

## ПОЛЯ НАПРУЖЕНЬ У ФЛІШОВІЙ ТОВЩІ СКИБ ОРІВСЬКОЇ, СКОЛІВСЬКОЇ ТА ПАРАШКИ (ЗА ДОСЛІДЖЕННЯМИ У БАСЕЙНІ РІКИ СУКІЛЬ)

У роботі вперше наведені результати досліджень тріщин та дзеркал ковзання із відслонень уздовж долини ріки Сукіль. У 37 точках у флішових відкладах скиб Орівської, Сколівської та Парашки виконано близько 1100 замірів тріщин та 90 замірів дзеркал ковзання у різних стратиграфічних відкладах – від верхньокрейдових до олігоценових. За допомогою комплексного структурно-парагенетичного та кінематичного аналізу цих мезоструктур, з використанням сучасного комп'ютерного забезпечення (StereoNett, Win-Tensor та ін.) була проведена реконструкція основних параметрів. Визначено деформаційні режими та орієнтацію головних осей давніх і молодих полів напружень, які існували в палеоген-неогеновий час до, під час та після складкоутворення у цьому районі Українських Карпат.

**Ключові слова:** Українські Карпати; Скибовий покрив; карпатський фліш; поля напружень; тріщини, дзеркала ковзання.

### Вступ

Дослідження напружено-деформованого стану земної кори територій зі складною історією тектонічного розвитку (Альпи, Карпати тощо) можливе завдяки вивченню мезоструктурних елементів у масивах порід, які є індикаторами давніх та сучасних деформацій і полів напружень, зокрема, полів, які існували під час інтенсивних тектонічних рухів (наприклад, під час складчасто-насувних процесів в Українських Карпатах).

До найважливіших мезоструктур, за якими визначаються параметри полів напружень, належать тріщини, дзеркала ковзання, складки, кластичні дайки. Їхнє вивчення дає можливість встановити характер і напрям сил, які призвели до утворення структур різного рангу у досліджуваному регіоні, а також встановити зміну та простежити еволюцію полів напружень з часом.

Теоретичне значення досліджень мезоструктур полягає у перевірці та уточненні старих, а також створенні нових геодинамічних моделей регіону (зокрема Українських Карпат).

Вивчення історії зміни напружень має і практичне значення. Розміщення багатьох корисних копалин контролюється структурами, що виникали на різних етапах розвитку і тісно пов'язані з еволюцією полів напружень. Передусім це стосується таких рухливих корисних копалин, як вуглеводні (особливо нафти). Крім того, сучасні або недавні поля напружень впливають на виникнення багатьох екзогенних явищ, таких, наприклад, як зсуви.

Усе перераховане визначає актуальність проведення в Українських Карпатах тектонофізичних досліджень.

Досліджуваний район знаходиться у басейні ріки Сукіль, в околицях сіл Козаківка, Сукіль, Буковець, Поляниця, Бубнище, Тисів. Тут є сприятливі умови для проведення таких досліджень: добра відслоненість різних за віком порід, наявність усіх видів мезоструктур тощо (рис. 1). Вивчення тріщин та дзеркал ковзання проводилося вздовж ріки Сукіль та її притоки – струмка Бряза.

Район басейну ріки Сукіль належить до Скибового покриву Зовнішніх (Флішових) Українських Карпат, а саме: до скиб Орівської, Сколівської, Парашки (у напрямі з північного-сходу на південний захід). Стратиграфічний розріз представлений найдавнішими – верхньокрейдовими та наймолодшими – верхньопалеогеновими відкладами (рис. 2), що є перешаруванням товщ пісковиків з товщами аргілітів, рідше алевролітів різних потужностей.

Предметом досліджень у долині басейну ріки Сукіль були мезоструктури: тріщини та дзеркала ковзання у породах флішової формації.

### Аналіз попередніх досліджень

Як відомо, Українські Карпати є об'єктом дослідження вже понад два століття. Під час проведення масштабного геологічного знімання, пошуків корисних копалин (особливо таких, як нафта, газ, озокерит) вже перші дослідники наголосили на важливості вивчення розривних порушень різних масштабів (особливо тріщин) для потреб нафтової та газової промисловості.

У багатьох працях наведені результати з вивчення закономірностей розвитку від мікро-, макро- до регіональних систем тріщинуватості, зв'язку систем тріщинуватості з літологією та загалом її значення у нафтогазовій промисловості [Копистянський, 1959, 1968, 1978].

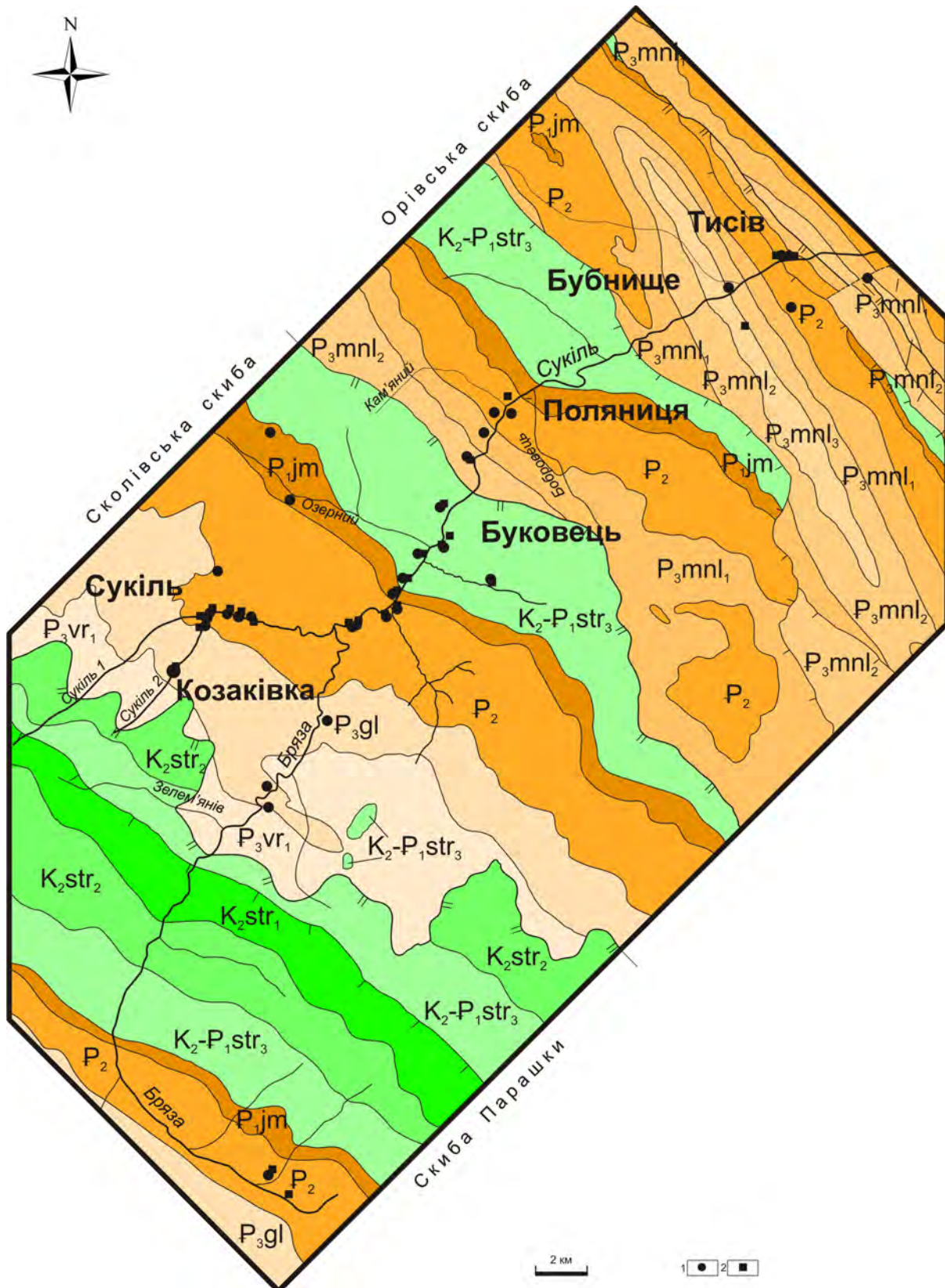
Тріщинуватість також досліджувалась і для задач тектоніки. У багатьох статтях [Chałubińska, 1928; Гофштейн, 1952; Свйenko, 1973; Орлов, Бак, 1965] наведені результати вивчення тектонічної тріщинуватості різних регіонів. Ще у 1928 р. А. Халубінська продемонструвала систематичне вивчення тріщин у платформовій частині заходу України. Це була перша праця [Chałubińska, 1928] зі статистичним опрацюванням тріщин.

У той час, як тріщини були предметом дослідження тут вже з 1928 р., дзеркала ковзання почали вивчатися порівняно недавно. Лише у 1992–1994 рр. були проведені перші масштабні польові



**Рис. 1.** Відслоненість порід (а, б), мезоструктури (в – тріщини; г – дзеркала ковзання; д – мезоскладки; е – дайки) та зсуви (є, ж) у долині р. Сукіль





**Рис. 2.** Геологічна карта району досліджень (автори В.В. Кузовенко, В.С. Шлапінський [Геологічна..., 2007]) з нанесеними місцями дослідження тріщин (1) та дзеркал ковзання (2)

дослідження як тріщин, так і дзеркал ковзання у Карпатах, викладені у праці А. Аронського та ін. [Аронский А. и др., 1995]. Ця праця започаткувала новий етап у розвитку тектонофізичних досліджень Українських Карпат. Пізніше були опубліковані праці W. Zuchiewicz [Zuchiewicz et al, 1997;], І. Бубняка [Бубняк та ін., 2001; Бубняк та ін., 2007], а у 2005 р. надрукована монографія О. Гінтова, яка показала важливість проведення тектонофізичних досліджень (тріщин, дзеркал ковзання) у районах зі складною історією геологічного розвитку (зокрема і в Українських Карпатах) [Гинтов, 2005].

Сьогодні тріщинуватість та інші розривні порушення Українських Карпат вивчаються як для цілей нафтогазової промисловості, так і для цілей геотектоніки.

#### **Методи досліджень**

Дослідження тріщин та дзеркал ковзання дає можливість визначати параметри, напрям та характер регіональних полів тектонічних напружень. Аналіз та опрацювання цих мезоструктур проводились за відомими методами [Гинтов, 2005; Гинтов, Исай, 1986].

Для дослідження тріщинуватості використовувався структурно-парагенетичний метод. Його суть полягає у вивченні різних груп тріщин, які сформувалися одночасно або послідовно у ході єдиного деформаційного процесу і які утворюють кілька типів парагенезисів ( $R$  і  $R'$ ,  $L$  і  $L'$  або їхні різні комбінації). Під час опрацювання тріщинуватості застосовувалася модель деформації I–II рівнів глибинності, а інтерпретація результатів їхніх замірів виконувалась на основі відомих принципів виділення парагенетично пов'язаних їх груп [Гинтов, 2005; Гинтов, Исай, 1986]. До уваги бралися три групи тріщин, які утворюються до, під час та після процесів складкоутворення.

Для ефективності опрацювання великої кількості замірів тріщинуватості використовувалась комп'ютерна програма StereoNett 2.46, яка дає змогу працювати на сітці Вульфа чи Шмідта, верхній чи нижній півсферах. Особливістю цієї програми є можливість введення великої кількості даних по тріщинах, можливість розподілу їх на групи. Перевагою її також є можливість швидкого приведення пласту, у якому проводилися заміри, до горизонтального положення, та автоматичний перерахунок даних по усіх тріщинах. Це значно пришвидшує та спрощує процес визначення головних осей стиску  $\sigma_1$ , розтягу  $\sigma_3$  та середньої осі  $\sigma_2$ .

Для вивчення дзеркал ковзання використовувався кінематичний метод. Суть його полягає у тому, що дзеркала ковзання утворюються під час інтенсивних тектонічних рухів, і поля, відновлені за ними, відображають процеси складко- та насувоутворення. Їхній вік визначається за віком наймолодших пластів, у яких вони утворилися, за часом тектонічних рухів за геологічними даними тощо.

Опрацювання даних за дзеркалами ковзання проводились за допомогою комп'ютерної програми Win-Tensor 1.4.19 [Devlaux, Sperner, 2003], яка дає можливість розділяти, групувати їх за

спільними полями напружень. Програма, крім визначення головних осей напружень ( $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ ), дає можливість також визначати коефіцієнт  $R = (\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ , який використовується для визначення деформаційного режиму: стан розтягу ( $R \geq 0,5$ ), стан стиску ( $R \leq 0,5$ ), хоча і не завжди.

#### **Результати досліджень**

Заміри тріщин та дзеркал ковзання були виконані у 37 точках спостережень в усіх різновікових відкладах цього регіону: від верхньокрейдових до олігоценних. Парагенезиси тріщин різного віку та різних груп заміряли у 34 точках спостережень, а дзеркал ковзання – у 25. Загальна кількість заміряних тріщин становить 1100, а дзеркал ковзання – близько 90. Місця, у яких проводили дослідження тріщин та дзеркал ковзання, показані на рис. 2.

#### **Поля напружень за результатами вивчення тріщин у флішових відкладах.**

Усі тріщини поділені на три групи. Перша група – сполучені катетальні (нормальносічні) тріщини, які є перпендикулярними у первинному заляганні до залягання пластів породи, утворюються після седиментації, але перед складкоутворенням. Вони несуть інформацію про планетарну тріщинуватість та тріщинуватість, яка пов'язана з найдавнішим полем тектонічних напружень. Друга група тріщин – субвертикальні в похилих (у сучасному заляганні) пластах, є наймолодшими. Тому поля напружень, визначені за ними, належать до наймолодших. Третя група тріщин – косі, які належать до невизначеного класу і є складчастими.

Під час вивчення, опрацювання та аналізу тріщин бралися до уваги лише дві їхні групи: група нормальносічних та вертикальних тріщини.

*Група нормальносічних тріщин.* За дослідженням цих тріщин у долині ріки Сукіль були визначені такі давні поля напружень у різновікових відкладах.

У верхньокрейдово-нижньопалеогенових відкладах  $K_2$ - $P_1str_3$  було виділено три поля напружень: з віссю стиску, орієнтованою у загальнокарпатському напрямку:  $\sigma_1 - 235/9$ ,  $\sigma_3 - 145/10$ ; субмеридіонального стиску – субширотного розтягу з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 165/10$ ,  $\sigma_3 - 75/9$ ; субширотного стиску – субмеридіонального розтягу з осями:  $\sigma_1 - 290/8$ ,  $\sigma_3 - 200/9$ .

У відкладах ямненської світи  $P_{1jm}$  виділено два поля: субмеридіональний стиск – субширотний розтяг з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 180/10$ ,  $\sigma_3 - 90/9$ ; субширотний стиск – субмеридіональний розтяг:  $\sigma_1 - 265/9$ ,  $\sigma_3 - 175/10$ .

У відкладах  $P_2$  були виявлені три давні поля напружень: з віссю стиску, орієнтованою у загальнокарпатському напрямі:  $\sigma_1 - 218/7$ ,  $\sigma_3 - 128/7$ ;  $\sigma_1 - 180/9$ ,  $\sigma_3 - 90/9$  (субмеридіональний стиск – субширотний розтяг);  $\sigma_1 - 265/8$ ,  $\sigma_3 - 175/8$  (субширотний стиск – субмеридіональний розтяг).

У нижньоменілітових відкладах  $P_{3mn1}$  виділене поле напружень субмеридіонального стиску – субширотного розтягу з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 185/6$ ,  $\sigma_3 - 95/5$ .

У середньомелітових відкладах  $P_3mnl_2$  виділені два поля напружень: субширотного стиску – субмеридіонального розтягу з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 170/9$ ,  $\sigma_3 - 80/10$ ;  $\sigma_1 - 140/9$ ,  $\sigma_3 - 50/7$ .

У відкладах головецької світи  $P_3gl$  були виділені два поля напруження з орієнтацією осей:  $\sigma_1 - 205/6$ ,  $\sigma_3 - 115/7$ ;  $\sigma_1 - 243/9$ ,  $\sigma_3 - 153/11$ .

Усереднені значення осей стиску та розтягу, визначені за нормальносічними тріщинами, зображені на рис. 3, е.

Група вертикальних у сучасному заляганні тріщин. За результатами вивчення цих тріщин та їх парагенезисів, які виникають найпізніше, встановлені наймолодші поля напружень.

У верхньокрейдових відкладах  $K_2-P_1str_3$  були виділені два поля напружень з орієнтацією осей:  $\sigma_1 - 155/12$  (загальнокарпатського напрямку),  $\sigma_3 - 65/10$  (стиску);  $\sigma_1 - 195/11$ ,  $\sigma_3 - 105/9$  (субмеридіональний стиск – субширотний розтяг).

У відкладах яменської світи  $P_1jm$  виділені два поля з орієнтацією осей:  $\sigma_1 - 240/9$ ,  $\sigma_3 - 150/10$ ;  $\sigma_1 - 295/9$ ,  $\sigma_3 - 205/10$  (субширотний стиск – субмеридіональний розтяг).

У відкладах еоцену  $P_2$  були виділені три поля напружень з орієнтацією осей:  $\sigma_1 - 210/9$  (загальнокарпатський напрям стиску),  $\sigma_3 - 120/9$ ;  $\sigma_1 - 170/9$ ,  $\sigma_3 - 80/9$  (субмеридіональний стиск – субширотний розтяг);  $\sigma_1 - 247/9$ ,  $\sigma_3 - 157/9$ ; (субширотний стиск – субмеридіональний розтяг);  $\sigma_1 - 135/12$ ,  $\sigma_3 - 47/12$ .

У нижньомелітових відкладах  $P_3mnl_1$  виділене поле напружень субмеридіонального стиску – субширотного розтягу з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 190/9$ ,  $\sigma_3 - 100/9$ .

У середньомелітових відкладах  $P_3mnl_2$  були виділені два поля напружень з орієнтацією осей: субмеридіонального стиску – субширотного розтягу  $\sigma_1 - 170/9$ ,  $\sigma_3 - 80/10$ ; субширотного стиску – субмеридіонального розтягу  $\sigma_1 - 275/9$ ,  $\sigma_3 - 185/10$ .

У відкладах головецької світи  $P_3gl$  виділене поле напружень з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 240/10$ ,  $\sigma_3 - 150/10$ .

Усереднені значення осей стиску та розтягу, які визначені за вертикальними тріщинами в сучасному заляганні, зображені на рис. 3, е.

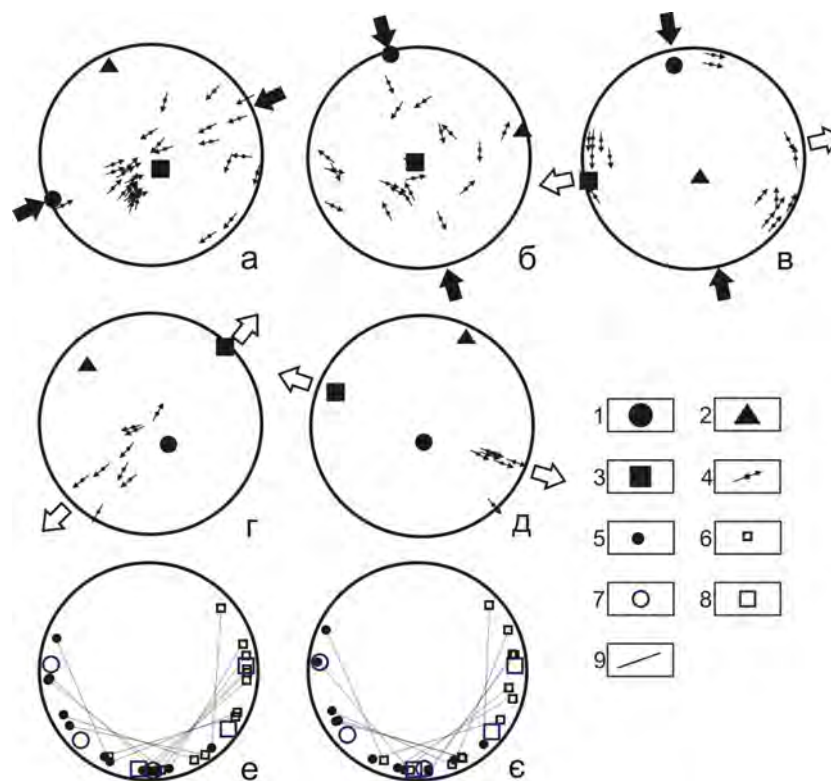
Поля напружень за результатами вивчення дзеркал ковзання у флішових відкладах.

За результатами вивчення дзеркал ковзання у басейні ріки Сукіль були визначені п'ять недавніх і навіть сучасних полів напружень:

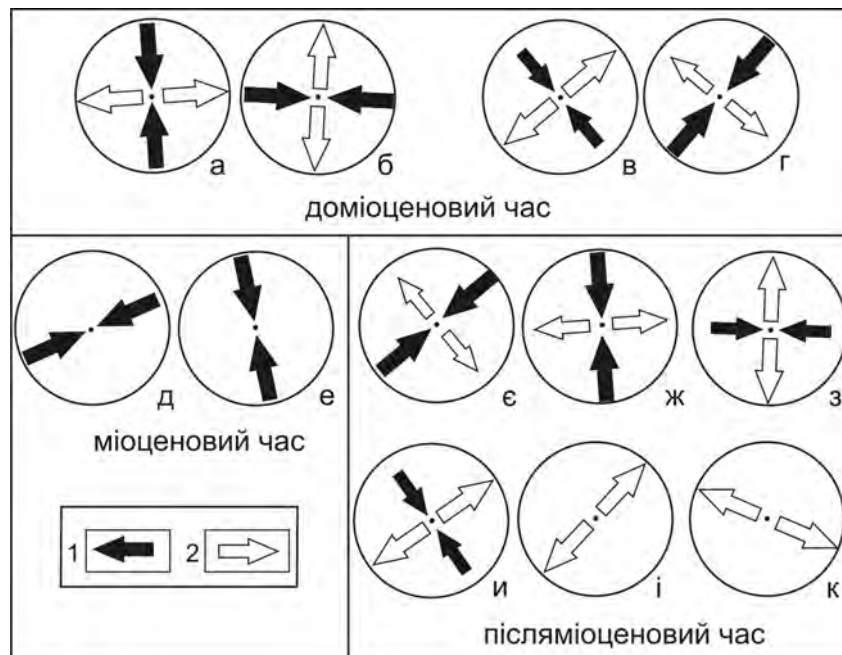
а) поле підкидового типу загальнокарпатського напрямку (рис. 3, а).

У цьому полі виявлено близько 25–30 % дзеркал ковзання. Горизонтальна вісь максимального стиску  $\sigma_1 - 246/0$  орієнтована горизонтально у південно-західному – північно-східному напрямі, а вісь максимального розтягу  $\sigma_3 - 156/80$  субвертикальна.  $R = 0,45$ . У цьому полі переважають насуви;

б) поле підкидового типу (рис. 3, б).



**Рис. 3.** Результати інтерпретації тектонофізичних даних за дзеркалами ковзання (а–д), нормальносічною (е) і субвертикальною у сучасному заляганні (е) тріщинуватістю (на а–д: 1 – вісь максимального стиску  $\sigma_1$ ; 2 – середня вісь  $\sigma_2$ ; 3 – вектори переміщень; 4 – вісь максимального розтягу. На е–е: 5 – вісь максимального стиску  $\sigma_1$ ; 6 – вісь максимального розтягу  $\sigma_3$ ; усереднені значення осей: 7 –  $\sigma_1$ , 8 –  $\sigma_3$ ; 9 – лінії, які з'єднують осі стиску і розтягу одного поля)



**Рис. 4.** Результати інтерпретації тектонофізичних даних за дзеркалами ковзання (а–д) (1 – вісь максимального стиску  $\sigma_1$ ; 2 – середня вісь  $\sigma_2$ ; 3 – вісь максимального розтягу; 4 – вектори переміщень)

Вісь максимального стиску  $\sigma_1$  – 348/2 горизонтальна, а вісь максимального розтягу  $\sigma_3$  – 258/89 вертикальна.  $R = 0,46$ . Тут зустрічаються насуви, праві та ліві зсуви;

в) поле зсувного типу (рис. 3, в).

Горизонтальна вісь максимального стиску  $\sigma_1$  – 350/5, а вісь максимального розтягу  $\sigma_3$  – 260/3.  $R = 0,8$ . Тут зустрічаються праві та ліві зсуви:

а) поле скидового типу загальнокарпатського напрямку (рис. 3, г).

Вісь максимального розтягу  $\sigma_3$  – 43/1 орієнтована в північно-східному – південно-західному напрямі, а вісь стиску  $\sigma_1$  – 133/80.  $R = 0,56$ . У цьому полі зустрічаються скиди;

б) поле скидового типу (рис. 3, д).

Вісь максимального розтягу  $\sigma_3$  – 293/7, а вісь максимального стиску  $\sigma_1$  – 203/80 майже вертикальна.  $R = 0,86$ . Зустрічаються переважно скиди.

#### Аналіз результатів

Визначені поля напружень зі значеннями головних осей  $\sigma_1$ ,  $\sigma_3$ , отримані за дослідженнями тріщин та дзеркал ковзання, дають можливість порівняти їх відносний вік та простежити зміну у часі: від верхньокрейдово-палеоценового до неогенового віку. За дослідженням нормальносічних та вертикальних тріщин були визначені відповідно давні та молоді поля, а за дзеркалами ковзання – поля, що виникали під час давніх інтенсивних тектонічних рухів або недавніх сучасних землетрусів, зсувів тощо.

За комплексним аналізом тріщин та дзеркал ковзання у досліджуваному районі були виділені поля напружень трьох етапів тектонічного розвитку Українських Карпат: доскладчастого (доміоценовий час), складчасто-насувного (міоценовий

час), післякладчастого (післяміоценовий час) (рис. 4) та визначені для них значення головних осей напружень.

*Доскладчастий етап (доміоценовий час)* (рис. 4, а–г).

За дослідженням нормальносічних тріщин у різних стратиграфічних відкладах отримані два домінуючі поля напружень: правозсувне (по відношенню до простягання Українських Карпат – 310–315°) з субмеридіональним стиском – субширотним розтягом ( $\sigma_1$  – 176/09,  $\sigma_3$  – 086/08; рис. 4, а), лівозсувне з субширотним стиском – субмеридіональним розтягом ( $\sigma_1$  – 273/08,  $\sigma_3$  – 183/09; рис. 4, б). Ці поля виявлені майже в усіх крейдово-палеогенових відкладах і є найстарішими. Їхнє виникнення може бути пов'язане з нерівномірним ротаційним режимом Землі, коли вздовж її осі обертання виникає позмінно стиск-розтяг і як результат – у частково літифікованих осадах або остигаючих лавових потоках формується планетарна тріщинуватість двох типів.

Далі маємо поле тектонічних напружень з віссю розтягу, орієнтованою субперпендикулярно (50°) до простягання Українських Карпат:  $\sigma_1$  – 140/09,  $\sigma_3$  – 050/07 (рис. 4, в). Ймовірно, це поле відображає процес розтягу земної кори, під час якого утворився палеогеновий басейн осадонагромадження.

Четверте поле напружень, яке зустрічається у багатьох стратиграфічних відкладах цього регіону (верхньокрейдових та палеогенових), має таку орієнтацію головних осей:  $\sigma_1$  – 225/09,  $\sigma_3$  – 135/09 (рис. 4, г). Це поле молодше порівняно з попередніми і відображає початок загальнокарпатського стиску у кінці палеогену до початку процесу склад-



коутворення. Отже, це поле відображає початок орогенного процесу, коли стиск уже почався, а відклади олігоцену залягали ще горизонтально.

*Складчасто-насувний етап (міоценовий час)* (рис. 4, д–е).

У міоценовий час у Карпатському регіоні відбувалися інтенсивні тектонічні рухи. Вони спричинили процеси складко- та насувоутворення.

За аналізом дзеркал ковзання визначені два поля тектонічних напружень, які існували у цей час. Домінуючим, з найбільшою кількістю замірів є поле напруження з осями  $\sigma_1 - 246/00$ ,  $\sigma_3 - 156/80$  (рис. 4, д). Воно відображає загальнокарпатський (для Українських Карпат) стиск і пов'язане з процесом інтенсивного гороутворення. Це поле свідчить про підкидовий деформаційний режим, який супроводжувався підкидовими, насувними та шар'яжними переміщеннями гірських мас, оскільки більшість дзеркал ковзання спостерігаються переважно на горизонтальних або доволі похилих площинах.

Інше тектонічне поле напружень з орієнтацією осей  $\sigma_1 - 348/02$ ,  $\sigma_3 - 258/89$  (рис. 4, е) відображає підкидовий деформаційний режим при стиску. Орієнтація осі стиску субпаралельна до простягання Українських Карпат. У цьому полі переважають насуви по похилих поверхнях, перпендикулярних до генерального напрямку переміщення скиб.

*Післякладчастий етап (післяміоценовий час)* (рис. 4, є–к).

За субвертикальними (у сучасному заляганні) тріщинами, які січуть нашарування, зім'яте у складки, та за їх парагенезисами, а також і за молодими дзеркалами ковзання (доволі чітко видно у відслоненнях: на площинах давніх дзеркал ковзання виникають інші, які є порівняно молодшими) встановлені поля тектонічних напружень, які виникли порівняно пізно або є сучасними, тобто, ймовірно, продовжують існувати і зараз. Підтвердженням останнього є наявність у досліджуваному районі зсувних процесів (рис. 1, є, ж).

За дослідженням субвертикальних тріщин виділені чотири поля напруження з усередненими осями  $\sigma_1 - 230/09$ ,  $\sigma_3 - 140/10$  (рис. 4, є);  $\sigma_1 - 176/02$ ,  $\sigma_3 - 086/03$  (зсув при стиску, рис. 4, ж);  $\sigma_1 - 272/09$ ,  $\sigma_3 - 182/10$  (рис. 4, з);  $\sigma_1 - 145/12$ ,  $\sigma_3 - 056/01$  (зсув при розтягу, рис. 4, и). Ці поля є порівняно молодими і виникли вже після згасання складчасто-насувного процесу.

Інші два поля напружень з головними осями  $\sigma_1 - 133/80$ ,  $\sigma_3 - 043/01$  (рис. 4, і);  $\sigma_1 - 203/80$ ,  $\sigma_3 - 293/07$  (рис. 4, к) відображають скидові деформаційні процеси. Вони є наймолодшими полями, які існували і продовжують існувати та відображають процеси руйнування гір (зокрема, сучасні зсувні процеси).

### Висновки

Дослідження тріщин та дзеркал ковзання у долині ріки Сукіль дало можливість визначити тут регіональні поля напружень та простежити їхню зміну у палеоген-неогеновий час: від планетарної тріщинуватості у доміоценовий, інтенсивних по-

лів напружень, що призвели до процесу складко- та насувоутворення Українських Карпат у міоценовий, і до сучасних полів, що спричиняють у досліджуваному регіоні та на суміжних ділянках сучасні зсувні процеси у післяміоценовий.

Крім того, вивчення структурно-розривних порушень має важливе значення у нафтогазовій геології. Зокрема, тріщини і зміна напряму та інтенсивності полів напруження відіграють важливу роль під час формування колекторів нафти і газу. А також вивчення взаємозв'язків між пластовими, локальними та регіональними системами тріщинуватості і їх змін з глибиною та часом є важливим під час пошуку та дослідження шляхів міграції флюїдів.

### Література

- Аронский А.А., Беличенко П.В., Гинтов О.Б., Муровская А.В. Кинематические параметры деформирования верхних горизонтов земной коры Украинских Карпат в миоцен-плейстоценовую эпоху (по тектонофизическим данным). 1–3 // Геофиз. журн. – 1995. – 17, № 3. – С. 58–68; № 5. – С. 11–19; № 6. – С. 43–57.
- Бубняк І., Бубняк А., Кілін І., Попп І. Структурно-седиментологічні дослідження добротівських відкладів Передкарпатського прогину (район Надвірної) // Праці НТШ. Геологічний збірник. – 2001. – Т. V. – С. 84–93.
- Бубняк І.М., Бубняк А.М., Віхоть Ю.М., Спільник Р.Б. Тріщинуватість гірських порід флішового комплексу Українських Карпат у межиріччі Опору та Оряви, її тектонічне значення // Геодинаміка. – 2007. – № 1 (6). – С. 16–19.
- Геологічна карта Українських Карпат. Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька області України. М-б 1:100 000. Составители В.В. Глушко, В.В. Кузовенко, В.Е. Шлапинский. Редактор Ю.З. Крупский. – Отчет ЗАО “Концерн Надра”. – Фонд ЗАО “Концерн Надра”. – К., 2007. – 228 с.
- Гинтов О.Б. Полевая геотектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. – К.: Феникс, 2005. – 572 с.
- Гинтов О.Б., Исая В.М. Методы морфокинематического анализа разломов // Геофиз. журн. – 1986. – 8, № 1. – С. 53–61.
- Гофштейн И.Д. Тектоническая трещиноватость осадочных пород в среднем течении Днестра // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1952. – № 6. – С. 108–117.
- Копистянський Р.С. Значення тріщинуватості порід у формуванні нафтових родовищ Радянських Карпат. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 74 с.
- Копистянський Р.С. Проблема тріщинуватості порід у нафтовій геології. – К.: Наук. думка, 1968. – 158 с.
- Копыстанский Р.С. Трещиноватость горных пород и ее значение в нефтегазовой геологии. – К.: Наук. думка, 1978. – 214 с.
- Орлов А.А., Бак А.М. Трещиноватость горных пород Покутских складок // Геология нефти и газа. – 1965. – № 5. – С. 47–51.

Свынко И.М. О тектонической трещиноватости западной части Подолии // Геол. сб. – 1973. – № 14. – С. 64–66.

Chałubińska A. O spękanii skał na Podolu // Przegl. Geogr. – 1928. – Z. 10. – S. 5–32.

Devlaux D., Sperner B. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program //

New insights into Structural interpretation and Modelling. Geological Society, London, Special Publications. – 2003. – V. 212. – P. 75–100.

Zuchiewicz W., Bubniak I. M., Rauch M. Wstępne wyniki badań nad spękaniami ciosowzmi w jednostce skibowej (skolskiej) Karpat Ukraińskich // Przegl. Geol. – 1997. – Vol. 45. – N. 4. – S. 408–413.

**ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ ВО ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩЕ  
СКИБ ОРИВСКОЙ, СКОЛИВСКОЙ И ПАРАШКИ  
(ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СУКИЛЬ)**

**Ю.М. Вихоть, И.Н. Бубняк**

В работе впервые приведены результаты исследований трещин и зеркал скольжения из обнажений долины реки Сукиль. В 37 точках флишевых отложений скиб Оривской, Сколивской и Парашки выполнено около 1100 измерений трещин и 90 измерений зеркал скольжения в разных стратиграфических отложениях: от верхнемеловых до олигоценых. С помощью комплексного структурно-парагенетического и кинематического анализа этих мезоструктур, с использованием современного компьютерного обеспечения (StereoNett, Win-Tensor и др.) была проведена реконструкция основных параметров. Определены деформационные режимы и ориентация главных осей древних и молодых полей напряжений, которые существовали в палеоген-неогеновое время до, во время и после складкообразования в этом районе Украинских Карпат.

**Ключевые слова:** Украинские Карпаты; Скибовой покров; карпатский флиш; поля напряжений; трещины; зеркала скольжения.

**STRESS FIELDS IN THE FLYSH STRATA  
OF THE THRUSTS OF ORIVSKA, SKOLIVSKA AND PARASHKA  
(BY RESEARCHES IN THE BASIN OF THE SUKIL RIVER)**

**Y.M. Vikhot, I.M. Bubniak**

In the article the first results of researches of joints and slickensides from outcroppings in the valley of the Sukil River are given. In 37 points of the flysh deposits of thrusts: Orivska, Skolivska and Parashka about 1100 intentions of joints and 90 intentions of slickensides are executed in the different deposits strata: from the Upper Cretaceous to Oligocene formations. By the complex (method of structural paragenesis and kinematics one) analysis of these mesostructures, with the use of the modern computer providing (StereoNett, Win-Tensor and other) the reconstruction of main parameters was carried out. Deformation regimes and orientations of main axes of the old and young stress fields which occur in Paleogene-Neogene time to and during and after fold formation in this area of Ukrainian Carpathians was specified.

**Key words:** Ukrainian Carpathians; Skyba nappe; carpathian flysh; stresses fields; joints; slickensides.

---

<sup>1</sup>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, м. Київ

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів