

## ГЕОФІЗИКА

УДК 550.834+550.34.016+550.34.013.4

Г. Продайвода, д-р фіз.-мат. наук, проф.,  
Д. Безродний, канд. геол. наук,  
І. Безродна, канд. геол. наук

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕКТОНІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ НА ПАРАМЕТРИ ПРУЖНОЇ І АКУСТИЧНОЇ АНІЗОТРОПІЇ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦІТІВ КРИВОРІЗЬКОЇ НАДГЛІБОКОЇ СВЕРДЛОВИНІ ЗА ДАНИМИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мін. наук, проф. О.І. Лукієнком)

Вплив пластичних, пружно-пластичних і крихких деформацій на акустичні й пружні параметри анізотропії розглянуто на моделях "залізистого кварциту", які характеризуються різними системами орієнтації мікротріщин і мінералів. Встановлено, що зі зростанням рівня деформаційних перетворень величини параметрів анізотропії змінюються, зокрема, параметри інтегрального і диференціального коефіцієнтів акустичної анізотропії зростають, причому в різній мірі, що може служити надійним індикатором при визначенні балу тектонофаций

Influence of plastic, elastic-plastic and brittle deformations on the acoustic and elastic parameters of anisotropy is considered on the models of "ferrous quartzite", which are characterized with different systems of orientation of microcracks and minerals. It is set that with growth of level of deformation transformations parameters of anisotropy change: the parameters of integral and differential coefficients of acoustic anisotropy grow thus in a different measure which can serve as a reliable indicator at determination of mark of tectonic facieses

Дослідження акустичної і пружної анізотропії представляють інтерес для вирішення багатьох геологічних задач, зокрема, тектонічних деформаційних процесів. Математичне моделювання на основі даних петроакус-

тичних досліджень відкриває нові додаткові можливості для аналізу складно-деформованих порід.

**Стан проблеми** Анізотропія акустичних і пружних властивостей метаморфічних порід КНГС, а зокрема, залізис-

тих кварцитів обумовлена різноманітними факторами [1–3, 7], а саме:

- кристалографічною орієнтацією та формою зерен породоутворюючих мінералів;
- формою, концентрацією та орієнтацією мікротріщин;
- тонкою шаруватістю;
- напруженим станом або реологічними умовами, в яких відбувалося формування і перетворення гірських порід.

Породи криворізької зони за довгий час свого існування зазнавали впливу неодноразових тектонічних деформацій, які в тій або іншій формі знаходять своє відображення у структурах і текстурах гірських порід [1–3, 4–8].

При математичному моделюванні пружних параметрів залізистих кварцитів основна **задача** полягала в реальній математичній оцінці вкладу кожного з цих факторів на ефективні акустичні і пружні властивості з подальшим застосуванням отриманих даних при відображені їх для різних тектонофациальних зон і балів тектонофаций.

З метою з'ясування впливу тектонічних деформацій на анізотропію акустичних і пружних властивостей залізистих кварцитів Кривбасу було проведено математичне моделювання ефективних пружних постійних гірських порід із використанням багатокомпонентної моделі, яка була максимально наблизена до будови реальних текстур метаморфічних порід, що зазнали неодноразових незворотних деформацій, техногенного впливу при бурінні свердловини і релаксації напруг при розвантаженні керна.

Багатокомпонентна модель деформованої текстури залізистого кварциту представляє собою матричну модель (твірдий скелет) із орієнтованими включеннями у вигляді сфероїдів різного формату  $\alpha = c/a$  (тут  $c$  – коротка та довга осі сфероїду). Кристалографічні осі сфероїdalьних зерен породотвірних мінералів були орієнтовані вздовж осей сфероїду. Мікротріщини моделювалися сфероїдами формату  $\alpha = 10^{-1} \div 10^{-4}$ .

Для вирішення поставленої задачі застосовувався метод умовних моментних функцій із використанням розрахункової схеми Mori–Танака [1, 10, 11]. Він дає можливість проведення чисельних розрахунків цих параметрів для багатокомпонентних моделей, які максимально наблизені до будови реальних текстур метаморфічних порід.

Текстурні особливості залізистих кварцитів відображають термодинамічні умови та реологічні механізми дислокаційних структур Кривбасу, які формувалися, згідно з даними тектонофациального аналізу, у такій послідовності :

- в'язкі розломи катазоні–мезозоні;
- в'язкі кліважні розломи вторинної мезозоні;
- суб'язкі розломи вторинної епізони;
- крихков'язкі розломи і прирозломні складки та флексури вторинної епізони;
- крихкі розломи [5–9].

Залізисті кварцити Криворіжжя зазнавали пластичних, пружно-пластичних і крихких деформацій [5–9]. Пластичні деформації суттєво змінювали їх внутрішню структуру і текстуру, а іноді і мінеральний склад. Подібні типи деформацій зв'язані з пластичним перетворенням порід і супроводжуються формуванням складок ламінарного типу, сланцоватість, перекристалізацією і кристалографічною орієнтацією мінералів. Пружно-пластичні деформації характеризуються широким розвитком кліважу і кліважної сланцоватості [8]. Крихкі деформації супроводжувалися розвитком тріщинуватості в гірських породах (з різною орієнтацією тріщин) і катахлазом крихких мінералів. Всі ці деформації знайшли своє відображення у структурах і текстурах метаморфічних порід КНГС та, зокрема, і в залізистих квар-

цитах. Природно, що деформації кожного типу мають суттєво відрізнятися за параметрами акустичної і пружної анізотропії [1, 2, 8].

**Результати** З метою оцінки цих параметрів було розроблено математичні моделі залізистих кварцитів різних тектонофаций, які враховують вплив пластичних, пружно-пластичних, крихких і комбінованих деформацій.

При моделюванні за основу були прийняти результати тектонофациального вивчення структури Кривбасу [2, 3, 11], мікро- і макроскопічні дослідження зразків гірських порід КНГС, результати обробки електронно-мікроскопічних зображень шліфів та відповідні шкали тектонофаций, що розроблені для катазоні за мезо- і мікроознаками, мезозоні за характером кліважування порід та верхньої епізони за характером та інтенсивністю тріщинуватості [5–9].

В першу чергу було враховано наступні ознаки тектонофаций:

- коли між великими площинами (ав) плоских зерен породоутворюючих мінералів та віссю а (лінійністю);
- відношення а:с зерен породоутворюючих мінералів та мікро- і мезовіключень;
- відношення "розплощення-видовження" (а:с) мікро- і мезотіл при кліважуванні;
- розміри блочків, уламків, тектонокластів.

Кристалізаційне розсланцювання (умови катазоні) у в'язких розломах супроводжується орієнтуванням плоских і видовжених зерен породоутворюючих мінералів та пластичною формозміною цих зерен і агрегатів.

**Модель I.** Комбінована модель накладених деформацій, що одночасно враховує вплив на акустичні й пружні постійні та параметри анізотропії об'ємних пружних хвиль, кристалографічної орієнтації мінералів і мікротріщин та їхню орієнтацію за формою (сланцоватість). Мінеральний склад моделі залізистого кварциту: кварц – 57 %, магнетит – 24 %, амфібол – 18 %. Пружні постійні породотвірних мінералів, що були використані при моделюванні акустичної і пружної анізотропії тектонофаций, наведені в [2].

Для тектонофаций I–IV включення породотвірних мінералів і мікротріщин орієнтувалися хаотично вздовж осей  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , формат віключень змінювався від  $\alpha = 0,9$  для тектонофациї I до  $\alpha = 0,5$  – для тектонофациї IV. Моделювання тектонофаций V–X катазоні, що були виділені в Кривбасі [8, 9], здійснювалося з урахуванням того факту, що гірські породи зазнали відчутного бокового стисання. Цей факт сприяє переважній орієнтації віключень породоутворюючих мінералів і мікротріщин паралельно осі  $x_3$  та різкі зміни формату віключень, що проявляється у видовженні зерен мінералів паралельно осі  $x_3$ . Формат віключень породоутворюючих мінералів при цьому змінювався від  $\alpha = 0,3$  для тектонофациї V до  $\alpha = 0,05$  для тектонофациї VIII і сягав  $\alpha = 0,01$  для тектонофациї X.

Концентрація орієнтованих віключень по осі  $x_3$  змінювалася від 40 % для тектонофациї V до 90 % для найвищої тектонофациї X. Істотно змінювався формат і концентрація мікротріщин. Так формат мікротріщин  $\alpha$  коливався від  $\alpha = 0,05$  для тектонофациї V до  $\alpha = 0,0005$  для тектонофациї X катазоні. Враховуючи той факт, що за багаточисельними тектонофациальными дослідженнями [3–9] в тектонофациї V катазоні починають зникати мікротріщини, а в тектонофациї VIII вони практично відсутні, концентрація мікротріщин  $\zeta$  за результатами тектонофациальних, петрографічних і електронно-мікроскопічних досліджень змінювалася від  $\zeta = 2\%$  для тектонофациї V до  $\zeta = 0,1\%$  для тектонофациї X.

Акустична і пружна симетрія текстури моделі I планальна ромбічна ( $\mu_{11}^* < \mu_{22}^* < \mu_{33}^*$ ;  $C_{11}^* < C_{22}^* < C_{33}^*$ ;  $C_{44}^* > C_{55}^* > C_{66}^*$ ) для тектонофаций I–III катазоні та

( $\mu_{11}^* < \mu_{22}^* > \mu_{33}^*$ ;  $C_{11}^* < C_{22}^* > C_{33}^*$ ;  $C_{44}^* > C_{55}^* < C_{66}^*$ ) для тектонофаций V–X (табл. 1, рис. 1). Інтегральний коефіцієнт акустичної анізотропії  $A_\mu$ , спершу зменшується від 6,6 % для тектонофаций I до 6,5 % для тектонофаций III, а потім різко зростає від 7,3 % для тектонофаций V до майже 32,3 % для тектонофаций X катазони.

Параметри пружної анізотропії для різних тектонофаций катазони моделі I представлені на рис. 1 а, б. На ньому зображене стереопроекції ізоліній вказівних поверхонь диференціального коефіцієнту пружної анізотропії відповідно I і X тектонофаций катазони.

Швидкість квазіповздовжньої хвилі зменшується для моделі I від максимальних 6,85 км/с для найнижчої тектонофациї I до 5,5 км/с для тектонофациї V і набуває свого найменшого значення у тектонофациї X, де вона складає лише 3,4 км/с. Для найвищих тектонофаций VIII–X катазони фазова швидкість квазіповздовжньої хвилі моделі I не залежить від азимутального кута. Кількість екстремумів зменшується від 5 для тектонофациї V до одного центрального мінімуму.

Аналіз стереопроекції ізоліній вказівних поверхонь різниці "швидкої" і "повільної" швидкостей квазіпоперечних хвиль показав, що з зростанням рівня тектонофаций катазони для моделі I спостерігається суттєве збільшення вказаного параметру пружної анізотропії. Так для тектонофациї V величина цієї різниці складає 0,16 км/с, а для тектонофациї X вона становить близько 1,3 км/с, тобто різко зростає ефект розщеплення хвиль. При цьому кількість екстремумів зменшується від 14 для тектонофациї V до трьох вузько локалізованих мінімумів для тектонофациї X.

Коефіцієнт диференціальної пружної анізотропії збільшується від 3,8 % для тектонофациї V до 34 % для тектонофациї X. Зростання цього параметру пов'язане з одночасним зменшенням кількості екстремумів від 10 у тектонофациї V до 5 у тектонофациї X (рис.1, а, б). Нульові екстремуми цього параметру, що присутні у тектонофациї X, відсутні у тектонофациї V.

тонофациях VIII–X показують, що в цих напрямках закономірності розповсюдження пружних хвиль фактично не відрізняються від ізотропного середовища.

Пружно-пластичні моделі тектонофаций. Модель II.

Процеси кліважування (умови мезозони) моделювалися як односистемне в'язке сколювання в супроводі локалізованої повздовж площин сковзання перекристалізації порід.

Модель II враховує вплив кристалографічної орієнтації породотвірних мінералів, їхню орієнтацію за формою та вплив односистемного в'язкого сколювання на акустичні і пружні параметри анізотропії [2]. При цьому мікротріщини майже закриті, що характеризує механічне послаблення. Мінеральний склад моделі II аналогічний для моделі I.

Кліваж імітувався слабо розкритими тріщинами сфероїдального формату від  $a = 0,7$  для тектонофациї I мезозони до  $a = 0,005$  для тектонофациї X. Мікротріщини були орієнтовані довгою віссю вздовж осі  $x_3$ . При цьому сфероїдальні зерна породотвірних мінералів були орієнтовані хаотично з рівномірним розподілом вздовж осей  $x_1$ ,  $x_2$  і  $x_3$  для тектонофаций I–IV. Для тектонофаций V–X, як і випадку катазони (модель I), моделювання ефективних акустичних і пружних постійних залізистого кварциту КНГС було проведено з урахуванням факту збільшення однонаправленої орієнтації зерен породотвірних мінералів вздовж осі  $x_3$  від 40 % для тектонофациї V до 90 % для тектонофациї X. Формат одноорієнтованих зерен мінералів для обраних моделей змінювався від  $a = 0,7$  для нижчих тектонофаций до  $a = 0,03$  для тектонофаций IX–X. Концентрація мікротріщин  $\zeta$  за результатами тектонофациальних, петрографічних і електронно-мікроскопічних досліджень змінювалася від 4 % для тектонофациї I мезозони до 2 % для VIII тектонофациї і складала 1 % для найвищої тектонофациї X мезозони.

Таблиця 1

Результати математичного моделювання тектонофаций катазони, мезозони і епізони для моделей "залізистий кварцит" №№ 1, 2 і 3

Пружні і акустичні параметри	Пружні постійні, ГПа (для моделей різних тектонофаций)								
	Тектонофакція 1			Тектонофакція 5			Тектонофакція 10		
	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 1	Модель 2	Модель 3
$C_{11}$	122,61	117,75	125,04	106,35	111,09	121,52	115,78	128,81	77,61
$C_{22}$	126,73	124,91	129,27	110,5	117,56	124,37	124,06	132,46	75,97
$C_{33}$	147,33	146,99	150,48	99,63	134,96	147,32	35,85	69,09	122,66
$C_{44}$	62,16	61,79	63,7	43,95	57,7	61,86	21,54	38,3	41,21
$C_{55}$	57,84	56,06	59,33	40,95	52,21	57,4	20,7	36,34	38,59
$C_{66}$	49,07	47,37	50,12	42,1	45,32	48,82	45,54	50,34	34,72
$C_{12}$	27,84	26,73	28,18	15,44	21,54	23,9	21,56	26,72	0,56
$C_{13}$	35,42	34,13	35,89	15,95	28,25	33,18	1,72	6,03	19,97
$C_{23}$	34,77	33,25	35,24	14,85	27,13	32,41	2,46	1,26	19,17
$\mu_{11}$	71,99	70,9	72,35	69,5	66,32	69,41	54,51	63,31	45,63
$\mu_{22}$	74,64	75,03	75	62,16	70,12	71,69	57,24	64,95	45,93
$\mu_{33}$	83,85	84,9	84,39	58,36	77,83	81,25	23,39	42,22	61,21
$A_\mu$	6,6	7,61	6,67	2,6	6,69	6,03	32,27	17,92	14,15
$S_\mu$	1,12	1,06	1,04	1,03	1,06	1,03	2,83	1,5	1,01
$L_\mu$	1,03	1,13	1,12	1,04	1,11	1,13	1,05	1,03	1,33
Густина, г/см <sup>3</sup>	3,14	3,12	3,24	3,19	3,15	3,28	3,42	3,4	3,31

Основні результати математичного моделювання тектонофаций мезозони для моделі II наведено у таблиці 1 та на рис. 1 д, е. Акустична й пружна симетрія текстури цієї моделі ромбічна аксіальна ( $\mu_{11}^* < \mu_{22}^* < \mu_{33}^*$ ;  $C_{11}^* < C_{22}^* < C_{33}^*$ ;  $C_{44}^* > C_{55}^* > C_{66}^*$ ) для тектонофаций I–VII, та ромбічна планальна

( $\mu_{11}^* < \mu_{22}^* > \mu_{33}^*$ ;  $C_{11}^* < C_{22}^* > C_{33}^*$ ;  $C_{44}^* > C_{55}^* < C_{66}^*$ ) для тектонофаций VIII–X. Коефіцієнт акустичної анізотропії  $A_\mu$  спершу спадає для тектонофаций I–V від 7,6 % до 6,7 %, а для високобальних тектонофаций VI–X неухильно зростає і досягає величини майже 18 %. Значення цього параметру майже удвічі менше відповід-

ного значення для моделі I в умовах катазони (32,6 % – тектенофація X катазони).

Параметри пружної анізотропії для моделі II відповідно для тектенофацій I, V і X мезозони представлени у вигляді стереопроекцій ізоліній вказівних поверхонь диференціального коефіцієнту пружної анізотропії на рис. 1, в-г.

Швидкість квазіповзводжньої хвилі зменшується від максимального значення 6,55 км/с для тектенофації V до 4,6 км/с для тектенофації X мезозони. Зі збільшенням рівня тектенофацій області максимальних екстремальних значень швидкості квазіповзводжньої хвилі розташовуються в полярних областях, а зона мінімуму концентрується в центральній частині площини  $x_1 x_2$ . Для тектенофації X фазова швидкість квазіповзводжньої хвилі не залежить від азимутального кута.

Різниця між "швидкою" і "повільною" квазіпоперечними хвилями змінюється не так істотно, як для відповідних тектенофацій катазони цієї моделі, і складає

0,35 км/с для тектенофації V та 0,62 км/с для найвищої тектенофації X. Явище розщеплення хвиль вдвічі менше, ніж для відповідних тектенофацій катазони. Для вищих тектенофацій існують напрямки, де розщеплення хвиль відсутнє.

Коефіцієнт диференціальної пружної анізотропії складає для моделі залізистого кварциту близько 6,5 % для V тектенофації і набуває свого максимуму 15,5 % для тектенофації X мезозони (рис. 1, в, г). Кількість екстремумів для цього параметру пружної анізотропії зменшується до одного вираженого мінімуму для вищих тектенофацій IX–X. Подібна ситуація повторюється і стереопроекціях вказівної поверхні кута відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі. Значення кута відхилення збільшується зростом рівня тектенофацій і спостерігається локалізація мінімального екстремуму в центральній частині площини  $X_1 X_2$ .

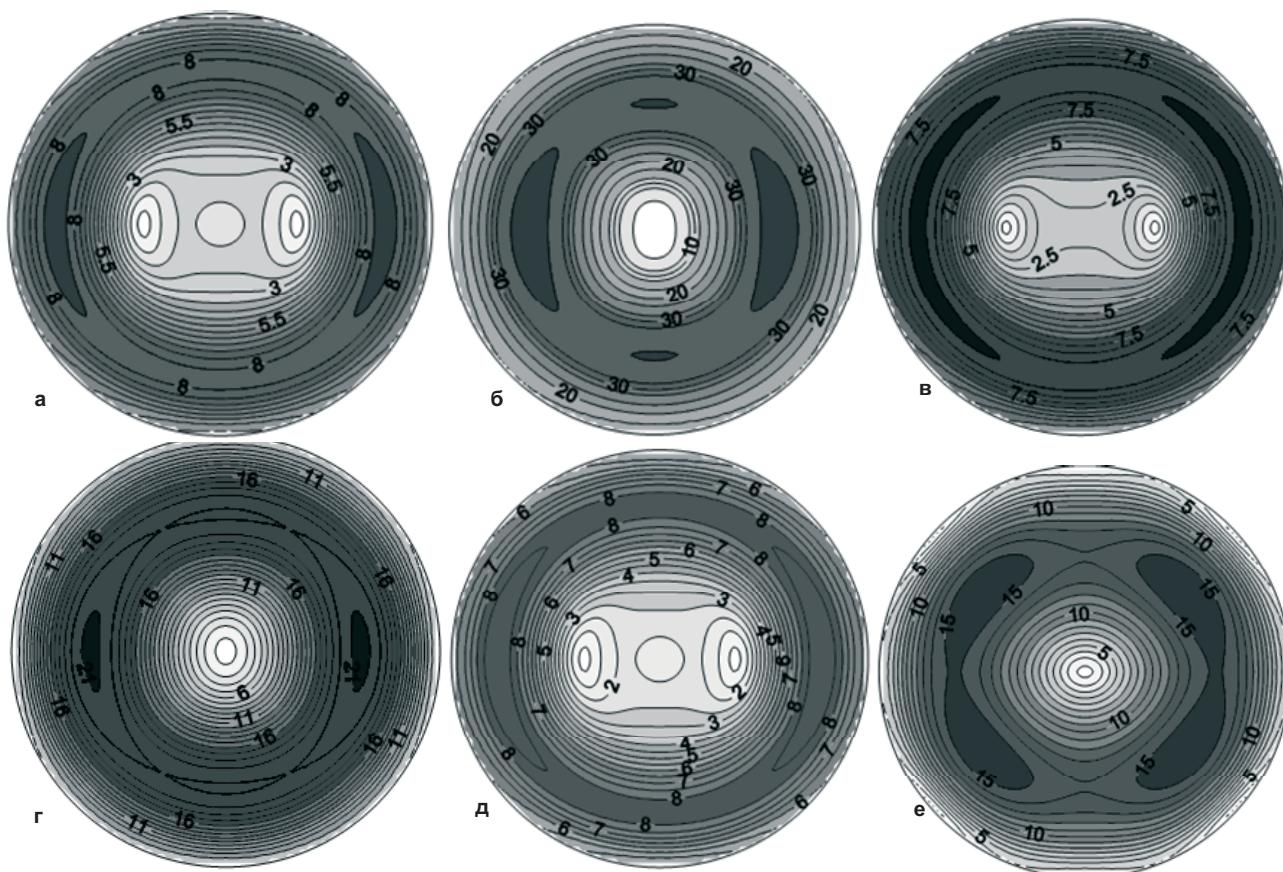


Рис. 1. Стереопроекції ізоліній вказівних поверхонь диференціального коефіцієнту пружної анізотропії моделі "залізистий кварцит" I. Умовні позначки:

а, в, г – тектенофація I, б, г, е – тектенофація X, а, б – модель I, в, г – модель II, д, е – модель III

#### Крихкі моделі тектенофацій. Модель III.

Умови епізони (крихкі деформації) розглянуто на прикладі метаморфічних порід [2–3], що сформувалися в умовах низькотемпературного метаморфізму з ортогональними системами тріщин. Вплив різних систем орієнтації тріщин на ефективні акустичні й пружні постійні метаморфічних гірських порід Криворіжжя та параметри анізотропії об'ємних пружних хвиль розглянуто на прикладі моделі III.

Характеризує текстуру залізистого кварциту з двома системами ортогональних мікротріщин [2–3]. Концентрація ортогональних мікротріщин змінювалася від 4 % для тектенофації I епізони до 2,5 % для тектенофації V і

складала 1,5 % для тектенофації X. При цьому формат сфероїdalьних мікротріщин приймався рівним  $\alpha = 0,5$  для тектенофації I та змінювався поступово до  $\alpha = 0,005$  для найвищої X тектенофації епізони.

Сфероїdalьні зерна породотвірних мінералів амфіболу і магнетиту спочатку для тектенофацій I–IV (як у випадку катазони і мезозони) були орієнтовані хаотично з рівномірним їх розподілом вздовж координатних осей  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ . Для вищих тектенофацій V–X моделювання ефективних акустичних і пружних постійних моделі III в умовах епізони було здійснено за умови збільшення однонаправленої орієнтації зерен мінералів вздовж осі  $x_3$  від 50 % для тектенофації V до 95 % для тектенофації X.

За результатами математичного моделювання ефективних акустичних і пружних постійних моделі III в різних тектонофациях епізони можна зробити такі висновки:

- акустична й пружна симетрія текстури моделі аксіальна ромбічна ( $\mu_{11}^* < \mu_{22}^* < \mu_{33}^*$ ;  $C_{11}^* < C_{22}^* < C_{33}^*$ ;

$C_{44}^* > C_{55}^* > C_{66}^*$ ). Для тектонофаций IX, X акустичну симетрію текстури можна вважати аксіальною (табл. 1);

- величина інтегрального коефіцієнту акустичної анізотропії  $A_\mu$  мало змінюється для середньобалівних тектонофаций V–VIII і знаходиться в межах 6 % і істотно зростає для вищих тектонофаций, досягаючи 14,1 % для тектонофациї X;

- швидкість квазіповздовжньої хвилі на стереопроекціях вказівних поверхонь збільшується від 5,9 км/с для тектонофациї V до 6,55 км/с для найвищої X тектонофациї. На відміну від найвищих тектонофаций VIII–X катазони і мезозони, де для моделі I спостерігається локалізація найменших значень швидкостей квазіповздовжніх хвиль в центральній частині, в епізоні (умови крихких деформацій) до цієї області приурочений максимум швидкостей;

- на відміну від умов катазони і мезозони величина різниці між "швидкою" і "повільною" поперечними модами квазіпоперечних хвиль зменшується від 0,45 км/с в тектонофациї V до 0,35 км/с в тектонофациї VIII і складає лише 0,24 км/с в тектонофациї X. Ефекти розщеплення хвиль послабшуються. Із зростанням рівня дислокаційних перетворень характер розповсюдження квазіпоперечних хвиль істотно змінюється, стереопроекції ускладнюються додатковими екстремумами і для тектонофациї X епізони можна виділити 6 екстремумів, де різниця швидкостей "швидкої" і "повільної" квазіпоперечних хвиль дорівнює нульові і розщеплення хвиль відсутнє;

- величина диференціального коефіцієнту пружної анізотропії зростає від 8,5 % для тектонофаций I–V (рис. 1, д, е) до 15 % для тектонофациї X епізони. Для всіх тектонофаций спостерігається задовільна узгодженість між значеннями інтегрального і середнього диференціального коефіцієнтів анізотропії. Для тектонофаций V–X існують напрямки, де величина коефіцієнту диференціальної пружної анізотропії становить менше 1 %. В цих напрямках закономірності розповсюдження пружних хвиль не відрізняються від ізотропного середовища;

- кут відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі змінюється в незначних межах навіть для тектонофациї VIII і досягає свого максимуму в 13° в тектонофациї X. Інтенсивність і характер зміни цього параметру пружної анізотропії в умовах епізони істотно відрізняється від умов катазони і мезозони.

Встановлено, що в усіх випадках моделювання тектонофаций катазони, мезозони і епізони пружна симетрія моделей "залізистий кварцит" накладає жорсткі обмеження на симетрію всіх без виключення параметрів анізотропії об'ємних пружних хвиль та на симетрію вказівної поверхні диференціального коефіцієнту пружної анізотропії.

**Висновки** Розроблено математичні моделі тектонофаций на прикладі реальних порід КНГС, що відповідають різним типам деформацій: пластичним, пружно-

пластичним і крихким. Вони пов'язані з реальними реологічними обстановками катазони, мезозони і епізони.

За результатами проведенного математичного моделювання ефективних акустичних і пружних параметрів тектонофаций катазони, мезозони і верхньої епізони для моделей залізистих кварцитів, характерних для Криворіжжя, встановлено, що значення інтегрального коефіцієнту пружної анізотропії  $A_\mu$  неухильно зростає з ростом рівня дислокаційних перетворень не залежно від РТ-умов, і найвищих своїх значень досягає у найвищих тектонофациях IX–X. Для умов катазони різниця між "швидкою" і "повільною" квазіпоперечними хвильами сягає величини 2,1 км/с, в той час як для умов мезозони ця величина майже вдвічі менша. Ефекти розщеплення хвиль в умовах катазони і мезозони значні, в епізоні величина цього параметру не перевищує 0,25 км/с. Для всіх моделей тектонофаций показано, що навіть для тектонофаций IX–X існують окремі напрямки, де закономірності розповсюдження пружних хвиль фактично нічим не відрізняються від ізотропного середовища.

За методикою акустичного текстурного аналізу тектонофаций дислокаційних структур, яка дає можливість кількісного і якісного аналізу тектонофаций, встановлено, що між рівнем дислокаційних перетворень і акустичним рівнем тектонофаций існують стійкі зв'язки. Показано, що кількісний рівень тектонофаций можна оцінити за величиною інтегрального коефіцієнту акустичної анізотропії  $A_\mu$  і диференціальним коефіцієнтом пружної анізотропії. Якісну інтерпретацію тектонофаций можна здійснювати за результатами аналізу параметрів пружної анізотропії – швидкості квазіповздовжньої хвилі, різницею між "швидкою" і "повільною" квазіпоперечними хвильами, і кутом відхилення вектора пружних зміщень від напрямку хвильової нормалі.

1. Безродний Д.А. Пружна анізотропія метаморфічних порід Кривбасу і її використання для вирішення задач тектонофациального аналізу / Д.А. Безродний // Дис. на здобуття наукового ступеня канд. геол. наук – 2008. 2. Безродний Д.А. Математичне моделювання впливу кристалографічної орієнтації мінералів і мікротріщин на параметри пружної і акустичної анізотропії / Д.А. Безродний, І.М. Безродна. – 2008. – № 45.
3. Лебедев Т.С. РТ-исследование физических свойств пород верхней части разреза Криворожской сверхглубокой скважины. Упругие характеристики / Т.С. Лебедев, В.А. Корчин, П.А. Буртній. – 1992. – 14. – № 5. 4. Александров К.С. Анизотропия упругих свойств минералов и горных пород / К.С. Александров, Г.Т. Продайвода – РАН, 2000. 5. Каляев Г.И. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской палеорудной провинции Украины / Г.И. Каляев, Е.Б. Глевасский, П.С. Димитров. – К., 1984. 6. Курлов Н.С. Криворожская сверхглубокая скважина: значение для петрогенеза и петрологии / Н.С. Курлов, Р.Я. Белевцев, В.В. Решетняк, Ю.П. Мечников. – 1997. – № 5. 7. Лукієнко О.І. Тектонофациальна структура Кривбасу / О.І.Лукієнко. – 2000, – Вип. 17. 8. Дерябин Н.І. Еще раз о формировании пород Криворожской структуры / Н.І. Дерябин. – 2008. – № 1. 9. Розробка інтерпретаційної основи сейсмоакустичного інваріантно-поліаризаційного методу (на прикладі Криворізької і Лисівської надглибоких свердловин) / [Продайвода Г.Т., Безродний Д.А., Павлов Г.Г. та інш.]: Звіт про НДР – К., 2002.
10. Продайвода Г.Т. Математичне моделювання геофізичних параметрів / Г.Т. Продайвода, С.А. Вижва. – К., 1999. 11. Паталаха Е.І. Тектонофации мезозони (атлас мікроструктур) / Е.І. Паталаха, А.І. Лукиенко, В.А. Дербенев. – Алма-Ата, 1987.