

В. І. Альохін
А. Д. Боярська
В. В. Ішков

ОСОБЛИВОСТІ ДИСЛОКАЦІЙ ТА ПОЛІВ ПАЛЕОНАПРУЖЕНЬ В ТУФАХ ТЕРЕСВИНСЬКОЇ СВІТИ ЗАКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ТЯЧЕВЕЦЬ

Мета. Дослідження розривних і складчастих дислокацій в туфах Тересвинської світи нижнього неогену та реконструкція полів палеонапружень в басейні річки Тячевець Закарпатського прогину.

Методика. В роботі використані структурно-геологічні методи польових досліджень та методи польових тектонофізичних досліджень. Обробка польових даних виконувалася з побудовою структурно-геологічної схеми ділянки досліджень. Реконструкція полів палеонапружень виконувалася з використанням комп'ютерної програми «Win-Tensor».

Результати. На північній околиці села Лази Тячівського району Закарпаття (ділянка «Чорна Вода») у відслоненнях туфів встановлені численні складчасті та розривні дислокації, їх взаємовідносини та парагенезиси. Проведені польові тектонофізичні дослідження тектонічних тріщин та розривних порушень з вимірами на їх дзеркалах елементів залягання борозн і штрихів та визначенням напрямків переміщень крил розривних структур. За результатами структурно-парагенетичного аналізу розривних структур та реконструкції полів палеонапружень встановлені поля різного віку та кінематичного типу, серед яких переважає поле зсувного типу. Головне розривне порушення ділянки досліджень має північно-західного простягання і проявляє себе як правий зсув. Другий розлом такого ж напрямку зрізає і зміщує синклінальну складку північно-східного простягання.

Наукова новизна. Вперше у відслоненнях туфів в зоні впливу регіонального розлому північно-західного простягання, який контролює соляні діапіри та криптодіапіри, виявлені вікові взаємовідносини систем розривних та складчастих дислокацій. Встановлені кілька етапів активізації розривних структур. Серед полів палеонапружень переважає зсувне поле, яке є наймолодшим за віком. Головний розлом формувався і розвивався як правий зсув.

Практичне значення. Встановлено, що численні дислокації та їх багатоступеневі активізації у часі сприяли формування джерел мінеральних вод сірководневого складу, які розташовані в зоні впливу головного розлому північно-західного простягання. Отримані результати досліджень уточнюють історію тектонічного розвитку Закарпатського прогину та вказують на наявність кількох етапів тектонічних активізацій в неогені.

Ключові слова: туфи, розривні дислокації, правий зсув, синклінальна складка, палеонапруження.

Вступ.

Вивчення дислокаційних мезоструктур з реконструкцією полів палеонапружень, в яких ці структури формувалися і розвивалися, є актуальною задачею геологічних досліджень усіх територій. Результати таких досліджень дозволяють встановити механізми формування тектонічних структур, етапи тектонічного розвитку територій, умови, які сприяють формуванню родовищ корисних копалин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дислокаційні мезоструктури, які часто зустрічаються у відслоненнях гірських порід Українських Карпат на багатьох ділянках добре вивчені, у тому числі з реконструкцією полів палеонапружень. Результати досліджень розривних структур та реконструкції полів палеонапружень у флішовій товщі басейна річки Сукіль

висвітлені у роботі Віхотя Ю., Бубняка І. [1]. Еволюції полів палеонапружень та її впливу на формування кальцитових жил і флюїдного потоку в південно-східній частині Українських Карпат в кайнозой присвячена робота S. Ya. Kril, I. M. Bubniak з співавторами [2].

В Солотвинській западині Закарпаття та на суміжних до неї площах вивчалися поля напружень за аналізом фокальних механізмів землетрусів і польовими тектонофізичними методами досліджень дзеркал тектонічних тріщин у відслоненнях гірських порід [3].

В 2019 році за однією методикою проведено узагальнення тектонофізичних даних по мезоструктурам в межах української частини Східних Карпат та Закарпаття [4].

В наступні роки були виконані тектонофізичні дослідження мезоструктур та проведена реконструкція полів

палеонапружень у відкладах флішу різного віку (від верхньої крейди до олігоцену) в басейні річки Черемош південно-східних Українських Карпат [5]. Отримані перші результати вивчення розривних мезоструктур та реконструкції полів палеонапружень в найбільш древніх утвореннях Карпат – Мармароському масиві [6]. На західній українській частині цього масиву у відслоненнях різновікових порід були також проведені детальні дослідження розривних дислокацій та їх співвідношень з регіональними розривами, проведена реконструкція полів палеонапружень та встановлені особливості прояву деформацій на мікрорівні (в шліфах під мікроскопом) [7].

Результати тектонофізичних дослідження Карпат за межами України найбільш детально висвітлені для Румунської частини Карпат [8].

Аналіз раніше проведених досліджень і літературних джерел вказує на не достатню вивченість площі досліджень та на відсутність даних про поля палеонапружень у туфових відкладах цієї території.

Мета досліджень.

Метою роботи були дослідження розривних і складчастих дислокацій і їх співвідношень в туфах Тересвинської світи нижнього неогену та реконструкції полів палеонапружень в цих відкладах. Площа досліджень має складну будову, обумовлену наявністю туфогенних відкладів та великого розлому, який контролює соляні діапіри. Особливості складчастих і розривних дислокацій, їх взаємовідносин, поля напружень, в яких вони формувалися, – все це представляє науковий і практичний й інтерес і раніше не були досліджені.

Методи досліджень.

В роботі використані класичні структурно-геологічні методи польових досліджень розривних та складчастих структур, методи польових тектонофізичних досліджень та методика обробки тектонофізичних даних з використанням спеціальних комп'ютерних програм. Дослідження складчастих дислокацій виконувалися з встановленням їх у відслоненнях, вимірами елементів залягання крил та шарнірів, визначення їх взаємовідносин з розривними порушеннями.

У відслонення визначалися розривні порушення їх елементи залягання, форми прояву. Вивчалися дзеркала ковзання в зоні розривного порушення з встановленням його кінематики. У всіх відслоненнях ретельно вивчалися тектонічні тріщини, проводився масовий вимір їх елементів залягання, встановлення систем за простяганням і падінням, вікові взаємовідносини.

В результаті обробка польових структурно-геологічних даних виконувалася побудова структурно-геологічною схеми площі досліджень.

Тектонофізичні дослідження включали кінематичний метод за О. Гуценко та J. Angelier [9, 10] та тектонофізичний метод структурних парагенезисів за О. Гінтовим [11]. За кінематичним методом у відслоненнях вимірювалися елементи залягання дзеркал ковзання розривних порушень та тектонічних тріщин. Ретельно вивчалася структура поверхні дзеркал з виділенням борозн та штрихів ковзання, вимірювалися елементи залягання останніх, встановлювався їх кінематичний тип та відносний вік. Напрямок ковзання визначався за ознакою зтоніння штрихів та борозн, за трикутниками викришування та за принципом «гладкості» по жильному заповненню. При наявності реперних структур – жил, особливих прошарків породи, напрям переміщень крил розривних дислокацій перевірявся за напрямом зсуву цих структур.

Обробка польових тектонофізичних даних, отриманих за кінематичним методом, виконувалася за допомогою комп'ютерної програми «Win-Tensor» [12]. В основі роботи програми «Win-Tensor» закладений метод реконструкції полів палеонапружень, який розроблений J. Angelier [10].

Дослідження методом структурних парагенезисів виконувалися з визначенням у відслоненнях розривних структур – Т-структур відриву, L, R, R' – сколів, вимірами їх елементів залягання та встановлення напрямку переміщення по основним розривним структурам (L-сколам) за характерними структурними парагенезисами та підворотами шарів порід. Метод дозволяє уточнювати кінематичні та тектонофізичні характеристики, які отримані кінематичним методом.

Додатково вивчався склад порід як у відслоненнях, так і в лабораторних умовах. Для цього відбиралися зразки порід, у тому числі орієнтовані. З відібраних зразків виготовлялися шліфи, які вивчалися під мікроскопом для точного встановлення петрографічного складу порід та їх структурно-текстурних особливостей.

Виклад основного матеріалу.

Площа досліджень розташована в басейні річки Тячевець на північній околиці с. Лази Тячівського району Закарпатської області. З точки зору геологічної будови ділянка відноситься до Солотвинської западини Закарпатського прогину. Породи площі досліджень складають Тересвинську світу нижнього неогену (рис. 1). Тересвинська світа представлена теригенними відкладами різного складу та шарами вулканогенних порід – туфів та туфітів. В складі теригенних відкладів світи в межах її розповсюдження спостерігаються слюдисті глини та карбонатні аргіліти з прошарками алевролітів, пісковиків, конгломератів та прошарки вугілля. Туфогенні відклади Тересвинської світи представлені потужною товщою зеленкувато-сірих пеліто-псамитових туфів

ріодацитового складу [13, 14]. На дослідженій площі ця товща витягнута вздовж великого розлому північно-західного простягання (див. рис. 1). Розлом контролює соляні куполи та прояви мінеральних вод сірководневого складу. Два з цих джерел мінеральних вод встановлені нами на площі досліджень, одно з яких знаходиться прямо в зоні розлому (точка спостережень № 3) (рис. 2).

Тересвинська світа в даному районі незгідно покриває відклади Солотвинської світи. Остання складається з теригенних порід та також вміщує лінзи та горизонти ріодацитових туфів [13, 14].

Дослідження проводилися на площі біля пансіонату Чорна Вода. У відслоненнях вивчений склад гірських порід. За даними мікроскопічних досліджень шліфів гірських порід встановлено, що на площі поширені тільки туфи кислого ріодацитового складу з переважанням пелітової структури.

Детально вивчені складчасті та розривні дислокації в межах 4 відслонень (рис. 2). Найбільш дислоковані породи спостерігалися на пунктах спостережень 2, 3, 4. При цьому найбільші розломні зони і складчасті деформації добре проявлені на пунктах 3 і 4.

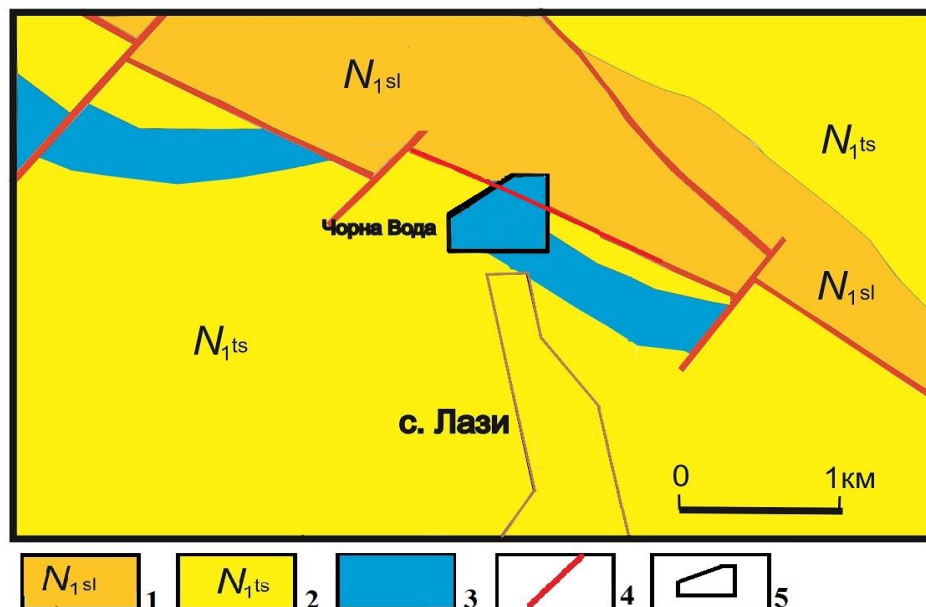


Рис. 1. Схематична геологічна карта району досліджень за даними [13] з доповненнями авторів.

1 – відклади Солотвинської світи; 2 – відклади Тересвинської світи; 3 – товща туфів та туфітів Тересвинської світи; 4 – розривні порушення району; 5 – площа детальних досліджень деформаційних мезаструктур

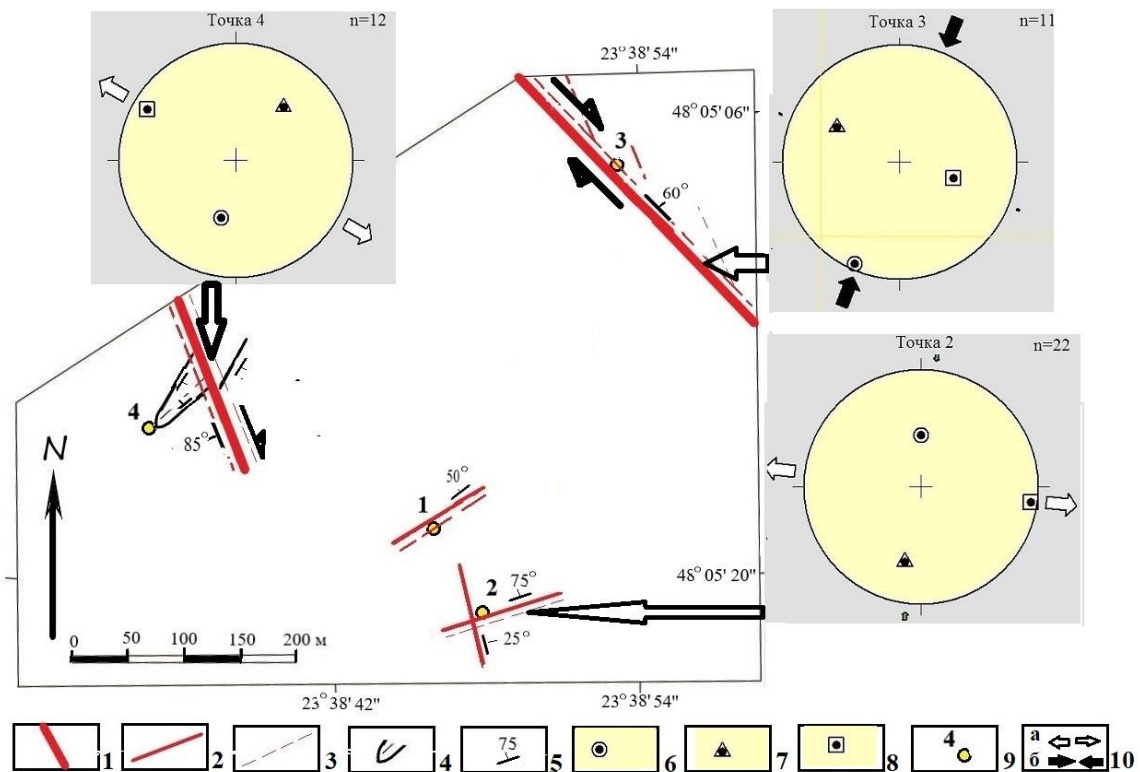


Рис. 2. Геолого-структурна схема площі досліджень з стереограмами полів палеонапружень.

1 – головні розломні зони; 2 – дрібні розривні порушення; 3 – тектонічна сланцюватість і кліваж в туфах; 4 – синклінальна складка в туфах (пунктирна лінія – шарнір складки); 5 – елементи залягання структур з кутом падіння; 6–8 – головні нормальні осі полів палеонапружень: 6 – вісь стиснення, 7 – середня вісь, 8 – вісь розтягнення; 9 – пункти спостережень відслонень туфів та їх номери; 10 – характеристики напруженого стану масиву: а – напрям головного розтягнення, б – напрям головного стиснення

На пунктах спостережень 3 та 4 розломні зони мають північно-західного простягання і проявлені системами протяжних дзеркал ковзання, мілонітами вздовж них та дробленням і розсланцюванням туфів.

Розломна зона на пункті спостережень 3 простежується в районі досліджень на великій відстані та контролює вкорінення соляних діапирів [13].

Детально досліджені тектонічні сколи розломної зони, їх дзеркала ковзання та їх структурні парагенезиси. Падіння головних сколів (L-сколів) розломної зони спостерігається в північно-східному напрямі під кутами 55-60°. В парагенезисі до L-сколів встановлені R – сколи, які формують сланцюватість туфів під кутом 15-20° до L-сколів та вказують на кінематичний тип правого зсуву вздовж розломної зони (рис. 3).

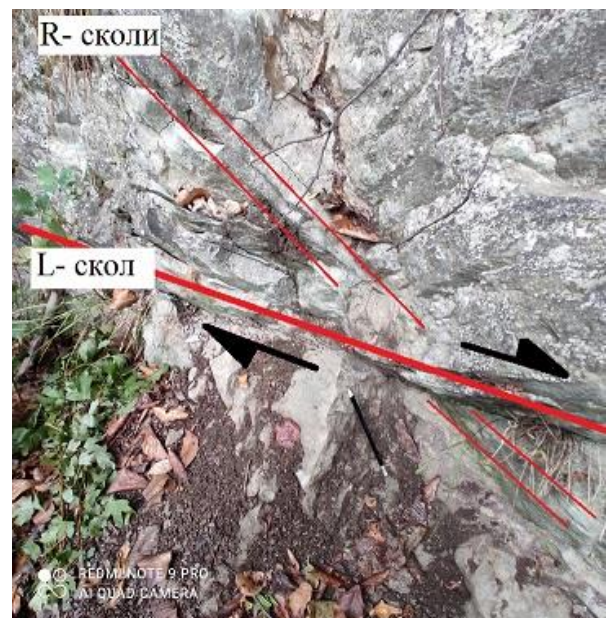


Рис. 3. Правий зсув по головним L-сколам розломної зони за структурним парагенезисом на пункті спостережень № 3

На такий же тип кінематичних переміщень з підкидовою складовою в розломній зоні вказують дослідження напрямів борозен та штрихів на дзеркалах ковзання L-сколів. Обробка вибірки тектонічних дзеркал ковзання всіх напрямів дозволило провести реконструкцію поля палеонапружень на пункті 3. Встановлено головне найбільш проявлено підкидо-зсувне поле правого зсувного типу (рис. 2).

На дзеркалах ковзання були також встановлені борозни іншого напрямку, кінематичного типу та віку, що показує не менше двох етапів становлення та активізації цієї розривної структури. Реконструкція палеонапружень за цією групою борозен ковзання дозволили встановити чисто зсувне поле з віссю стиснення в північно-західному напрямі, а віссю розтягнення в хрест Солотвинської западини (напрямок на північний схід).

На пункті спостережень 4 встановлена синклінальна складка, яку формують різні шари туфів. Складка простежена на відстані до 50м, вздовж її шарніру сформувалася невелика ущелина. Шарнір простягається в північно-східному напрямі, азимут простягання складає 40° з кутом падіння в $15-20^\circ$ в тому ж напрямі (рис. 4). Складка в північно-східній частині зрізається розломною зоною, яка простягається по азимуту 340° з падіння головних сколів (L-сколів) і розсланцювання в південно-західному напрямі під кутами $80-85^\circ$ (рис. 5).



Рис. 4. Синклінальна складка на пункті спостереження № 4

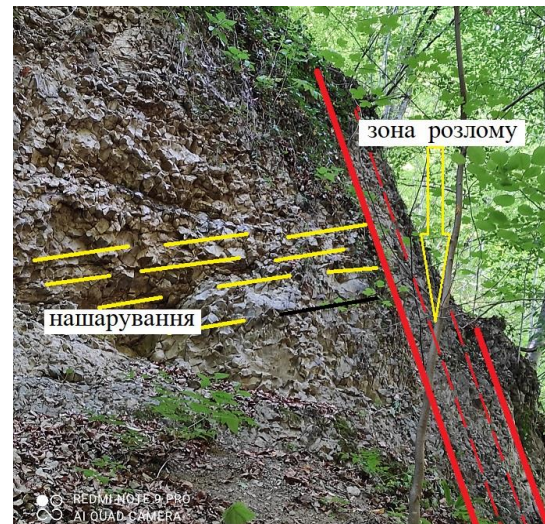


Рис. 5. Розломна зона на на пункті спостереження № 4

Дослідження дзеркал ковзання у відслоненні показало наявність борозн та штрихів ковзання різного кінематичного типу і віку, але на дзеркалах L-сколів розломної зони переважає скидо-зсувний тип. Реконструкція полів напружень показала, що розривна зона формувалася як правий скидо-зсув (рис. 2). У правому борті розломної зони встановлені рештки північно-західного крила синклінальної складки з такими ж елементами залягання шарів туфів, як і в лівому борті розривної зони. Це теж вказує на компоненту правого зсуву по зоні розлому.

На точці спостережень 2 спостерігалися численні розривні порушення різних систем з зонами розсланцювання, катаклазу та дзеркалами ковзання. Система похилих порушень субмеридіонального простягання 1 розділяє різні шари туфів, які відрізняються системами тектонічного розсланцювання. (рис. 6). Це може бути ознакою швидких змін тектонічних умов в період формування туфогенної товщі.

Система розривних порушень крутого падіння 2 та система субширотного простягання і субвертикального падіння 3 зрізають похилі порушення системи 1. Це вказує на старший вік формування системи похилих розривних порушень 1. Особливо це чітко видно на взаємовідносинах між розривними дислокаціями системи 1 і 3 (рис. 7).

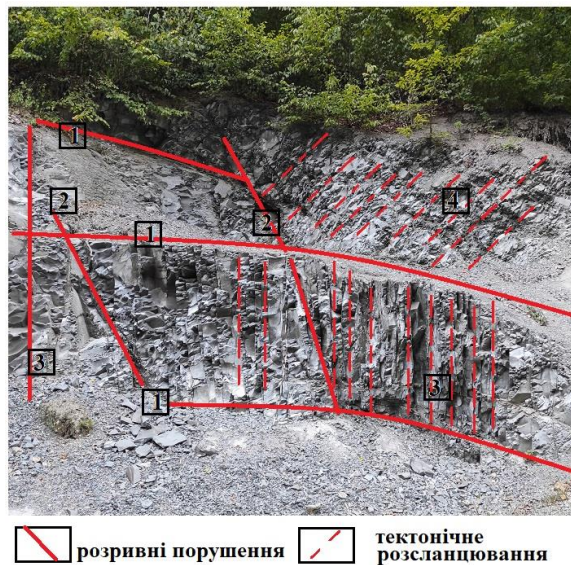


Рис. 6. Системи розривних дислокацій в туфах на пункті спостережень 2



Рис. 7. Взаємовідносини систем розривних порушень 1 і 3 в туфах на пункті спостережень 2

На відслоненні відмічаються численні жили кальциту вздовж субвертикальних розривних дислокацій субширотного простягання системи 3. Детально вивчення дзеркал ковзання на цьому пункті показало наявність на одних і тих дзеркалах ковзання ознаки переміщень крил різного кінематичного типу – скидового, скидо-зсувного типу та чистого зсуву. Серед усіх борозн та штрихів на дзеркалах переважає скидо-зсувний кінематичний тип, що добре видно на стереограмі поля палеонапружень (рис. 2). Наявність кількох різних кінематичних типів борозн і штрихів на дзеркалах ковзання вказує на кілька різновікових етапів формування розривних

дислокацій на пункті спостереження 2. Слід відмітити, що борозни і штрихи були розвинені по жильному заповненню розривів та тектонічних тріщин системи 3, що вказує на їх давній вік та умови скидового поля палеонапружень. Результати реконструкцій полів палеонапружень на цьому пункті дозволили встановити 3 різних поля – скидове, скидо-зсувне та чисто зсувне (рис. 8).

Найменша кількість дислокацій спостерігалася на пункті спостережень 1. Але і там в невеликій кількості були проявлені дзеркала ковзання з борознами та штрихами, що дозволили провести реконструкцію полів палеонапружень та встановити одне поле – зсувне (див. рис. 8).

В цілому на площі досліджень на всіх пунктах спостережень встановлено кілька полів палеонапружень різного віку, які зведені в окремі кінематичні типи (рис. 8).

Обговорення результатів та висновки.

Проведені дослідження дозволили вперше встановити важливі особливості розвитку розривних та складчастих деформацій в зоні впливу регіональної розломної зони північно-західного простягання, яка контролює вкорінення діапирів солі в районі. Площа досліджень відрізняється складною тектонічною будовою, наявністю різних систем розривних дислокацій, які мають різний вік та неодноразові активізації. Встановлений кінематичний тип головних розломних зон північно-західного простягання – праві зсуви. Вони зрізають і зміщують складчасті дислокації, що вказує на більш древній вік останніх.

Реконструкції полів палеонапружень показали їх різноманітність на невеликій площі (див. рис. 8). Аналіз цих полів дозволив виділити кілька їх груп. Серед цих полів чітко виділяється зсувний тип поля палеонапружень, який проявлений на всіх пунктах спостережень. Це може вказувати на його молодий вік та регіональне значення. Для перевірки його присутності за межами поширення туфової товщі нами проведені тектонофізичні дослідження в теригенних відкладах Тересвинської світи на відстані в 1,5 км від площі поширення туфів.

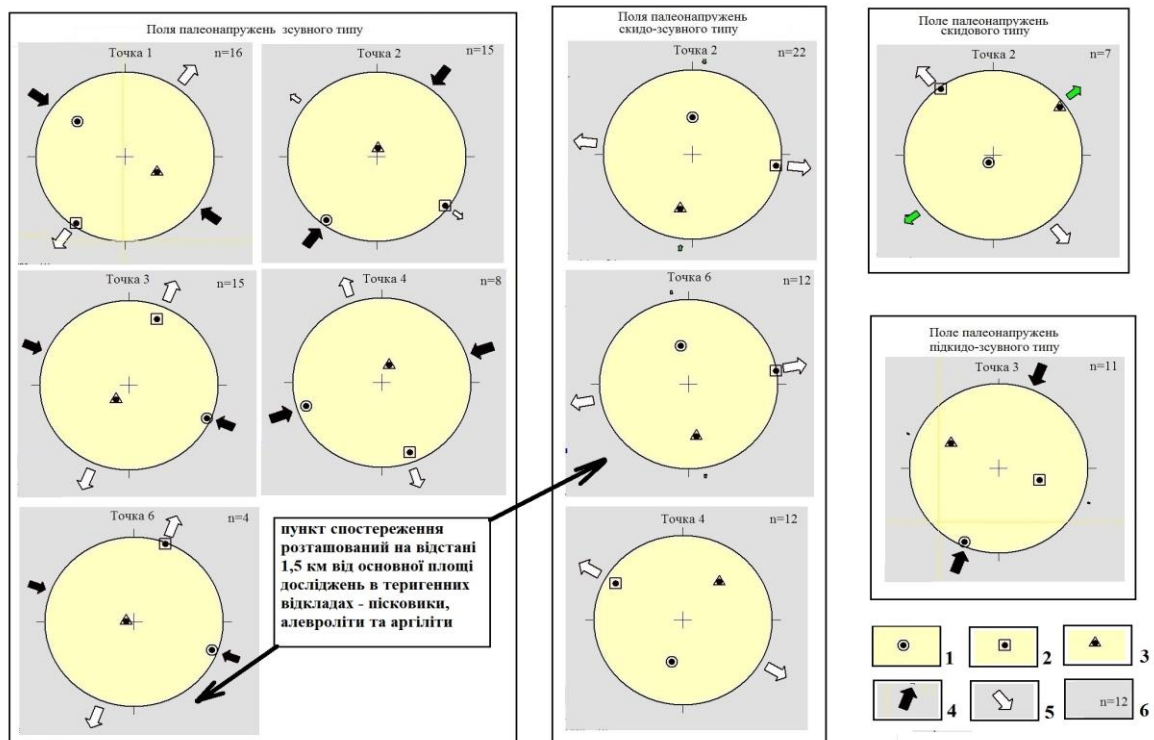


Рис. 8. Стереограми полів палеонапружень на пунктах спостережень за результатами реконструкцій програмою «Win Tensor» (стереопроекції на верхню півсферу).

1 – вісь стиснення; 2 – вісь розтягнення; 3 – середня вісь; 4 – напрям головного стиснення; 5 – напрям головного розтягнення; 6 – кількість дзеркал ковзання, які відповідають даному кінематичному типу поля палеонапружень

І там встановлено зсувне поле, яке відповідає зсувним полям площі поширення туфів (див. рис. 8). Це поле характеризується північно-східним напрямом розтягнення та північно-західним напрямом стиснення. Отримані дані вказують на регіональне значення цього поля і на його наймолодший вік.

Другий поширений тип полів палеонапружень – скидо-зсувний, який встановлений на більшості точок спостережень. Вік його старіший за зсувний тип.

На пункті спостережень 2 встановлено чисто скидове поле палеонапружень. З урахуванням малої кількості даних, які відповідають цьому полю, вік його можна віднести до найстарішого. Вісь розтягнення цього поля має напрям в хрест простягання кальцитових прожилків системи розривних дислокацій 3 (див. рис. 8). Це є ще одним доказом найстарішого віку скидового поля на площі досліджень.

На відслоненні пункту 3 в головній розломній зоні північно-західного простягання встановлено підкидо-зсувне

поле, в якому, вірогідно, розлом закладався. Поле не має аналогів на самій площі та за її межами (на відстані кількох кілометрів). Підкидова складова цього поля може бути пов'язана з солянню тектонікою.

Численні дислокації та їх багатоетапна активізація у часі сприяли формування джерел мінеральних вод сірководневого складу, які розташовані в зоні впливу головного розлому північно-західного простягання.

Отримані результати досліджень уточнюють історію тектонічного розвитку Закарпатського прогину та вказують на наявність кількох етапів тектонічних активізацій в неогені.

Подальші тектонофізичні дослідження розривних та складчастих деформаційних структур в туфах та теригенних відкладах вздовж регіональної розломної зони північно-західного простягання дозволять встановити характер впливу соляних діапірів на умови формування та особливості морфології і розвитку цих структур.

Список літератури

1. Віхоть Ю., Бубняк І. Поля напружень у флішовій товщі скиб Орівської, Сколівської та Парашки (за дослідженнями у басейні ріки Сукіль). *Геодинаміка*. 2011. № 1(10). С. 75-82.
2. S. Ya. Kril, I. M. Bubniak, Y. M. Vikhot, S. I. Tsikhon. Tectonic paleostress fields evolution and calcite veins formation in the southeastern part of the Ukrainian Carpathians during the cenozoic time. *Геодинаміка*. 2016. 1(20). С. 106-118.
3. Малицький Д., Муровська А., Гінтов О., Гніп А., Обідина О., Мичак С., Грицай О., Павлова А. Механізми вогнищ землетрусів та поле напружень Солотвинської западини Закарпаття. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2017. – Вип. 2 (77). – С. 43–51.
4. Муровська А., Амашукелі Т., Алохін В. Поля напружень і деформаційні режими в межах української частини Східних Карпат за тектонофізичними даними. *Геофизический журнал*. 2019. № 2, Т. 41. С. 84 – 97.
5. Ihor Bubniak, Markos D. Tranos & Andrew Bubniak. Paleostress reconstruction of the southeast Ukrainian Outer Carpathians. *International Geology Review*. 2022. V64, Is 18. P. 2479 - 2496. DOI: 10.1080/00206814.2021.1986679.
6. A. Murovska, O. Gintov, V. Alokhin, V. Ishkov, A. Boiarska, S. Mychak. Features of the composition and deformation of rock within the Marmarosh massif (in Ukraine). *Geoinformatics. Anniversary XXth International Conference*. 10-14 May 2021 in Kyiv, Ukraine. Kyiv, 2021. 21082.
7. В.І. Алохін, А.Д. Болярська, А. В. Муровська, В.В. Ішков. Особливості умов залягання та формування деформаційних мезоструктур на ділянці селища Кобилецька Поляна (Мармароський масив Східних Карпат). *Наукові праці ДонНТУ. Серія гірничо-геологічна*. 2021. № 1(25)- 2(26). С. 116-126.
8. Matenco, L., and Bertotti, G. 2000. Tertiary tectonic evolution of the external East Carpathians (Romania). *Tectonophysics*, 316. 3–4. 255–286.
9. Гущенко О. І. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции тектонических напряжений. *Поля напряжений и деформаций в литосфере*. М.: Наука, 1979. С. 7-25.
10. Angelier, J. Fault Slip Analysis and Paleostress Reconstruction. *Continental Deformation*. 1994. 4. P. 101-120.
11. Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
12. Devlaux D., Sperner B. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. *Geological Society, London, Special Publications*. 2003. 212. P. 75–100.
13. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М-34-XXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре), М-35- XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу-Де-Сус). Карпатська серія. К.: УкрДГРІ, 2009.
14. Державна геологічна карта України масштабу 1 : 200 000, аркуші М-34-XXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре), М-35- XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу-Де-Сус). Карпатська серія. Пояснювальна записка. К.: УкрДГРІ, 2009. 188 с.

References

1. Vikhot Yu., Bubniak I. (2011). Polia napruzhen u flishovii tovshchi skyb Orivskoi, Skolivskoi ta Parashky (za doslidzhenniamy u baseini riky Sukil). *Heodynamika*. 2011. № 1(10). S. 75-82.
2. S. Ya. Kril, I. M. Bubniak, Y. M. Vikhot, S. I. Tsikhon (2016). Tectonic paleostress fields evolution and calcite veins formation in the southeastern part of the Ukrainian Carpathians during the cenozoic time. *Heodynamika*. 2016. 1(20). S. 106-118.
3. Malyskyi D., Murovska A., Hintov O., Hnyp A., Obidina O., Mychak S., Hrytsai O., Pavlova A. (2017). Mekhanizmy vohnyshch zemletrusiv ta pole napruzhen Solotvynskoi zapadyny Zakarpattia. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*. 2017. – Vyp. 2 (77). – S. 43–51.
4. Murovska A., Amashukeli T., Alokhin V (2019). Polia napruzhen i deformatsiini rezhymy v mezhakh ukrainiskoi chastyny Skhidnykh Karpat za tektonofizychnymy danymy. *Heofyzicheskyi zhurnal*. 2019. № 2, T. 41. S. 84 – 97.
5. Ihor Bubniak, Markos D. Tranos & Andrew Bubniak (2022). Paleostress reconstruction of the southeast Ukrainian Outer Carpathians. *International Geology Review*. 2022. V 64, Is 18. P. 2479 - 2496. DOI: 10.1080/00206814.2021.1986679.
6. A. Murovska, O. Gintov, V. Alokhin, V. Ishkov, A. Boiarska, S. Mychak (2021). Features of the composition and deformation of rock within the Marmarosh massif (in Ukraine). *Geoinformatics. Anniversary XXth International Conference*. 10-14 May 2021 in Kyiv, Ukraine. Kyiv, 2021. 21082.
7. V.I. Alokhin, A.D. Boiarska, A. V. Murovska, V.V. Ishkov (2021). Osoblyvosti umov zaliagannia ta formuvannia deformatsiinykh mezostruktur na diliantsi selyshcha Kobyletska Poliana (Marmaroskyi masyv Skhidnykh Karpat). *Naukovi pratsi DonNTU. Serii hirnycho-heolohichna*. 2021. № 1(25)- 2(26). S. 116-126.
8. Matenco, L., and Bertotti, G. (2000). Tertiary tectonic evolution of the external East Carpathians (Romania). *Tectonophysics*, 316. 3–4. 255–286.
9. Gushchenko O. I. Metod kinematcheskogo analiza struktur razrusheniya pri rekonstruktsii tektonicheskikh napryazheniy. *Polya napryazheniy i deformatsiy v litosfere*. – M.: Nauka, 1979. – S. 7-25.
10. Angelier, J. (1994). Fault Slip Analysis and Paleostress Reconstruction. *Continental Deformation*. 1994. 4. P. 101-120.
11. Gintov O. B. Polevaya tektonofizika i yeye primeneniye pri izuchenii deformatsiy zemnoy kory. Kiyev: Feniks, 2005. 572 s.
12. Devlaux D., Sperner B. (2003). New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. *Geological Society, London, Special Publications*. 2003. 212. P. 75–100.
13. Derzhavna heolohichna karta Ukrainy masshtabu 1 : 200 000, arkushi M-34-XXXVI (Khust), L-34-VI (Baia-Mare), M-35- XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Karpatska seriia. K.: UkrDHRI, 2009.
14. Derzhavna heolohichna karta Ukrainy masshtabu 1: 200 000, arkushi M-34-XXXVI (Khust), L-34-VI (Baia-Mare), M-35- XXXI (Nadvirna), L-35-I (Visheu-De-Sus). Karpatska seriia. Poiasnuvalna zapyska. K.: UkrDHRI, 2009. 188 s.

Альо́хін Ві́ктор Іва́нович – доктор геологічних наук, доцент, в. о. завідувача кафедри «Геотехнічна інженерія» Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», (м. Луцьк, Україна).

Email: viktor.alokhin@donntu.edu.ua.

Боярська Алі́на Дми́трівна – аспірант кафедри «Геотехнічна інженерія» Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», (м. Луцьк, Україна).

Email: lina.boyarskaya1996@gmail.com

Ішков Вале́рій Вале́рійович – кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», (м. Дніпро, Україна). Старший науковий співробітник лабораторії досліджень структурних змін гірських порід Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, Україна, (м. Дніпро, Україна).

E-mail: ishwshw37@gmail.com

FEATURES OF DISLOCATIONS AND PALEOSTRESS FIELDS IN TUFFS OF THE TERESVINA FORMATION OF THE TRANSCARPATIAN TROUGH IN THE TYACHEVETS RIVER BASIN

Purpose. The main purpose of this paper was to study discontinuous and folded dislocations in the tuffs of the Teresvinsk bed of the Lower Neogene and to reconstruct of paleostress fields in the Tyachevets River basin of the Transcarpathian Trough.

Methods. Structural-geological methods of field research and methods of tectonophysical field research are used in the work. Processing of field data was carried out with the construction of a structural-geological scheme of the research area. «Win-Tensor» software was used to process the data and to determine the paleostress fields.

Results. Numerous folded and discontinuous dislocations, their interrelationships and paragenesis are found in tuff outcrops on the northern outskirts of Lazy village, Tyachiv District of, Zakarpattia («Chorna Voda» area). Tectonophysical studies of tectonic cracks and rupture faults were conducted. Were installed paleostress fields of different ages and kinematic types. The shear field is dominate among these fields and is the youngest in terms of age. The main region fault of the northwest-striking was studied. It has been established that this fault is a strike-slip fault. The second fault of the same direction cuts and displaces the northeast-trending synclinal fold.

Scientific novelty. The age relationships of the systems of discontinuous and folded dislocations in the zone of influence of the large northwest-striking fault have been established for the first time. This fault formed and developed as a dextral strike. Several stages of activation of discontinuous structures and several types of different paleostress fields are established. The shear field of paleostresses predominates and has the youngest age

Practical significance. It was established that numerous dislocations and their multi-stage activation over time contributed to the formation of hydrogen sulfide mineral waters, which are located in the zone of the main fault. The obtained research results clarify the history of the tectonic development of the Transcarpathian depression and indicate the presence of several stages of tectonic activations in the Neogene.

Key words: tuffs, discontinuous dislocations, dextral shear, synclinal fold, paleostress.

Alokhin Viktor – doctor of geological sciences, Head of the Department "Geotechnical Engineering", Public higher education institution Donetsk National Technical University, (Lutsk, Ukraine).

Email: viktor.alokhin@donntu.edu.ua

Boiarska Alina – postgraduate student of Department «Geotechnical Engineering», Public higher education institution Donetsk National Technical University, (Lutsk, Ukraine).

Email: lina.boyarskaya1996@gmail.com

Ishkov Valerii – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Geology and Mineral Prospecting, Dnipro University of Technology, (Dnipro, Ukraine). Senior Research Fellow of Laboratory of Studies of Structural Changes Rocks, Institute of Geotechnical Mechanics named by M.S. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine, (Dnipro, Ukraine).

E-mail: ishwshw37@gmail.com