

ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.245 (477.8)

I.M. Бубняк¹, A.M. Бубняк², Ю.М. Віхом'як¹, Р.Б. Спільник¹

ТРИЦИНУВАТИСТЬ ГІРСЬКИХ ПОРІД ФЛІШЕВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ У МЕЖИРІЧЧІ ОПОРУ ТА ОРЯВІ, ЇЇ ТЕКТОНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Вступ

Тріщини – найпоширеніші структурні елементи земної кори. Вони виявлені в усіх літологічних типах порід від докембрійських до сучасних у різних геотектонічних умовах. Поширення тріщин треба враховувати під час будівництва великих інженерних споруд (дамб, залізниць, електростанцій, будинків тощо). Важливу роль тріщині відіграють у міграції флюїдів, отже при формуванні різних типів корисних копалин – рудних та нерудних, покладів вуглеводів. Тріщини також можуть приводити до руйнування нафтових покладів. Визначення реальної залежності співвідношень між тріщинами та причинами їх виникнення надає геологам інструменти для вивчення напруженого стану та механічної поведінки гірських порід, що допомагає у створенні моделей глибинних процесів різного масштабу.

Попередні дослідження

Про наявність тріщин у породах Карпатського регіону відомо давно. Їх описували під час польових робіт, досліджували вплив тріщинуватості на нафтогазоносність, вивчали під час інженерних робіт та геологічного знімання, розшуку корисних копалин, особливо нафти, газу та озокериту. Їх вивчали з позицій дослідження колекторів, шляхів міграції вуглеводнів. Виявляли закономірності розвитку систем тріщинуватості (від мікро до регіональних), зв'язок систем тріщин з літологією, взаємозв'язки між пластовими, локальними і регіональними системами тріщин та їхні зміни з часом.

Серед ранніх праць слід назвати статтю А. Халубінської [1], в якій розглянуто тріщинуватість порід форланду Карпат. У цій праці вперше на великому фактичному матеріалі, зібраному з багатьох відслонень, зроблено спробу відтворити поля напруження для різних етапів розвитку території, встановити їхній вік.

Дослідженням тріщинуватості порід Карпат присвячені праці І.Д. Гофштейна [2], Й.М. Свінка [3], О.О. Орлова та А.М. Бак [4] та ін. Досить широко тріщинуватість Українських Карпат вивчав Р.С. Копистянський [5–7]. Значний вклад у ці дослідження внесла група київських науковців під керівництвом О.Б. Гінтови [8]. За цей період досягнуто значного

прогресу також у методиках вивчення тріщин у гірських породах [9].

В останні роки показано, що дослідження напружень може значно полегшити вивчення багатьох процесів формування структурних елементів земної кори – складок, розломів. Було показано, що у складних із тектонічного погляду районах (наприклад, Карпатах), тріщиноутворення пов'язане з регіональними полями напружень, тому вивчення тріщин може бути ключовим інструментом у відтворенні полів палеонапруженень.

Деякі автори вважають, що тріщиноутворення здебільшого передує утворенню розломів та складкоутворення, інші дотримуються думки, що систематичне утворення тріщин у складчасто-насувних поясах відбувається після основних тектонічних подій і що вони можуть бути використані для відтворення полів палеонапруженень лише за певних умов. Ряд дослідників дійшли висновку, що тріщини можуть виникати у процесі та напередодні складкоутворення. Недавно ця гіпотеза підтверджена і було показано, що тріщини можна використовувати як індикатори палеонапруженень у регіональному плані. Недавні дослідження у Скибовій зоні Українських Карпат проведені авторами, також підтверджують цю думку.

Методи, підходи та дані, що використовуються при проведенні дослідження

Сьогодні є велика кількість класифікацій тріщин у гірських породах. Огляд цих класифікацій наведено в багатьох публікаціях [10]. Проте жодна з класифікацій не є універсальна. Якщо одна класифікація придатна для систем, розвинених у певному регіоні, то вона може виявитися непридатною для інших тектонічних умов. Тому для конкретної мети треба вибирати ту класифікацію, яка найбільше підходить до завдань, що стоять перед дослідниками. У нашій праці поняття „тріщина“ використано як робочий термін, що описує закриті порушення суцільності гірської породи, на якому не виявлено її переміщення або розширення. До уваги беруть лише перпендикулярні до нашарування тріщини, що систематично перетинають пласт. Тріщини

класифікують на підставі геометричного аналізу. Щодо складок (або інших регіональних структур) тріщини поділяють на катетальні – перпендикулярні до нашарування, та некатетальні. Серед некатетальних та катетальних виділяють поперечні, поздовжні та косі щодо простягання складок (рис. 1). Ця класифікація виявилась досить зручною для Карпатського регіону і тепер її широко використовують.

Чималу частину наших досліджень становлять мезоструктурні дослідження, що передбачали: дослідження тріщинуватості гірських порід, вивчення дзеркал ковзання та складок. У нашій статті ми зупинилися переважно на вивченні тріщинуватості гірських порід.

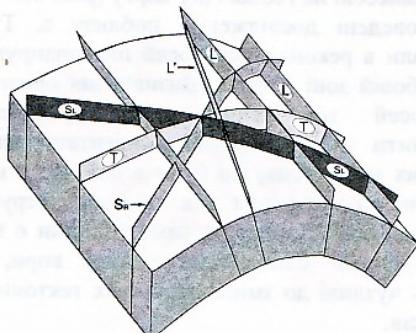


Рис. 1. Класифікація тріщин [12]: поперечні тріщини: T — тенсійні тріщини; S_l та S_r — сколові; L та L' — поздовжні тріщини, в деяких класифікаціях їх названо D тріщинами

Досліджуваний район лежить у межиріччі Опору та Оряви на зх. і пн.-зх. від с. Тухля. Дослідження проводилися уздовж струмка Кобилець, що є лівою притокою р. Опір. З геологічного погляду район належить до Скибової зони Зовнішніх (Флішових) Карпат, а саме до скиби Зелем'янки.

Під час досліджень у точках спостереження ми замірювали елементи залягання тріщин (у кожній точці від 50 до 100 замірів), описували морфологію, розмір та мінеральне виповнення тріщин, заміряли елементи залягання структур і тип залягання, в яких були виявлені тріщини, та визначали склад порід, у котрих замірювалися тріщини. До уваги ми брали лише перпендикулярні до напластування тріщини, що систематично перетинають пласт.

Результати, отримані при проведенні досліджень

На основі зазначених даних для окремих літологічних комплексів будувались розодіаграми, контурні діаграми тріщинуватості, положення полюсів тріщин та елементи залягання пластів (рис. 2).

Уперше для досліджень у вказаному районі

проводена ротація пластів, тобто приведення шару до горизонтального положення нашарування (рис. 3).

Після ротації по розодіаграмах тріщинуватості можна чітко визначити орієнтацію головних осей палеонапруження. Головні осі палеонапружень реконструйовано на основі аналізу сколових сполучених тріщин (рис. 4).

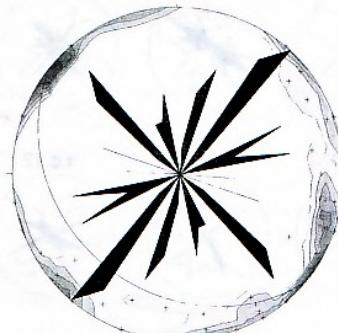


Рис. 2. Розодіаграма, контурна діаграма, положення полюсів тріщин та елементи залягання пласта (пласт пісковика з елементами залягання: Аз. 220° , кут пад. 30°)

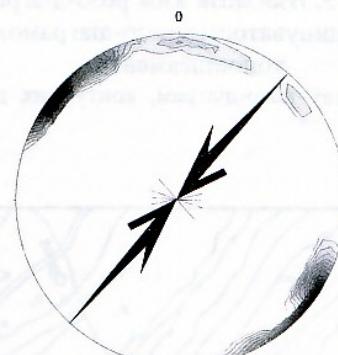


Рис. 3. Розодіаграма та контурна діаграма тріщинуватості після ротації

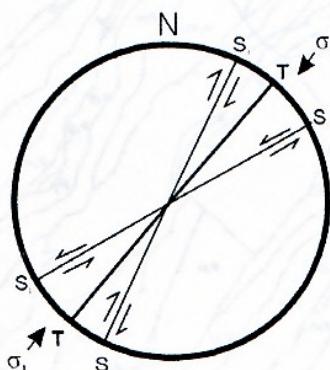


Рис. 4. Реконструкція головних осей напруження на основі аналізу сколових сполучених тріщин

Крім того, зроблена карта тополінеаментів для межиріччя рік Опору та Оряви і прилеглих

до них районів. Крім розо-діаграм тріщинуватості гірських порід було побудовано розо-діаграму тополінеаментів досліджуваного району. Розо-діаграми тріщинуватості було зіставлено з розо-діаграмою тополінеаментів (рис. 5).

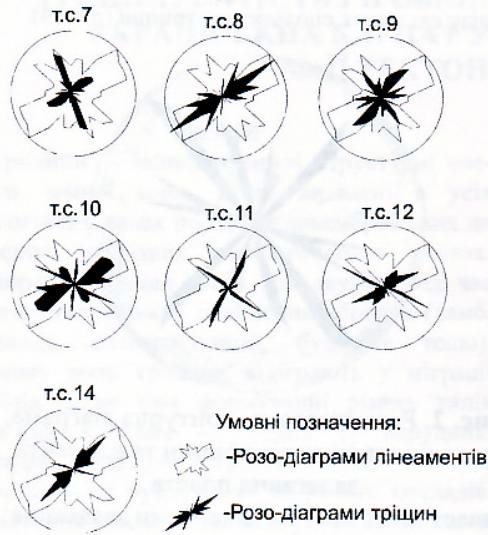


Рис. 5. Взаємозв'язок розо-діаграм тріщинуватості з розо-діаграмою тополінеаментів

Побудову розо-діаграм, контурних діаграм,

положення полюсів тріщин, елементи залягання пластів та їхню ротацію проводили за допомогою програмами STEREONET.

Майже всі виявлені тріщини належать до катетальніх з декількома переважаючими системами, найчастіше спостережувані – дві або три поперечні системи (T , 45–90°). Екстенсійні тріщини найчастіше мають нерівні жорсткі поверхні, викривлену форму, де коли виповнені кальцитовими жилами. Тріщини сколові, або гібридні, за класифікацією П. Хенкока [11], гладкі, і часто утворюють сполучені системи, що перетинаються під кутом 40–70°. Усі ротовані розо-діаграми та реконструкції головних осей палеонапружень, що були здійснені на основі аналізу сколових сполучених тріщин, були нанесені на геологічну карту (рис. 6).

Проведені дослідження поблизу с. Тухля полягали в реконструкції осей палеонапружень у Скибовій зоні Карпат. Визначення орієнтації палеоосей дає змогу реконструювати і визначити зміну напрямів і орієнтації максимальних напружень, які були в цей час, і котрі привели до утворення тих чи інших структур Скибової зони Карпат. А саме тріщини є тими структурними елементами земної кори, які досить чутливі до зміни будь-яких тектонічних процесів.

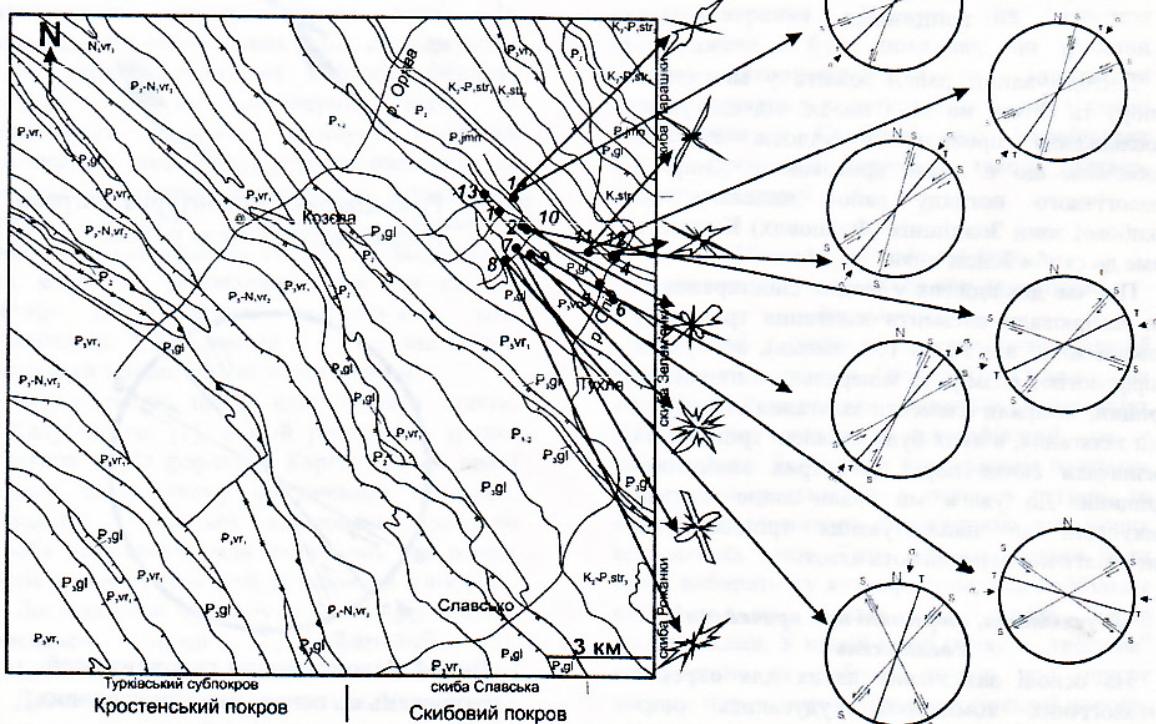


Рис. 6. Геологічна карта межиріччя Опору та Оряви з розо-діаграмами тріщинуватості та осями палеонапружень.

Висновки

Результати досліджень вказують, що в досліджуваному районі існує взаємозв'язок між тріщинуватістю гірських порід та геоморфологічними особливостями рельєфу, що підтверджується розо-діаграмами тополінеаментів і накладеними на них розо-діаграмами тріщинуватості.

Проведені дослідження вказують, що азимут простягання σ1 змінюється від 8° до 92° при середньому значенні 49°.

Кут 2Θ між сполученими тріщинами залежить від літологічного типу порід, від кількості тріщин на 1 м та від потужності пластів.

Тріщини є чуттєвими індикаторами напруження при геотектонічному розвитку території, та їх можна використовувати при палеотектонічних реконструкціях.

Результати проведених досліджень можуть бути використані, крім зазначених уже палеотектонічних досліджень, при створенні моделей резервуарів у нафтовій геології.

Література

1. Chałubińska A. O spekaniu skał na Podolu // Przegl. Geogr. – 1928. – Z. 10. – S. 5–32.
2. Гофштейн И.Д. Тектоническая трещиноватость осадочных пород в среднем течении Днестра // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1952. – № 6. – С. 108–117.
3. Свиною И.М. О тектонической трещиноватости западной части Подолии // Геол.
4. Орлов А.А., Бак А.М. Трещиноватость горных пород Покутских складок // Геология нефти и газа. – 1965. – № 5. – С. 47–51.
5. Копистянський Р. С. Значення тріщинуватості порід у формуванні нафтових родовищ Радянських Карпат. – Київ: Вид.-во АН УРСР. – 1959. – 74 с.
6. Копистянський Р. С. Проблема тріщинуватості порід у нафтовій геології. – Київ: Наук. думка. – 1968. – 158 с.
7. Копыстянский Р. С. Трещиноватость горных пород и ее значение в нефтегазовой геологии. – Киев: Наук. думка, 1978. – 214 с.
8. Гинтов О. Б. Полевая геотектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. – Киев: Феникс, 2005. – 572 с.
9. Pollard D.D., Aydin A. Progress in understanding jointing over the past century // Geol. Soc. Amer. Bull. – 1988. – Vol. 100. – P. 1181–1204.
10. Багринцева К.И. Трещиноватость осадочных пород. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
11. Hancock P. L. Brittle microtectonics principles and practice // J. Struct. Geol. – 1985. – Vol. 7. – P. 437–457.
12. Oszyplko N., Zuchiewicz W. Jointing in Eocene flysch strata of the mid-eastern Magura Nappe, Polish outer Carpathians: implication for the timing of deformation // Slovak Geol. Mag. – 2000. – Vol. 6. – № 4. – P. 441–456.

ТРЕЩИНОВАТОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД ФЛИШЕВОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНСКИХ КАРПАТ В МЕЖДУРЕЧЬЕ ОПИРА И ОРЯВИ, ЕЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

І.Н. Бубняк, А.Н. Бубняк, Ю.М. Вихоть, Р.Б. Спильник

Статья посвящена изучению трещин, которые являются самыми распространенными структурными элементами земной коры и встречаются во всех литологических типах горных пород, для изучения напряженного состояния и механического поведения горных пород. Трещины являются чувствительными индикаторами напряжений при геотектоническом развитии территории. Определение реальной зависимости соотношений между трещинами и причинами их возникновения дает возможность использовать трещины при палеотектонических реконструкциях, а также при создании моделей резервуаров в нефтяной геологии.

JOINTING OF ROCKS OF FLISH COMPLEX OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS BETWEEN OPIR AND ORYAVA RIVERS, THEIR TECTONIC SIGNIFICANCE

I.M. Bubniak, A.M. Bubniak, Y.M. Vikhot, R.B. Spilnyk

The article is devoted to importance of joints which are the most widespread structural elements of the earth's crust and are in all lithologic types of mountain breeds, for the study of the tense state and mechanical conduct of mountain breeds. Joints are the perceptible indicators of tensions at geotectonics development of territory. Determination of the real dependence of correlations between joints and reasons of their origin enables to use joints for paleotectonic reconstructions, and also at created models of reservoirs in oil geology.

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів

²Моравське нафтове дали, м. Прага, Чеська Республіка