

## ГЕОДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА (ЗАКАРПАТСЬКА ОБЛАСТЬ)

Розглянуто геологічну будову та характер прояву екзогенних геологічних процесів на основі даних детальних польових геологічних робіт та спеціалізованих аналітичних досліджень. Охарактеризовано закономірності розвитку зсувних та селевих процесів у різних структурно-формаційних комплексах. Проведено інженерно-геологічне районування та розглянуто класифікацію зсувів за механізмами їх формування для Карпатського регіону. Розроблено рекомендації та заходи з метою попередження зазначених несприятливих явищ.

**Ключові слова:** геологічна будова, екзогенні процеси, зсуви, селі, Карпатський регіон, басейн річки.

Рассматривается геологическое строение и характер проявления экзогенных геологических процессов на основе данных детальных полевых геологических работ и специализированных аналитических исследований. Охарактеризованы закономерности развития зсувных и селевых процессов в различных структурно-формационных комплексах. Проведено инженерно-геологическое районирование и рассмотрена классификация зсувов за механизмами их формирования для Карпатского региона. Разработаны рекомендации и мероприятия с целью предотвращения указанных неблагоприятных явлений.

**Ключевые слова:** геологическое строение, экзогенные процессы, зсувы, сели, Карпатский регион, бассейн реки.

Geological structure and nature of exogenous geological processes on the basis of detailed data on geological field works and specialized analytical researches are reviewed in the present article. The regularities of landslide and mudflow processes in different structure-formational complexes are characterized. An engineering-geological zoning was carried out as well as landslides classification by mechanism of their formation for the Carpathian region was examined. The recommendations and measures are formulated to prevent the mentioned above adverse events.

**Keywords:** geological structure, exogenous processes, landslides, mudflows, Carpathian region, river basin.

**Постановка проблеми та огляд основних досліджень.** Карпатський регіон України характеризується активним розвитком різнохарактерних несприятливих екзогенних геологічних процесів (ЕГП). Проблеми дослідження їх у межах Українських Карпат детально висвітлено у публікаціях М.М. Айзенберга, В.В. Яблонського, С.М. Перехреста, М.Д. Бондаренка, М.Г. Демчишина, Є.О. Яковлева, О.М. Адаменка, С.В. Гошовського, Б.М. Преснера, Г.І. Рудька та багатьох інших [1-6]. У цих роботах проаналізовано основні закономірності та характер розвитку екзогенних геологічних процесів, визначено особливості їх режиму та просторово-часові характеристики, наведено класифікації тощо.

Остання катастрофічна активізація небезпечних геологічних процесів в межах Закарпаття та її наслідки вже вкотре продемонстрували необхідність створення дієвої системи заходів для боротьби із зазначеними процесами. Так, у осінньо-зимовий період 1998 р. та весняний період 1999 р. в межах Закарпатської області активізувалось понад

400 зсувів, ще близько 200 ділянок розвитку зсувів за результатами обстеження знаходяться в стані критичної рівноваги (за даними ДГП "Західукргеологія"). Крім того, в Карпатах виявлено 219 сільових водозаборів. Річний винос матеріалу з площі селевих водозборів сягає 500—2400 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>. Зазначені процеси призводять до руйнування доріг, мостів, автомагістралей, газо- та нафтопроводів, залізничних шляхів, промислових об'єктів тощо. Селевим матеріалом заносяться великі площі в межах нижньої та верхньої заплави, а інколи і надзаплавної тераси, що призводить до подальшої непридатності цих земель для сільськогосподарського освоєння.

**Основні завдання.** Встановлення просторово-часових закономірностей розвитку ЕГП, механізмів їх утворення в межах досліджуваного регіону, визначення вагового впливу факторів, що їх викликають, створення системи моніторингу у ділянках, що зазнали впливу ЕГП та відповідно до класифікаційних приналежностей проведення моделювання впливу ЕГП на об'єкти різного призначення, а також розробка інженерно-геологічних заходів для захисту території.

**Характеристика об'єкту досліджень.** Об'єктами дослідження в даній роботі є екзогенні геологічні процеси, серед яких найбільше поширення в межах досліджуваного регіону мають зсуви, селі та ерозійні процеси.

Характеристика ділянки досліджень. У межах Карпатського регіону України прийнято виділяти три основні структурно-формаційні одиниці, що сформувалися на різних етапах його геодинамічного розвитку: Передкарпатський передовий прогин, гірськоскладчаста область Карпат, складена теригенним комплексом докрейдових відкладів та флішовим комплексом відкладів крейди-палеогену, та Закарпатський внутрішній прогин, де поширені моласова та вулканогенна формації. Відповідно до інженерно-геологічного районування території [3] перераховані структурно-формаційні одиниці є регіонами, що характеризуються певним режимом розвитку небезпечних геологічних процесів, що визначається природними та антропогенними умовами. У статті розглядається два регіони, що потрапляють в межі Закарпатської адміністративної області (басейн р. Тиса).

**Викладення основного матеріалу. Інженерно-геологічне районування Карпатського регіону на прикладі Закарпатської області.** Районування території здійснювалося на основі наступних принципів. Виділяються геолого-екологічні (інженерно-геологічні) таксони: регіони, області, райони [3]. Виділення регіонів відбувається за структурно-тектонічною ознакою і включає в себе структури першого, другого і вищих порядків, або їх частини. В межах Закарпаття виділені два інженерно-геологічні регіони: Закарпатський внутрішній прогин та Карпатська гірськоскладчаста область. Області виділяються в межах одного регіону за геоморфологічними ознаками. Всього на території досліджень виділено шість інженерно-геологічних областей [3]: низькогірський рельєф Ясинської передгірської долини; область низькогірського рельєфу поздовжніх долин Закарпатської Верховини; область середньогірського плосковершинного (нагірного) рельєфу Полонинського хребта; область скелястих стрімчаків; область середньогірського (альпійського) рельєфу гірських груп — Свідовець, Чорногора; область середньогірського рельєфу північної частини Мармарошського кристалічного масиву (Рахівський масив, Чивчинські гори).

В межах інженерно-геологічних (геоекологічних) областей виділені інженерно-геологічні райони. Райони охоплюють частину областей, що мають відносно однорідні рельєфні умови, схожу геологічну будову з деяким певним числом споріднених генетичних комплексів четвертинних відкладів і характерними особливостями ураженості території геологічними процесами, а також техногенними навантаженнями.

**Головні чинники формування та активізації ЕГП.** До чинників, які визначають ділянки виникнення, особливості формування та активізації ЕГП належать структурно-тектонічний, геолого-геоморфологічний, літолого-стратиграфічний, гідрогеологічний, неотектонічний, ландшафтно-кліматичний ґрунтово-ландшафтний, метеорологічний,

сейсмічний. Вищеперераховані фактори належать до групи природних. Іншу групу представляють антропогенні фактори. Ці загальні групи факторів є безумовно важливими при виникненні того чи іншого типу екзогенних процесів, проте вирішальне значення має їх поєднання. Мається на увазі, що за різних умов середовища ваговий вплив того чи іншого фактору буде змінюватися і в залежності від цього будуть формуватися різні типи зсувних процесів, селеві потоки різного генезису та ін. Коротко загальна характеристика факторів та умов формування наведена нижче.

Карпатська гірськоскладчаста область характеризується переважанням флішової формації, яка є середовищем розвитку геологічних процесів [6]. Для складчастих Карпат виділено систему структурно-формаційних зон – Скибову, Кросненську, Дуклянську, Чорногорську, Поркулецьку, Магурську, Рахівську. В зонах контакту різнопорядкових структурно-формаційних одиниць, а також у вузлах перетину поздовжніх та поперечних розривних дислокацій формуються та розвиваються більше ніж 70 % зсувів та обвалів. У районі контакту Скибової, Кросненської, Дуклянської зон і Магурського покриву спостерігаються смуги ураженості сучасного рельєфу зсувами від 20% і більше. В центральній частині Дуклянської зони, Магурського покриву ураженість території від 2,3 % до 20 %. За механізмом формування це зсуви структурно-пластичного та пластичного типу. Зони розломів характеризуються підвищеною тріщинуватістю, що сприяє залученню уламків корінних порід у селевий процес та формуванню структурно-пластичних типів осувів. При з'ясуванні зв'язку зсувів з певними світами прийшли до висновку, що з 43 світ з якими пов'язане формування зсувів, до 4 світ (тересвинська  $N_{1t_2}$ , шопурська  $P_{2sp}$ , терешовська  $(K_2-P_2) ts$  в кількісному відношенні приурочено від 50 до 100, тоді як на решту світ припадає від декількох одиниць до 10-15 зсувів. Це пояснюється тим, що відклади названих світ найбільш зруйновані, подрібнені та насичені водою. Всі зсуви в неогенових породах відносяться до інсеквентних, розвинутих в однорідному комплексі [3].

Структурно-тектонічні умови Закарпатського прогину обумовлюють формування складно дислокованих моласових відкладів, ускладнених соляними штоками. Автономність Закарпатського прогину зумовлена наявністю двох великих структурних елементів: на північному сході прогин віддалений від складчастої області Карпат Закарпатським (Припенінським) глибинним розломом, на південному заході – Припанонським. Накладеним елементом Закарпатського внутрішнього прогину є Вирголат-Гутинська гряда неогенових вулканічних утворень. При аналізі приуроченості зсувів до певних світ характерна така картина: з 28 світ, з якими пов'язані зсуви, до 5 світ (гутинська  $N_2^3ht$ , верхній олігоцен  $P_3^3$ , еоцен  $P_2$ , крейда – палеоцен  $K-P$ , нижня березнянська  $K_2bg_1$ ) в кількісному відношенні приурочено від 21 до 54, тоді як на решту світ припадає від декількох одиниць до 10–12 зсувів [3]. Це пояснюється тим, що відклади названих світ інтенсивно порушені, роздроблені та обводнені. Період активізації екзогенних геологічних процесів, за умови попередньої підготовки ділянки іншими факторами, визначають метеорологічні умови. В даному випадку слід враховувати роль літологічного фактору, оскільки глинистий фліш та суцільні товщі пісковиків будуть вести себе по-різному за однакової кількості опадів та за інших рівних умов середовища. Важливою умовою є також ступінь тектонічної подрібненості тих чи інших порід. Саме ці умови визначають ділянки активізації осувів за інших рівних умов. Проте, власне активізації осуву буде сприяти саме кількість опадів та їх інтенсивність. Формування техногенно обумовлених зсувів (наприклад, в населених пунктах Біла Церква і Великий Бичків) підкреслює роль антропогенного фактору.

**Регіональні класифікації зсувних та селевих процесів.** З врахуванням існуючих загальних класифікацій зсувних процесів розроблена регіональна класифікація зсувів для Карпатського регіону за механізмом утворення [1,3,5]. Виділено наступні типи зсувів: структурно-пластичні зсуви; структурні зсуви; пластичні зсуви. Детельні їх характеристики наведені в роботах [1-3, 5]. Слід зазначити, що переважна більшість

осувів все ж є комбінованими та відбуваються за поєднання різних механізмів осувного процесу під впливом різних чинників природного середовища. Використання класифікацій за механізмом зміщення істотно полегшує прогноз зсувних процесів, а також визначення схеми розрахунку стійкості схилу і основних напрямків протизсувного захисту.

Типи селевих потоків. В межах Карпат виділено три механізми формування твердої складової селю: 1) денудаційний (є результатом вивітрювання та зносу його продуктів площинним змивом); 2) гравітаційний (обвали, зсуви, осипання); 3) акумулятивний (конуси акумуляції, конуси виносу, делювіальні, пролювіальні та колювіальні шлейфи).



**Рис. 1. Розвиток селевих процесів в долинах річок Мокрянкa та Брустуранкa:**  
а) рятівні та аварійні роботи у с. Руськa Мокрa (Тячівський район) після проходження селю (грудень 1998 р); б) селеві конуси виносу в басейні р. Тересви (с. Усть-Чорна), після проходження катастрофічного паводку (листопад 1998 р.)

Крім того, за фракційним складом та насиченістю потоку виділяються водокам'яні та глинистокам'яні селі. Насиченість твердої фази селю складає 350–450 кг/м<sup>3</sup> води (рис. 1).

**Особливості протікання ЕГП в межах Карпатської гірськоскладчастої області.** У зазначеному регіоні розвиток зсувів тяжіє до ділянок, складених глинистими, горизонтально залягаючими породами неогену, які характеризуються чергуванням аргілітів, пісковиків, вапняків та глинистого флішу. Характерними є зсуви пластичного та структурно-пластичного типу (рис. 2).

На досліджуваній території виявлено значну кількість древніх зсувів, що формують типовий для цього регіону дрібногорбистий рельєф схилів. Згідно районування за ступенем ураженості селевими процесами виділено наступні зони: дві зони із середньою ураженістю, сім зон зі слабкою ураженістю та одна зона з дуже слабкою ураженістю (всього 10 зон). Найбільш ураженими є зони в північній та центральній частинах с. Німецькa Мокрa та в південній частині с. Руськa Мокрa. Найбільш небезпечною територією є долина р. Мокрянкa, оскільки конуси виносу селевих потоків, що формуються по лівих притоках річки, мають вихід на житлові будівлі та дорогу.



**Рис.2. Формування різних типів зсувів в межах Карпатського регіону:**  
 а) зсув структурно-пластичного типу „Вільхівчик” (листопад 1998 р); б) Пластичний зсув сформований в межах схилу р. Брустуранка, що є постачальником селевого матеріалу

*Особливості протікання екзогенних геологічних процесів в межах Закарпатського внутрішнього прогину.* В межах Закарпатського прогину можна виділити три групи зсувів: 1. зсуви, що розвиваються в неогенових гідрофільних глинах. Їх розвиток контролюється геодинамікою сейсмогенних зон з генерацією сейсмічних хвиль у межах локальних структурно-тектонічних зон. Морфологічно зсувонебезпечні ділянки формуються внаслідок ерозійної діяльності річкової мережі. За механізмом — це структурні та структурно-пластичні зсуви, ускладнені пластичними зсувами різного генезису та порядку; 2. зсуви, що пов'язані з перезволоженням кори вивітрювання вулканітів (Вигорлат-Гутинська гряда). Тут мають місце пластичні зсуви, механізм яких описаний на основі комплексних польових досліджень в с. Арданово.; техногенно обумовлені зсуви (наприклад, Каменицький техногенний пластичний зсув, що утворився в насипних ґрунтах Каменицького щебеневого кар'єру).

**Висновки.** Різноманітність геологічних умов обумовило різноманіття типів зсувів, серед яких необхідно виділити, насамперед, найбільш небезпечні зсувні геоконспекти: гігантські структурно-пластичні зсуви (тип ділянки «Вільхівчик» (рис. 2, а)), в результаті зміщення яких можуть бути зруйновані цілі селища; пластичні зсуви, що розвиваються в приповерхневих шарах; зсуви, що трансформуються в процесі зміщення в селеві потоки; зсуви типу ділянки “Арданово”(в результаті процесу набрякання глинистих порід при підвищенні рівня ґрунтових вод); природно-техногенні зсуви. Використання встановлених просторово-часових закономірностей зсувного процесу за його механізмом, дозволяє вже на стадії підходу до проблеми сформувати ряд суттєвих висновків – як для вибору стратегії досліджень в межах різних геоконспектів території, так і з точки зору попередження катастрофічної активізації зсувів.

Дослідження доцільно проводити в межах конкретних ділянок, що були виділені в результаті інженерно-геологічного районування Карпатського регіону з метою вирішення оперативних задач оцінки придатності зсувонебезпечної території для різних видів будівництва та іншого народногосподарського освоєння території.

Серед заходів спрямованих на стабілізацію та уникнення проявів ЕГП найбільш раціональними є: проведення широкомасштабних робіт по регулюванню русла та оптимізації динаміки та режиму річкового стоку; проведення протиселевих заходів; залісення деревинно-кущистою рослинністю голих схилів; ревізія, реконструкція та побудова нових протиповеневих споруд з врахуванням даних листопадової (1998 р.)



катастрофічної повені; обмеження техногенної діяльності на найбільш небезпечних ділянках тощо.

### Література

1. Адаменко О.М., Рудько Г.И. Основы экологической геологии (на примере экзогеодинамических процессов Карпатского региона Украины). – Киев, 1995. – 211 с.
2. Багрій І.Д., Блінов П.В., Гожик П.Ф., Кожем'якін В.П. Активізація небезпечних геологічних явищ у Закарпатті як наслідок екстремальних паводків. – К., 2004. – 210 с.
3. Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів. – К., ЗАТ «НІЧЛАВА», 2002. – 624 с.
4. Рудько Г.И., Саломатин В.Н. Роль сейсмического фактора в развитии оползневой процесса на примере Украинских Карпат// Геоэкология.– М.– № 5.– С. 89–99.
5. Рудько Г.І. Научные и методические основы разработки методологической базы риска возникновения природных и техногенных катастроф (на примере западного региона Украины) // Тез. докл. междунар. конф. «Экологическая геология и рациональное недропользование. Становление научного направления и образования», г.Санкт-Петербург, 18–20 ноября 1997 г. — СПб., — 1997. — С. 87—89.
6. Шевчук В.В., Іванік О.М., Гуда О.В. Головні особливості формування та активізації структурних осувів в басейні р. Латориця (Східні Карпати )// Вісник Київського університету. Серія геологія. – 2009. – Вип. 46. – С. 13-18.

*Поступила в редакцію 3 травня 2012 р.*