 - Області: (1) - Харківська, (2) – Луганська, (3) – Дніпропетровська, (4) – Донецька /

Fig. 5. On the left – a structural map of the sole of the Cenozoic according to [28]. On the right is a kinematic model of a one-sided shear deformation paragenesis of longitudinal extension of right-sided kinematics, according to (Bartashchuk, Suyarko, Chuyenko, 2023): 1 - rise above the Devonian salt shafts; 2 - rise above salt "pillows"; 3 – arc-like elongated uplifts of "unclear origin", according to [28]; 4 - axes of compensation deflections; 5 – hinges of the hinge-articulated Cenozoic highlands, which make up the shear deformation paragenesis and kinematics of movements; 6 – marginal regional faults of the Dnipro graben and kinematics of movements in their wings; 7- attic sliding-push; 8 - Regions: (1) - Kharkiv, (2) – Luhansk, (3) – Dnipropetrovsk, (4) – Donetsk

ріки Самара, де відмітки цієї поверхні складають 20-40 м, що в декілька разів менше за глибини ярів та балок сучасного рельєфу.

На решті території грабену підосва кайнозою зазнала більш значних деформацій. На північ та схід від області розвитку палеонизин ця поверхня різко здіймається на висоту понад 250 м (у бік Донецького кряжу), проте на заході Харківської області занурюється до -150 м (рис. 5, ліва частина). Таким чином, у межах грабену перепади відміток підосви кайнозою перевищують сотні

метрів, відповідаючи амплітудам зміщень за аттичними насувами.

У приосьовій частині грабену ділянки відсутності палеоген-міоценових відкладів в лежачих крилах насувів в денному рельєфі відбиваються пологими овальними підняттями (рис. 5, ліва частина). Підняття підосви кайнозою розмірами $8 \div 30 \times 6 \div 15$ км і амплітудами 40 - 100 м сформувалися над рядом девонських соляних штоків (Червонооскільським, Петрівським, Адамівським, Бригадирівським). Над деякими штоками (Біляїв-

ським, Краснопавлівським, Берецьким, Новодмитрівським, Бантишівським), ймовірно внаслідок соляно-карстових процесів, утворилися компенсаційні прогини, осі яких здійснюються з наближенням до аттичних насувів з боку їх висячих крил. За даними [28] це є свідченням того, що морфоструктури, утворені на попередніх етапах тектогенезу соляною тектонікою, теж зазнали деформацій через аттичні рухи.

Яскравим проявом альпінотипних деформацій є протяжні дугоподібні антиклінали на північному схилі грабена довжиною у десятки кілометрів і амплітудами понад 100 м, відбиті у денному рельєфі височинами (рис. 5, ліва частина). Разом ці височини створюють характерний ешелонований складчастий ансамбль, ускладнюючий будову моноклінального схилу борту. Вони прилягають з півночі до зони північного крайового порушення, площа якого на цій території інтенсивно дислокована і набула характерної для зон горизонтально-зсувних деформацій кулісної будови. Тут слід зазначити, що геологічна природа цих піднятих у підосві кайнозою не з'ясована і в роботі [28] вони отримали назву «підняття неясного походження».

Наразі на величезному фактичному матеріалі з'ясовано, що у дислокованих (складчастих), тонкошаруватих, неметаморфізованих осадових товщах у полі горизонтальних напруг над магістральними розломами зазвичай утворюються діагональні системи розривів оперення зсувного типу, які відповідають кулісному розташуванню тріщин сколювання/відриву Ріделя (рис. 6, 7) [2,3,19,26,27]. Горизонтальні переміщення геомас гірських порід за ними приводять до деформацій видовження геологічного простору шляхом розтягання верств уздовж шарнірів складок [19]. У межах Українського щита за даними інструментальних визначень елементів залягання кристалічних гірських порід на природних відслоненнях, встановлено [5], що кулісна, ешелонувана будова складчастих деформаційних морфоструктур фундаменту є характерною діагностичною ознакою різноспрямованих горизонтально-зсувних переміщень геоблоків по площинах неодноразово ремобілізованих на етапах платформної активізації глибинних розломів. У Південному Донбасі та Приазов'ї поряд із насувами на природних відслоненнях достовірно виявлені системи зсувів правобічної кінематики рухів [13,22]. Причому загальний напрямок горизонтальних переміщень геомас по їх площинах є близьким до ортогонального щодо простягання насувів Північного Донбасу. Зсувними деформаціями обумовлено формування Приазовської височини, яка простягається майже ортогонально до Донецького кряжу і має близькі висотні відмітки. Структурний аналіз рисунків

покривної складчастості на території перехідної зони від ДДЗ до ДСП дозволив нам раніше ідентифікувати структурні ознаки геодинамічної обстановки *транспресії* [21,25].

Відомо, що геодинамічна обстановка транспресії реалізується за кінематичним механізмом одночасного горизонтального скорочення і вертикального видовження геологічного простору [2,3,5,26,27]. В певному об'ємі земної кори під впливом бокового до простягання лінійної геоструктури стресу в обмеженому по літералі геологічному просторі осадового басейну у зонах транспресії відбувається тектонічне вичавлювання геомас гірських порід угору - в напрямку вільної від стиснення денної поверхні. При цьому, якщо в підваліні басейну усі деформації концентруються в субвертикальних шовних зонах глибинних розломів, то в приповерхневих умовах пересування активізованих геомас порід відбуваються за дивергентними системами підкидів та насувів.

Внаслідок зсувних деформацій у поперечному перетині в розрізі осадового чохла утворюються характерні для зон транспресії «квіткові» та «пальмові» структурні парагенези (рис. 8). Підйом геомас до денної поверхні викликає утворення піднятих і переважно позитивного рельєфу над зонами транспресії, які служать джерелами розмиву і зносу осадової речовини. Прикладами позитивних «пальмових» структур зон транспресії, які відображаються підняттями у сучасному рельєфі, є *Дробишівська, Тернівська* (рис. 3), *Оленівська, Володарська, Успенська, Ровенецька* (рис. 4) та більшість інших підкидо-складок, розташованих на території ЗДГ та складчастого Донбасу (рис. 1, 2).

Водночас компенсаційний геомеханічний фактор обумовлює виникнення просторово спряжених з зонами стресу зон розтягнення земної кори, і, відповідно, ділянок переважного прогинання [2,3,26,27]. Через це у рельєфі денної поверхні утворюються так звані «накладені» западини, де накопичуються продукти розмиву, знесені з наближених піднятих, що зазнають підйому. Прикладом є *Михайлівська, Куйбишівська* западини, які відбиваються улоговинами у денному рельєфі (рис. 4). При цьому, під впливом компоненти горизонтального зсування, деформаційні підняття і спряжені з ними динамічно і територіально западини закономірно розташовуються навкис до простягання магістрального зсуву (рис. 7). Разом вони утворюють характерні ансамблі кулісно зчленованих структурних парагенезів зсування, які мають тенденцію до відхилення у той або інший бік від простягання зсуву, в залежності від знаку зміщення (кінематики рухів) у його крилах - по аналогії з типовим кулісним розташуванням тріщин сколювання/відриву Ріделя (рис. 6).

На цих теоретичних засадах геомеханіки, з

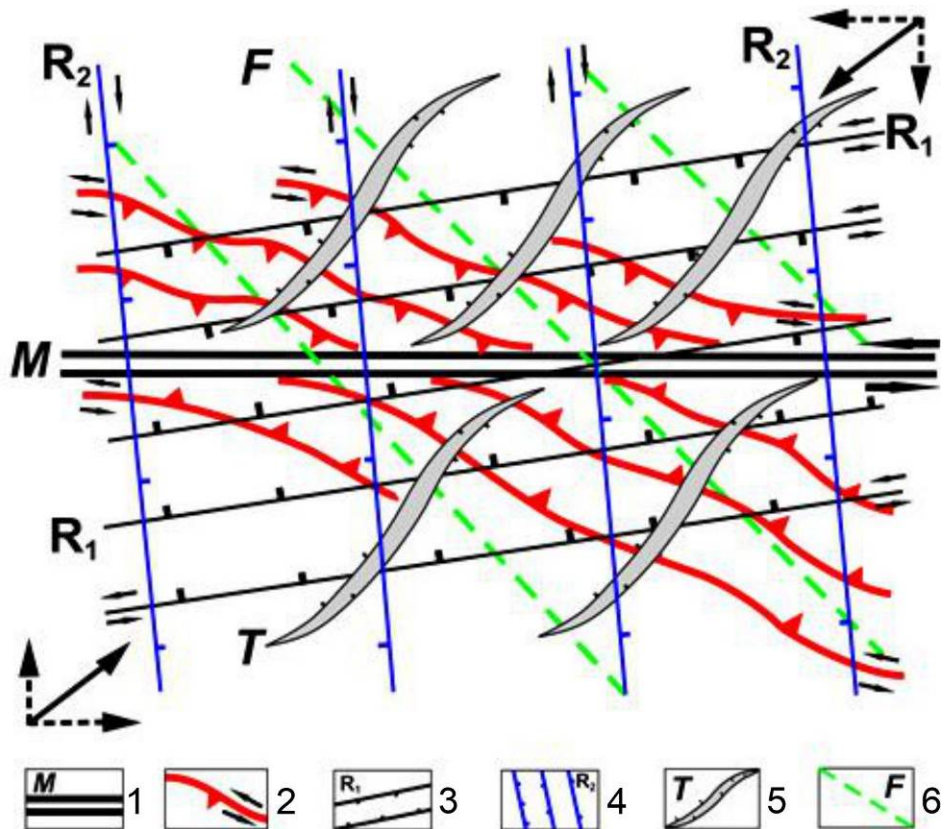


Рис. 6. Принципова схема внутрішньої будови структурного парагенезу *транспресії* лівобічної кінематики рухів за [2]: 1 – осьова зона магістрального зсуву (M); 2 – ешелонувана система зсуво-насувів; 3 – система синтетичних сколів Ріделю (R1); 4 – система антитетичних сколів Ріделю (R2); 5 – тріщини відриву (T); 6 – осі складок (F) /

Fig. 6. Schematic diagram of the internal structure of the structural paragenesis of the transpression of the left-sided kinematics of movements according to [2]: 1 – the axial zone of the main shift (M); 2 – echeloned system of shear-thrusts; 3 – Riedel's system of synthetic chipping cracks (R1); 4 – Riedel's system of anti-synthetic chipping cracks (R2); 5 – separation cracks (T); 6 – fold axes (F)

врахуванням досліджених в натурних відслоненнях та на експериментальних моделях структурно-кінематичних ознак (рис. 6, 7, 8) нами було з'ясовано природу детально розглянутих вище кайнозойських піднятих (височин рельєфу), що з півночі прилягають до зони бортового регіонального порушення (рис. 5, ліва частина). Разом з розлогими долинами, які їх розділяють, ці новітні морфоструктури складають структурний ансамбль, ідентифікований як деформаційний парагенез поздовжнього видовження правобічної кінематики у зоні динамічного впливу північного крайового розлому. Цей односторонній кулісний парагенез сформувався у висячому крилі зсуво-насуву фундаменту через аттичні тектонічні рухи в геодинамічних умовах транспресії. Згідно побудованої структурно-кінематичної моделі деформацій природним чинником формування ешелонуваного ансамблю територіально та динамічно спряжених структур зсуву і кулісних обрисів траси північного крайового розлому були правобічні рухи тектонічних блоків та геомас осадових

гірських порід у його крилах (рис. 5, права частина).

У підсумку, враховуючи усі отримані результати, з використанням даних щодо тектонічного стилю осадових басейнів [31] спробуємо визначити стиль інверсійних деформацій рифтової структури у південно-східному сегменті ПДДА.

Як відомо, рифтогенний тектонічний стиль будови утворюється у геодинамічних обстановках загального розтягу земної кори за системами розломів типу розсувів (скидів). Рифтовій структурі ДДЗ притаманне регіональне занурення платформних (синеклізних) комплексів осадового чохла уздовж осі авлакогену в південно-східному напрямку і від обох бортів до його днища в осьовій частині за системами нормальних (прямих) скидів (рис. 3, зліва).

На підставі аналізу структурних рисунків інверсійних ускладнень приходимо до висновку, що у південно-східному сегменті авлакогену утворився *інверсійний тектонічний стиль* деформацій, типовий для зон прояву горизонтально-зсувної, підкидо-насувної та зсуво-насувної тектоніки. Ри-

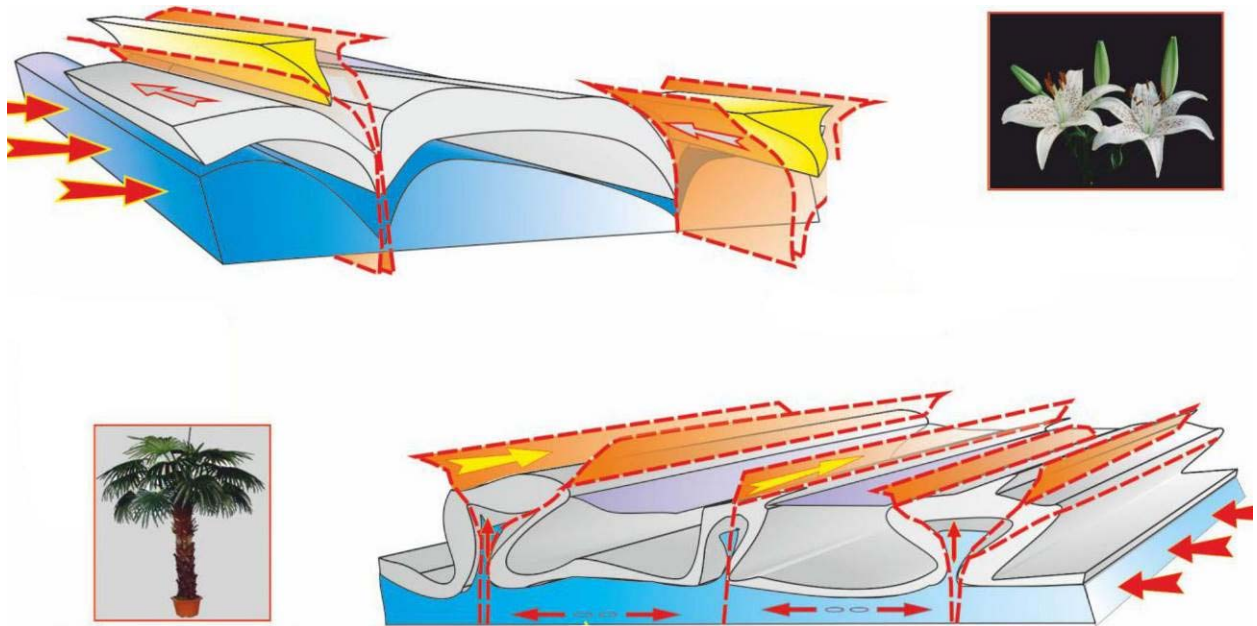


Рис. 7. Моделі кінематичних механізмів інверсійної складчастості, притаманних геодинамічній обстановці транспресії (колізійний стресовий тиск у горизонтально-зсувному полі напруг) за [2]: зверху – *синформний тип деформацій* як можливий механізм формування герцинських складчастих зон уздовж ремобілізованих рифтових парних крайових і прибортових розломів на моноклінальних схилах Дніпровського грабену;

знизу – *антиформний тип деформацій* як можливий механізм формування герцинських солянокупольних складчастих зон уздовж ремобілізованих рифтових парних осьових розломів у межах осьових депресій Дніпровського грабену (за участі соляної тектоніки) /

Fig. 7. Models of the kinematic mechanisms of inversion folding inherited in the geodynamic environment of transpression (collision stress pressure in the horizontal shear stress field) according to [2]: from above – *the synform type of deformations* as a possible mechanism formed of Hercynian fold zones along re-mobilized rift paired border and nearborder faults on the monoclinal slopes of the Dnieper Graben; from below – *the antiformal type of deformation* as a possible mechanism formed of Hercynian salt-dome folded zones along re-mobilized rift-paired axial faults within the axial depressions of the Dnieper Graben (with the participation of salt tectonics)

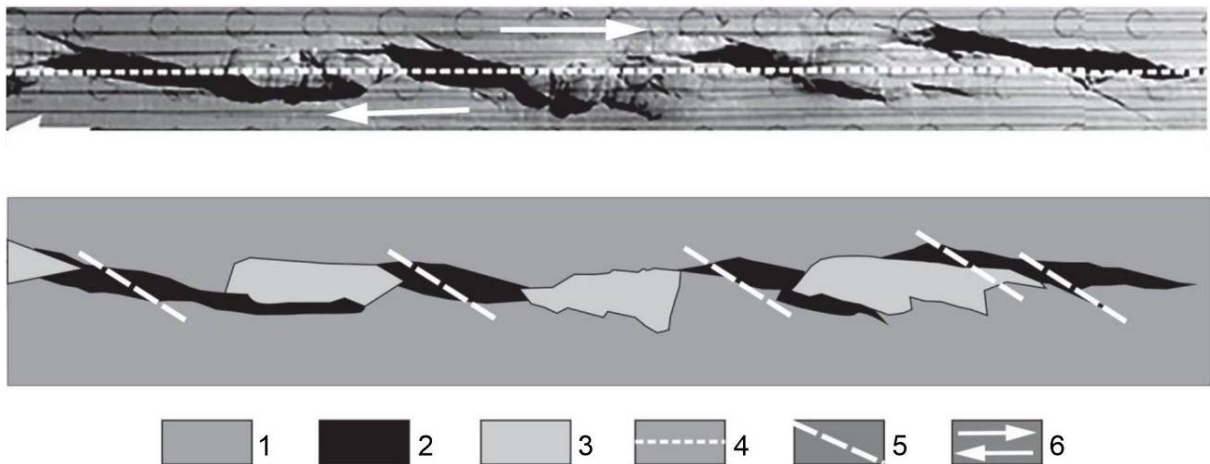


Рис. 8. Морфо-структурна диференціація рельєфу у зоні простого правого зсуву за [3]: 1 – неперушені ділянки; 2 – ділянки занурення (геодинамічні зони розтягу); 3 – ділянки здіймання (геодинамічні зони стресу); 4 – вісь горизонтального зсуву; 5 - орієнтування ешелонованих тріщин сколювання Ріделя; 6 - напрям рухів у крилах зсуву /

Fig. 8. Morpho-structural differentiation of relief in the zone of a simple right shift according to [3]: 1 – undisturbed areas; 2 – submergence areas (geodynamic tension zones); 3 – uplift areas (geodynamic stress zones); 4 – strike-slip axis; 5 – orientation of staggered Riedel chipping cracks; 6 – direction of displacement in strike-slip wings

фтогенний скидовий каркас на території ЗДГ виявився майже повністю зруйнованим, через накладення зсуво-насувного каркасу Західно-Донецького орокліну інверсійних деформацій (рис. 1, 2, 5, 4 в [21]).

По результатах аналізу структурних рисунків альпінотипних деформацій рифтогенної структури у південно-східному сегменті ПДДА з врахуванням кінематичних моделей встановлено, що інверсійному стилю авлакогену притаманні наступні особливості будови:

1 - утворення систем «зворотних (неузгоджених)» скидів на моноклінальних схилах грабену;

2 - дугоподібне викривлення в плані первинно лінійної рифтогенної скидової решітки та утворення в грабені деформаційного клиноформного у плані каркасу, складеного динамічно спряженими системами підкидів та зсуво-насувів;

3 - формування характерних для покривно-складчастих областей лускатих складчастих покривів тектонічного насунання та лінійної підкидо-складчастості;

4 - формування «перехресно-насувної» структури герцинського та альпійських (ларамійського та аттичного) складчастих структурних поверхів і кулісної будови лінійних підкидо-складчастих зон;

5 - збільшення об'єму чохла в обмеженому по літералі геологічному просторі грабену лише по вертикалі за рахунок поетапного формування нових, молодших за віком лусок і пластин насунутих тектонічних покривів. Через це утворення різновікового алохтону складають істотну, не компенсовану синеклізним прогинанням постседиментаційну частину розрізу складчастих поверхів;

6 - структурні рисунки альпінотипних деформацій мають характерні дугоподібні вигини, ешелонувану і кулісну будову, властиві структурним парагенезам, сформованим за кінематичним механізмом поздовжнього видовження геологічного простору в умовах інтерференції підкидо-насувного і горизонтально-зсувного тектонічних режимів.

Враховуючи це, приходимо до такого висновку: *інверсійний тектонічний стиль* південно-східного сегменту ПДДА характеризують структурні ансамблі ешелонованих і кулісно зчленованих, дугоподібно видовжених, покривно-насувних і підкидо-складчастих деформаційних структур. Вони сформувалися в геодинамічній обстановці транспресії і притаманні платформним складчасто-насувним геоструктурам тектонічного зриву [31].

Таким чином у Західно-Донецькому сегменті і на західних схилах Донбаса в герцинському та альпійському поверхах сформувалася Західно-

Донецька область покривно-складчастих деформацій.

Наукова новизна та практичне значення.

На кінематичних моделях вперше ідентифіковано природу альпінотипних деформацій в Західно-Донецькому грабені. Встановлено, що кайнозойськими рухами вздовж ре-мобілізованих зон герцинських зсуво-насувів сформовано динамічно спряжені ансамблі неотектонічних структур. Кулісно зчленовані структурні парагенези сформувалися за кінематичним механізмом поздовжнього видовження геологічного простору через горизонтальні рухи правої кінематики над зонами динамічного впливу зсуво-насувів фундаменту в геодинамічній обстановці транспресії.

Тектонічний стиль південно-східного сегменту ПДДА визначають ешелони зсуво-насувів, кулісно зчленовані ансамблі підкидо-складок, лускаті складчасті покриви тектонічного насунання, які сформувалися у геодинамічних зонах горизонтального зсування і транспресії. Уся сукупність альпінотипних морфоструктур територіально контролюється вперше виділеною нами на території ЗДГ новітньою платформною структурою тектонічного зриву - Західно-Донецькою областю покривно-складчастих деформацій.

Отримані дані щодо особливостей просторового розподілу інверсійних ускладнень рифтогенної структури та етапності їх утворення доцільно використовувати для палеорекострукцій і геодинамічного моделювання палеорифтової системи ПДДА та вдосконалення схем регіонального тектонічного та нафтогазогеологічного районування території ДДЗ.

Висновки. Внаслідок неоднорідних за тектонічним стилем та інтенсивністю прояву післярифтових ускладнень рифтогенної будови ПДДА за своїм простяганням набув характерних структурних рис *інверсованого авлакогену*. Колізійні деформації авлакогена структурно проявляються в формуванні: тектонічних зривів, скидо- і підкидо-зсувної решітки у фундаменті; кулісного і віялоподібного у плані зсуво-насувного деформаційного каркасу, сформованому у діагональних системах розломів осадового чохла; «перехресно-насувному» структурному плані покривно-складчастих деформацій герцинського та альпійського поверхів чохла; потовщенні осадового чохла в обмеженому по літералі просторі рифтогенної палео-западни за рахунок насунання пластин що молодших за віком тектонічних покривів. У Західно-Донецькому сегменті і на західних схилах Донбаса в герцинському та альпійському поверхах сформувалася Західно-Донецька область покривно-складчастих деформацій.

Список використаної літератури

1. Шатский Н.С. О прогибах донецкого типа / Н. С. Шатский // Избр. труды. – Т. 2. – М.: Наука, 1964. – С. 544-553.
2. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция / Под ред. Ю. Г. Леонова, Ю. А. Воложа // Труды ГИИРАН. – Вып. 543. – М.: Научный мир, 2004. – 526 с.
3. Леонов М. Г. Зоны концентрированной деформации (структуры цветка): натурные наблюдения и данные моделирования / М. Г. Леонов, Ю. А. Морозов, Ю. П. Стефанов, Р. А. Бакеев // Геодинамика и тектонофизика, 2018. – Т. 9, № 3. – С. 693–720. <https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-3-0368>
4. Чебаненко И. И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры / И. И. Чебаненко. – К.: Наук. думка, 1977. – 84 с.
5. Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. – Киев: Феникс, 2005. – 572 с.
6. Бартацук О. В. Еволюція напружено-деформованого стану земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту у фанерозої / О. Бартацук // Доповіді НАНУ, 2019. – № 3. – С. 62-6.
7. Горяйнов С. В. Кайнозойские тектонические движения Восточной Европы / С. В. Горяйнов // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2013, №3. – С. 55-65.
8. Горяйнов С. В. О ларамийском усложнении геологической структуры в различных регионах Украины / С. В. Горяйнов // Доповіді НАНУ. – 2004. – №3. – С. 92-95.
9. Копп М. Л. Кайнозойские поля напряжения/деформаций Донбасса и их вероятные источники / М. Л. Копп, В. А. Корчемагин // Геодинамика, 2010. – Вып. 1(9). – С. 37-49. <https://doi.org/10.23939/jgd2010.01.037>
10. Meijers, M. J. New late Paleozoic paleopoles from the Donbas Foldbelt (Ukraine): Implications for the Pangea A vs. B controversy / M. J. Meijers, M. F. Hamers, D. J. van Hinsbergen and others // Earth and Planetary Science Letters, 2010. – Vol. 297(1-2). – Pp. 18-33. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.05.028>
11. Stampfli, G. M. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic ocean isochrons / G. M. Stampfli, G. D. Borel // Earth and Planetary Science Letters, 2002. – Vol. 196(1-2). – Pp. 17-33. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00588-X](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00588-X)
12. Natal'in, B. A. Late Paleozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms: the prehistory Paleo-Thethian closure / B. A. Natal'in, A. M. C. Sengor // Tectonophysics, 2005. – Vol. 404 (3-4). – Pp. 175-202. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.04.011>
13. Горяйнов С. В. Метаморфические и метасоматические комплексы Приазовья и Южного Донбасса / С. В. Горяйнов, С. В. Аксенов, А. С. Алтухов и др. / Под ред. С.В. Горяйнова. – Харьков: Экограф, 2009. – 304 с.
14. Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия. – М.: Недра, 1977. – С. 185-205.
15. Корчемагин В. А. Тектоника и поля напряжений Донбасса / В. А. Корчемагин, Ю. С. Рябоштан // Поля напряжений и деформаций в земной коре. – М.: Наука, 1987. – С.167-170.
16. Горяйнов С. В. Герцинские тектонические движения Восточной Украины / С. В. Горяйнов // Новітні проблеми геології. Матеріали науково-практичної конференції до 100-річчя від дня народження В.П. Макрідіна (м. Харків, 21-23 травня 2015 р.). – Харків : Вид. Іванченка І.С., 2015. – С. 162–165.
17. Гончар В. В. Тектоническая инверсия Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса (модели и реконструкции). Геофиз. журн., 2019. – Т. 41, № 5. – С.47-86. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.184444>
18. Прогноз локалізації та газоносності літологічних пасток південного сходу ДДЗ в межах ліцензійних ділянок ГПУ «Шебелинкагазвидобування». Частина 1. Створення структурно-геологічної основи: звіт про НДР (заключний): №100 ШГВ 2017-2017 (тема № 34.521/2017-2017) Відп. вик. С. Горяйнов, Ю. Скляренко. – Харків: УКРНДІГАЗ, 2017. – 203 с.
19. Бартацук О. В. Геодинамічні умови нафтогазоносності Дніпровсько-Донецького палеорифту: автореф. дис...д-ра геол. наук. – Київ: Инст.геол.наук НАН України, 2021. – 33 с.
20. Бартацук О. В. Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 1. Колізійна тектоніка Західно-Донецького грабена / О. В. Бартацук // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія", 2020. – Вып. 52. – С. 10-23. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-01>
21. Бартацук О. В. Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 2. Геодинамічні обставини і кінематичний механізм деформацій рифтогенної структури / О. В. Бартацук // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія", 2020. – Вып. 53. – С. 10-23. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-01>
22. Горяйнов С. В. Перекрестно-надвиговая структура зоны сочленения Донбасса с Приазовским блоком Украинского щита / С. В. Горяйнов, В. В. Коренев // Геологія та питання геологічного картування і вивчення докембрійських утворень Українського щита. Матеріали IV науково-виробничої наради геологів-зйомщиків України (8-12 жовтня 2007 р., м. Кривий Ріг). – Дніпропетровськ, 2007. – С. 102-104.
23. Bartashchuk O. Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the Donbas foldbelt. Tectonic style of inversion deformations / O. Bartashchuk, V. Suyarko // Geodynamics, 2020. – Volume 2(29). – Pp. 51-65. <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.051>
24. Bartashchuk O. Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the Donbas foldbelt. Tectonic regimes and kinematic mechanisms of inversion / O. Bartashchuk, V. Suyarko // Geodynamics, 2021. – Volume 1(30). – Pp. 25-35. <https://doi.org/10.23939/jgd2021.01.025>

25. Bartashchuk O. Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the Donbas foldbelt. Tectonic inversion of rift-like structure / O. Bartashchuk, V. Suyarko // *Geodynamics*, 2021. – Volume 2(31). – Pp. 53-65. <https://doi.org/10.23939/jgd2021.02.053>
26. Тимурзиев А. И. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектонофизический и флюидодинамический аспекты: автореф. дис...д-ра геол.-минер. наук. – М.: МГУ, 2009. – 40 с.
27. Atmaoui N. Initiation and development of pull-apart basins with Riedel shear mechanism: insights from scaled clay experiments / N. Atmaoui, N. Kukowski, B. Stockhert, D. Konig // *Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch.)*, 2006. – Vol. 95. – P. 225–238. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0030-1>
28. Горяїнов С. В. Альпійські тектонічні рухи і соляна тектоніка східної України / С. В. Горяїнов // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2022. – Вип. 56. – С. 67-75. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-04>
29. Глубинные геологические срезы Днепровско-Донецкой впадины (в связи с перспективами нефтегазоносности). Объяснительная записка к геологическим картам ДДВ на срезях -5000 и -6000 м масштаба 1:500000 / В. Глушко (редактор). – Киев: УкрНИИГАЗ, УкрНИГРИ, 1978. – 88 с., 2 карты.
30. Регіональні сейсморозвідувальні дослідження в зоні зчленування Центрального Донбасу і ДДЗ. Відп. вик. Победаш М. С. – Київ: ДГП «Укргеофізика» Технологічний Центр ТП 113/06, 2014. – 20 арк.
31. Lowell J. D. *Structural Styles in Petroleum Exploration*. OGC Publications / J. D. Lowell // *Oil & Gas Consultants Int.* – Tulsa, 1985. – 470 p.

Внесок авторів: всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

Tectonic inversion of the Dnipro-Donets basin. Part 3. Tectonic style of deformations

Oleksii Bartaschuk¹,

DSc (Geology), Leading Researcher,

¹ Ukrainian Scientific Research Institute for Natural Gases,
20 Gimnaziyna Emb., Kharkiv, 61010, Ukraine;

Vasyl Suyarko²,

DSc (Geology and Mineralogy), Professor, Department of Fundamental and Applied Geology,

² V.N. Karazin Kharkiv National University, 4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine;

Oleksandr Chuienko²,

Head of laboratory for the study of rocks, minerals and fossil organisms

ABSTRACT

The purpose. The peculiarities of the spatial distribution and tectonic style of collisional deformations of the riftogenic structure of the Dnipro-Donets Basin were investigated.

Method. Kinematic and paragenetic analyses were used, structural drawings were studied, kinematic models of alpine-type deformations in the folded floors of the southeastern segment of the Basin were compiled.

The results. It was found that the riftogenic structure along the strike different style and intensity of inversion complications was been undergone. The structural border between the weakly and significantly located territory along the meridian of the city of Balaklia was determined. To the west of the border the rift downthrows acquired arc-shaped contours and a pendulum structure due to horizontal movements. Zones of Hercynian folding are divided into separate branches by echelon systems of landslides located diagonally to their axes. To the east of the border, at first the regional board faults bend to the west, and then to the east of the city of Donetsk, the northern ones bend to the east, and the southern ones - to the southeast. The zones of nearboard and axial regional faults are destroyed, and because of this, the lines of the Kochubiyivsko-Volvenkivskyi and Sosnivsko-Stepkivskyi axial salt dome shafts are interrupted. The relic is the Axial fault with the Druzhkiv-Komyshuva shaft adapted to it. Instead of a reset rift, a shear-thrust inversion frame of orocline form was formed. Alpinotype dislocations on most of the territory of the Basin are weakly pronounced (scattered, low-amplitude faults and uplifts), but the southeastern segment significant fault-folding and cover-thrust deformations has undergone. The analysis of the structure of the Oligocene-Miocene sediments shows that neotectonic structures in the sole of the Cenozoic cover and the daytime relief are reflected. On the northern board of the Basin, a number of arc-like elongated uplands that located in the hanging wings of the Hercynian thrusts were formed. A sign of uplands' formation in the geodynamic environment of transpression is oscillating articulation and diagonal placement relative to shear-thrust zones.

Scientific novelty. By the analysis of structural pictures of Elements of tectonics characteristic of transpression zones was identified. For the first time the nature of alpine-type deformations on kinematic models was identified. The Cenozoic movements along the re-mobilized zones of the Hercynian thrusts formed dynamically coupled ensembles of neotectonic structures was established. The hinged-jointed structural parageneses were formed by the mechanism of longitudinal elongation of the geological space due to the horizontal movements of right kinematics over the zones of

dynamic influence of shear-thrusts of the foundation. It was found the tectonic style of the latest deformation ensembles is inherent in the platform fold-thrust geosstructures of the tectonic breakaway. For the first time the newest platform structure - the West-Donetsk tectonic orocline of cover-folding deformations was identified.

Practical significance. Data on the distribution of alpine-type complications of the West-Donets Graben for paleo-geodynamic reconstructions and improvement of the regional scheme of tectonic zoning of the Dnipro-Donetsk Basin can be used.

Keywords: structural pictures, kinematic models, downthrow riftogenic framework, inverted shear-thrust framework, alpine-type deformations, Cenozoic hinged-jointed highlands, West-Donets orocline deformations.

References

1. Shatsky N. (1964). Basins of the Donetsk type. *Favorites work*, 2. M., Nauka, 544-553. [in Russian]
2. *Sedimentary basins: study methodology, structure and evolution* (2004). Edited by Yu. Leonov, Yu. Volozh. Works of GYNRAN, 543. M., Nauchny mir, 526. [in Russian]
3. Leonov M., Morozov Yu., Stefanov Yu., Bakeev R. (2018). Zones of concentrated deformation (flower structures): natural observations and modeling data. *Geodynamics and tectonophysics*, 9, 3, 693–720. <https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-3-0368> [in Russian]
4. Chebanenko I. I. (1977). *Theoretical aspects of tectonic divisibility of the earth's crust*. Kyiv, Nauk. dumka, 84. [in Russian]
5. Gintov O. (2005). *Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the earth's crust of Ukraine*. Kyiv, Phoenix, 572. [in Russian]
6. Bartaschuk O. V. (2019). Evolution of the stressed-deformed state of the earth's crust of the Dnipro-Donetsk paleorift in the Phanerozoic. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 62-65. [in Ukrainian]
7. Goryainov S. V. (2013). Cenozoic tectonic movements of Eastern Europe. *Geology and minerals of the World Ocean*, 3, 55-65. [in Russian]
8. Goryainov S. V. (2004). On the Laramie complication of the geological structure in various regions of Ukraine. *Reports of the National Academy of Sciences*, 3, 92-95. [in Russian]
9. Kopp M. L., Korchemagin V. A. (2010). Cenozoic stress/deformation fields of the Donbas and their probable sources. *Geodynamics*, 1(9), 37-49. <https://doi.org/10.23939/jgd2010.01.037>. [in Russian]
10. Meijers, M. J., Hamers, M. F., van Hinsbergen, D. J., van der Meer, D. G., Kitchka, A., Langereis, C. G., & Stephenson, R. A. (2010). New late Paleozoic paleopoles from the Donbas Foldbelt (Ukraine): Implications for the Pangea A vs. B controversy. *Earth and Planetary Science Letters*, 297(1-2), 18-33. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2010.05.028>
11. Stampfli, G. M., & Borel, G. D. (2002). A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic ocean isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196(1-2), 17-33. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00588-X](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00588-X)
12. Natal'in, B. A. & Sengor, A. M. C. (2005). Late Paleozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms: the prehistory Paleo-Thethian closure. *Tectonophysics*, 404 (3-4), 175-202. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.04.011>
13. Goryainov S. V., Aksenov S. V., Altukhov A. S., Vorobyev S. V., Isaeva E. P., Korenev V. V. (2009). Metamorphic and metasomatic complexes of the Azov region and Southern Donbas. *Kharkiv, Ekograf*, 304. [in Russian]
14. Khain V. E. (1977). *Regional geotectonics. Non-Alpine Europe and Western Asia*. M., Nedra, 185-205. [in Russian]
15. Korchemagin V. A., Ryaboshtan Yu. S. (1987). *Tectonics and tension fields of Donbas. Stress fields and deformations in the earth's crust*. M., Nauka, 167-170. [in Russian]
16. Goryainov S. V. (2015). Hercynian tectonic movements of Eastern Ukraine. *Latest problems of geology. Materials of the scientific and practical conference for the 100th an. of the birth of V.P. Makridin (Kharkiv, May 21-23, 2015)*. Ed. I. S. Ivanchenko, 162–165. [in Russian]
17. Gonchar V. V. (2019). Tectonic inversion of the Dnieper-Donetsk Basin and Donbas (models and reconstructions). *Geophys. journal*, 41, 5, 47-86. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i5.2019.184444> [in Russian]
18. *Forecast of the localization and gas content of lithological traps of the southeast of the DDZ within the license areas of Shebelinkagavydobuvannya GPU. Part 1. Creation of a structural and geological basis: report on the NDR (final): No. 100 SHGV 2017-2017 (topic No. 34.521/2017-2017) Resp. exclamation S. Horyainov, Yu. Sklyarenko* (2017). Kharkiv, UKRNDIGAZ, 203. [in Ukrainian]
19. Bartaschuk O. V. (2021). Geodynamic conditions of oil and gas bearing capacity of the Dnipro-Donetsk paleorift: autoref. diss... *Dr. geol. of science*. Kyiv, Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 33. [in Ukrainian]
20. Bartaschuk O. V. (2020). Tectonic inversion of the Dnieper-Donetsk depression. Part 1. Collision tectonics of the Western Donetsk Graben. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (52), 10-23. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-01> [in Ukrainian]
21. Bartaschuk O.V. (2020). Tectonic inversion of the Dnieper-Donetsk depression. Part 2. Geodynamic conditions and kinematic mechanism of deformations of the riftogenic structure. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (53), 10-23. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-01> [in Ukrainian]
22. Goryainov S. V., Korenev V. V. (2007). Cross-thrust structure of the Donbas junction zone with the Azov block of the Ukrainian shield. *Geology and issues of geological mapping and study of Precambrian formations of the Ukrainian*

- Shield. Materials of the 4th scientific and industrial meeting of geologists-surveyors of Ukraine (October 8-12, 2007, Kryvyi Rih). Dnipropetrovsk, 102-104. [in Russian]
23. Bartashchuk, O., & Suyarko, V. (2020). Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the donbas foldbelt. Tectonic style of inversion deformations. *Geodynamics*, 2(29), 51-65. <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.051>
 24. Bartashchuk, O., & Suyarko, V. (2021). Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the Donbas foldbelt. Tectonic regimes and kinematic mechanisms of inversion. *Geodynamics*, 1(30), 25-35. <https://doi.org/10.23939/jgd2021.01.025>
 25. Bartashchuk, O., & Suyarko, V. (2021). Geodynamics of formation of the transition zone between the Dnieper-Donets basin and the Donbas foldbelt. Tectonic inversion of rift-like structure. *Geodynamics*, 2(31), 53-65. <https://doi.org/10.23939/jgd2021.02.053>
 26. Timurziev A. I. (2009). *Newest strike-slip tectonics of sedimentary basins: tectonophysical and fluid dynamic aspects: autoref. diss... Dr. Geol.-Miner. Sc. MSU*, 40. [in Russian]
 27. Atmaoui N., Kukowski N., Stockhert B., Konig D. (2006). Initiation and development of pull-apart basins with Riedel shear mechanism: insights from scaled clay experiments. *Int. J. Earth Sci. (Geol Rundsch.)*, 95, 225-238. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0030-1>
 28. Goryainov S. V. (2022). *Alpine tectonic movements and salt tectonics of eastern Ukraine. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (56), 67-75. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-04> [in Ukrainian]
 29. *Deep geological sections of the Dnieper-Donets basin (due to prospects for oil and gas). Explanatory note to geological maps of VAT on sections -5000 and -6000 m scale 1:500000. Glushko V. (editor) (1978). Kyiv, UKRNIIGAZ, UKRNIGRY, 88, 2 maps.* [in Russian]
 30. *Regional seismic research in the zone of articulation of Central Donbas and DDZ. Pobedash M. (editor) (2014). Kyiv, DGP "Ukrgeofizika" Technological Center, TP 113/06, 20 sheets.* [in Ukrainian]
 31. Lowell J. D. (1985). *Structural Styles in Petroleum Exploration. OGCI Publications. Oil & Gas Consultants Int. Tulsa*, 470.

Authors Contribution: All authors have contributed equally to this work

Received 16 February 2023

Accepted 17 March 2023