

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Гірничий факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра геотехнічної інженерії

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри ГТІ

В.І. Альохін

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 2024р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Магістр

(освітній ступінь)

на тему: «Склад, умови формування та деформації кластичних даюк Скибового покриву Українських Карпат».

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ГЕОЗМ-22

(шифр групи)

спеціальності 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Боровик Д. Ю

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник в.о. зав. кафедрою, д.г.н., доцент Альохін В. І.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент проф. н. с. ІГН НАНУ, к.г.н. Дубосарський В.Р.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали.)

(підпис)

Засвідчую, що у цій кваліфікаційній роботі немає заповнень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Покровськ – Луцьк – 2024 р.

АНОТАЦІЯ

Боровик Д.Ю «Склад, умови формування та деформації кластичних дайок Скибового покриву Українських Карпат» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 103 «Науки про Землю» (спеціалізація «Геологія») – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ- Луцьк, 2024 р.

У роботі наведений аналіз поширення кластичних дайок у світі та площі Українських Карпат, висвітлені питання механізмів та умови їх формування, зв'язок з родовищами вуглеводневої мінеральної сировини.

На ділянках досліджень вивчені умови залягання кластичних дайок Скибового покриву Карпат, встановлені системи кластичних дайок та ін'єкційний механізм їх формування, досліджені особливості їх мінерального складу, структурно-текстурних особливостей та умов деформацій.

Розглянуті питання охорони праці при виконанні геологорозвідувальних робіт.

В дослідженнях використані класичні методи структурно-геологічних досліджень, лабораторні методи мікроскопічних досліджень та тектонофізичні методи досліджень деформацій. Для обробки геологічних даних використовувалися спеціальні комп'юторні програми статистичної обробки даних та реконструкції полів палеонапружень - «Fabric 8», «Win Tensor».

Результати досліджень мають теоретичне і практичне значення для уточнення історії геологічного розвитку регіону та пошуків родовищ вуглеводнів.

Ключові слова: Карпати, Скибовий покрив, кластичні дайки, осадові породи, залягання, мінеральний склад, деформації.

Список публікацій студента:

1. В.І. Альохін, Н.О.Черненко, Д.Ю. Боровик. Умови залягання та склад кластичних дайок Українських Карпат. /Тези доповідів. XII міжнародної науково - практичній конференції «Технології і процеси в гірництві та будівництві», 25-27 квітня 2024 року. Луцьк: ДонНТУ, 2024. С. 4 - 8.

ABSTRACT

Borovyk D.Y. «Composition, conditions of formation and deformation of clastic dykes of the Skyboviy nappe of the Ukrainian Carpathians» / Final qualification work for the degree of Master's Degree in specialty 103 "Earth Sciences" (specialization "Geology") - STU DonNTU, Pokrovsk-Lutsk, 2024.

The work presents an analysis of the distribution of clastic dykes in the world and the area of the Ukrainian Carpathians, the issues of mechanisms and conditions of their formation, the connection with deposits of hydrocarbon mineral raw materials are highlighted.

The conditions of occurrence of clastic dykes of the Skiboy cover of the Carpathians were studied at the research sites, the systems of clastic dykes and the injection mechanism of their formation were established, the peculiarities of their mineral composition, structural and textural features and deformation conditions were investigated.

Considered issues of occupational health and safety when performing geological exploration works.

Classical methods of structural-geological studies, laboratory methods of microscopic studies, and tectonophysical methods of deformation studies are used in the research. Special computer programs for statistical data processing and reconstruction of paleostress fields - "Fabric 8", "Win Tensor" were used to process geological data.

The results of the research have theoretical and practical significance for clarifying the history of the geological development of the region and the search for hydrocarbon deposits.

Key words: Carpathians, Skibovy cover, clastic dykes, sedimentary rocks, deposits, mineral composition, deformations.

List of publications of the student: V.I. Alokhin, N.O. Chernenko, D.Yu. Borovik Deposit conditions and composition of clastic dykes of the Ukrainian Carpathians. / Theses of reports. XII international scientific and practical conference "Technologies and processes in mining and construction", April 25-27, 2024. Lutsk: DonNTU, 2024. P. 4 - 8.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Кластичні дайки та піщані інтрузії світу, їх формування та розповсюдження	10
2. Геологічна будова Карпат та Скибового покриву.....	26
3. Методика досліджень	36
4. Результати досліджень кластичних дайок Скибового покриву Карпат.....	40
4.1. Умови залягання та деформації кластичних дайок	40
4.2. Мінералого-петрографічний склад кластичних дайок	47
5. Охорона праці при геологічних дослідженнях	59
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми. Кластичні дайки - це піщані інтрузії, які вкорінюються знизу у вище залягаючі осадові товщі під тиском або заповнюють зверху тріщини корінних порід в прибережній зоні морських або океанічних басейнів. Перші мають назву ін'єкційні осадові інтрузії або ін'єкційні кластичні дайки, другі називають нептунічними кластичними дайками. Ін'єкційні кластичні дайки важливі для розуміння геологічної історії ділянок земної кори, вони також можуть вказувати на скупчення вуглеводнів в глибинних осадах. Відомі також піщані інтрузії, які вміщують родовища вуглеводнів.

Актуальність. Вивчення кластичних дайок є актуальним тому, що вони допомагають уточнити історію формування геологічної будови окремих ділянок земної кори, тектонічних процесів в ній. Кластичні дайки мають практичне значення для прогнозування та пошуків родовищ вуглеводнів.

Мета роботи: полягає в всебічному дослідженні кластичних дайок, їх поширенні в Карпатах, умов залягання та формування, деформацій та мінерального складу.

Задачі роботи:

1. Провести аналіз поширення кластичних дайок у світі, поглядів на їх умови утворення та практичне значення.
2. Дослідити механізми утворення кластичних дайок.
3. Визначити особливості поширення і умов залягання кластичних дайок в межах Українських Карпат та Скибого покриву.
4. Вивчити особливості деформацій кластичних дайок.
5. Дослідити мінералого-петрографічні особливості складу кластичних дайок.

Об'єкт досліджень – кластичні дайки.

Предмет досліджень – особливості їх умов залягання, деформацій та мінералого-петрографічний склад кластичних дайок Українських Карпат.

Ступінь вивченості проблеми. Кластичні дайки були вивчені багатьма вченими, і існує велика кількість наукових робіт, присвячених цій темі. У загальному вигляді механізм утворення кластичних дайок добре зрозумілий. Вони утворюються в

результаті інтрузії розжиженої піщаної речовини з глибини під тиском у верхні горизонти осадової товщі.

Поширення кластичних дайок в світі також добре вивчене. Вони зустрічаються на всіх континентах і в різних геологічних формаціях. У деяких регіонах, таких як Карпати, кластичні дайки є досить поширеними, особливо в Скибовому покриві Карпат. Але інформації про детальні дослідження їх складу, умов формування, деформації та речового складу у літературних джерелах мало.

Є також ряд питань, які потребують додаткового дослідження. Зокрема, недостатньо вивчені морфологічні особливості класичних дайок в Українських Карпатах, їх мінералогічний склад і походження, зв'язок з вуглеводнями .

Теоретична значимість роботи. Розширити і поглибити знання про кластичні дайки в цілому і про особливості кластичних дайок в Українських Карпатах зокрема.

Уточнити історію геологічного розвитку Карпат та тектонічних деформаційних процесів в крейдяному та палеогеновому періоді

Практична значимість роботи. Полягає в тому, що кластичні дайки несуть інформацію про особливості тектонічних процесів далекого минулого і часто є індикаторами та показниками скупчень вуглеводневої мінеральної сировини в надрах.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених задач використовувалися методи узагальнення інформації з літературних джерел, класичні методи геологічних досліджень відслонень гірських порід, статистичні методи обробки геологічних спостережень з побудовою троянд-діаграм простягань структур та їх падінь, стереограм в спеціальних комп'ютерних програмах. В лабораторних умовах досліджувався мінеральний склад зразків та шліфів з дайок під мікроскопом.

Особистий внесок здобувача освітнього ступеня. Узагальнення даних про кластичні дайки світу з закордонних та вітчизняних літературних джерел. Польові дослідження дайок на окремих ділянках, обробка даних польових спостережень. Узагальнення результатів досліджень кластичних дайок Скибового покриву Українських Карпат

Об'єм та структура роботи. Випускна кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновку, списку використаних джерел.

Робота включає 15 рисунків., 1 таблицю. Загальна кількість сторінок – 7.

За темою досліджень опубліковані тези доповіді на міжнародній конференції: В.І. Альохін, Н.О.Черненко, **Д.Ю. Боровик**. Умови залягання та склад кластичних даюк Українських Карпат. Технології і процеси в гірництві та будівництві: Матеріали XII міжнародній науково - практичній конференції (м. Луцьк, Україна, 25-27 квітня 2024 року). Луцьк: ДонНТУ, 2024.– С. 4-8.

1 КЛАСТИЧНІ ДАЙКИ ТА ПІЩАНІ ІНТРУЗІЇ СВІТУ, ЇХ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

Підземна ін'єкція глинистого матеріалу і піску до верхніх горизонтів надр, яка призводить до формування осадових даек, була зареєстрована у всіх басейнах і на кожному континенті світу [4,15] (рис. 1.1).

Ремобілізація осадового матеріалу та його рух у надрах пов'язані зі значним рухом рідин, які сприяють внесенню до осадових порід піщаного або глинистого матеріалу та мулових потоків. Розуміння механізмів формування таких потоків рідини та внесення уламкового матеріалу має практичне значення і є ключем до ефективної та безпечної розвідки вуглеводневих покладів, а також до розуміння геодинаміки та еволюції осадових басейнів [15].

Ці ін'єкції впливають на розміщення та будову пористих і проникних відкладів, а також можуть створювати проблеми для розвідки і видобутку вуглеводнів шляхом впливу на розподіл та ефективність міграції, формування резервуарів і пасток вуглеводнів, а також становити небезпеку при бурінні розвідувальних і видобувних свердловин.

Останні дослідження таких явищ проведені з використанням високоякісних сейсмічних методів з відображенням їх у 3D моделях [15], що призвело до сплеску досліджень цих процесів і продуктів ремобілізації відкладів, а також процесів і продуктів течії рідин у глибинних горизонтах земної кори.

Однак глибокому розумінню цих явищ перешкоджає досить складна інтерпретація сейсмічних даних.

Погане відображення у сейсмічних даних дрібних деталей таких структур створює велику прогалину у розумінні явищ, які ініціюють процеси ремобілізації піску і глинистого матеріалу в надрах, а також зв'язків їх із системами живлення як з погляду їх генезису, так і їх довготривалого впливу на потоки рідин.

Розуміння зв'язків між ремобілізацією відкладів і діагенетичними процесами також перебуває на дуже ранній - початковій стадії.

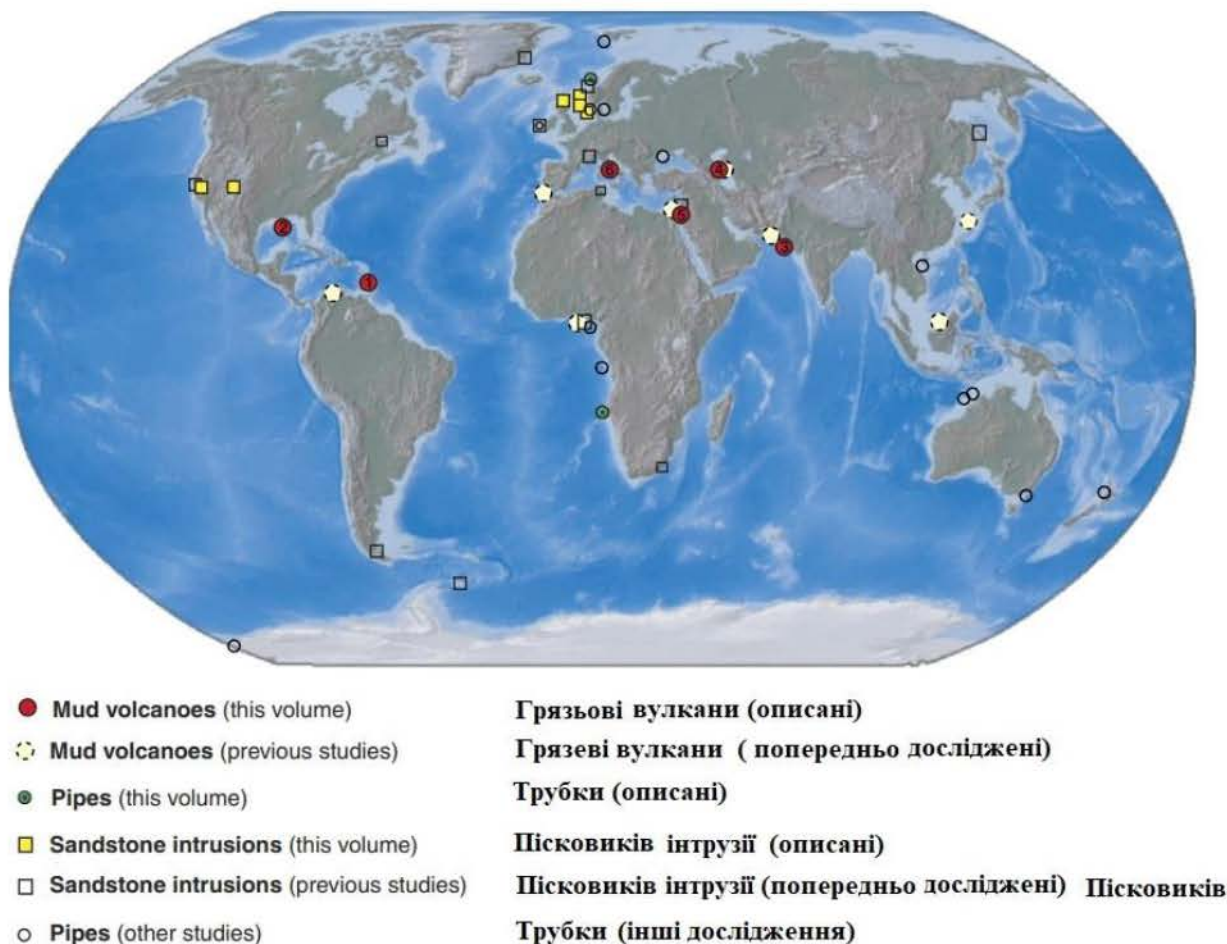


Рисунок 1.1 - Інтрузії пісковиків та грязьові вулкани світу

Дослідження поверхневих проявів зосередженого потоку рідин з глибинних горизонтів надр недавно були висунуті на передній план внаслідок екологічних катастроф, спричинених бурінням на Східній Яві [15].

Однак природні приклади поверхневих виходів підземних водних потоків глинистого і піщаного матеріалу були відомі протягом тисячоліть, а за останнє століття ці процеси використовувалися для управління розвідувальним бурінням .

У роботі [15] всебічно розглянуті питання, що стосуються ключових досліджень підповерхневої ремобілізації осадового матеріалу та рухів підземних потоків до денної поверхні. Також виконано аналіз екологічних, економічних та соціальних наслідків щодо конкретних випадків і подано стислий виклад питань, які потребують подальшого вивчення для поліпшення нашого розуміння цих важливих геодинамічних явищ у земній корі.

Підземна ремобілізація глинистого мулового матеріалу і піску часто розглядається окремо, просто тому, що мул і піщаний матеріал у процесі руху потоків розділяються і рідко зустрічаються разом. Вважається, що вони контролюються різними процесами. Однак у деяких випадках і мул, і пісок ремобілізуються разом, і ці процеси можуть бути не такими вже різними і незалежними, як вважалося раніше.

Піщаний матеріал зазвичай використовується для ремобілізації та внесення в породи у вигляді рідкого потоку. Ремобілізація глинистого мулового матеріалу часто в літературі описується як діапірний феномен і лише в екструзійних ділянках переважає напіврідким станом.

Однак мул, що викликає діапіризм, унікав уваги вчених протягом десятиліть, а останнім часом він був поставлений під сумнів. Чи можуть фізично існувати мулові діапіри на глибині і чи дійсно вони необхідні для пояснення сейсмічних спостережень. Відповіді можна отримати, розглядаючи підземні потоки в різних формах [15]:

- а) мулові системи багато в чому орієнтовані на форми мулового вулканізму і пов'язані з ними водопровідні системи;
- б) потік рідини з незначним порушенням осаду;
- с) інтрузії пісковика (піщаного матеріалу) та пов'язані з ними процеси.

На рисунку 1 показано, що за літературними даними муловулканічних систем і «трубок» (зосереджених потоків рідини) має глобальне поширення, в той час як публікації про інтрузії пісковика зосереджені в Північному морі та навколо нього, а також на південному заході ЗША. Щоб представити більш реалістичну картину справжнього поширення явищ ремобілізації піску, автори [1] доповнили схему глобального розподілу таких явищ результатами досліджень різних авторів територій Нігерії, Антарктиди, Південної Америки, Південно-Східної Франції, Східної Гренландії та Сахаліну (рис. 1.1).

Існує безліч інших прикладів, але ті, що включені, мають найбільший масштаб і найбільш значущі з точки зору впливу потоків рідин на їх приймальні басейни.

Раніше опубліковані регіональні або глобальні карти поширення ремобілізації відкладів і явищ гідротоку включають: газогідратні системи, інтрузії пісковика та

виходи нафти.

Усі опубліковані дані підкреслюють глобальний характер явища ремобілізації осадового матеріалу та потоків мулового, грязьового і піщаного матеріалу в надрах. Поширення таких явищ може бути розширено на території, на які обмежений доступ за рахунок густозарості (Бразилія, Сибір), малонаселеності та обмеженої доступності (Арктика, Антарктика).

Природні процеси ремобілізації та великомасштабне внесення і евакуацію рідини та осадів з надр вдається спостерігати рідко в деталях через часто недоступний, епізодичний, непередбачуваний, а іноді і бурхливий характер процесів, і часто за рахунок прихованого підземного залягання і в батіальних глибинах морів та океанів.

Отже, існує гостра необхідність інтеграції спостережень із усіх доступних джерел (супутникові знімки, виявлених просочувань, сейсмічних даних, буріння свердловин тощо).

Піщано-ін'єкційні системи зазвичай переважно складаються з інтрузивних пісковиків, тоді як системи ремобілізації бурового розчину переважно являють собою екструзійні утворення.

Зміщення для кожної системи може становити до 95-100% інтрузивного пісковика щодо своїм екструзійним аналогам і навпаки для системи мулових вулканів, де до 90-95% ремобілізований мул та глинистий матеріал перебуває в екструзійних утвореннях.

У той час як екструзивні системи мулових вулканів порівняно добре вивчені, оскільки їх можна детально відобразити як на морському дні, так і на поверхні суші [6]. Діючі сьогодні мулові вулкани часто демонструють інтервал повторних вивержень від днів до років і десятиліть, хоча дослідження надр часто передбачають набагато триваліший інтервал повторення – від мільйонів до декількох десятків мільйонів років.

Інтрузивні аналоги мулових вулканів нечисленні та порівняно невловимі, оскільки візуалізація надр зазвичай незадовільна через супутній газ і структурні складнощі. Приклади оголень інтрузивних частин рідкісні через їх низький потенціал

збереження.

Приклади оголень надають цінну додаткову інформацію про грязьовий вулкан живильної системи. Ці дослідження цієї системи показують, що живильники грязьових вулканів системи являють собою сильнотріщинуваті масиви гірських порід, що містять рясні інтрузії аргілітів.

Зовнішня геометрія живильної системи грязьового вулкана, часто просто називається каналом, важко встановити через обмеження експозиції. Можна було б припускати циліндричну форму живильного каналу, як це видно з сейсмічних даних, але це важко довести через приповерхневий газ, пов'язаний з недавніми спорудами грязьових вулканів, якщо тільки не припустити, що циліндричні труби є попередниками грязевулканічних каналів.

«Грязь», залучена в грязевий вулканізм часто складається з дуже дрібнозернистої суспензії (мулу), але може також містити піщинки та консолідовану породу, фрагменти або навіть блоки брекчії, що дозволяє припустити, що як вимивання відкладень, так і руйнування гірських порід в активні фази живильної системи грязьового вулкана.

Часто припускають, що мобілізація мулу також пов'язана із великомасштабним діапіризмом, що торкається великих потужностей глибоководних аргілітів з надлишковим тиском, хоча нещодавно ця інтерпретація була поставлена під сумнів, оскільки поліпшені сейсмічні зображення дозволяють отримувати все більш чіткі зображення надр під спорудами мулових вулканів

Поліпшені сейсмічні зображення часто виявляють наявність тонкостінних тектонічних структур, що перекривають або пов'язані з газонасиченими пластами. Зазвичай це широкі антикліналі, пов'язані з муловими вулканами, які можна інтерпретувати як складки з насувними ядрами.

Інтрузії пісковика або *кластичні дайки* порівняно часто зустрічаються у відслоненнях гірських порід, оскільки вони зазвичай менш еродовані, ніж аргілітові породи, що їх вміщують, і, таким чином, є основою для відслонень останніх та іноді руйнуються.

На відміну від мулових систем, які часто перенасичені підземним газом, інтрузії

пісковнику в надрах можна детально візуалізувати за допомогою сучасної 3D-сейсмічної технології.

Розміри зерен, спостережувані в процесах ін'єкції піску, зазвичай являють собою кварцовий пісок від дрібнозернистого до середньозернистого. Це найзручніші розміри зерен для розрідження, оскільки вони не зв'язані й відносно малі, тому потребують обмежених швидкостей рідини для мобілізації [9].

Винесена речовина практично завжди являють собою одиничні зерна, що містять лише цемент після винесення, що дозволяє припустити, що материнський пласт піску був повністю нецементованим під час ремобілізації. Слід підкреслити, що навіть слабо цементовані пісковики напевно не підлягатимуть розрідженню або ожигенню через жорсткість їхнього каркасу. Крім піску, інтрузії пісковнику часто містять як розсіяний мул у поровому просторі, так і фрагменти аргіліту, унесені при підйомі псевдоожиженої піщано-флюїдної суміші [15].

У виняткових випадках переважаючий розмір зерен може бути галькою або більше розміром (чи з підтримкою зерна, чи з підтримкою грязьової матриці).

Є лише кілька задокументованих прикладів інтрузій з цементованими уламками пісковнику, починаючи від великих блоків брекчії еолового пісковнику в піщаній матриці (трубки з пісковнику Юти) [15] до невеликих фрагментів цементованого пісковнику в матриці смоли/бітуму.

Перший випадок може відображати приповерхнєве псевдоожиження і, можливо, обвал труби, хоча поліровані поверхні труб важко узгодити з цією моделлю.

Другий випадок є свідченням підйому рідини (нафти) за високого тиску, пов'язаного з тріщиноутворенням і винесенням консолідованих пісковиків.

Часте присутність вуглеводнів у підземних інтрузіях пісковнику та їх складний характер зумовили необхідність розвитку сейсмічних досліджень цих структур. Результатом є значне покращене розуміння підземних проявів інтрузій пісковнику та їх впливу на розвідку та видобуток вуглеводнів, що доповнює аналогічні дослідження інтрузій на відслоненнях, проведених майже століттям раніше, коли колекторські та міграційні аспекти інтрузій пісковнику були задокументовані з активних нафтових систем у Каліфорнії.

Цікаво, що «осадові підняття» поблизу поверхні комплексів мулових вулканів у Барбадоській призмі чимось нагадують тарілчасті інтрузії пісковика (лаколіти), виявлені в басейні Північного моря. Лаколіти пісковика Північного моря раніше порівнювалися з тарілчастими магматичними інтрузіями. Можливо, схожість між осадовими підняттями та осадовими й магматичними лаколітами може вказувати на те, що процеси неглибокого закачування дрібного мулу нагадують процеси закачування піску та магматичних систем, принаймні в умовах низької напруженості перекриваючих порід у неглибокій товщі.

Відслонені прояви активного потоку флюїдів (рис. 1.2a і 1.2б) слугують калібровкою підземної водопровідної системи, виведеної на основі даних дистанційного зондування, тоді як відслонені приклади явищ руху викопних флюїдів (рис. 1.2c і 1.2d) можуть служити аналогами для розуміння підземних частин системи трубопроводів для рідини і документувати минулі події потоку рідини.

На жаль, існує мало добре збережених поперечних перерізів живильних систем і споруд мулових вулканів, трубок для потоку рідини, що ускладнює повне розуміння цих найважливіших частин басейнової водопровідної системи.

Типове тектоно-стратиграфічне розташування систем мулових вулканів, трубок та інтрузій пісковика стосовно регіональних водоносних горизонтів і водотривів, розломів стиснення і розтягування тощо представлено схемою на рисунку 1.3.

Це не є вчерпним описом, але воно слугує для того, щоб підкреслити істотні особливості великомасштабних прикладів, що обговорюються тут.

Завантаження, запуск і рушійні механізми. У найпростішому сенсі міграція рідини обумовлена перепадом тиску між тиском порової рідини в підповерхневій проникній осадовій породі та у водоносному горизонті з більш низьким тиском (зазвичай на мілководді) або на земній поверхні/морському дні. Ця різниця тисків складається з двох компонентів.



Рисунок 1. 2. - Приклади явищ течії флюїдів та винесення осаdів у відслоненнях гірських порід.

Пояснення до рисунку 1.2:

(а) Міхур метану у смоляних просочуваннях Ла-Бреа, Лонг-Біч, Каліфорнія. Просочування смоли може утворювати великі смоляні озера на поверхні і, таким чином, слугувати переконливим доказом існування активних нафтових систем у нижче розташованих басейнах.

(б) Грифон мулового вулкану з басейну гейзера Норріс, Єллоустонський національний парк, Вайомінг. Фотографія С.Р. Брантлі (вересень 1983 р.) ([http:// Volcanes.usgs.gov/about/pglossary/MudVolcano.php](http://Volcanes.usgs.gov/about/pglossary/MudVolcano.php)).

(с) Міоценові просочуванні карбонатних конкрецій з порожнистими жерловими структурами у верхніх шарах аргіліту Санта-Крус (діатомітового), відслоненого на прибережній платформі на північний захід від Санта-Крус (Каліфорнія).

(d) Екструзія пісковику, насиченого смолою («екструдит»), живиться дайками пісковику, що демонструє ознаки крихкої деформації і виривання морського дна крізь вміщувальні діатомові аргіліти. Екструдит містить уламки аргіліту і демонструє біотурбацію у верхній і нижній частині, а також рясне відкладення структури в середині. Міоценовий аргіліт Санта-Крус, пляж Ред-Бело-Голубий, округ Санта-Крус (Каліфорнія).

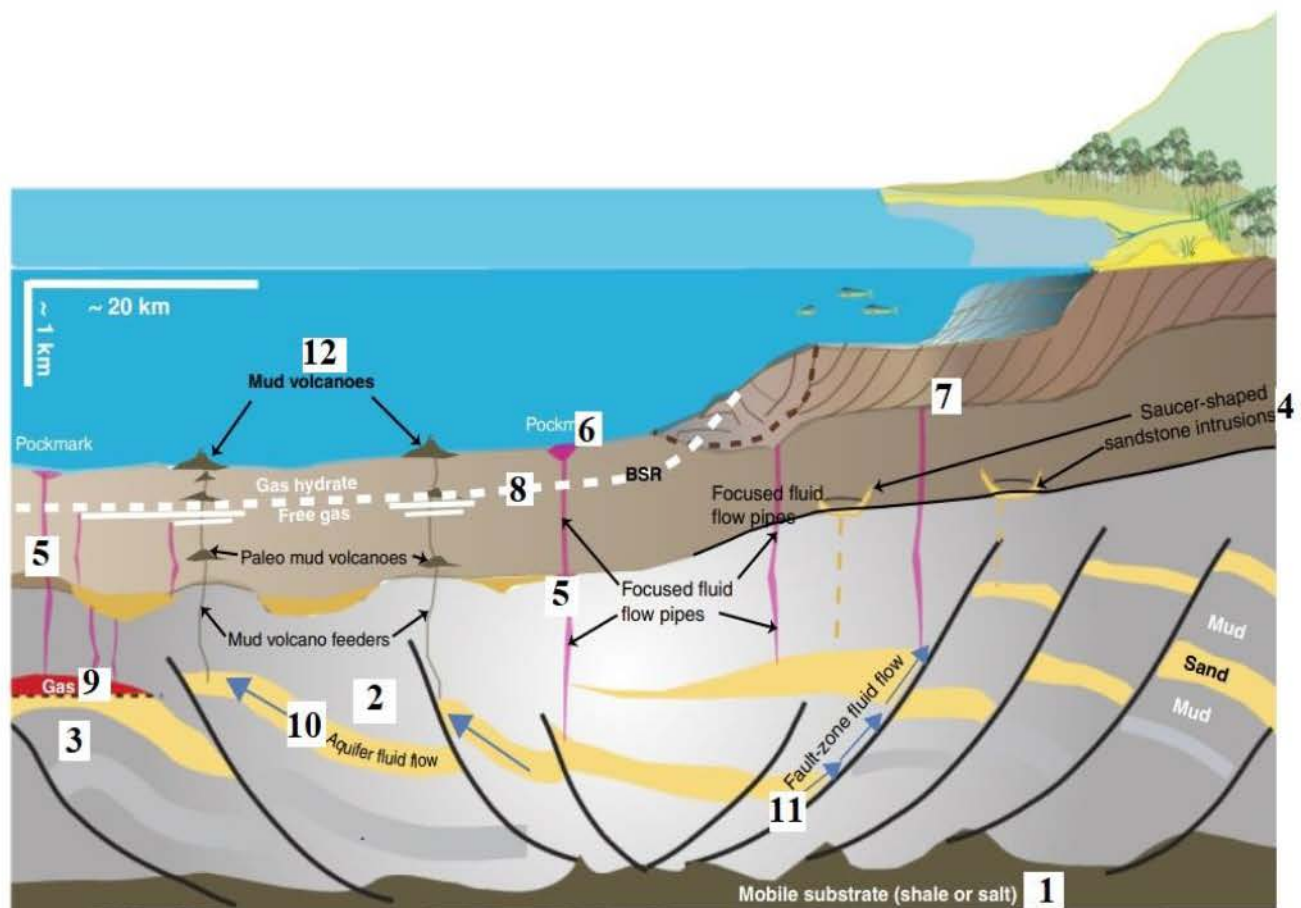


Рисунок 1.3. - Схема типового формування велико-масштабної ремобілізації відкладів і явищ течії флюїдів на краю континенту, де підстелюючий горизонт має пластичні властивості, які сприяють течії осадов (глинистих або солевих).

Пояснення до рис. 1.3: 1 – горизонт осадов (глинистих або солевих), здатних до течії; 2 - мулисті грязьові осади; 3 – антикліналі з насувними ядрами на глибині, часто

демонструють активність, що повторюється; 4 - міжпластові інтрузії пісковиків (жовтий колір), найчастіше на 90-100% інтрузивні і зустрічаються в басейнах розтягування або провисання, часто виявляють лише однофазну активність, хоча пізніші фази з інших материнських піщаних тіл можуть накладатися на даний інтрузивний комплекс; 5 - труби потоків рідини (рожеві), можуть мати або не мати очевидну глибшу точку фокусування, можуть бути пов'язані або не пов'язані з кратерами виходів флюїдних потоків; 6 - виходи флюїдних потоків на морському дні або поховані, часто з ними пов'язано кілька фаз потоку рідини, сліди яких накладаються один на одного; 7 – межа материкових порід та океанічних опадів; 8 (BSR) – межа гідратів та вільних газів, скупчення вільних газів нижче межі позначені білим кольором; 9 - глибоко залягаючі газові родовища, відмічено червоним; 10 – горизонти флюїдних потоків у піщанистих відкладах; 11 – розломні зони флюїдних потоків; 12 - система грязьових вулканів (сірий колір), на 90-95% має екструзивний характер і зазвичай пов'язана з антикліналями.

По-перше, надлишковий тиск у водній фазі призведе до збільшення витрати води.

По-друге, плавучість будь-яких наявних вуглеводнів ще більше збільшить різницю тисків і призведе до сильного потоку вуглеводневої фази. Потік може складатися з води, вуглеводнів або обох. Якщо міграція рідини достатньо інтенсивна, пухкий осад може бути віднесений при перевищенні швидкості його псевдоожиження.

Якщо підземний тиск достатньо великий, то найменше основне напруження породи (зазвичай називається градієнтом тріщин) може бути перевищено і утворити мережу тріщин. Це може призвести до порушення ущільнення, і утворена мережа тріщин може бути використана для нагнітання псевдоожиженого осаду. Розірвана вміщуюча порода може бути залучена, коли швидкість рідини перевищує швидкість псевдоожиження частинок і будь-який опір тертя ремобілізації. Це характерно для систем ремобілізації як мулу, так і піску [15].

У геологічній історії збереглося кілька прикладів піщаних «екструдитів». Коли

вони зустрічаються, вони часто пов'язані з підводними комплексами перенесення маси, береговими сейсмічними регіонами (довгі лінійні тріщини і круглі кратери розміром від м до декаметрів і піщані вулкани).

Однак піщані екструдити трапляються і у великих масштабах відслонень (рис. 1.2d). Відклади сейсмічного масштабу, що інтерпретуються як можливі піщані екструдити, трапляються в асоціації з глибоко похованими водоносними горизонтами і можуть мати масштаб резервуару.

У той час як швидкість рідини, відносна густина і розмір частинок мають першорядне значення в процесах псевдоожиження, в'язкість рідини також може відігравати важливу роль через різницю у в'язкості між підземним розсолом, газом/повітрям низької в'язкості та в'язкою нафтою. Включення декількох фракцій розміру частинок може призвести до залучення більш крупних частинок в псевдорідину, що складається з дрібніших частинок і рідини, що призводить до більшої (псевдо) в'язкості і густини рідини, що полегшує мобілізацію частинок більшого розміру.

Швидкість рідини, що призводить до псевдоожиження, може досягати декількох дециметрів на секунду. Це перевищує середнє розраховане число для поширення гідророзриву в два-три порядки, хоча це порівнянне з верхньою межею модельованих швидкостей поширення гідророзриву.

Отже, можна припустити, що потік рідини, пов'язаний з процесами гідророзриву, може лише у крайніх випадках забезпечити достатній опір рідини для захоплення та псевдоожиження породи-колектора з рідиною або вміщуючою породою під час поширення тріщини.

Однак, як тільки тріщина встановлена, градієнт тиску вздовж тріщини обов'язково призведе до швидкого потоку рідини та винесення осадів, про що свідчать численні осадові інтрузії, зареєстровані по всьому світу (рис. 1.1). Підвищена плавучість, що забезпечується виділенням метану у верхніх декількох сотнях метрів надр, може значно збільшити швидкість потоку і може забезпечити підвищену підйомну та винесну здатність висхідної рідини, що дає більший потенціал для ремобілізації осадів неглибоких відкладів.

Питання про те, чи є поширення гідророзриву, як правило, занадто повільним, щоб забезпечити винос зерен під час поширення, може бути важко вирішити на підставі спостережень, хоча процедури гідророзриву на нафтових родовищах можуть дати деяку інформацію. Чисельне моделювання може вирішити цю проблему, якщо об'єднати механіку руйнування і механіку рідини в одній моделі.

Надлишковий тиск у відкладеннях зумовлений багатьма механізмами, що діють у різних часових масштабах, найпоширенішим з яких є нерівноважне ущільнення через швидке захоронення відносно поруватого шару. Дренування рідини, бокова передача тиску через тектонічний нахил і диференційне навантаження, а також діагенез, що включає перетворення глинистих мінералів, кремнію та карбонатів (перекристалізація), цементацію та вуглеводні. Ці відносно повільні («геологічні часові масштаби») механізми нарощування тиску можна в сукупності розглядати як «запускаючі» механізми, що готують осадові басейни до швидкого потоку флюїдів і, отже, до ремобілізації осадів. Загальним аспектом геологічних моделей для більшості досліджень великомасштабної ремобілізації відкладень є необхідність в окремому джерелі рідини для стимулювання ремобілізації відкладів у великих масштабах, що узгоджується з недавніми відкриттями.

Отримані результати досліджень показують, що як у піщаних, так і в муло-грязевих осадах домінують системи ремобілізації.

Для систем мулових вулканів був зроблений висновок, що внутрішня добування вуглеводнів всередині товстого аргіліту, що знаходиться під надлишковим тиском, може бути достатньою, щоб спричинити ремобілізацію та витіснення мулового матеріалу з вихідної речовини.

Проте ця точка зору піддається сумнівам недавніми дослідженнями, які показують, що мулові вулкани, як правило, мають глибокі точки зосередження потоку рідини через поховані водоносні горизонти.

У багатьох випадках мул, що виходить, містить уламки або навіть блоки вміщуючих порід, захоплених висхідними флюїдами. Аналогічним чином, було висловлене припущення, що великомасштабне розрідження піску може бути недостатнім для пояснення великомасштабної ремобілізації піску, оскільки наявні

об'єми рідини будуть занадто малими порядку, що викликає необхідність значного надходження рідини ззовні ремобілізованого піску. Вивчення "екзотичних" уламків в інтрузіях пісковиках досі перебувають на зачатковому етапі, але деякі дослідження припускають, що піски можуть ремобілізуватися на великій глибині і навіть після того, як пісок зацементувався.

Опубліковані погляди на механізми запуску великомасштабної ремобілізації відкладень розділилися (через відсутність переконливих даних) стосовно того, чи є землетрус (або удар боліда) струсом життєздатним або дійсно необхідним тригером для пояснення великомасштабної ремобілізації відкладів.

Припускається, що ремобілізація меншого масштабу (від см до м) викликається сейсмічним явищем, хоча для дюнних пісків існують альтернативні механізми, пов'язані з артезіанськими умовами, або повітряними виверженнями, пов'язаними з зволоженням поверхні дюн і поршневыми повеннями. Такі несейсмічні механізми можуть бути особливо привабливими в тих випадках, коли немає ознак тріщинуватості вміщуючих порід/перекриваючих порід, як це часто буває у випадку інтрузій, розташованих у пісковиках, які більш схильні до виснаження.

Література з розрідженням, пов'язаним із землетрусами, сильно спотворена дослідженнями приповерхневих шарів, оскільки докази розрідження важко отримати на глибинах, що перевищують ті, які досяжні шляхом викопування траншей. Проте кілька досліджень дають натяк на свідчення розрідження на глибині до 100 м під земною поверхнею.

Отже, значна область досліджень, які ще належить провести, повинна включати кількісну оцінку механізмів, що беруть участь у глибокій ремобілізації піску.

Як зосереджені канали для рідини, так і інтрузії пісковика пов'язані з механічними властивостями та властивостями потоку рідини в системах полігональних розломів, що впливають на товщі аргілітів, в яких вони залягають або над якими трапляються на шельфі Західної Африки, на шельфі Норвегії та в басейні Північного моря.

Проте кілька останніх досліджень показують, що системи полігональних розломів можуть бути не такими важливими для потоку флюїдів, як припускалося

раніше, і фактично вони можуть бути швидше перегородками, ніж провідниками потоку.

Для систем мулових вулканів є достатньо доказів повторних вивержень з одного і того ж глибокого вогнища, що вказує на те, що мул утягується рідинами, що викидаються з глибших водоносних горизонтів.

Трубчасті структури являють собою канали потоку рідини, в яких захоплюється невелика кількість відкладів або відсутні взагалі, і може виникнути спокуса розглядати трубки як попередників мулових вулканів, хоча очевидно, що не всі трубки розвиваються в системи мулових вулканів.

Економічні наслідки мулових вулканів і просочувань. Мулові вулкани можуть виникати протягом декількох днів і тижнів у відповідь на катастрофічну подію (наприклад, муловий вулкан Лучі в Індонезії) або можуть бути довгоживучою складовою місцевої геології [15].

Довгоживучі системи мулових вулканів часто виникають у зрілих нафтових системах, де виділення газу є важливим механізмом створення надлишкового тиску. Таким чином, мулові вулкани, поряд з іншими виходами вуглеводнів, можуть бути ознакою активної нафтової системи у вміщуючих їх басейнах. Однак довгоживучі мулові вулкани також трапляються в акреційних призмах, де викид мулу відбувається внаслідок зневоднення осаdів.

У менших масштабах родовищ вуглеводнів системи мулових вулканів поділяють резервуар на частини, вставляючи живильну систему мулових вулканів у вигляді аргілітових даек і сілл. Крім того, було показано, що якщо муловий вулкан активний і його можна безпосередньо прив'язати до перспективного резервуару, можна прогнозувати поровий тиск уздовж усього перспективного родовища. Це дозволяє прогнозувати цілісність ловушок по всьому басейну.

З точки зору буріння, системи мулових вулканів не лише становлять незначну небезпеку, а й створюють проблеми, вносячи локальні невизначеності в поровий тиск і тиск розриву, залежно від ступеня зв'язності всередині системи.

Виходи нафти і газу на поверхні (рис. 1.2б), можливо, є кращими індикаторами активної нафтогазової системи в осадових басейнах, хоча зв'язок цих виходів з їхнім

джерелом та будь-якими накопиченими скупченнями вуглеводнів часто є нетривіальним і залежить від структурних та стратиграфічних особливостей, показуючи, що неодноразове нарощування надлишкового тиску призводило до руйнування порід покришки й дозволяло псевдозрідженому буровому розчину витікати на поверхню.

Складні водопровідні системи осадових басейнів лише зараз починають розкриватися за допомогою тривимірних сейсмічних зображень. Наше розуміння ефективності «систем обхідних шляхів ущільнень», отриманих за допомогою сейсмічних зображень, може бути значно покращено за рахунок кращих аналогів відслонень та інтеграції з підходами до моделювання басейнів і міграції флюїдів.

Економічні наслідки великомасштабних інтрузій пісковика. Інтрузії пісковика зустрічаються в багатьох осадових басейнах по всьому світі (рис. 1.1), включаючи багато нафтових басейнів, де інтрузії являють собою колектори, шляхи міграції та потенційні зони поглинання.

Найпомітніший вплив на нафтові системи проявляється на узбережжі Каліфорнії, де інтрузії насиченого смолою пісковика добре відслонені на оголеннях, по суті являючи собою ексгумоване нафтове родовище піщаних ін'єкцій (рис. 1.2d).

В інших місцях інтрузії пісковика на оголеннях підтверджують здатність піску перетворюватися на рідину і закачуватися на відстань від сотень метрів до кілометрів розрізу, як вертикально над материнським піщаним тілом, так і поруч з ним. Ці мережі інтрузій пісковика потенційно можуть проводити рідини протягом декількох десятків мільйонів років, поки вони не сцементуються або не розділяться внаслідок розломів після внедрення.

Нещодавно виявлене родовище великомасштабних інтрузій пісковика знаходиться в межах кайнозойських відкладень центральної та північної частин Північного моря, де вивчення високоякісних кернів і сейсмічних 3D даних показало, що кілька великих нафтових родовищ пов'язані з інтрузіями пісковика кілометрового масштабу або повністю залягають в них [15].

Загальні запаси у всіх родовищах інтрузій пісковика Північного моря можуть перевищувати три мільярди барелів нафти, залежно від геологічної моделі

резервуару. Насправді, на даний час ці моделі змінюються від деяких ізольованих піщаних тіл до піщаних тіл, які могли бути закачані або видавлені з глибших батьківських піщаних шарів у зв'язку із зосередженими потоками рідини.

Аналіз попередніх досліджень кластичних дайок Українських Карпат показує, що перші кластичні дайки були виявлені в Скибовому Покриві Карпат спочатку на ділянках річки Сукіль [8], а потім і коротко описані на ділянках міста Борислав, смт Східниця та селища Рибник [20]. Встановлено було приуроченість кластичних дайок на цих ділянках до кремнистого горизонту Нижнє-Менілітової світи нижнього олігоцену. Детально умови залягання дайок, особливості їх деформацій та мінералогічного складу не були вивчені.

Пізніше було встановлено багато кластичних дайок у селища Бубнище, встановленні їх умови залягання та ознаки ін'єкційного механізму формування дайок [1]. Наступним етапом було детально досліджено мінеральний склад цих дайок та дайок ділянок смт Східниці та селища Рибник під мікроскопом [2, 6]. За цими дослідженнями отримані перші дані про їх деформації, особливо це стосується смт Східниця, де вони найбільш яскраво проявлені.

В останні роки були встановлені прояви кластичних дайок на ділянках селищ Сколе, Верхнє Синьовидне, Тухля. З використанням тектонофізичних методів досліджень на цих ділянках, а також на інших ділянках дайок – м. Борислава, смт Східниці, селища Рибник виконані дослідження деформацій з реконструкцією полів палеонапружень, в яких формувалися деформації [16]. При цьому були використані методи структурно-парагенетичного аналізу і кінематичного аналізу [3, 11]. При обробці даних польових вимірів використовувалася спеціальна комп'ютерна програма [13]. Аналогічні дослідження були виконані в у південно-східній частині Українських Карпат з залученням вимірів кальцитових жил і реконструкцією полів палеонапружень та визначення головних осей полів палеонапружень (σ_1 , σ_2 , σ_3) в [19].

2 ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА КАРПАТ ТА СКИБОВОГО ПОКРИВУ

Флішова геосінклінальна область, з якої виникли Українські Карпати в крейдяний та палеогеновий періоди, не була повністю зануреною водою. Цю область розділяли височини суші, відомі як Кордильєри, які представляли собою виступи стародавніх гірських порід під флішем. Існують явні докази виникнення цих порід на поверхні, такі як виступи конгломератів, що містять необроблені уламки кристалічних сланців та кварцу, які часто зустрічаються серед шарів звичайного флішу, що складається з чергування пісковиків та сланців. Ці ознаки показують наявність флішової зони Карпат.

Українські Карпати є частиною Карпатських гір та поділяються на три геоморфологічні області: Українські Карпати, Передкарпатська височина та Закарпатська низовина.

Українські Карпати є середньовисотними горами, що простягаються з північного заходу на південний схід на протязі понад 270 кілометрів і мають ширину від 100 до 110 кілометрів. Середня висота гір становить близько 1000 метрів, а найвища точка - 2061 метр (г. Говерла).

По північно-східньому краю Українських Карпат розташовується Передкарпатська підвищена рівнина, яка відповідає Передкарпатському прогину. Середня висота в межах Передкарпатської височини становить близько 350 метрів.

У межах гірських Карпат виділяється кілька орографічних зон. В зовнішній смузі Українських Карпат розташовуються Бескиди, Горгани та Покутсько-Буковинські Карпати. Горгани, середньовисокі хребти, мають гострі гребені та круті схили з кам'яними осипами, що розділені глибокими долинами. Бескидам та Покутсько-Буковинським Карпатам притаманні м'які контури поверхні та куполоподібні вершини. Від Передкарпаття Зовнішні Карпати відокремлені уступом з відносними висотами від 200 до 400 метрів.

У Центральній смузі Українських Карпат розташовані Водороздільно-Верховинські Карпати. Висоти тут не перевищують 800-1200 метрів. Знижені місця хребта представлені зручними перевалами, такими як Ужокський (889 м), Верецький

(839 м) та Воловецький (1014 м). На сході Водороздільно-Верховинських Карпат знаходяться Ясинське та Ворохтянське міжгір'я, а також Верховинсько-Путильське низькогір'я. Ширина цих карпатських гір змінюється від 30 км на північному заході до 10 км на південному сході, де проходить головний водорозділ карпатських річок.

Далі до південного заходу підіймається найвища частина Українських Карпат - Полонинсько-Чорногірські Карпати. Їхнє витягнуте у загальному карпатському напрямку простягнення складає 210 кілометрів і має середню ширину 20-25 кілометрів.

Ця частина Українських Карпат охоплює Полонинський хребет і гірські масиви Свидовець, Чорногора, Гринява та Буковинська Полонина. Орографічною віссю є Полонинський хребет, який поділений на окремі масиви (Полонина Руна, Полонина Боржавська, Полонина Красна) річковими долинами.

Найвища частина Українських Карпат - Чорногора - знаходиться між Чорною та Білою Тисою, верхів'ям Прута і Чорним Черемошом. Тут розташована найвища вершина - гора Говерла (2061 м). Верхня частина Чорногорського масиву складається з великого плоскогір'я полонин, над якими вишикувалися конусоподібні вершини, такі як Петрос (2022 м) та Ребра (2001 м).

Далі на південний схід, між Чорним та Білим Черемошем, простягаються Гринявські гори з осовим хребтом Пневе. Між річками Білим Черемошем, Путилою та Сучавою розташовується Буковинська Полонина.

На півдні Українських Карпат розташовані Рахівський масив і Чівчинські гори, які відрізняються крутими схилами, гострими гребенями і значною глибиною розтину.

Вздовж південно-західного схилу Полонинського хребта проходить вузька зона Березно-Липшанської поздовжньої міжгірської долини, де абсолютні висоти знижуються до 400 метрів. На південному сході від річки Рікі низини переходять у Верхнетисенську (Хустську або Солотвинську) горбисту рівнину з висотами 500-600 метрів.

На південний захід від низькогір'я паралельно йому підноситься Вулканічний (Вігорлат-Гутинський) хребет, який простягається від річки Уж до річки Ріка. Його

територію перерізають долини річок Уж, Латориця, Боржава та Тиса, які розділяють хребет на окремі масиви. Між річками Боржава і Ріка Вулканічний хребет різко змінює свій напрямок з північно-західного на меридіональний (хр. Тупий або Великий Шолляс) та біля міста Хуст переходить на лівий берег Тиси, стаючи Гутинськими горами на території Румунії. Вулканічні Карпати мають гострі форми, скелясті схили та іноді плоскі вершини.

З південно-західного до зовнішнього краю Вулканічного хребта примикає Закарпатська низина, що є частиною великої Середньо-Дунайської рівнини. Її поверхня нахилиється у південно-західному напрямку, абсолютні висоти знижуються від передгір'я (116-120 м) до річки Тиса (105 м). Протягується низина через праві притоки Тиси, такі як Латориця, Серне, Боржава з Іршавою та інші [33].

Утворення морфоструктури Українських Карпат в основному відбувалося протягом неогену-антропогену, проте вона також включає елементи, які спадкоємці поздовжніх та поперечних структурних елементів стародавнього (крейдяного) плану. Усі ці морфоструктури, за винятком вулканогенних, виникли в результаті інтенсивного перетворення порід і формування валивів та хребтів.

Тектонічна структура Українських Карпат досить складна, оскільки вони складаються з багатьох покровних тектонічних структур [9, 19]. З основних тектонічних покривів та структур виділяють наступні:

1 - Самбірський покрив, 2 - Борислав-Покутський покрив, 3 – Скибовий покрив, 4 - Кросненська зона, 5 – Чорногорський покрив, 6 – Дуклянський покрив, 7 – Поркулецький покрив, 8 – Магура покрив, 9 – Рахівський покрив, 10 - Мармароська зона Скуль, 11 - Мармароський масив, 12 - Пієнінська зона Скуль, 13 - Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо, 14 - Закарпатський внутрішній прогин.

Широко розвинуті великі глибинні поздовжні та поперечні розломи. Серед глибинних поздовжніх регіональних розломів вирішальне значення мають намсуви, які відокремлюють основні покриви та тектонічні скиби в покривах.

Найбільш великим поздовжнім глибинним розломом є Закарпатський розлом, який простягається приблизно вздовж лінії з'єднання флішових порід Полонинських Карпат та вулканічних формацій Вулканічного хребта.

З Закарпатським глибинним розломом пов'язана формація своєрідних зон карпатських утесів (кліппенів). До зони глибинного розлому також відноситься міжгірська Березно-Липшанська (Тур'їнська) поздовжня долина, а в південно-східній частині - зони верховій Чорного Черемошу. З Закарпатським і частково Береговським розломами пов'язані осередки неогенового вулканізму Вігорлат-Гутинської гряди.

До числа глибинних поздовжніх розломів відносяться такі:

1. Середньо-карпатський (Центрально-карпатський), що простягається вздовж крутого північно-східного схилу Полонинського хребта, Свидовця, Чорногори та Гринявських гір.

2. Зовнішньо-карпатський розлом, який пов'язаний із формуванням протяжних морфоструктур скибової зони.

3. Перед-карпатський розлом, який прихований надвигом між внутрішньою та зовнішньою зонами прогину.

4. Краєвий розлом Руської платформи - це зовнішня межа Перед-карпатського передового прогину.

Поперекові розломи мають північно-східню орієнтацію і перетинають майже під прямим кутом північно-західне поширення карпатських складчастих структур. Ці розломи пов'язані з субмеридіональними відрізками річкових долин, таких як Латориця, Боржава, Тересля, Чорна Тиса та інші.

Система поздовжніх і поперекових розломів сприяла формуванню глибокої ступінчатої структури фундаменту Карпат. Створена інтенсивними складчасто-надвиговими та сводово-блоковими рухами гірська споруда Карпат характеризується поздовжньою зональністю рельєфу, що відображається в зональному розташуванні морфоструктур, таких як хребти-луски, складчасто-глибові хребти і горстові масиви. Гірська споруда оточена передгірними прогинами: Перед-карпатським вздовж північно-східного схилу та Закарпатським вздовж південно-західного.

Передгірний прогин, розташований перед Карпатами, представляє собою вигнуту в просторі структуру, яка розділяється від гірського поясу Карпат рядом виразних глибинних розломів, що орієнтовані північно-західно. У геологічному плані, Передгірний прогин відповідає Передгірному прогину Карпат, який

сформувався як самостійна структура в міоценову епоху. Починаючи з північного заходу, прогин має значну ширину (до 50 - 60 км) і поступово стискається у південно-східному напрямку до 25 - 30 км. Прогин поділяється на дві зони: внутрішню геосінклінальну і зовнішню приплатформенну.

У внутрішній частині прогину, що знаходиться біля Карпат, протягом неогенової епохи, відбувалося постійне накопичення руйнувань в результаті піднімання гірського хребта Карпат, тоді як у зовнішній приплатформенній частині відбувалася акумуляція фрагментарного матеріалу, що зносився з Українського щиту. Ці дві зони поділяються регіональним насувом, який сформувався вздовж лінії розлому.

У зовнішній зоні, починаючи з середнього міоцену, прогин занурюється і наповнюється верхньоміоценовими відкладами. В цій області розвинуті численні куполоподібні складки, які пов'язані з родовищами природного газу, такими як Дашава, Олар та інші. Геоморфологічно ці складки відображаються як ізольовані височини.

В геологічній структурі регіону відображені шари крейдового і палеогенового флішу, а в Чівчинських горах і Рахівському масиві (Мармарошська і Рахівська зони) під флішем розташовані кристалічні сланці і мармури протерозою. Фліш включає в себе шари пісковиків, аргілітів, алевролітів, які відіграють різні ролі у формуванні різноманітних структурно-фаціальних елементів. Нижньо-крейдовий фліш складається з конгломератів, вапняків і мергелів.

Зовнішня смуга Українських Карпат представлена лускато-моноклінальними середньогір'ями і низькогір'ями, зазвичай відповідаючи Скибковій зоні. Її ширина становить близько 40 км. У складі цієї зони виділяються Бескиди, Горгани і Покутсько-Буковинські Карпати. Кордон з Перед-карпатським прогином є тектонічним, і карпатські флішеві породи належать до внутрішньої зони прогину. Структури складені верхньо-меловими і палеогеновими піщано-глинястими флішовими відкладами.

Морфоструктура Зовнішніх Карпат відзначається наявністю довгих і вузьких лускоподібних насувів, відомих як скиби, які перекладаються одна на одну з

амплітудою до 13-15 км. У Бескидах і Горганах є 6-7 паралельних скиб, а в Буковинських Карпатах їхня кількість збільшується до 8-9. Тут скиби стають вужчими, а відстань між ними скорочується.

Основні скиби, які були виділені (з північного сходу на південний захід), включають:

- Берегівська,
- Оровська,
- Сколевська,
- Парашковська,
- Зеелянковська,
- Ружанковська.

Лускоподібна структура призвела до утворення моноклінальних умов залягання пісковиків і глинястих шарів верхньо-мелового і палеогенового флішу. Ерозійні процеси сприяли формуванню асиметричних (моноклінальних) хребтів з крутими північно-східними і пологими південно-західними схилами. Гребені цих хребтів складені щільними пісковиками верхньо-мелового і палеоценового віку, тоді як поздовжні долини містять більш м'які породи еоцену і олігоцену.

У структурі Зовнішньої антиклінальної зони Карпат відзначається зміна тектонічної будови і літології гірських порід. Наприклад, у північно-західній частині Зовнішніх Карпат спостерігаються дуже стиснуті луски-надвиги вієро-подібної форми. Цій структурі відповідають сім-вісім морфоструктур загально-карпатського походження, таких як низькогірні складчасто-надвигові хребти Верхньодністровських Бескид. Основа цих хребтів складається з еродованих і вивідених на поверхню стійких порід верхньо-мелового і палеогенового флішу, тоді як синклінальні частини складок містять менш щільні породи олігоцену і еоцену.

Сколевським Бескидам властиві виражені лускоподібні прямолінійні структури та виявлення структурно-літологічної зональності. Ці фактори призвели до утворення середньовисотних (1100 - 1300 м) моноклінальних хребтів.

У межах Скибових Горган (Зовнішніх Горган) від річки Мізунки до річки Пруту гірські хребти набувають звивистого контуру і складаються з неоднорідних по

щільності порід різних зон флішу. Середньовисотні хребти Горган мають гострі гребені, круті схили з кам'яними осипами і глибоко розчленовані долини.

Загально-карпатська північно-західна орієнтація морфоструктурних елементів простежується в північній низькогірній частині Покутсько-Буковинських Карпат та в південно-східній частині Зовнішніх Карпат. Покутсько-Буковинські Карпати, морфологічно та гіпсометрично, утворюють єдине ціле з Зовнішніми Карпатами, хоча структурно вони є складовою частиною внутрішньої зони Перед-карпатського прогину. У їх рельєфі виділяється ряд паралельних хребтів-антикліналей з пісковиками мелового і палеогенового віку, що мають препаровані денудацією ядра і крила.

Центрально-карпатська морфоструктура (Кросненська зона) простягнута неширокою смугою в загально-карпатському напрямку і розділяє Зовнішню та Внутрішню морфоструктури. Це низькогір'я і середньогор'я Вододільно-Верховинських Карпат, що складаються з потужного шару пісковиків і аргілітів олігоценного віку. Розповсюдження гірських порід, які нестійкі до процесів денудації, сприяло формуванню низькогірного (600-700 м) рельєфу.

В тектонічній будові зони переважають широкі синклінали та вузькі гребне-подібні антиклінали. Спостерігаються і надвиги, але вони не утворюють таких стислих лусок, як у Зовнішніх Карпатах. Головні антиклінали та синклінали Центральної карпатської зони ускладнені дрібною складчастістю. Найбільш зануреним частинам відповідають низькогір'я Стрийсько-Санської і Воловецько-Міжгірної котловин, Верховинського вододільного хребта, Ворохто-Путильського низькогір'я і Ясинської котловини.

У центральній ділянці морфоструктури, яка охоплює верхів'я річок Рікі, Тереслі та Тересви, виявлено підняту складчасту базу на основі геологічних матеріалів. Тут присутні еоценові та палеоценові пісковики, а в ядрах антиклінальних складок місцями виявляються пісковики верхньо-мелового флішу. Значна піднятість бази зони обмежена поперечними розломами, що спричинило виникнення масиву середньовисотних гір, відомих як Приводороздільні або Внутрішні Горгани (1600-1700 м). Структури цих гір представлені антиклінальними складками, з якими

пов'язані основні морфоструктурні елементи - середньовисотні ерозійно-антиклінальні хребти та гірські масиви.

Морфоструктура Внутрішніх Карпат - це зона складчасто-глибових і глибоких гір, які утворюють орографічну ось Карпат - Полонинсько-Чорногорські Карпати. Тут присутні відокремлені гірські масиви, які перевищують головний вододіл, мають горстове походження і відповідають Дуклянським, Чорногірським та іншим зонам.

Південно-західна частина морфоструктури раптово занурюється і розрізається розломами. Це спричиняє формування Вулканічного хребта та зони між флішовими і Вулканічними Карпатами - Березно-Липшанського міжгір'я. Північна частина морфоструктури відрізняється орографічно вираженим Полонинським хребтом, масивами Свидовця та Чорногори. У геологічній будові беруть участь верхньомеловий і палеогеновий фліш (чорні сланці та кварцитоподібні пісковики). Для цієї зони характерні широкі складки, ускладнені дрібною складчастістю і надвигами.

Сучасний рельєф Внутрішніх Карпат відрізняється величезністю своїх форм. Це обумовлено як складом порід, що їх формують, так і глибокою розташованою кристалічною основою зони, розділеною розломами на окремі блоки. Ймовірно, ще в доісторичні часи, а потім під час утворення гірського рельєфу Карпат, основа переважно досвідчувала позитивні вертикальні рухи. Тому саме тут розташовані найвищі гірські масиви Українських Карпат: Полонинський хребет, Чорногори, Гринявські та Шепитські гори.

Ядро Внутрішніх Карпат представлено глибокими середньогір'ями і високогір'ями остаточного Рахівського масиву і Чівчинських гір, що входять до складу Мармарошської та Рахівської зон. Вони складені кристалічними і метаморфічними породами докембрію і нижнього палеозою (кристалічні сланці, гнейси, кристалічні вапняки, амфіболіти, граніти). Кристалічні породи нижнього структурного поверху Рахівського масиву і Чівчинських гір перекриті осадовими відкладеннями тріасу і юри, меловим і палеогеновим флішем. Унаслідок тривалих процесів підйому осадовий чохол (зокрема тріасові та юрські відклади) майже

повністю знищений процесами денудації і залишився лише у вигляді ерозійних залишків на поверхні Рахівського масиву.

Вздовж кордону з Магурською зоною простягається Утесова зона - область екзотичних скель (кліпенів). Вона має ширину від 2 до 20 км і пролягає двома смугами між річками Тересва та Латориця. Цю зону розділяють на Північну та Південну. Північна зона скель простягається від Рахівського масиву на північний захід приблизно до річки Боржава вздовж тектонічного контакту Мармарошського надвигу. Скельні форми утворюють смугу із окремих ізольованих екзотичних скельних острівців розміром від кількох десятків до сотень метрів. Їхня різкість форм порушує стабільний рельєф Внутрішніх Карпат.

Ці скелі складаються з карбонатних і кремнієвих порід юрського та тріасового віку, рідше - кристалічних порід. Це тектонічні відторження, вдавнені в меловий фліш (пісковики та аргіліти) по лінії Мармарошського надвигу [26].

Південна зона утесів виявлена чітко поблизу сіл Кричеве, Довге та Свалява. Різні за розмірами ізольовані скельні острівці, складені з щільних юрських вапняків, виступають над поверхнею схилів на висоту від 16 до 20 метрів. Зона розломів функціонує як тектонічний кордон, який відокремлює Внутрішні Карпати від Закарпатського передгір'я.

Геологічні особливості Скибового покриву Українських Карпат наступні. Скибова зона Українських Карпат представлена потужною товщею теригенних піщано-глинистих порід крейди і палеогену, місцями з пластами та лінзами кременів і скременілих мергелів. У розрізі флішу Скибової зони Українських Карпат нерідко простежуються пачки порід з різним співвідношенням потужностей пісковиків і аргілітів. Найчастіше співвідношення потужностей прошарків пісковиків і аргілітів більш-менш однакове й коливаються від 5–7 до 10–15 см [9, 17, 18].

Періоди поступового і нерівномірного тектонічного підняття суші й опускання дна морського басейну були довготривалими і в часі повторювалися багаторазово. Тому характерною ознакою флішу є численне ритмічне перешарування пісковиків, алевролітів і аргілітів. Перехід від одної породи до іншої поступовий. В основі кожного ритму залягають пісковики. Вони різнозернисті, міцні, поліміктові, кварцові.

У них на нижній поверхні простежуються різноманітні гієрогліфи механічного та біогенного походження. Кожний ритм завершується аргілітами сірого до чорного кольору [17].

Флішові товщі порід верхньої крейди і палеогену Українських Карпат сильно дислоковані. У них виявлено різноманітні складки, насуви та інші численні розривні порушення.

У фліші Скибової зони Українських Карпат поширені кремені (силіцити). У менілітовій світі вони утворюють три горизонти: перший (4–12 м) в основі, другий (0,5–1,0 м) у покрівлі нижньо-менілітової, а третій (4–6 м) – в основі верхньо-менілітової підсвіт [9]. Колір кременів неоднорідний і змінюється від світло-сірого, коричневого до темносірого і чорного, навіть у межах одного зразка. Їхній мінеральний склад і умови утворення вивчено [7, 14]. Саме до кременистих порід нижньо-менілітової підсвіти і приурочені більшість кластичних дайок Скибової зони (покриву) Українських Карпат.

3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

На початку роботи був проведений аналіз закордонних та українських літературних джерел поширення, особливостей залягання та умов формування, складу кластичних дайок світу та Українських Карпат, їх практичного значення.

Були також узагальнені дані щодо польових досліджень раніше виявлених ділянок з дайками – смт Східниця, Рибник.

Проведення польових досліджень з метою виявлення та вивчення нових дайок виконувалося з використанням класичних методів геологічного картування та геолого-структурного аналізу.

Визначалися координати відслонень гірських порід. У відслоненнях макроскопічно визначалися породи та тектонічні структури – розривні порушення, складки, кластичні дайки. Вимірювалися їх елементи залягання, виконувався опис усіх гірських порід. При цьому встановлювалася назва гірської породи, вказувалися такі її особливості, як: колір, структура та текстура, мінеральний склад уламків та цементу породи, характер включінь в породі. Досліджувалися вторинні зміни порід - тріщинуватість, кліваж, сланцюватість, перекристалізація, окислювання, окремніння, карбонатизація. Визначалися жили та їх склад. Вимірювалися елементи залягання порід, жил, даєк, шарнірів та крил складок - азимути та кути падіння порвід та структур.

Особлива увага приділялася визначенню кінематичних типів розривних дислокацій – тектонічних тріщин, розривних порушень (скидів, насувів, зсувів). При цьому встановлювалися ознаки рухів крил структур та напрямки цих рухів на площинах зміщувачів – борозни та штрихи ковзання, трикутники викришивування, опіряючі сколи та структури відриву. Встановлювалися форми прояву розривних дислокацій - наявність тектонічних брекчій, зон дроблень, розсланцювання, окварцювання, наявність гідрооксидів заліза, зміни характеру залягання порід у крилах, інтенсивність тріщинуватості.

Кластичні дайки вивчалися за такою схемою:

- макроскопічно визначалася порода дайки;

- вивчався характер взаємовідносин дайки з навколишньою породою, її нашаруванням;

- вимірювалися азимути та кути падіння різних зальбандів дайки (висячого та лежачого), коли напрями падінь змінювалися у відслоненні – вони теж вимірювалися;

- досліджувалися зміни складу та структури породи дайки від її центра до зальбандів;

- визначався характер деформацій дайок – наявність систем тріщин з дзеркалами ковзання та виміри їх елементів залягання, наявність вигинів або складок по дайкам, сдвоєння тіла дайки, розсланцювання, зрізання дайки нашаруванням або розривним порушенням;

- визначалися наявність та характер вигинів вміщуючих порід біля зальбандів дайки, що давало змогу визначати напрям вкорінення дайки та її ін'єкційний механізм вкорінення (наприклад по вигинам аргілітів у зальбанда);

- для точного визначення мінерального складу дайки та мікрореформацій в ній під мікроскопом відбиралися зразки з породи дайки в центрі її та у зальбандів;

Обробка даних польових досліджень виконувалася в такій послідовності складалася карта фактів - на тектонічній основі позначалися за координатами у сі відслонення. З урахуванням геологічних карт визначалися стратиграфічні підрозділи, до яких були приурочені дайки, складалася таблиці в яких були узагальнені всі виміри елементів залягання – порід, дайок, складок, розривних дислокацій. Для визначення систем структур, дайок та загального напрямку падінь порід формувалися файли даних для обробки їх в програмі *Excel* та спеціальній програмі «*Fabric-8*» .

Для визначення систем розривних дислокацій, систем дайок та систем залягання порід за масовими вимірами їх елементів залягання використовувався модуль **ROSE DIAGRAMS** програми «*Fabric-8*», який дозволяв побудувати троянду діаграму простягань або падінь дайок чи інших структур з визначенням переважаючих їх напрямків на площі досліджень.

Підготовка даних для роботи в цій програмі виконувалася в програмі *Excel*. Вихідними даними були азимути падіння, кути падіння та азимути простягання розривних структур, які заводилися у три відповідні колонки листа *Excel – A, B, C*.

Аналіз деформацій даюк виконувався по тектонічним тріщинам, які зрізали дайки, з реконструкція полів палеонапружень програмі «Win Tensor» яка базується на принципах «правої дігетри» кінематичного методу розроблених Angelier, J [3,11]. Сама програма розроблена дослідниками Devlaux, D., Sperner, B. [13].

Вихідний файл для обробки польових даних формувався в самій програмі «Win Tensor» і складався з таких колонок: 1) азимут падіння структури, 2) кут падіння структури, 3) азимут падіння борозни або штриха ковзання на поверхні структури, 4) кут падіння борозни або штриха, 5) кінематичний тип переміщення крил – скид чи підкид, 6) надійність визначення кінематичного типу переміщень крил – точно встановлено, або сумнівне (певним символом).

Програма «Win Tensor» дає великі можливості для обробки інтепретації та збереження даних: координати точок спостережень, дати досліджень, назви регіонів, номерів точок спостережень, видів відслонень; автоматичне виділення однорідної вибірки (одного кінематичного типу - скидові або підкидові, або зсвувні, і одного віку закладання); автоматична дає оцінка якості реконструкцій полів палеонапружень (ступінь достовірності).

Як кінцевий результат роботи програми це вікно з стереграмою поля напружень з позначками на ній положень головних нормальних осей напружень і вікнами інструментів, якими можна мінять форми відображення площин структур, проєкцій (на верхню чи нижню півсферу), гісторамм, які відображають ступінь однорідності вибірки та інше.

При інтепретації стереограми поля палеонапружень та визначення кінематичного типу поля напружень у випадку проєкції на верхню півсферу треба приймати до уваги розташування осей напружень відносно контуру стереограми та її центра.

Так коли вісь стиснення **S1** розташована біля центру стереограми, а вісь розтягнення **S3** – на відстані від контуру менше 30°, маємо скидовий тип поля.

Якщо вісь розтягнення **S3** розташована біля центру стереограми, вісь стиснення **S1** - на відстані від контуру менше 30°, маємо підкидовий тип поля.

У випадку коли обидві вісі стиснення **S1** і розтягнення **S3** розташовані на відстані від контуру менше 30° , або біля самого контуру, то маємо зсувне поле.

В інших випадках можуть бути проміжні типи полів палеонапружень – скидо-зсувні, або підкидо-зсувні.

Методика лабораторних досліджень включала виготовлення з відібраних зразків гірських порід спеціальних прозорих препаратів - шліфів, які вивчалися під мікроскопом. Результати таких досліджень дозволяли уточнити назву породи та визначити особливості її мінерального складу уламків та цементу породи, структурно-текстурних особливостей.

Визначення мінералів під мікроскопом проводилося по стандартній методиці – визначення різних оптичних властивостей мінералів у прохідному та поляризованому світлі, виміри розмірів зерен мінералів, визначення їх форми та ступеню сортування та окатаності, визначення мікродеформацій – розриви зерен тріщинами та їх зміщення по цим тріщинам, ознаки пластичної деформації, мікрожилки та інше.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ КЛАСТИЧНИХ ДАЙОК СКИБОВОГО ПОКРИВУ КАРПАТ

4.1. Умови залягання та деформації кластичних дайок.

Встановлені і досліджені кластичні дайки у 17 відслоненнях 12 ділянок гірських порід в межах трьох тектонічних покривів Карпат [5] - Скибового, Борислав-Покутського і Самбірського. Найбільша кількість дайок відзначається для Скибового покриву (рис. 4.1). В межах Борислав-Покутського та Самбірського покривів кластичні дайки встановлені на ділянках Косів (14), Красноільськ (15, 16) і Тернава (17).

Найбільш поширені кластичні дайки в межах Скибового покриву, де вони спостерігалися у піщано-глинистих відкладах та кременистих горизонтах Менілітової світи (олігоцен-міоценового віку).

Всі дайки Скибового покриву розривають стратифіковані породи (аргіліти, алевроліти, пісковики, кременисті утворення) і круто падають в різних напрямках. Більшість цих дайок приурочено до найбільш тектонічно дислокованих ділянок, де вони спостерігаються поряд з тектонічними складками, розривними порушеннями та самі інтенсивно дислоковані - зім'яти, розсланцьовані, розбиті тектонічними тріщинами з дзеркалами ковзання [5] (рис. 4.2). Характер підворотів шарів порід, які вміщують кластичні дайки, вказує на ін'єкційний механізм їх формування.

На більшості ділянок з дайок були відібрані зразки порід, з яких були виготовлені шліфи для мікроскопічного дослідження порід дайок.

За результатами цих досліджень встановлено, що породи кластичних дайок представлені в більшості алевролітами та алевро-пісковиками. Тільки на ділянці Сколе дайка представлена пісковиком. Основна особливість - серед мінералів уламкової частини породи переважає кварц і часто зустрічаються включення органічної речовини. Відсоток останньої в шліфах з ділянок Борислав, Східниця, Рибник та Верхнє Сіньовидне коливається від 10 до 18%. Цей факт може вказувати на зв'язок кластичних дайок з глибинними нафто-газоносними відкладами.

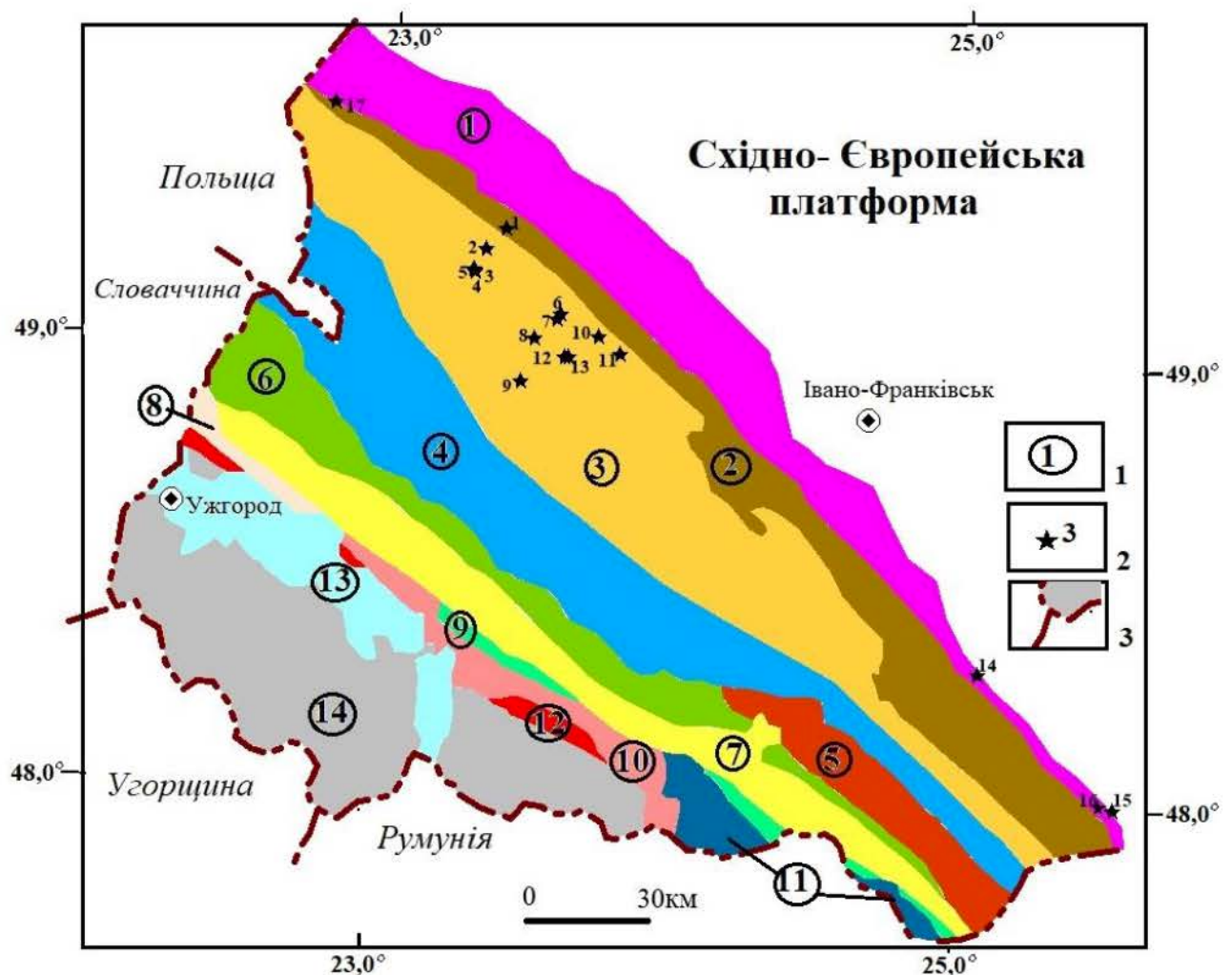


Рисунок 4.1. Ділянки досліджених кластичних дайок Українських Карпат, тектонічні покриви та інші структури за даними [5].

1 – Тектонічні покриви та структури: 1 - Самбірський покрив, 2 - Борислав-Покутський покрив, 3 – Скибовий покрив, 4 - Кросненська зона, 5 – Чорногорський покрив, 6 – Дуклянський покрив, 7 – Поркулецький покрив, 8 – Магура покрив, 9 – Рахівський покрив, 10 - Мармароська зона Скуль, 11 - Мармароський масив, 12 - Пієнінська зона Скуль, 13 - Вигорлат-Гутинське вулканічне пасмо, 14 - Закарпатський внутрішній прогин;

2 – ділянки досліджень (відслонень) - 1 – Бориславська, 2 – Східниця, 3, 4, 5 – Рибник, 6,7 – Верхнє Синьовиднє, 8 – Сколе, 9 – Тухля, 10 – Бубнище, 11 – Станківці, 12,13 – Сукіль, 14 - Косів, 15,16 – Красноільськ, 17 – Тернава.

3 – лінії державних кордонів.

Ділянка Станківці



Ділянка Рибник



Ділянка Східниця



Ділянка Красноільськ



Рисунок 4. 2. Умови залягання та деформації найбільш потужних кластичних дайок Скибового покриву Українських Карпат [5].

Основні характеристики кластичних дайок Скибового покриву – умови залягання, світи та породи, які вони розривають, елементи залягання порід та самих дайок, їх потужності наведені в таблиці 4.1. З використанням програми «*Fabric-8*» проведені статистичні розрахунки напрямів простягання та падіння дайок та побудовані троянди діаграми простягань та падінь дайок, що дозволило встановити їх системи та співвідношення з вміщуючими породами. (рис. 4.3).

**Таблиця 4.1. - Характеристика кластичних даюк Скибового покриву
Українських Карпат.**

Ділянка	Номер відслонень	Світа, породи	Елементи залягання порід - азимут пад./ кут пад.	Елементи залягання даюк, азимут пад./кут пад, потужність	Склад порід дайки
Борислав	1	Нижній олігоцен. Нижнє-Менілітова світа - чорні аргіліти, алевроліти, кремнистий горизонт	235/20 210/50 190/40	1 -80/85-85/65, 1-3sm 2 -80/75-85/84, 5-10sm 3 -275/75-90, 1-10sm	Алевро-пісковик
Східниця	2	Нижній олігоцен. Нижнє-Менілітова світа - чорні аргіліти, алевроліти, кремнистий горизонт	185/15 195/20 215/15-20	1 - 200/62 6-25sm 2 - 230/82, 70/85, 6-25sm 3 -1-5sm	Алевро-пісковик, алевроліт
Рибник	3	Нижній олігоцен. Нижнє-Менілітова світа,	220/36	1 -295/85 284/52, 35sm	Алевро-пісковик
	4	кремнистий горизонт	225/20 230/27-25	2 -60/80, 1-15sm	
Верхнє Синьовидне	6	Вигодсько-Пасічнянська світа пісковики, алевроліти, мергелі, вапняки	220/34 222/36	1 - 355/65-355/70 8sm	Алевро-пісковик, алевроліт
	7	Нижній олігоцен. Нижнє-Менілітова світа, кремнистий горизонт,	195/25, 212/20, 12/30	2 - 55/55-60/80 3-5sm	

Сколе	8	Нижній олігоцен. Нижнє- Менілітова світа, кремнистий горизонт, аргіліти	223/22, 237/15	1 - 180/60, 5/62, 20sm 2 -200/24, 30sm	Пісковик
Тухля	9	Нижній олігоцен. Нижнє- Менілітова світа, кремнистий горизонт	195/28 ,	1 - 322/70, 25sm 2 - 319/80, 7sm 3 - 319/80, 7sm	Алевроліт
Бубнище	10	Нижній олігоцен. Нижнє- Менілітова світа, алевроліти, аргіліти вапняки	200/20, 220/30	1 -251/80, 3-12sm 2 - 255/65, 227/60, 3-12sm 3 - 55/65, 259/70, 3-12sm 4 - 54/70, 3-12sm 5 -211/80, 3-12sm 6 - 235/65, 3-12sm 7 - 210/60, 3-12sm 8 - 111/55, 3-12sm	Алевро- пісковик, алевроліт
Станківці, р. Лужанка,	11	Вигодсько- Пасічнянська світа пісковики, алевроліти, мергелі, вапняки	245/35,	1 - 135/45, 115/60, 45sm 2 - 225/70, 50sm	Алевро- пісковик
Сукіль 1	12	На межі Нижнє- Менілітова світа (кременисті) та Бистрицької (фліш піщано- глинистий)	205/20, 180/10	1 - 210/80, 25sm 2 - 260/74, 5-7sm	Алевро- пісковик

Сукіль 2	13	Бистрицька світа (фліш пісчано-глинистий) Строкати аргіліти	225/40, 235/40,	1 - 240/78, 185/60, 10-20sm	Конгломерат, пісковик
Всього дайок				28	

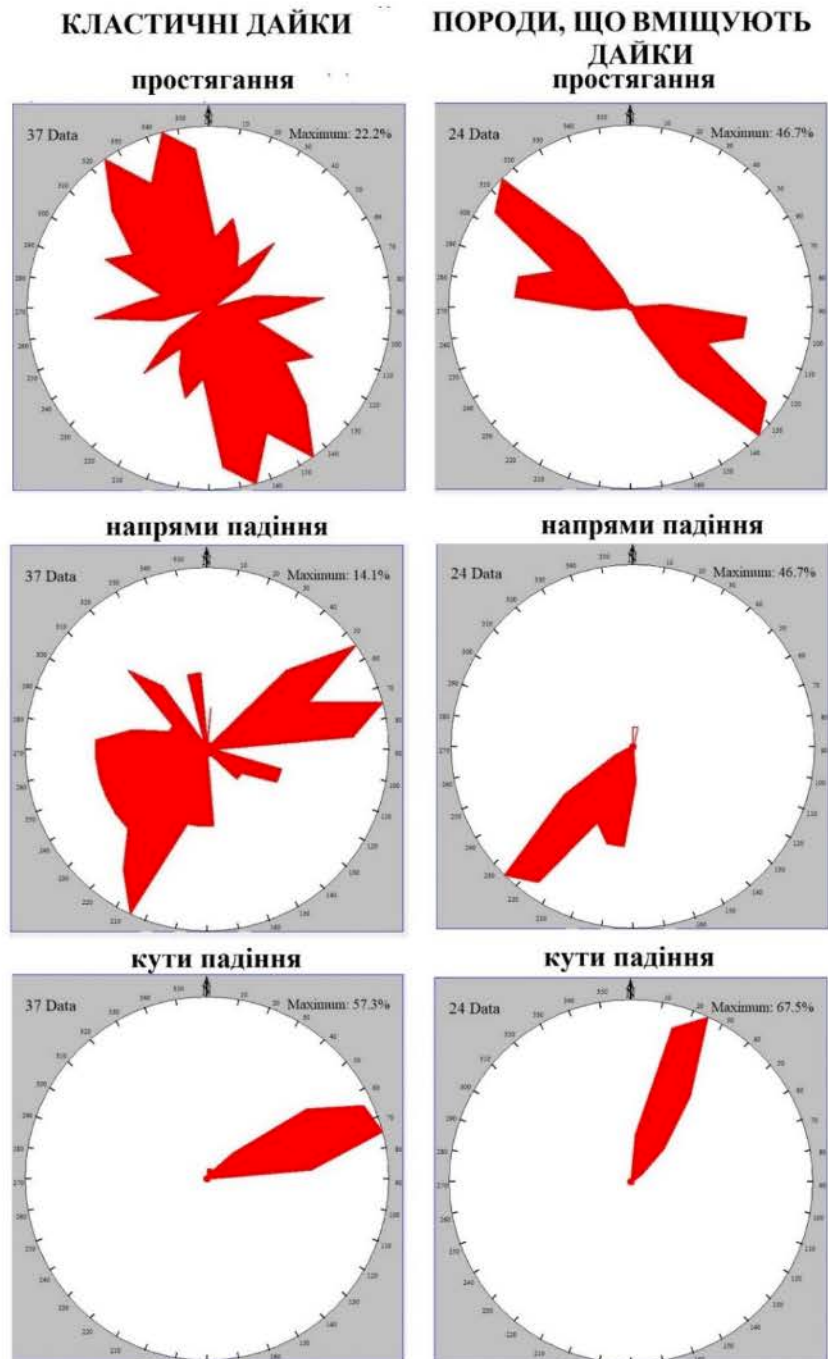


Рисунок 4.3. – Троянди-діаграми залягань кластичних дайок та порід, які їх вміщують.

Аналіз залягання дайок за простяганням показує, що домінують дайки північно-західного простягання по азимутам 325 і 345° тоді як породи, які їх вміщують мають простягання 310 та 280°. Серед напрямів падіння дайок домінують три напрямки – азимути 55°, 75° та азимут 205°, тоді, як напрям падінь порід стабільний по азимуту 220°. Кути падінь для дайок круті і складають в середньому - 70°, тоді як породи падають похило під середнім кутом 20° (рис. 4.3).

В цілому простягання дайок має гострий кут по відношенню до простягань порід, а напрям падіння порід є частіше протилежний падінню порід.

Аналіз деформацій кластичних дайок по тектонічним тріщинам з дзеркалами ковзання дозволив провести реконструкції полів напружень, в яких формувалися деформації. Найбільше даних було по дайкам ділянок Рибник та Східниця. За результатами реконструкцій встановлено, що на цих ділянках домінують зсувні поля палеонапружень, які можна пов'язати з останніми тектонічними і деформаційними процесами в системи Українських Карпат (рис. 4.4, 4.5).

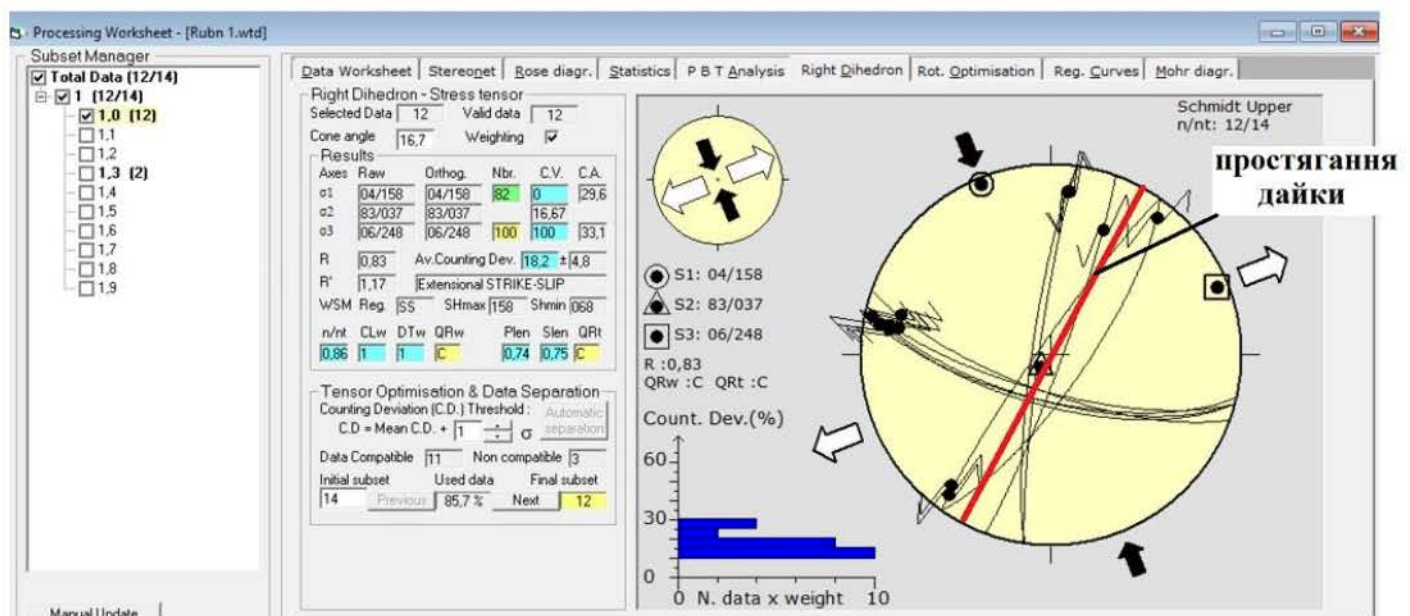


Рисунок 4.4. – Поле палеонапружень в кластичній дайці ділянки Рибник.

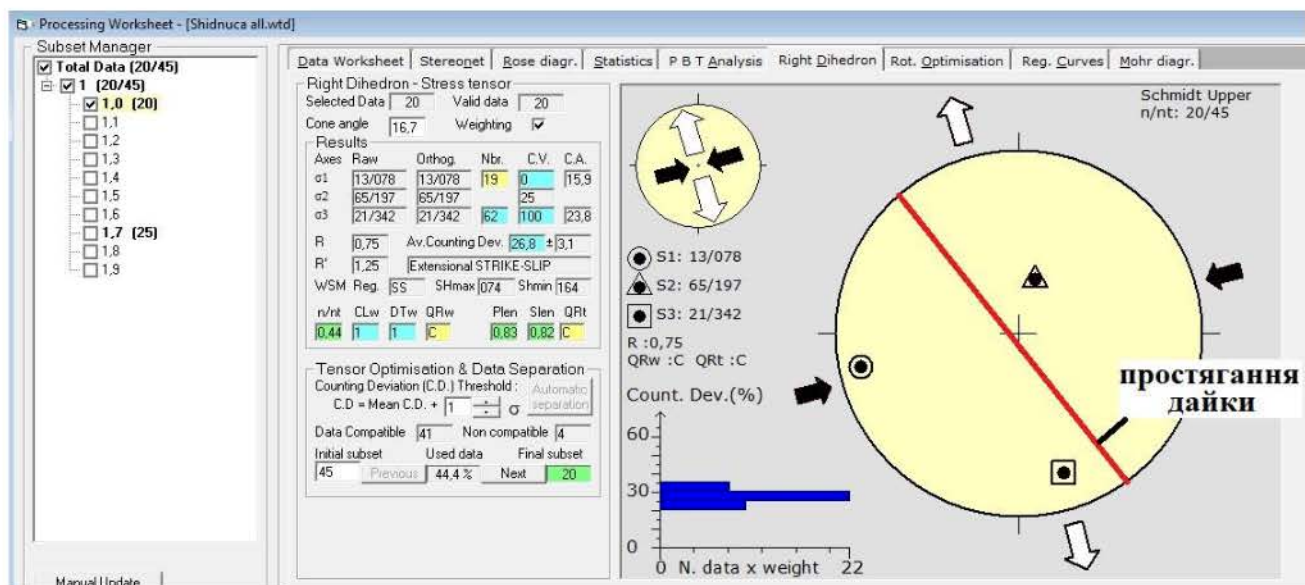


Рисунок 4.5. – Поле палеонапружень в кластичній дайці ділянки Східниця.

4.2. Мінералого-петрографічний склад кластичних дайок.

Склад порід кластичних дайок вивчався ще в польових умовах у відслоненнях за стандартною методикою. Первинне визначення мінерального складу проводилося за такими ознаками як їх колір, форма зерен, твердість за шкалою Мооса, спайність або її відсутність, форми сколювання, форми вивітрювання та інше. Також визначалися структури і текстури породи, співвідношення мінералів. Відбиралися зразки порід для виготовлення шліфів.

В лабораторних умовах були виготовлені шліфи, які вивчалися під мікроскопом. За цими дослідженнями назви порід уточнювалися. Під мікроскопом визначалися мінерали за їх характерними оптичними властивостями у прохідному та поляризованому світлі, вивчався склад уламкового матеріалу та цементу породи, визначалися розміри зерен та їх вміст у відсотках. Встановлювалися головні і другорядні мінерали, включення органічного матеріалу та інших включень. Вивчалися структурно-текстурні особливості порід.

В цілому майже по кожній ділянці були виконані мінералого-петрографічні дослідження, результати яких наведені нижче.

Ділянка м. Борислав. Вивчено три шліфа - Б4-1 (вертикальний зріз висячого зальбанду дайки в хрест простягання); Б4-2 (горизонтальний зріз висячого зальбанду дайки в хрест простягання); Б4-3 (вертикальний перетин лежачого зальбанду дайки в хрест простягання). Порода -алевро-пісковик.

Матеріал трьох проб ідентичний за мінеральним складом, відрізняється лише кількістю органічного матеріалу.

У шліфі Б4-1 мінеральний склад уламків наступний: кварц -67%, глауконіт – 9%, слюда – 2%, плагіоклаз – 5%, карбонати – 5%, рудний матеріал – 4%, органіка – 8%.

Цемент складений карбонатним матеріалом із подрібненим кварцом (рис. 4.2 а,б), тип цементації базально-контактний. Спостерігаються органічні скупчення (рис. 4.2 б).

Проби Б4-2 та Б4-3 мають ідентичний мінеральний склад з пробою Б4-1.

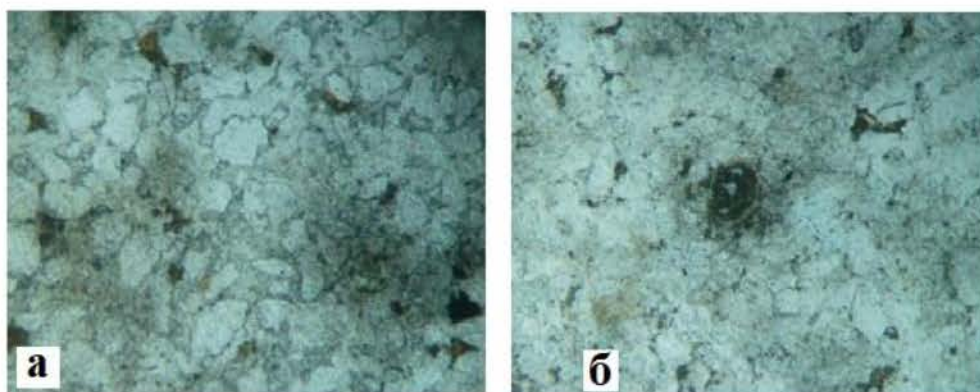


Рисунок 4. 6. Алевро-пісковики в шліфі Б4-1 під мікроскопом (прохідне світло) [5].

Відмінність проби Б4-2 від Б4-1 полягає у меншій кількості карбонатних прожилків та наявності тріщин, які заповнені органічним матеріалом.

Відмінність проби Б4-3 від Б4-1 полягає у більшій кількості цементу (до 35%) та органічного матеріалу. А також фіксується чітка межа між матеріалом з органічною складовою і без неї.

Ділянка Східниця. На ділянці вивчався склад 3 відносно потужних дайок, які проривають піщано-глинисті породи на всю потужність відслонення. Досліджено 6

шліфів - C1.1 (Алевроліт), C1.2 (Алевроліт), C1.3 (Алевроліт), C.1.4 (Псамоалевроліт), C1.4в (Алевроліт), C.4.1в (Алевроліт). Встановлено, що майже всі породи представлені алевролітами.

В шліфі C1.1 порода має такі особливості - текстура масивна, структура алевролітова (розмір уламків 0,02-0,1 мм) та середньосортована. Уламки становлять 80%, цемент – 20%. За ступенем окатаності зерен: неокатаних - 85%, слабо окатаних - 10%, окатаних -5%. Цемент – карбонатний з органічною речовиною (карбонату 90%; кварцу 7%). Тип цементації – контактово-базальний. Структура цементу – мікрогранобластова.

Мінеральний склад уламків: кварц – 77,3%; глауконіт – 13%, циркон – 0,4%; плагіоклаз – 0,5%; рудний мінерал – 5,0%; серицит – 0,2%; органіка – 36%.

У породі також спостерігаються сліди пластичної течії та подрібнення матеріалу (рис. 4.7а).

Порода в шліфі C1.2 відрізняється від шліфу C1.1 лише великою кількістю циркону.

У породі шліфу C1.3 відзначені такі особливості складу та будови – текстура масивна, структура алевролітова (розмір уламків менше 0,1 мм). Уламки середньосортовані. За ступенем окатаності: неокатані – 80%; слабо окатані - 20%. Уламки становлять – 90%, цемент – 10%.

Цемент кварц-карбонатний із органікою, контактовий. Структура цементу – мікрогранобластова.

Мінеральний склад уламків: кварц – 72,8%; глауконіт – 2%; плагіоклаз – 5%; рудний мінерал – 8%; слюда – 0.6; органіка – 11,6%.

Спостерігаються тріщини у зернах кварцу, деякі зерна мають тріщини у двох напрямках. Більшість зерен має тріщини в одному напрямку (рис. 4.7б).

Порода в шліфі C1.4 істотно відрізняється від перших трьох рядом особливостей. По-перше, вона відноситься до псамоалевролітів, по-друге, змінюється склад цементу і порода більше містить мікродеформацій. Текстура породи масивна, структура псаммоалевролітова (розмір уламків менше 0,2 мм) середньосортована. Уламки становлять 65%, цемент – 35%. За ступенем окатаності уламки неокатані 20% слабо окатані 75%, окатані 5%.

Цемент – кварцовий із невеликою кількістю карбонату. Тип цементациї – контактовий. Структура цементу – мікрогранобластова.

Мінеральний склад уламків: кварц – 85,4%; глауконіт 2%. плагіоклаз – 0,3%; рудний мінерал – 1,2%; слюди -0,5%.

Спостерігаються орієнтовані тріщини, заповнені органічною речовиною (рис. 4.7в).

Порода в *шліфі С1.4в* представлена алевролітом, який відрізняється від описаних більшим відсотком цементу і наявністю в цементі більше органічного матеріалу. Також характерно дроблення зерен і тріщинуватість зерен кварцу (рис. 4.7г).

Порода *шліфа С. 4.1в* представлена алевролітом в зальбанді кластичної дайки і відрізняється суттєвим дробленням зерен як у зальбанді, так і на відстані від нього. Цемент – карбонатний з органічною речовиною. Спостерігаються сліди деформації у вигляді роздробленого матеріалу, орієнтованих тріщин в зернах кварцу та хвилястого згасання кварцу при обертанні столика мікроскопу.

У зальбанді спостерігається інтенсивне дроблення, збільшення кількості карбонатів та органічної речовини, а також тріщини, які січуть все видиме поле шліфу (рис. 4.7д).

Ділянка Рибник. Була вивчена одна проба, яка відібрана в районі села Рибник із кластичної дайки на березі річки Стрий. З проби був виготовлений один прозорий шліф Р-2, який представляє горизонтальне перетинання в хрест простягання дайки та її зальбанд.

Проба складена алеропісковиком (рис. 4.8а) з розміром уламків 0,3 мм і менше. Уламки середньосортовані, їх кількість становить 80-70%, окатаних - 10%, напівокатаних -30%, не окатаних - 60%.

Мінеральний склад уламків: кварц – 78,5%, глауконіт – 3,5%, рудний матеріал – 1,8%, органіка – 12,6%, карбонати – 2,3%, акцесорний мінерал – 0,7%, плагіоклази – 0,6%.

Цемент складений карбонатним матеріалом у кількості 30-20%, тип цементациї контактово-базальний.

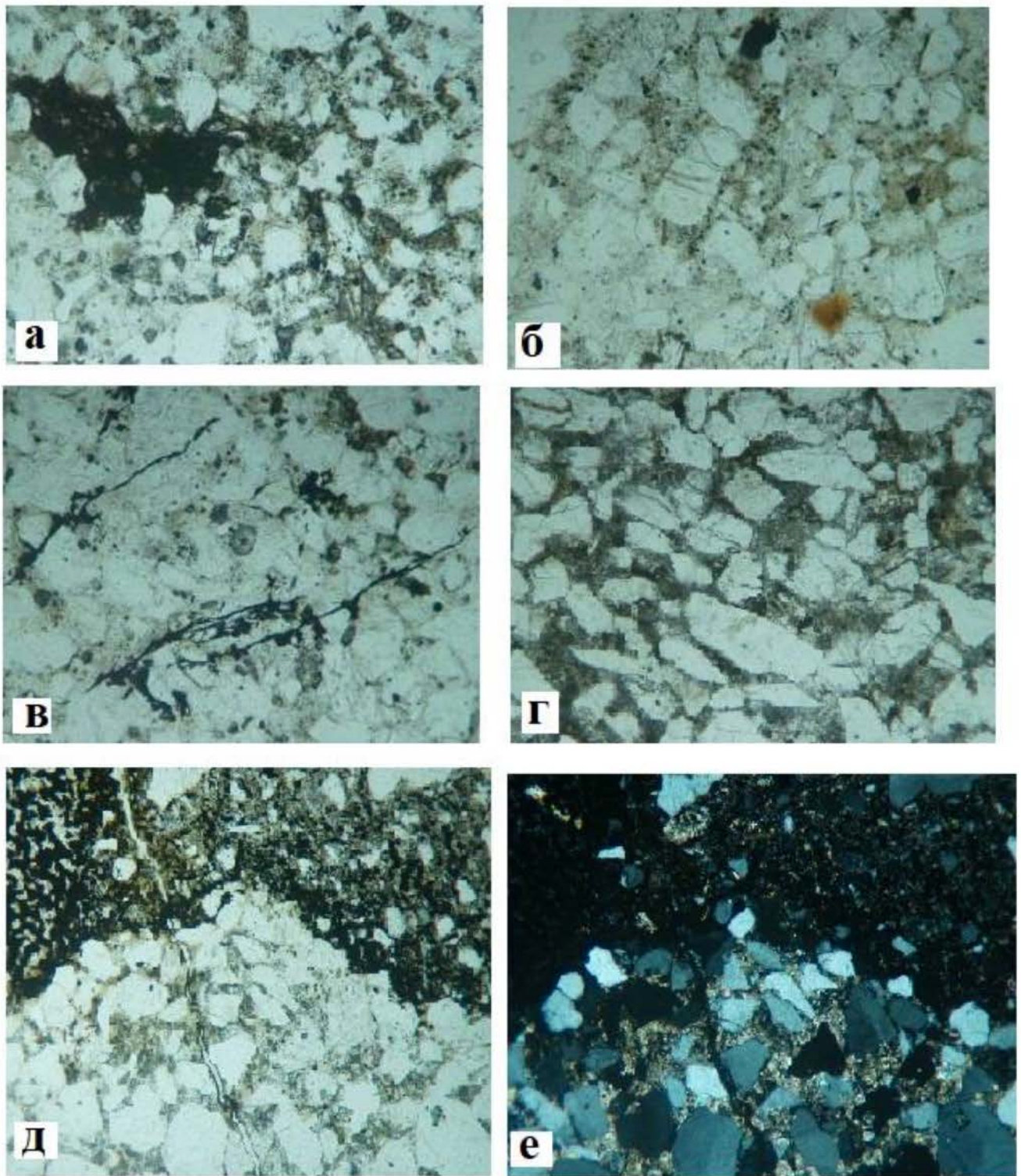


Рисунок 4. 7. Алевроліти дайок ділянки Східниця під мікроскопом (прохідне та поляризоване світло).

а – шліф С1.1 (прохідне світло), **б** - шліф С1.3 (прохідне світло), **в** - шліф С1.4 (прохідне світло), **г** - шліф С1.4в (прохідне світло), **д** - шліф С. 4.1в (прохідне світло), **е** - шліф С. 4.1в (поляризоване світло),

У породі спостерігаються сліди крихких та пластичних деформацій у вигляді дроблення, тріщинуватості зерен та їх упорядкованого розташування за певним напрямом (рис. 4.8а). Також спостерігаються сліди пластичної тектонічної течії в прожилках, заповнених залізистим матеріалом (рис. 4.8 б).

Ділянка Верхнє Синьовидне. Було відібрано зразки з двох дайок, з яких виготовлено 3 шліфи. Перша дайка розташована на південно-східній околиці села Верхнє Синьовидне у крем'янистих породах правого берега річки Опір – шліф ВС 2-1. Друга дайка виявлена вверх за течією річки Опір на відстані понад 1 км від першої – шліфи ВС 8-1, ВС 8-1а.

Шліф ВС 2-1 представляє вертикальний зріз лежачого зальбанда дайки в хрест її простягання. Шліф ВС 8-1 також виготовлений за вертикальним перерізом лежачого зальбанда в хрест простягання дайки.

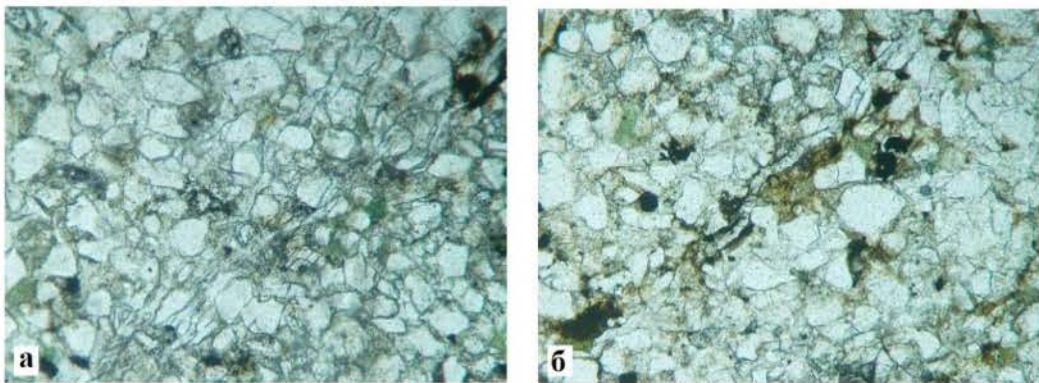


Рисунок 4. 8. Зальбанд кластичної дайки алевро-пісковика ділянки Рибник під мікроскопом (прохідне світло).

а – крихкі деформації в породі, **б** – пластичні деформації в залізистому матеріалі жили.

Шліф ВС 8-1а представляє горизонтальний переріз лежачого зальбанда в хрест простягання дайки.

Склад порід дайок у шліфах ідентичний за мінеральним складом, відмінності є лише у сортуванні та розмірах зерен мінералів.

Мінеральний склад уламків: кварц 73%, глауконіт – 5%, рудний матеріал – 4%, органічна речовина – 18%.

Цемент складений органічним матеріалом та подрібненим кварцом (рис. 4.9а), тип цементації базально-контактовий.

Інтенсивно проявлені крихкі деформації породи у вигляді орієнтованої тріщинуватості зерен кварцу із зміщеннями зсувного типу окремих частин подрібнених зерен (рис. 4.9б).

Шліфи ВС 8-1 та ВС 8-1а виготовлені з одного зразка, відповідно, вертикальний та горизонтальний переріз. Матеріал породи в шліфах більш дрібніший (менше 0,1 мм), кутастий, погано відсортований. Порода – алевроліт (рис. 4.9в).

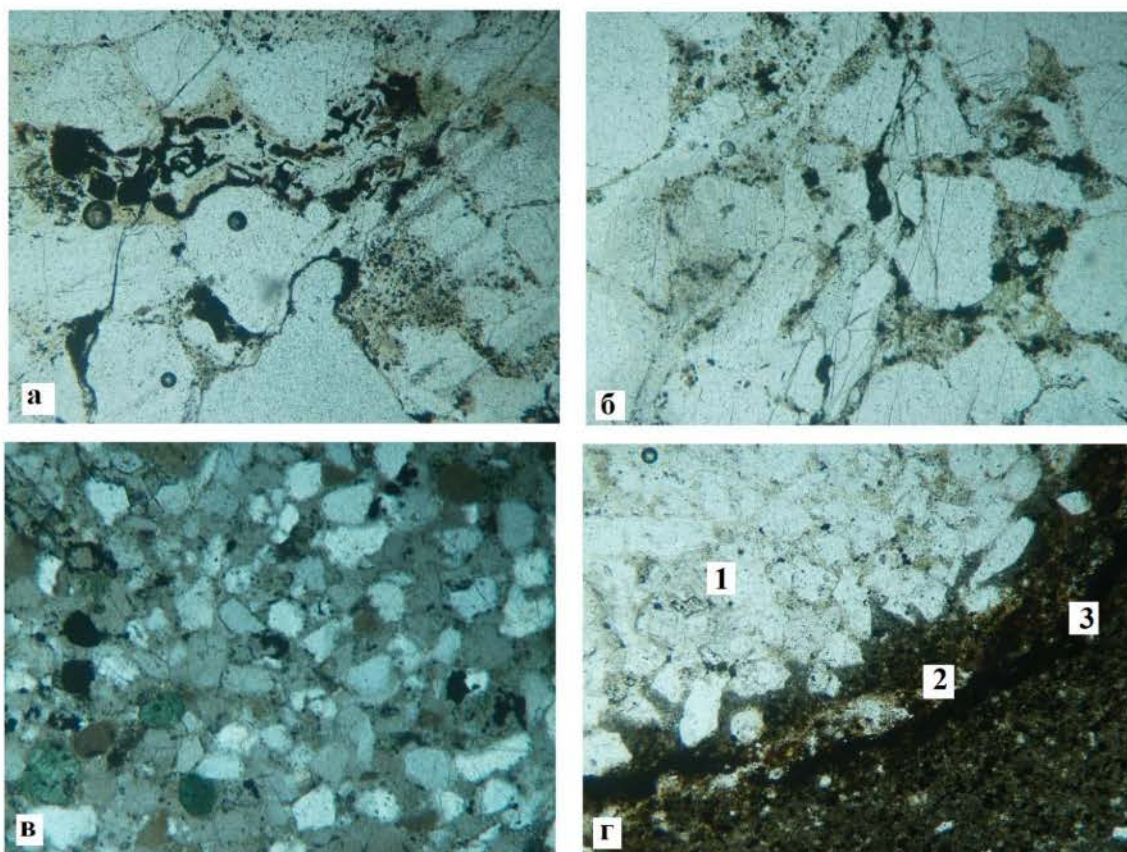


Рисунок 4. 9. Породи кластичних дайок ділянки Верхнє Синьовидне під мікроскопом (прохідне світло).

а – алевропісковик, шліф ВС 2-1; **б** - тріщини в алевропісковіку з зсувними деформаціями; **в** – алевроліт, шліф ВС 8-1; **г**- зальбанд дайки, шліф ВС 8-1а: 1 - алевроліт, 2 – зона дроблення зальбанда, 3 – органічна речовина в зальбанді.

Мінеральний склад уламків: кварц-84%, глауконіт-12, слюда-1%, карбонати - 3%, тип цементації контактний. У центрі шліфу ВС 8-1 спостерігається жила, яка заповнена органічним матеріалом із включеннями уламків кварцу та карбонатів розміром близько 0,01 мм.

Шліф ВС 8-1а представлений зальбандом кластичної дайки. У зоні зальбанда спостерігається дрібний подрібнений кварц-карбонатний матеріал. Сам зальбанд представлений аморфною масою органічного матеріалу (рис. 4.9). Таким же матеріалом заповнені тріщини та жили, які спостерігаються у породі (рис. 4.9а).

Ділянка Сколе. Було відібрано дві проби в корінному виході порід у руслі річки Опір поблизу села Сколе, з яких виготовлено три шліфи: СК 1а – вертикальний перетин зальбанда впоперек простягання першої дайки; СК 1б - переріз уздовж простягання першої дайки у зальбанді; СК 3 – із фрагмента другої кластичної дайки.

Склад порід у трьох шліфах ідентичний за мінеральним складом, відрізняються шліфи лише наявністю та кількістю прожилків гідроокисів заліза.

Шліф СК 1а представлений пісковиком, розмір уламків 0,3-0,4, кількість уламків становить 80% Уламки середньосортовані, окатаних - 15%, напівокатаних - 30%, кутастих-55%.

Мінеральний склад уламків: кварц – 64%, глауконіт – 11%, акцесорний мінерал – 2%, карбонати – 15%, рудний матеріал (гідроокиси заліза) – 5%, органіка – 3%.

Цемент виконаний карбонатно-органічним матеріалом, тип цементації базальний, в деяких місцях контактний.

У породі спостерігається деяка тріщинуватість зерен кварцу та прожилки карбонатного складу (рис. 4.10а, б).

Шліф СК 1б представлений пісковиком, розмір уламків 0,3 і менше, кількість уламків становить 80%, окатаних 10%, напівокатаних 28%, кутастих 62%.

Мінеральний склад уламків: кварц - 73,5%, акцесорний мінерал - 0,5%, карбонати – 7%, глауконіт – 4%, рудний матеріал (гідроокиси заліза) – 12%, органіка

– 3%. У шліфі спостерігаються уламки глауконіту більшого розміру і більша кількість гідрооксидів заліза у вигляді прожилків ніж у шліфі СК 1а (рис. 4.10в).

Порода в шліфі СК 3 за складом ідентична породам у шліфах СК 1а та СК 1б, але сильніше деформована – відзначаються сліди тектонічної течії та зминання (рис. 4.10г).

Ділянка Тухля. Було вивчено пробу, яку відібрано в районі села Тухля. Шліф Тх-1 виготовлений з породи зальбанда кластичної дайки і представляє вертикальний переріз висячого зальбанда в хрест простягання дайки з породою, що вміщує дайку. Вивчена контактна зону вміщуючих глинистих порід та алевролітової породи самої дайки.

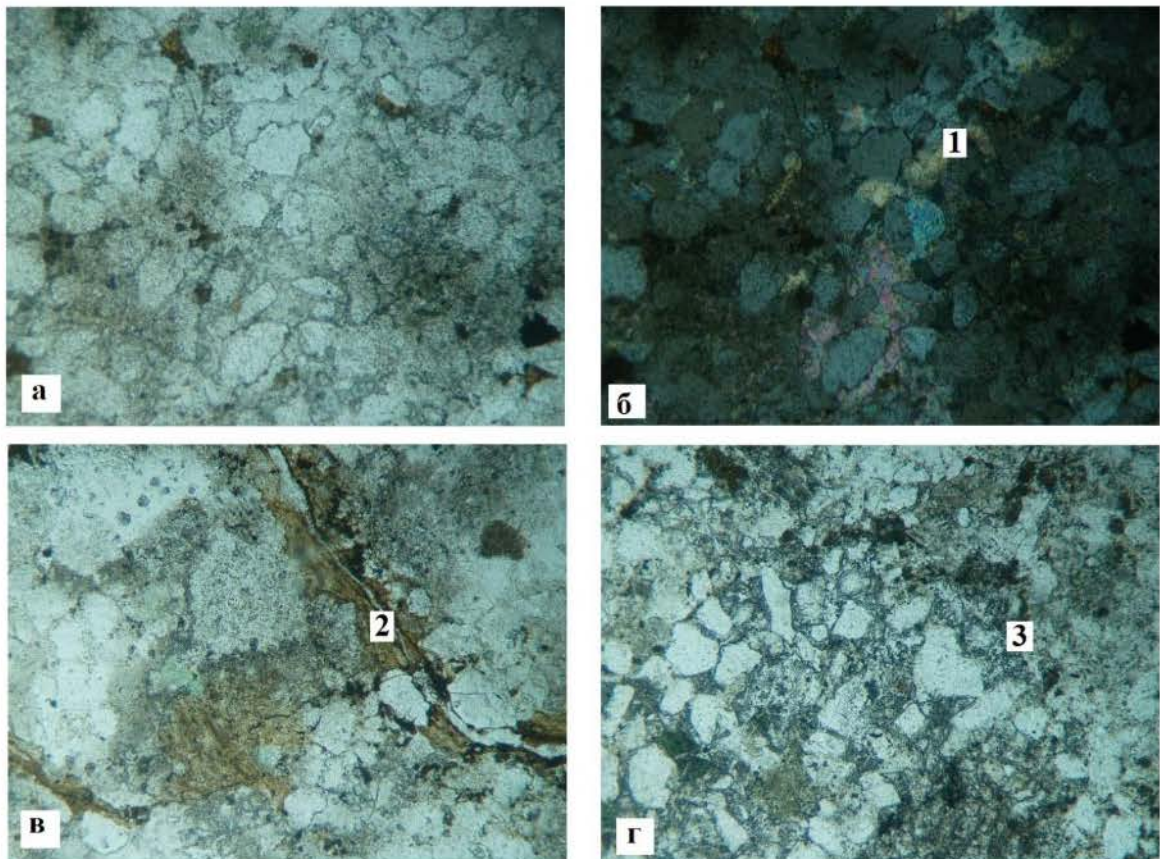


Рисунок 4. 10. Породи кластичних дайок ділянки Сколе під мікроскопом (прохідне і поляризоване світло).

а – пісковик з карбонатною жилкою, шліф СК 1а (прохідне світло); **б** - пісковик з карбонатною жилкою (1), шліф СК 1а, (поляризоване світло); **в** – пісковик з жилкою

оксидів заліза (2) по тріщині і слідами пластичної течії, шліф СК 1б; г- пісковик з слідами тектонічного зм'яття (3), шліф СК 3.

Мінеральні зерна алевроліту мають розмір 0,1-0,2 мм і менше, ступінь сортування середня, кількість уламків складає 85%. Серед уламків окатаних - 10%, напівокатаних - 10%, кутастих - 65% (рис. 4.11а)

Мінеральний склад уламків: кварц – 65,7%, глауконіт – 15%, рудний матеріал – 6%, включення органіки – 2%, серицит – 1,5%, карбонати – 8%, акцесорних мінералів – 1,8%. Цемент складений кварц-карбонатним матеріалом, тип цементації базально-контактний.

У глинистій масі породи, що вміщає дайку, спостерігаються уламки кварцу - 10%, глауконіту - 2%, карбонатів 3%, також зустрічаються прожилки карбонатів, органіки. Для породи загалом характерна сланцюватість. У самому зальбанді кластичної дайки спостерігається карбонатна жила, під яку підгинаються глинисті шари породи, що вміщає дайку (рис. 4.11б), що вказує на ін'єкційний механізм вкорінення кластичної дайки знизу в гору. Мінеральний склад жили представлений карбонатами - 98%, кварцем - 1, та рудним мінералом - 0,7%.

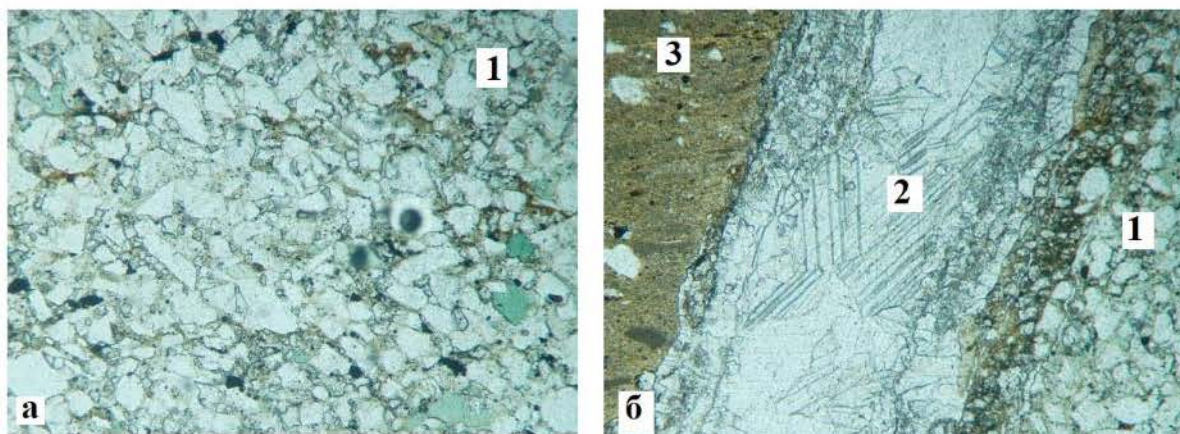


Рисунок 4. 11. Зальбанд кластичної дайки алевроліту в глинистій породі ділянки Тухля під мікроскопом (прохідне світло).

а – алевролітова порода дайки, б – зальбанд дайки: 1 - алевроліт, 2 – карбонатна жила, 3 - глиниста порода, яку дайка прориває

Ділянка Бубнище. На ділянці виявлено найбільшу кількість кластичних дайок – 8 дайок різного простягання та потужності, детально вивчені їх умови залягання та їх склад під мікроскопом. Результати цих досліджень опубліковано [1, 2]. За складом ці дайки представлені алевропісковиками та алевролітами з кварц-карбонатним цементом. Останній зазвичай приурочені до зальбандів дайок. У зальбандах дайок відзначається подрібнення матеріалу породи та велика кількість карбонату з органічної речовини (рис. 4.12).

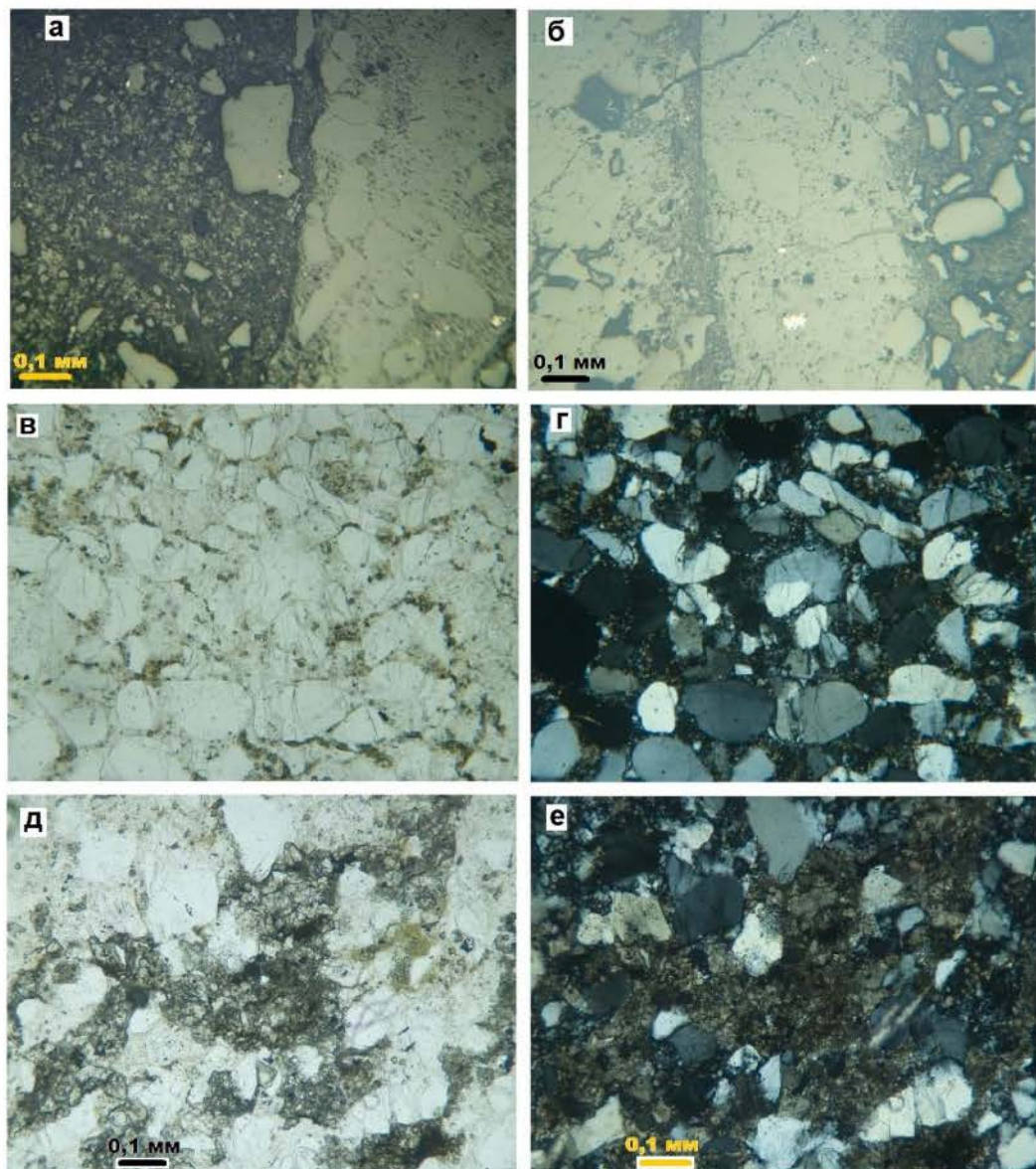


Рисунок 4. 12. Зміна складу та структури породи дайки № 5 на межі основного тіла дайки та зальбандової зони (Бубнище) [1,2].

а, б – вертикальний переріз дайки; сіре – кварц; темно-сіре – карбонатний цемент; в-е – горизонтальний перетин основного тіла дайки; д-е - зальбандова зона дайки, яка насичена карбонатами та органічною речовиною.

У породах відзначається численні мікродеформації зерен мінералів, які проявлені мікрожилками та мікротріщинами з розривом та зсувними переміщеннями уламків зерен мінералів.

В шліфах і аншліфах (для вивчення у відбитому світлі) виявлені чіткі ознаки ін'єкційного механізму вкорінення тіла дайки у вміщуючі гірські породи знизу вверх жильні затоки, які опіряють зальбанди, ознаки пластичної течії матеріалу вверх та рухи зерен мінералів в цьому напрямі.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Законодавство України, спрямоване на забезпечення безпеки та охорони праці, складається з різноманітних нормативно-правових актів, що регулюють відносини в цій сфері. Це включає в себе аспекти державної політики з правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів для збереження здоров'я та працездатності працівників. Це законодавство ґрунтується на конституційному праві громадян на безпечні та здорові умови праці, яке гарантується Конституцією України. Основу цієї системи становлять такі законодавчі акти, як Закон України "Про охорону праці", "Про підприємства України", Кодекс законів про працю України, Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що спричинили втрату працездатності", а також відповідні нормативні акти, що приймаються відповідно до цих законів [34].

Конституція України визначає права громадян на соціальний захист, включаючи право на забезпечення у разі втрати працездатності, охорону здоров'я та медичне обслуговування, а також право на охорону праці. Основним документом, що регулює питання охорони праці, є Закон України "Про охорону праці", який встановлює основні принципи забезпечення безпеки та здоров'я працівників, визначає порядок організації охорони праці та відповідальність за її порушення. Інші нормативні акти також повинні відповідати цьому Закону, а також іншим законам України та Конституції.

Правила охорони праці містяться в різних статтях Кодексу законів про працю України, таких як "Трудовий договір", "Робочий час", "Час відпочинку", "Праця жінок", "Праця молоді", "Професійні спілки", "Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю" та інші.

Відповідно до Конституції України, а також законодавства, прийнятого на основі цієї Конституції, було ухвалено Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності". Цей закон

визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, що можуть призвести до втрати працездатності або смерті працівників під час праці.

До основних законодавчих актів про охорону праці також належить "Основи законодавства України про охорону здоров'я". Цей документ регулює відносини в галузі охорони здоров'я з метою забезпечення гармонійного фізичного і духовного розвитку громадян, підвищення їх працездатності і продовження активного життя, а також зменшення захворюваності, інвалідності та смертності. Вони передбачають встановлення єдиної санітарно-гігієнічної нормативної бази для організації виробничих і інших процесів, а також вимог до обладнання, устаткування та будівель, що можуть впливати на здоров'я людей. Ці основи також визначають обов'язкові медичні огляди для окремих категорій працівників, які працюють у шкідливих та небезпечних умовах.

Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" встановлює необхідність гігієнічної регламентації шкідливих та небезпечних факторів у середовищі життєдіяльності людини, а також гігієнічні вимоги до повітря у населених пунктах і виробничих приміщеннях, проведення обов'язкових медичних оглядів та забезпечення радіаційної безпеки.

Закон України "Про пожежну безпеку" встановлює загальні норми та принципи, що регулюють пожежну безпеку на всій території країни. Цей закон визначає відповідальність державних органів, юридичних та фізичних осіб у сфері пожежної безпеки, незалежно від їх виду діяльності чи форми власності. Забезпечення пожежної безпеки включається в умови трудових угод (контрактів) та статутів підприємств, установ та організацій. Керівники цих структур та особи, які ними уповноважені, несуть відповідальність за забезпечення пожежної безпеки, якщо інше не передбачено відповідними угодами.

Стаття 7 Закону України "Про колективні договори і угоди" передбачає, що у колективних договорах встановлюються взаємні зобов'язання сторін щодо охорони праці, а стаття 8 визначає, що на рівні держави, галузі та регіону угоди регулюють

основні принципи реалізації соціально-економічної політики, включаючи умови охорони праці.

Україна дотримується міжнародних стандартів у сфері охорони праці, зокрема, підписаних конвенцій та рекомендацій Міжнародної Організації Праці (МОП) і директив Європейського Союзу (ЄС). Вони визначають правову основу для національної політики з покращення умов праці та профілактики нещасних випадків на виробництві. Також, Україна залучає передовий досвід країн-членів ЄС при розробці нових нормативних актів.

Система управління охороною праці на підприємствах і в організаціях Державної служби геології та надр України (СУОП) охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на створення безпечних та здорових умов праці. Вона є неот'ємною частиною системи управління геологорозвідувальним виробництвом та розповсюджується на всіх працівників цих підприємств і організацій.

Відповідно до структури галузі та підприємств, рекомендується розглядати такі рівні управління охороною праці:

- Перший рівень (I): об'єкт робіт, що може включати в себе бурові установки, геофізичні загони, дільниці та інші, а також індивідуально організовані робочі місця;
- Другий рівень (II): виробничий підрозділ, який об'єднує кілька об'єктів робіт та підпорядкований третьому рівню управління;
- Третій рівень (III): структурний підрозділ підприємства, що підпорядкований четвертому рівню управління;
- Четвертий рівень (IV): саме підприємство, яке має право юридичної особи.

Загальне керівництво системою управління охороною праці в галузі здійснює Державна служба геології та надр України.

Керівники на рівнях від III до IV визначають належність своїх підрозділів до відповідного рівня управління охороною праці, розподіляють обов'язки між працівниками та забезпечують їх виконання. Вони також несуть відповідальність за забезпечення безпеки та здоров'я на роботі, а працівники повинні дотримуватися встановлених правил та норм безпеки при виконанні своїх обов'язків.

Управління охороною праці охоплює ряд завдань, включаючи такі аспекти:

- Планування дій з охорони праці.
- Забезпечення виконання вимог та стандартів безпеки під час проектування та реалізації робіт.
- Професійна підготовка та навчання працівників з питань безпеки праці.
- Забезпечення безпеки під час експлуатації обладнання та будівель.
- Медичне обслуговування та санітарно-побутове обслуговування працівників.
- Нормалізація умов праці та режимів роботи.
- Забезпечення працівників необхідним захистом та спеціальним спорядженням.

- Розслідування нещасних випадків та аварій.
- Стимулювання безпечної роботи та вивчення позитивного досвіду.
- Виконання науково-дослідницьких робіт у сфері охорони праці.

Організація роботи з виконання вимог СУОП включає такі кроки:

- Розробка положень про служби та підрозділи, в які входять завдання з охорони праці.
- Розподіл обов'язків між керівниками, спеціалістами та працівниками.
- Розробка посадових інструкцій.
- Встановлення процедур планування та проведення робіт з охорони праці, контролю за виконанням вимог та заходів безпеки, а також застосування заходів щодо порушників.

Обов'язки роботодавця щодо організації безпечних умов праці та дотримання законодавства в галузі охорони праці включають наступне:

- Створення умов праці відповідно до нормативно-правових актів у кожному структурному підрозділі на робочому місці.
- Забезпечення функціонування системи управління охороною праці шляхом створення відповідних служб і призначення посадових осіб для вирішення конкретних завдань охорони праці.
- Сприяння укладенню колективного договору та реалізація комплексних заходів для досягнення нормативів безпеки праці.

- Забезпечення виконання необхідних профілактичних заходів та впровадження прогресивних технологій та наукових досягнень у сфері охорони праці.

- Підтримка належного технічного стану будівель, обладнання та устаткування.

- Усунення причин нещасних випадків та професійних захворювань шляхом проведення аудиту охорони праці та лабораторних досліджень умов праці.

Організаційні заходи включають такі дії:

- Розробка положень та інструкцій про права та обов'язки працівників з охорони праці.

- Розподіл обов'язків між керівниками та працівниками щодо виконання заходів безпеки праці.

- Проведення аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність вимогам безпеки.

- Розробка та затвердження актів з охорони праці та пропаганда безпечних методів праці серед працівників.

- Здійснення контролю за додержанням технологічних процесів та правил безпеки праці.

Обов'язки працівника включають:

- Знання і дотримання правил внутрішнього розпорядку, забезпечення власної безпеки та здоров'я, а також безпеки і здоров'я оточуючих осіб під час виконання робіт або перебування на території підприємства.

- Виконання вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил поведінки з обладнанням та іншими засобами виробництва, користування засобами індивідуального та колективного захисту.

- Проходження медичних оглядів у встановленому порядку.

- Співпраця з роботодавцем у забезпеченні безпечних умов праці та прийняття посильних заходів для усунення будь-яких небезпечних ситуацій на робочому місці.

- Право відмовитися від виконання роботи в разі, якщо це стане загрозою для його життя, здоров'я або оточуючих, і повідомлення про це безпосереднього керівника або роботодавця.

- Право розірвати трудовий договір у разі невиконання роботодавцем вимог законодавства щодо охорони праці.

Роботодавці та керівники мають право:

- Видавати накази та вказівки з питань охорони праці, а також звільняти осіб, які не виконують вимоги безпеки праці.

- Припиняти виконання робіт та експлуатацію обладнання у разі порушення вимог охорони праці.

- Вирішувати питання заохочення працівників за досягнення високих показників з охорони праці.

Керівники та інженерно-технічні працівники мають право:

- Давати працівникам обов'язкові розпорядження щодо усунення порушень правил охорони праці.

- Припиняти виконання робіт у разі загрози здоров'ю працюючих.

- Подавати пропозиції щодо вдосконалення системи охорони праці.

Порушення правил охорони праці може призвести до різних видів відповідальності згідно з чинним законодавством та колективним договором.

Роботи, спрямовані на забезпечення безпечних і здорових умов праці, плануються відповідно до перспективних і поточних планів, що розробляються у структурному підрозділі. Вміст, порядок виконання, узгодження, затвердження планів та фінансування робіт з охорони праці визначаються чинним положенням. Кожен пункт плану має бути чітко сформульованим з визначенням термінів і обсягів, які дозволять контролювати фактичне виконання.

Запропоновано наступний порядок планування робіт з охорони праці залежно від рівня управління виробництвом:

- На рівні перспективного планування ці завдання виконує Державна служба геології та надр України.

- На рівні перспективного і поточного планування ці обов'язки покладаються на геологічні (дочірні) підприємства.

Поточне планування робіт з охорони праці реалізується у формі комплексних заходів для покращення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Воно включає розділ "Охорона праці" колективного договору, де передбачено соціальні гарантії для працівників у галузі охорони праці, встановлені законодавством обов'язки та комплексні заходи для досягнення нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Комплексні заходи з охорони праці узгоджуються з профспілковим органом і становлять важливу складову розділу "Охорона праці" колективного договору (угоди).

Професійний відбір працівників, який передбачає оцінку їх професійної та психофізіологічної придатності для виконання робіт у складних умовах, таких як підземні виробки, висотні роботи чи умови підвищеної уваги, проводиться відповідно до чинного нормативного акту.

Професійна підготовка, підвищення кваліфікації та перепідготовка працівників здійснюються відповідно до відповідного положення.

Навчання працівників у безпечних методах виконання робіт включає такі заходи:

- Проведення всіх необхідних видів інструктажів (вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий, цільовий).
- Організація занять з практичним відпрацюванням методів та навичок безпечного виконання різних видів робіт, які потребують особливої уваги (наприклад, роботи з вибуховими, фонтанними, протилавинними, транспортними та іншими речовинами).
- Проведення виробничого інструктажу службами (вахтами, бригадами тощо).
- Проведення тренувальних занять з діями персоналу під час аварій та екстремальних ситуацій, таких як пожежа, викиди газу, обвали, затоплення тощо.

Пропаганда питань охорони праці здійснюється шляхом:

- Включення в порядок денний нарад керівників, постійно діючих комісій, зборів та конференцій трудових колективів.

- Вивчення та впровадження передового досвіду підприємств і колективів, які досягли зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

- Публікація матеріалів про позитивний досвід, використання досвіду роботи інших підприємств, проведення нарад і семінарів.

- Організація лекцій, бесід, стендів, випуску інформаційних матеріалів, плакатів та знаків безпеки праці.

- Проведення конкурсів з охорони праці.

Для забезпечення вивчення передового досвіду та пропаганди знань з питань охорони праці на підприємствах повинні бути створені кабінети з охорони праці, оснащені необхідним обладнанням та навчально-методичними матеріалами. Також на об'єктах робіт повинні бути встановлені куточки з охорони праці.

Планування та розробка виробничих об'єктів, нових технологій, засобів виробництва та засобів для колективного та індивідуального захисту працівників мають відповідати вимогам нормативних актів з охорони праці. Під час розробки проектів необхідно передбачати заходи, які забезпечують безпечність всіх технологічних процесів, які визначені в робочій документації: паспортах для буріння, вентиляції, кріплення та схемах спорудження бурових установок, маршрути доставки працівників на робочі місця, транспортні маршрути для бурових установок, графіки робіт, проектування відомчих доріг, складів ПММ, складів вибухових матеріалів тощо.

При проектуванні геологорозвідувальних робіт необхідно враховувати природно-кліматичні умови та інші особливості районів, такі як лавинна та селенебезпека, наявність небезпечних комах та тварин, джерела можливих хвороб. Також потрібно передбачити віддалення від ліній електропередач, газо- та нафтопроводів, інших комунікацій та споруд. Треба забезпечити необхідні матеріальні ресурси для безпечної роботи та створення нормальних житлових та культурно-побутових умов на польових об'єктах та в базових селищах.

Будівництво тимчасових виробничих, культурно-побутових та житлових об'єктів здійснюється на основі затверджених проектів, співпрацюючи з місцевими органами державного нагляду та санітарно-епідеміологічною службою.

Капітальне будівництво здійснюється за проектами, розробленими проектними організаціями. Проектні підрозділи несуть відповідальність за повноту проробки та врахування вимог безпеки та забезпечення здорових умов праці, а керівники підприємств мають контролювати цей процес.

Забезпечення безпеки під час експлуатації різноманітного обладнання та транспортних засобів включає ряд заходів:

- Проведення вхідного контролю для перевірки відповідності обладнання технічним вимогам, правилам безпеки та стандартам, які підприємства одержують від виробників.

- Дотримання ремонтно-експлуатаційної документації та попереднє вивчення вимог щодо застосування обладнання, інструментів та приладів.

- Своєчасне проведення ремонтів, модернізації та заміни застарілого обладнання та транспортних засобів.

- Проведення випробувань, технічного огляду, ревізії та реєстрації відповідного обладнання та транспортних засобів.

- Введення в експлуатацію обладнання та транспортних засобів після приведення їх у відповідність до технічних вимог і стандартів безпеки.

- Збір та узагальнення матеріалів щодо конструктивних недоліків обладнання для подання відповідним органам та ознайомлення персоналу з пропозиціями щодо покращення умов праці та зниження ризиків.

- Визначення придатності до подальшої експлуатації та списання застарілого обладнання та транспортних засобів.

Організація безпеки під час будівництва та експлуатації будівель та споруд також включає:

- Обстеження та паспортизацію будівель та споруд відповідно до вимог правил.
- Забезпечення об'єктів якісною проектною та робочою документацією.
- Перевірку стану робочих місць, обладнання та засобів контролю перед початком та в процесі проведення робіт.

- Виконання вимог проектної документації, технологічних регламентів, стандартів та будівельних норм.

- Здійснення профілактичних заходів щодо запобігання стихійним лихам та ліквідації їх наслідків.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку персоналу та безаварійну роботу обладнання та транспорту.

- Забезпечення відповідних санітарно-гігієнічних умов праці потребує виконання ряду заходів, які включають:

- Регулярний контроль за санітарно-гігієнічними умовами праці.

- Атестацію робочих місць для нормалізації санітарно-гігієнічних умов та мінімізації впливу шкідливих факторів.

- Утворення служби та проведення постійного радіаційного контролю на виробництвах, де використовуються радіаційні матеріали.

- Проведення комплексних заходів для покращення безпеки, гігієни праці та робочого середовища.

- Вилучення з експлуатації обладнання та робочих місць, які не відповідають санітарно-гігієнічним стандартам.

- Застосування засобів колективного захисту, таких як звукопоглинаючі облицювання та шумоізолюючі перегородки, на робочих місцях з підвищеними рівнями шуму і вібрації.

- Забезпечення об'єктів робіт системами опалення для забезпечення нормальних показників мікроклімату.

- Облік працівників, які працюють у шкідливих умовах, та надання їм пільг і компенсацій за ці умови.

Забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту повинно відбуватися згідно з чинними нормами шляхом:

- Своєчасного придбання та надання спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

- Перевірки, випробування, зберігання, обліку, видачі та користування спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту.

- Організації своєчасного ремонту, прання, дезінфекції та випробування спецодягу, спецвзуття і засобів індивідуального захисту.

- Аналізу умов праці робітників, які працюють у нових видах виробництва (технологічних процесах), для розробки і впровадження обґрунтованих пропозицій щодо уточнення типових норм безоплатної видачі спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Роботодавець компенсує працівникові витрати на придбання спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту, якщо встановлений нормами термін видачі цих засобів порушено і працівник був змушений придбати їх за власні кошти.

Забезпечення оптимальних режимів праці і відпочинку враховується для всіх категорій працівників з урахуванням особливостей їхньої діяльності шляхом:

- Аналізу робочих графіків та відпочинку працівників, які займаються у специфічних умовах геологорозвідувального виробництва, розробки та впровадження, за узгодженням з профспілковим органом підприємства, фізіологічно обґрунтованих режимів праці і відпочинку.

- Забезпечення належними санітарно-побутовими умовами вахтових селищ, польових таборів, баз і підбаз.

- Організації систематичного контролю за дотриманням робочих режимів і періодів відпочинку працівників, у тому числі жінок і неповнолітніх.

Лікувально-профілактичне та санітарно-побутове обслуговування реалізується шляхом:

- Забезпечення кімнатами гігієни для підприємств, цехів та виробництв з переважним працюючим жіночим персоналом.

- Проведення навчання персоналу правилам надання першої медичної допомоги та забезпечення медичними аптечками робочих об'єктів (робочих місць).

- Забезпечення вахтових селищ та польових таборів пунктами громадського харчування, оснащеними відповідним обладнанням та інвентарем.

- Забезпечення працівників, які працюють у шкідливих умовах, спеціальним харчуванням, молоком чи аналогічними продуктами.

Система обліку умов і безпеки праці, уніфікована на державному рівні, повинна функціонувати в межах бригад, цехів, дільниць, автоколон та організацій (підприємств) третього та четвертого рівнів управління.

Показники стану охорони праці включають:

- кількість нещасних випадків;
- коефіцієнт частоти травмування;
- коефіцієнт тяжкості травмування;
- загальна кількість днів непрацездатності;
- кількість працюючих у небезпечних умовах.

Показники, що визначають кількість працюючих у небезпечних умовах, формуються в підрозділах на всіх рівнях при замірах цих параметрів та під час атестації робочих місць.

Формування інформації з охорони праці на об'єктах і в підрозділах I-II рівня управління відбувається безпосередньо керівниками цих рівнів в рамках робочого процесу, на підприємствах III-IV рівнів управління - спеціалізованими службами, які визначаються власниками.

Інформація, яка передається між рівнями управління, включає:

- вимоги-заявки на матеріальні та трудові ресурси, необхідні для усунення порушень безпеки праці, які не можуть бути вирішені в межах даного підрозділу;
- невідкладні повідомлення про нещасні випадки, аварії, пожежі, зупинки об'єктів, втрати виробничих потужностей, радіоактивні викиди тощо.

Підприємства третього та четвертого рівнів управління надають державну статистичну звітність за встановленими формами у визначені терміни.

Мета контролю та забезпечення безпечних умов праці полягає у попередженні та усуненні відхилень від проектів, технологічних регламентів, паспортів, норм, стандартів та правил безпеки, встановленого порядку ведення робіт. Керівники робочих ланок, такі як бригадири, бурильники, ланкові робітники, машиністи та інші, які мають посадові повноваження, перед початком робіт отримують завдання у встановленому порядку. Вони перевіряють разом з робітниками та громадськими інспекторами з охорони праці справність обладнання, інструментів, контрольно-вимірювальних приладів та захисних засобів безпеки. Керівники робочих ланок також оформляють прийом зміни у спеціальному журналі та приймають рішення щодо початку (продовження) робіт.

Під час роботи вони забезпечують дотримання вимог проектів, технологічних регламентів, паспортів та інструкцій з безпечного ведення робіт і охорони праці, а також попереджують та усувають порушення вимог норм і правил охорони праці. Якщо вони не можуть усунути порушення самотійно, то записують їх до журналу з охорони праці та приймають заходи для їх усунення, включаючи призупинення робіт, інформуючи про це безпосереднього керівника робіт або, якщо він відсутній, керівника вищого рівня. На індивідуально організованих робочих місцях, таких як водії транспортних засобів, механіки дизельних електростанцій, робітники діють у відповідності з цим порядком і несуть відповідальність за стан безпеки на своєму робочому місці.

Керівники на першому рівні управління, такі як майстри, начальники геологічних загонів, бурових, автоколон, лабораторій, виконробів та інші, видають завдання на виконання робіт і перевіряють стан охорони праці на об'єктах разом з громадським інспектором з охорони праці. Вони також контролюють повноту та якість виконання обов'язків робітниками, вимог проектів, технологічних регламентів, паспортів, правил та інструкцій з безпечного ведення робіт. Приймають рішення щодо продовження або припинення робіт та організовують усунення виявлених порушень.

Керівники на другому рівні управління, такі як керівники геологорозвідувальних партій, дільниць, цехів, шахт та підрозділів матеріально-технічного забезпечення, аналізують інформацію про стан безпеки на об'єктах та приймають оперативні заходи для надання допомоги в усуненні порушень. Вони також організовують контрольні перевірки стану безпеки на підпорядкованих об'єктах разом з представником профспілки з охорони праці та складають акти перевірки об'єкту за результатами цих перевірок.

На третьому рівні управління роботодавець підприємства під своїм керівництвом створює комісію з питань охорони праці, яка визначає графік комплексних обстежень всіх підрозділів другого рівня управління не рідше одного разу в квартал.

Керівник підрозділу на третьому рівні управління, спільно зі своїми заступниками та головними спеціалістами, такими як головний інженер, заступники керівника (директора), головний механік, головний енергетик, головний технолог, начальник виробничого відділу та інші, організує оперативний контроль за станом охорони праці шляхом виконання вимог і заявок з нижчих рівнів та передачі їх на четвертий рівень управління, якщо це необхідно. Прийняті рішення стосовно продовження чи зупинки робіт переглядаються та коригуються з урахуванням застосованих заходів. Також проводяться перевірки стану охорони праці на об'єктах робіт відповідно до графіку з метою охоплення всіх об'єктів робіт протягом кварталу. Виявлені порушення та недоліки фіксуються в журналі з охорони праці на об'єкті, а також складаються акти (довідки) з пропозиціями щодо покращення стану охорони праці на перевірених об'єктах та проведення профілактичної роботи в цьому напрямку керівниками і спеціалістами перших і других рівнів управління.

Щомісячно на виробничих нарадах обговорюється ефективність застосування системи управління охороною праці з особливим акцентом на якісне і своєчасне виконання функцій контролю та забезпечення стану охорони праці керівниками і спеціалістами перших, других і третіх рівнів управління, а також роботи підкомісій та застосування економічних заходів. Рішення, прийняті на нараді, оформляються наказом керівника підрозділу підприємства. Крім того, керівник служби охорони праці щотижня на нарадах за участю керівництва підрозділу інформує про стан виробничої безпеки на об'єктах робіт.

Керівник підприємства доповідає про стан справ з охорони праці та виконання колективного договору раз у півріччя на конференції (зборах) трудового колективу.

Контроль і забезпечення умов праці на четвертому рівні управління виконується у порядку, аналогічному до того, що встановлено для третього рівня, але із певними змінами в регламенті та обсягу перевірок:

- Комплексні перевірки структурних підрозділів проводяться комісіями щоквартально для 1-2 структурних підрозділів.

- Комісія четвертого рівня управління перевіряє організацію роботи апарату і підпорядкованих підрозділів, перевіряючи стан охорони праці в половині виробничих

підрозділів другого рівня та вибірково на об'єктах робіт. Після перевірки складається акт у двох примірниках, один з яких вручається керівнику перевіреного підрозділу, а інший передається службі охорони праці четвертого рівня.

Роботодавець підприємства четвертого рівня управління, разом з керівником та головними спеціалістами (головним інженером, заступниками генерального директора, керівниками провідних відділів і служб, враховуючи думку власника), організує оперативний контроль за станом охорони праці шляхом виконання вимог-заявок, що надходять з третього рівня. Також розглядаються рішення, прийняті на нижчих рівнях управління, і коригуються з урахуванням застосованих заходів [14].

Для проведення перевірок, розрахованих за графіком, організуються комплексні комісії залучаються працівники служби охорони праці та спеціалісти відповідних профілів. Під час цих перевірок також залучаються представники відповідного профспілкового органу.

На основі результатів перевірок питання з охорони праці обговорюються на розширених засіданнях Державної служби геології та надр України спільно з президією ЦК профспілки (за необхідності), а також на засіданнях колегії спільно з ЦК профспілки.

Дослідження та реєстрація нещасних випадків, пожеж, аварій, дорожньо-транспортних пригод і професійних захворювань проводяться з метою глибокого аналізу обставин та причин, які призвели до їх виникнення, виявлення недоліків і розробки заходів для їх подальшого запобігання. Розслідування та реєстрація відбуваються відповідно до чинного положення .

Процедура розслідування, реєстрації та аналізу нещасних випадків, пожеж, аварій і дорожньо-транспортних пригод передбачає:

- Надання медичної допомоги потерпілому та його транспортування до медичного закладу, а також негайне повідомлення керівництва про нещасний випадок, аварію чи дорожньо-транспортну пригоду.

- Збереження на місці події робочого середовища, якщо це не призводить до подальших ускладнень, і вжиття необхідних заходів для забезпечення безпеки у випадку можливого розвитку аварійної ситуації.

- Організацію та своєчасне проведення розслідування нещасних випадків, пожеж, аварій і дорожньо-транспортних пригод, а також професійних захворювань.
- Захист прав потерпілого та забезпечення гарантій, що передбачені чинним законодавством.

ВИСНОВКИ

Аналіз літературних джерел що стосується кластичних дайок та поширення їх в світі показав, що такі дайки та піщані інтрузії представляють собою утворення, які січуть стратифіковані осадові товщі і самі складаються з осадових порід. Вони поділяються на дві групи – ін'єкційні та нептунічні. Перші формуються при активних тектонічних процесах з вкоріненням піщаного або алевритового матеріалу та мулу з глибинних горизонтів до земної поверхні. Ця група широко поширена в світі серед інших осадових інтрузій, які мають практичне значення для пошуків нафто-газових родовищ. Дайки можуть нести ознаки наявності в глибинних горизонтах родовищ вуглеводнів, а піщані інтрузії великих розмірів можуть бути резервуарами вуглеводнів.

Друга група кластичних дайок (нептунічних) навпаки формується часто в прибережній полосі морських басейнів шляхом заповнення відкритих тріщин в дні басейну галькою, гравієм та мулом.

Механізми формування ін'єкційних кластичних дайок можуть бути сейсмічні та тектонічні. Сейсмічний механізм пов'язаний з землетрусами, а тектонічний виникає в зонах впливу активних і великих розривних структур в умовах стресового стану надр. Саме такі механізми встановлені для майже всіх кластичних дайок Скибової зони (покриву). Виключення мають дайки ділянки Сукіль 2, де в дайках встановлені конгломерати та пісковики, які мають ознаки нептунічних дайок.

Всього досліджено було 28 кластичних дайок у 13 відслоненнях гірських порід на 10 ділянках Скибової зони (покриву).

Переважаюча більшість цих дайок розташована в Нижнє-менілітовій світі палеогену, а саме в кремнистому горизонті, який дайки проривають. За простяганням серед дайок переважають дайки північно-західного простягання, які косо січуть з крутим падінням вміщуючі породи. Останні мають стійке похиле падіння на південній захід. Напрями падінь дайок різні – північно східний та південно-західний напрями.

Детальне вивчення мінерального складу даюк та їх структурно-текстурних особливостей, показало, що переважають дайки, які складені алевролітами та алевро-пісковиками, невелика кількість даюк складаються з пісковиків.

Важливою рисою даюк Скибового покриву є наявність великої кількості органічного матеріалу, яка сягає іноді 20%, що вказує на зв'язок даюк з скупченнями вуглеводнів в надрах. При чому часто найбільша концентрація органічної речовини разом з подрібненим матеріалом та карбонатом відмічається в зоні контакту з вміщуючою породою (в зальбангді). Очевидно вуглеводні є мастилом для вкорінення даюк у міцні гірські породи.

Усі досліджені дайки деформовані тектонічними процесами, які формували Карпати. Форми проявів деформацій різні. Вони проявлені як на макрорівні (відслонення) та к і на мікрорівні (в шліфах). У відслоненнях спостерігалися зім'яті ділянки даюк, складки в них, сдвоєння та переміщення блоків даюк, часто дайки зрізалися нашаруванням порід або тектонічними тріщинами, спостерігалася розсланцювання даюк. Часто по зальбандам даюк спостерігалися ознаки тектонічних рухів – дзеркала ковзання з борознами. Майже всі дайки розбиті тектонічними тріщинами з дзеркалами ковзання.

На мікрорівні спостерігалися міжзернові та внутрішньо зернові тріщини по кварцу, його хвилясте погасання, зсувні зміщення частинок, ознаки пластичної течії по кальциту та гідроокисам заліза, по кальциту можна було бачити тектонічне двійникування.

В цілому встановлено що дайки більше проявлені та тектонічно активних ділянках, де поширені розривні порушення, складки та їх характерні кілеподібні форми, вигини гірських порід.

Частина кластичних даюк чітко приурочена до відомих нафтових родовищ (сmt. Східниці та м. Борислава). Отримані результати досліджень мають практичне значення для пошуків нових нафтогазових родовищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алёхин В. И. Геологические мезоструктуры флишевой толщи Скибовой зоны Восточных Карпат (участки с. Бубнище и п.г.т. Сходница). *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2015. 1(36)-2(37). С. 15 – 22.
2. Алёхин В. И., Тихливец С.В. Условия формирования и состав кластических даек долины реки Сукиль (Скибовая зона Восточных Карпат). *Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету*. 2016. № 1(35). С. 5-14.
3. Angelier, J. Fault Slip Analysis and Paleostress Reconstruction. *Continental Deformation*. 1994. 4. P. 101-120.
4. Aspler L.B., Donaldson J.A. Penecontemporaneous sandstone dykes, Nonacho Basin (Early Proterozoic, Northwest Territories): horizontal injection in vertical, tabular fissures. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 1985. V. 23. P. 827-838.
5. В.І. Альохін, Н.О.Черненко, Д.Ю. Боровик. Умови залягання та склад кластичних дайок Українських Карпат. Технології і процеси в гірництві та будівництві: Матеріали XII міжнародній науково - практичній конференції (м. Луцьк, Україна, 25-27 квітня 2024 року). Луцьк: ДонНТУ, 2024.– С. 4-8.
6. V.I. Alokhin, S.V. Tikhlivets, A.V. Murovska, A.V. Puhach. Mineralogical features of the clastic dykes of the Eastern Carpathians Skybova zone . *Jornal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. № 27(1). P. 3-11.
7. Білоніжка П., Попп І. Вплив вулканізму на аутигенне силікатоутворення у фліші Українських Карпат. *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол.* 2011. Вип. 25. С. 46–62.
8. Віхоть Ю., Бубняк І. Поля напружень у флішовій товщі скиб Орівської, Сколівської та Парашки (за дослідженнями у басейні ріки Сукиль). *Геодинаміка*. 2011. № 1(10). С. 75-82.
9. Габинет М. П., Кульчицкий Я. О., Матковский О. И. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Ч. 1. Стратиграфия и литология. Львов: Вища школа, 1976. 200 с.

10. Геодинамика Карпат / Круглов С.С., Смирнов С.Е., Считковская М.Е. и др. Киев: Наук. Думка, 1985. 136 с.
11. Гинтов О. Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
12. Gintov O. B., Bubniak I. M., Vikhot Yu. M., Murovskaya A. V., Nakapelyukh M. V. Evolyutsiya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya i dinamika Skibovogo pokrova Ukrainiskikh Karpat [Strain-deformed state and dynamics of the Skyba nappe of the Ukrainian Carpathians]. *Geofizicheskij zhurnal*. 2011. 33 (5). pp. 17–34.
13. Devlaux, D., Sperner, B. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. *New insights into Structural interpretation and Modelling*. 2003. 212. 75–100.
14. Мінерали Українських Карпат. Силікати / [гол. ред. О. Матковський]. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. – 520 с.
15. Mads Huuse, Christopher A.-L. Jackson, Pieter Van Rensbergen, Richard J. Davies, Peter B. Flemings, and Richard J. Dixon. Subsurface sediment remobilization and fluid flow in sedimentary basins: an overview. *Basin Research*. 2010. 22. P. 342–360, doi: [10.1111/j.1365-2117.2010.00488.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2010.00488.x).
16. Муровська А., Амашукелі Т., Альохін В. Поля напружень і деформаційні режими в межах української частини Східних Карпат за тектонофізичними даними. *Геофизический журнал*. 2019. № 2, Т. 41. 84 – 97.
17. П. Білоніжка, О. Шваєвський, Ю. Дацюк. Мінеральний склад і умови формування флішу Скибової зони Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2016. Випуск 30. С. 51–62
18. Рудницька Т. Мінералого-петрографічні особливості порід стрийської світи Скибової зони Українських Карпат. *Мінерал. зб.* 2009. № 59, вип. 2. С. 103–113.
19. S. Ya. Kril, I. M. Bubniak, Y. M. Vikhot, S. I. Tsikhon. *Геодинаміка*. 2016. 1(20). 106-118.
20. Яцожинський О., Бучинська А., Скакун Л. та ін. ГеоКарпати – польсько-український туристичний шлях. Львів: Львівський національний університет, 2013. 28 с.