

Умови залягання та деформації кластичних дайок Українських Карпат

В.І. Альохін¹, І.М. Бубняк², М.В. Бігун², 2025

¹Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», Луцьк, Україна

²Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Наведено результати досліджень умов залягання, складу та особливостей деформацій кластичних дайок Українських Карпат. Встановлено стратиграфічні підрозділи осадової товщі, в яких поширені кластичні дайки, їх генетичний тип і морфологічні особливості, мінерало-петрографічний склад. За даними польових вимірів елементів залягання дайок та їх деформаційних структур встановлено їх системи та системи розривних деформацій, які порушують первісний стан цих дайок. На основі польових вимірів деформаційних структур за допомогою програми «Win-Tensor» було виконано реконструкцію полів палеонапружень, у межах яких проходили деформації. За результатами досліджень встановлено, що кластичні дайки здебільшого представлені ін'єкційним типом і формувалися в морських умовах. Деформації цих дайок пов'язані з процесом формування складчастих Карпат і проходили в кілька етапів напружень різного кінематичного типу. Дайки часто вміщують скупчення органічної речовини, що дає змогу використовувати їх для оцінювання перспективності надр на поклади вуглеводнів.

Ключові слова: Українські Карпати, Скибовий покрив, кластичні дайки, деформації, поля напружень.

Вступ. Кластичні дайки — це піщані інтрузії, які утворюються внаслідок прориву осадових товщ під тиском глибинних горизонтів або заповнення відкритих тріщин у прибережних зонах морських та океанічних басейнів. Залежно від генезису їх ділять на дві основні групи: ін'єкційні кластичні дайки, які формуються шляхом глибинного проникнення, і нептунічні кластичні дайки, що виникають внаслідок заповнення тріщин зверху [Huuse et al., 2010].

Раніше проведені дослідження кластичних дайок показали, що вони мають важливе значення для розуміння геологічної історії розвитку окремих ділянок земної кори. Вони також слугують індикаторами потенційних резервуарів або покладів вуглеводнів у глибинних горизонтах, що робить їх вивчення актуальним

для геологорозвідки [Alokhin et al., 2018].

Геологічне положення Українських Карпат. Українські Карпати є частиною Альпійської орогенної системи, сформованої внаслідок конвергенції Європейської та Африканської плит під час закриття Магурського океану. Вони складаються з покривно-складчастої системи, що включає низку покривів (рис. 1). Основною геологічною особливістю є флішові формації, які утворюють потужні послідовності осадових порід загальною товщиною до 10—12 км. Карпати характеризуються декількома фазами деформацій, зокрема ENE-WSW стисканням у пізньому бурдигалі та NNE-SSW транспресією у пізніші періоди, що впливало на їхню сучасну структуру. Палеонапруження відіграли ключову роль у формуванні покривів і

Citation: Alokhin, V.I., Bubniak, I.M., & Bihun, M.V. (2025). Occurrence and deformation of clastic dykes in the Ukrainian Carpathian. *Geofizychnyi Zhurnal*, 47(2), 160—165. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322495>.

Publisher S. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, 2025. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

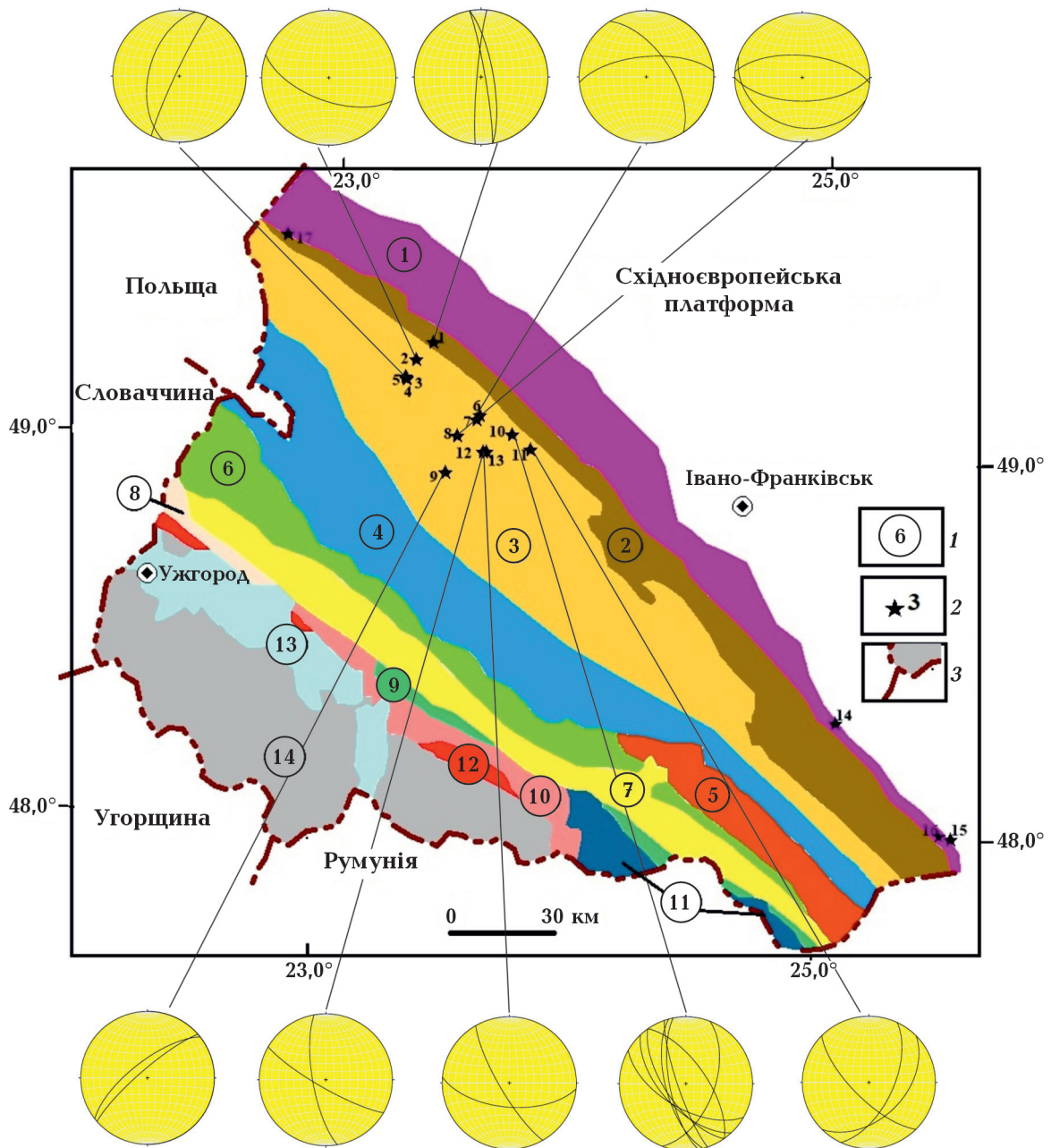


Рис. 1. Кластичні дайки в структурі Українських Карпат та їх стереограми: 1 — тектонічні покриви та структури (1 — Самбірський покрив, 2 — Борислав-Покутський покрив, 3 — Скибовий покрив, 4 — Кросненська зона, 5 — Чорногорський покрив, 6 — Дуклянський покрив, 7 — Поркулецький покрив, 8 — покрив Магура, 9 — Раківський покрив, 10 — Мармароська зона скель, 11 — Мармароський масив, 12 — Пенінська зона скель, 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.

Fig. 1. Clastic dikes in the structure of the Ukrainian Carpathians and their stereograms: 1 — Tectonic nappes and structures (1 — Sambir Nappe, 2 — Boryslav-Pokuttya Nappe, 3 — Skyba Nappe, 4 — Krosno Zone, 5 — Chornohora Nappe, 6 — Dukla Nappe, 7 — Porkulec Nappe, 8 — Magura Nappe, 9 — Rakhiv Nappe, 10 — Marmarosh Klippen Zone, 11 — Marmarosh Massif, 12 — Pieniny Klippen Zone, 13 — Vygorlat-Hutyn Volcanic Range, 14 — Transcarpathian Internal Depression); 2 — research sites (outcrops) (1 — Boryslav, 2 — Skhidnytsia, 3, 4, 5 — Rybnyk, 6, 7 — Verkhnie Syniovydne, 8 — Skole, 9 — Tukhlya, 10 — Bubnyshche, 11 — Stankivtsi, 12, 13 — Sukil, 14 — Kosiv, 15, 16 — Krasnoyilsk, 17 — Ternava); 3 — state border.

передгірських прогинів, характерних для цієї області. Відносно невеликі висоти (до 2 км) і помірна денудація вказують на ознаки «м'якого зіткнення». Ця територія є унікальною для вивчення тектонічних процесів, зокрема механізмів формування флішових басейнів, деформацій та палеонапружень, які визначили сучасний вигляд Карпат [Bubniak et al., 2022].

Методи досліджень. При виконанні досліджень використовувалися традиційні методи геологічного картування та опису відслонень гірських порід з більш детальним вивченням умов залягання, складу, морфологічних особливостей кластичних дайок та їх тектонічних деформацій. Ці методи доповнювалися спеціальними тектонофізичними методами, основним з яких був кінематичний метод досліджень.

При виконанні польових робіт у відслоненнях визначалися гірські породи та кластичні дайки, їх петрографічний склад, вимірювалися елементи залягання порід, розривних і складчастих структур, кластичних дайок.

Польові тектонофізичні дослідження проводилися з вивченням контактів дайок з вміщуваними їх породами. При цьому визначалися дзеркала ковзання на їх площинах, вимірювалися елементи залягання борозен і штрихів на дзеркалах, визначався напрямок руху бокових порід. Такі ж дослідження і виміри проводилися для всіх розривних порушень і тектонічних тріщин, які пересікали і зміщували кластичні дайки.

Обробка геологічних даних виконувалася з побудовою стереограм і роздіаграм простягань і падінь тектонічних структур. Обробка тектонофізичних даних виконувалася в програмі «Win-Tensor» з реконструкцією полів палеонапружень, в яких формувалися тектонічні деформації [Devlaux, Sperner, 2003].

Результати досліджень. Встановлено та досліджено кластичні дайки в межах Скибового, Борислав-Покутського і Самбірського покривів Українських Карпат (див. рис. 1). Найбільш поширені кластичні дайки в Скибовому покриві, де вони проривають відклади нижньої менілітової

(олігоцен—нижній міоцен), вигодсько-пасічнянської світи (еоцен) і бистрицької світи (еоцен). На цій площі (10 ділянок) вивчено 27 дайок. Статистичний аналіз простягань кластичних дайок показав, що головні системи мають північно-західне простягання з азимутами 325° і 345° і круте падіння на північний схід. Мікроскопічне дослідження порід кластичних дайок показало, що серед них переважають алевропісковики та алевроліти, в поодиноких випадках зустрічаються пісковики.

За вигинами шарів порід у відслоненнях, що прориваються дайками, і дослідженням мікроструктурних ознак під мікроскопом в зальбандах дайок встановлено ін'єкційну природу переважаючої більшості кластичних дайок.

Всі досліджені дайки деформовані. Деформації проявлені у вигляді вигинів дайок, крихкого будиначу, наявності дзеркал ковзання на їх контактах з вміщуваними породами (рис. 2). Дайки січуться і зміщуються численними тектонічними тріщинами, які мають дзеркала ковзання з ознаками (штрихами та борознами ковзання) рухів крил різного кінематичного типу. Обробка вимірів таких дзеркал ковзання в програмі «Win-Tensor» дала змогу провести реконструкцію полів напружень, в яких формувалися деформації. Встановлено, що крихкі деформації формувалися в кілька етапів, які відрізнялися різним віком і кінематичним типом. Так, наприклад, на ділянці «Східниці» були встановлені поля палеонапружень підкидового, скидового та зсувного типів. За ознаками перекриття штрихів старшого віку молодими штрихами і борознами та за більшою кількістю і чіткістю проявлення цих мікроструктур для зсувних деформацій встановлено їх найбільш молодий відносний вік. Кілька полів різних типів також відмічалися на ділянках «Борислава», «Рибника» та в інших частинах Українських Карпат.

Висновки. Кластичні дайки встановлено в трьох покривах Українських Карпат — Скибовому, Борислав-Покутському та Самбірському. Найбільш поширені в Скибовому покриві, де січуть піщано-

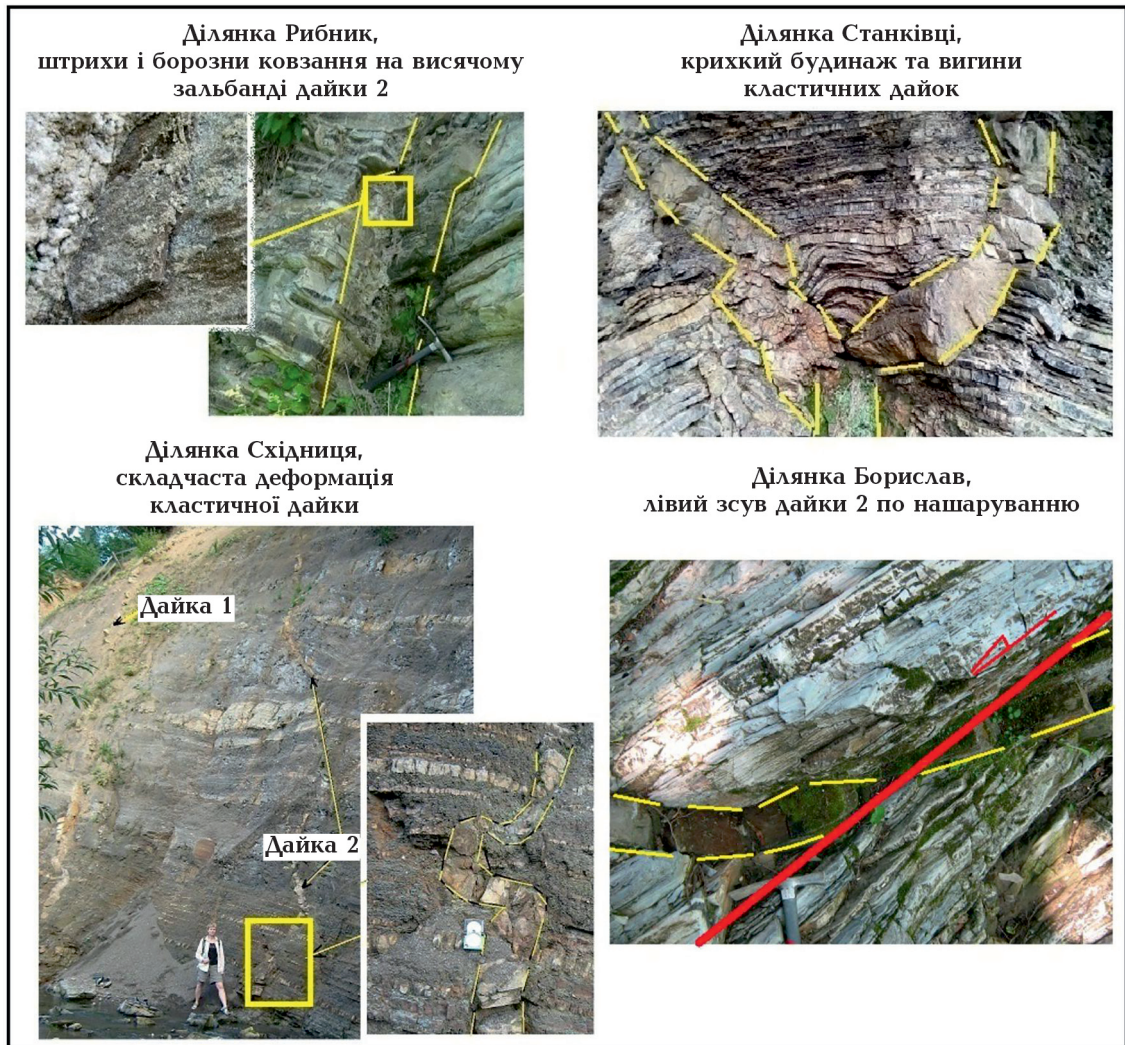


Рис. 2. Умови залягання та деформації найбільш потужних кластичних дайок Скибового покриву Українських Карпат.

Fig. 2. Conditions of Occurrence and Deformation of the most massive clastic dikes in the Skyba Nappe of the Ukrainian Carpathians.

глинисті відкладення еоцену, олігоцену та нижнього міоцену. Найбільша кількість дайок спостерігається в кременистому горизонті нижньомелітової світи. За простяганням серед дайок переважає система з азимутами 325° і 345° , яка має падіння в північно-східному напрямку. Дайки складені здебільшого алевро-пісковиками та алевролітами. Майже всі дайки мають ін'єкційну природу і формувалися в сейсμοактивних частинах прадавніх океанів.

Всі дайки деформовані в процесі формуванні складчастих Карпат. За тектонофізичними дослідженнями встановлено кілька етапів деформацій дайок різного віку в полях напружень підкидового, скидового та зсувного кінематичного типу. Останній тип має наймолодший відносний вік.

Дайки часто вміщують включення органічної речовини, що дає змогу використовувати їх для оцінювання перспективності надр на поклади вуглеводнів.

Список літератури

- Alokhin, V.I., Tikhliyets, S.V., Murovska, A.V., & Puhach, A.V. (2018). Mineralogical features of the clastic dykes of the Eastern Carpathians Skybova zone. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(1), 3—11. <https://doi.org/10.15421/111824>.
- Bubniak, I., Tranos, M.D., & Bubniak, A. (2022). Paleostress reconstruction of the southeast Ukrainian Outer Carpathians. *International Geology Review*, 64(18), 2479—2496. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1986679>.
- Delvaux, D., & Sperner, B. (2003). New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. In *New insights in to structural interpretation and modelling* (Vol. 212, pp. 75—100). <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.212.01.06>.
- Huuse, M., Jackson, C.A.L., Van Rensbergen, P., Davies, R.J., Flemings, P.B., & Dixon, R.J. (2010). Subsurface sediment remobilization and fluid flow in sedimentary basins: an overview. *Basin Research*, 22(4), 342—360. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2010.00488.x>.

Occurrence and deformation of clastic dykes in the Ukrainian Carpathian

V.I. Alokhin¹, I.M. Bubniak², M.V. Bihun², 2025

¹Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

²Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

The study presents the results of research on the occurrence, composition, and deformation features of clastic dykes in the Ukrainian Carpathians. The stratigraphic units of the sedimentary sequence containing clastic dykes, the irgenetic type, morphological features, and mineral-petrographic composition have been identified. Based on field measurements of the orientation elements of dykes and their deformation structures, the systems of dykes and the systems of brittle deformations disrupting their original state have been identified. Based on field measurements of deformation structures using the «Win-Tensor» program, a reconstruction of paleostress fields, with in which the deformations occurred, was performed. The research results indicate that most clastic dykes are of the injection type and were formed under marine conditions. The deformations of these dykes are associated with the formation process of the Folded Carpathians and occurred in multiple stages within stress fields of different kinematic types. Dykes often contain accumulations of organic matter, which makes them useful for assessing the potential of subsurface deposits.

Key words: Ukrainian Carpathians, Skyba nappe, clastic dykes, deformations, stress fields.

References

- Alokhin, V.I., Tikhliyets, S.V., Murovska, A.V., & Puhach, A.V. (2018). Mineralogical features of the clastic dykes of the Eastern Carpathians Skybova zone. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27(1), 3—11. <https://doi.org/10.15421/111824>.
- Bubniak, I., Tranos, M.D., & Bubniak, A. (2022). Paleostress reconstruction of the southeast Ukrainian Outer Carpathians. *International Geology Review*, 64(18), 2479—2496. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1986679>.
- Delvaux, D., & Sperner, B. (2003). New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. In *New insights in to structural interpretation and modelling* (Vol. 212, pp. 75—100). <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.212.01.06>.

Huuse, M., Jackson, C.A.L., Van Rensbergen, P., Davies, R.J., Flemings, P.B., & Dixon, R.J. (2010). Subsurface sediment remobilization and

fluid flow in sedimentary basins: an overview. *Basin Research*, 22(4), 342—360. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2010.00488.x>.