

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

На правах рукопису

ТРУБЕНКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 553.98.061.43(477.8)(043)+
+552.578.2(477.8)(043)
77

ТЕКТОНІЧНА ТРІЩИНУВАТІСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ
ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ ЯК КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ
НАФТОГАЗОНОСНОСТІ

Спеціальність 04.00.17 - Геологія нафти і газу

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Науковий керівник:

ОРЛОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

доктор геолого-мінералогічних наук,

професор



Івано-Франківськ - 2000



З М І С Т

	Стор.
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
ІСТОРІЯ ПРОБЛЕМИ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ТРІЩИННОЇ ТЕКТОНІКИ	13
1.1. Коротка історія вивченості проблеми дослідження тріщинної тектоніки	13
1.2. Короткий огляд існуючих класифікацій тріщин в геології	18
РОЗДІЛ 2	
ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ	27
РОЗДІЛ 3	
МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРІЩИННОЇ ТЕКТОНІКИ У ВНУТРІШНІЙ ЗОНІ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ	34
3.1. Райони досліджень	34
3.2. Методи польових спостережень	35
3.3. Методи камеральної обробки польових досліджень	38
РОЗДІЛ 4	
ФАКТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ПОЛЬОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ	46
4.1. Південно-східний район досліджень	46
4.2. Центральний район досліджень	69
4.3. Північно-західний район досліджень	87
4.4. Узагальнення інформації щодо результатів досліджень тріщинуватості по районах	105
4.5. Розробка методики комп'ютерної обробки даних параметрів тріщин	114

РОЗДІЛ 5

УТВОРЕННЯ ТРІЩИН В ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ В ПРОЦЕСІ ДІЇ СКЛАДКОУТВОРНИХ ТЕКТОНІЧНИХ СИЛ	118
5.1. Основні етапи утворення тріщин в процесі формування локальних структур	118
5.2. Визначення районів з найбільшою інтенсивністю дії тектонічних сил за даними вимірів тріщин	122

РОЗДІЛ 6

РОЗПОДІЛ ГУСТОТИ ТРІЩИН НА ТЕРИТОРІЇ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ	129
6.1. Характер розподілу густоти тріщин в межах локальних структур різної інтенсивності	129
6.2. Математико-статистичні дослідження зв'язків тріщинуватості гірських порід в приповерхневих умовах з тектонічними розривами на глибині	141
6.3. Розподіл густоти тріщин та густоти розривів і розломів по території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину	148
6.4. Зв'язок густоти тріщинуватості з розподілом покладів вуглеводнів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину і можливість використання цієї інформації для оцінки перспектив нафтогазоносності надр.	153
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ	160
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	162
ДОДАТКИ	177

ВСТУП

Актуальність проблеми. Зараз, коли молода Українська держава відчуває дефіцит в енергоносіях, дуже важливим є проведення досліджень з метою подальшого детального вивчення нафтогазоносних регіонів та уточнення їх геологічної будови, що сприятиме пошуку та розвідці нафтових і газових родовищ. Однією з актуальних проблем є вивчення колекторських властивостей продуктивних горизонтів, особливо їх тріщинуватості, оскільки відомо, що значна частина покладів вуглеводнів пов'язана з тріщинуватопоровими колекторами. Актуальність проблеми походження тріщинуватості в науковому плані пов'язана з тим, що за результатами вивчення характеру тріщин в гірських породах, їх орієнтації в просторі і з врахуванням часу утворення, можна вирішувати теоретичні питання про домінуючий напрям дії тектонічних сил в районі досліджень, що обумовлюють формування порушеності відкладів і сприяють покращанню фільтраційних властивостей порід-колекторів. В практичному плані в результаті вивчення розподілу тріщинуватості в окремих районах, або в цілому в регіоні можна виявляти перспективні площі з поліпшеними колекторськими властивостями гірських порід, в межах яких існують сприятливі умови для локалізації нафтових і газових покладів. Ця інформація надзвичайно важлива для підвищення ефективності пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ в крейдово-палеогенових відкладах у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину.

Питаннями походження тріщинуватості гірських порід в Карпатському регіоні займались окремі науковці, серед яких особливо можна виділити І.І. Чебаненка, Р.С. Копистянського, О.О. Орлова, Т.В. Дорофееву, В.М. Бортницьку та деяких інших. Однак поки що проблема утворення тектонічної тріщинуватості гірських порід крейдово-палеогенового віку Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, ще не достатньо вивчена з точки зору формування та розробки нафтових і газових родовищ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проведені автором польові та камеральні дослідження є складовою частиною бюджетної теми: "Дослідження корисних копалин України" кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу. Одночасно вона є складовою частиною держбюджетної програми інституту нафтогазових технологій ІФДТУНГ "Дослідження зон геодинамічних напруг Карпатського регіону та їх вплив на ємнісно-фільтраційні показники гірських порід, умови формування нафтових і газових родовищ та їх розробку" і входить у Державну програму "Нафта і Газ України", а також до міжнародної програми "Пері-Тетіс".

Мета і задачі досліджень.

Метою досліджень передбачалось:

1. Дослідити характер тектонічної тріщинуватості крейдово-палеогенових і неогенових відкладів

Внутрішньої зони Передкарпатського прогину на основі польових досліджень.

2. Встановити домінуючі типи тріщин в регіоні та удосконалити існуючу класифікацію тектонічних тріщин в крейдово-палеогенових відкладах.

3. Вивчити просторовий розподіл густоти тектонічних тріщин по площі Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину, а також встановити особливості розподілу тектонічної тріщинуватості гірських порід у межах окремих локальних структур.

4. Створити методику комп'ютерної обробки даних польових вимірів тектонічної тріщинуватості для узагальнення польового матеріалу в камеральних умовах.

5. Встановити взаємозв'язок відкритих родовищ вуглеводнів з ділянками підвищеної тріщинуватості порід для подальшого його використання при прогнозуванні нафтогазоносності надр.

Основні завдання досліджень:

В теоретичному плані:

1. Доповнити існуючу класифікацію типів тектонічних тріщин, врахувавши нові літературні дані та узагальнені результати власних польових досліджень на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і у межах досліджуваних локальних структур.

2. Дати пояснення механізму формування різних типів тріщин у межах регіону досліджень.

3. Встановити залежності густоти тріщин від інтенсивності складчастості і від місця положення

ділянки досліджень на структурі та побудувати графічні залежності з використанням ПЕОМ.

В практичному плані:

4. Скласти карти - схеми розповсюдження густоти тріщин гірських порід та густоти розривів і розломів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

5. Співставити вказані карти-схеми з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину і прослідкувати розповсюдження ділянок підвищеної тріщинуватості гірських порід в межах території досліджень.

6. Дослідити зв'язок ділянок підвищеної густоти тріщин гірських порід з локалізацією відкритих покладів вуглеводнів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину і на основі цього зробити висновки про можливість використання даної інформації для оцінки перспектив нафтогазоносності окремих площ і районів.

Фактичним матеріалом послужили літературні та фондові матеріали з геології трьох нафтогазоносних районів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину (Бориславського, Долинського та Надвірнянського), а також результати власних польових досліджень тріщинуватості у відслоненнях вздовж долин річок та їх притоків на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, проведених під час стажування і навчання в очній аспірантурі при кафедрі геології та розвідки нафтових і газових родовищ

ІФДТУНГ. Фактичний матеріал про тріщинуватість гірських порід, зібраний при проведенні польових досліджень у 352 відслоненнях, сягає понад 4500 вимірів орієнтації тріщин в просторі.

Наукова новизна одержаних результатів:

- доповнено існуючу класифікацію тектонічних тріщин Внутрішньої зони Передкарпатського передового прогину, яка зараз складається із шести типів - двох систем тріщин відриву та чотирьох систем тріщин сколювання.

- дано пояснення формування кожного з виділених типів тріщин в процесі дії складкоутворення.

- вперше представлено на графіках і на карто-схемах характер розподілу густоти тріщин в межах окремих структур і в цілому по території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

- вперше графічно та аналітично показано залежності зміни густоти тріщин по мірі віддаленості від склепіння складки різної інтенсивності в кількісних вимірах, а також залежність густоти тріщин від коефіцієнтів інтенсивності локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

- вперше виявлено і показано на карто-схемах і картах зв'язок співпадання ділянок підвищеної густоти тріщинуватості в приповерхневих структурах і густоти тектонічних розривів та розломів на глибині з ділянками відкритих покладів нафти і газу у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. Зроблено висновок про подальші перспективи нафтогазоносності Внутрішньої

зони за даними інформації про тріщинуватість гірських порід.

Основні положення, які захищаються:

1. Густота тріщин в складках, згідно графічних та аналітичних залежностей, зменшується по мірі віддаленості від її склепіння складки та пропорційно до інтенсивності деформації самої складки.

2. Коефіцієнт густоти тектонічних тріщин і густоти розривів та розломів у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину збільшується з північного заходу на південний схід.

3. Аналіз орієнтації тектонічних тріщин порід Передкарпаття в просторі дає підстави стверджувати, що в їх розвитку були три етапи: первинний - стиснення порід до їх згину, середній - під час згину і завершальний в час посиленних деформаційних напруг під час розтягання структур у вертикальному напрямку.

4. За даними тріщинуватості гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину перспективними є: Урицький блок Нагуєвицької складки, Попельський блок Бориславсько-Орівської складки, Моршинський і Танявський блоки Стинаво-Танявської складки, Оболонський блок Верхньо-Струтинської складки та Перегінський блок Вільхівської складки, Північно-Делятинська складка.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені дослідження по вивченню тріщинуватості гірських порід дозволяють більш обґрунтовано планувати пошукові роботи на нафту і газ у Внутрішній зоні

Передкарпатського прогину. В дисертаційній роботі вперше представлена карта перспектив нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину за даними інформації про розповсюдження тріщинуватості гірських порід по регіону. Виділено ділянки з максимальними значеннями густоти тріщин, які можуть враховуватись при плануванні буріння пошуково-розвідувальних, а також видобувних свердловин з метою їх попадання в ділянки продуктивних горизонтів з покращеними колекторськими властивостями.

Особистий внесок здобувача. Особисто здобувачем виконано польові дослідження у відслоненнях долин річок і їх притоків, що протікають на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину; побудовано рози-діаграми та діаграми тріщинуватості в ізолініях; розроблено методику обробки даних польових спостережень тріщинуватості з використанням ПЕОМ; побудовано графічні та встановлено аналітичні залежності коефіцієнта густоти тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур і від просторового розміщення в межах локальної структури; побудовано карти-схеми розподілу тектонічних тріщин, густоти розривів та розломів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Визначено нові ділянки перспектив нафтогазоносності за даними розповсюдження тріщинуватості гірських порід.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу (Івано-

Франківськ, 1997, 1998, 1999), на Міжнародній конференції за програмою "PERY-TETHYS" (Марокко, 1997), на 5-й Міжнародній конференції "Нафта-Газ України - 98" (Полтава, 1998), на Другій Міжнародній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ім. академіка М.А. Усова (Томск, 1998).

Публікації. Автору належать 23 опубліковані праці. За темою дисертації автором опубліковано 11 праць, із них 5 статей (в тому числі 3-и одноосібних), 5 статей в журналах рекомендованих ВАК України і 9 тез науково-технічних конференцій (з них три одноосібні).

Об'єм і структура роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій і містить 187 сторінок машинописного тексту, 59 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки. Список використаної літератури включає 110 найменувань.

Автор висловлює подяку викладачам кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу за сприяння, допомогу та підтримку у виконанні дисертації доктору геолого-мінералогічних наук, професору, завідувачу кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Б.Й. МАЄВСЬКОМУ, доктору геолого-мінералогічних наук, професору Н.Н. ГУНЬЦІ, кандидатам геолого-мінералогічних наук, доцентам Л.С. МОНЧАКУ, М.В. ЛЯХУ, кандидату геологічних наук В.Г. ОМЕЛЬЧЕНКУ, кандидату геолого-мінералогічних наук Н.В. ДУБЕЙ, кандидату геолого-мінералогічних наук,

провідному науковому співробітнику Г.О. ЖУЧЕНКО,
доценту О.Є. ЛОЗИНСЬКОМУ.

Особисто автор висловлює глибоку подяку науковому керівникові доктору геолого-мінералогічних наук, Заслуженому працівнику народної освіти України, професору О.О. ОРЛОВУ за керівництво, постійну увагу та цінні поради при виконанні дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРІЯ ПРОБЛЕМИ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ТРІЩИННОЇ ТЕКТОНІКИ

1.1. Коротка історія вивченості проблеми дослідження тріщинної тектоніки

Вивчення геологічної будови Карпатського регіону розпочалось ще на початку XIX століття. Є згадки в роботах К.Клюка (1781) та Б.Хакета (1794) про перший промисел з видобутку нафти (Слобода Рунгурська), де вперше розглянуто досліджуваний регіон з точки зору геології [1, 2].

Більш детально Карпати та прилеглі до них прогини розпочали вивчати з 1885 року. В період з 1885 по 1911 роки проводились крупномасштабні пошуково-розвідувальні роботи та геологічне картування масштабу 1:75 000. За результатами проведених робіт складено атлас геологічних карт всієї території Галиції під загальною редакцією Р. Зубера. В цей час в роботі Р. Зубера "Фліш і нафта" [3] вперше висувається концепція про існування карпатських насувів, але ролі тріщин в процесі міграції нафти і газу не приділяв значення [4], а звертав увагу вивченню тільки пористим колекторам.

З розвитком геології, як науки накопичувались відомості про тріщинуватість гірських порід. На початку XX століття В. Тейссейре описав Карпатські глибинні розломи та вказав на приуроченість нафтових і газових родовищ до їх зон розвитку [5]. К. Фрідель писав про роль тріщин в процесі міграції флюїдів на глибині у

флішових відкладах Карпат [6]. Також про роль тріщин в формуванні скупчень вуглеводнів на прикладі Бориславського нафтового родовища зустрічаємо в роботі Я. Хемпеля [7], де показано геометрію тектонічних тріщин та жил озокериту.

Більш детально вивченням тріщинуватості гірських порід почали займатись в другій половині ХХ століття, коли розпочалось інтенсивне вивчення геологічної будови території Карпатського регіону, в різних її аспектах.

У 50-х роках з появою нових геологічних даних у будові Карпат, висвітлюються питання походження карпатської нафти, нові теорії утворення покладів вуглеводнів у регіоні [8]. В ці роки тріщинуватість вивчається геологічними і геофізичними дослідженнями, проводиться вивчення тріщин у відслоненнях, у кернах свердловин, шліфах і пришліфовках під мікроскопом.

У працях В.Ф. Лінецького [9] висвітлюється взаємозв'язок між регіональними розломами і нафтогазоносністю, відмічаючи приуроченість родовищ нафти і газу до зо перетину розломів, а також зміну їх екрануючих властивостей по всьому розрізу.

У працях І.І. Чебаненко, О.О. Орлова і А.М. Бак описано вплив деформації гірських порід на утворення тріщин в альпійську фазу тектогенезу [10, 11, 12].

Н.Р. Ладигенський, В.І. Антіпов, В.В. Глушко, М.А. Вуль займались безпосередньо в Карпатському регіоні геологічними дослідженнями [1, 2, 13, 14]. Вони досліджували вплив розломної тектоніки на геологічний розвиток Карпат. За результатами геофізичного вивчення

розломів в регіоні [15, 16] були намічені границі окремих структурно-тектонічних зон та виділені основні повздовжні та поперечні розломи, які вказали на блокову будову Передкарпатського прогину.

Г.Н. Доленко в своїх роботах описав вплив регіональних розломів на фаціальні особливості окремих геоструктурних елементів та їх нафтогазоносність і висловив думку, що родовища нафти і газу в Внутрішній зоні Передкарпатського прогину групуються поблизу зон глибинних розломів [17-19].

В.М. Бортницька та Д.В. Кутова вивчали роль тріщинуватості в процесі утворення колекторів та формуванні родовищ нафти і газу (Битківське, Долинське, Орівське, Бориславське та інші) [20-22]. Ці дослідження базувались на вивченні мікротріщин у керні, а також в шліфах під мікроскопом.

І.Д. Гофштейн, О.О. Орлов і А.М. Бак займались вивченням тріщинуватості порід у відслоненнях в долинах річок Передкарпаття [23], які відмітили зв'язок тріщин з складкоутворними рухами флішових відкладів південно-східної частини Внутрішньої зони Передкарпатського прогину [11].

Головний внесок у вивчення тріщинуватості в Карпатському регіоні зробив Р.С. Копистянський [23-25]. В своїх працях на основі польових, лабораторних і експериментальних досліджень він відобразив роль різних систем тріщин в процесі міграції та акумуляції вуглеводнів, а також виявив закономірності зміни тріщинуватості з глибиною. Встановив закономірності

розвитку пластових, локальних і регіональних систем тріщин в гірських породах, їх генетичні особливості і характер взаємозв'язку між собою та нафтогазоносністю. Він одним із перших запропонував схему класифікації тріщин в гірських породах для нафтогазової геології. Конкретно вказав роль різних систем тріщинуватості порід в утворенні колекторів і формуванні скупчень вуглеводнів, і намітив подальші задачі дослідження по проблемі вивчення тріщинуватості гірських порід в регіоні.

Ф.І. Котяхов приділив велику увагу вивченню питань механічних, емнісних та фільтраційних властивостей, структурі пустотного простору порід-колекторів [27, 28]. Ним вивчені питання порушення лінійного закону фільтрації в тріщинних породах - колекторах, їх реологічні властивості та методика оцінки коефіцієнта тріщинуватості. Також приділив велику увагу вивченню проникності привибійної зони матриці колектору, що обумовлено тріщинуватістю.

Вплив регіональних розломів на нафтогазоносність відкладів розглядали у своїх роботах В.Б. Порфір'єв, Г.Н. Доленко, В.І. Антіпов, О.С. Вялов, А.Н.Снарський і інші [8, 18, 29, 30], а також приділили велику увагу ролі мікротріщин у міграції нафти з нафтоматеринських порід.

У роботах Н.Р. Ладаженського, В.І. Антіпова, В.В.Глушко, С.С. Круглова, В.К. Сельського і інші [1, 2, 13, 31, 32, 33, 34] показано вплив розломів на геологічний розвиток Карпатського регіону.

В 70-80-х роках були запропоновані моделі та розрахункові схеми, які дозволяють безпосередньо використовувати оцінку параметрів тріщинуватості для розрахунку проникності, блочності, деформованості та стійкості гірських порід в масиві. Якщо раніше застосовували якісну оцінку ролі тріщинуватості при формуванні пластів - колекторів, то зараз існує реальна можливість кількісного розрахунку анізотропних властивостей гірських порід, які обумовлені тріщинуватістю. Однак слід зауважити, що при побудові розрахункових схем виникає необхідність кількісної оцінки цілого ряду параметрів тріщинуватості, а також нового підходу до вивчення тріщинуватості за типами тріщин з подальшою статистичною обробкою вимірів [35].

А.А. Аронський, П.В. Беліченко, О.Б. Гінтов, А.В. Муровська розробили методику вирішення прямої і оберненої задач тектонофізики на основі використання принципу максимального на площині тріщини дотичного напруження. Встановили просторове положення головних осей нормальних напружень, коефіцієнтів сухого та внутрішнього тертя, величини напружень при деформації гірських масивів [36-40].

Протягом останніх років науковцями ІФДТУНГ [41] вивчається мікротектоніка Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Ними зроблено спробу встановити залежність формування тріщин від коефіцієнта інтенсивності локальних структур в кількісних величинах. Результати цих досліджень покладені в основу визначення розривних деформацій з подальшою оцінкою

палеонапруг, складкоутворних рухів в межах осадової товщі Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

На сьогодні ще остаточно не визначено механізм тріщиноутворення при формуванні локальних складок у флішовому комплексі порід Карпатського регіону. Тому детальне вивчення систем пластових тріщин гірських порід, а також напрям і характер дії тектонічних зусиль. Більш поглиблене вивчення тріщинуватості гірських порід має велике значення для визначення перспектив нафтогазоносності Передкарпатського прогину.

1.2. Короткий огляд існуючих класифікацій тріщин в геології

На сьогодні відомо декілька видів геометричної, морфологічної та генетичної класифікації тріщин, які в достатній мірі описані в геологічній літературі [42, 43 44, 45].

Серед видів геометричної класифікації виділяють "традиційну" на основі якої тріщини поділяються за величиною кута та азимута падіння і класифікацію, в основу якої покладена орієнтація тріщин по відношенню до складок та до шаруватості. Ця класифікація була запропонована І.В. Кіріловим в 1945 році. Більш детальну класифікацію в основу, якої було покладено орієнтацію тріщин відносно шаруватості запропонували в 1965 році В.Н. Калачьова та Л.Д. Кнорінг [46].

Серед морфологічної класифікації тріщин виділяють наступні види:

- класифікацію за формою тріщин;

- класифікацію за характером поверхонь стінок тріщини;
- класифікацію за характером заповнення тріщини;
- класифікацію за характером перетину тріщин між собою;
- класифікацію за характером закінчення слідів тріщин;
- класифікацію за характером зміни площини тріщин між собою.

Однак слід відмітити, що на сьогодні ще не існує єдиної загальноприйнятої генетичної класифікації тріщин.

Одним із основних факторів утворення тріщин є рух земної кори або окремих її ділянок. Гірські породи спочатку піддаються пружній та пластичній деформаціям, під впливом яких утворюються тріщини різного генетичного типу [42]. Механізми утворення тріщин різних типів досліджували Т.В. Дорофеева, В.В. Белоусов, Г.Н. Доленко, Г.Д. Ажгірей, Р.С. Копистянський та інші [18, 22, 24-26, 42, 43, 44].

Для частини тектонічних тріщин, які виникають в результаті деформації гірських порід, характерна відсутність переміщення порід вздовж площини розривів. Такі тріщини називають ендокінетичними (діаклази). Поряд з ними в породах спостерігаються більш крупні тектонічні розриви, які утворились під впливом тектонічних рухів і називаються екзокінетичними (параклази) [44]. Але ця класифікація незручна, тому що в ній не враховується різноманітність способів

утворення тріщин, а також те, що велика кількість діаклазів утворюється шляхом незначних переміщень вздовж поверхні розриву і тому часто не вдається відрізнити діаклаз від параклазу [45].

Т.В. Дорофеева запропонувала класифікацію тріщин за морфологією, генезисом та віковими генераціями і виділяє три групи тріщин [22]. До першої відносять тріщини, які утворились в породах в процесі діагенезу та епігенезу; до другої - тріщини, які утворились під дією тектонічних рухів, як залишкова реакція породи на різні типи напруг; до третьої групи відносять тріщини, які виникли під дією механічних та фізико-хімічних процесів на породу, яка міститься в зоні гіпергенезу.

І.П. Кушнар'ов в 1977 році запропонував генетичну класифікацію, в основу якої був покладений зв'язок генезису тріщин із закономірностями їх розвитку [47]. Відповідно до цього ними було виділені три основні генетичні типи тріщин: петрогенетичні, тектонічні та екзогенні. Однак подальше розчленування цих виділених генетичних типів не вдається провести за єдиною ознакою. Петрогенетичні тріщини поділяють за енергією розтріскування та за складом розірваних ними порід на тріщини осадових та вивержених утворень. Тектонічні тріщини поділяють за приуроченістю до тих чи інших структур на "планетарні" та локальні. Локальні пов'язані в свою чергу із складками та розривами. Екзогенні тріщини поділяють на тріщини природного та штучного походження.

Р.М. Копистянський для нафтогазової геології виділяє два основні генетичні типи тріщин: нетектонічні та тектонічні, які в свою чергу поділяються за геологічними умовами утворення, часом утворення та за просторовим розміщенням [24-26]. У "Схемі класифікації тріщинуватості гірських порід для нафтогазової геології" він виділив чотири різновиди порушеності: тріщини, розриви, розломи, лініаменти. Для кожного різновиду встановив геологічні умови їх утворення, геометрію, розміщення в просторі, характер їх розкритості, а також значення тріщинуватості в процесі міграції і акумуляції нафти і газу.

На наш погляд, класифікація тектонічних тріщин, яка більш повно відображає умови їх утворення запропонована Г.Д. Ажгіреєм [44], згідно якої тектонічні тріщини поділяються на:

- а) тріщини сплющування;
- б) тріщини сколювання;
- в) тріщини відриву.

Тріщини сплющування, утворення яких пов'язано з пластичною деформацією твердих порід, займають по відношенню до головної осі деформації положення, паралельне площині АВ (рис. 1.1). Крім того, в зв'язку із наявним в складчастій області Карпат скороченням не тільки по осі С, але і по осі В тріщини сплющування можуть, в окремих випадках, розвиватись в площині АС [44].

Форма тріщин сплющування характеризується наступними особливостями: порівняно прямолінійні,

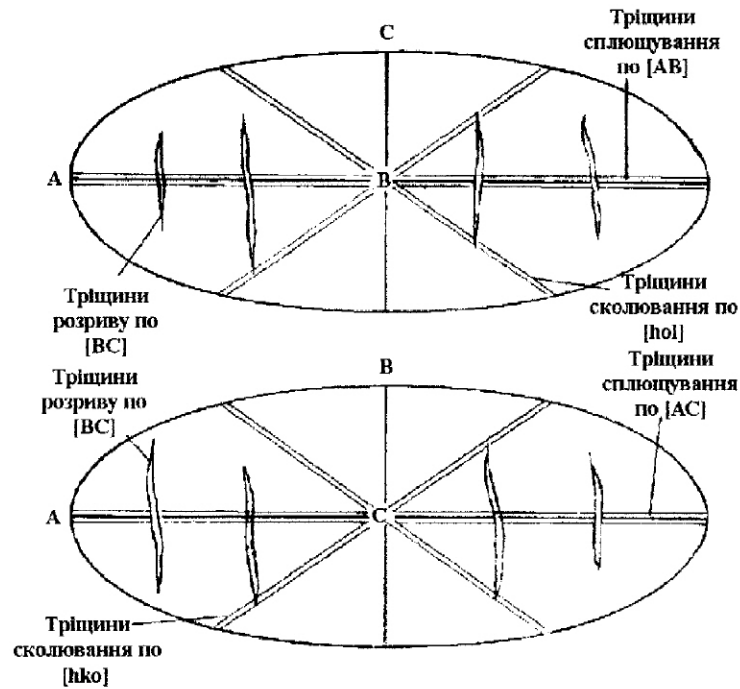


Рис. 1.1 - Орієнтація систем тріщин сколювання, сплющування і розриву відносно головних осей деформацій (за Г.Д. Ажгіреем, 1956)

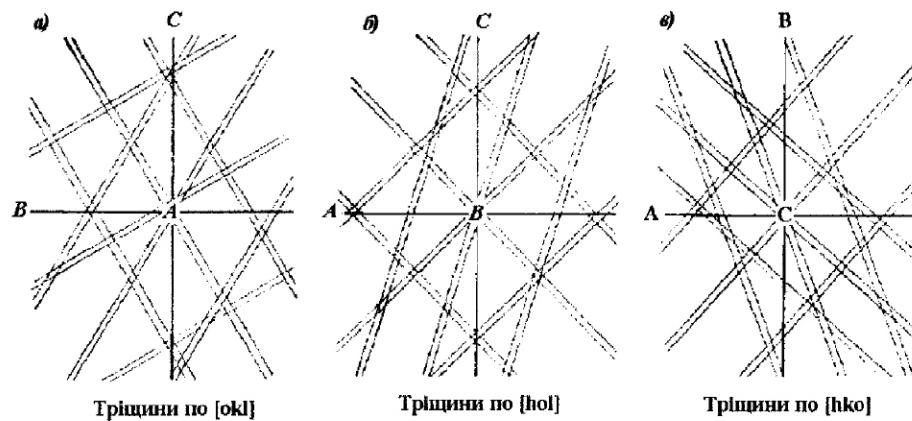


Рис. 1.2 - Орієнтація тріщин сколювання відносно головних осей деформацій (за Г.Д. Ажгіреем, 1956)

щільно стиснені, притерті. В зв'язку з тим, що утворення тріщин сплющування викликається пластичним рухом твердих порід, часто ці тріщини розміщуються паралельно до орієнтації породоутворюючих мінералів. Ця ознака відрізняє тріщини сплющування від тріщин сколювання, які в окремих випадках мають різне розміщення по відношенню до орієнтації породоутворюючих мінералів.

Тріщини сколювання розміщуються під гострими кутами до головних осей деформації. Для того, щоб розрізнити системи тріщин сколювання, які закономірно орієнтовані відносно головних осей деформації, застосовується система символів. Перетин головних осей деформації A , B і C площинами тріщин сколювання позначаються буквами: h , k , l [44]. Таким чином, система площин, паралельних до осі A та перетинаючих осі B і C , буде позначатись символом okl . Площини okl , оскільки вони паралельні до осі A , належать до зони осі A (рис. 1.2а). Площини hol паралельні до осі B (рис. 1.2б), площини hko належать до зони осі C (рис. 1.2в).

Саме тріщини hol краще всього відображають тріщини сколювання в Карпатському регіоні. Так як в цьому регіоні при гороутворенні відбувається скорочення (стиснення) по головній осі деформації B , тріщини сколювання, значно рідше утворюються в зоні осі C – це тріщини hko .

Тріщини відриву утворились в площині BC у відповідності з теорією їх генезису. Вони розміщені перпендикулярно до напрямку найбільшого видовження. Це

положення характерне для випадку дії пари сил (оберткових сил).

Утворення тріщин відриву під час процесу складкоутворення обмежується виникненням систем клиноподібних тріщин по зовнішньому краю пластів, або горизонтів в ядрах антикліналей та по внутрішньому краю пластів в синкліналях. Системи таких тріщин широко розвинуті в досліджуваному регіоні. У зв'язку з тим, що складкоутворення здійснюється головним чином шляхом пластичної деформації, тріщини відриву зустрічаються в склепінних частині складок.

Тріщини сколювання по АС, в деяких випадках були прийняті за тріщини відриву, формування яких обумовлене складчастістю. Ці тріщини орієнтовані впоперек відносно до довгих осей складок та залягають паралельно до площини АС [44].

Тріщини відриву паралельні АС, в районі досліджень, як правило достатньо прямолінійні, досить часто супроводжують системи зсувів і насувів, що перетинають складки в площині АС. Зсуви формуються на пізніх етапах складкоутворення, коли пластичне згинання порід в складки закінчується. В цей час закладаються і системи тріщин сколювання АС, паралельні до зсувів.

У деяких випадках з тріщинами сколювання в площині АС можуть бути змішані і тріщинами відриву, які підпорядковані поперечному стисненню оберткових сил зсувного характеру. Незначне горизонтальне переміщення в напрямку, близькому до паралельного простягання складчастості, в районі досліджень є достатнім для

утворення системи тріщин відриву, що співпадають з площиною АС [44].

Вздовж регіональних і локальних розломів в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину крім вертикальних рухів проходили горизонтальні переміщення. В таких випадках утворення тріщин відриву, орієнтованих майже по АС.

Слід відзначити, що розглянуті вище класифікації, в основу яких покладені такі характеристики тріщин як: геометричні, морфологічні та генетичні не відображають повністю умов утворення тріщин в Карпатському регіоні. Тому в процесі вирішення поставлених перед нами завдань виникла потреба в доповненні класифікації тріщин за напрямком і характером дії тектонічних зусиль. Також питання генезису та механізму утворення тріщин в гірських породах при складкоутворенні в досліджуваному регіоні не були в достатній мірі висвітлені в геологічній літературі.

Раніше запропонована модель формування тектонічних тріщин у флішовій товщі гірських порід О.О. Орловим [11], в основу якої покладено виникнення тріщин під час формування складки внаслідок дії тектонічних зусиль. Згідно до цієї моделі виділені наступні тріщини:

1 - первинні тріщини сколювання, які виникли в пласті, на початкових етапах прикладання до нього зусиль;

2 - первинні тріщини відриву, які виникли в пласті, на початкових етапах прикладання до нього зусиль;

3 і 4 - тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку;

5 - розкриті тріщини відриву в склепінні складки;

На основі зібраного фактичного польового матеріалу, а також подальшої обробки з використанням ПЕОМ нами доповнена вище наведена класифікація тектонічних тріщин в локальних структурах, яка висвітлена в п'ятому розділі.

РОЗДІЛ 2

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Передкарпатський крайовий прогин розташований між південно-західною окраїною Східноєвропейської платформи та складчастими спорудами Карпат. Він сформувався як самостійна тектонічна одиниця в міоцені і є типовим передгірським прогином.

У вивченні геологічної будови Передкарпатського прогину брали безпосередню участь дуже багато геологів, серед яких доцільно виділити Р. Зубера, К. Фрідля, В. Тейссера, Я. Хенкеля, О.О. Богданова, О.С. Вялова, Н.Р. Ладиженського, В.І. Антіпова, В.В. Глушка, В.С. Бурова, І.Д. Гофштейна, Г.Н. Доленка, Б.І. Яроша, С.І. Субботіна, Ю.М. Пушаровського і багато інших [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 16, 17, 18, 22, 31, 32, 33, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55].

У межах Передкарпатського прогину виділяють дві основні тектонічні зони: Зовнішню і Внутрішню (за О.О. Богдановим [50]), які розвивалися відповідно на платформній, та на геосинклінальній основі, і границею між ними вважається флексуроподібний перетин, де складки середньоміоценових порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину насунені на куполовидні підняття Зовнішньої зони, що підтверджується новими поглядами на геологічну будову регіону [56].

У цілому Внутрішня зона Передкарпатського прогину складена потужним комплексом відкладів (товщиною до

7000–8000 м) верхньої крейди, палеогену та міоцену. Вона була сформована на північно-східному схилі Карпатської геосинкліналі. З південного заходу зона перекрита насунутими флішовими утвореннями крейди та палеогену Скибової зони Карпат. Амплітуда насуву сягає 20–25 км, а можливо і більше. В північно-східному напрямку Внутрішня зона насунута на Зовнішню. Амплітуда насуву відповідно за даними буріння та сейсмозв'язки, в районі Стрий–Калуш перевищує 15 км, але на північний захід від м. Стрий зменшується до 5 км.

У свою чергу Внутрішня зона Передкарпатського прогину поділяється на дві підзони Самбірську і Бориславсько-Покутську.

Самбірська підзона простягається з північного заходу на південний схід і різко звужується в районі Покутських складок. Вона є тектонічним покривом, який залягає на автохтонних утвореннях Зовнішньої зони і складена породами нижнього та середнього міоцену. Тут в основному розвинуті строкаті відклади стебницької (бурдигал) та балицької (гельвет) свит. Із більш давніх відкладів достовірно встановлена добротівська свита, а з більш молодих – породи тортону і сармату, які залягають на підстеляючих горизонтах міоцену з кутовим неузгодженням.

Будова Самбірської підзони характеризується системою синклінальних та антиклінальних складок. Відклади стебницької та балицької свит, як правило, сильно дислоковані. Породи часто подрібнені і характеризуються наявністю дзеркал ковзання. Крила

складок в стебницьких відкладах падають під кутом 45-80°. Ширина Самбірської підзони в межах Долинського нафтогазового району складає 20-25 км, а товщина її перед фронтом флішових складок досягає 6-7 км і більше. Відклади тортону та сармату в межах підзони залягають більш полого. Складки місцями порушені поперечними розривами та повздовжніми насувами. Останні мають локальне поширення. До регіональних дислокацій такого типу слід віднести виділений в районі м. Калуш Голинський насув, який відділяє радицько-моршинські складки від Калуської скиби, яка розвинута на північний захід від м. Калуш, де її ширина досягає 8 км. Далі на північний захід вона звужується та переходить в районі газових родовищ Пиняни, Садковичі і Ходновичі у вузьку смугу, яка залягає у фронтальній частині Самбірської підзони. Калуська скиба складена тут інтенсивно зім'ятими породами тортону і сармату.

За Калуською скибою розвинуті протяжні глибокі синклінали, найбільш чітко виражені в північно-західній частині Самбірської підзони. На північний схід від долини річки Стрий серед товщ, які складають Самбірську підзону широко поширені соленосні утворення. Деякі дослідники вважають, що в цій частині Передкарпатського прогину, на відміну від Бориславсько-Покутської підзони розвинуті тільки молоді соленосні відклади (стебницько-балицька товща) [57, 58].

В південно-східній частині прогину Самбірська підзона поступово звужується. По лінії Самбір-Дрогобич ширина її складає 20-24 км, в районі м. Надвірна - 15

км, а перед Слобода-Рунгурською структурою - не перевищує 7 км. Перед фронтом насуву Покутсько-Буковинських складок смуга стебницьких і балицьких відкладів має ширину не більше 1.5-2 км, а місцями вона взагалі відсутня. Під насувом флішу Покутсько-Буковинських Карпат залягають строкаті та сірі соленосні відклади Самбірської підзони, в свою чергу насунуті на більш молоді тортонські породи [59].

Бориславсько-Покутська підзона виходить на денну поверхню у вигляді відносно вузької смуги, яка складена дислокованими крейдово-міоценовими відкладами. Підзона знаходиться між насунутою на неї Скибовою зоною і зануреною під неї Самбірською підзоною. Максимальна ширина підзони на поверхні між ріками Пістинька і Лючка досягає 17-20 км [60, 61, 62].

Бориславсько-Покутська підзона характеризується дуже складною геологічною будовою, вона є південно-західною частиною Передкарпатського прогину. Ця підзона зірвана зі своєї основи і пересунута на значну відстань в північно-східному напрямку, де перекриває прилеглу смугу Самбірської підзони. Південно-західне її закінчення знаходиться глибоко під насунутими на неї Скибовими Карпатами.

Флішові породи утворюють ряд насунутих на північний схід зірваних зі своєї основи антиклінальних складок, групи яких об'єднуються в структурно-тектонічні поверхи (переважно два або три). Тут чітко виражена нерівномірна горизонтальна направленість руху мас з південного заходу на північний схід, внаслідок чого,

характерною особливістю для Бориславсько-Покутської підзони є поширена інтенсивна диз'юнктивна порушеність складок. При цьому виділяється два типи розривних порушень: поперечні розриви скидо-зсувного і підкидо-зсувного типів, які охоплюють складчасті елементи навхрест їх простягання. Повздовжні розриви і розломи, які є насувами, що обумовлює скидоподібну структуру складчатості, тобто насунутість одних складок на інші і наявність декількох ліній порівняно вузьких складок в межах окремих поверхів. Поперечні розривні порушення розбивають лінійні антикліналі на самостійні тектонічні блоки, які представляють собою систему з елементів, що припідняті або опущені та зсунуті один відносно другого. Поперечні розриви мають вертикальну амплітуду до 500-700 м і більше, а горизонтальну до 1-3 км. Площини розривів майже вертикальні. Як правило, крупні поперечні розриви простережуються в декількох поверхах структур, а більш дрібні перетинають тільки одну складку. Зрив порід при насуванні проходив в основному по верхньокрейдяних відкладах, що пов'язано з їх значною глинистістю і високою пластичністю. Горизонтальна направленість руху мас обумовлена виникненням асиметричних нахилених антиклінальних складок, у яких північно-східні крила ускладненні повздовжніми насувами і підкидами. Ширина антиклінальних складок в середньому складає 2-3 км, і рідко досягає 5 км. Поперечні розриви часто відіграють роль екранів, про що свідчить наявність покладів в Долинській, Північнодолинській, Луквинській, Пнівській,

Монастирчанській та інших складках. Те саме стосується і насувів, особливо їх нижніх частин, де поверхня насуву виступає і породи зазнали сильного стиснення, що привело до зникнення проникності порід і утворення екранів. Однією з характерних особливостей будови Бориславсько-Покутської підзони є наявність ряду крупних поперечних піднять і погрузень, зокрема: Покутсько-Буковинське, Майдан-Станіславське, Орів-Роздольське, Старосільсько-Хідновицьке підняття; Отинське, Болохівське, Долинське, Підбужське погрузення [17].

Глибинні структури Бориславсько-Покутської підзони з південного заходу частково перекриті насунутими відкладами Скибової зони Карпат. Тут виділяються Сколівська, Орівська та Берегова скиби, які насунуті одна на другу в північно-східному напрямку. Скиби нахилені на північний схід, з розвиненими північно-західними та зрізаними північно-східними крилами.

В будові складок північно-західної та південно-східної частин Бориславсько-Покутської підзони існують великі відмінності. Для північно-західної частини характерні протяжні, майже пологі плоскі структури, які складені палеогеновими відкладами, а для південно-східної частини - випуклі, іноді коробчаті антиклінали, як правило, з потужними відкладами верхньої крейди в ядрі. Ця закономірність витримується на всіх поверхах складок. В третьому поверсі складок товщини флішових відкладів, які беруть участь в будові крайових північно-східних структур, значно зменшується, а тому

тут розвинуті більш малі за розмірами складки. Південна частина Бориславсько-Покутської підзони, яка представлена Покутсько-Буковинським алохтоном шар'яжного типу, переміщена в північно-східному напрямку на відстань більшу, ніж 25 км.

Таким чином, Внутрішня зона Передкарпатського прогину є складнопобудованою в тектонічному відношенні. В її межах виділяються дві різні за геолого-тектонічними ознаками підзони, які характеризуються різною будовою і формою складок, неоднаковими умовами формування локальних структур, а також розвитком тріщинуватості.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТРІЩИННОЇ ТЕКТОНІКИ У ВНУТРІШНІЙ ЗОНІ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

3.1. Райони досліджень

Для зручності дослідження тріщинуватості порід крейдово-палеогенових відкладів було вибрано три райони досліджень: південно-східний, центральний, північно-західний, які відповідно відповідають Надвірнянському, Долинському та Бориславському нафтогазопромисловим районам.

Виділені райони досліджень з північного сходу обмежені лінією насуву Внутрішньої зони на Зовнішню зону Передкарпатського прогину, з південного заходу - насувом Скибової зони Карпат на Внутрішню зону прогину, з північного заходу - Дністрянським, а з південного сходу - Покутським розломами. Виділені райони розбиті численними тектонічними порушеннями, які мають як регіональне так і локальне розповсюдження. Переважаючі напрями площин цих порушень південно-східні ($110-160^{\circ}$) та південно-західні ($220-250^{\circ}$). Річки в межах кожного з виділених районів досліджень течуть в основному в північно-східному напрямі, вхрест простягання гірських порід, що дає змогу спостерігати виходи корінних крейдово-палеогенових порід на денну поверхню. Річки мають гірський тип: значні ухили русел, швидкі течії, долини їх V-подібні, вузькі, майже без терас.

Проведено спостереження тріщинуватості гірських порід по шести маршрутах південно-східного району, в долинах рік Черемош, Рибниця, Пістинька, Прут, Бистриця-Надвірнянська та Лімниця, де опрацьовано 208 відслонень. В центральному районі спостереження проводились по трьох маршрутах в долинах рік Свіча, Чечва, Мізунька, де опрацьовано 74 відслонення. В північно-західному районі спостереження проводились по трьох маршрутах в долинах рік Стрий, Стривігор, Дністер, де опрацьовано 70 відслонень. Всього дослідженнями охоплено 352 відслонення, де проведено більше ніж 4500 вимірів параметрів просторового положення тріщин (азимут простягання та кут падіння).

3.2. Методи польових спостережень

Загальні принципи та методика вивчення тріщинуватості гірських порід та тріщинних колекторів нафти і газу були розроблені ще в 50-ті роки науковцями ВНДГРІ під керівництвом Є.М. Смахова [52]. Автори запропонували методику дослідження тріщинуватості гірських порід у відслоненнях та на зразках керну свердловин.

Цієї методики дотримувались при проведенні досліджень тріщинуватості в Карпатському регіоні О.О. Орлов і А.М. Бак, Т.В.Дорофеева, Р.С.Копистянський, В.Ф.Лінецький [11, 22, 25, 63]. При вивченні тріщинних колекторів Карпатського регіону Р.С.Копистянський основну увагу приділяв вивченню характеристик тріщин на поверхні і співставляв їх з даними спостережень в

шахтах, тунелях і свердловинах [24-26]. Т.В. Дорофеева, дотримуючись методичних прийомів досліджень тріщинних колекторів ВНДГРІ, проводила детальні комплексні дослідження, пов'язуючи польові спостереження із макрота мікроскопічним описом керну і кількісною оцінкою тріщин.

При проведенні польових досліджень тріщинуватості гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину за основу була прийнята методика Є.М. Смехова [64], яка полягає у вивченні та описі тріщин, переважно тектонічного походження (тріщини сколювання, сплющування, відриву), які несуть в собі більшу інформаційність про напрям і характер дії тектонічних зусиль при складкоутворних процесах в досліджуваному регіоні.

Протягом підготовчого періоду до польових досліджень детально вивчались літературні матеріали з геологічної будови та вивченості Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Були проведені рекогносцировані роботи і попереднє ознайомлення з районом досліджень.

Наступним етапом досліджень були польові спостереження, де дослідження тріщинуватості гірських порід проводились безпосередньо у відслоненнях. Основним завданням польових спостережень є "масові виміри" параметрів тріщин за допомогою гірничого компасу. Під терміном "масові виміри" слід розуміти велику кількість вимірів параметрів тріщин, як правило, більше 30. Дослідження у відслоненнях розпочинаються з

прив'язки їх на місцевості (віддаленість відслонення від найближчих орієнтирів; ними можуть бути триангуляційний пункт, міст, водонапірна башта та тому подібні). Кожне відслонення позначається на карті (точкою та номером). Наступним кроком досліджень у відслоненні є геологічний опис з визначенням літологічного складу порід, товщини пластів, а також елементів їх залягання. Визначаються лінійні розміри відслонення (ширина і висота), склад гірських порід (попластово, знизу вверху по розрізу або зверху вниз) та характер їх залягання.

Подальші дослідження полягають у виділенні систем тектонічних тріщин (сколювання, відриву, сплющування), для яких проводять виміри азимуту падіння площини тріщини та кут падіння в склепінні, на крилах і перикліналях структури (різні частини складки характеризуються переважаючим розвитком певних систем тріщин) за допомогою гірничого компасу. Для того, щоб не виникало хибного уявлення про походження тріщин (тобто, щоб тектонічні тріщини не були віднесені до нетектонічних, і навпаки, нетектонічні до тектонічних) в кожному відслоненні на вивітреній поверхні проводять розчистки. Тріщини, які на поверхні мають вигляд тріщин усихання, в свіжому сколі породи (після проведення розчисток) часто відносяться до тріщин тектонічного походження. Параметри тріщин кожної системи вимірюють на ділянці, що є нормаллю до площини цієї системи тріщин. Після проведення вимірів азимута та кута падіння площини тріщини проводяться лінійні виміри

тріщини (ширина і довжина) за допомогою метра або лінійки.

Всі проведені виміри заносяться в польову книжку, а спостереження біля відслонення закінчуються його фотографуванням.

3.3. Методи камеральної обробки польових досліджень

Для обробки результатів польових досліджень раціонально використовувати такі методи обробки, як побудова роз-діаграм та кругових діаграм в ізолініях [44, 45, 65]. У основі побудови цих діаграм лежить розподіл тріщин згідно генезису. Саме за цією ознакою можна зробити висновок про закономірності розподілу тріщин в просторі. Якщо не врахувати походження тріщин, тобто на діаграму нанести тріщини різного генезису, то такі діаграми дадуть хибне уявлення про переважаючу їх орієнтацію.

За допомогою роз-діаграм визначається переважаючий напрям простягання тріщин. Побудова таких діаграм розпочинається з того, що на коло довільного радіусу наноситься градусна сітка (рис. 3.1) та проводяться радіуси-меридіани. Потім вибирається одиничний відрізок певної довжини, на якому знаходиться 1 % загальної кількості вимірів тріщин (при цьому тріщини групуються так, щоб азимут їх падіння відрізнявся не більше ніж на 5°) служив одиницею масштабу для зображення кількості тріщин. Загальну кількість вимірів приймаємо за 100 %. Використовуючи одиничні відрізки різних груп тріщин, їх

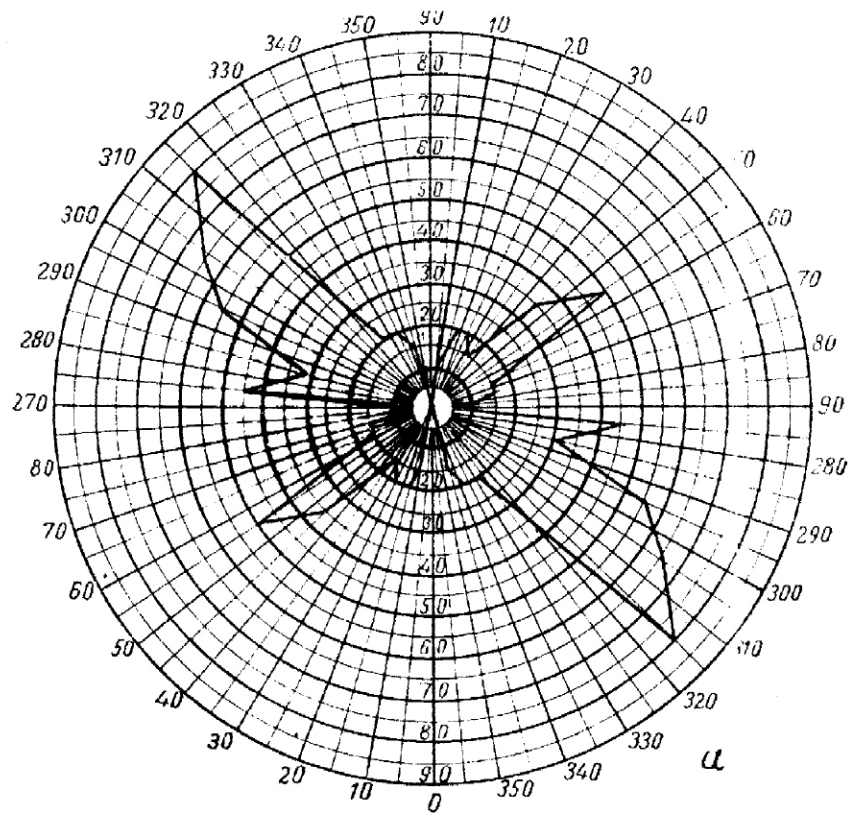


Рис. 3.1 - Роза-діаграма

наносять на розу-діаграму, відкладаючи від центру згідно вимірних азимутів. В результаті таких побудов отримуємо розу-діаграму окремої точки спостережень (відслонення) або району чи регіону.

Суттєвим недоліком роз-діаграм є те, що на них не можна зобразити всіх вимірних параметрів тріщин, а лише один.

Для кількісної оцінки вимірів тріщин раціонально використовувати графічну побудову діаграм на сітці Вальтер-Шмідта. Побудова розпочинається з підготовки трафарету, який має вигляд кола з радіусом 10 см. Коло градуйоване через рівні градусні інтервали проти годинникової стрілки, починаючи від північного радіусу, який приймається за нульовий. На зображену шкалу наносяться вимірні азимуті падіння тріщин. Від нульового радіусу відраховуються кути їх падіння (рис. 3.2).

На виготовлений трафарет накладається прозорий папір із зображеним колом радіусу 10 см і, співставивши їх центри, фіксується. Азимут падіння тріщини наносять на прозорий папір, який повертають до положення, поки північний радіус на колі трафарету буде співпадати з вимірним азимутом падіння. Потім, утримуючи папір в цьому положенні по градуйованому (від 0° до 90°) радіусу, відкладаємо значення кута падіння тріщини. Отримана таким чином точка буде відображати положення поверхні тріщини у просторі (рис. 3.3). У випадку, коли зустрічається декілька тріщин з однаковими вимірами, точки замінюють цифрами (індексами). Результатом таких

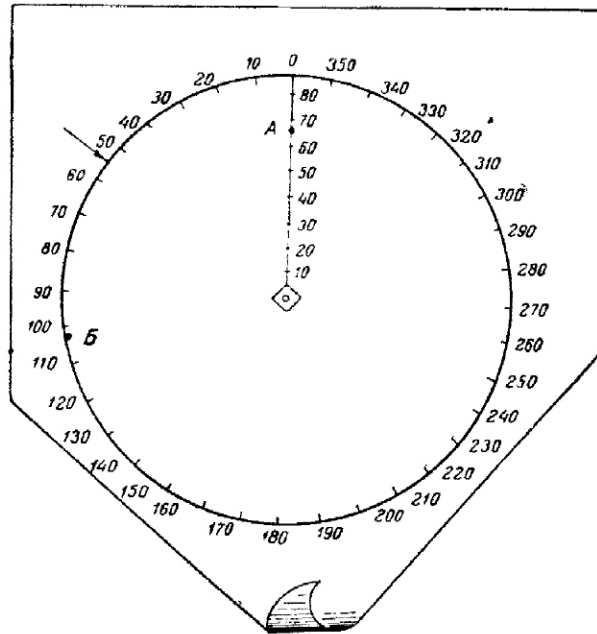


Рис. 3.2 - Параметри тріщин нанесенні на сітку Вальтер-Шмідта

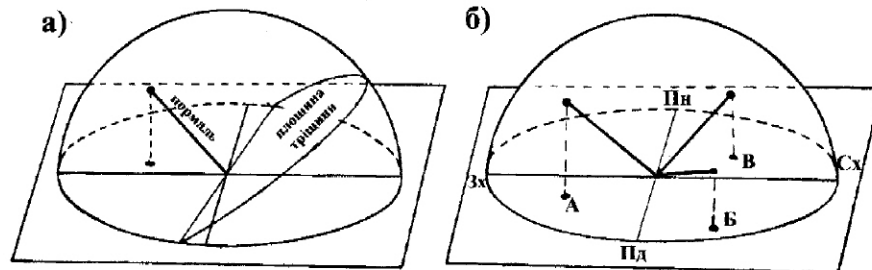


Рис. 3.3 - Схема зображення просторового положення тріщин

а) побудова проєкції тріщини

б) зображення орієнтації тріщин на сітці рівноплощової проєкції

побудов є діаграма на прозорому папері з нанесеними точками на круг (рис. 3.4).

З метою визначення напрямків переважаючих орієнтацій тріщин будуємо діаграму в ізолініях, для цього отриману діаграму на прозорому папері накладаємо на сітку квадратів, сторони яких дорівнюють 1 см, на якій нанесено коло радіусом 10 см. Центри кіл на сітці та прозорому папері суміщають. Із щільного паперу вирізаємо кружок діаметром 2 см, площа якого складає 1% від площі великого кола діаметром 20 см.

Переміщуємо кружок (зліва-направо, зверху-вниз або навпаки) по сітці квадратів і підраховуємо кількість точок, які попадають в середину площі кружка, визначаючи таким чином кількість точок, яка міститься в 1 % площі великого кола. Підрахунок ведеться так, щоб центр кружка поміщався в кожную точку пересічення лінії сантиметрової сітки і записується кількість точок (індекс) в центрі кружка. При цьому кружок повинен вписуватись в чотири суміжні клітинки сітки. Для підрахунку точок на периферії великого кола, використовуємо лінійку, яка має два кружки і вузький поздовжній проріз посередині. Відстань між центрами кружків лінійки дорівнює 20 см. Лінійка встановлюється так, щоб її проріз проходив через центр кола, а центри кружків співпадали з центрами чотирьох суміжних квадратів, через які проходить велике коло. Підраховується кількість точок, які попали в межі площ обох кружків та проставляється сумарна їх кількість в кожному кружку на великому колі.

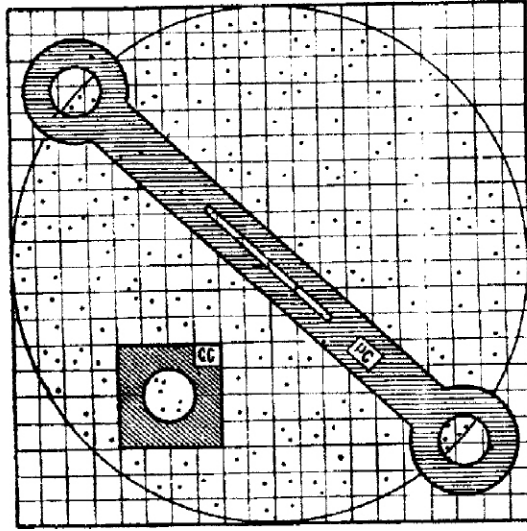


Рис. 3.4 - Схема нанесення параметрів тріщин у вигляді точок і їх підрахунок за допомогою сітки квадратів

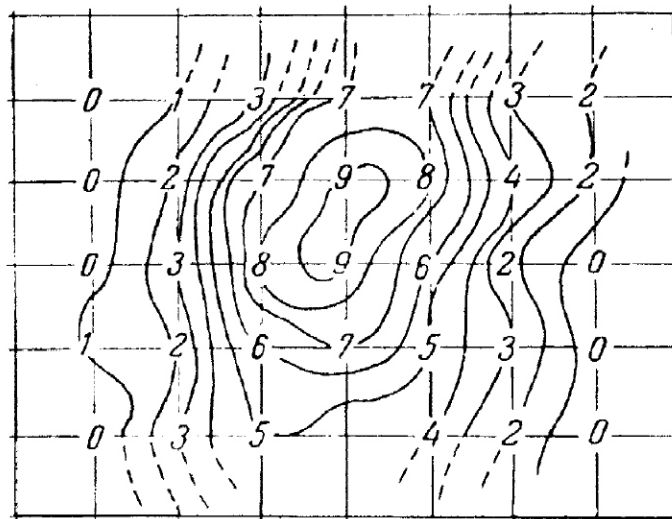


Рис. 3.5 - Зображення щільності точок (параметри тріщин) в ізолініях

Після визначення всіх індексів на прозорому папері проводять ізолінії, які відображають щільність точок на 1 % площі кола. Ізолінії проводять методом інтерполяції (рис. 3.5).

Простір між окремими ізолініями заштриховується. Більш темнішим кольором заштриховується простір між ізолініями з більшою щільністю точок. На діаграмі хрестиком позначається центр, показується орієнтація до сторін світу (рис. 3.6). На діаграмі, побудованій на сітці Вальтер-Шмідта знаходимо середні значення азимутів та кутів падіння кожної групи тріщин.

Для реконструкції поля напруг в гірських породах, яке існувало під час виникнення в них тектонічних тріщин, використаний метод М.В. Гзовського [65, 66].

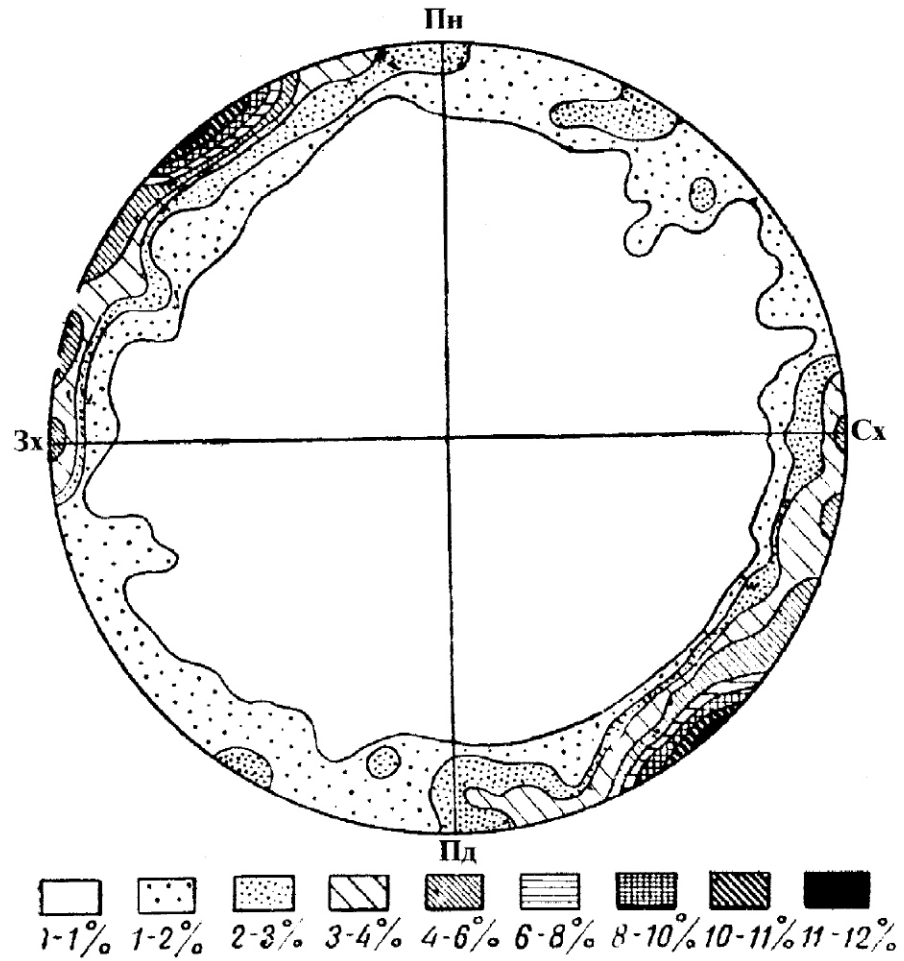


Рис. 3.6 - Кругова діаграма тріщинуватості в ізолініях. Нанесено 400 замірів. Ізолінії проведено через 1%.

РОЗДІЛ 4

ФАКТИЧНІ МАТЕРІАЛИ ПОЛЬОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

4.1. Південно-східний район досліджень

Дослідження параметрів тріщин в гірських породах проводились у відслоненнях, які розміщені вздовж русел річок Черемош, Рибниця, Пістинька, Прут, Бистриця Надвірнянська, Лімниця та їх притоків, де спостерігаються виходи корінних порід на денну поверхню. У долині річки Черемош було вивчено 27 відслонень, у долині річки Рибниця - 34, у долині річки Пістинька - 38, у долині річки Прут - 40, у долині річки - Бистриця-Надвірнянська - 28, у долині річки Лімниця - 41, у долині річки Чечва - 23, у долині річки Свіча - 26, у долині річки Мізунька - 24, у долині річки Опір - 25, у долині річки Стрий - 27, у долині річки Тисмениця - 39, у долині річки Дністер - 34.

Нижче наводиться опис найбільш типових і характерних для кожної з річок відслонень з послідовним виділенням в них тектонічних тріщин.

Відслонення 1

На окраїні с. Тюдів на правому березі річки спостерігається вихід пелітоморфних, значно окременілих, світло-сірих, в нижній частині смугастих вапняків з домішками органічних сполук. Цей горизонт польськими геологами був названий роговиком [6] і у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину він є репером між олігоценом і міоценом. Видима товщина роговиків складає 8-10 м (рис. 4.1).

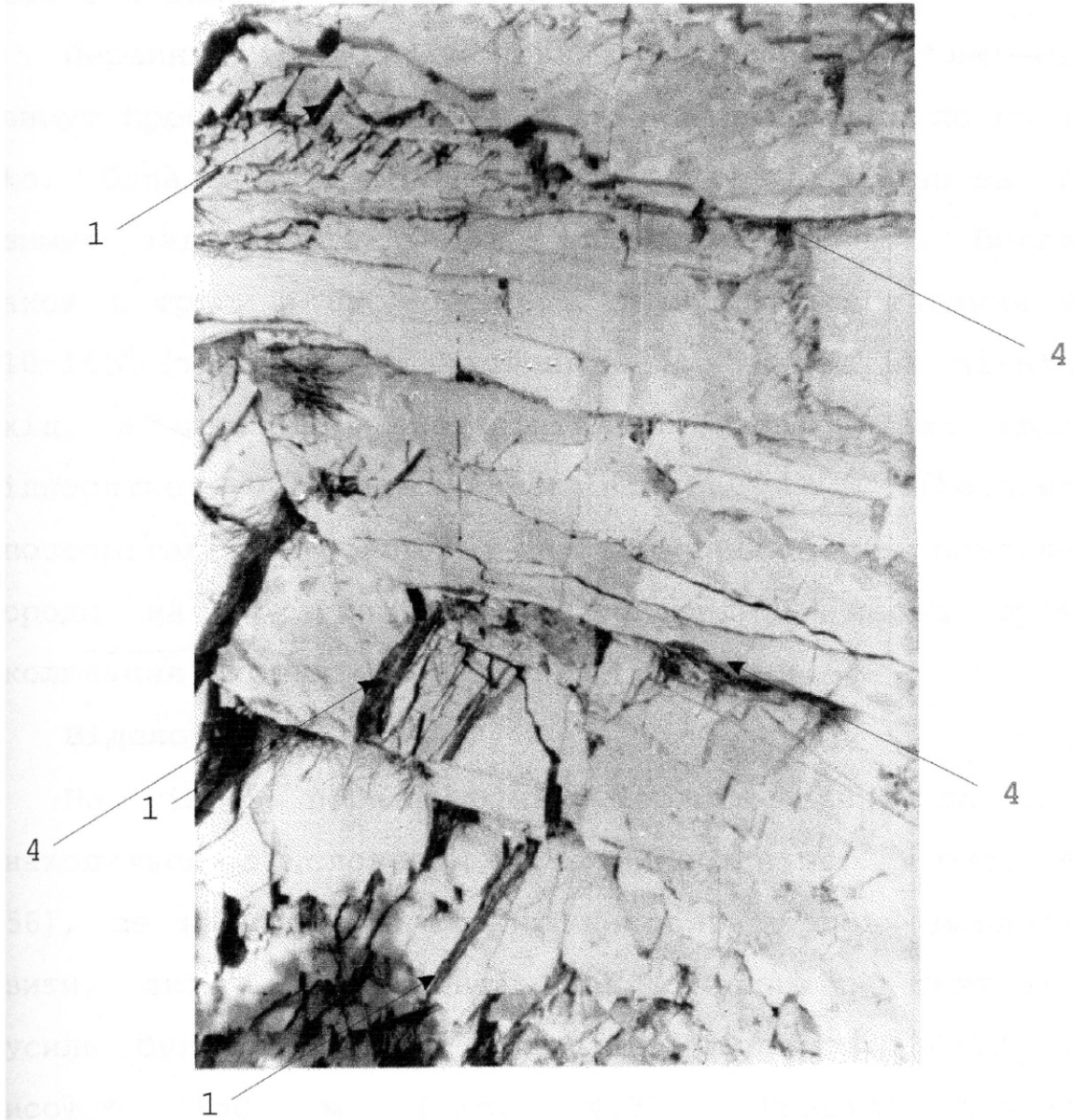


Рис. 4.1 - Тріщини сколювання (1) і (4) в роговиковому горизонті. Долина р. Черемош (фото О.М. Трубенка, 1997)

При вивченні виходів на денну поверхню роговикового горизонту нами було виявлені такі тріщини:

- первинні тріщини сколювання (тріщини 1);
- тріщини сколювання, які виникли при згинанні пласта в складку (тріщини 4).

Первинні тріщини сколювання (тріщини 1), які мають азимут простягання ПдЗх $220-250^{\circ}$, відносяться до системи hko. Одна частина цих тріщин має північно-західний азимут падіння, а інша - південно-східний. Виявлені також і тріщини сколювання з азимут простягання ПдСх $110-160^{\circ}$ (тріщини 4). Частина з них падає на північний схід, а частина - на південний захід. Такі тріщини відносяться до системи hol. У відслоненні спостерігаються поверхні напластування, які розсікають породи на трикутники, що утворились через тріщини сколювання систем hko і hol [44].

Відслонення 2

На лівому березі річки Черемош вверх за течією знаходиться відслонення "Соколине Гніздо" (рис. 4.2) [56], де на денну поверхню виходять породи манявської свити, які в результаті дії стискаючих тектонічних зусиль були зім'яті в складку шириною 100-120 м і висотою 150 м (рис. 4.3). Розріз складений тонкоритмічним чергуванням сірих і зеленувато-сірих, тонкозернистих, щільних пісковиків, що переходять в алевроліти з прошарками зеленувато-сірих та зелених окременілих аргілітів.

У відслоненні спостерігаються нептунічні дайки (рис. 4.4), проведені виміри тріщин в яких показали, що



Рис. 4.2 - Нептунічні дайки (1) у відслоненні "Соколине Гніздо". Долина р. Черемош (фото О.М. Трубенка, 1997)

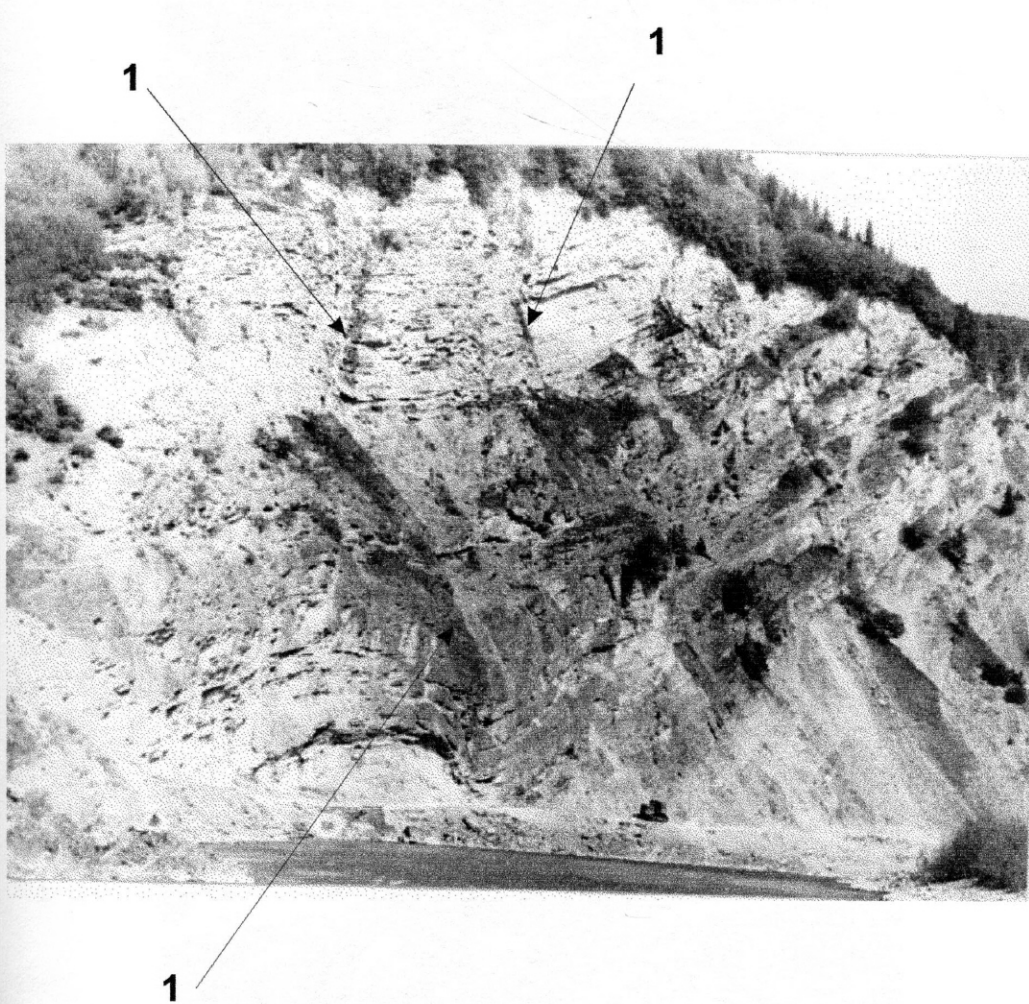


Рис. 4.3 - Відслонення "Соколине Гніздо". Долина р. Черемош. 1 - нептунічні дайки (фото О.О. Орлова [67])

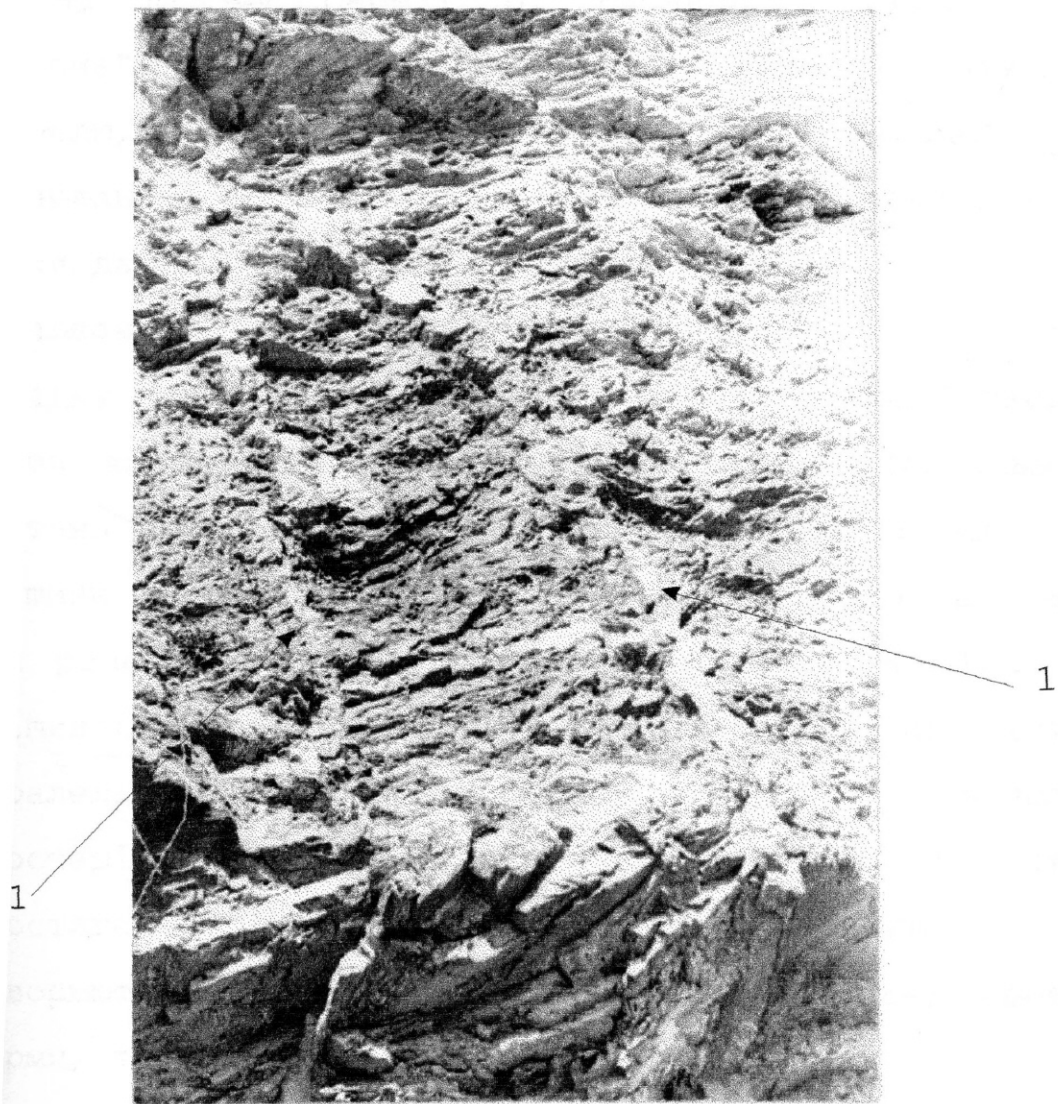


Рис. 4.4 - Нептунічні дайки (1) у відслоненні "Соколине Гніздо". Долина р. Черемош (фото О.О. Орлова [68])

вони мають азимут простягання $230-250^{\circ}$, і відповідають напрямку тріщин 1.

Відслонення 3

На лівому березі р. Рибниця, в крилі складки "Брусна", спостерігались виходи пласта окременілого мергелю, розсіченого тріщинами 1 - первинні тріщини сколювання, які виникли в пласті, на початкових етапах прикладання до нього стискуючих зусиль; 4 - тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку (рис. 4.5). Найбільш чіткі площини сколювання мають азимут простягання ПдСх $115-155^{\circ}$ (система hol), частина яких має азимут падіння на ПнСх, а інша - ПдЗх. Площини їх паралельні до шаруватості порід, але деякі з них розсікають пласт мергелю під кутом $80-90^{\circ}$. Сліди тріщин сколювання системи hol на площині напластування паралельні до осі складки. Також у відслоненні спостерігаються тріщини система hko з азимут простягання ПдЗх $220-250^{\circ}$. Системи тріщин hol і hko утворюють між собою чітко виражені, майже правильної форми, трикутники.

Відслонення 4

На північній окраїні с. Яворів на лівому березі річки спостерігаються виходи порід стрийської свити, які зім'яті в антиклінальну складку (рис. 4.6). Породи представлені трьохкомпонентним флішем, складовими якого є товстоплитчасті, міцні, вапняковисті пісковики сірого і світло-сірого кольору, сірі, бурувато-сірі та щільні тонкоплитчасті, кварцові алевроліти товщиною 15-20 см і темно-сірі, іноді чорні, невапняковисті аргіліти,



Рис. 4.5 - Первинні тріщини сколювання (1) і тріщини сколювання (4), які утворюють трикутники на поверхні нашарування окременілих мергелів. Полянницька свита. Долина р. Рибниця (фото О.О. Орлова [12])

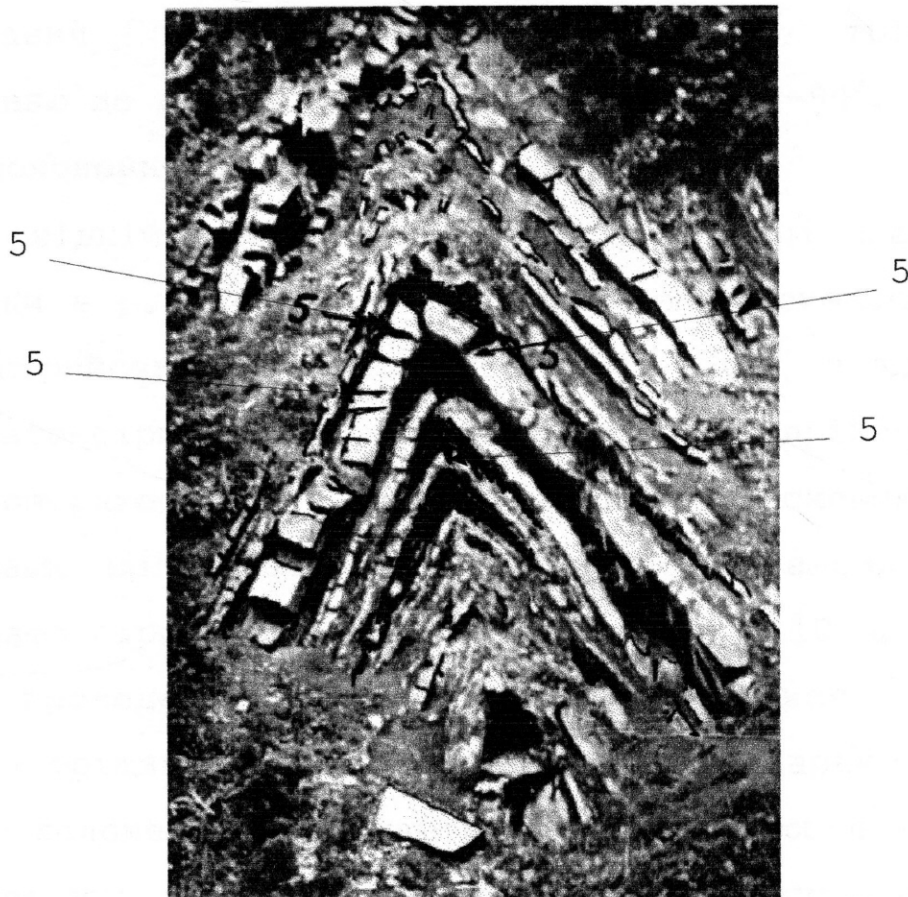


Рис. 4.6 - Тріщини відриву (5) в склепінні складки. Стрийська свита. Долина р. Рибниця (фото О.О. Орлова [12])

прошарки яких мають товщину 10 см.

Характерною ознакою цього відслонення є наявність в склепінній частині складки тріщин відриву (тріщини 5), які характеризуються значною розкритістю (10-15 см) та нерівністю стінок. Площини тріщин відриву мають ПдСх простягання ($155-175^{\circ}$), кути падіння тріщин по відношенню до поверхні пласта складають $80-90^{\circ}$.

Відслонення 5

На східній околиці с. Брустури, в місці впадання р. Брустурки в р. Пістиньку спостерігається скельний вихід порід стрийської свити (рис. 4.7), які представлені зеленувато-сірими, плитчастими, дрібно- і середньозернистими, тріщинуватими пісковиками з прошарками зеленувато-сірих, плитчастих алевролітів і зеленувато-сірих аргілітів товщиною від 10 до 20 см. Після проведення розчистки відмічаються дзеркала ковзання тріщин, які мають прямолінійний характер.

У відслоненні переважають тріщини сколювання системи h_{01} азимутом простягання ПдЗх $220-250^{\circ}$ (тріщини 6) та системи h_{ko} ПдСх $110-150^{\circ}$ (тріщини 4), для яких характерна незначна розкритість.

Відслонення 6

На крилі складки в долині річки Пістинька у пісковиках ямненської свити було виділено тріщини сколювання, які паралельні та перпендикулярні нашаруванню порід (рис. 4.8). Це жовтувато-сірі, масивні дрібно- і середньозернисті, кварцові, з зернами глауконіту пісковики. Вони дуже вивітрені та розбиті системою тріщин, пористі.

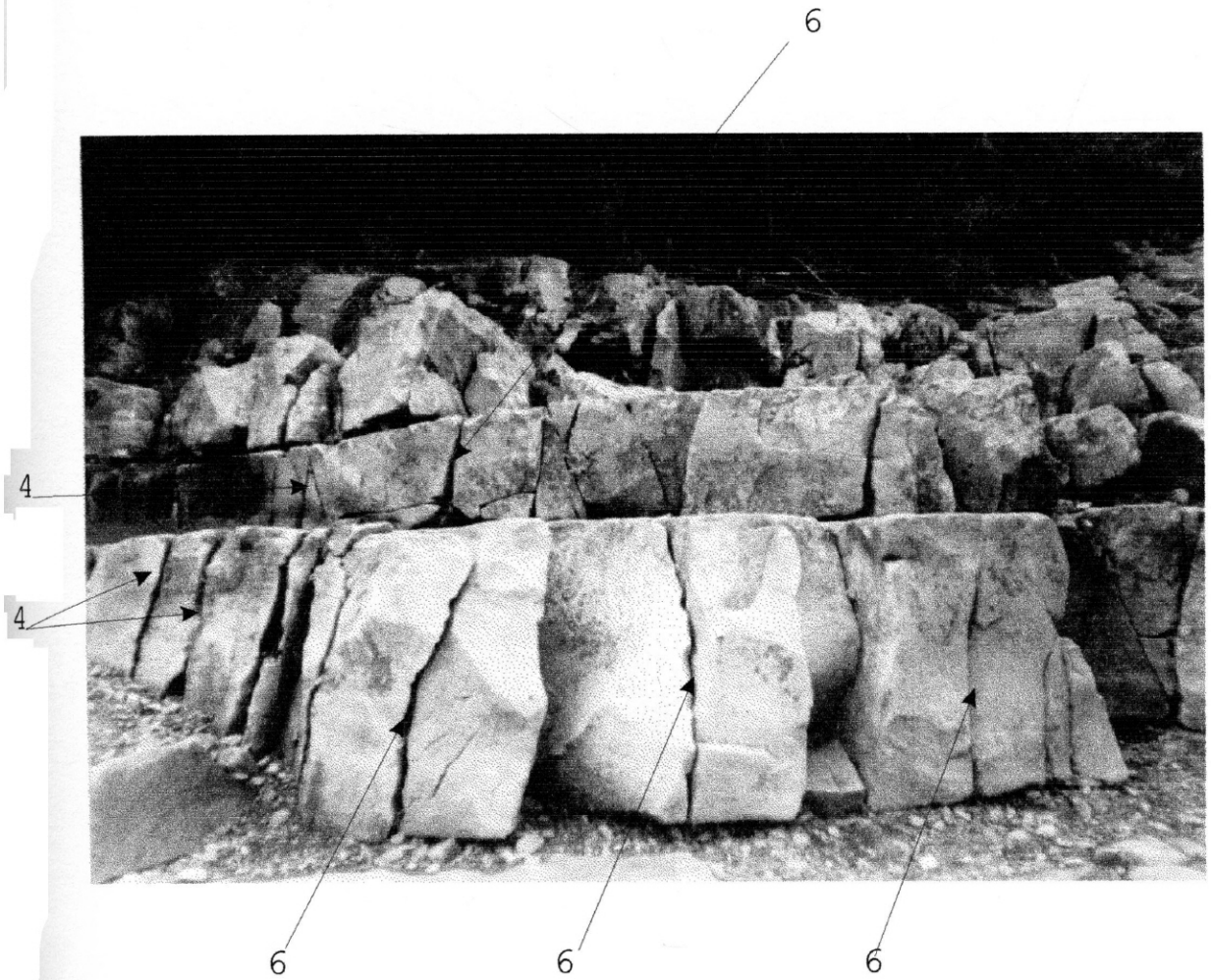


Рис. 4.7 - Тріщини сколювання (4) і (6) в пісковиках стрийської свити. Долина р. Пістинька (фото О.М. Трубенка, 1997)

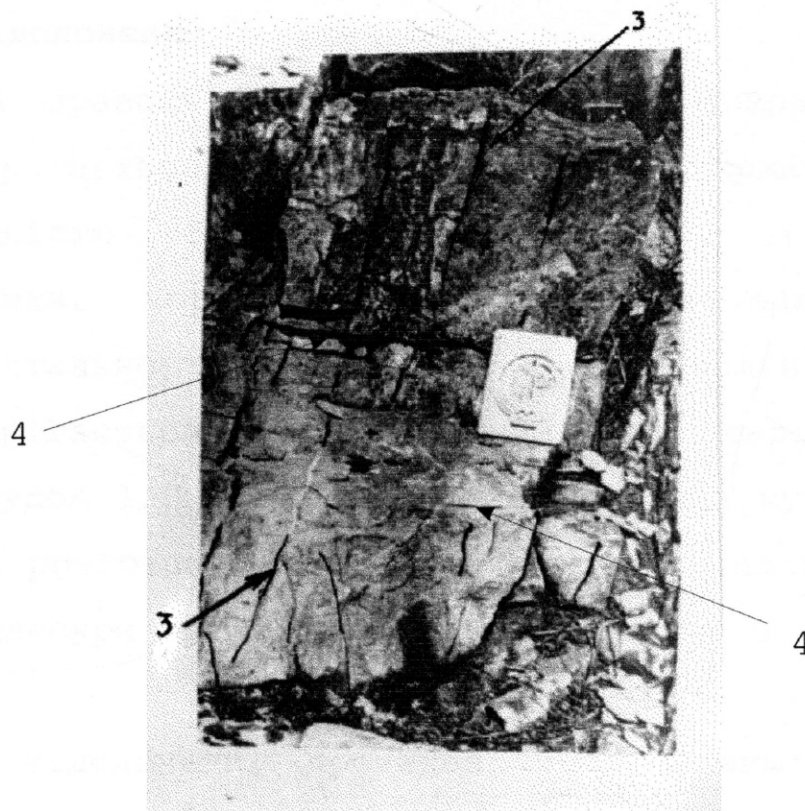


Рис. 4.8 - Пласт пісковика на крилі складки. Тріщини сколювання (3) паралельні нашаруванню пластів і тріщини сколювання (4) перпендикулярні нашаруванню пластів. Долина р. Пістинька (фото О.О. Орлова [12])

При проведенні вимірів параметрів тріщин встановлено, що тріщини сколювання мають азимут простягання ПдСх $110-140^{\circ}$. Площини цих тріщин мають північно-східний і південно-західний азимут падіння (тріщини 3 і 4).

Відслонення 7

На правому березі річки Прут (окраїна с. Дора) спостерігається вихід порід стрийської свити протяжністю 65-70 м і висотою 40 м (рис. 4.9). Пісковики, аргіліти та алевроліти залягають майже горизонтально, але в центральній частині спостерігається коліноподібний згин шарів - флексура амплітудою 1,5 м. Породи перегнуті під кутом майже 70° , але не розірвані. Справа за розрізом спостерігаються ще дві флексури амплітудою 60-70 см, одна з яких має форму скиду.

У відслоненні проведені масові виміри параметрів тріщин. Встановлено, що переважаючим є напрямок тріщин сколювання азимут простягання ПдЗх $215-240^{\circ}$ (тріщини 6). Зустрічаються тріщини сколювання азимут простягання ПдСх $120-160^{\circ}$ (тріщини 3). Площини тріщин сколювання ПдЗх і ПдСх простягань розсікають пласти пісковиків під кутом ($80-90^{\circ}$).

Відслонення 8

На правому березі р. Прут, навпроти автостанції в м. Яремча, знаходиться класичне відслонення порід стрийської свити, які зім'яті в складки, з утворенням насувів і малоамплітудних розривів, що мають вигляд "паркетної підлоги". Складки відомі в літературі під

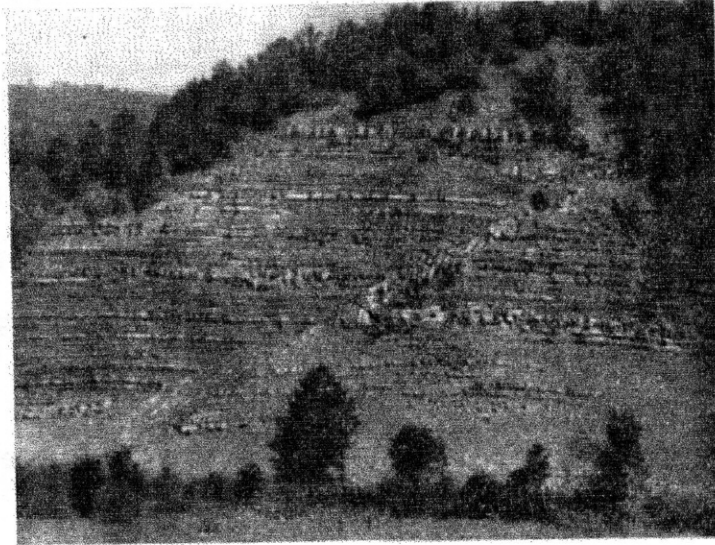


Рис. 4.9 - Відслонення горизонтально залягаючих відкладів стрийської свити, які в центральній частині утворюють флексуру. Долина р. Прут, на окраїні с. Дора[69]

назвою "Готичні" [69] (рис. 4.10).

Це товща трьохкомпонентного дрібно- і крупноритмічного флішу, елементами якого є товстоплитчасті, міцні, вапняковисті пісковики сірого і світло-сірого кольору (вони складають 85% видимого розрізу), бурувато-сірі, щільні тонкоплитчаті, кварцові, вапняковисті алевроліти товщиною до 20 см і темно-сірі, іноді майже чорні, невапняковисті аргіліти, що утворюють прошарки від 2 до 10 см.

Характерною ознакою відслонення є наявність в склепінній частині складки тріщин відриву (тріщини 5), які характеризуються значною розкритістю (15-20 см) та нерівністю стінок. Площини тріщин відриву мають ПдСх простягання ($150-170^{\circ}$), кути падіння тріщин по відношенню до поверхні пласта складають $80-90^{\circ}$.

Відслонення 9

На лівому березі річки, біля мосту через річку, в селі Битківчик спостерігаються виходи відкладів нижньоменілітової свити (гора Піцига) (рис. 4.11). Породи сильно перем'яті, утворюють тектонічні порушення типу скид і представлені темно-коричневими невапняковистими аргілітами з численними прошарками жовтувато-бурих пісковиків із включенням глауконіту. Товщина пластів змінюється від 10 до 40 см. Всі, без винятку, породи розбиті тріщинами шириною не більше 0,5-1 мм, які заповнені кальцитом. Часто у відкладах зустрічаються мікротріщини, які також заповнені кальцитом, а в деяких місцях - бітумінозним матеріалом. В склепінних частинах, а також в місцях перегину

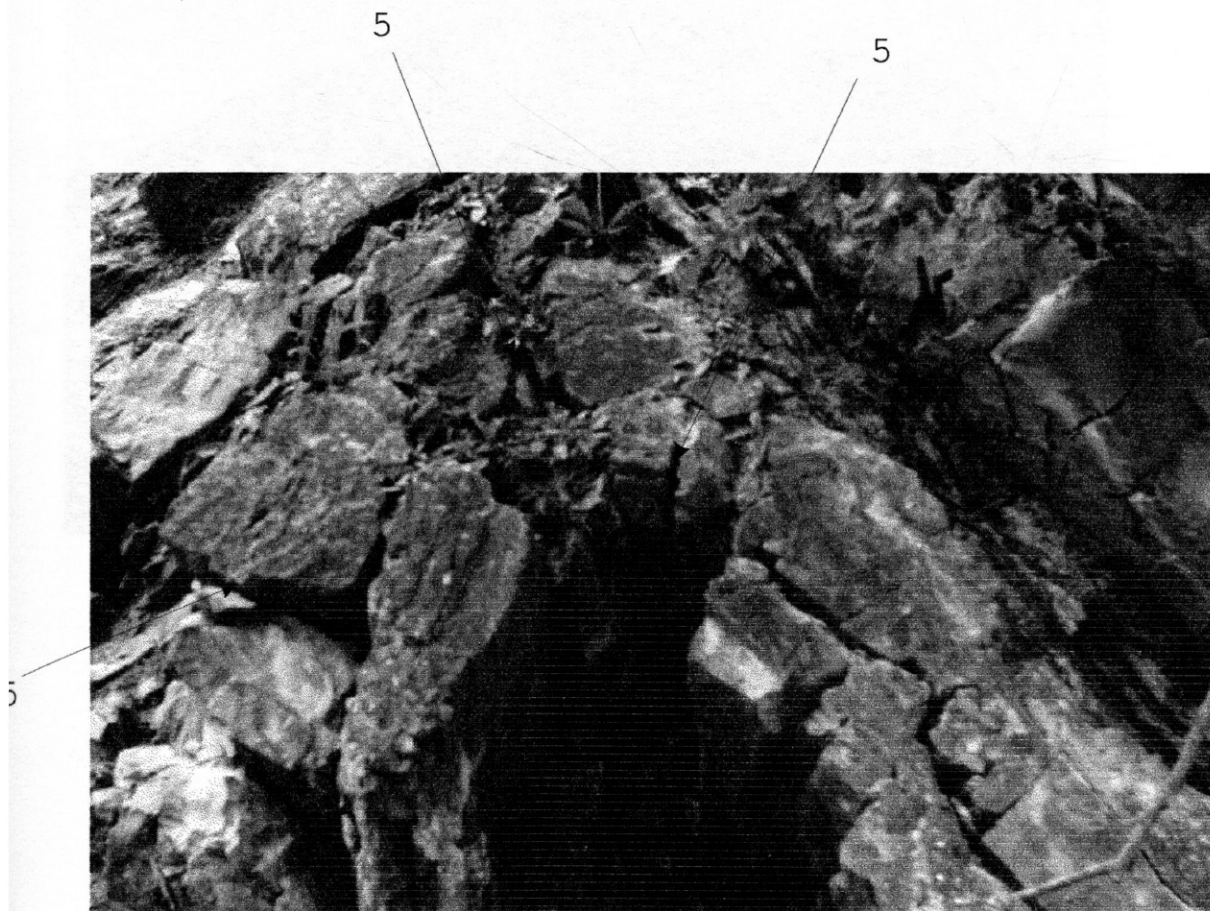


Рис. 4.10 - Тріщини відриву (5) в склепінні складки. Стрийська свита. Долина р. Прут (фото О.М. Трубенка, 1997)

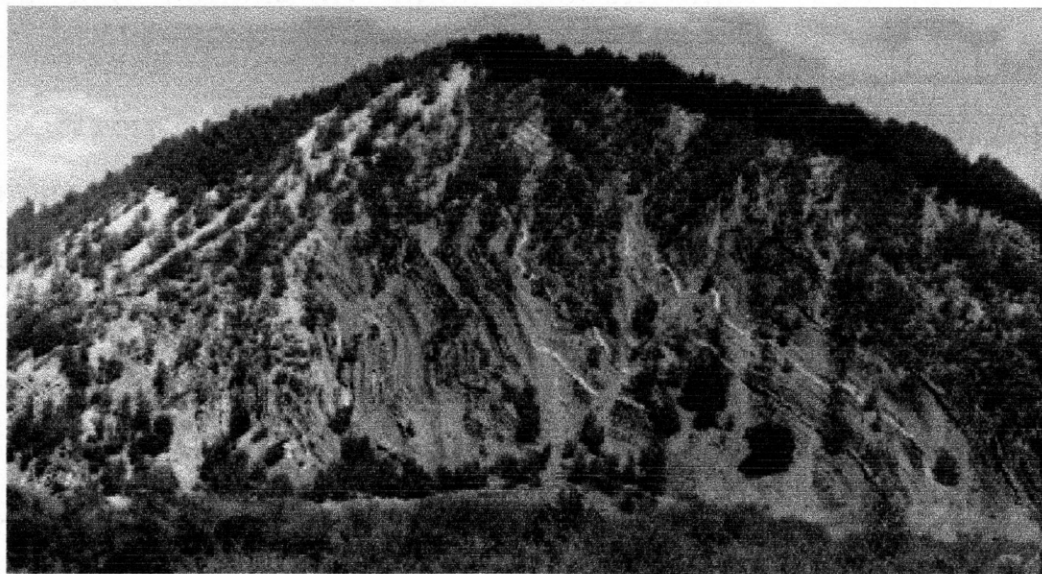


Рис. 4.11 - Відслонення, складене відкладами нижньо-менілітової світи, на схилі г. Піцига. Долина р. Бистриця Надвірнянська (фото О.М. Трубенка, 1998)

пластів спостерігаються тріщини відриву (тріщини 5) (рис. 4.12, 4.13). Площини тріщин відриву у відслоненні мають два напрямки: ПдЗх простягання ($210-240^{\circ}$) і ПдСх простягання $140-170^{\circ}$ і перетинають пласти гірських порід під кутом $75-90^{\circ}$. Тріщини характеризуються значною розкритістю (до 7-8 см), нерівністю стінок і заповнені кальцитом.

Відслонення 10

Вверх, на лівому березі р. Бистриця Надвірнянська на окраїні с. Пасічна спостерігається масивне відслонення порід манявської свити. Відклади представлені тонкоритмічним чергуванням сірих і зеленувато-сірих, тонкозернистих, щільних алевролітів, які переходять в пісковики з зеленувато-сірими та зеленими аргілітами.

У відслоненні спостерігаються тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку (тріщини 4) і тріщини сколювання, утворення яких пов'язане із інтенсивним складкоутворенням, при ундуляції осей складки (тріщини 6), у вигляді квадрантів розтягу (рис. 4.14), які зазнали ерозії, що видно з їх розкритості.

При вимірюванні параметрів тріщин встановлено, що вони мають азимут простягання ПдСх $110-140^{\circ}$. Азимут падіння площин цих тріщин північно-східного і південно-західного напрямків (тріщини 4). За рахунок дії тектонічних сил в альпійську фазу складчастості, виникли також і тріщини сколювання з азимут простягання ПдЗх $220-240^{\circ}$, кути падіння яких становлять

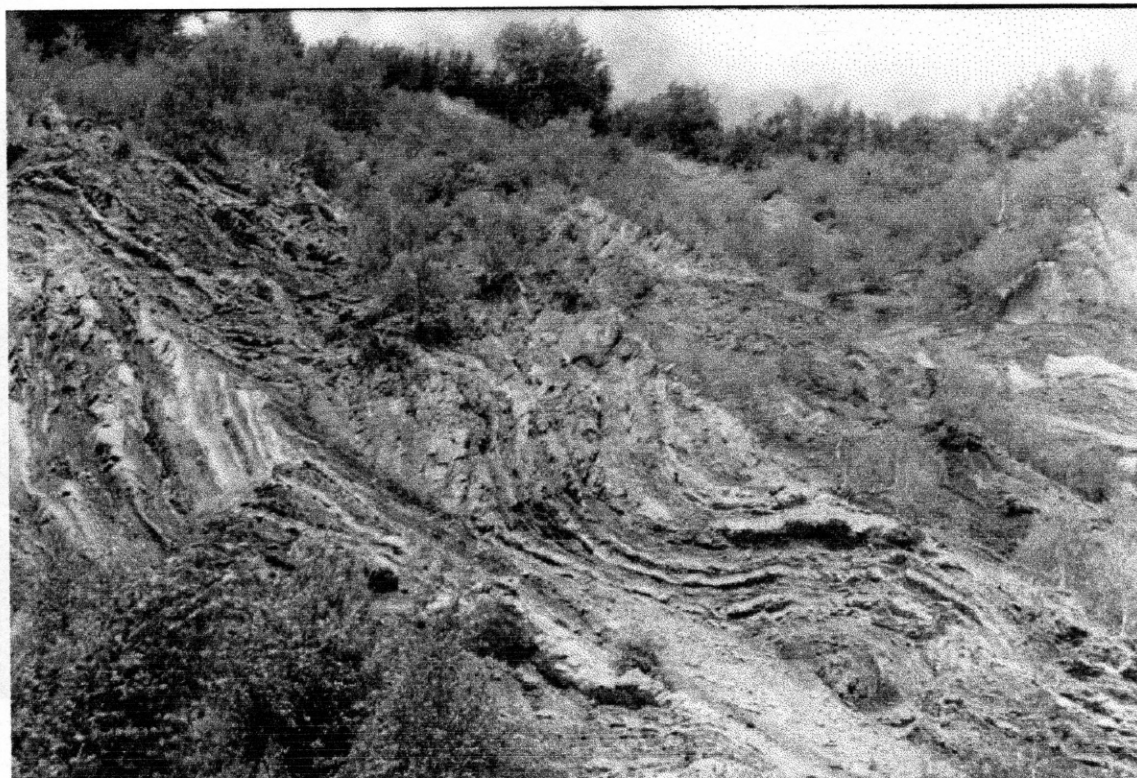


Рис. 4.12 - Західна частина відслонення г. Піцига. Синклінальні і антиклінальні складки, в замках яких зустрічаються тріщини відриву (фото О.М. Трубенка, 1998)



Рис. 4.13 - Західна частина відслонення на схилі г. Піцига, де спостерігаються тектонічні порушення типу скид (1) (фото О.М. Трубенка, 1998)

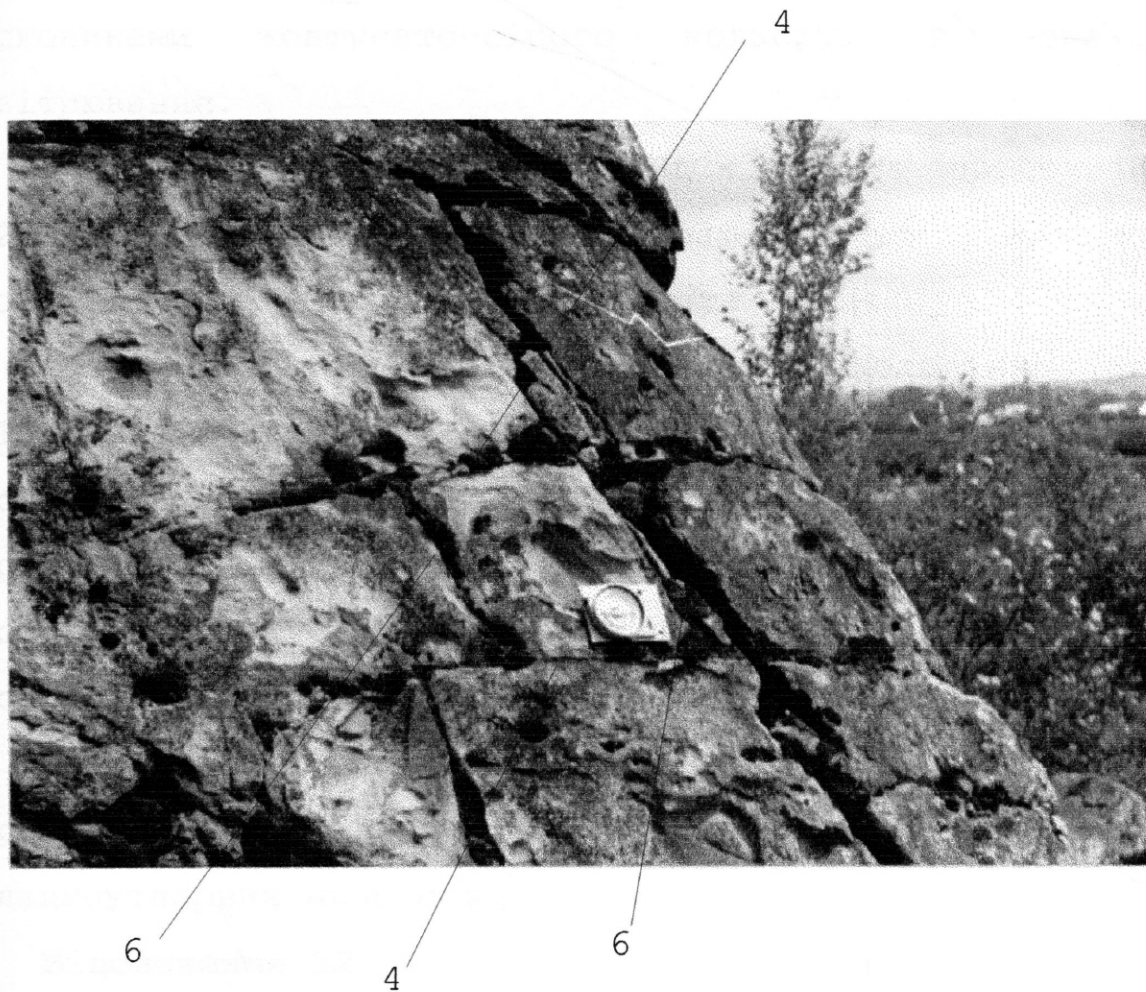


Рис. 4.14 - Тріщини сколювання (4) і (6) у відкладах манявської свити, які утворюють квадрати стиснення і розтягу. Долина р. Бистриця Надвірнянська (фото О.М. Трубенка, 1998)

80-90° (тріщини 6).

Відслонення 11

На відстані 2000 м від південно-східної окраїни с. Ясень спостерігаються виходи порід ямненської свити, які представлені кварцовими, середньозернистими пісковиками жовтувато-сірого кольору, з ознаками вивітрювання.

Тріщини сколювання мають ПдСх азимут простягання (120-180°). Площини цих тріщин мають азимут падіння у двох напрямках північно-східному та південно-західному. У відслоненні спостерігаються тріщини сколювання (рис. 4.15) площини яких паралельні до поверхні пластів пісковиків і тріщини сколювання, площини яких перетинають породи під кутом 75-85° (тріщини 3, 4). Зустрічаються тріщини сколювання із азимутом простягання ПдЗх (220-280°). Падіння їх площин 80-90°. Ці тріщини утворились завдяки змін, які відбулись з первинними тріщинами сколювання при інтенсивних складкоутворних процесах.

Відслонення 12

Вверх проти течії р. Лімниця на відстані 1500 м від попереднього відслонення спостерігаються виходи порід менілітової свити, які зазнали впливу процесів фізичного і хімічного вивітрювання. Це темно-коричневі та чорні невапняковисті аргіліти з прошарками жовтувато-бурих пісковиків та включеннями глауконіту.

У відслоненні спостерігаються тріщини сколювання, утворення яких пов'язане із інтенсивним складкоутворенням, при ундуляції осей складки (тріщини

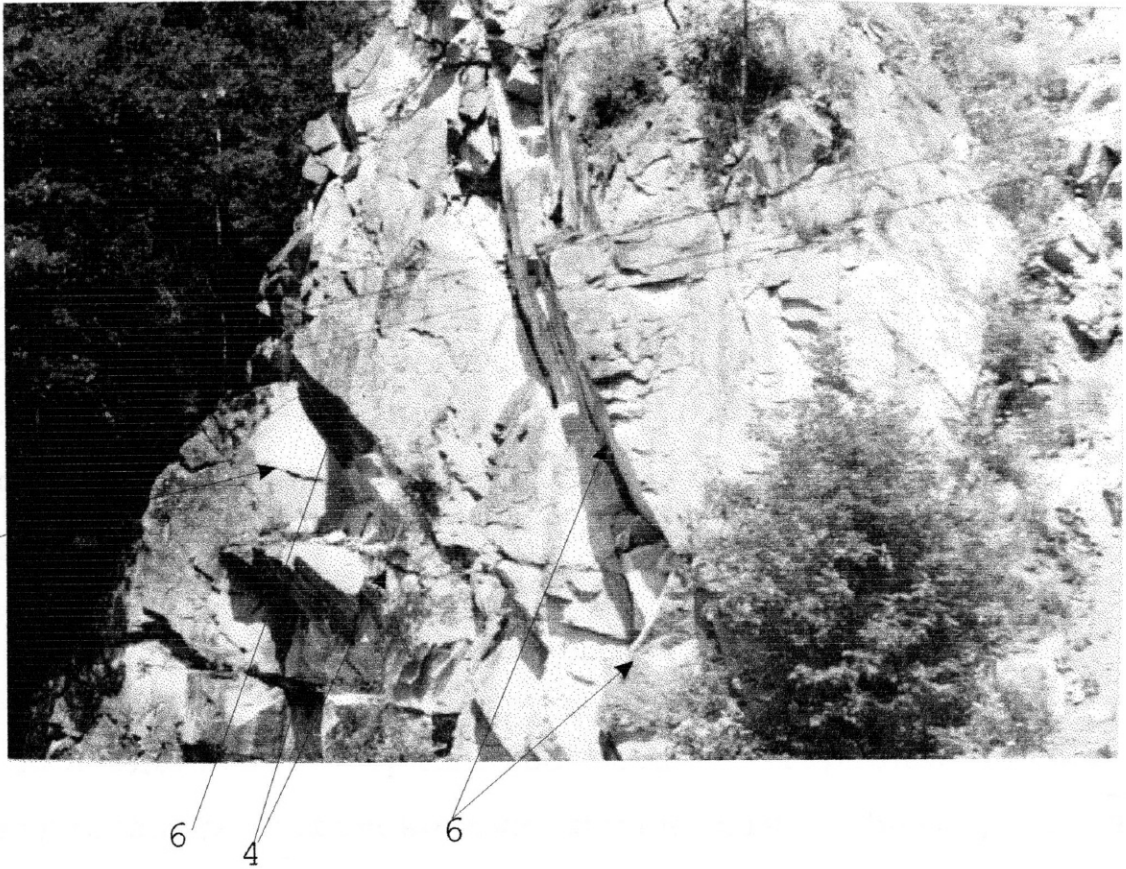


Рис. 4.15 - Тріщини сколювання (4) і (6) в пісковиках ямненської свити. Долина р. Лімниця (фото О.М. Трубенка, 1998)

6), які мають південно-західний азимут простягання (220–240°). Одна частина цих тріщин падає на південний схід, а інша – на південний захід. Тріщини, що мають азимут падіння на південний захід за рахунок дії тектонічних сил перетворились в локальний підкид (рис. 4.16).

В результаті первинної камеральної обробки фактичного матеріалу, одержаного при проведенні польових спостережень у відслоненнях за структурно-тектонічними матеріалами південно-східного району були побудовані рози-діаграми на сітці Вальтера-Шмідта для тріщин сколювання і відриву (рис. 4.17, 4.18). З роздіаграм видно, що найбільшого розповсюдження набули тріщини сколювання і відриву південно-східного та південно-західного простягання.

4.2. Центральний район досліджень

Дослідження тріщинуватості гірських порід проводились у відслоненнях долин річок Чечва, Свіча, Мізунька та їх притоків.

Відслоненість в центральному районі набагато гірша ніж у південно-східному, де флішові утворення, які складають Внутрішню зону Передкарпатського прогину виходять на денну поверхню. Тому, у зв'язку зі значною задернованістю корінних порід на території досліджень були зроблені розчистки для більш зручного виконання вимірів параметрів тріщин.

Відслонення 1

На окраїні с. Суходіл на правому березі р. Чечва

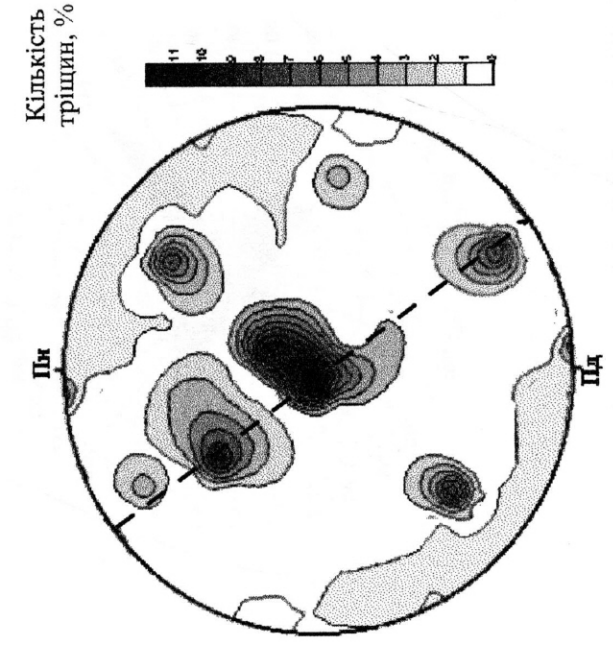


1

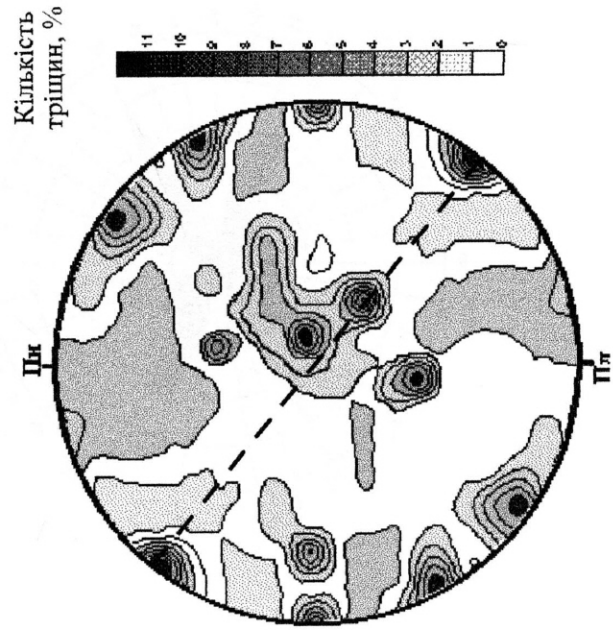
Рис. 4.16 - Перетворення тріщин сколювання в невеликий підкид (1). Менілітова свита. Долина р. Лімниця (фото О.М. Трубенка, 1998)

ПІВНІЧНО-ЗАХІДНИЙ РАЙОН

система тріщин відриву



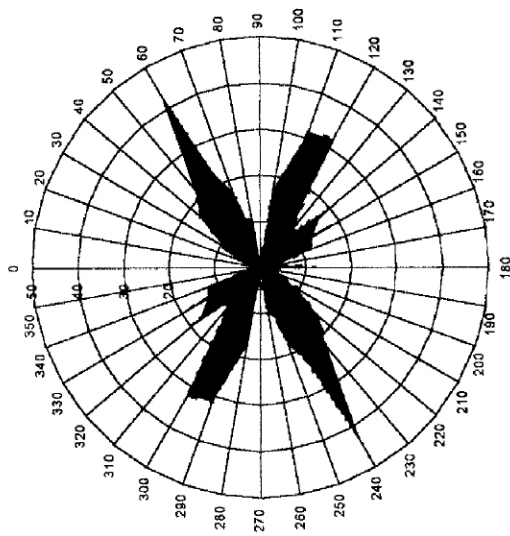
система тріщин сколювання



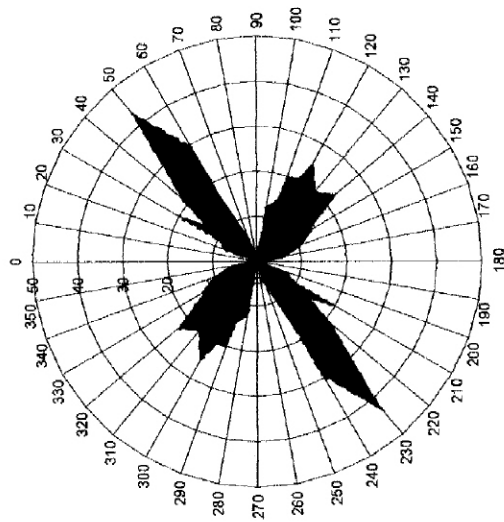
- - - лінія переважуючого напрямку систем тріщин

Рис. 4.17 - Діаграми тріщинуватості гірських порід у відслоненнях північно-західного району Внутрішньої зони Передкарпатського прогину
Склав: О.М. Трубенко (1999)

ПІВНІЧНО-ЗАХІДНИЙ РАЙОН



За даними вимірів у відслоненнях



**За даними вимірів на структурно-тектонічних
картах та геологічних профілях,
які побудовані КГТП Івано-Франківського УБР**

Рис. 4.18 - Рози-діаграми тріщинуватості гірських порід для північно-західного району Внутрішньої зони Передкарпатського прогину
Склад: О.М. Трубенко (1999)

спостерігається мікроскладка, яка складена відкладами стрийської свити. Породи представлені трьохкомпонентним флішем: пісковики - товщиною від 10-15 см до 40-60 см, зеленувато-сірого кольору, плитчастої структури, дрібно- і середньозернисті вапняковисті, з гієрогліфами на нижній поверхні пласта; алевроліти - зеленувато-сірі, плитчасті, шаруваті; аргіліти - зеленувато-сірі, товщиною від 10 до 15-20 см. В цілому для відкладів стрийської свити характерна наявність фукоїдів, гієрогліфів і тріщин, заповнених кальцитом.

В склепінній частині складки (рис. 4.19) спостерігаються тріщини відриву (тріщини 5), кількість яких на крилах значно зменшується. У відслоненні виявлено дві системи тріщин відриву. Тріщини, які спостерігаються в склепінні, мають азимут простягання ПдСх ($120-170^{\circ}$), а тріщини в периферійній частині мікроскладки - азимут простягання ПдЗх ($220-240^{\circ}$). Всі вони заповнені кальцитом.

Відслонення 2

На відстані 800 м від мосту через р. Чечву на автошляху між селами Суходіл і Линовиця є відслонення порід менілітової свити. Вони представлені чергуванням темно-сірих до чорних аргілітів, алевролітів та дрібно- і середньозернистих пісковиків. Вся товща порід менілітової свити вуглефікована, збагачена розсіяними бітумами та розбита тріщинами, ширина яких змінюється від 0.5-1 до 2-3 мм. Тріщини заповнені кальцитом, а в деяких місцях і бітумінозним матеріалом. Часто зустрічаються мікротріщини, які також заповнені



Рис. 4.19 - Тріщини відриву (5) в склепінній частині складки. Стрийські відклади. Долина р. Чечва (фото О.М. Трубенка, 1999)

кальцитом.

Тріщини сколювання мають азимут простягання ПнСх (125-165°). Вони відносяться до системи hol. Частина тріщин сколювання паралельна до залягання пластів, а інша - перетинає пласти порід під кутом 70-90° (тріщини 3 і 4, рис. 4.20).

Після проведення розчистки в межах склепінної частини нами були виділені тріщини відриву, які заповнені кальцитом, стінки яких нерівні. Ці тріщини мають азимут простягання ПдСх (115-130°), і складають не більше 12 % від загальної кількості тріщин.

Відслонення 3

На відстані 500 м вверх проти течії річки від попереднього відслонення спостерігаються аналогічні за складом виходи порід менілітової свити, які зім'яті в складку (рис. 4.21).

Найбільша кількість тріщин сколювання в даному відслоненні має азимут простягання ПдЗх (200-230°) (тріщини 1). Частина їх падає на південний схід, а інша - на південний захід. Такі тріщини відносяться до системи hol. Відклади зазнали дії значних тектонічних зусиль в результаті яких тріщини 1 перетворились в тріщини 6, азимут простягання яких ПдЗх (215-240°), кути падіння 80-90°. Площини цих тріщин мають два напрямки падіння - північно-західний та північно-східний. Тріщин сколювання мають рівні, іноді пришліфовані стінки і характеризуються слабкою розкритістю в щільних породах (до 0,5-0,7 мм) та заповнені кальцитом.

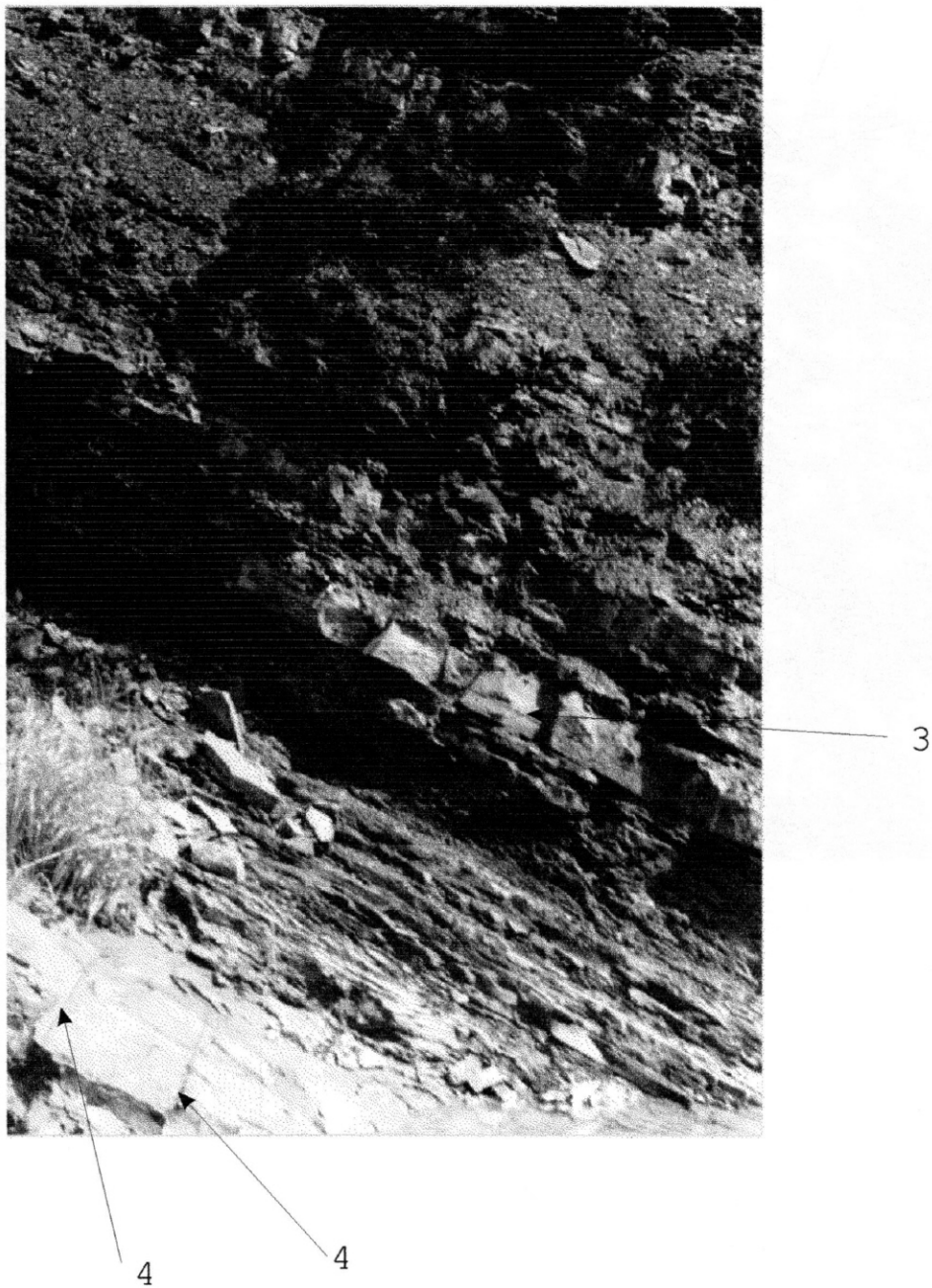


Рис. 4.20 - Тріщини сколювання (3) і (4) в менілітових відкладах. Долина р. Чечва (фото О.М. Трубенка, 1999)



Рис. 4.21 - Зім'ятий пласт пісковиків менілітової свити. В зв'язку з сильною тріщинуватістю порід можна припустити, що це ділянка склепінної частини структури. Долина р. Чечва (фото О.М. Трубенка, 1999)

Відслонення 4

На лівому березі р. Свіча, неподалік від с. Вигода спостерігаються виходи порід вигодської свити. Це пачка масивних пісковиків і конгломератів, товщина яких досягає 8 м. Між ними спостерігаються більш тонкі, до 10 см перешарування невапняковистих сірих аргілітів і алевролітів.

При проведенні вимірів параметрів тріщин були виділені тріщини сколювання, які виникли при зім'ятті пластів в складку (тріщини 3 і 4, рис. 4.22). Площини цих тріщин мають азимут простягання ПдСх ($100-140^{\circ}$). Такі тріщини відносяться до системи hol. Зустрічаються тріщини сколювання, площини яких паралельні до залягання пластів (тріщини 3) та тріщини, площини яких перетинають пласти порід під кутом $80-90^{\circ}$ (тріщини 4). Тріщини сколювання мають рівні стінки, характеризуються незначною розкритістю (до 0,8-1,2 мм), заповнені кальцитом.

Відслонення 5

На окраїні с. Шевченково на правому березі р. Свіча спостерігаються виходи порід манявської свити. Відклади представлені тонкоритмічним перешаруванням сірих і зеленувато-сірих тонкозернистих, щільних пісковиків з прошарками зеленувато-сірих та зелених аргілітів і алевролітів. Для проведення вимірів тріщин проводились розчистки.

Проведені дослідження показали, що породи розбиті численними тріщинами сколювання азимутом простягання ПдЗх ($210-230^{\circ}$) (тріщини 1, рис. 4.23). Частина цих

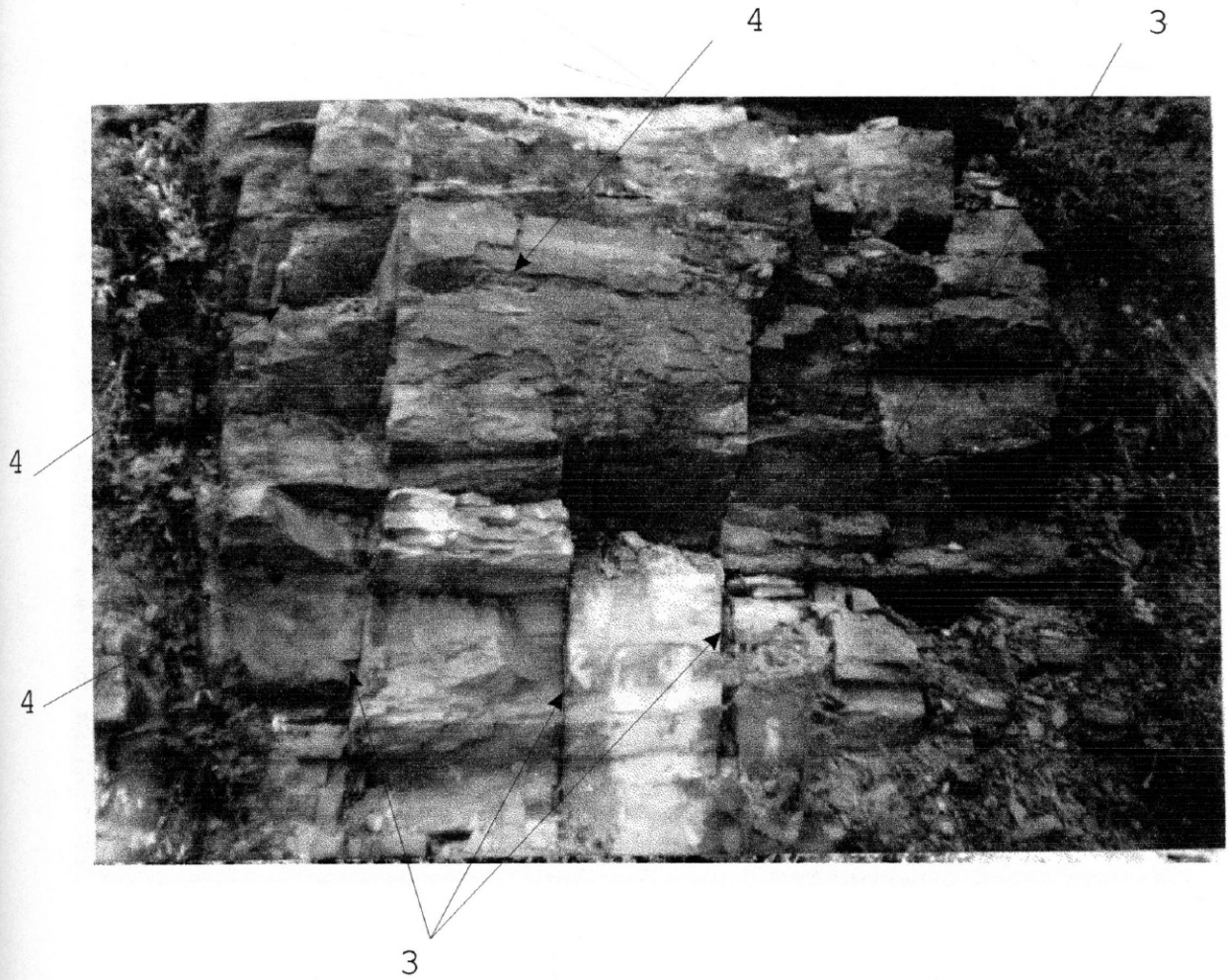


Рис. 4.22 - Пласт пісковика в периферійній частині складки. Тріщини сколювання (3) паралельні шаруватості порід, тріщини сколювання (4) перетинають породу під прямим кутом. Долина р. Свіча (фото О.М. Трубенка, 1999)

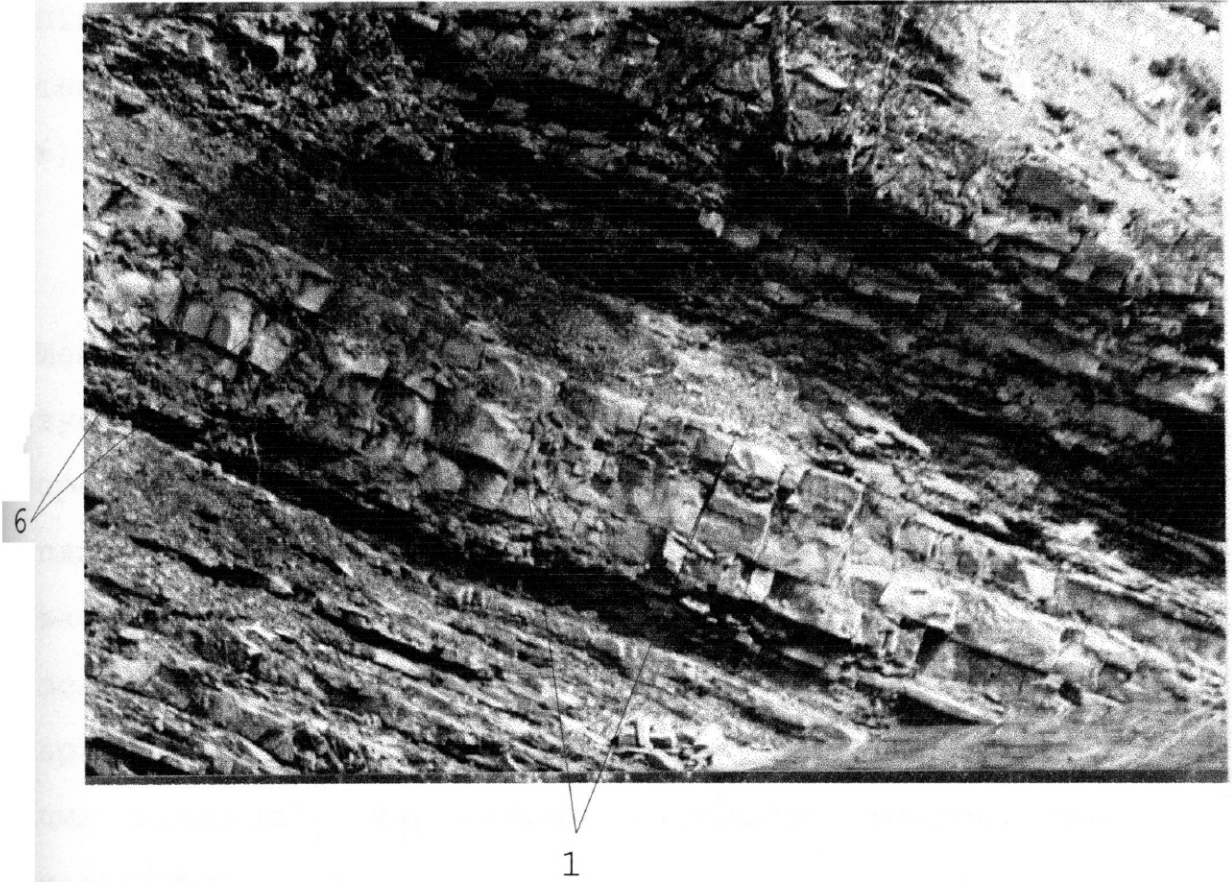


Рис. 4.23 - Первинні тріщини сколювання (1) і тріщини сколювання (6), які пов'язані з інтенсивним складкоутворенням. Долина р. Свіча (фото О.М. Трубенка, 1999)

тріщин має азимут падіння на південний схід, а інша - на південний захід. У відкладах манявської свити, крім згаданих тріщин, зустрічаються тріщини сколювання азимутом простягання ПдЗх ($210-230^{\circ}$), кути падіння площин тріщин складають $80-90^{\circ}$. Відмічено також, що частина тріщин падає на північний захід, а інша - на північний схід. Утворення цих тріщин є наслідком дії тектонічних сил на первинні тріщини сколювання (тріщини 6).

Відслонення 6

На лівому березі р. Свіча за 2000 м від окраїни с. Шевченково, де невеликий потік впадає в річку, зустрічаються виходи порід стрийської свити, які представлені пісковиками зеленувато-сірого кольору, плитчастої структури, дрібно- і середньозернистими, вапняковистими, товщиною до 40-60 см; алевролітами зеленувато-сірими, плитчастими, шаруватими та аргілітами зеленувато-сірими, товщиною 15-20 см. Для цих відкладів характерна наявність тріщин, заповнених кальцитом.

За результатами досліджень виділено тріщини сколювання, які мають азимут простягання ПдЗх ($220-240^{\circ}$) (система hko). Площини цих тріщин мають південно-східний і південно-західний азимути падіння (тріщини 1).

Також були виявлені тріщини сколювання з азимутом простягання ПдСх ($120-140^{\circ}$) (система hol). Вони перетинають пласти порід стрийської свити під кутом майже 90° (тріщини 4). Тріщини сколювання системи hko

(тріщини 1) та hol (тріщини 4) утворюють на площині напластування трикутники майже правильної форми (рис. 4.24).

Відслонення 7

На відстані 500 м, вверх проти течії річки, від окраїни с. Старий Мізунь спостерігаються виходи на денну поверхню відкладів стрийської свити у вигляді антиклінальної складки (рис. 4.25). Породи представлені трьохкомпонентним флішем, до складу якого входять: сірі і буровато-сірі, щільні, тонкошаруваті, кварцові, вапняковисті алевроліти, тонкозернисті, сірчисті, з вапняковим цементом пісковики та темно-сірі, невапнякові аргіліти, товщина прошарків яких складає 15 см. На площинах напластування спостерігаються луски білої і жовтої слюди. Пісковики та алевроліти складають до 85% видимого розрізу свити. Всі породи стрийської серії розбиті тріщинами, які, як правило, заповнені кальцитом.

В склепінній частині складки виділяються тріщини відриву (тріщини 5), які виникли за рахунок розтягуючих зусиль при складкоутворних рухах. Вони мають азимут простягання ПдСх ($105-135^0$) та характеризуються розкритістю до 10-12 см і нерівністю стінок. На крилах складки спостерігається збільшення кількості тріщин сколювання площини яких направлені під кутом до поверхні пластів гірських порід. Азимут простягання цих тріщин ПдЗх $205-240^0$ (тріщини системи hko). Ці тріщини мають два азимути падіння: одна частина з них падає на південний схід, а інша - на південний захід (тріщин 1).

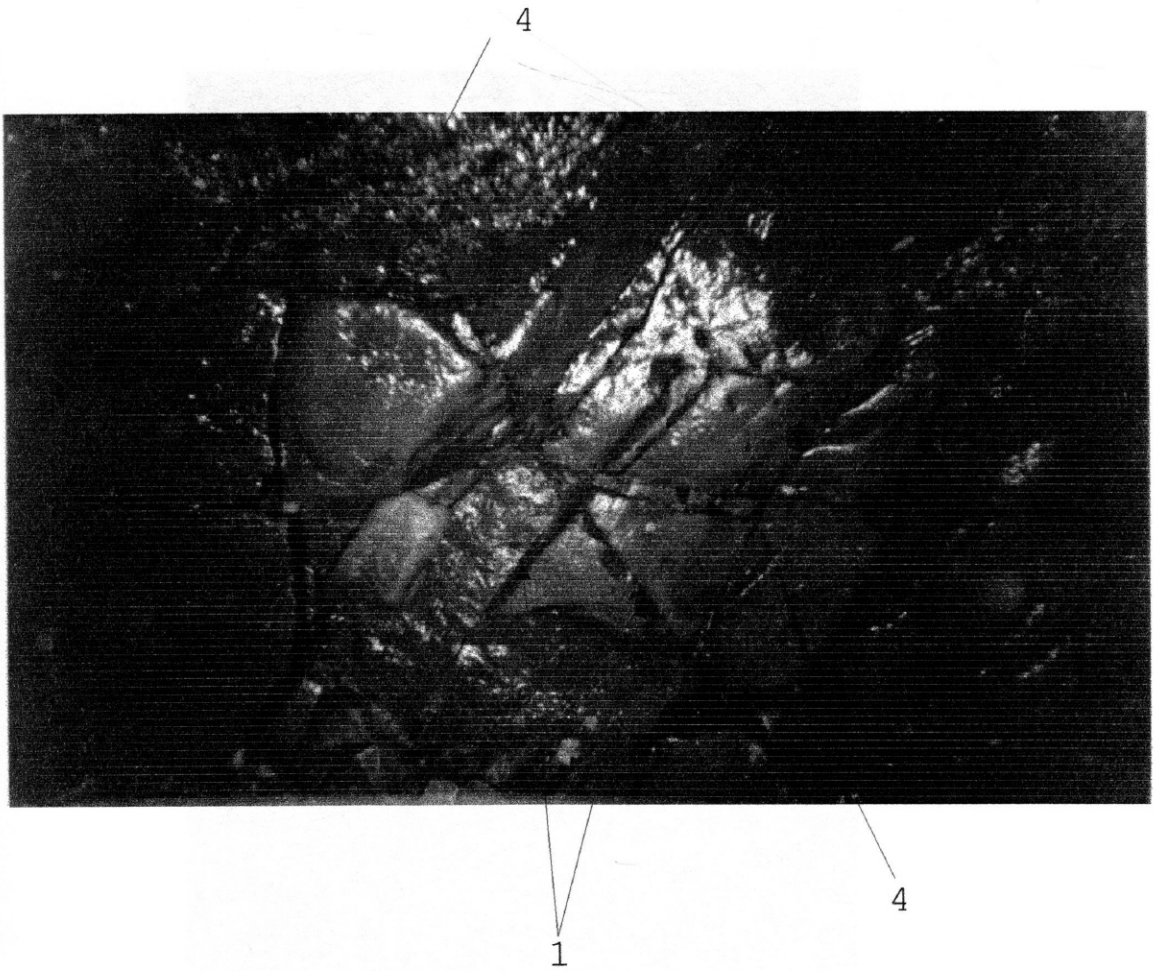


Рис. 4.24 - Тріщини сколювання (1) і (4) утворюють на площині напластування трикутники майже правильної форми. Долина р. Свіча (фото О.М. Трубенка, 1999)



Рис. 4.25 - Тріщини відриву (5) в склепінній частині складки. Долина р. Мізунька (фото О.М. Трубенка, 1998)

Також значно розвинуті тріщини сколювання азимутом простягання ПдЗх ($200-230^{\circ}$), які виникли за рахунок дії тектонічних сил, що діяли в північно-східному напрямку (тріщини6).

Відслонення 8

На відстані 1000 м вверх проти течії річки від попереднього відслонення на лівому березі ріки зустрічаються виходи на денну поверхню відкладів вигодської свити, які представлені чергуванням світло-сірих пісковиків (15-20 см) і зеленувато-сірих глин. В лівій частині відслонення ці породи сильно зім'яті і розбиті тектонічним порушенням південно-східного простягання (130°).

У відслоненні спостерігаються тріщини сколювання (система hol) південно-східного простягання ($120-140^{\circ}$), які характеризуються пришлифованістю стінок, їх рівністю та порівняно невеликою розкритістю (до 10-13 мм). Одна частина цих тріщин має азимут падіння ПдСх, а інша - ПдЗх. Тріщини сколювання, що мають ПдЗх азимут падіння в центральній частині відслонення, переходять в локальний скид (рис. 4.26).

Відслонення 9

На правому березі р. Мізунька за 3000 м від с. Старий Мізунь вверх проти течії спостерігається відслонення, в якому на денну поверхню виходять стрийські відклади. Розріз представлений сірими, світло-сірими, дрібнозернистими пісковиками; сірими, темно-сірими, вапняковистими, щільними, тонкошаруватимим алевролітами та темно-сірими, в деяких

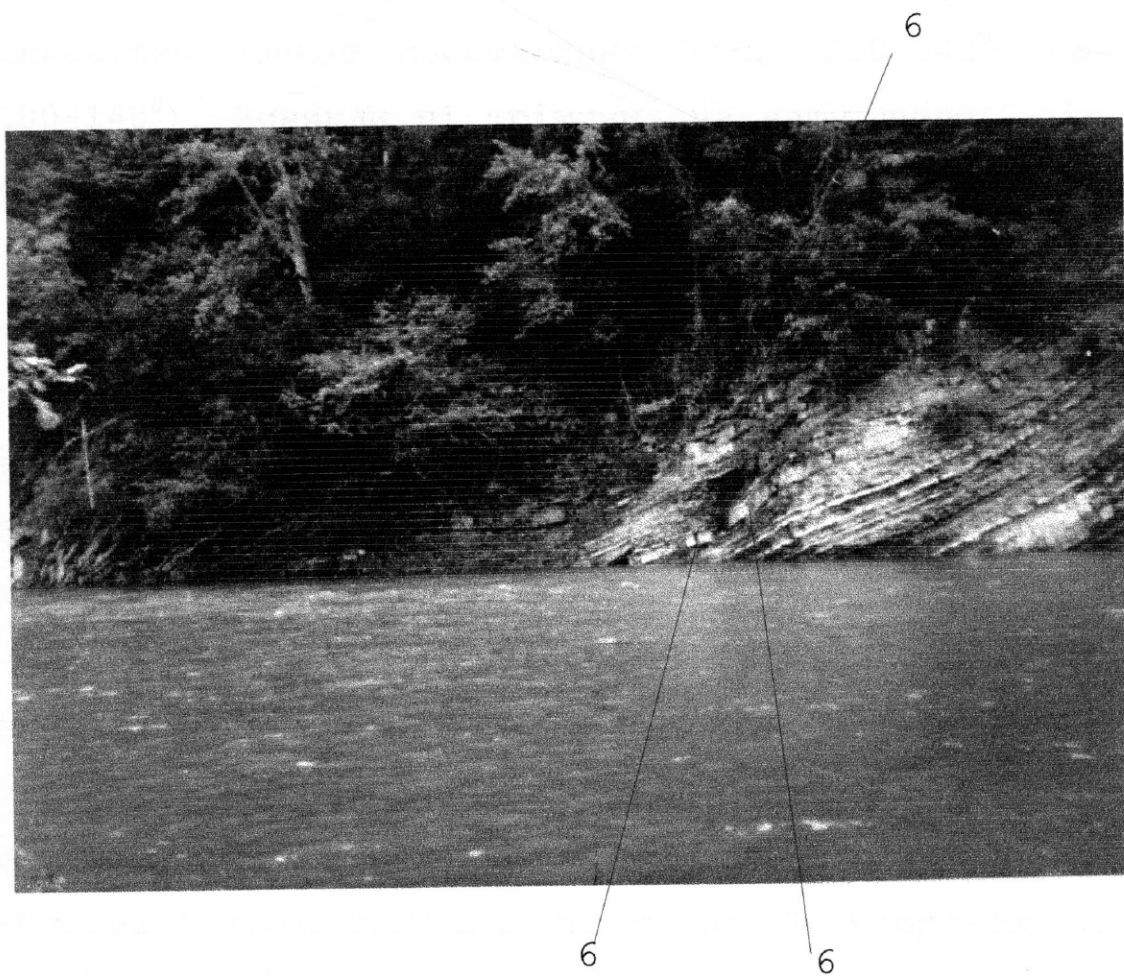


Рис. 4.26 - Перетворення тріщин сколювання (6) в невеликий (локальний) підкид. Долина р. Мізунька (фото О.М. Трубенка, 1998)

місцях майже чорними, невапняковистими аргілітами. Пропластки аргілітів та алевролітів складають від 2 до 15 см.

У відслоненні зустрічаються тріщини сколювання (тріщини 6) та (тріщини 4). Тріщини сколювання мають відповідно азимут простягання ПдЗх ($210-240^{\circ}$) та ПдСх ($100-140^{\circ}$). Виникли ці тріщини, на нашу думку, під дією тектонічних сил стискання. Тріщини відриву складають близько 10 % від всіх тріщин. Вони, як правило, заповнені кальцитом, в деяких місцях піддалися процесам вивітрювання, за рахунок чого їх розкритість сягає 3-5 см (рис. 4.27). Площини тріщин 6 мають південно-східний напрямок падіння і розташовані під кутом $70-80^{\circ}$ до поверхні напластування порід.

В результаті первинної камеральної обробки фактичного матеріалу, одержаного при проведенні польових спостережень у відслоненнях за структурно-тектонічними матеріалами центрального району були побудовані рози-діаграми на сітці Вальтера-Шмідта для тріщин сколювання і відриву (рис. 4.28, 4.29). З роздіаграм видно, що найбільшого розповсюдження набули тріщини сколювання і відриву південно-східного та південно-західного простягання.

4.3. Північно-західний район досліджень

Дослідження тріщинуватості гірських порід проводились у відслоненнях долин річок Стрий, Опір, Тисмениця, Дністер та їх притоків.

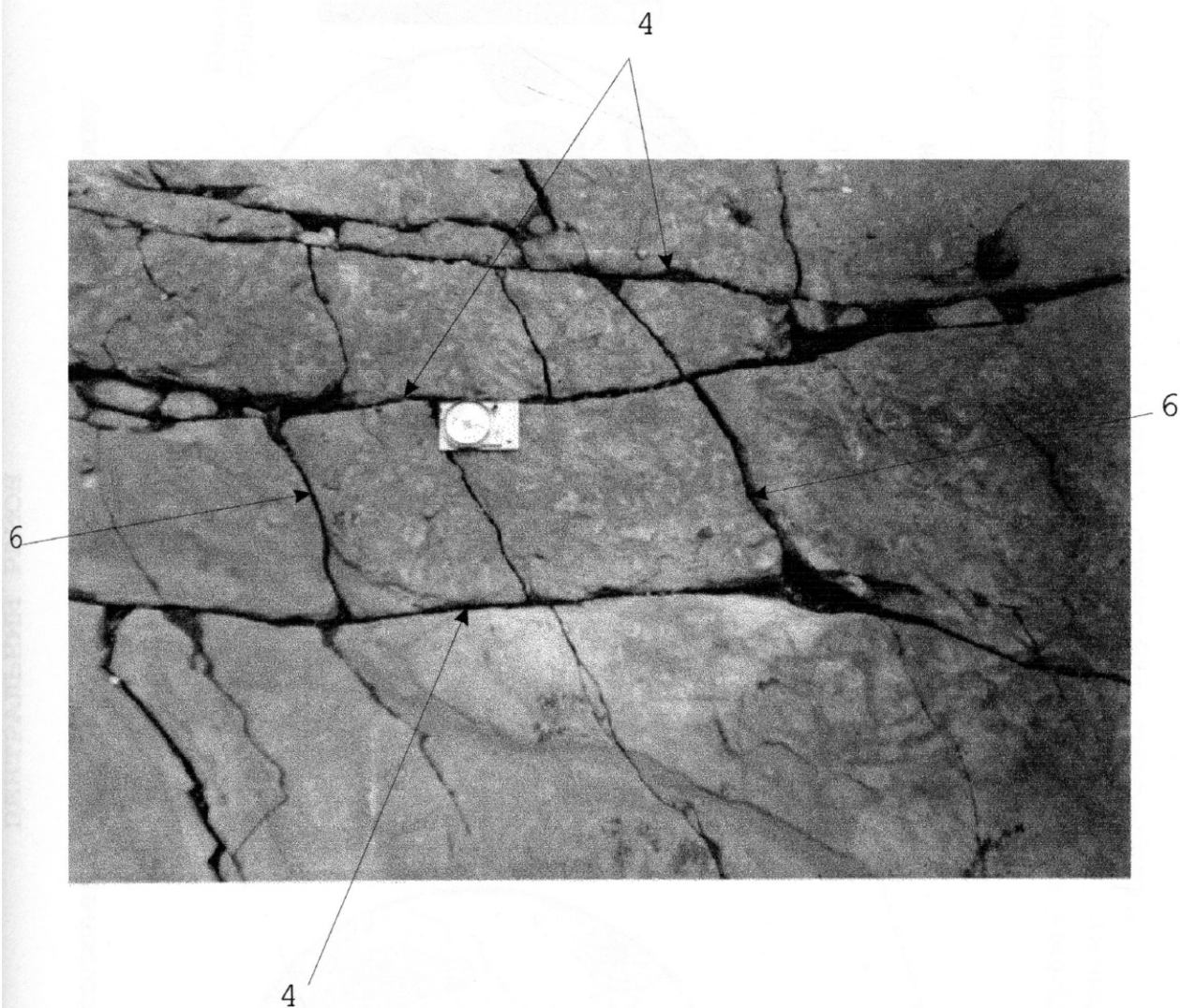
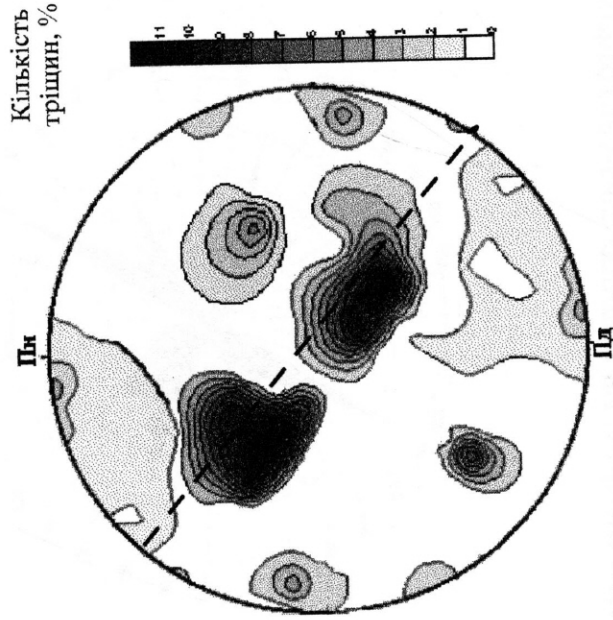


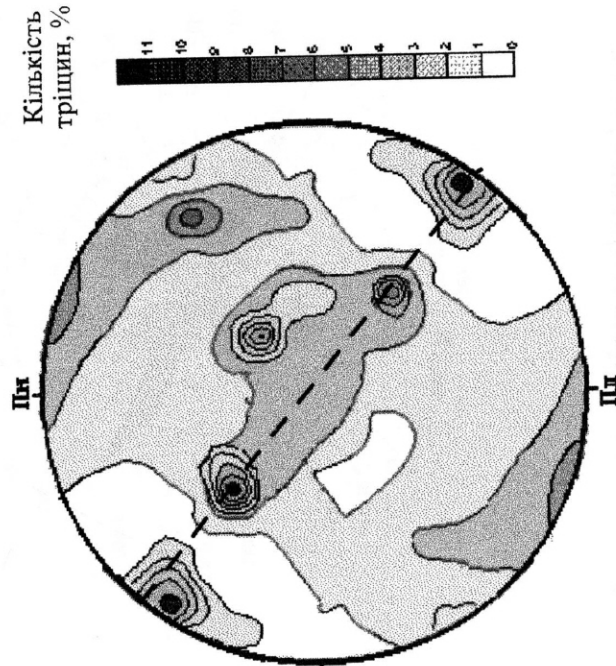
Рис. 4.27 - Тріщини сколювання (4) і (6) утворюють на поверхні напластування квадранти стискання і розтягу. Долина р. Мізунька (фото О.М. Трубенка, 1998)

ЦЕНТРАЛЬНИЙ РАЙОН

система тріщин відриву



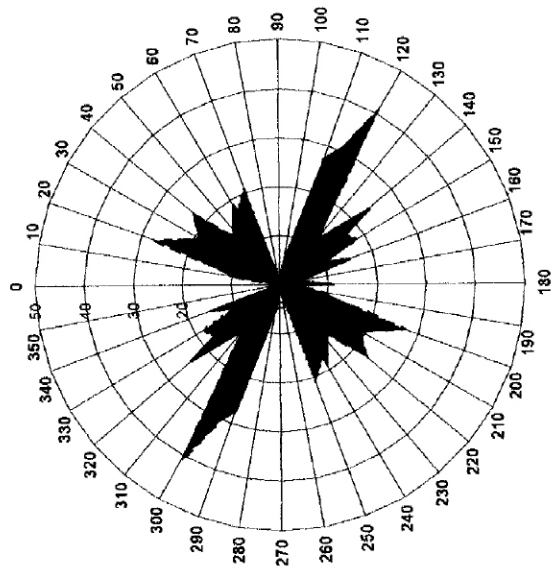
система тріщин сколювання



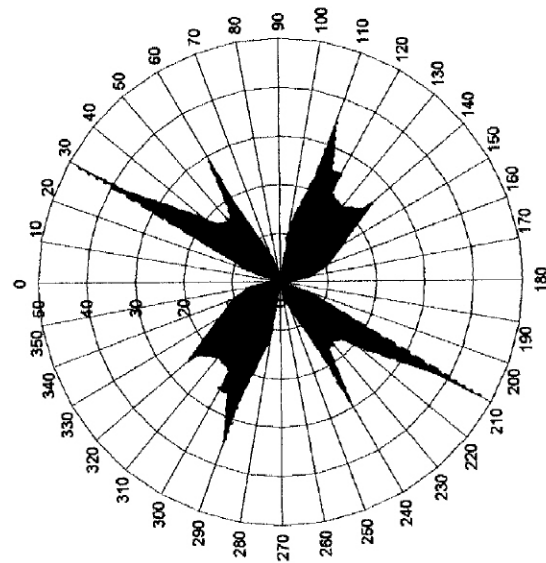
--- лінія переважаючого напрямку систем тріщин

Рис. 4.28 - Діаграми тріщинуватості гірських порід у відслоненнях центрального району Внутрішньої зони Передкарпатського прогину
Склав: О.М. Трубенко (1999)

ЦЕНТРАЛЬНИЙ РАЙОН



За даними вимірів у відслоненнях



**За даними вимірів на структурно-тектонічних
картах та геологічних профілях,
які побудовані КГТП Івано-Франківського УБР**

**Рис. 4.29 – Рози-діаграми тріщинуватості гірських порід для центрального району
Внутрішньої зони Передкарпатського прогину**
Склав: О.М. Трубенко (1999)

Невелика частина відслонень, що досліджувалися в північно-західному районі, задерновані. Відслоненість набагато гірша, ніж у південно-східному районі досліджень, але дещо краща, ніж у центральному. Для зручності проведення польових досліджень тріщинуватості гірських порід проводились розчистки. Виміри параметрів тріщин (азимут простягання і кут падіння) проводились в свіжому сколі породи.

Відслонення 1

На південній окраїні с. Гребенів на правому березі р. Опір спостерігається мікроскладка, яка складена відкладами менілітової свити. Породи представлені флішовими відкладами: пісковики - товщиною від 5-10 см до 30-50 см, світло-сірого кольору, дрібно- та середньозернисті; алевроліти - темно-сірі, плитчасті, шаруваті; аргіліти - темно-сірі, товщиною від 1-2 до 5-10 см. В цілому для відкладів менілітової свити характерна наявність карбонатного цементу, деякі з тріщини заповнені кальцитом.

У відслоненні виявлено дві системи тріщин відриву. В склепінній частині складки (рис. 4.30) спостерігаються тріщини відриву (тріщини 5), кількість яких на крилах значно зменшується. Тріщини, які спостерігаються в склепінні, мають азимут простягання ПдСх ($120-170^{\circ}$). Тріщини в периферійній частині мікроскладки з азимутом простягання ПдЗх ($220-240^{\circ}$). Переважаюча більшість тріщин заповнена кальцитом, а в деяких місцях і бітумінозним матеріалом. Ширина тріщин змінюється від 0,5-1 до 2-3 мм.

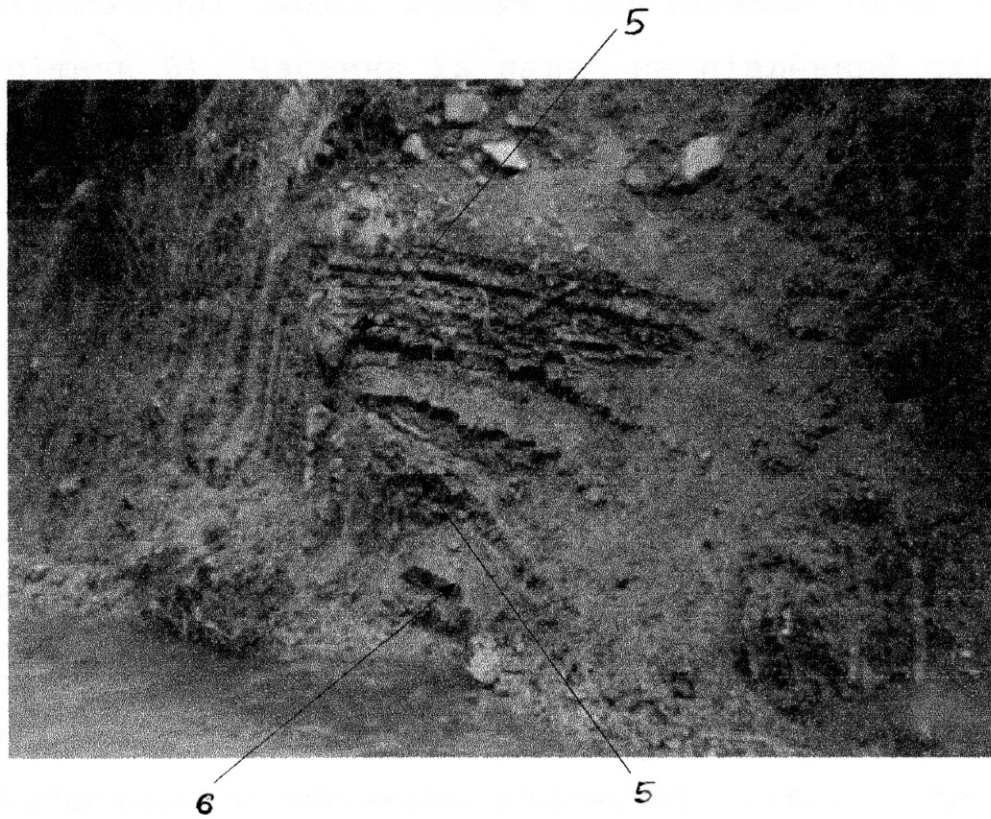


Рис. 4.30 - Тріщини відриву (5) та тріщини сколювання (6) в відкладах менілітової свити. Долина річки Опір (фото О.М. Трубенка, 1999).

На крилах складки розповсюджені тріщини сколювання, які у відслоненні мають азимут простягання ПдЗх ($220-250^{\circ}$) (тріщини 6). Частина їх падає на південний схід, а інша - на південний захід. Такі тріщини відносяться до системи hko, кути падіння їх стінок $80-90^{\circ}$, площини мають два напрямки падіння - північно-західний та північно-східний. Стінки тріщин сколювання рівні, пришлифовані і характеризуються слабкою розкритістю в щільних породах (до 1,5-2 мм) та деякі з них заповнені кальцитом.

Відслонення 2

На лівому березі р. Опір, на північній окраїні с. Гребенів спостерігаються виходи порід стрийської свити, які представлені пісковиками зеленувато-сірого кольору, плитчастої структури, дрібно- і середньозернистими, вапняковистими, товщиною до 40-60 см; алевролітами зеленувато-сірими, плитчастими, шаруватими та аргілітами зеленувато-сірими, товщиною 15-20 см. Для цих відкладів характерна наявність тріщин, заповнених кальцитом. Для проведення вимірів тріщин проводились розчистки.

За результатами досліджень виділено тріщини сколювання, які мають азимут простягання ПдЗх ($220-240^{\circ}$) (система hko). Площини їх мають південно-східний і південно-західний азимути падіння (тріщини 6). Крім вище наведених, також були виявлені тріщини сколювання з азимутом простягання ПдСх ($120-140^{\circ}$) (система hol). Вони перетинають пласти порід стрийської свити під кутом майже 90° (тріщини 4). Тріщини сколювання системи

hko (тріщини 6) та hol (тріщини 4) утворюють на площині напластування трикутники майже правильної форми (рис. 4.31).

Розкритість тріщин сколювання (від 0,5-1,5 до 2-2,5 мм), які майже всі заповнені кальцитом.

Відслонення 3

На лівому березі р.Стрий на північній окраїні с. Нижні Синевідня спостерігаються виходи порід стрийської свити, які представлені зеленувато-сірими плитчастими дрібно - і середньозернистими тріщинуватими пісковиками з прошарками зеленувато-сірих майже сірих алевролітів і аргілітів товщиною від 2-3 до 20 см.

У відслоненні переважають тріщини сколювання, площини яких мають південно-східний азимут простягання ПдСх $120-150^{\circ}$ (тріщини 3 і 4).

Тріщини сколювання (Рис. 4.32, тріщини 4) розсікають пласти пісковиків під кутом майже 90° .

Відслонення 4

Вверх проти течії р.Стрий на відстані 1150 м від східної окраїни с. Корчин спостерігались виходи порід менілітової свити, які зазнали впливу процесів фізичного та хімічного вивітрювання. Це темно коричневі до чорного кольору вапняковисті аргіліти з прошарками 10-25 см пісковиків.

У відслоненні спостерігається зона дроблення, яка при дії неотектонічних зусиль перетвориться в локальний підкид південно-західного напрямку (рис. 4.33).

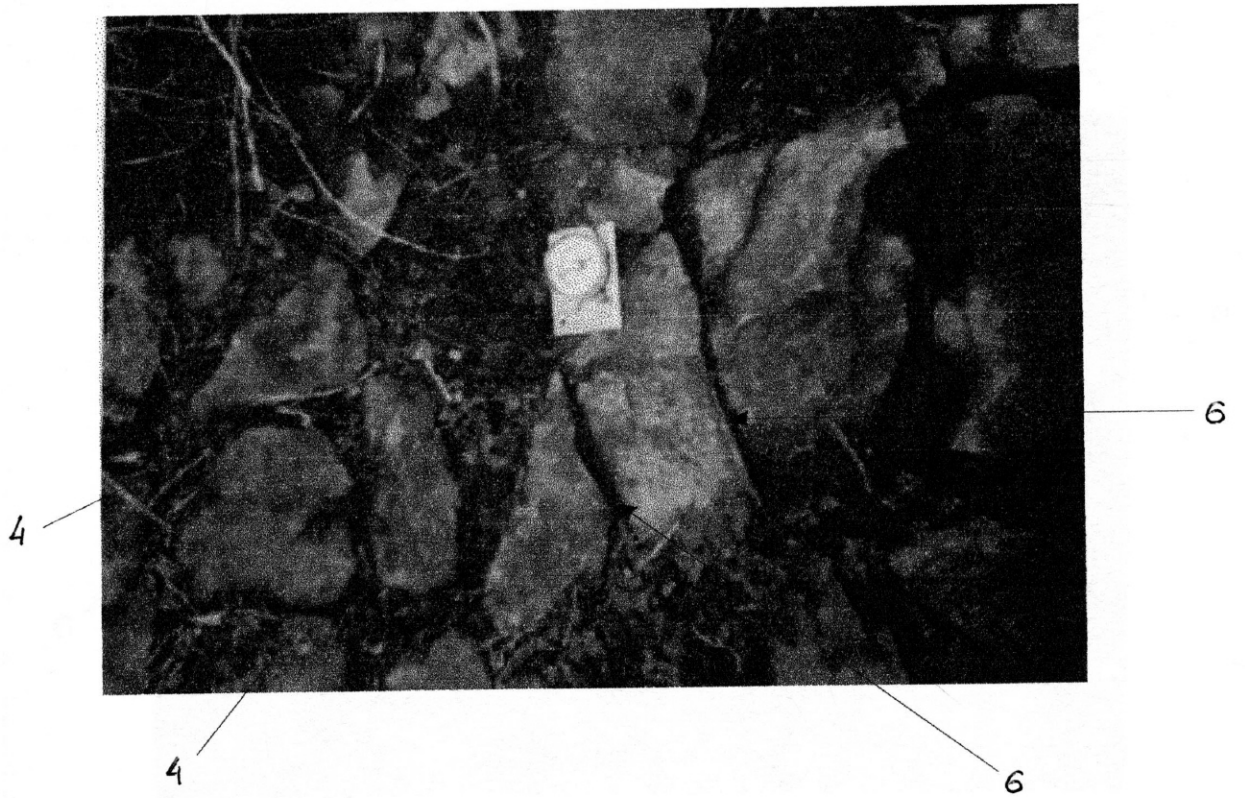


Рис. 4.31 - Тріщини сколювання (6) і (4) в відкладах стрийської свити. Долина річки Опір (фото О.М. Трубенка, 1999).

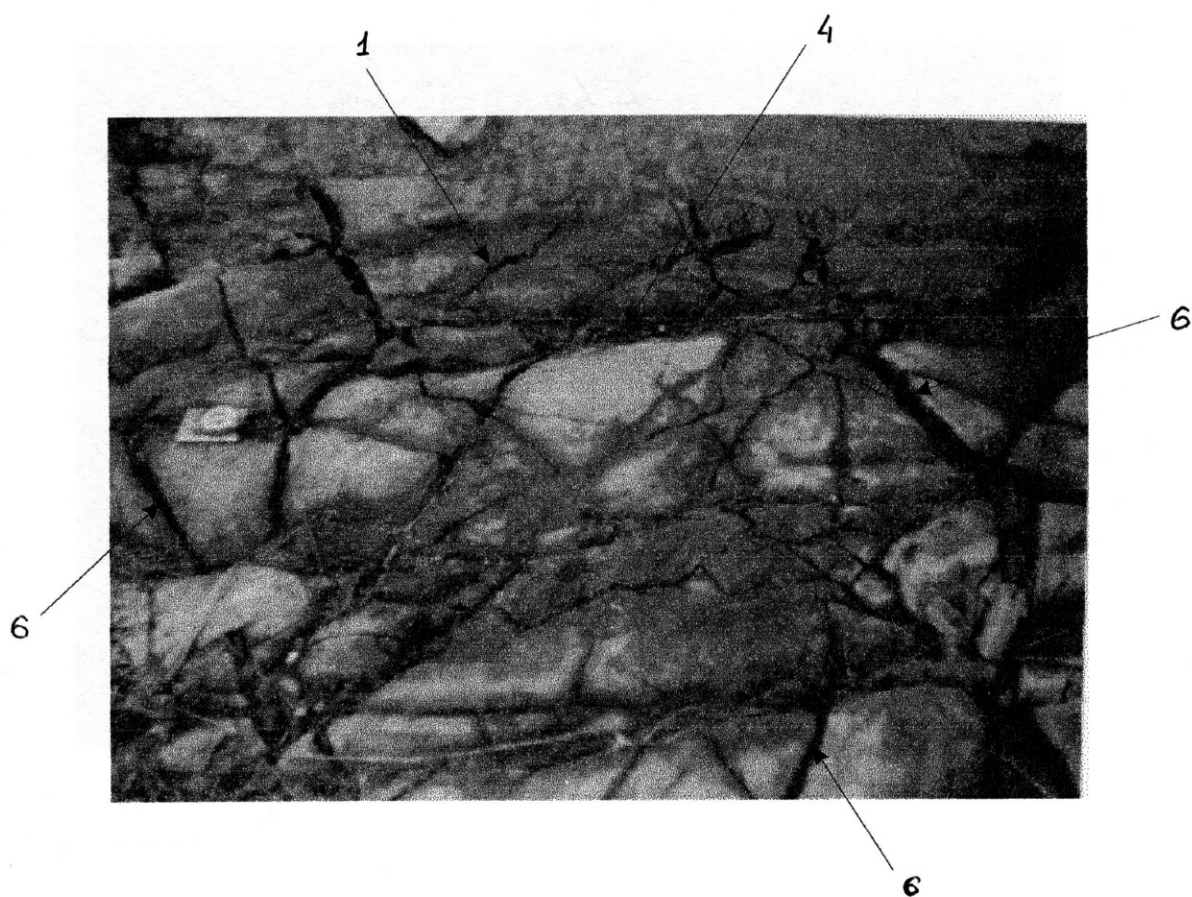


Рис. 4.32 - Тріщини сколювання (1), (4) та (6) в відкладах стрийської свити. Долина річки Стрий (фото О.М. Трубенка, 1999).

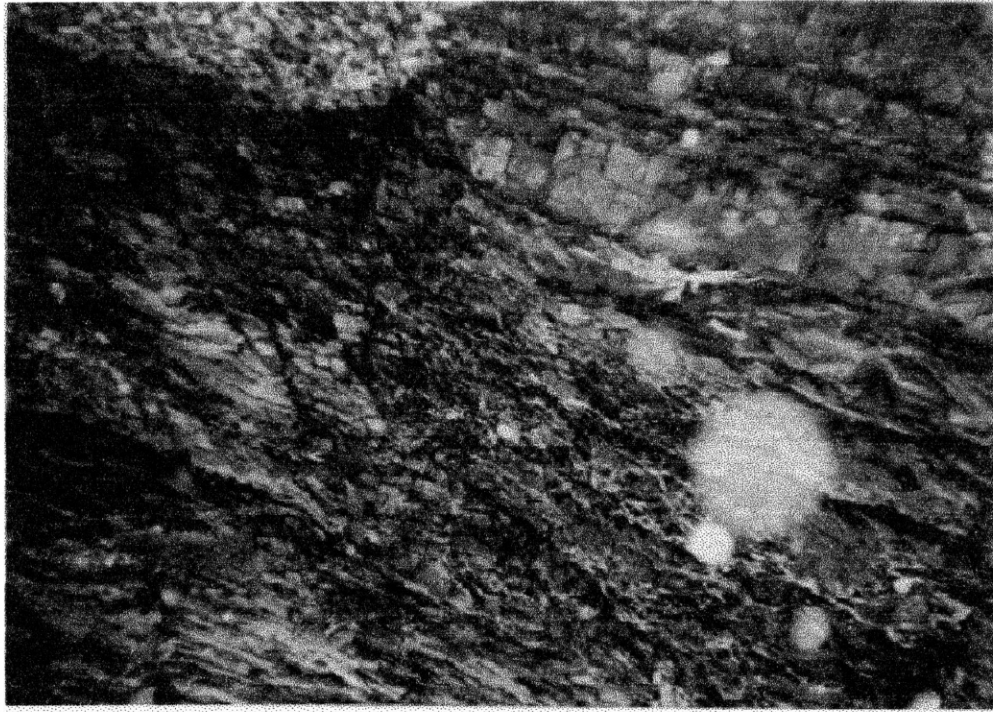


Рис. 4.33 - Зона дроблення в відкладах менілітової свити. Долина річки Стрий (фото О.М. Трубенка, 1999).

Відслонення 5

На відстані 120 м від підвісного мосту в м. Борислав біля пункту збору нафти на лівому березі р. Тисмениця спостерігається вихід крила складки, котра представлена породами бистрицької свити (Рис. 4.34). Це зелено-сірі та темно-зелені невапняковисті аргіліти та сірі алевроліти.

У відслоненні спостерігаються тріщини сколювання з азимутом простягання ПдЗх $210-240^{\circ}$ (тріщини 6). Одна частина їх падає на південний схід, а друга частина на південний захід, кути падіння відносно крила складки $70-85^{\circ}$. Тріщини сколювання рівні, в деяких частинах відслонення стінки тріщин пришлифовані і характеризуються розкритістю 1-3 мм.

Відслонення 6

На відстані 1200 м від мосту через р. Бистриця на північній окраїні м. Борислав спостерігається відслонення порід менілітової свити. Породи представлені чергуванням темно-сірих майже чорних аргілітів та алевролітів з прошарками дрібно- і середньозернистих пісковиків. Вся товща порід розбита тріщинами, ширина яких змінюється від долей міліметра до 2-3 мм. Відслонення характеризується серією мікронасувів, а також наявністю всіх виділених систем тріщин (Рис. 4.35).

Так у склепінних та синклінальних частинах складок виділяються тріщини відриву (тріщини 5), котрі характеризуються значною розкритістю від 5-10 мм до 1,2

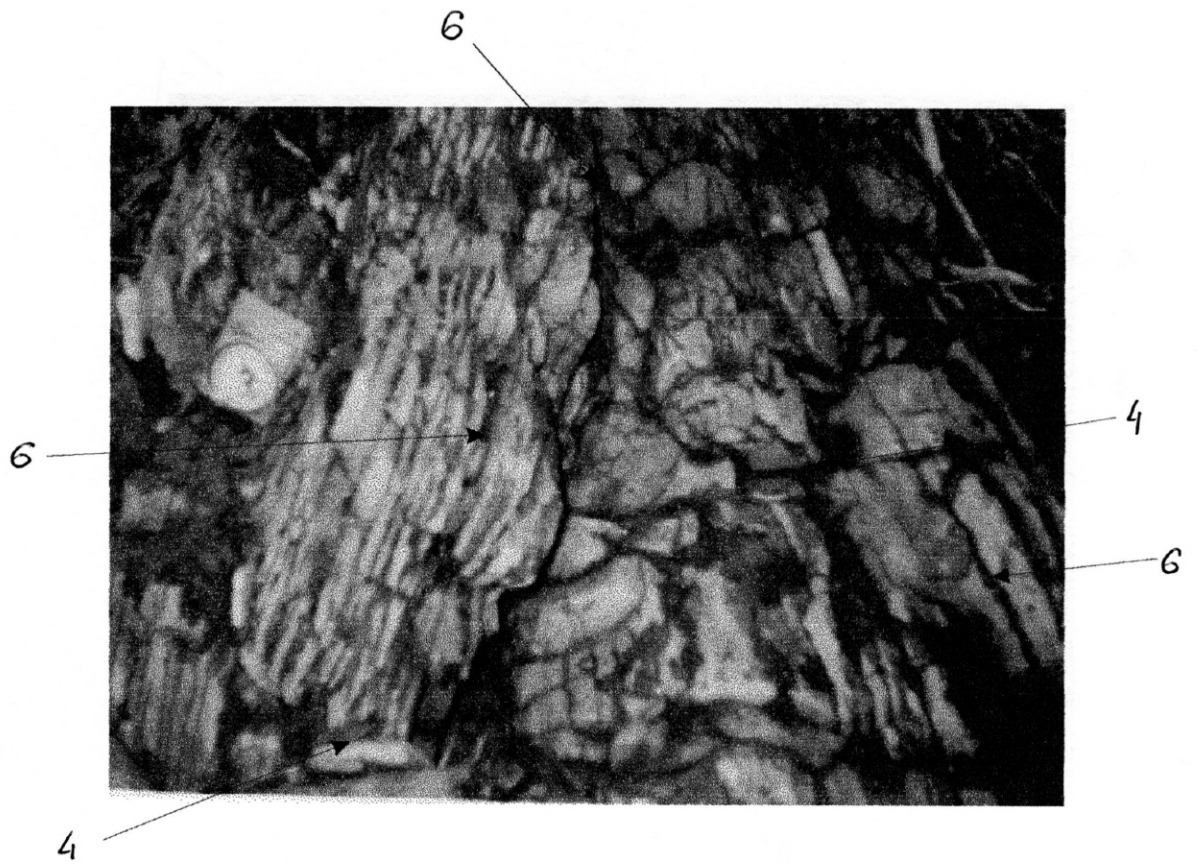


Рис. 4.34 - Тріщини сколювання (6) та (4) в відкладах бистрицької свити. Долина річки Тисмениця (фото О.М. Трубенка, 1999).

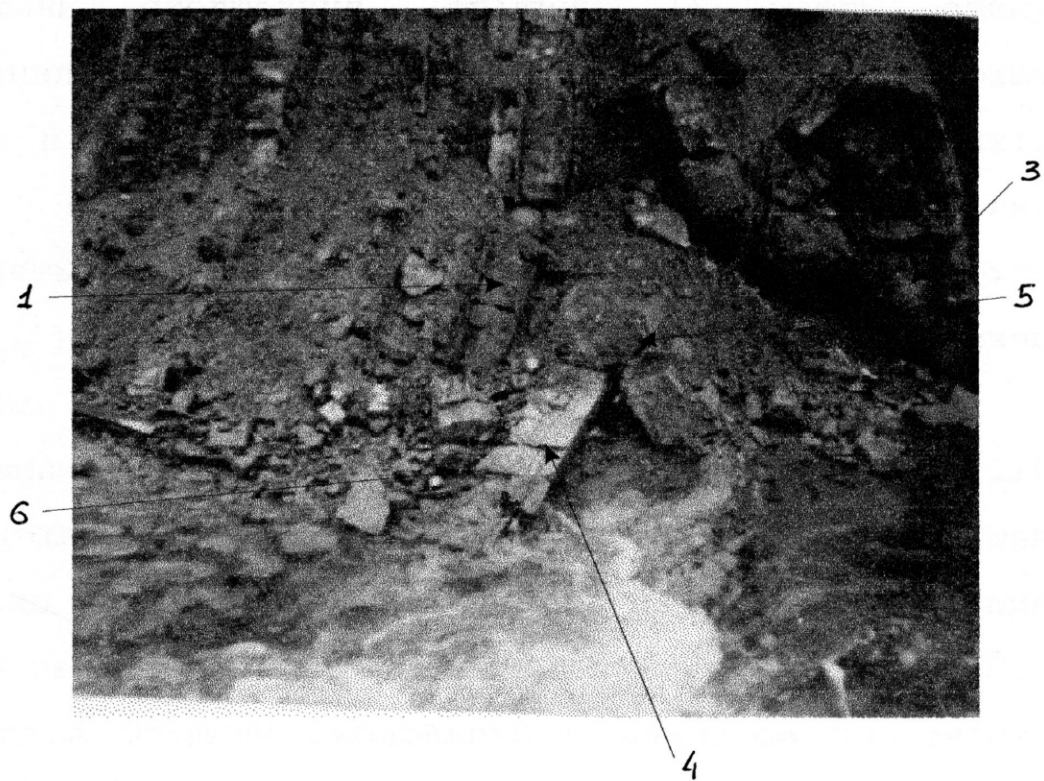


Рис. 4.35 - Тріщини відриву (2, 5) та тріщини сколювання (1, 3, 4, 6) в відкладах менілітової свити. Долина річки Тисмениця (фото О.М. Трубенка, 1999).

см. Площини тріщин мають простягання ПдСх $140-160^{\circ}$ та перетинають пласти порід під кутом $80-90^{\circ}$.

Тріщини сколювання (тріщини 1) мають азимут простягання ПдЗх $220-240^{\circ}$. Частина площин цих тріщин падає на південний схід, а частина на південний захід. Тріщини відриву, (тріщини 2) більшість яких зустрічається на крилах, вони як правило більш розкриті, ніж тріщини сколювання (до 5-8 см), заповнені кальцитом.

Тріщини сколювання з азимутом простягання ПдСх $110-140^{\circ}$ (тріщини 3 і 4), площини тріщин 3 розміщені паралельно заляганню пластів гірських порід, а площини тріщин 4 перетинають пласти порід під кутом майже 90° .

Є також тріщини сколювання з азимутом простягання ПдЗх $220-250^{\circ}$, і кутом падіння слідів їх на поверхні напластування $70-85^{\circ}$ в південно-західному та південно-східному напрямках порівняно з напрямком локальних структур (тріщини 6).

Відслонення 7

На відстані біля 750 м, вгору проти течії річки Дністер, від окраїни с. Лопушанка - Хомина спостерігаються виходи на денну поверхню відкладів стрийської свити у вигляді продовження крила антиклінальної складки (рис. 4.36). Породи представлені трьохкомпонентним флішем, до складу якого входять: сірі і буровато-сірі, щільні, тонкошаруваті, кварцові, вапняковисті алевроліти; тонкозернисті, сірчисті, з вапняковим цементом пісковики та темно-сірі, невапняковисті аргіліти, товщина прошарків яких складає

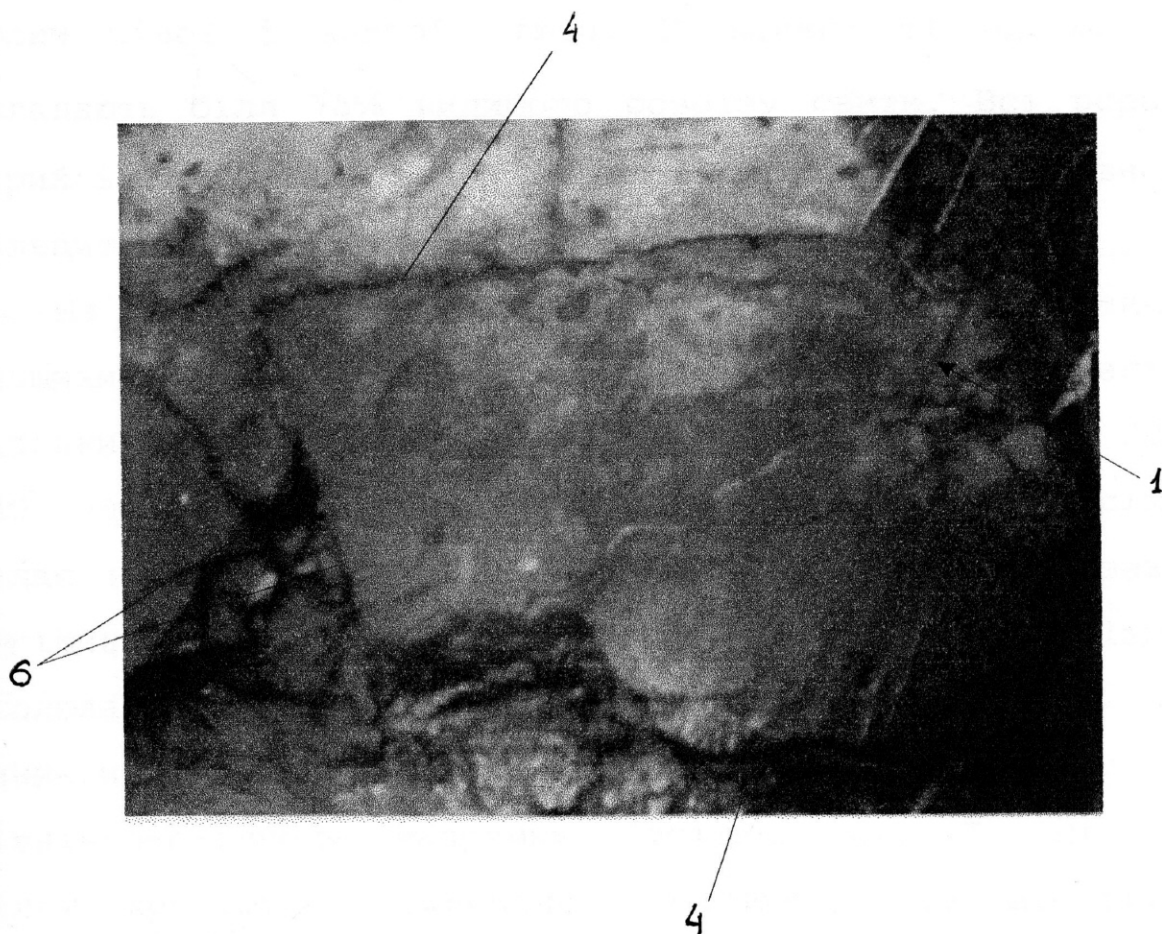


Рис. 4.36 - Тріщини сколювання (1, 4, 6) в відкладах стрийської свити. Долина річки Дністер (фото О.М. Трубенка, 1999).

10-15 см. На площинах напластування спостерігаються луски білої і жовтої слюди. Пісковики та алевроліти складають біля 75% видимого розрізу свити. Всі породи стрийської серії розбиті тріщинами, які, заповнені кальцитом.

На крилі складки відмічаються тріщини сколювання, площини яких направлені під кутом до поверхні пластів гірських порід. Азимут простягання цих тріщин ПдЗх $205-240^{\circ}$ (тріщини 1, система hko). Частина з цих тріщин падає на південний схід, а інша - на південний захід (тріщин 1). Також значний розвиток мають тріщини сколювання із азимутом простягання ПдЗх ($200-230^{\circ}$), які виникли за рахунок дії тектонічних сил, що діяли в північно-східному напрямку (тріщини 6). Їх площини більш крутіші в склепінній частині, ніж на крилі складки.

Відслонення 8

На відстані 800 м від попереднього відслонення вверх проти течії річки Дністер на правому березі зустрічаються виходи на денну поверхню відкладів вигодської свити, які представлені чергуванням світло-сірих пісковиків (15-20 см) і зеленувато-сірих глин. В лівій частині відслонення ці породи сильно зім'яті у складку (Рис. 4.37).

На відслоненні спостерігаються тріщини сколювання (система hol) південно-східного простягання ($120-140^{\circ}$), які характеризуються пришлифованістю стінок, їх рівністю та порівняно невеликою розкритістю (до 0,5-1,5 мм). Одна частина цих тріщин має азимут падіння ПдСх, а

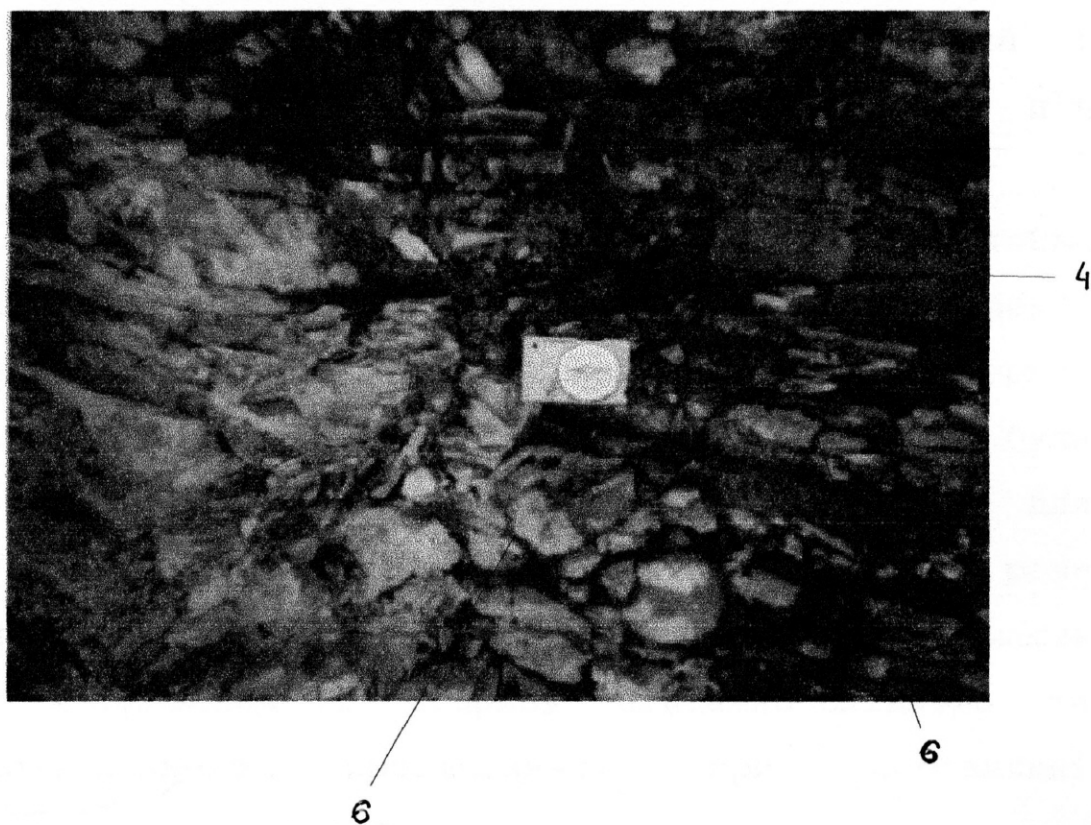


Рис. 4.37 - Тріщини сколювання (4, 6) в відкладах вигодської свити. Долина річки Дністер (фото О. М. Трубенка, 1999).

інша - ПдЗх (тріщини 4).

У відслоненні зустрічаються тріщини сколювання (тріщини 6), які мають азимут простягання ПдЗх (200-240°). Площини тріщин 6 мають південно-східний і південно-західний напрямок падіння і розташовані під кутом 70-80° до поверхні напластування порід.

В результаті первинної камеральної обробки фактичного матеріалу, одержаного при проведенні польових спостережень у відслоненнях по структурно-тектонічних матеріалах північно-західного району були побудовані рози-діаграми на сітці Вальтера-Шмідта для тріщин сколювання і відриву (рис. 4.38, 4.39). З роздіаграм видно, що найбільше розповсюдження мають тріщини сколювання і відриву південно-східного та південно-західного простягання, при порівнянні відмічається їх подібність в напрямках азимутів простягання.

4.4. Узагальнення інформації щодо результатів досліджень тріщинуватості по районах

Як вже згадувалось в попередніх главах, проведено спостереження тріщинуватості гірських порід по шести маршрутах південно-східного району, де опрацьовано 208 відслонень. В центральному районі спостереження проводились по трьох маршрутах, де опрацьовано 74 відслонення. В північно-західному районі спостереження проводились по трьох маршрутах, де опрацьовано 70 відслонень. Всього дослідженнями охоплено 352

ПІВДЕННО-СХІДНИЙ РАЙОН

система тріщин сколювання

система тріщин відриву

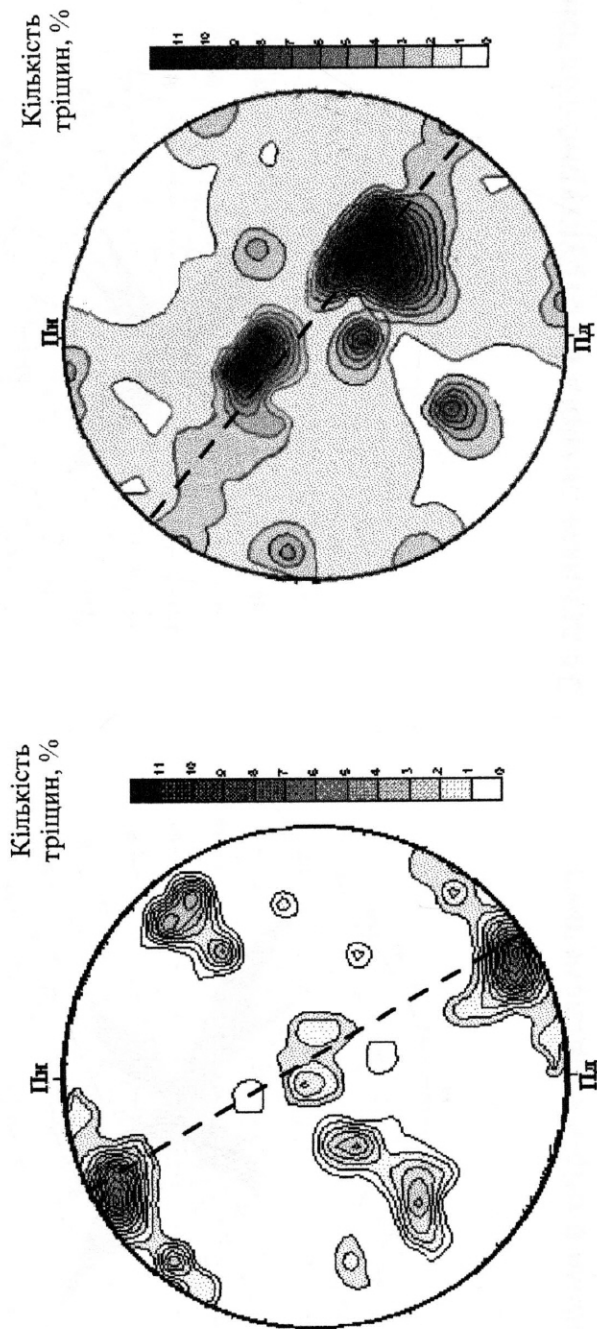
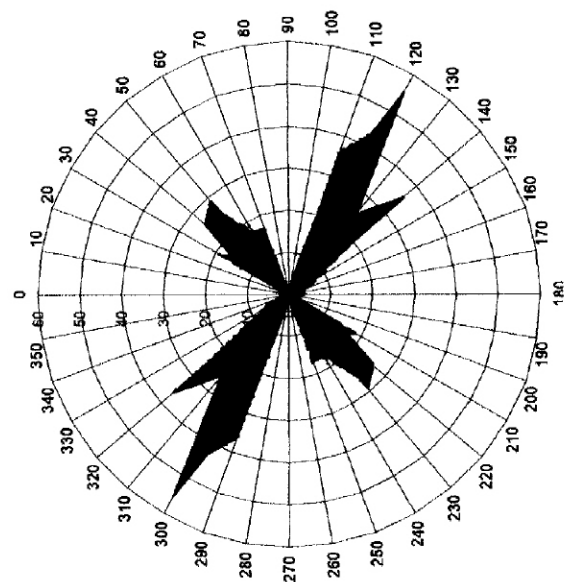


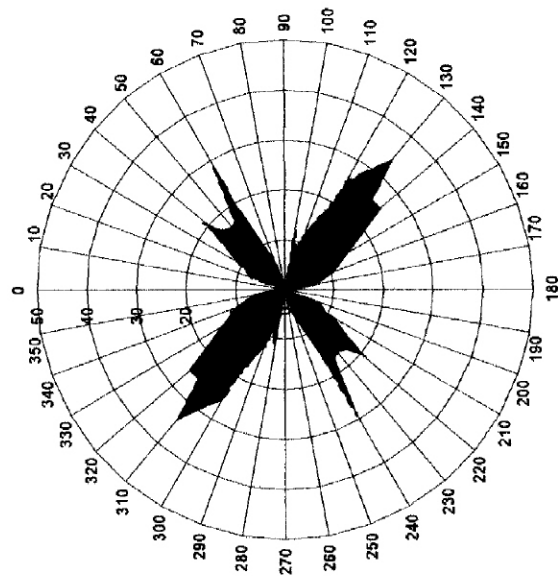
Рис. 4.38 - Діаграми тріщинуватості гірських порід у відслоненнях центрального району Внутрішньої зони Передкарпатського прогину

Склав: О.М. Трубенко (1999)

ПІВДЕННО-СХІДНИЙ РАЙОН



За даними вимірів у відслоненнях



**За даними вимірів на структурно-тектонічних
картах та геологічних профілях,
які побудовані КГТП Івано-Франківського УБР**

**Рис. 4.39 – Рози-діаграми тріщинувалості гірських порід для центрального району
Внутрішньої зони Передкарпатського прогину
Склав: О.М. Трубенко (1999)**

відслонення, де проведено більше ніж 4500 вимірів параметрів тріщин (азимут простягання та кут падіння).

За рахунок більш кращої відслоненості та меншої задернованості в південно-східному районі досліджень було отримано більший об'єм даних вимірів тріщин. В центральному та північно-західному районах відслонення більш задерновані, але при застосованні розчисток дозволили нам провести в достатній мірі всі дослідження тріщинуватості.

Переважаючі тріщини в досліджуваному регіоні, це тріщини сколювання (65 %), тріщини відриву зустрічаються дещо рідше - 33 %.

Серед тріщин сколювання та відриву нами виділено 6 систем тріщин.

Слід відмітити, що крім шести систем тріщин, зустрічаються хаотичні тріщини в гірських породах, які не піддаються класифікації. Ці тріщини за морфологічними ознаками важко віднести до тектонічних тріщин. До хаотичних за геоморфологічними ознаками відносяться тріщини усихання, вивітрювання, бокового відриву, відшарування. Ці тріщини спостерігаються в основному в породах "старих" відслонень, які зазнали процесів фізичного і хімічного вивітрювання.

На блок-діаграмі насуву нами вперше нанесено кожну з виділених систем тріщин, крім хаотичних [70]. З блок-діаграми видно, що розкриті тріщини відриву (5), як правило розміщені в склепінних ділянках насувних структур, на крилах розвинуті в основному тріщини сколювання (3,4,6), але вони в меншій кількості також

спостерігаються і в склепінній частині складок (рис. 4.40).

Названий розподіл типів тріщин в межах локальних структур дає пояснення чому в склепіннях складок, до яких належать поклади вуглеводнів, дебіти свердловин завжди вищі порівняно з периферійними ділянками. Це пояснюється тим, що тектонічні тріщини відриву (5), які локалізуються в склепінній частині, відіграють основну роль в нагромадженні нафти і газу в пастці, в той час, як тріщини сколювання (3, 4, 6), що розташовані на крилах і перикліналях впливали на процес латеральної міграції флюїдів в напрямку від крил до склепінь. Цьому також безумовно сприяли більші величини геостатичних тисків на крилах локальних структур в порівнянні з їх склепінням.

У результаті камеральної обробки даних польових спостережень були побудовані рози-діаграми систем тріщин, на яких показано їх орієнтацію, згідно виділених систем, окремо для кожного із виділених районів в досліджуваному регіоні (Рис. 4.41).

Всі названі типи тріщин відображені також на діаграмах тріщинуватості в ізолініях, що показують розповсюдження тріщин (Рис. 4.42) [71]. З аналізу наведених роз-діаграм можна зробити висновок, що найбільш розповсюдженими в районі досліджень є тріщини сколювання і відриву, поверхні яких мають південно-східне та південно-західне простягання. Як видно з діаграми тріщинуватості в ізолініях, дія тектонічних зусиль в досліджуваному районі відбувалася з

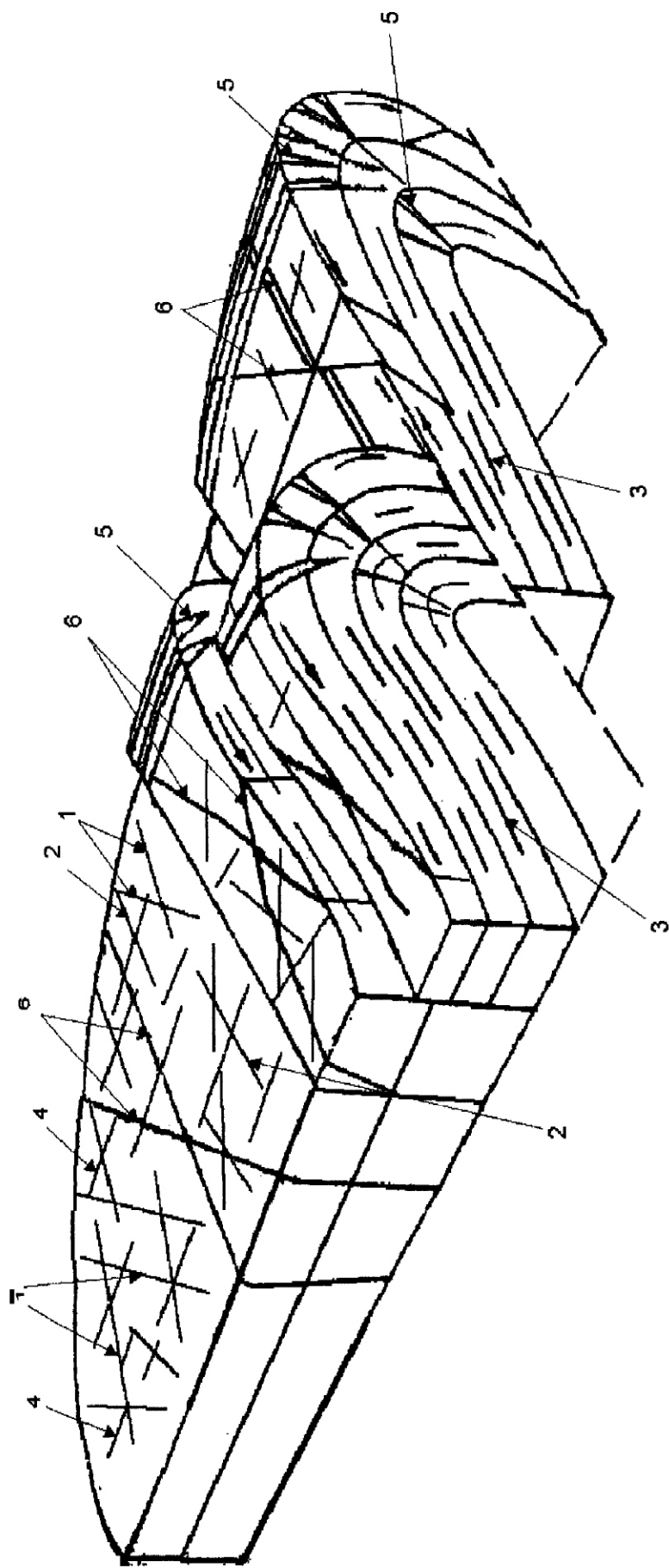
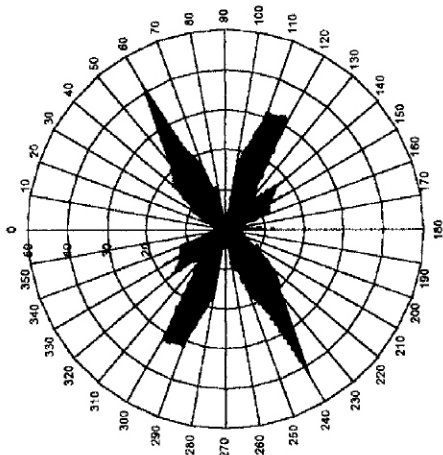


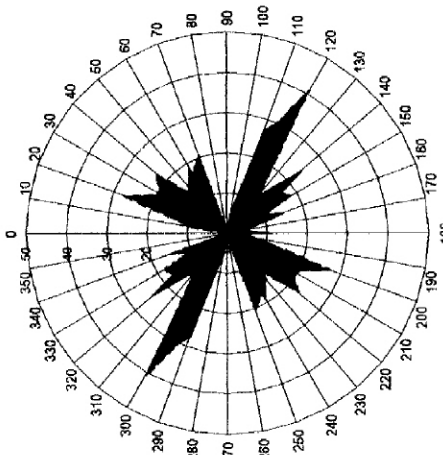
Рис. 4.40 - Блок-діаграма насуву

1 - первинні тріщини сколювання, які виникли в пласті, на початку дії прикладених до нього зусиль, азимутом простягання ПДЗх $220-250^{\circ}$; 2 - первинні тріщини відриву, які виникли в пласті, на початку дії прикладених до нього зусиль, з азимутом простягання ПДЗх $200-240^{\circ}$; 3 - тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку і паралельні нашаруванню, з азимутом простягання ПДСх $120-160^{\circ}$; 4 - тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку і перпендикулярні нашаруванню, з азимутом простягання ПДСх $140-170^{\circ}$; 5 - тріщини відриву, які виникли при згинанні пласта в складку, з азимутом простягання ПДСх $110-160^{\circ}$; 6 - тріщини сколювання, утворення яких пов'язано з інтенсивним складкоутворенням при ундуляції осей складки, з азимутом простягання ПДЗх $220-250^{\circ}$.

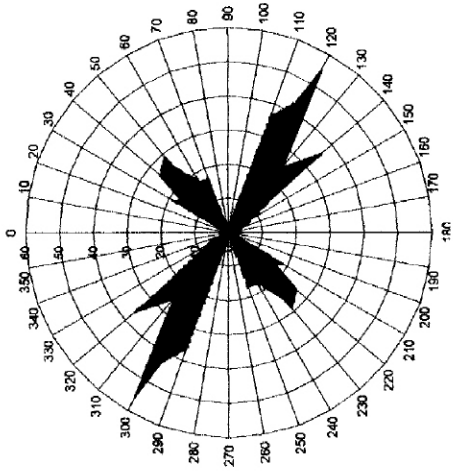
ЗА ДАНИМИ ВИМІРІВ У ВІДСЛОНЕННЯХ



північно-західний район

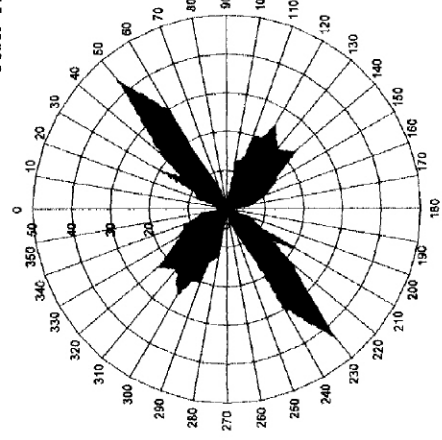


центральний район

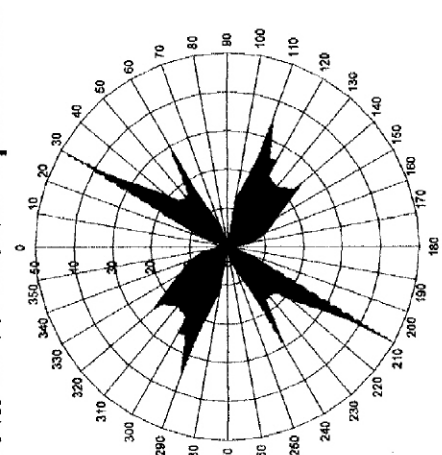


південно-східний район

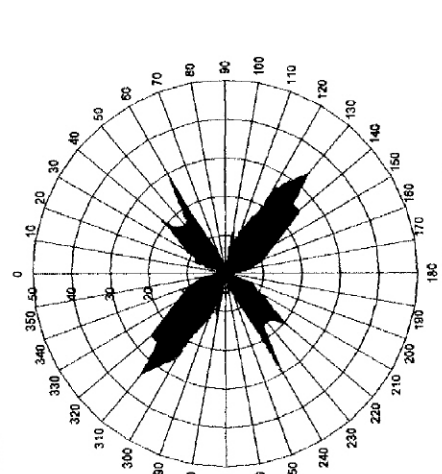
За даними вимірів на структурно-тектонічних картах та геологічних профілях, які побудовані КГТП Івано-Франківського УБР



північно-західний район



центральний район



південно-східний район

**Рис. 4.41 – Рози-діаграми трішнурватості гірських порід
Внутрішня зона Передкарпатського прогину**

Склав: О.М. Трубенко (1999)

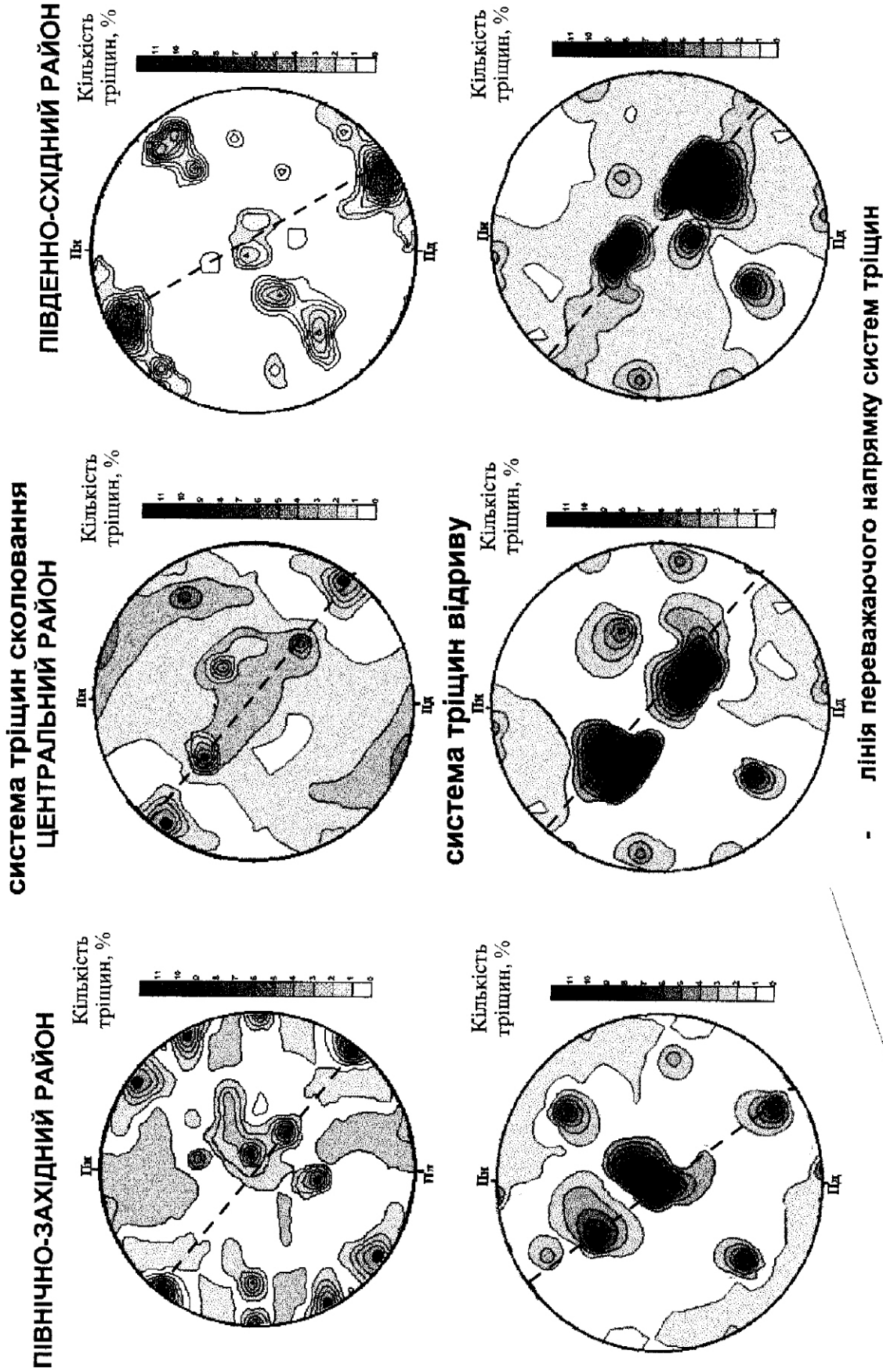


Рис. 4.42 - Діаграми трішнунуватості гірських порід у відслоненнях Внутрішня зона Передкарпатського прогину
 Склад: О.М. Трубенко (1999)

південного заходу на північний схід, хоч на певних стадіях еволюційного формування складчастості мала місце зміна домінуючого напрямку дії тектонічних сил, за рахунок чого здійснювався значний ріст амплітуд складок, а також відбувалося формування складок з ундулюючими головними осями [72]. Під час проведення польових спостережень попередньо аналізувались тріщини за морфологічними ознаками, а детальний аналіз проведено за допомогою графічних побудов в процесі камеральної обробки.

За морфологічними ознаками тріщин встановлено, що переважають в гірських породах тріщини сколювання і сплющування, які утворились внаслідок дії стискуючих сил. Тріщин відриву виявлено в породах дещо менше в порівнянні з тріщинами сколювання. Вони зустрічаються, як правило в склепіннях антикліналей і синклінальних замках та розсікають пласти гірських порід перпендикулярно до площини напластування. Хаотичні тріщини, до яких за морфологічними ознаками відносяться тріщини усихання та вивітрювання, що спостерігаються в породах "старих" відслонень, які зазнали процесів фізичного і хімічного вивітрювання, в розах-діаграмах не враховувались. Слід відмітити, що у відслоненнях в межах досліджуваного регіону відмічається загальна переважаюча орієнтація тектонічних тріщин $220-250^{\circ}$, а також другорядна - з орієнтацією тріщин - $110-160^{\circ}$. Спостерігається також в кожному конкретному відслоненні деяке відхилення ($10-15^{\circ}$) орієнтації тектонічних тріщин від домінуючої в регіоні.

4.5. Розробка методики комп'ютерної обробки даних параметрів тріщин

При польових дослідженнях тріщинуватості гірських порід накопичується великий об'єм кількісних вимірів тріщин, які потребують подальшої обробки для визначення різних геотектонічних характеристик.

Обробка даних польових спостережень тріщинуватості гірських порід в ручну потребує великої затрати часу, побудова особливо роз-діаграм. Тому виникло питання розробки комп'ютерних програм для швидкої та якісної обробки масових вимірів тріщин у відслоненнях.

В основу побудови лягли дані розподілу тріщин за генезисом. Саме за цією ознакою можна зробити висновок про закономірності розподілу тріщин в просторі. Якщо не врахувати походження тріщин, тобто на діаграму нанести тріщини різного генезису, то такі діаграми дадуть хибне уявлення про їх орієнтацію в просторі. За допомогою роз-діаграм визначається переважаючий напрям простягання тріщин. Побудова таких діаграм описана в третьому розділі із геологічної літератури [42, 43, 44, 45, 65]. Нами розроблено алгоритм програми "SLICER" (рис. 4.43), яка дозволяє проводити швидку обробку польового матеріалу. Програма "SLICER" розроблена на алгоритмічній мові "PASKAL", текст програми наведено в додатку А. Як технічний засіб для проведення

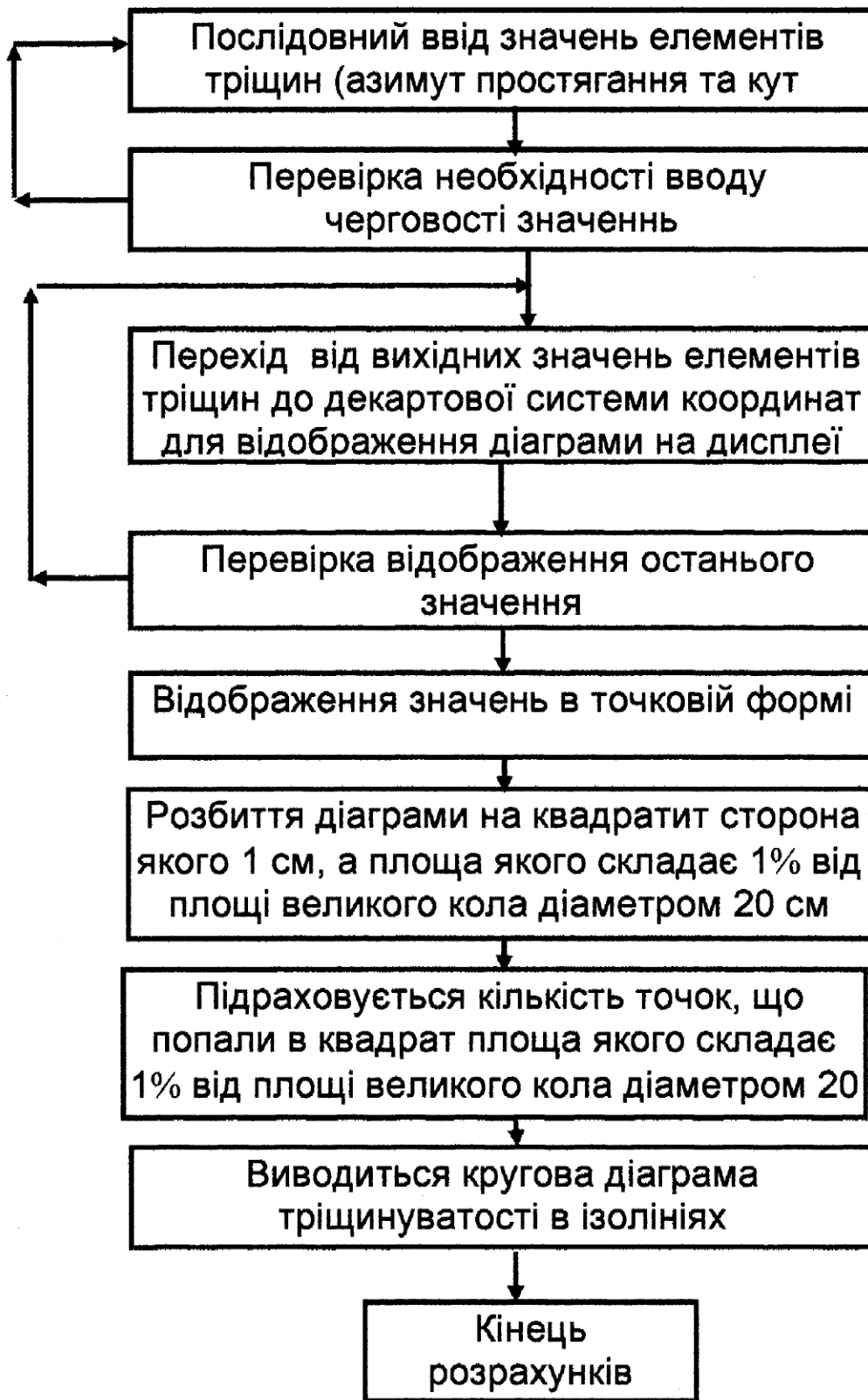


Рис. 4.43 - Алгоритм програми "FISSURITY" для будови кругових діаграм тріщинуватості в ізолініях

Склав: Трубенко О.М. (1999)

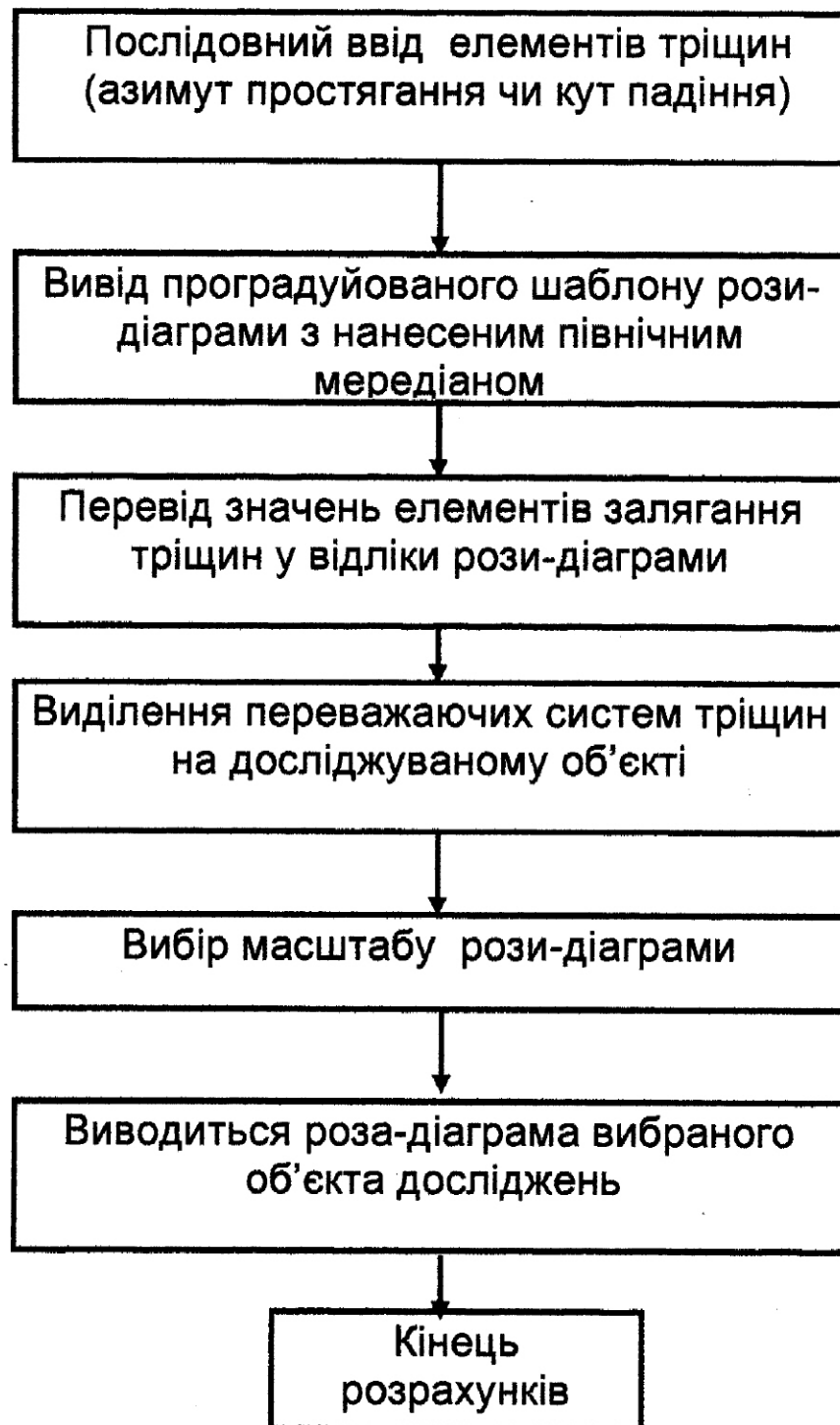


Рис. 4.44 - Алгоритм програми "SLICER" для
побудови роз-діаграм тріщин
Склав: Трубенко О.М. (1999)

побудов за розробленою програмою використовується ПЕОМ ІВМ 80486.

У результаті таких побудов можна отримати розу-діаграму окремо вибраного відслонення або району чи регіону.

Для відображення результатів обробки, як відомо, найчастіше використовують кругові діаграми в ізолініях, які будуються із застосуванням сітки Вальтер-Шмідта.

Цей метод побудови кругової діаграми тріщинуватості нами використаний для відновлення тектонічних напруг, які існували в гірських породах під час виникнення в них тріщин та визначення переважаючого напрямку дії складкоутворних рухів, що діяли в регіоні. За побудованою діаграмою можна робити припущення про спряженість пар систем тріщин, а також можна визначити осі не однієї, а двох або більше різновікових напруг, які діяли в певний момент свого розвитку на досліджуваній території.

На діаграму тріщинуватості замість самих площин тріщин, які б зображувались на сітці у вигляді ліній великих кругів, наносять тільки проекції точок пересічення нормалі до площин тріщин з верхньою напівсферою. Таким чином, кожна тріщина зображується на діаграмі точкою. В результаті нанесення всіх вимірів отримуємо точкову діаграму для відслонення або ділянки відслонення. На основі отриманої діаграми проводимо ізолінії густини точок, що припадають на одиницю площі.

Нами розроблено програму комп'ютерної обробки даних польових вимірів тріщинуватості гірських порід. Програма "FISSURITY" розроблена в середовищі "DELPHI" з використанням блоків програм написаних на алгоритмічній мові програмування "PASCAL" (додаток Б). Побудова діаграми тріщинуватості в ізолініях проводиться в спеціалізованому програмному пакеті "Surfer" версії 6.04 фірми Golden Software. Як технічний засіб для проведення побудов за розробленою програмою використовується ПЕОМ IBM 80486.

Для розробки алгоритму побудови кругових діаграм тріщинуватості в ізолініях використана методика побудови, яка описана в третьому розділі [42, 43, 44, 65, 66]. За цією методикою розроблений алгоритм "FISSURITY" для первинної обробки польового матеріалу (рис. 4.44).

Таким чином, з допомогою розроблених алгоритмів побудови роз-діаграм та кругових діаграм тріщинуватості в ізолініях прискорюється час обробки і зникає суб'єктивізм, пов'язаний з обробкою польового матеріалу, а розроблені програми дають змогу просторового моделювання тріщинуватості гірських порід досліджуваного регіону.

РОЗДІЛ 5

УТВОРЕННЯ ТРІЩИН В ГІРСЬКИХ ПОРОДАХ В ПРОЦЕСІ ДІЇ СКЛАДКОУТВОРНИХ ТЕКТОНІЧНИХ СИЛ

5.1. Основні етапи утворення тріщин в процесі формування локальних структур

Вивчення характеру тектонічної тріщинуватості гірських порід, а особливо орієнтації тріщин в просторі, дає можливість визначити напрямок дії тектонічних сил, а отже напрям руху флішових гірських порід в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Ця проблема достатньо не вивчена в Карпатському регіоні, і потребує подальших досліджень.

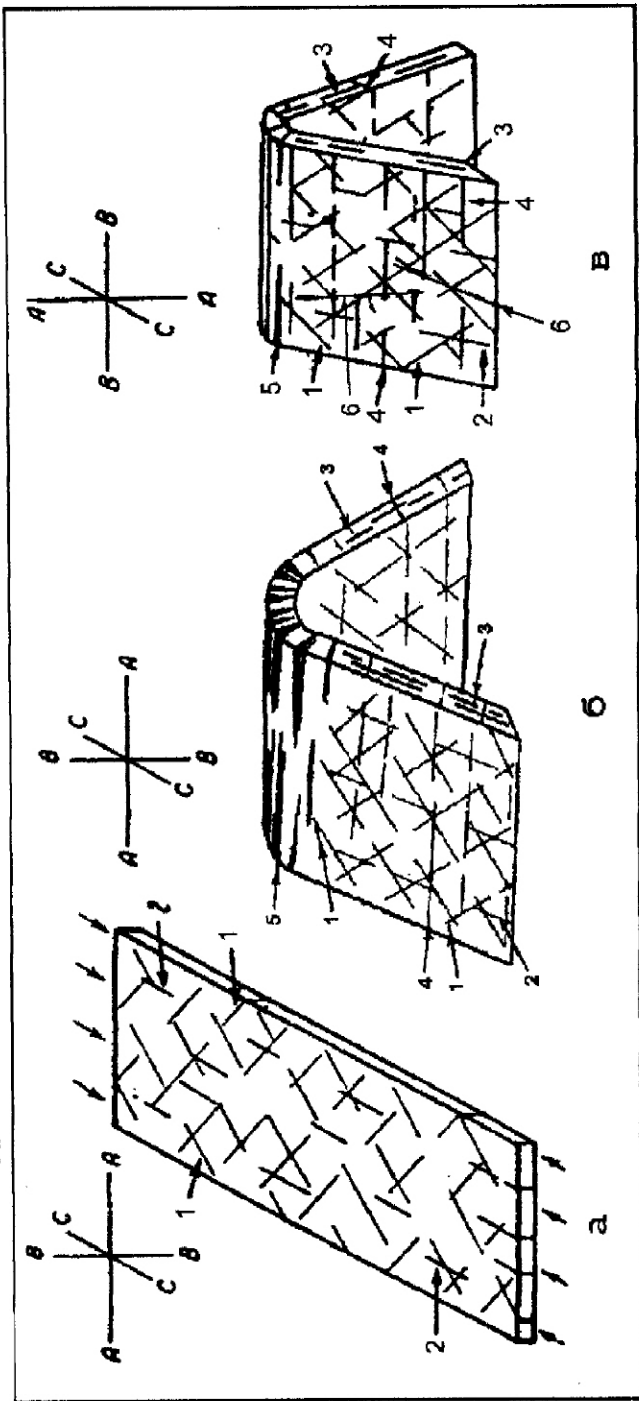
Тріщинуватість гірських порід південно-східної частини Внутрішньої зони Передкарпатського прогину вивчалась, починаючи з 50^х років [11, 24-26].

Проведені автором дослідження були спрямовані на вивчення тріщин, уточнення і визначення їх орієнтації в просторі в природних відслоненнях долин річок Черемош, Рибниця, Пістинька, Річка, Лючка, Прут, Бистриця-Надвірнянська, Лімниця, Чечва, Свіча, Мізунька, Стрий, Дністер та їх притоків.

Аналіз умов формування кожної з виділених системи тріщин дозволяє пояснити основні положення механізму їх формування в процесі складкоутворення. Цю роботу розпочав в Покутсько-Буковинських Карпатах проф. О.О. Орлов в 1965 році. Дослідження в цілому по Внутрішній зоні Передкарпатського прогину виконані з безпосередньою участю автора. Згідно з

теоретичними основами геотектоніки [42, 44], еліпсоїд деформації орієнтований так: мала вісь еліпсоїда деформації **C** (головна вісь деформації) орієнтована та розміщується приблизно горизонтально і вхрест до простягання складчастості; середня вісь еліпсоїда деформації **B**, по якій також проходить скорочення розмірів ділянки, що деформується, хоч дещо менше, ніж по осі **C**, розміщується також горизонтально, але паралельно до простягання складок; довга вісь еліпсоїда деформації **A** (вісь подовження ділянки, що деформується) орієнтована вертикально.

Заслуговує уваги, що в результаті проведених нами досліджень встановлено, що в процесі формування окремих складок напрям дії тектонічних сил змінювався. Процес тріщиноутворення в районі досліджень можна поділити на три основні етапи. Перший етап - це початковий період дії тектонічних сил, коли пласти гірських порід ще були відносно в простих геологічних умовах (можливо мали горизонтальне положення). В цей етап сформувалися первинні тріщини сколювання, орієнтовані під кутом до осі стиснення **C** і первинні тріщини відриву, площини яких вертикальні і паралельні до напрямку дії стискуючих зусиль (рис. 5.1а, тріщини 1 і 2). Під час початкового періоду дії процесів стиснення продовжується на деяких ділянках утворення тріщин відриву поздовж вісі структур. На цьому етапі довга



ис. 5.1 - Теоретична модель формування тектонічних тріщин при складкоутворних процессах
 (а) - до згину, (б) - під час згину (в) - після згину в складку.

Склали: О.О. Орлов, О.М. Трубенко, 2000.

1 - первинні тріщини сколювання, які виникли в пласті, на початку дії прикладених до нього зусиль; 2 - первинні тріщини відриву, які виникли в пласті, на початку дії прикладених до нього зусиль; 3 - вторинні тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку паралельні нашаруванню пластів; 4 - вторинні тріщини сколювання, які утворились в процесі згинання пласта в складку і перпендикулярні нашаруванню пластів; 5 - тріщини відриву, які виникли при згинанні пласта в складку; 6 - тріщини сколювання, утворення яких пов'язано з інтенсивним складкоутворенням при ундуляції осей складки.

вісь **A** еліпсоїда деформації в районі досліджень орієнтована майже горизонтально. Вісь **B** під час цього періоду була вертикальною.

Другий етап тріщиноутворення характеризується тим, що в процесі складкоутворення сформувались тріщини 3-4-5 (рис. 5.1б). На цьому етапі положення осей **A**, **B** і **C** в просторі залишається без зміни, згідно Л.У. де Сіттера [11], коли горизонтально залягаючий пласт згинається в складку, формуються вторинні тріщини сколювання 3, площини яких паралельні до площини напластування і до тріщини сколювання 4 на крилах структури, які перетинають пласти під кутом майже 90° , а також тріщини відриву 5 в їх склепіннях.

На третьому етапі тріщиноутворення з підвищенням інтенсивності дії сил стиснення по вісі **C**, положення осей **B** і **A** змінюються в просторі. Обертання еліпсоїда деформації навколо вісі **C** відбувається на 90° . Вісь **B** займає горизонтальну позицію, а вісь **A** займає вертикальну позицію (рис. 5.1в). Вісь **C** залишається на місці, переважно в напрямку процесів стиснення і деформації пластів гірських порід. На цьому етапі формуються тріщини сколювання 6 в результаті зміни дії тектонічних зусиль, про що свідчать ундуюльовані осі складок. На цьому етапі продовжується розтягання структур в вертикальному напрямку тому, що складки почали інтенсивно рости і їх склепіння піднялися. Продовжується утворення і ускладнення тріщин відриву 5, також ускладнюються

тріщини сколювання 3-4. Слід відзначити, що в цей період тріщини сколювання 4, які мають напрямок простягання на південний-схід часто перетворюються в локальні підкиди північно-східного напрямку, що відповідає дії тектонічних сил в напрямку осі **С** еліпсоїда деформації. За даними досліджень, проведених у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину можна сказати, що тут постійно діяли тангенціально-спрямовані тектонічні сили по осі **С**, а осям **А** і **В** міняли своє положення в просторі, тому домінуючий напрямок дії тектонічних сил в регіоні досліджень проходить по осі **С**, а осі **А** і **В** міняли своє положення в просторі.

Враховавши вік тріщинуватих гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину, складкоутворення і формування насувів, слід віднести до сарматського віку. Процес структурно-тектонічного ускладнення форм залягання гірських порід в регіоні продовжується і в наші дні [53].

У результаті виконаних досліджень автором доповнена класифікація (О.О. Орлов, 1965) тектонічних тріщин в локальних структурах Передкарпатського прогину, яка наведена на рис. 5.2.

5.2. Визначення районів з найбільшою інтенсивністю дії тектонічних сил за даними вимірів тріщин

При оцінці перспектив нафтогазоносності відкладів на нових площах, як правило враховують такі критерії: наявність структури-пастки для вуглеводнів, наявність

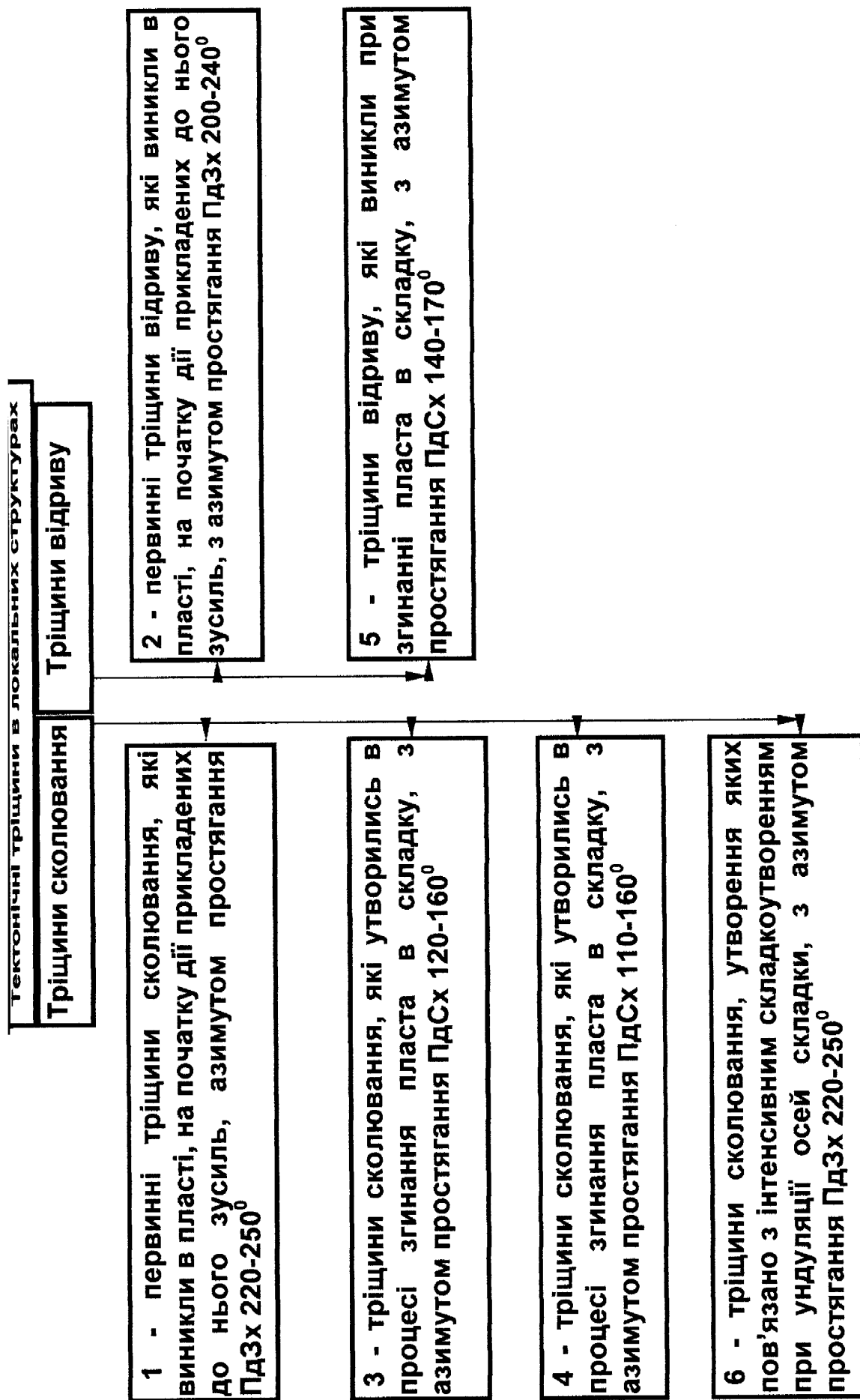


Рис. 5.2 - Класифікація тектонічних тріщин для локальних структурах
Передкарпатського прогину

Склали: О.О. Орлов із доповненнями О.М. Трубенко (1999)

порід-покришок і особливо колекторів. Колектори, як правило, оцінюються такими параметрами: пористість, проникність і тріщинуватість. Слід відмітити, що останній повністю в кількісному відношенні майже ніколи не оцінюють, а в більшості випадків, вказують генетичний характер тріщин, їх розкритість, яким матеріалом заповнені тріщини, тощо. А такий дуже важливий критерій який причому є і кількісним параметром, як коефіцієнт густоти тріщин, як правило, не досліджується і не враховується. Цей коефіцієнт залежить також від інтенсивності складкоутворних рухів, які характеризуються коефіцієнтом інтенсивності структур [12]. Також коефіцієнт густоти тріщин може дуже впливати на результати оцінки прогнозних запасів вуглеводнів, особливо в нових районах, загальної оцінки перспектив нафтогазоносності, так як від нього залежить і коефіцієнт інтенсивності міграційних процесів при формуванні і руйнуванні покладів вуглеводнів.

Розробка комплексних комп'ютерних програм для об'єктивної обробки великої кількості геологічної інформації в даний час має надзвичайно важливе значення для дослідження еволюційного розвитку різних ділянок земної кори (платформ, геосинкліналей і перехідних ділянок - передгірських прогинів). У даній роботі автор приділяє увагу вивченню кількісних параметрів локальних структур, так як за кількісними характеристиками геологічних об'єктів можна оцінювати інтенсивність окремих тектонічних фаз та робити

порівняння ступеня інтенсивності тектонічної активності, оскільки ступінь тектонічної активності рухів в земній корі впливає на розміри та форму локальних структур, а також на розподіл в них тріщин різного генезису та різного просторового розміщення. До кількісних характеристик локальних структур відносяться: об'єм структури, її подовження (співвідношення малої і великої осей) та амплітуда. Дуже велике значення для оцінки тектонічних складкоутворних рухів та тріщиноутворення має величина співвідношення амплітуди структури (h) до її площі (S) в межах останньої замкнутої ізогіпси. В деяких випадках для визначення площі (S) можлива екстраполяція ізогіпс. Ця величина одержала назву коефіцієнта інтенсивності (i) структури, $i = h/S$ [12]. Таким чином, відношення величини амплітуди структури, до її площі достатньо чітко характеризує інтенсивність тектонічних складкоутворних процесів. Чим більше значення величини коефіцієнта інтенсивності структури (i), тим сильніше окремих пласт або ціла товща гірських порід зім'ята в складку i , відповідно, більша кількість тектонічних тріщин утворюються в результаті дії тектонічних сил. Коефіцієнт інтенсивності структури кількісно характеризує кінцевий результат дії тектонічних складкоутворних рухів, які мали місце в геологічному минулому того чи іншого району.

Питання кількісних характеристик локальних структур Карпатського регіону, а зокрема Передкарпатського прогину та інших областей в

геологічній літературі висвітлене на даний час О.О. Орловим [12, 73-75].

Вивчення кількісних характеристик локальних структур, а зокрема параметра (i) у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину в північно-західній його частині (Бориславський район), в центральній частині (Долинський район) і в південно-східній частині (Надвірнянський район), де відмічено, що структури за коефіцієнтом інтенсивності відрізняються в північно-західній, центральній і південно-східній її частинах. Це можна бачити із таблиці 5.1, яка доповнена кількісними характеристиками локальних складок Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, починаючи з Південногвіздецькою і закінчуючи Микуличинською.

Математико-статистична обробка результатів вивчення величин коефіцієнта інтенсивності локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показала (таблиця 5.2), що для північно-західної частини зони найбільша частота зустрічі значень коефіцієнта інтенсивності структур в інтервалі 20-80. Такі значення коефіцієнта інтенсивності структур характерні для Бориславського нафтогазоносного району. В центральній частині Внутрішньої зони Передкарпатського прогину зустрічаються структури із значеннями інтенсивності в інтервалі 20-50, це переважно структури Долинського нафтогазоносного району. Структури з найбільш високим значенням коефіцієнта інтенсивності структур відносяться до південно-східної частини Внутрішньої зони

Передкарпатського прогину. Тут коефіцієнт інтенсивності коливається в межах 97,56–173,9. Складки в цій частині Внутрішньої зони дуже високі, часто з вертикальними, нахиленими та нирячими в північно-східному напрямку осьовими площинами. Це структури: Гвіздецька, Пнівська, Битківська, Південногвіздецька, Микуличинська та інші [76, 77, 78].

Таким чином, за величинами коефіцієнтів інтенсивності структур можна зробити заключення, що в південно-східній частині Передкарпатського прогину при формуванні складчастих структур інтенсивність складкоутворних процесів в альпійську заключну фазу тектогенезу була вищою, ніж у центральній і північно-західній частинах, що привело тут до збільшення тектонічної тріщинуватості. Результати буріння глибоких свердловин (3-Лопушна, 1-Сергії), а також результати геофізичних досліджень підтверджують ступенеподібне занурення консолідованих мезо-палеозойських утворень Східноєвропейської платформи під Карпати [79, 80].

Таблиця 5.1

Кількісні характеристики локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину (за [12], з доповненнями О.М. Трубенка, 1997)

Структура	Вік	Розміри осей км	Площа структури, км ²	Амплітуда структури м	Коефіцієнт інтенсив- ності (<i>i</i>)
1	2	3	4	5	6
Старосамбірська	Н.Палеоцен	9,0x2,5	18,0	1500	83.30
Бориславська	Олігоцен	7,5x3,0	17,3	800	46.24
Борислав (Подільська ділянка)	Олігоцен	3,0x2,5	7,2	600	83,33
Іванківська	Олігоцен	7,5x3,0	18.0	1450	80.55

1	2	3	4	5	6
Орив-Уличнянська	Олігоцен	8,0x7,0	54,0	1100	20,37
Стинявська	Олігоцен	9,0x7,9	45,5	500	10,99
Стинявська	Еоцен	8,0x7,0	35,8	520	14,51
Срутинська	Олігоцен	1,2x2,3	25,7	1300	50,47
Вигода-Витвицька	Олігоцен	12,0x3,4	32,6	1100	33,70
Північнодолинська	Олігоцен	14,0x3,0	33,6	600	17,86
Північнодолинська	Еоцен	14,0x3,0	33,6	600	17,86
Долинська	Олігоцен	12,0x2,6	24,3	1150	47,35
Долинська	Еоцен	12,0x2,6	24,3	1150	47,35
Спаська	Олігоцен	9,2x3,0	25,5	1300	50,98
Космачська	Олігоцен	10,5x2,3	21,0	1100	52,38
Росільнянська	Еоцен	10,5x1,9	16,0	600	37,50
Гвіздецька	Олігоцен-3	4,2x1,2	5,0	800	160,00
Гвіздецька	Олігоцен-2	4,2x1,2	5,0	800	160,00
Гвіздецька	Еоцен	4,2x1,2	4,6	800	173,90
Пнівська	Еоцен	11,2x2,3	20,5	2000	97,56
Битківська	Олігоцен	16,0x3,0	38,0	900	23,58
Південногвіздецька	Олігоцен	2,5x0,5	11,7	1050	89,7
Рожнятівська	Еоцен	5,2x2,1	24,1	900	37,4
Підбереська	Еоцен	5,5x1,7	45,2	700	15,49
Чемигівська	Еоцен	7,0x2,5	92,4	1700	18,4
Тереснянська	Олігоцен	4,5x1,5	40,4	1100	27,2
Добромиль- Стрільбичська	Еоцен	4,5x1,2	34,1	750	34,1
Північноделятинська	Олігоцен	6,2x2,5	41,9	1400	33,4
Микуличинська	Олігоцен	7,5x2,5	23,05	1300	56,38

Таблиця 5.2

Розподіл коефіцієнта інтенсивності локальних структур
Внутрішньої зони Передкарпатського прогину

Інтервал інтенсивності	Середнє значення інтервалу	Число випадків (частота)	% випадків (частковість)
10-40	25	16	55,17
40-70	55	6	20,69
70-100	85	4	13,79
100-130	115	-	-
130-160	145	2	6,9
160-190	175	1	3,45
Разом		29	100

РОЗДІЛ 6
РОЗПОДІЛ ГУСТОТИ ТРІЩИН НА ТЕРИТОРІЇ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ
ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

6.1. Характер розподілу густоти тріщин в межах
локальних структур різної інтенсивності

Дослідження гірських порід крейдово-палеогенових відкладів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показали, що розподіл величин пористості, проникності і тип тріщинуватості гірських порід (сколювання або відриву, тощо) можуть не змінюватися у відкладах, в той час, як коефіцієнт густоти тріщин змінюється від ділянки до ділянки, а це суттєво може впливати на колекторські властивості гірських порід.

Коефіцієнт густоти тріщин ($K_{г.тр.}$) є число тріщин, що припадає на одиницю довжини нормалі до площини цих тріщин [81]:

$$K_{г.тр.} = \frac{N}{L} \quad (6.1)$$

де N - число площин тріщин, що розсікають гірську породу;

L - довжина нормалі до площин даної системи тріщин, які розсікають породу.

Коефіцієнт $K_{г.тр.}$ визначається у відслоненнях гірських порід при проведенні польових досліджень за такою методикою. Припустимо, що у відслоненні є три системи тріщин (рис. 6.1). В одній системі тріщин, наприклад сколювання (назвемо їх тріщини системи 1) ми нарахували 6 площин у відслоненні, які припадають на

нормаль до цих площин довжиною 1,2 м. Тоді

$K_{Г.тр.}^1 = \frac{6}{1,2} = 5$. Друга система тріщин, наприклад

сколювання (назвемо їх тріщини системи 2), включає 3 площини на 1,2 м нормалі до площин цих тріщин, тоді

$K_{Г.тр.}^2 = \frac{3}{1,2} = 2,5$. Третя система тріщин (назвемо їх

тріщини системи 3), включає 4 площини на 1,2 м нормалі

до площин цих тріщин, тоді $K_{Г.тр.}^3 = \frac{4}{1,2} = 3,07$. З

наведених прикладів можна зробити висновок, що перша

система тріщин має коефіцієнт густоти більший, ніж

друга система. Примітка: якщо довжина нормалі до

площин тріщин буде більшою (це буде при умові, що лінійні розміри відслонення - більші) то в її межах

буде і більша кількість площин тріщин і відповідно

величина коефіцієнта $K_{Г.тр.}$ буде тою самою.

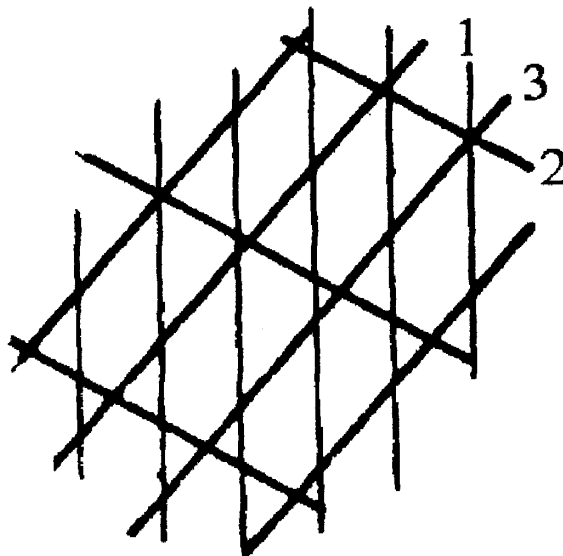


Рис. 6.1 - Модель систем тріщин, яка складається з трьох систем з різними параметрами

Необхідно сказати, що в роботі велику увагу приділено вивченню коефіцієнта густоти тектонічних тріщин в структурах, які можна спостерігати на поверхні в процесі польових досліджень. Для вивчення загальної закономірності розподілу коефіцієнта густоти тріщин в складчастих структурах на глибині доцільно використовувати одержані результати про розподіл коефіцієнта густоти тріщин в приповерхневих структурах. Тому, що більшість тектонічних тріщин у крейдово-палеогенових відкладах при формуванні тектонічних поверхів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і передових Скиб Карпат виникли в наслідок дії одних і тих же тектонічних сил в заключну альпійську фазу тектогенезу.

В нафтогазоносних регіонах України встановлено аналітичний зв'язок між пластовим тиском і ступенем зігнутості пластів порід, який оцінюється коефіцієнтом інтенсивності структур. Результати цих досліджень викладені в [12, 74]. З метою вивчення і узагальнення характеру впливу інтенсивності структур на тріщинуватість порід і встановлення кількісних взаємозв'язків, які виникають при цьому, нами проведена математико-статистична обробка результатів польових досліджень тріщинуватості гірських порід у відслоненнях і вимірів основних параметрів тектонічних розривів на структурних картах.

У результаті такого аналізу нами побудовані графічні залежності для виділених тектонічних тріщин $K_{г.тр.} = f(i)$. Див. рис. 6.2.

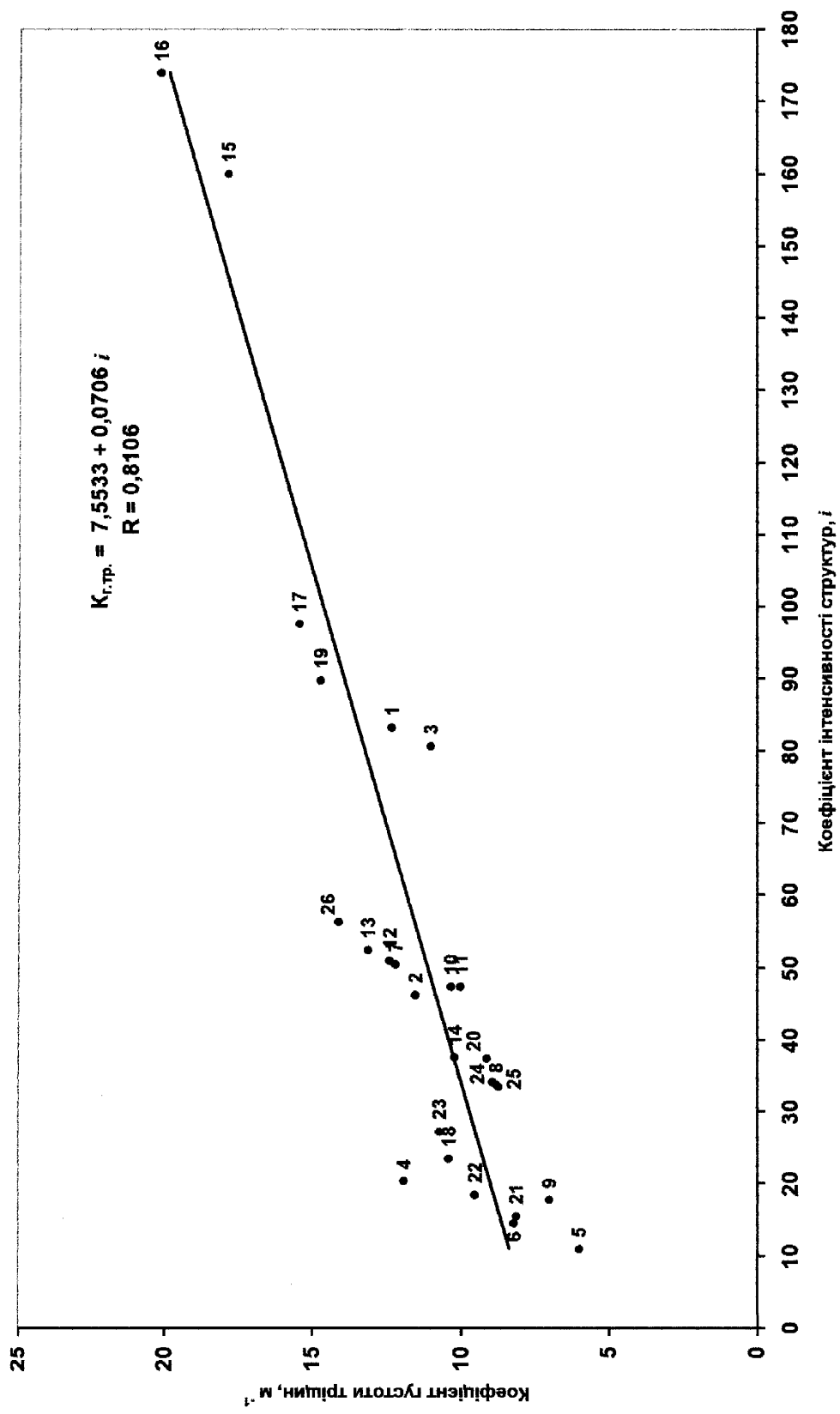


рис. 6.2 - Залежність коефіцієнта густоти тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур для внутрішні зони Передкарпатського прогину

Склав: О.М. Трубенко

- Структури: 1 - Старосамбірська; 2 - Бориславська; 3 - Іваниківська; 4 - Орів-Уличинська; 5 - Стинявська (олігоцен); 6 - Стинявська (еоцен); 7 - Срутинська; 8 - Вигодавтицька; 9 - Північнодолинська; 10 - Долинська (олігоцен); 11 - Долинська (еоцен); 12 - Спаська; 13 - Космачська; 14 - Росільнянська; 15 - Гвіздецька (олігоцен); 16 - Гвіздецька (еоцен); 17 - Пнівська; 18 - Битківська; 19 - Південногвіздецька; 20 - Рожнятівська; 21 - Підбереська; 22 - Чемигівська; 23 - Тереснянська; 24 - Добромиль-Стрильбищенська; 25 - Північнодзятинська; 26 - Микуличинська.

Із графіка (рис. 6.2) видно, що з зменшенням значення коефіцієнта інтенсивності структур зменшується також і величина коефіцієнта густоти тріщин. Ці криві свідчать про пряму залежність коефіцієнта густоти тектонічних тріщин в гірських порід від коефіцієнта інтенсивності структур. У першому наближенні формула залежності коефіцієнта густоти цих тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур, яка виведена способом найменших квадратів за допомогою ПЕОМ має вигляд:

$$K_{\text{г.тр.}} = 7,553 + 0,0706 \cdot i \quad (6.2)$$

де $K_{\text{г.тр.}}$ - коефіцієнт густоти тріщин; i - коефіцієнт інтенсивності структур; 7,553 і 0,0706 - постійні коефіцієнти рівняння. Коефіцієнт кореляції становить 0.81, що вказує на тісний прямий зв'язок між досліджуваними параметрами. Надійність встановленого зв'язку оцінюється згідно з критерієм Фішера (1958):

$$\Theta = Z\sqrt{n-1}, \quad (6.3)$$

де Θ - оцінка коефіцієнта кореляції;

Z - величина;

n - кількість вимірів.

Величина Θ пов'язана з коефіцієнтом кореляції співвідношенням $z = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r}$ або $z = 1.1513 \log \frac{1+r}{1-r}$. Оскільки при $\Theta \geq 2,5$ кореляційний зв'язок вважається надійним. В нашому випадку при $n = 26$ і $z = 1,13$, $\Theta = 5,65$, що більше за $2,5$. Отже встановлений кореляційний зв'язок можна вважати надійним.

В загальному вигляді емпіричну формулу $K_{г.тр.} = f(i)$ можна представити як:

$$K_{г.тр.} = B + A \cdot i, \quad (6.4)$$

де $K_{г.тр.}$ - коефіцієнт густоти тріщин;

A, B - постійні коефіцієнти;

i - коефіцієнт інтенсивності локальних структур.

Таким чином, результати графічних побудов свідчать про те, що в наведених прикладах рівняння $K_{г.тр.} = f(i)$, справджується.

Встановлено, що коефіцієнт густоти тріщин закономірно збільшується на ділянках, які наближені до склепінь структур, і його величина значно зменшується на крилах і перикліналях складок. Саме цей коефіцієнт, а не тільки характер тріщин по відкритості, на нашу думку, значно впливає на покращання колекторських властивостей в склепінних частинах структур. Можна стверджувати, що коефіцієнт

густоти тріщин значно впливає на фільтраційні властивості тріщинного середовища [82].

При вивченні питання характеру зміни коефіцієнта густоти тріщин в приповерхневих складках в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, нами були отримані дані, які свідчать про розподіл тріщин тектонічного походження в межах локальних структур з різним значенням коефіцієнта інтенсивності.

Також встановлено, що коефіцієнт густоти тріщин закономірно збільшується на ділянках, які наближені до склепінь приповерхневих структур, в той час як на крилах і перикліналях він зменшується.

Нами встановлено характер зміни кількісної оцінки значень коефіцієнта густоти тріщин на окремих ділянках структурах. Так у верхньому поверсі Бориславської складки коефіцієнт густоти тріщин в склепінній частині в середньому дорівнює 12, в напрямку периферійних ділянок цієї складки значення цього коефіцієнта зменшується до 9. В Долинській складці в склепінній частині верхнього тектонічного поверху $K_{г.тр.} = 10$, а на периферійних ділянках зменшується до 8. В районі Гвіздецької складки в склепінні $K_{г.тр.} = 20$, на її периферійних ділянках також зменшується до 13. На багатьох інших площах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину нами виявлено аналогічну закономірність зміни коефіцієнта густоти тріщин від склепіння складок до їх периферійних ділянок.

В результаті досліджень тріщинуватості гірських порід у структурах з різноманітними значеннями коефіцієнта інтенсивності нами були отримані графічні та аналітичні залежності зміни коефіцієнта густоти тріщин відриву та сколювання ($K_{г.тр.}$) по мірі віддаленості від склепінних ділянок. Обрахунки проведено на ПЕОМ із застосуванням програми "STATISTICA for Windows" StatSoft, Inc. (1996).

В загальному, емпірична формула $K_{г.тр.} = f(L)$ має вигляд:

$$K_{г.тр.} = B - A \cdot L, \quad (6.5)$$

де $K_{г.тр.}$ - коефіцієнт густоти тріщин;

A, B - постійні коефіцієнти.

L - відстань від склепіння складки в напрямку до периферійних ділянок структур.

Характер зміни коефіцієнта густоти тріщин ($K_{г.тр.}$) в приповерхневих умовах для складок різної інтенсивності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину зображено на рис. 6.3.

Обробка результатів на ПЕОМ дозволила нам отримати такі емпіричні залежності $K_{г.тр.} = f(L)$, які представлені в таблиці 6.1.

Для Внутрішньої зони Передкарпатського прогину узагальнена емпірична залежність коефіцієнта густоти тріщин відриву та сколювання ($K_{г.тр.}$) від відстані

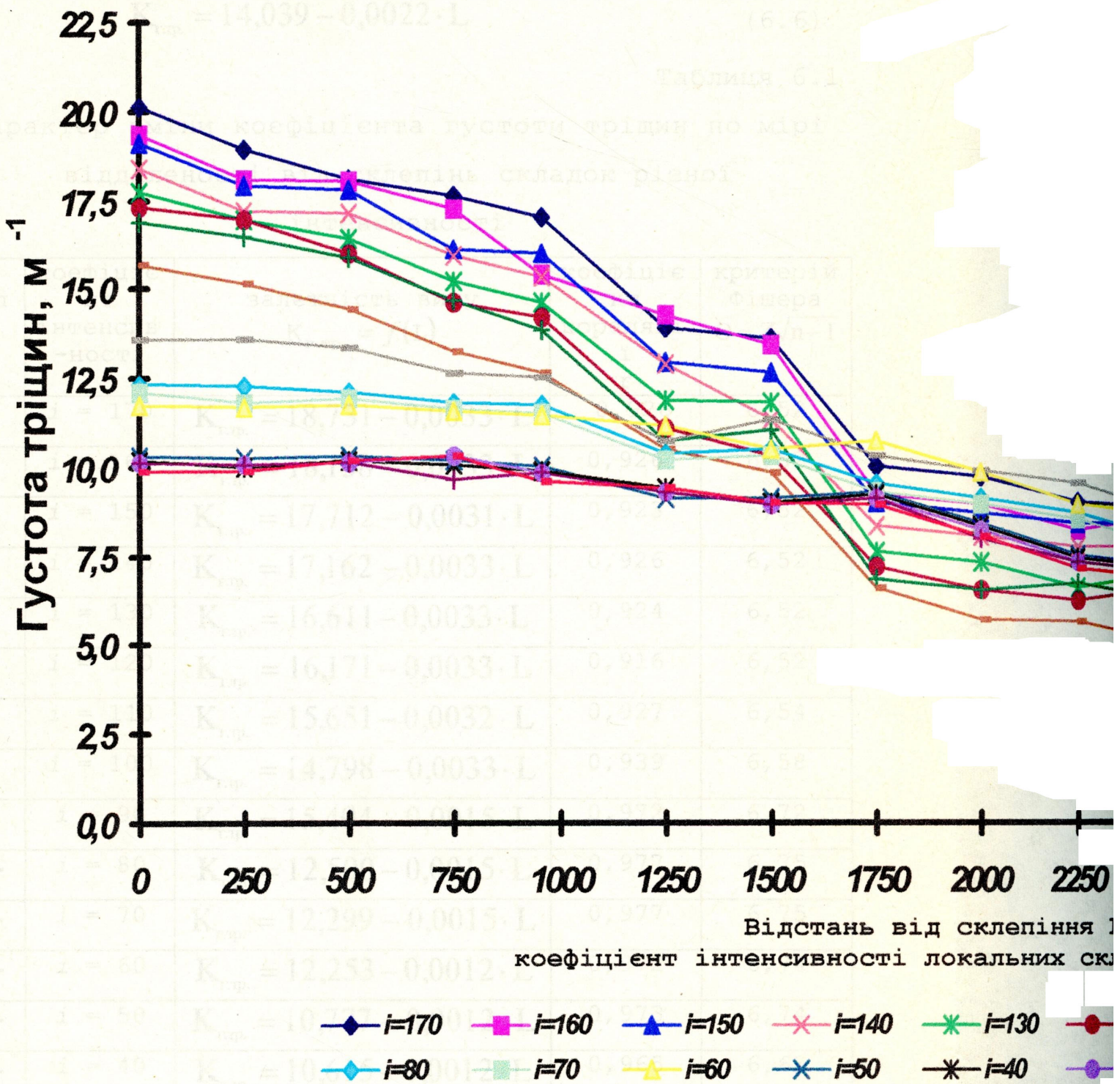
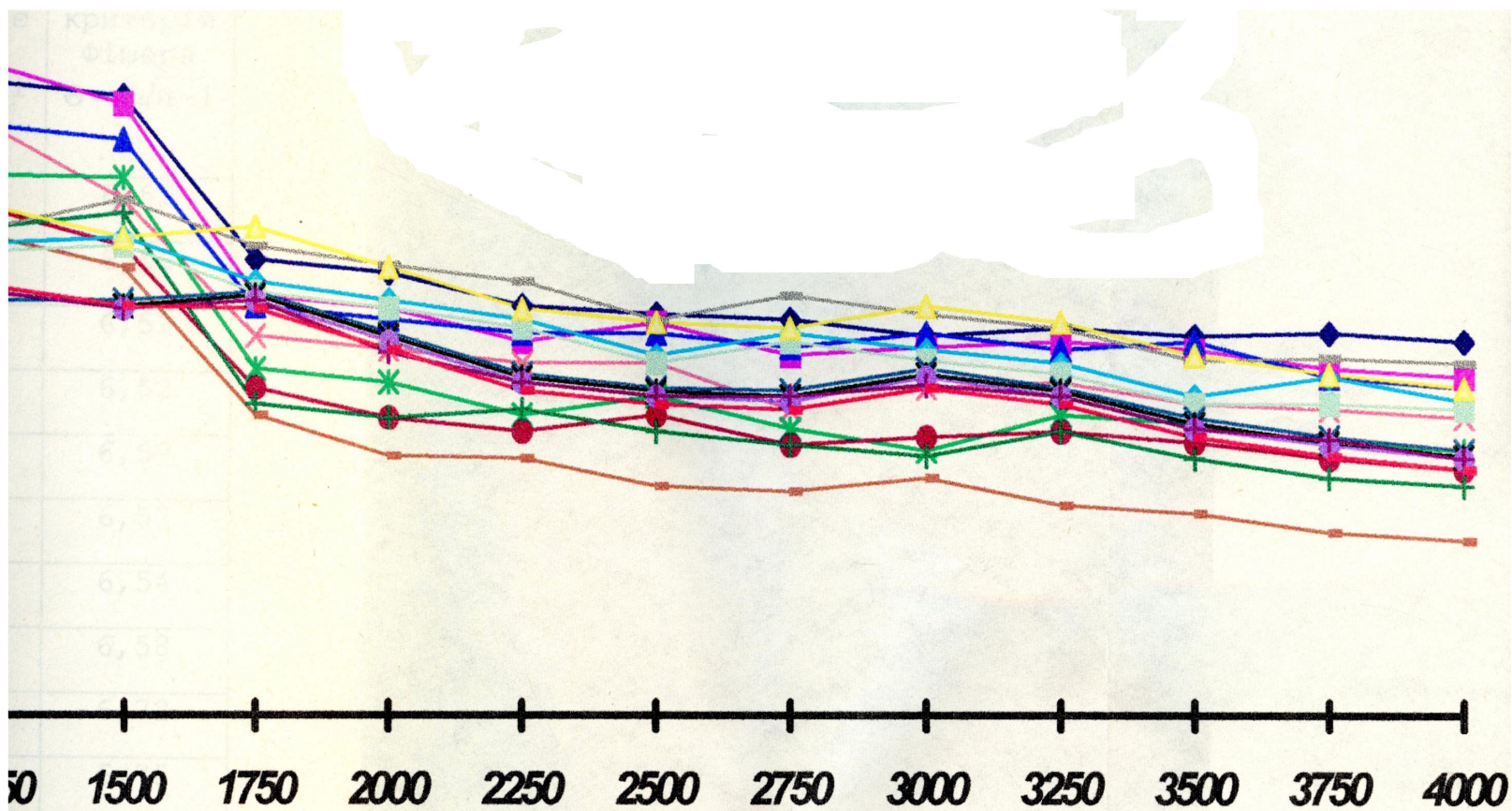


Рис. 6.3 - Характер зміни коефіцієнта інтенсивності локальних скл
 в межах складок різної інтенсивності
 Склад: О.М. Трубенко,



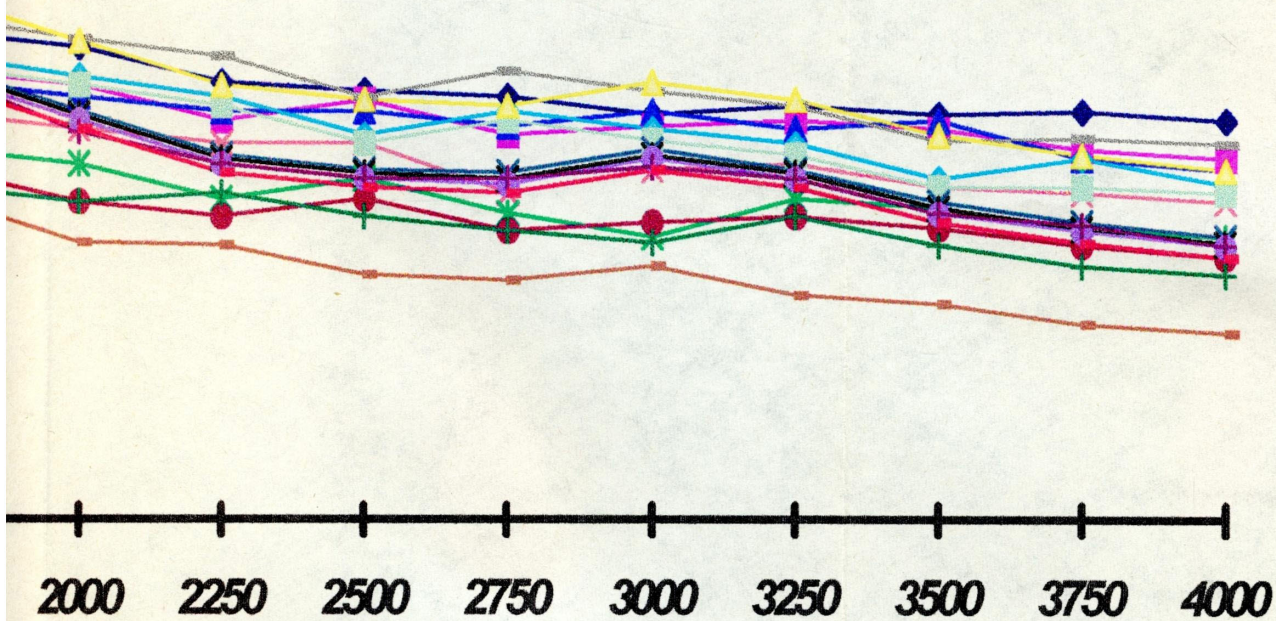
Відстань від склепіння L, m

інтенсивності локальних складок-шифр кривих

- $i=150$ \times $i=140$ \ast $i=130$ \bullet $i=120$ \oplus $i=110$ \square $i=100$ --- $i=90$
- $i=60$ \times $i=50$ \ast $i=40$ \bullet $i=30$ \oplus $i=20$ \square $i=10$

Характер зміни коефіцієнта густоти тріщин ($K_{г.тр.}$)
 межах складок різної інтенсивності

Склад: О.М. Трубенко, (1998)



д склепіння L, m
локальних складок-шифр кривих

$i=130$ $i=120$ $i=110$ $i=100$ $i=90$
 $i=40$ $i=30$ $i=20$ $i=10$

коefficienta густоти тріщин ($K_{r.tr.}$)
к різної інтенсивності
Трубенко, (1998)

склепіння структури в напрямку до периферійних ділянок має такий вигляд:

$$K_{г.гр.} = 14,039 - 0,0022 \cdot L \quad (6.6)$$

Таблиця 6.1

Характер зміни коефіцієнта густоти тріщин по мірі віддаленості від склепінь складок різної інтенсивності

№ п/п	коефіцієнт інтенсивності	залежність виду $K_{г.гр.} = f(L)$	коефіцієнт кореляції r	критерій Фішера $\Theta = Z\sqrt{n-1}$
1.	$i = 170$	$K_{г.гр.} = 18,731 - 0,0033 \cdot L$	0,926	6,52
2.	$i = 160$	$K_{г.гр.} = 18,158 - 0,0033 \cdot L$	0,926	6,52
3.	$i = 150$	$K_{г.гр.} = 17,712 - 0,0031 \cdot L$	0,923	6,52
4.	$i = 140$	$K_{г.гр.} = 17,162 - 0,0033 \cdot L$	0,926	6,52
5.	$i = 130$	$K_{г.гр.} = 16,611 - 0,0033 \cdot L$	0,924	6,52
6.	$i = 120$	$K_{г.гр.} = 16,171 - 0,0033 \cdot L$	0,916	6,52
7.	$i = 110$	$K_{г.гр.} = 15,651 - 0,0032 \cdot L$	0,927	6,54
8.	$i = 100$	$K_{г.гр.} = 14,798 - 0,0033 \cdot L$	0,939	6,58
9.	$i = 90$	$K_{г.гр.} = 15,404 - 0,0015 \cdot L$	0,972	6,72
10.	$i = 80$	$K_{г.гр.} = 12,500 - 0,0015 \cdot L$	0,977	6,75
11.	$i = 70$	$K_{г.гр.} = 12,299 - 0,0015 \cdot L$	0,977	6,75
12.	$i = 60$	$K_{г.гр.} = 12,253 - 0,0012 \cdot L$	0,972	6,74
13.	$i = 50$	$K_{г.гр.} = 10,777 - 0,0012 \cdot L$	0,973	6,74
14.	$i = 40$	$K_{г.гр.} = 10,615 - 0,0012 \cdot L$	0,965	6,68
15.	$i = 30$	$K_{г.гр.} = 10,68 - 0,0012 \cdot L$	0,971	6,74
16.	$i = 20$	$K_{г.гр.} = 10,554 - 0,0012 \cdot L$	0,973	6,74
17.	$i = 10$	$K_{г.гр.} = 10,471 - 0,0012 \cdot L$	0,973	6,74

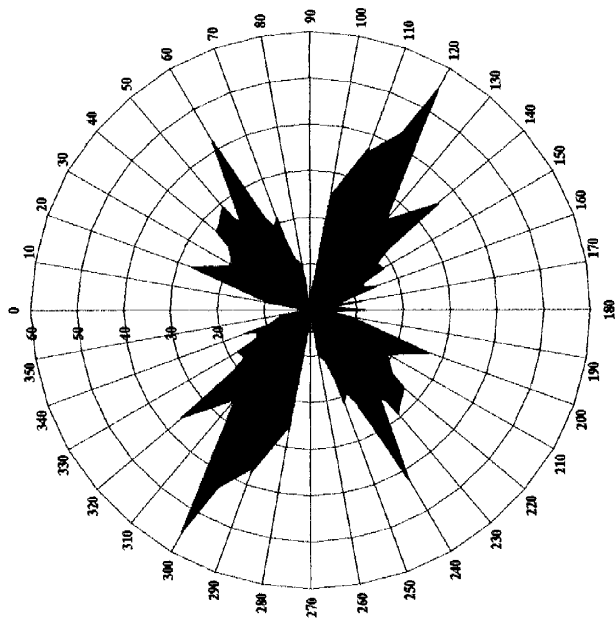
Коефіцієнт кореляції $r = 0,794$ вказує на прямий зв'язок цих параметрів. Надійність встановленого зв'язку оцінюється згідно з критерієм Фішера (1958). Оскільки при $\Theta \geq 2,5$ кореляційний зв'язок вважається надійним. В нашому випадку $\Theta = 18,33$, що більше за 2,5. Отже встановлений кореляційний зв'язок можна вважати надійним.

Підсумовуючи вищевизначені емпіричні залежності, можна зробити висновок, що в крейдово-палеогенових відкладах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину характер зміни коефіцієнта густоти тріщин в залежності від розміщення на структурі підпорядковується нормальному закону, тобто апроксимуються рівнянням прямої лінії.

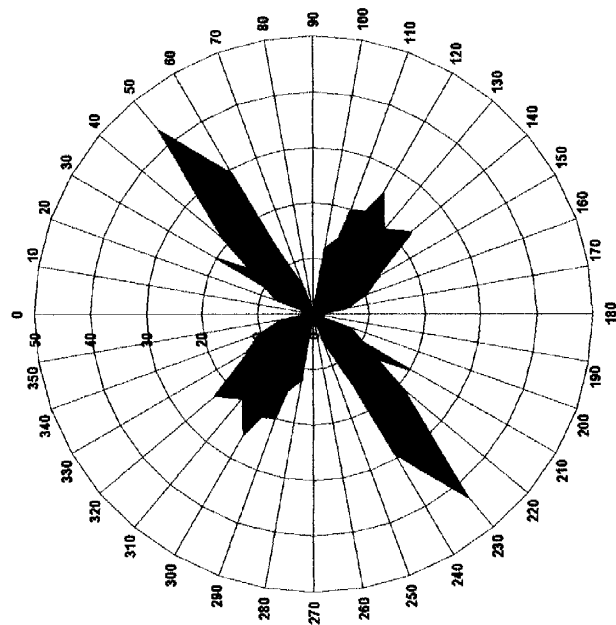
За наведеними графічними залежностями і емпіричними формулами можна прогнозувати у першому наближенні коефіцієнти густоти тріщин в залежності від значень коефіцієнта інтенсивності структури та відстані від склепіння структури в напрямку периферійних ділянок, не маючи прямих вимірів у полі.

Слід зазначити, що за показником коефіцієнтів густоти тріщин можна давати кількісні характеристики розподілу тріщин по площі структури, що має, на наш погляд, суттєве значення для вирішення практичних і теоретичних задач в нафтогазовій геології.

За даними, наведеними згідно кернавого матеріалу Долинського нафтового родовища [82] відмічаються підвищені значення коефіцієнта густоти тріщин в



ЗА ДАНИМИ ВИМІРІВ У ВІДСЛОНЕННЯХ



**ЗА ДАНИМИ ВИМІРІВ НА СТРУКТУРНО-ТЕКТОНІЧНИХ
КАРТАХ ТА ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОФІЛЯХ,
ЯКІ ПОБУДОВАНІ КГТП Івано-Франківського УБР**

**Рис. 6.4 - Зведені рози-діаграми трішнуратості гірських порід
Внутрішня зона Передкарпатського прогину**

Склав: О.М. Трубенко, (1999)

напрямі склепіння складки (в свердловині № 505, яка розташована в місці підгорнення вигодської свити). В керні з свердловини № 36, що розташована на крилі складки в аналогічних відкладах тріщини зустрічаються рідше.

Закономірності розподілу коефіцієнтів густоти тріщин в приповерхневих структурах можна буде переносити і на глибинні структури за методикою, що наводиться в наступній главі.

6.2. Математико - статистичні дослідження Зв'язків тріщинуватості гірських порід в приповерхневих умовах з тектонічними розривами на глибині

Результати статистичної обробки даних польових спостережень природних відслонень нами були систематизовані у вигляді роз-діаграм (рис. 6.4). При цьому використано традиційну методику побудов роз-діаграм [83-85].

Для встановлення статистичного зв'язку між розподілом тектонічних тріщин у відслоненнях і тектонічними розривами на глибині нами проведено порівняльний аналіз азимутів простягання за допомогою статистичних процедур. Дані азимутів простягання розривів і розломів на глибині були виміряні на структурно-тектонічних картах та геологічних профілях, які побудовані КГТП Івано-Франківського УБР, що складені за даними буріння свердловин, а також за даними геофізичних

досліджень. Попереднє візуальне порівняння роздіаграм тектонічних розривів і розломів на глибині і тріщин у відслоненнях показало, що існує їх співпадання як за напрямком, так і в кількісному відношенні. В зміст поняття "кількісне відношення" вкладаємо відсоткове співвідношення тріщин та розривів різного напрямку. Для визначення цього процентного значення загальне число тріщин приймаємо за 100 % і вираховуємо процентний вміст тектонічних тріщин або розривів з близькими азимутами простягання для кожного інтервалу рози-діаграми (інтервал 10^0).

З метою уточнення такого припущення про взаємозв'язок тектонічних тріщин у відслоненнях з розривами на глибині було використано статистичний критерій однорідності χ^2 (Хі-квадрат) [86]. Це є критерій однорідності значень азимутів простягань тріщин на поверхні і розривів на глибині. Суть застосованого нами критерію полягає у встановленні однорідності статистичного розподілу значень азимута простягання тріщин та розривів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Порівняння роздіаграм тріщин і роздіаграм розривів на глибині проводились для кожної частини зони окремо. Наприклад, порівнювались дані вимірів азимута простягання у відслоненнях долини річки Прут з вимірами азимута простягання на структурно-тектонічних картах між Страгорським та Покутським тектонічними розривами.

Ступінь збіжності співпадання побудованих роздіаграм тріщин і роздіаграм розривів на глибині, перевірено за допомогою критерію однорідності χ^2 , який був використаний з успіхом в інших регіонах [46, 87]. Критерій однорідності χ^2 встановлювався за допомогою двох незалежних між собою методів. Перший метод, що був використаний для перевірки однорідності роздіаграм [87] має вигляд:

$$t = n \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r \frac{\left(h_{ij} - \frac{h_i \cdot h_j}{n} \right)^2}{h_i \cdot h_j} \quad (6.7)$$

де h_{ij} - абсолютна частота j -го класу значень азимута простягання тріщин у відслоненні чи розриву на структурно-тектонічній карті, що спостерігалися у i -ій вибірці обсягом n_i ;

r - кількість вибірок;

s - кількість класів значень в кожній вибірці.

При цьому:

$$h_i = \sum_{j=1}^r h_{ij} = n_i \quad (6.8)$$

$$h_j = \sum_{i=1}^s h_{ij} \quad (6.9)$$

$$n = \sum_{i=1}^r n_i \quad (6.10)$$

Другий метод, який застосований для перевірки гіпотези про те, що незалежні між собою вибірки, а саме азимут простягання, належать до одного закону розподілу, базується на формулі Смирнова [88], яка має вигляд:

$$\chi^2 = n_1 n_2 \sum_{i=1}^r \frac{1}{m_i' + m_i''} \left(\frac{m_i'}{n_1} - \frac{m_i''}{n_2} \right)^2 \quad (6.11)$$

де m_i' і m_i'' - відповідні частоти вибірок, що порівнюються (значення азимутів простягання тектонічних тріщин і азимутів простягання тектонічних розривів в будь-якому 10-градусному інтервалі);

n_1 і n_2 - обсяги вибірок, що порівнюються;

r - кількість вибірок ($r = 18$).

Результати обрахунків наведені в таблиці № 6.2.

Цей показник розподіляється по закону χ^2 з $r-1$ ступенями свободи.

Критичні значення критерію однорідності вибірки при 17 ступенях свободи 5 %, 1 % та 0,1 % рівнях значущості відповідно дорівнюють:

$$\chi^2_{0,05} = 27,59; \chi^2_{0,01} = 33,41; \chi^2_{0,001} = 40,79.$$

Більшість вирахованих значень χ^2 не перевищує критичних. Отже, можна вважати, що орієнтація тектонічних тріщин у відслоненнях і розривів на

глибині з великим ступенем надійності (99,0 - 99,9 %) однорідна.

Таблиця 6.2

Результати обрахунку критерію однорідності азимутів простягання за формулою Смирнова

Маршрути досліджень	Розраховані χ^2													I тектонічний поверх	II тектонічний поверх	III тектонічний поверх
	р. Черемош	р. Рибниця	р. Пістинька	р. Прут	р. Бистриця-Надвірнянська	р. Лімниця	р. Свіча	р. Чечва	р. Мізунька	р. Стрий	р. Стривігор	р. Тисмениця				
р. Черемош	0	35,09	28,42	21,41	17,81	29,90	19,55	20,83	34,49	18,78	20,45	39,56	32,56	34,18	35,59	
р. Рибниця	35,09	0	27,21	10,15	25,19	44,07	12,06	17,22	33,09	11,13	20,94	30,82	33,07	27,09	35,24	
р. Пістинька	28,42	27,21	0	26,11	37,12	28,80	16,48	29,88	32,99	28,32	41,02	23,55	28,42	30,54	31,73	
р. Прут	21,41	10,15	26,11	0	33,34	38,55	11,76	10,91	28,98	10,10	26,80	25,98	35,06	31,37	35,51	
р. Бистриця-Надвірнянська	17,81	25,19	37,12	33,34	0	38,53	25,99	28,65	23,70	26,06	36,45	26,99	41,75	29,18	30,13	
р. Лімниця	29,90	44,07	28,80	38,55	38,53	0	33,59	41,19	24,20	34,36	20,10	31,57	34,78	23,15	35,26	
р. Свіча	19,55	12,06	16,48	11,76	25,99	33,59	0	14,89	28,47	5,19	18,91	30,74	31,78	25,20	27,03	
р. Чечва	20,83	17,22	29,88	10,91	28,65	41,19	14,89	0	40,55	15,09	18,89	25,62	14,56	26,25	23,01	
р. Мізунька	34,49	33,09	32,99	28,98	23,70	24,20	28,47	30,55	0	27,21	27,72	36,80	18,91	31,75	34,62	
р. Стрий	18,78	11,13	26,32	10,10	26,06	34,36	5,19	15,09	27,21	0	19,43	21,92	32,33	22,51	25,17	
р. Стривігор	20,45	20,94	41,02	26,80	36,45	20,10	18,91	18,89	27,72	19,43	0	32,09	35,07	31,14	38,91	
р. Тисмениця	39,55	30,82	23,55	25,98	26,99	31,57	30,74	25,62	36,80	21,92	32,09	0	35,24	17,21	16,88	
I тектонічний поверх	32,56	33,07	28,42	35,06	41,75	34,78	31,78	14,56	18,91	32,33	35,07	35,24	0	32,28	29,50	
II тектонічний поверх	34,18	27,09	30,54	31,37	29,18	23,15	25,20	26,25	31,75	22,51	31,14	17,21	32,28	0	9,31	
III тектонічний поверх	35,59	35,24	31,73	35,51	30,13	35,26	27,03	23,01	34,62	25,17	38,91	16,88	29,50	9,31	0	

Виходячи з однорідності даних вимірів азимута простягання нами було застосовано зважену оцінку для встановлення переважаючого напрямку простягання тектонічних розривів і тріщин. Цей параметр застосовується, тоді коли кожному виміру властивості, яка вивчається (азимут простягання), приписується певна зона впливу, межі якої проводиться, як правило, на половині віддалі між точками вимірів.

Середньозважене значення ($\bar{X}_{зв}$) вираховується за формулою:

$$\bar{X}_{зв} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (6.12)$$

де w_i - коефіцієнт зважування для i -го виміру, тобто число вимірів, що припадає в кожному окремо вибраному інтервалі;

x_i - вибіркове значення величини в i -му вимірі, тобто значення азимута простягання.

Враховуючи двох-модальність ряду розподілу вимірів азимута простягання, а також щоб провести більш об'єктивний аналіз, який дає можливість встановити домінуючий напрям азимута простягання, нами було поділено розу-діаграму на два інтервали. Перший інтервал від 90^0 до 180^0 , другий від 180^0 до 270^0 . В таблиці 6.3 наведені розраховані середньозважені значення для кожного з маршрутів, а також для кожного тектонічного поверху.

Таблиця 6.3

Середньозважені значення азимутів простягання тріщин, розривів та розломів в породах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину

Інтервали	р. Черемош	р. Рибниця	р. Пистинька	р. Прут	р. Бистриця-Надвірнянська	р. Лімниця	р. Свіча	р. Чечава	р. Мізунья	р. Стрий	р. Стривігор	р. Тисмениця	I - тектонічний поверх	II - тектонічний поверх	III - тектонічний поверх
90-180	132	129	126	131	142	132	134	133	127	135	130	131	144	134	136
180-270	239	237	234	229	240	215	233	228	223	232	236	227	232	225	229

З таблиці 6.3 видно, що домінуючими азимутами простягання тектонічних тріщин і розривів є ПдСх 127^0 - 144^0 та ПдЗх 215^0 - 240^0 .

З представлених результатів кількісного аналізу таблиць 6.1, 6.2 і 6.3 можна припустити про

існування генетичного зв'язку між тектонічними тріщинами у відслоненнях і більш крупними тектонічними розривами Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Деякі відхилення, що мають місце в результатах наших розрахунків, пояснюється наявністю тріщин нетектонічного походження. Таким чином, наведені розраховані показники однорідності азимута простягань в таблицях можуть свідчити, що кількісні характеристики тектонічних тріщин на більших глибинах досліджуваного регіону мають ту саму орієнтацію в просторі і сформувались в результаті дії однакових тектонічних рухів в земній корі.

6.3. Розподіл густоти тріщин та густоти розривів і розломів по території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину

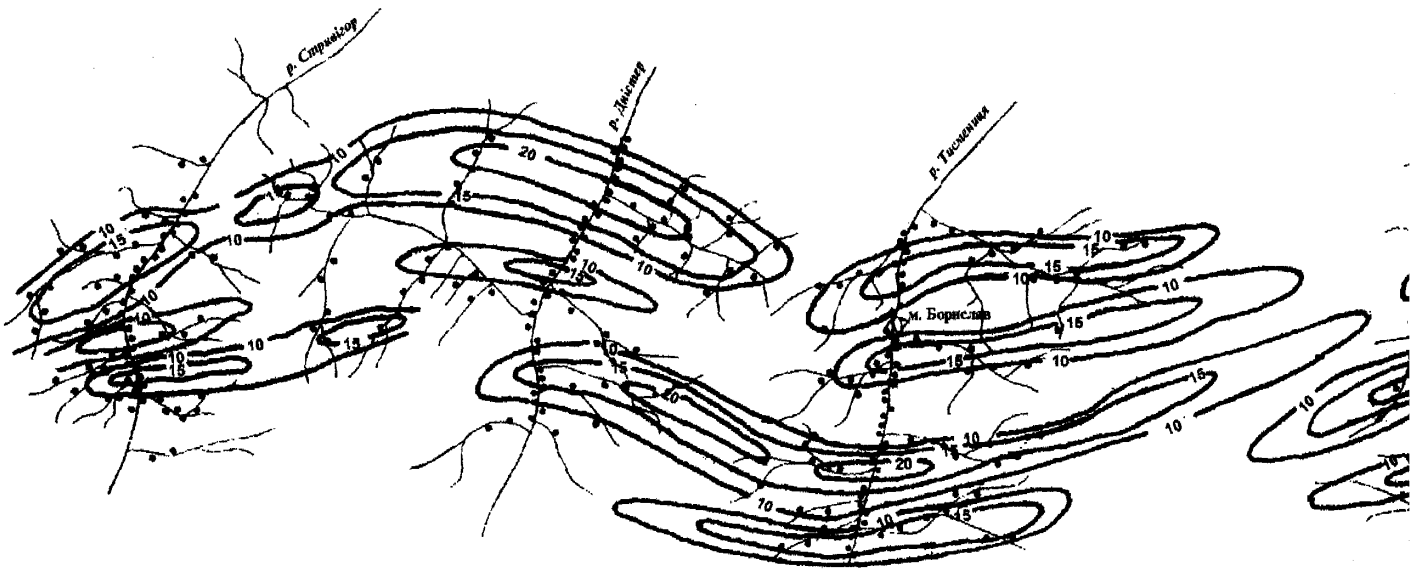
Відомо, що найбільш рухомі ділянки земної кори характеризуються підвищеним розвитком в ній розривів, розломів, а також тріщин.

Результати проведених нами досліджень свідчать, що розподіл густоти тріщинуватості в межах структур визначається морфологією складки. Найбільша густота тріщин спостерігається в місцях максимального перегину пластів. Для розривів та розломів характерне обрамлення полями з підвищеними значеннями їх густоти, а для тріщин характерне розміщення підвищених значень в склепінній ділянці структури.

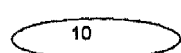
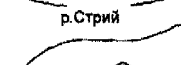


Густота тріщин крейдово-палеогенових відкладів на території Внутрішньої зони Передкарпатського прогину коливається в значних межах від 22,5 до 8,7 1/м. Вона залежить від літологічного складу та місця розташування на структурі (склепіння, крило, місце перегину пласта). Також встановлена закономірність зменшення густоти тріщин в різних за літологією породах. Більші значення коефіцієнта густоти тріщин відмічаються в аргілітах, зменшуються в алевролітах і значно зменшується в пісковиках. Спостереження показали, що в породах приблизно однакової твердості, але різної товщини, відстань між тріщинами зменшується разом з зменшенням товщини пласта. В породах різної твердості, але однакової товщини тріщини розміщуються частіше в менш щільних породах і рідше в більш твердих. За результатами польових досліджень було побудовано карто-схему густоти тріщин в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину (рис. 6.5).

При побудові карти-схеми густоти розривів і розломів територія Внутрішньої зони Передкарпатського прогину була поділена рівномірною сіткою ліній на рівні квадрати і представлена у вигляді планшету масштабу 1:100000 (зручно користуватися 2-кілометровою сіткою).

При побудові карти-схеми центр кругової палетки радіусом 1 см послідовно з'єднується з кожним із перетинів ліній сітки і щораз підраховується густота розривів і розломів, тобто їх сумарна довжина на площі



Умовні позначення:

-  - ізолінії значень густоти тріщин, m^{-1}
-  - річки (маршрути досліджень)
-  - населений пункт
-  - точки спостережень (відслонення)

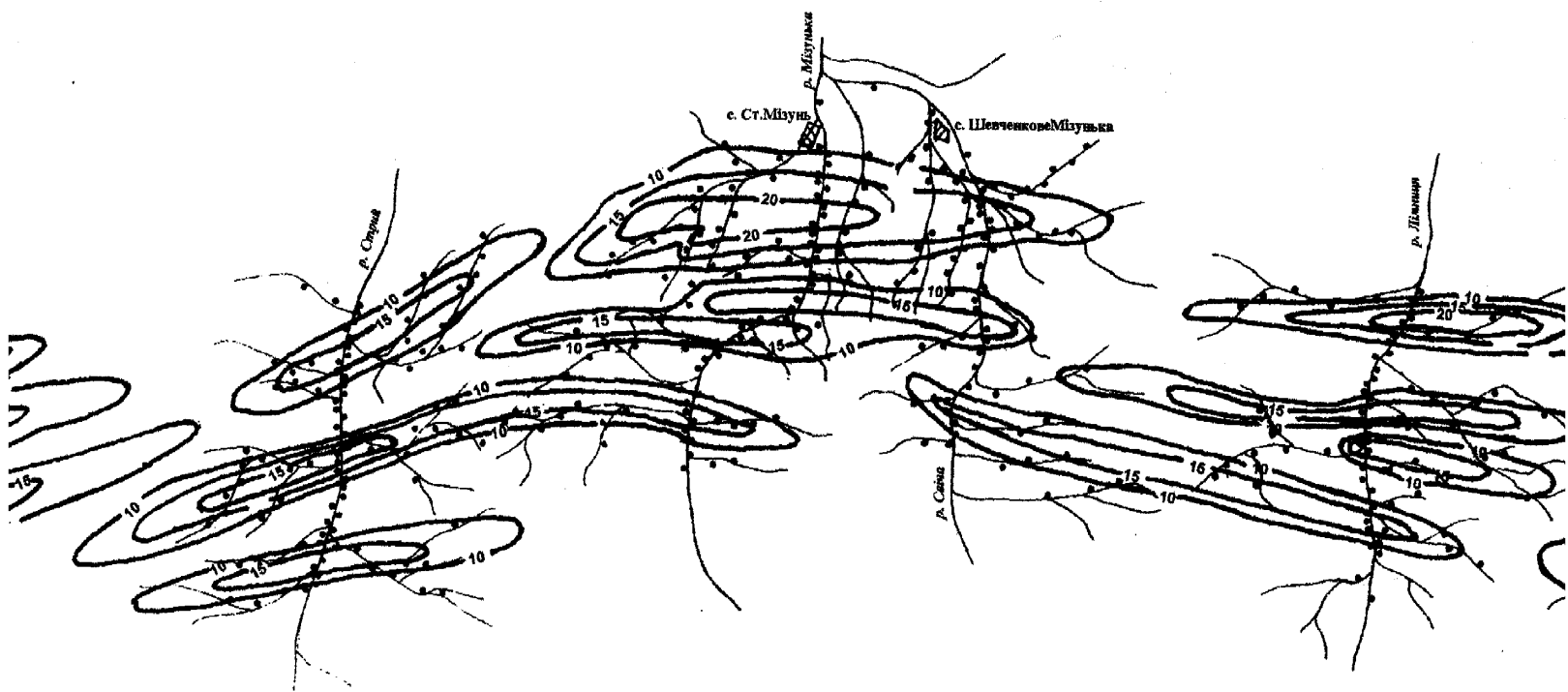


Рис. 6.5 - ВНУТРІШНЯ
КАРТ



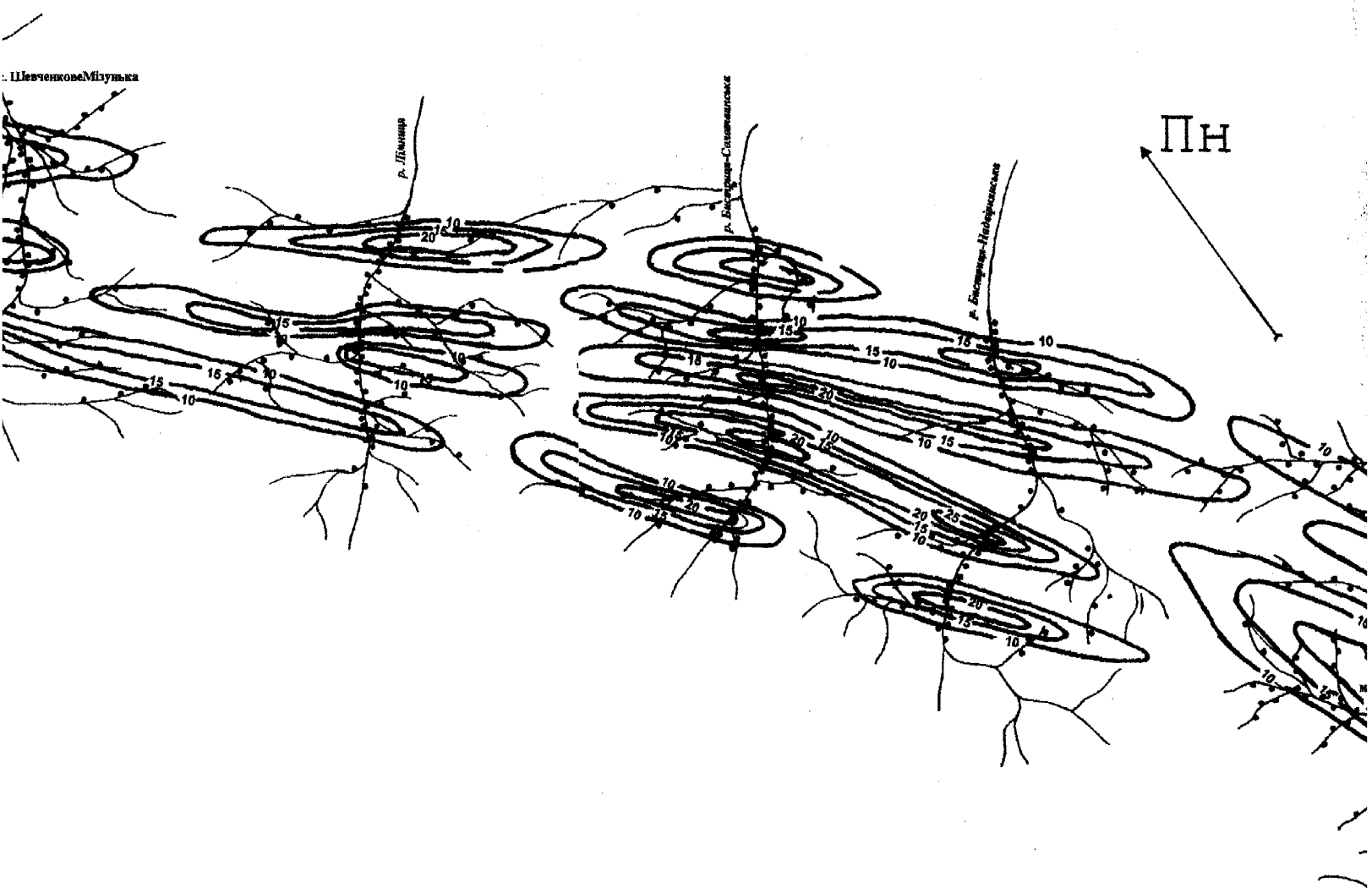
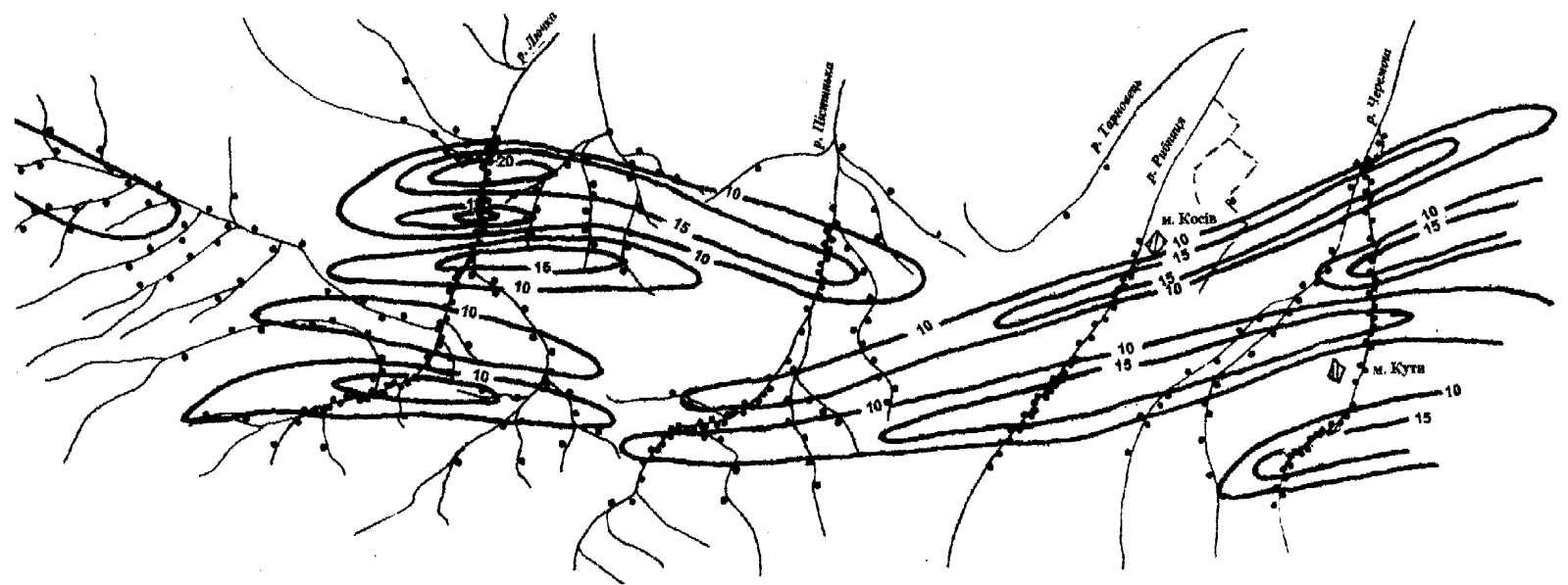


Рис. 6.5 - ВНУТРІШНЯ ЗОНА ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГІНУ
КАРТА ГУСТОТИ ТРИЩИН

Масштаб 1:100 000



Склав: О.М. Трубенко
2000

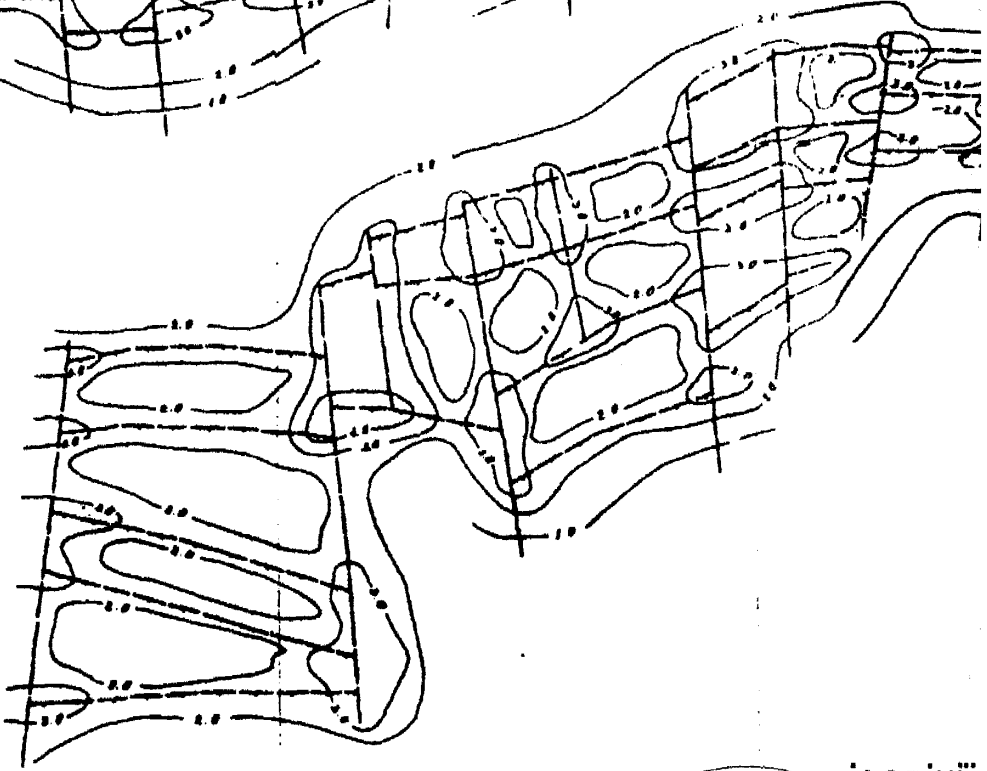
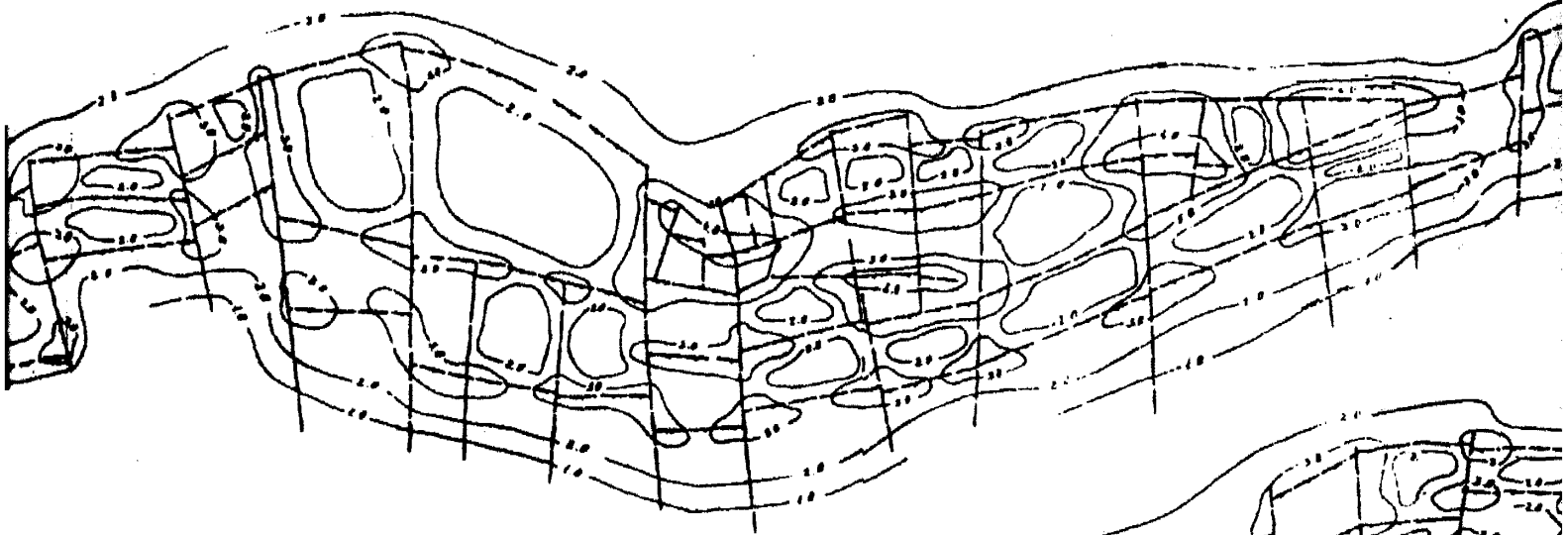
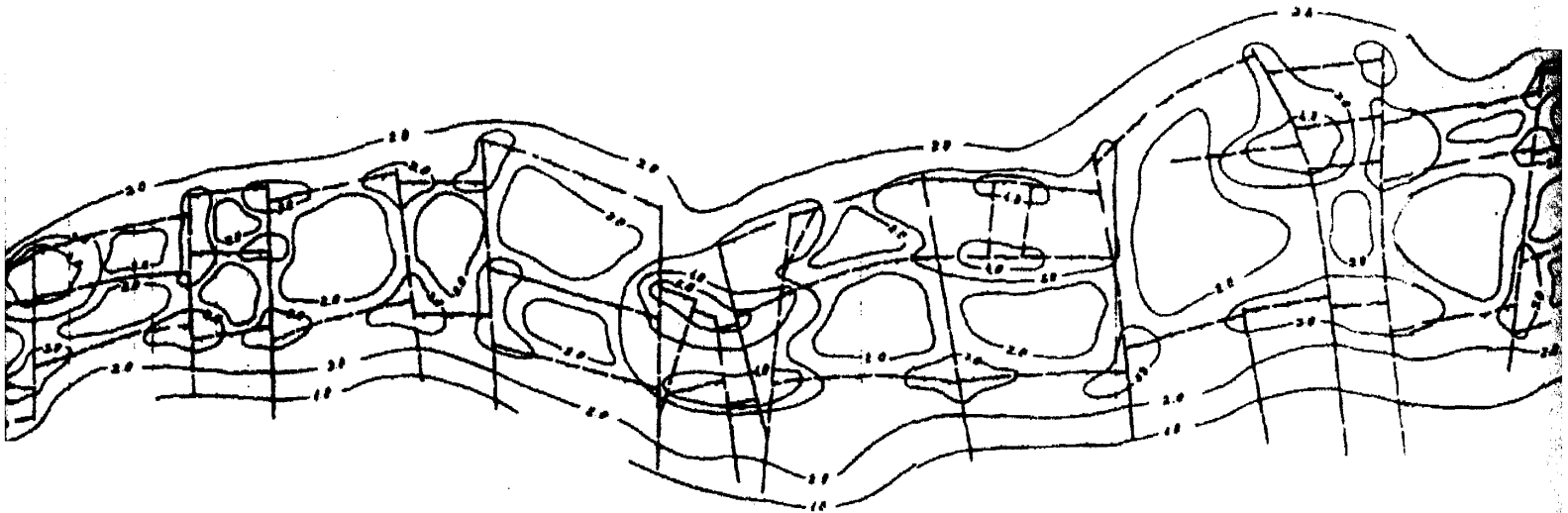


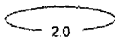
палетки. При такому способі палетка послідовно з перекриттям обходить усі намічені пункти спостережень досліджуваної ділянки. Відстань між точками спостережень (крок переміщення) може бути, як завгодно малим, і тим самим забезпечується практично безперервність інформації з усієї площі карти-схеми. Усереднення проводилось методом "ковзаючого вікна" [87], при якому кожна точка досліджуваного поля послідовно суміщається з центром палетки. Радіус палетки вибирали таким чином, щоб була можливість згладжувати випадкові аномальні значення (мінімальні або максимальні) й одержати дійсні аномалії густоти тріщинуватості.


Отримана за допомогою "ковзаючого виміру" карто - схема густоти розривів та розломів гірських порід у внутрішній зоні Передкарпатського прогину приведена на рис. 6.6.

Аналіз карто - схеми розподілу густоти тріщин показує, що при загальному підвищенні густоти тріщинуватості на ділянках структур, максимальна густота тріщин спостерігається в склепінних частинах, в деяких випадках вони зміщуються в напрямку крутих піднасувних крил.

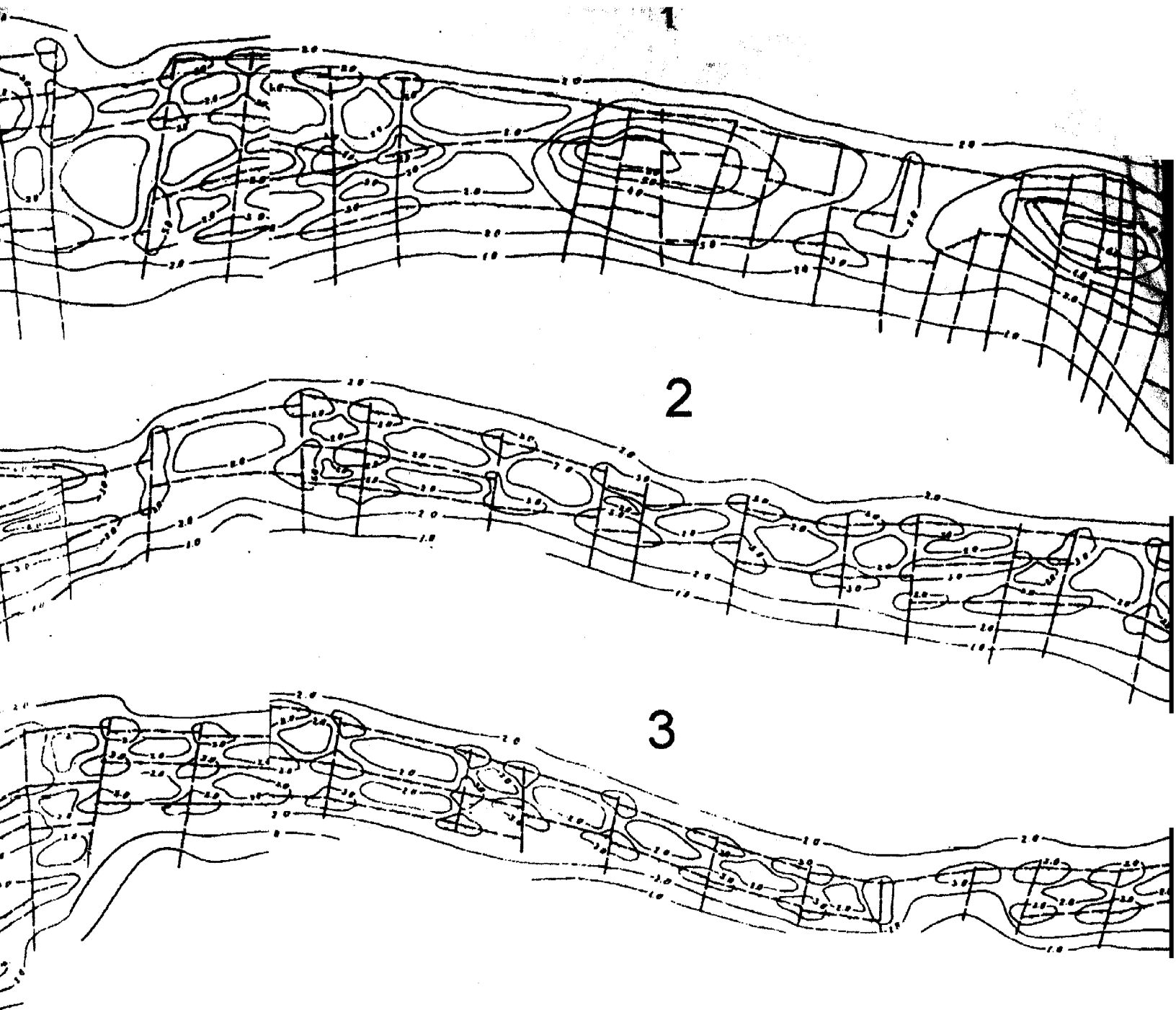
Аналіз карто-схеми розподілу розривів і розломів показав, що підвищенні значення густоти розривів і розломів відмічаються на ділянках зчленування структур, блоків, на перикліналях і крутих крилах. На побудованій карті-схемі структури обрамляються



 - ізолінії

 - тектоні

1 - перший те



Умовні позначення

- ізолінії густоти розривів і розломів, км

- тектонічні порушення

- перший тектонічний поверх

Рис. 6.6 - ВНУТРІШНЯ ЗОНА П
КАРТА ГУСТОТИ ТЕКТОНІЧ

Масштаб
 0 4

Склав: О.

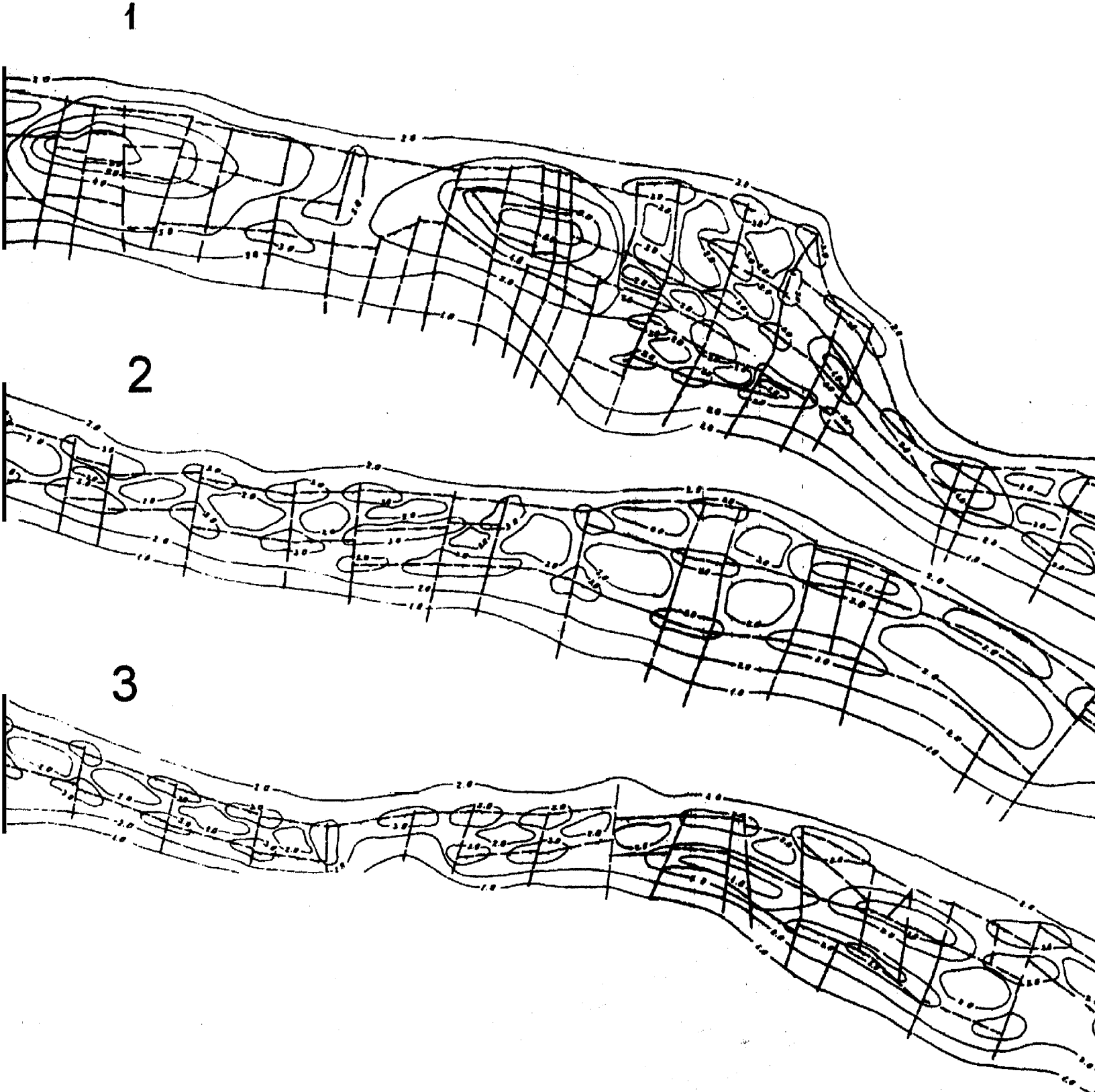


Рис. 6.6 - ВНУТРІШНЯ ЗОНА ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГІНУ
КАРТА ГУСТОТИ ТЕКТОНІЧНИХ РОЗЛОМІВ І РОЗРИВІВ

Масштаб 1:100 000

0 4 8 12 км

Склав: О.М. Трубенко
 2000

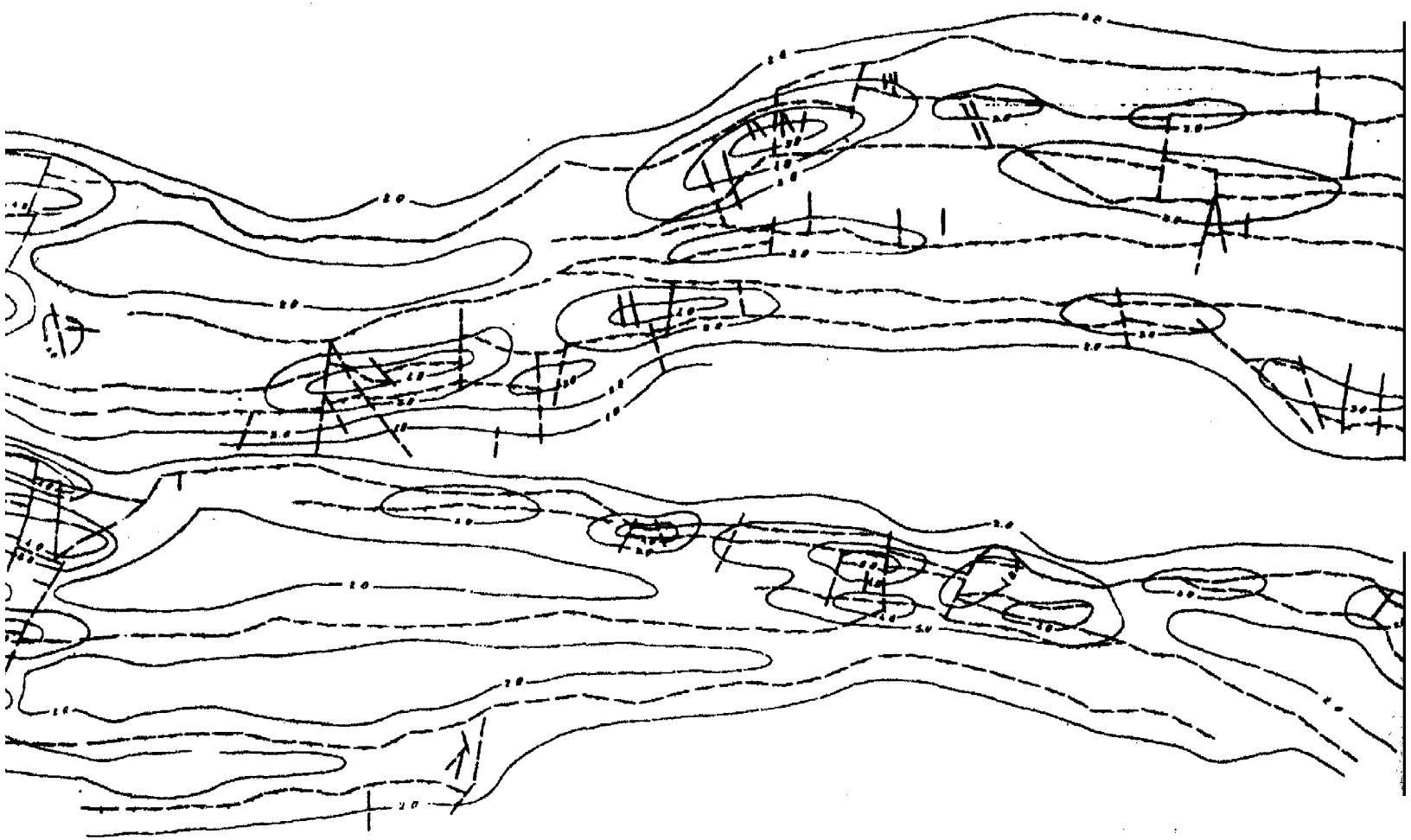
міл, км

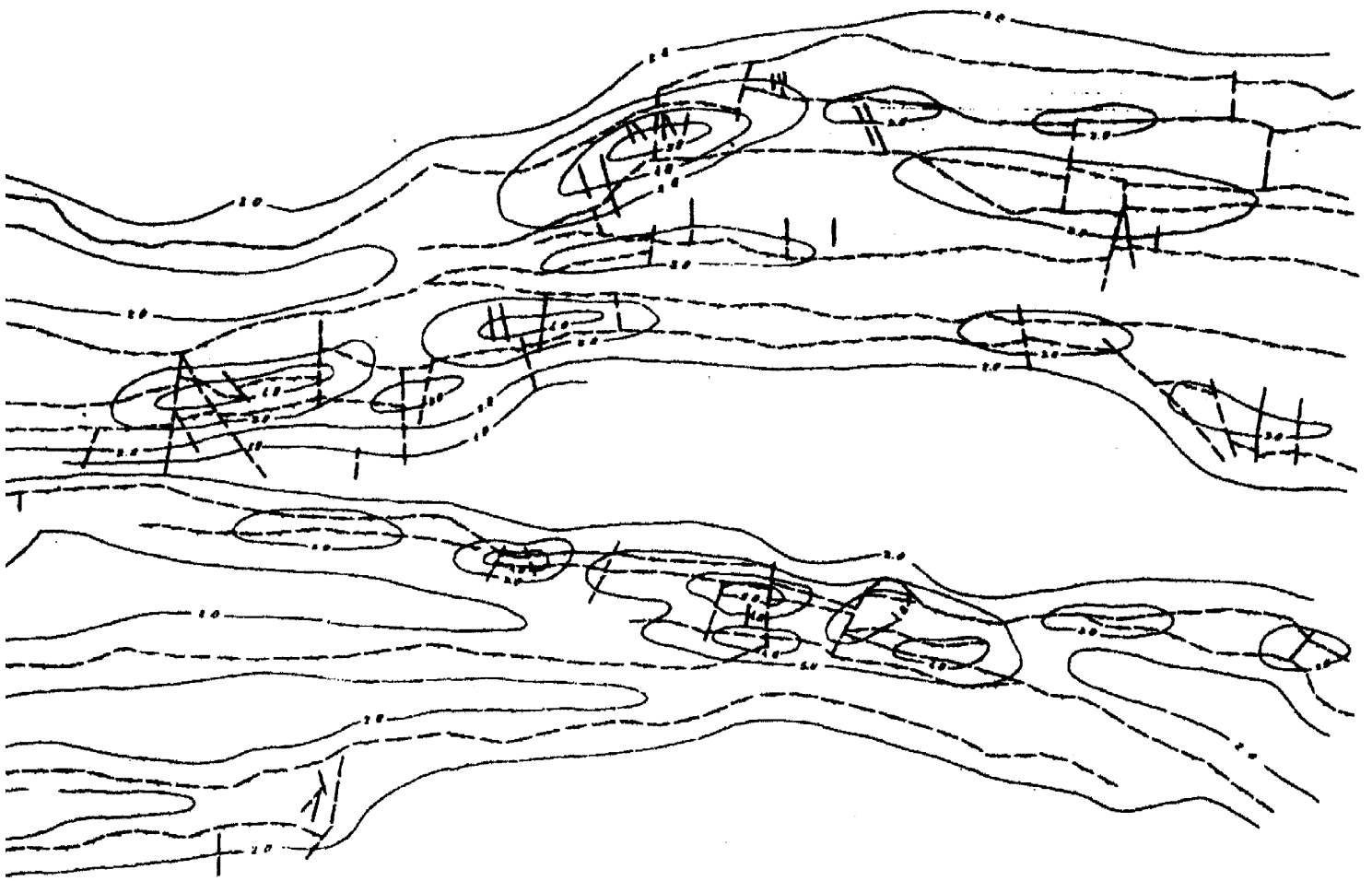


РЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ
ЇХ РОЗЛОМІВ І РОЗРИВІВ

1:100 000
8 12 KM

Трубенко





характерним кільцем чи напівкільцем підвищених значень густот тектонічних порушень.

З проведеного аналізу побудованих карто - схем, можна зробити висновок, що визначення підвищених значень густоти тріщинуватості гірських порід дозволяють більш цілеспрямовано здійснювати пошуково-розвідувальний процес на нафту і газ, оскільки визначення ділянок з підвищеною тріщинуватістю гірських порід дозволить передбачити в їх межах зони з покращеними колекторськими властивостями, в також яких є сприятливі умови для розміщення покладів нафти і газу.

**6.4. Зв'язок густоти тріщинуватості з розподілом
покладів вуглеводнів у Внутрішній зоні
Передкарпатського прогину і можливість використання
цієї інформації для оцінки перспектив
нафтогазоносності надр**

Нафтові родовища Внутрішньої зони Передкарпатського прогину в розташуванні мають певні закономірності [1, 13, 17, 18, 33, 89]. Загальновизнаним вважається, що це зумовлене характером лінійної складчастості, яка притаманна геосинклінальним областям. Сучасний рівень знань історії геологічного розвитку Карпатської геосинклінальної області та розширення уявлень про умови утворення покладів нафти та газу в ній дозволяє встановити закономірність, як в лінійному характері

складчастості, що є найголовнішим, так і в характері напрямку простягання диз'юнктивних порушень.

У Внутрішній зоні прогину всі основні нафтові і газові поклади пов'язані з крейдово-палеогеновими природними резервуарами, які характеризуються коефіцієнтами аномальності початкового пластового тиску вище 1,2 [12]. Широко розповсюдженими пастками в них є антиклінальні складки, витягнуті з північного заходу на південний схід вздовж Карпат. По простяганню складки не згасають, а переходять в нові внаслідок ундуляції їх осей, утворюючи так звані лінії складок, що простежуються на великій відстані (до 150 км).

Вся ця складна система структур-пасток перетинається численними поперечними та поздовжніми тектонічними порушеннями регіонального і локального характеру, по яких в основному й відбувається розподіл нафти й газу по пластах.

Як відомо, біля 60 % покладів вуглеводнів приурочено до тріщинувато-порових та тріщинуватих колекторів [22]. Основним фактором формування покладів нафти і газу є переміщення флюїдів в гірських породах [90, 91, 92, 93]. Родовища нафти і газу у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину, як відмічає Г.Ю. Бойко, О.П. Гайванович [94, 95], пов'язані з зонами розломів. Перетин Ротачинського, Стрийського, Тячево - Монастирського глибинних розломів з Краковецьким, Верховинським та Передкарпатським утворюють осередки припливу глибинних вуглеводнів, які сформували три групи

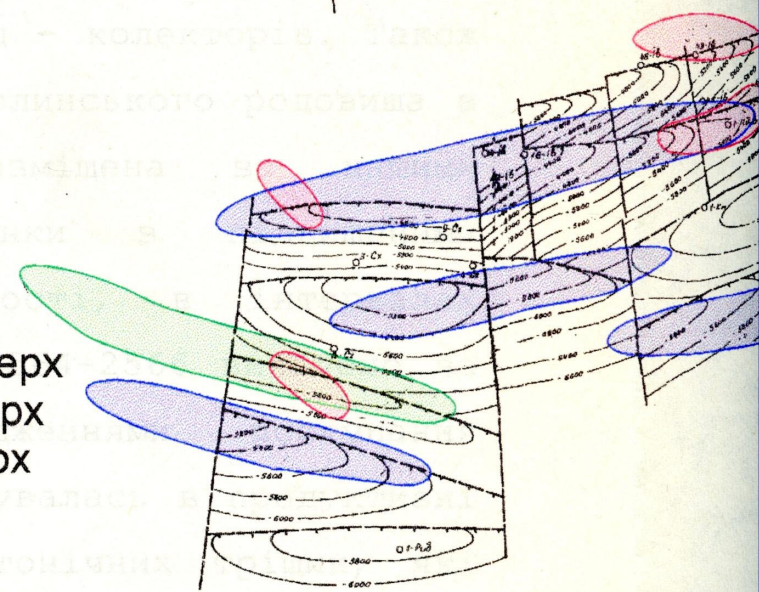
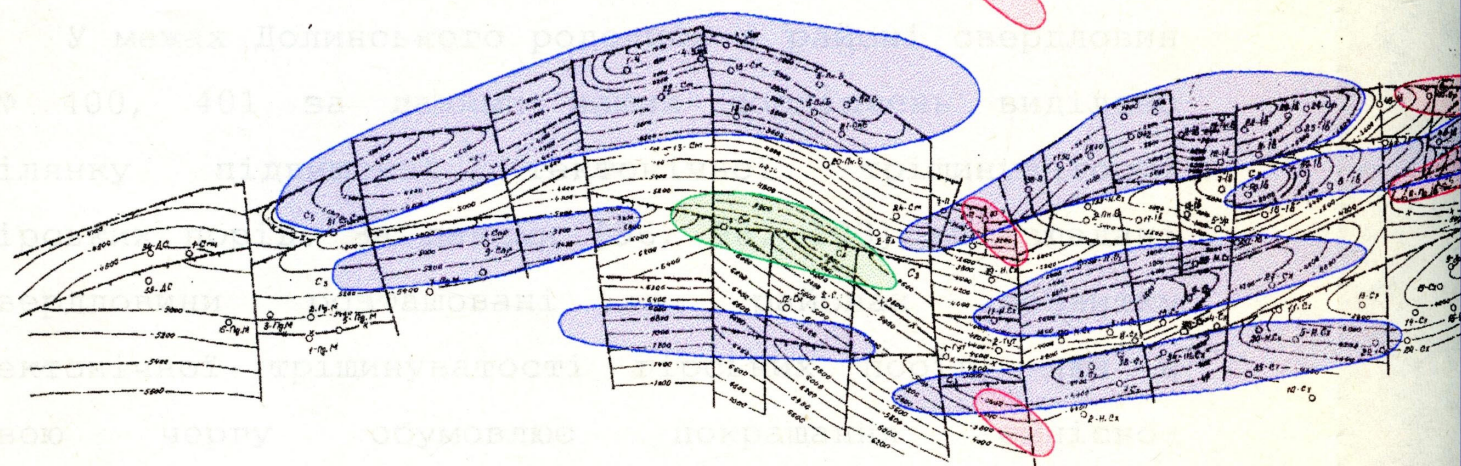
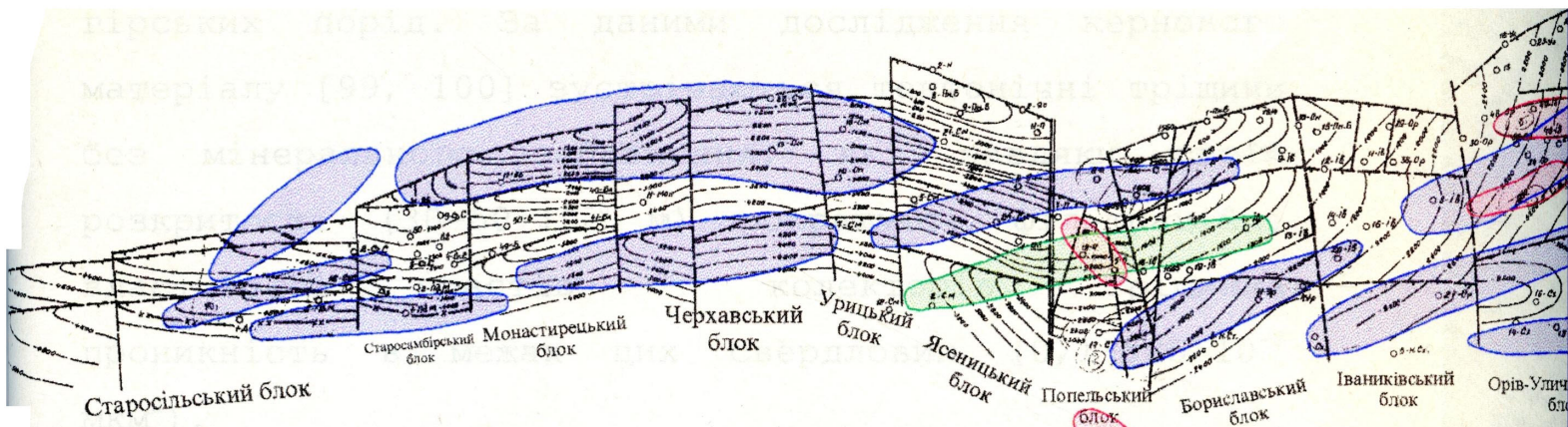
родовищ: Бориславську, Долинську і Битківську. Це підтверджує думку, що основним фактором при нафтогазоутворенні відіграла тріщинуватість гірських порід.

Аналіз побудованих карто - схем густоти тріщинуватості гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину дозволив встановити ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід з метою виділення найбільш перспективних об'єктів для постановки пошуково-розвідувального буріння.

Наступним кроком було суміщення карто - схем зон підвищеної тріщинуватості гірських порід з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Встановлено, що більшість ділянок підвищених значень густоти тріщинуватості співпадають або майже співпадають з площами, де відкриті нафтогазові поклади (рис. 6.7).

Так, у межах Бориславського родовища відмічаються ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід в районі свердловин №№ 1608, 1609, 1550. За даними [96, 97, 98] вище наведених свердловин зустрінуті покращені колекторські властивості гірських порід, за рахунок розвитку тектонічної тріщинуватості. Це також підтверджується значеннями сумарного видобутку нафти у вказаних свердловинах в порівнянні з іншими.

У межах Заводівського родовища в районі свердловин №№ 9-Зав, 10-Зав, 12-Зав, 11-Зав на суміщеній карті за нашими дослідженнями трасується



- 1 - перший тектонічний поверх
- 2 - другий тектонічний поверх
- 3 - третій тектонічний поверх

- 2000 - ізогі
- фрс
- попл
- вихі
- свеі
- 1-ПК
- пер
- діля
- газс
- (за



Умовні позначення

- ізогіпси покрівлі еоценових відкладів
- фронт складки
- поперечні тектонічні порушення
- вихід еоценових відкладів на денну поверхню
- свердловини
- перспективні ділянки
- ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід
- газогеохімічні аномалії (за даними Павла Г. Мочака П. Аронського П.)

Рис. 6.7
КАРТА
ЗА ДАНИМИ ІНФ

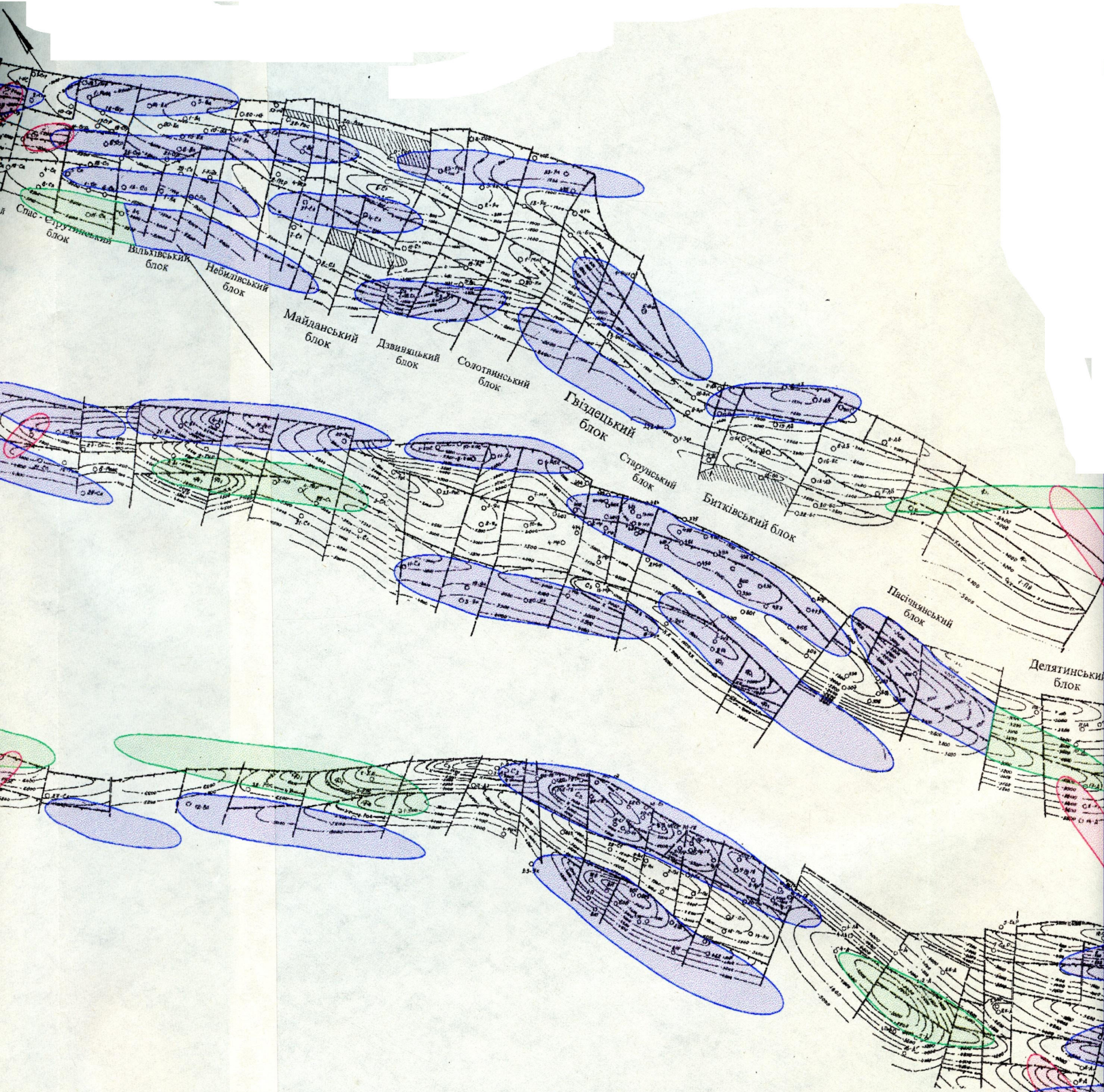
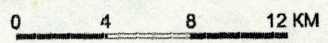
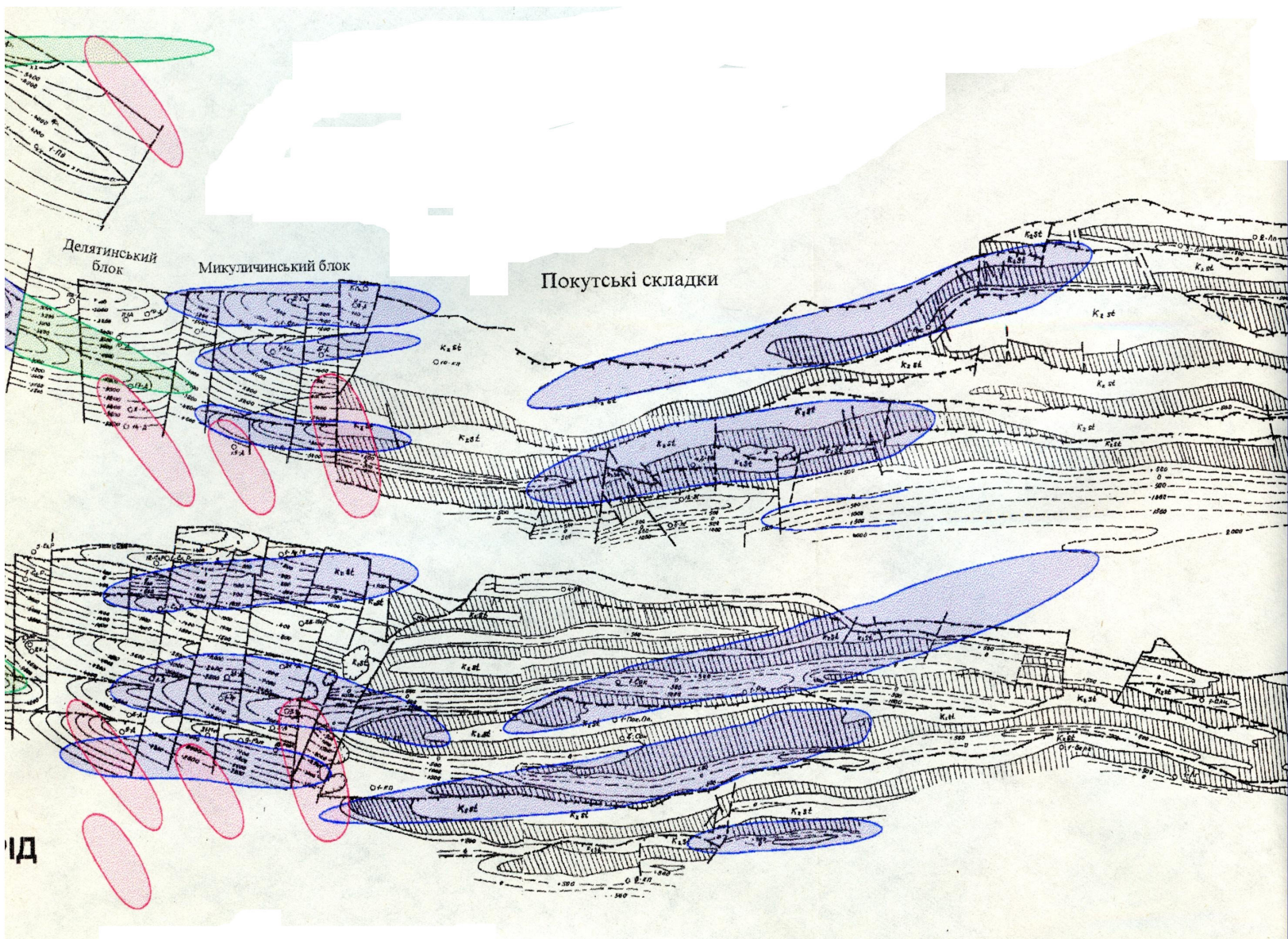


Рис. 6.7 - ВНУТРІШНЯ ЗОНА ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ
КАРТА ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ

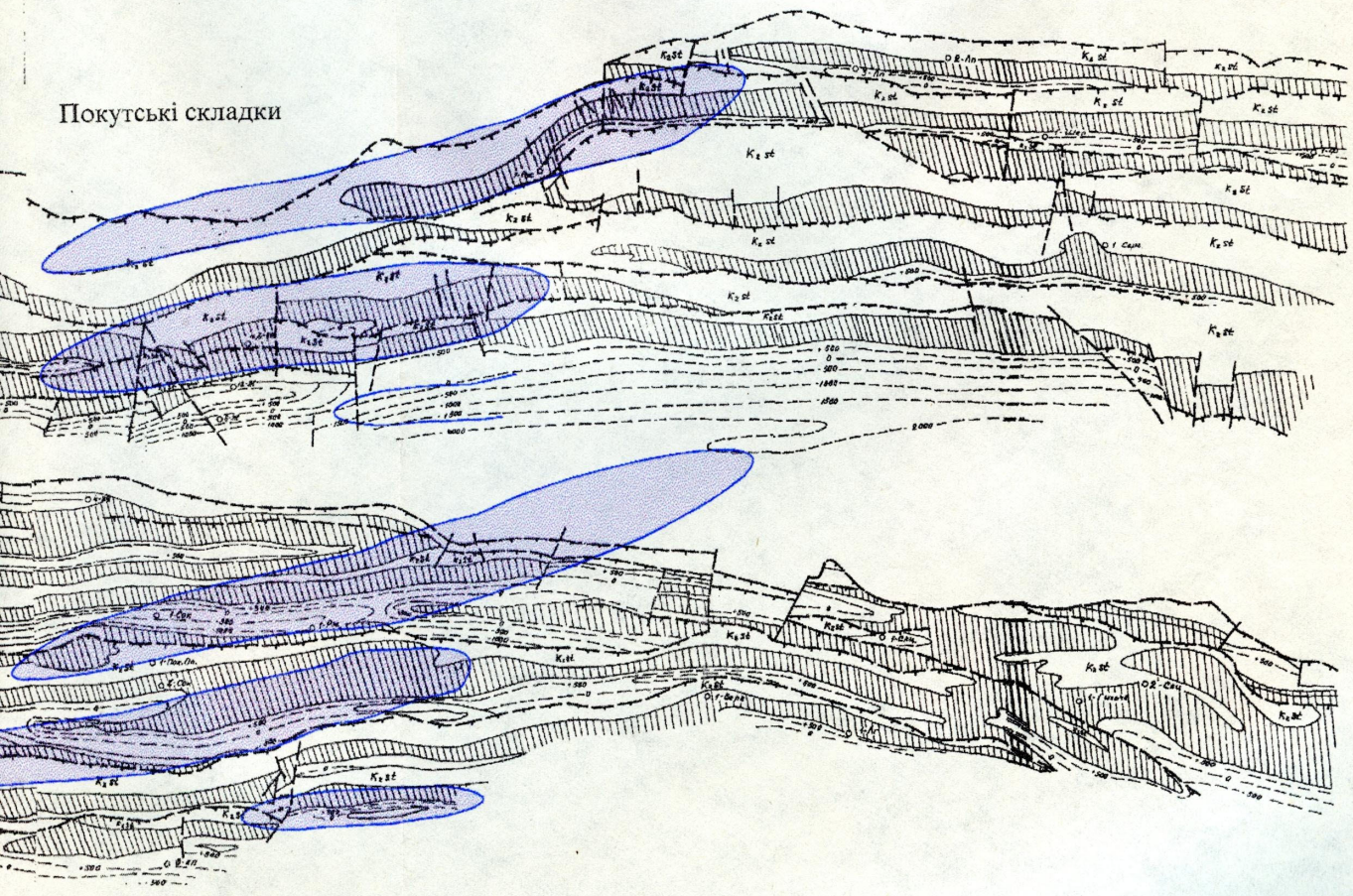
ЗА ДАНИМИ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ТЕКТОНІЧНУ ТРИЩИНУВАТІСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Масштаб 1:100 000





Покутські складки



ділянка підвищеної тектонічної тріщинуватості гірських порід. За даними дослідження кернавого матеріалу [99, 100] зустрічаються тектонічні тріщини без мінерального заповнення, які завдяки своїй розкритості ($30-50 \cdot 10^{-6}$ м) покращують фільтраційні властивості пластів - колекторів. Тріщинна проникність в межах цих свердловин ($0,1-885 \cdot 10^{-3}$ мкм²).

У межах Долинського родовища в районі свердловин №№ 400, 401 за даними наших досліджень виділено ділянку підвищеної тектонічної тріщинуватості гірських порід. За даними [96, 98, 103] вищезгадані свердловини розташовані в районах розвитку тектонічної тріщинуватості гірських порід, яка в свою чергу обумовлює покращання емнісно-фільтраційних властивостей порід - колекторів. Також за даними [101, 102] в межах Долинського родовища в свердловині № 358, яка розміщена за нашими дослідженнями в межах ділянки з підвищеними значеннями густоти тріщинуватості, в інтервалах глибин 2522-2524, 2545-2547 і 2564-2566 виявлено за промислово-геофізичними дослідженнями поступання основних обсягів води, що закачувалась в продуктивні пласти по наявній системі тектонічних тріщин, які розміщені в зоні перегину пластів. Ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід, що виділені нами також розміщуються і в нижче залягаючих тектонічних поверхах в даному районі свердловин.

У межах Гвіздецького родовища в районі свердловин №№ 135-Гв, 130-Гв, 145-Гв, 3-Гв, 7-Гв, 4-Гв, 9-Гв, 8-Гв, 10-Гв, 15-Гв, 14-Гв за даними наших досліджень виділено обширну ділянку підвищеної тектонічної тріщинуватості гірських порід по всіх трьох тектонічних поверхах. За даними [104, 105] свердловини розташовані в районах розвитку тектонічної тріщинуватості гірських порід, яка покращує емнісно-фільтраційні властивості порід - колекторів.

На Битківській структурі в районі свердловин №№ 807, 808, 809, 456, 816, 811, 817, 815, 805, 452, 350, 325, 1-Пас за даними наших досліджень виділено обширну ділянку з підвищеними значеннями тектонічної тріщинуватості гірських порід по всіх трьох тектонічних поверхах. За даними [100] у взірцях керну свердловин №№ 325, 350 відповідно в інтервалах 1908-2044 м і 1843-1864 м, були зустрінуті в піщано-алевролітові породи менілітової свити із відкритими тріщинами, а також тріщинами, які заповнені рідкою нафтою, та з примазками нафти на стінках цих тріщин.

Лінійно витягнуті ділянки підвищеної густоти тріщинуватості гірських порід також прослідковуються на Пасічнлянській, Микуличинській, Тереснянській, Вигода-Витвицькій, Східницькій, Орів-Уличнянській, Іваніківській структурах.

Наведені дані дозволяють вважати виділення ділянок з підвищеною тріщинуватістю гірських порід регіону досліджень, як додатковий критерій

перспектив нафтогазоносності надр. Деякі структури, які мають структурно-тектонічні передумови нафтогазоносності, але на яких ще не підтверджено нафтогазоносність бурінням свердловин, за результатами наших досліджень є перспективними.

Безпосередньо у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід, де ще не встановлена промислова нафтогазоносність, за результатами наших досліджень слід вважати перспективними.

Як підтвердження нашого висновку про можливість використання інформації про тріщинуватість гірських порід для виявлення перспективних об'єктів доречно зіслатись на результати газогеохімічних досліджень [106, 107, 108, 109], а також на дані результатів рекогносцированих газометричних досліджень на території Битківського родовища [110]. Виділені нами ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід в межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину трасуються в межах зон, які за даними газогеохімічних досліджень характеризуються також, як перспективні.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

У дисертації в науковому плані розроблено узагальнену класифікацію тектонічних тріщин гірських порід, яка складається з шести типів тріщин, що дозволяє доповнити уявлення про характер і напрямок дії тектонічних зусиль в складчастих смугах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Більшість тріщин гірських порід регіону належить до типу сколювання (65 %), дещо менше - відриву 33 %. Орієнтація тріщин в просторі свідчить, що тут, в основному, діяли тангенціально - спрямовані складкоутворювальні тектонічні сили з південного заходу на північний схід. Цей напрямок дії вважається домінуючим, хоч на певних стадіях формування складчастості мала місце зміна домінуючого напрямку дії тектонічних сил, за рахунок чого здійснювався значний ріст амплітуд складок, а також формувались складки з ундульованими великими осями.

В практичному плані результати проведених досліджень тріщинної тектоніки у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину дозволили встановити графічні та аналітичні залежності між коефіцієнтом густоти тріщин і коефіцієнтами інтенсивності локальних структур, а також від відстані тої чи іншої ділянки досліджуваної площі від кульмінаційної точки склепінь локальних структур. Ці результати дозволяють більш цілеспрямовано здійснювати пошуково-розвідувальні роботи на нафту і газ, тому

що ділянки з підвищеною тріщинуватістю гірських порід дозволять, в свою чергу, передбачити в їх межах зони з підвищеними колекторськими властивостями, що дуже важливо для оцінки перспектив нафтогазоносності при проведенні пошуково-розвідувальних робіт

Крім названого, виділені ділянки з підвищеною тріщинуватістю гірських порід можуть використовуватись в нафтогазопромисловій справі для закладання видобувних свердловин, оскільки на таких ділянках дебіти свердловин, як правило, вищі в порівнянні з ділянками гірських порід, на яких не було тріщиноутворення.

Суміщення складених нами карто-схем коефіцієнта густоти тріщин, густоти тектонічних розривів та розломів з картою нафтогазоносності Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показало, що більшість тріщинуватих ділянок Внутрішньої зони Передкарпатського прогину співпадає або майже співпадає з площами, де відкрито нафтогазові поклади (Долинське, Північнодолинське, Заводовське, Пасічнянське, Гвіздецьке) та інші родовища.

Цей результат дозволяє вважати виділення тріщинуватих ділянок як додатковий критерій оцінки перспектив нафтогазоносності.

Безпосередньо у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину ділянки підвищеної тріщинуватості гірських порід, де ще не встановлено промислової нафтогазоносності, слід вважати перспективними для пошуків покладів нафти і газу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ладыженский Н.Р. Геология и газонефтеносность Советского Предкарпатья. - К.: Изд. АН УССР, 1955.- 383с.
2. Ладыженский Н.Р., Антипов В.И. Геологическое строение и газонефтеносность Советского Предкарпатья. - Гостоптехиздат, 1961. - 266 с.
3. Zuber R. Flisz i Nafta. - Prace naukova. - Lwow. - 1918.
4. Zuber R. Kilka uwag nad D-ra Olszewskiego teoryja pochodzenie nafty w Galicyi. - Kosmos. - 1881.- № 6. - s. 577-580.
5. Teisseyre W. O związku w budowie tektonocznej Karpat i ach przedmurza, Kosmos, 1907, № 32. - s. 392-402.
6. Friedl K. Primör oder Secundeör.-Petroleum, 1925, 7, 31 S.
7. Hempel J. Zarys budowy boryslawskiego zaglebie naftowego. - Kosmos.-1925. - № 50. - s. 940-966.
8. Порфирьев В.Б. Опыт геологического анализа вопросов нефтеназоносности // Проблема неорганического происхождения нефти. К.: Наукова думка, 1971. - С. 3-34.
9. Линецкий В.Ф. О критериях флюидопроводимости глубинных разломов // Геология и геохимия горючих ископаемых. - 1974. - Вып. 39. - с. 3-9.
10. Чебаненко И.И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры.- К.: Изд АН УССР,

1963. - 154 с.

11. Орлов А.А., Бак А.М. Трещиноватость горных пород Покутских складок // Геология нефти и газа. - 1965. - № 5.- С. 47-51.

12. Орлов А.А. Аномальные пластовые давления в нефтегазоносных областях Украины. - Львов: Издательство при Львовском гос. универ. изд. объедин. Вища школа, 1980. - 188 с.

13. Глушко В.В. Тектоника и нефтегазоносность Карпат и прилегающих прогибов. - М.: Недра, 1968. - 263с.

14. Вуль М.А. Особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности Предкарпатья в междуречье Свичи и Быстрицы Надворнянской: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук:04.00.17/ - Львов, 1968. - 20 с.

15. Соллогуб В.Б. Тектоника передовых прогибов альпийской геосинклинальной области и сопредельных районов Европейской части СССР.- Изд АН УССР, 1960. - 93 с.

16. Субботин С.И. Глубинное строение Советских Карпат. - Изд АН УССР, 1955. - 259 с.

17. Доленко Г.Н. Геология нефти и газа Карпат.- К.: Изд. АН УССР, 1963. - 365 с.

18. Доленко Г.Н. О зонах нефтегазонакоплений в Предкарпатском прогибе // Геологический сборник Львовского геологического общества.-Львов.- 1961. № 7-8. - С. 66-78.

19. Разломная тектоника Предкарпатского и Закарпатского прогибов и ее влияние на распределение залежей нефти и газа / Доленко Г.Н., Бойчевская Л.Т., Килын И.В., и др. - К.: Наукова думка, 1976. - 126 с.

20. Бортницкая В.М. Трещиноватость пород-коллекторов Внутренней зоны Предкарпатского прогиба и ее влияние на коллекторские свойства // Нефтяная и газовая промышленность. - 1973. - № 3. - С. 7-9.

21. Бортницкая В.М., Кутовая Д.В. Изучение трещиноватости коллекторов палеогена нефтяных месторождений Предкарпатского прогиба // Материалы по геологии и нефтегазоносности Украины. Труды УкрНИГРИ. IV выпуск. Гостоптехиздат. - 1963. - С. 167-171.

22. Дорофеева Т.В. Тектоническая трещиноватость горных пород и условия формирования трещинных коллекторов нефти и газа. - Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1986. - 224 с.

23. Гофштейн И.Д., Медведев А.П. Тектоническая трещиноватость осадочных пород в среднем течении Днестра // Изд. АН СССР. Сер. геол. - 1952. - Вып.6. - С. 108-117.

24. Копыстьянский Р.С. Изменение трещиноватости горных пород с глубиной и ее влияние на коллекторские свойства пород. В кн.: Изучение коллекторов нефти и газа, залегающих на больших глубинах. Труды МИНХ и ГП им. акад. И.М. Губкина. Выпуски 123, 124. - С. 45-47.

25. Копыстьянский Р.С. Трещиноватость пород и ее значение в нефтяной геологии Советских Карпат. В

кн.: Материалы VIII и IX съездов Карпато-Балканской геологической ассоциации. - Львов: 1974. - С. 323-333.

26. Копыстьянский Р.С. Трециноватость пород и ее значение в нефтегазовой геологии (на примере Карпатского региона). - К.: Наукова думка, 1978. - 215с.

27. Котяхов Ф.И. Основы физики нефтяного пласта. - М.: Гостоптехиздат, 1956. - 363 с.

28. Котяхов Ф.И. Физика нефтяных и газовых коллекторов. - М.: Недра, 1977. - 287 с.

29. Проблемы промышленной нефтегазоносности и газоносности западных областей УССР / Антипов В.И., Вялов О.С., Доленко Г.Н. и др. - К.: Изд. академии наук УССР, 1955. - Том III. - 381 с.

30. Снарский А.Н. Пути миграции нефти и газа // Науч.зап. Львов.политехн. ин-та. - Вып 28. Сер. нефт., - 1965, - № 5, С. 3-17.

31. Глушко В.В., Круглов С.С. Главнейшие особенности тектоники и развития Украинских Карпат. - М.: ВИЭМС, 1979. - 53 с.

32. Глушко В.В., Мозиняк П.Ю., Петрашкевич М.М. Новые представления о строении и районировании Предкарпатского прогиба // Геол. и геохимия горючих ископаемых: Респ. межвед. сб. - 1982. - Вып. 58. - С. 19-31.

33. Геология нефтяных и газовых месторождений Украинской ССР / Глушко В.В., Клиточенко И.Ф.,

Крамаренко В.И. и др. - М.: Гостоптехиздат, 1963. - 315с.

34. Сельский В.К. Палеогеновые отложения Внутренней зоны Предкарпатского прогиба и Северных скиб Восточных Карпат в связи с их нефтегазоносности: Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук:04.00.17/ - Львов, 1974. - 25 с.

35. Гзовский М.В. Математика в геотектонике. - М.: Недра, 1971. - 240 с.

36. 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 // Геофизический журнал. - 1995. - № 3. - Том.17. - С.58-67.

37. 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).2 // Геофизический журнал. - 1995. - № 5. - Том 17. - С.11-19.

38. 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).3 // Геофизический журнал. - 1995. - № 6. - Том 17. - С. 3-13.

39. Гинтов О.Б., Гутерман В.Г. Механизм формирования покровной структуры Карпат по данным

моделирования, парагенетического и кинематического анализов // Материалы совещания "Структурные парагенезы и их ансамбли". - М.:ГЕОС, 1997. - С. 32-34.

40. Гинтов О.Б., Муровская А.В. Комплексование парагенетического и кинематического анализов трещин как новый метод в тектонофизике // Материалы совещания "Структурные парагенезы и их ансамбли". - М.:ГЕОС, 1997. - С. 34-36.

41. Orlov A., Omelchenko V., Trubenko A. The fissurite of the mountain breeds of the internal zone of the Pre-Carpathian deflection // Pery-Tethys programme annual meeting. Rabat-Morocco, 10-12 June 1997. - P. 70-71.

42. Белоусов В.В. Структурная геология. - Изд МГУ, 1971. - 277 с.

43. Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. - М.: Гостоптехиздат, 1962. - 608с.

44. Ажгирей Г.Д. Структурная геология. - Изд МГУ, 1956. - 493 с.

45. Буюлов Н.И. Структурная геология. - М.: Гостоптехиздат, 1957. - 279 с.

46. Калачева В.Н., Кноринг Л.Д. Закономерности развития трещиноватости на структурах различного типа / В кн.: Трещинные коллекторы нефти и газа и методы их изучения Л.: Недра, 1965. - вып. 242. - С. 113-150.

47. Кушнарев И.П. Методы изучения разрывных нарушений. - М.: Недра, 1977. - 245 с.

48. Вялов О.С. Палеогеновый флиш северного склона Карпат. - К.: Изд АН УССР, 1961. - 136 с.

49. Тектоника Украинских Карпат. Объяснительная записка к тектонической карте Украинских Карпат. Масштаб 1:200000 / Буров В.С., Глушко В.В., Круглов С.С. - К.: 1986. - 152 с.

50. Тектоническая карта Украинской ССР и Молдавской ССР. Объяснительная записка. Масштаб 1:500000 / Арсирий Ю.А., Круглов С.С., Полухтович Б.М. - К.: 1988. - 134 с.

51. Буров В.С., Витрик С.П., Глушко В.В. Новые данные о геологическом строении и нефтегазонности запада УССР по материалам региональных геолого-геофизических исследований (1959-1967). - Львов: Изд. Львовского университета, 1971. - 171 с.

52. Рипун М.Б. Основные факторы, влияющие на изменение пористости с глубиной в палеогеновом флише Передкарпатского прогиба. - М.: Недра, - "Труды МИНХ и ГП". - 1977. - вып. 123. - С. 104-106.

53. Круглов С.С., Смирнов С.Е., Спитковская С.М. Геодинамика Карпат. - К.: Наукова Думка, 1985. - 136с.

54. Буров В.С. и др. К вопросу о северо-восточной границе распространения флиша во Внутренней зоне Предкарпатского прогиба // Геологический журнал, 1969. - том 29. - вып. 3. - С. 3-11.

55. Tolwinski K., Kopalnia nafty i gazów ziemnych w Polsce, Boryslaw. Tom II, Warszawa-Boryslaw-Lwow, 1934 - 1937, 381 s.

56. Лозиняк П.Ю. Нові погляди на будову Передкарпатського прогину // Геологія і геохімія горючих копалин. - 1996. - № 3-4. - С. 80-89.

57. Обоснование направлений поисков нефти и газа в глубокозалегающих горизонтах Украинских Карпат / Бойко В.Н., Бортницкая В.М., Вишняков И.Б. и др. - К.: Наукова думка, 1977. - 104 с.

58. Буров В.С., Витрик С.П., Глушко В.В. Новые данные о геологическом строении и нефтегазоносности запада УССР по материалам региональных геолого-геофизических исследований (1959-1967). - Львов: Изд Львовского университета, 1971. - 171 с.

59. Геологическое строение и нефтегазоносность западных и южных областей Украины / Труды научно-производственного совещания по проблеме нефтегазоносности Украины. - К.: Изд. академии наук Украинской ССР, 1959. - 312с.

60. Разломы и горизонтальные движения земной коры: - Труды, вып. 80. М.: Геологический институт, 1963. - 312 с.

61. Орлов О.О. Про фундамент південно-східної частини Передкарпатського прогину за даними буріння на Красноільській площі // Геологічний журнал.- К.: 1966. - том XXIV, вип. 3. - С. 59-62.

62. Орлов А.А. О геологическом строении Покутско-Буковинских Карпат по данным опорного бурения // Изд. вузов. Нефть и газ. Баку. - 1968. - № 8. - С. 17-20.

63. Линецкий В.Ф. О характере трициноватости пород флиша краевой зоны Советских Карпат //

Геологический сборник Львовского геологического общества. - 1961. - №7-8. - С. 89-99.

64. Методика изучения трещиноватости горных пород и трещинных коллекторов нефти и газа / Под редакцией Е.М. Смехова. Труды Всесоюзного нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института. Ленинград: Недра, Ленинградское отделение, 1969. - 129с.

65. Михайлов А.Е. Структурная геология. - М.: Недра, 1973. - 432 с.

66. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. - М.: Недра, 1975. - 536 с.

67. Орлов А.А. Роль экзогенных факторов в формировании рельефа Покутских Карпат // Геология и разведка. Вестник Львовского политехнического института. - 1965. - № 5. - С. 83-87.

68. Орлов А.А. Тектоническое строение и оценка перспектив нефтегазоносности Покутско-Буковинской части Предкарпатья: Дис... геол.-минер. наук: 04.00.17 Ивано-Франковск, 1965. - 231 с.

69. Геология СССР. Карпаты. Том XLVIII. Часть 1. Геологическое описание. - М.: Недра, 1966. - 540 с.

70. Трубенко О.М. Системи тектонічних тріщин у відкладах Передкарпатського прогину Західного нафтогазопромислового регіону України // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1997. - Вип.34. - С. 75-82.

71. Трубенко О.М. Типи тектонічних тріщин в гірських породах Внутрішньої зони Передкарпатського

прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - Вип.35. - С. 74-77.

72. Трубенко О.М. Системи тріщин флішевих утворень Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Тези наук.- техн. Конференції професорсько - викладацького складу університету.- Івано-Франківськ ІФДТУНГ, 1998. - С.130.

73. Орлов О.О. До питання про типізацію локальних структур Зовнішньої зони Передкарпатського прогину за кількісними критеріями // Геологія і геохімія горючих копалин. - 1972. - Вип.32. - С. 19-24.

74. Орлов О.О. Можливість прогнозування аномально високих пластових тисків в колекторах нафтогазоносних провінцій геосинклінального типу за кількісними критеріями антикліналей // Доповіді АН України, 1978. - сер. Б. - №11. - С. 974-978.

75. Орлов А.А. Влияние тектонических дислокаций на формирование повышенных пластовых давлений поровой жидкости в осадочных комплексах // Геотектоника. - 1980. - № 1. - С. 116-119.

76. Трубенко О.М. Інтенсивність локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1996. - Вип.33. - С. 125-131.

77. Трубенко О.М. Кількісна оцінка складчастих структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину

// Геоєкологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпат-ського регіону. Зб. праць докторантів, аспірантів, студентів. Ів.-Франківськ. - 1998. - С.37-41.

78. Орлов О.О., Трубенко О.М., Михайлів І.Р. Кількісні характеристики локальних структур Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Матеріалами 5-ої Міжнар.конф. "Нафта і Газ України - 98". (Полтава, 15-17 вересня 1998). - Полтава. - 1998. - Том 1. - С. 338-339.

79. Анцупов П.В., Крупський Ю.З., Орлов А.А., Просняков А.В. Новые данные о нефтегазоносности юго-восточной части Бильче-Волицкой зоны Предкарпатского прогиба // Нефтегазовая геология и геофизика. - 1985. - № 1. - С. 17-21.

80. Орлов А.А. Некоторые особенности тектоники и перспективы нефтегазоносности Покутско-Буковинской части Предкарпатского прогиба // Сб. ИГГГи АН Украины. - К.: - 1966. - №8. С. 108-112.

81. Орлов О.О., Трубенко О.М., Омельченко В.Г. Залежності коефіцієнта густини тріщин від коефіцієнта інтенсивності структур і віддалі від їх склепінь // Матеріалами 5-ої Міжнар.конф. "Нафта і Газ України - 98". (Полтава, 15-17 вересня 1998). - Полтава. - 1998. - Том 1. - С. 335-336.

82. Мончак Л.С. Колекторські властивості олігоценових та еоценових відкладів Долинського нафтопромислового району: Дис... канд. геол.-мінер. наук:04.00.17. - Львів, 1965. - 204 с.

83. Трубенко А.Н. Трещинная тектоника во Внутренней зоне (геосинклинальной) зоне Предкарпатского прогиба // Материалы докладов Второй Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых им. Академика М.А. Усова. "Проблемы геологии и освоения недр" -Томск: Изд НТЛ, 1998. - С. 47-48.

84. Орлов О.О., Трубенко О.М., Омельченко В.Г. Тріщинуватість гірських порід Внутрішньої зони Передкарпатського прогину // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1996. - Вип.33. - С. 49-57.

85. Орлов О.О., Трубенко О.М. До питання вивчення мікротектоніки гірських порід у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину // Тези наук.- техн. Конференції професорсько - викладацького складу університету.- Івано- Франківськ ІФДТУНГ, 1997. - С.74.

86. Таблицы по математической статистике // П. Мюллер, П. Нойман, Р. Шторм; Пер. с нем. и предисл. В.Ш. Ивановой. - М.: Финансы и статистика, 1982. - 278с.

87. Морфоструктурные методы изучения тектоники закрытых платформенных нефтегазоносных областей. Гольббрайх И.Г., Забалуев В.В., Ласточкин А.Н. и др. -Л.: Недра, 1968. - 152 с.

88. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации: Учебник для вузов.- М.:Недра, 1986. - 342 с.

89. Доленко Г.Н., Бойчевская Л.Т., Бойчук М.В. Нефтегазоносные провинции Украины. - К.: Наукова Думка, 1985. - 172 с.

90. Еременко Н.А. Геология нефти и газа. - М.: Недра, 1968. - 389 с.

91. Доленко Г.Н., Ярош Б.І., Хоменко В.І., Улізло Б.М. Закономірності нафтогазоносності Передкарпатського та Закарпатського прогинів. - К.: Наукова думка, 1969. - 202 с.

92. Доленко Г.Н. Происхождение нефти и газа нефтегазонакопление в земной коре. - К.: Наукова думка, 1986. - 136 с.

93. Бойко Г.Ю., Філес Ю.Г., Гайванович О.П. Розташування і будова нафтогазових родовищ у Передкарпатському прогині у зв'язку з глибинними розломами // Геологія і геохімія горючих корисних копалин. - 1998. - № 1 (102). - С. 17-21.

94. Бойко Г.Ю., Гайванович О.П. Зв'язок розміщення родовищ нафти і газу з розломами фундаменту в Карпатах і прилеглих областях // Матеріалами 5-ої Міжнар.конф. "Нафта і Газ України - 98". (Полтава, 15-17 вересня 1998). - Полтава. - 1998. - Том 1. - С. 313.

95. Бойко Г.Ю., Гайванович О.П. Нові критерії прогнозування покладів нафти в Карпатському регіоні // Геологія і геохімія горючих копалин, 1993. - 1(82). - С.35-41.

96. Маєвський Б.Й., Манюк М.І., Ляху М.В. Вплив зон геодинамічного розвитку Карпат на ємнісно-

фільтраційні властивості продуктивних товщ // Тези наук.- техн. Конференції професорсько - викладацького складу університету. - Івано-Франківськ ІФДТУНГ, 1998.- С. 126.

97. Маєвський Б.Й., Бойко Г.Ю., Ляху М.В., Манюк М.І. Особливості взаємозв'язку між тектонічною тріщинуватістю продуктивних горизонтів і характером питомих відборів нафти в межах Бориславського нафтогазопромислового району // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1998. - Вип.35. - С. 127-134.

98. Маєвський Б.Й., Ляху М. В., Манюк М. І. Вплив зон розвитку геодинамічних напруг на концентрацію запасів та особливості розробки газонафтових покладів Передкарпаття // Матеріалами 5-ої Міжнар.конф. "Нафта і Газ України - 98". (Полтава, 15-17 вересня 1998). - Полтава. - 1998. - Том 1. - С. 330-331.

99. Т.А. Баранова, В.М. Бортницкая Коллекторы Заводовського месторождения // Нефтяная и газовая промышленность. - 1987. - № 1. - С. 18-20.

100. С.И. Шишигин, А.М. Синичка Некоторые примеры трещиноватых нефтеносных пород в областях развития геосинклинали и платформы // Доклады Львов. политехн. ин-та. Том III, Вып. 1 и 2. - 1958. - С. 12-17.

101. Гунька Н.Н. Влияние теплового режима на вытеснение нефти при заводнении многопластовых залежей // Нефтяная и газовая промышленность. - 1986. - № 3. - С. 31-33.

102. Гунька Н.Н., Гунька В.Н., Ярош Б.І. Проблема регулювання нафтовилучення при заводнені багатопластових покладів // Тези наук.- техн. Конференції професорсько - викладацького складу університету.- Івано-Франківськ ІФДТУНГ, 1999.- С.78.

103. Маєвський Б.Й., Бойко Г.Ю., Манюк М.І., Ляху М.В., Храбатинко І.В. Дослідження впливу тектонічної тріщинуватості продуктивних горизонтів Долинського нафтового родовища на характер продуктивності свердловин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ: ІФДТУНГ. - 1997. - Вип.34. - С. 149-156.

104. Бортницкая В.М., Новосилецкий Р.М. Влияние геотермальных условий и особенности формирования залежей углеводородов на фильтрационно-емкостные свойства терригенных коллекторов // Тезисы докладов III Всесоюзной конф. "Коллекторы нефти и газа на больших глубинах".-М.: - 1983. - С. 38-39.

105. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Трубенко О.М., Михайлів І.Р. Використання інформації про пластові тиски для визначення тектонічних напруг в гірських породах / Тезиси Международной конференции "Тектоника и нефтегазоносность Азово-Черноморского региона, (Крым, Гурзуф, 6-10 сентября).- Симфереполь. - 1999. - С. 83-85.

106. Геохимические нефтегазоносные исследования на площадях объединения "Укрнефть" в ДДВ и Предкарпатском прогибе с целью оценки перспектив

нефтегазоносности локальных структур: Отчет о НИР по теме 114-Ц/88 / Производственное объединение "Укрнефть". - Ивано-Франковск, 1989. - 96 с.

107. Уточнення геологічної будови і оцінка нафтогазоносності Микуличинського підняття та прилеглої території: Звіт про НДР по темі 149/97 / Івано-Франківський державний університет нафти і газу НДІНГТ. - Івано-Франківськ, 1998. - 80 с.

108. Удосконалення газогеохімічних методів пошуків нафти і газу в геосинклінальних умовах: Звіт про НДР / Ів.-Фран. держ. універ. нафти і газу. - Івано-Франківськ, 1997. - 105 с.

109. Газогеохімічний прогноз і оцінка перспектив нафтогазоносних площ АТ "Укрнафта" у Передкарпатському прогині для вибору першочергових нафтогазопошукових об'єктів: Звіт про НДР / Ів.-Фран. держ. універ. нафти і газу. - Івано-Франківськ, 1997. - 190 с.

110. Крышталъ Н.В., Мырка Я.М., Крышталъ И.И. Проявление углеводородных газов на Битковском месторождении // Нефтяная и газовая промышленность. - 1986. - № 3. - С. 11-13.

ДОДАТКИ

ПРОГРАМА "SLICER"

```

Program PieSlicer;
  Uses Graph,Crt;
  Var
    Radius:Array[0..360] of Byte;
    NonZero_x,NonZero_y,Old_x,Old_y,alfa,x,y,q,w,e,r:Integer;
  Begin;
  WriteLn('640x480x16 Circle diagram');
  WriteLn('please keep egavga.bgi here.');
```

WriteLn;

e:=0;

r:=1;

```

Repeat
  Write('Angle ? [0..360]:'); ReadLn(r);
  If (r>360) or (r<0) then Begin WriteLn(' Incorrect angle mf!,
  using r=0'); r:=0;End;
  Write('Point for [',r,']?:'); Read(Radius[r]);
  Until r=360;
  q:=VGA;
  w:=2;
  InitGraph(q,w,'');
  SetColor(3);
  e:=0;
  r:=0;
  x:=0;
  Circle(320,240,100);
  SetColor(3);

  Line(320,350,320,130);
  Line(210,240,430,240);
  Line(318,130,322,130);
  Line(322,130,320,115);
  Line(320,115,322,130);
  Line(430,238,430,242);
  Line(430,238,445,240);
  Line(445,240,430,242);
  OutTextXY(324,122,'H-');
  OutTextXY(430,245,'Cx');
```

{While x<=150 do Begin

y:=Round(SQRT(10000-(Cos(x*pi/180)*100)*(Cos(x*pi/180)*100)));

Line(320,240,320+y,240+Round(Cos(x*pi/180)*100));

x:=x+10;

End;}

For alfa:=1 to 180 Do Begin

old_y:=Round(Sqrt(Radius[alfa]*Radius[alfa]-

(cos(alfa*pi/180)*Radius[Alfa])*

(Cos(alfa*pi/180)*Radius[alfa])));

old_x:=Round(Cos(Alfa*pi/180)*Radius[Alfa]);

Продовження додатку А

```

If Radius[alfa]>0 then NonZero_y:=old_y;
If Radius[alfa]>0 then NonZero_x:=old_x;
If (old_y=0) and (old_x=0) then
  Begin
    old_x:=NonZero_x;
    old_y:=NonZero_y;
  End;

y:=Round(Sqrt(Radius[alfa+1]*Radius[alfa+1]-
(cos((alfa+1)*pi/180)*Radius[Alfa+1])*(Cos((alfa+1)*pi/180)*
Radius[alfa+1])));
x:=Round(Cos((Alfa+1)*pi/180)*Radius[Alfa+1]);
Line(320,240,320-old_y,240-old_x);
Line(320-y,240-x,320-old_y,240-old_x);
End;
For alfa:=180 to 360 Do Begin
old_y:=Round(Sqrt(Radius[alfa]*Radius[alfa]-(cos((alfa-
180)*pi/180)*Radius[Alfa])*(Cos((alfa-
180)*pi/180)*Radius[alfa])));
old_x:=Round(Cos((Alfa-180)*pi/180)*Radius[Alfa]);
If Radius[alfa]>0 then NonZero_y:=old_y;
If Radius[alfa]>0 then NonZero_x:=old_x;
If (old_y=0) and (old_x=0) then
  Begin
    old_x:=NonZero_x;
    old_y:=NonZero_y;
  End;
y:=Round(Sqrt(Radius[alfa+1]*Radius[alfa+1]-(cos((alfa-
180)*pi/180)*Radius[Alfa+1])*(Cos((alfa-
180)*pi/180)*Radius[alfa+1])));
x:=Round(Cos((Alfa-180)*pi/180)*Radius[Alfa+1]);
Line(320,240,320+old_y,240+old_x);
Line(320+y,240+x,320+old_y,240+old_x);
End;
Repeat Until KeyPressed;
{While x<=140 do Begin
y:=Round(SQRT(10000-(Cos(x*pi/180)*100)*(Cos(x*pi/180)*100)));
  Line(320,240,320-y,240-Round(Cos(x*pi/180)*100));
  x:=x+10; End;}
SetColor(15);
{ While r<=70 do
  Begin
    Sector(320,240,e,e+5,t_count[r],t_count[r]);
    inc(r);
    e:=e+5;
  End;}
Repeat Until KeyPressed;
End.

```

ПРОГРАМА "FISSURITY"

```
unit Valter_Main_Input;
interface
uses
  Windows, SysUtils, Classes, Forms, Dialogs,
  Buttons, Menus, Grids, ExtCtrls, Controls, StdCtrls,
  Graphics;
type
  TMain_Input_Form = class(TForm)
  MainMenu1: TMainMenu;
  File1: TMenuItem; Make1: TMenuItem; Exit2: TMenuItem;
  Bevel1: TBevel; Import2: TMenuItem;
  ImportDataDialog: TOpenDialog;
  Data_SGrid: TStringGrid;
  Export1: TMenuItem;
  N1: TMenuItem;
  Circlediagram1: TMenuItem;
  Circle_Image: TImage;
  Circle_Label: TLabel;
  Grid1: TMenuItem;
  SaveDialog1: TSaveDialog;
  Help: TMenuItem;
  About1: TMenuItem;
  Grid_Image: TImage;
  Label1: TLabel;
  procedure Data_SGridKeyPress(Sender: TObject;
var Key: Char);
  procedure Circlediagram1Click(Sender: TObject);
  procedure Import2Click(Sender: TObject);
  procedure Put_Circle_Sample;
  Function My_Str_Copy(Source_Str:String;
from_pos,to_pos:Byte):String;
  Function My_Str_Pos(Source_Str,Symbol:String):Byte;
  procedure Grid1Click(Sender: TObject);
  procedure About1Click(Sender: TObject);
```

Продовження додатку Б

```

    procedure Exit2Click(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;
var
    Main_Input_Form: TMain_Input_Form;
    Measures_Quantity: Integer;
    points_grid: Array [1..10,1..10] of Integer;
implementation
    uses Fiss_inf, Valter_Input1;
    {$R *.DFM}
    Function TMain_Input_Form.My_Str_Pos;
    Var i: integer;
    Begin i:=0;
    If length(Source_Str)>3 then Repeat Inc(i);
    until (Source_Str[i]=Symbol) or (i=length(Source_Str));
    My_Str_Pos:=i; End;
        Function TMain_Input_Form.My_Str_Copy;
        Var i: integer; copy_s: string; Begin
        If from_pos<=to_pos then For i:=from_pos to to_pos do
copy_s:=copy_s+Source_Str[i];
        My_Str_Copy:=copy_s;
    End;
    procedure TMain_Input_Form.Data_SGridKeyPress(Sender: TObject;
        var Key: Char); begin If ((Ord(Key)<48) or (Ord(Key)>57))
and (Key<>#8) and (Key<>#9) then
        Begin
MessageBeep(0);
        Key:=#0;
        end;
        end;
    procedure TMain_Input_Form.Circlediagram1Click(Sender:TObject);
    Var x,y,i,Dummy_Integer:Integer;

```

Продовження додатку Б

```

begin
  // Checking of grid data validation
  For i:=1 to StrToInt(Input_Form1.Measures_Text.Text) do
  Begin
    try Dummy_Integer:= StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i]);
  except
    on E: EConvertError do
      Begin
        ShowMessage('Недопустиме значення кута падіння - замір
['+IntToStr(i)+']);
        Data_SGrid.Cells[2,i]:='0';
        Exit;
      End;
    end;
    If (Dummy_Integer<0) or (Dummy_Integer>90) Then
    Begin
      ShowMessage('Недопустиме значення кута падіння - замір
['+IntToStr(i)+'] (0<Alpha<90) ');
      Data_SGrid.Cells[2,i]:='0';
      Exit;
    End;
    try Dummy_Integer:= StrToInt(Data_SGrid.Cells[1,i]);
  except on E: EConvertError do
    Begin
      ShowMessage('Недопустиме значення азимута падіння -
замір ['+IntToStr(i)+']);
      Data_SGrid.Cells[1,i]:='0';
      Exit;
    End;
    end;
    If (Dummy_Integer<0) or (Dummy_Integer>360) Then
    Begin
      ShowMessage('Недопустиме значення азимута падіння - замір
['+IntToStr(i)+'] (0<Alpha<360) ');
      Data_SGrid.Cells[1,i]:='0';

```

Продовження додатку Б

```

        Exit;
    End;

End;

// Put circle with marks Put_Circle_Sample;
// **
//Clear grid array
For Dummy_Integer:=1 to 10 do
Begin
    For i:=1 to 10 do points_grid[i,Dummy_Integer]:=0;
    End;
    For i:=1 to
StrToInt(Input_Form1.Measures_Text.Text) do
Begin
y:=Round(Sqrt(StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i])*StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i])-(cos(StrToInt(Data_SGrid.Cells[1,i])*pi/180)*StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i]))*(Cos(StrToInt(Data_SGrid.Cells[1,i])*pi/180)*StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i]))));
x:=Round(Cos(StrToInt(Data_SGrid.Cells[1,i])*pi/180)*StrToInt(Data_SGrid.Cells[2,i]));
    // Put pixel to circle diagram // Radius - 90, Diam - 180,
one tenth - 18.
    if StrToInt(Data_SGrid.Cells[1,i])<180 then
        Begin
            Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Pixels[90+20-y,90+20-x]:=clBlack;
            {PutPixel(320-y,240-x,14);}
            Inc( points_grid[ Round(Int((90-y)/18))+1, Round(Int((90-x)/18))+1]);
        End
    else
        Begin
            Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Pixels[90+20+y,90+20-x]:=clBlack;

```

Продовження додатку Б

```

Inc(points_grid[Round(Int((90+y)/18))+1, Round(Int((90-
x)/18))+1]);
    End;
    // ***
    End;
end;
procedure TMain_Input_Form.Put_Circle_Sample;
begin
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Brush.Style:=bsSolid;
Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.FillRect(Rect(1,1,Main_Inpu
t_Form.Circle_Image.width,Main_Input_Form.Circle_Image.height))
;Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
ain_Input_Form.Circle_Image.Canvas.FrameRect(Rect(2,2,Main_Inpu
t_Form.Circle_Image.width-
1,Main_Input_Form.Circle_Image.height-1));
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Pen.Color:=clBlue;
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Ellipse(20,20,180+20,180+20);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.Pen.Color:=clBlack;
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.MoveTo(18,20+90);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.LineTo(22,20+90);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.TextOut(5,90+13,'90');
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.MoveTo(20+90,18);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.LineTo(20+90,22);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.TextOut(90+18,5,'0');
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.MoveTo(18+180,20+90);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.LineTo(22+180,20+90);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.TextOut(180+20,20+85,'270');
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.MoveTo(20+90,18+180);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.LineTo(20+90,22+180);
    Main_Input_Form.Circle_Image.Canvas.TextOut(90+10,180+20,'180');
    {PutPixel(320-y,240+x,7);
    PutPixel(320+y,240+x,7);

```


Продовження додатку Б

```

PutPixel(320-y,240+x,15);
PutPixel(320+y,240+x,15);
} // format Grid area
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.Brush.Style:=bsSolid;
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.FillRect(Rect(1,1,Main_Input_
Form.Circle_Image.width,Main_Input_Form.Circle_Image.height));
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.Brush.Color:=clBlack;
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.FrameRect(Rect(2,2,Main_Input
_Form.Circle_Image.width-1,Main_Input_Form.Circle_Image.height-
1));
end;
procedure TMain_Input_Form.Import2Click(Sender: TObject);
var  f:TextFile;
     i,CurrRecord: Integer;
     s:String; begin  If ImportDataDialog.Execute then
  Begin
    AssignFile(f,ImportDataDialog.FileName);
    {$I-} Reset(f);
    {$I+}
    If IOResult<>0
then
  Begin
    MessageDlg('Не можу відкрити файл
"' + ImportDataDialog.FileName + "'", mtWarning, [mbOk], 0);
    Exit;
  End;
  CurrRecord:=1;
  Repeat  ReadLn(f,s);
Data_SGrid.Cells[1,CurrRecord]:=Trim(My_Str_Copy(s,1,My_Str_Pos
(s,',')-1));
Data_SGrid.Cells[2,CurrRecord]:=Trim(My_Str_Copy(s,My_Str_Pos(s
,',')+1,Length(s)));
  Inc(CurrRecord);
  Until Eof(f);

```

Продовження додатку Б

```
CloseFile(f);
  Main_Input_Form.Data_SGrid.RowCount:=CurrRecord;
Input_Form1.Measures_Text.Text:=IntToStr(CurrRecord-1);
  With Main_Input_Form.Data_SGrid do
  Begin
For i:=1 to CurrRecord do Cells[0,i]:= IntToStr(i);
  Cells[0,0]:=' №';
  Cells[1,0]:=' Аз. пад.';
  Cells[2,0]:=' Кут пад.';
  End;
  End;
  End;
procedure TMain_Input_Form.Grid1Click(Sender: TObject);
  Var  f:TextFile;
  i,j: Integer;
  s:String; begin
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.Brush.Color:=clWhite;
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.Pen.Color:=clBlack;
// Make grid
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.MoveTo(20,20);
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.LineTo(20,20+180);
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.MoveTo(20,20);
Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.LineTo(20+180,20);
For i:=1 to 10 do
  Begin
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.MoveTo(20+i*18,20);
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.LineTo(20+i*18,20+180);
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.MoveTo(20,20+i*18);
  Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.LineTo(20+180,20+i*18);
  End;
// **
// Fill the grid with the numbers
For i:=1 to 10 do
  Begin
  For j:=1 to 10 do
```

```

Main_Input_Form.Grid_Image.Canvas.TextOut(20+18*i-10,20+18*j-
10,IntToStr(points_grid[i,j]));
End;
  // ** If SaveDialog1.Execute then
  Begin   AssignFile(f,SaveDialog1.FileName);
    {$I-}
    Rewrite(f);
    {$I+}
    If IOResult<>0 then
      Begin
        MessageDlg('Не можу відкрити файл
''+SaveDialog1.FileName+''', mtWarning, [mbOk], 0);
        Exit;
      End;
      For i:=1 to 10 do
        Begin
          For j:=1 to 10 do WriteLn(f,i,',',j,',',points_grid[i,j]);
        End;
      CloseFile(f);
    End;
  end;
procedure TMain_Input_Form.About1Click(Sender: TObject);
begin
  Form3.Show;
end;
procedure TMain_Input_Form.Exit2Click(Sender: TObject);
begin  Main_Input_Form.Close;
  Input_Form1.Close;
end;
end.

```