

зумовив селеві потоки і, в багатьох випадках, тимчасові запруды, особливо у створах автодорожніх мостів, що також спровокувало підняття рівня води.

В зв'язку з прогнозом періодів активізації значну увагу слід приділити питанню про запізнення зсувних зміщень по відношенню до опадів, що сталися. Таке запізнення може тривати від декількох днів до року і більше. Тривале запізнення (місяць та більше) в рамках внутрішнього річного режиму пов'язано з повільними і поступовими змінами вологості в межах всієї товщі зсувних відкладів. Це найбільш характерно для зсувів глибокого закладання. В роки високих та катастрофічних паводків на більшості рік Закарпаття інтенсивно розвивається бокова ерозія. Інтенсивний розвиток бокової ерозії обумовлює активізацію зсувного процесу Закарпаття. В той же час Закарпатський регіон залишається територією зі значним рівнем техногенного навантаження, що підсилює подальший вплив техногенних факторів на зсувоутворення, а також можливість формування нових за типом зсувів.

Катастрофічна активізація зсувів і масштабні повені 1998-1999 і 2001 років призвели до трагічних наслідків, людських жертв і збитків в декілька сотень мільйонів гривень. Для попередження аналогічних випадків в майбутньому пропонується комплексний аналіз основних проблем та прорахунків при вивченні, реагуванні та ліквідації наслідків масової катастрофічної активізації небезпечних геологічних процесів.

Недостатня увага при реалізації моніторингу небезпечних геологічних процесів та прогнозуванні періодів їх масової активізації. Для території Закарпатської області таких моделей не існувало.

В результаті відсутності фінансування по програмі регіонального, стаціонарного вивчення небезпечних геологічних процесів практично повністю був зірваний комплекс робіт щодо можливостей прогнозування оцінки катастрофічного розвитку небезпечних геологічних процесів в межах Закарпатської області. На період початку катастрофічного розвитку небезпечних геологічних процесів в межах області, на всіх рівнях вивчення цих процесів існував інформаційний вакуум.

Після фази катастрофічної активізації не була реалізована методологія оперативного вивчення та реагування на катастрофічний розвиток небезпечних геологічних процесів як з точки зору визначення механізму процесу, так і його динаміки. В процесі дослідження зсувонебезпечних територій були тільки візуально охарактеризовані територіальні комплекси, в межах яких активізувались зсуви, а також виконано обстеження житлових будинків, інших споруд інженерних комунікацій, з точки зору ризику їх деформації або руйнування під дією геологічних процесів. Всі ці процедури здійснювались візуально без використання бурових робіт та інженерно-геологічної розвідки. Натомість був задіяний комплекс геофізичних методів, які могли дати тільки орієнтовну інформацію. Такий стан речей існує до теперішнього часу, що не дозволяє об'єктивно оцінити масштаби процесу та вибрати оптимальні способи інженерного захисту процесонебезпечних територій.

Таким чином на основі некоректно вибраних методологічних засад було здійснено цілу низку організаційних процедур які не дозволили провести районування території за умовами розвитку геологічних процесів, визначити особливості механізму динаміки цих процесів, провести їх регіональну класифікацію, та вибрати оптимальні методи інженерного захисту територій.

Виною цієї ситуації є відсутність методичних розробок для умов України, кон'юнктурні засади умов фінансування робіт по вивченню небезпечних геологічних процесів, а також відсутність єдиної методології інженерного захисту процесонебезпечних територій. В цій ситуації ще потрібно зробити ряд організаційних висновків та не допустити повторення її у майбутньому.

УДК 550.83: 624.131.31

ШАР ДИНАМІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗСУВНИХ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ)

В. Д. Чебан, Г. І. Рудько

(ЗУГРЕ ДГП "Укргеофізика", Львів), (інститут геологічних наук НАК України, Київ)

*The layer of dynamic deformation as an object of the landslides investigations of the geosystem
(with considering the Carpathian region of Ukraine).*

The conception of the distinguishing of the layer of dynamic deformation (LDD) as the object of the landslides investigations of the geosystem (with considering the Carpathian region of Ukraine) is discussed. The different level aspects of the loosening mechanism of strength of rock massif by landslides process on the micro level and on the particular landslides objects are studied. The criteria of mathematical modeling LDD are determined. The forming mechanisms for the different genetic types of the landslides are considered.

Знання особливостей будови верхньої частини розрізів є домінуючим для визначення негативного впливу небезпечних екзогенних геологічних процесів на функціонування магістральних нафтогазопроводів, добувних комплексів в межах нафтогазопромислів, комунікацій та інших об'єктів.

Зсувна геосистема - це певний об'єкт геологічного середовища та геоморфосфери, в межах якого відбувається періодичне або аперіодичне заміщення певних об'ємів гірських порід без втрати контакту з непорушеними породами схилу під дією природних, техногенних або комбінованих факторів. Зсувний процес – це зміщення об'єму гірських порід вниз по схилу під дією гравітаційних сил в рамках певного проміжку часу. На території Карпатського регіону України зафіксовано більше 5000 зсувних ділянок.

Для розуміння та контролю процесу зсувоутворення важливе значення має понятійний апарат, серед якого чільне місце займає поняття дзеркала або поверхні ковзання (поверхні зміщення). Однак, про поверхню ковзання (зміщення) йдеться, як правило, тоді, коли зсув вже відбувся. До моменту активного розвитку зсуву можна вести мову про деякий шар в масиві гірських порід, який під впливом різних геологічних факторів потенційно може визначити умови формування поверхні ковзання. Автори пропонують називати такий шар "шаром динамічних деформацій" (ШДД).

Під терміном шар динамічних деформацій (ШДД) слід розуміти шар гірських порід, фізичні властивості яких сприяють динамічному розвитку деформаційних змін під дією природних і техногенних факторів: перетворення в тріщини наявних в породі пор і пустот внаслідок впливу гравітації, тектонічних і сейсмічних рухів, міграції порової води та її фізико-хімічної взаємодії з частинками скелета породи, тобто перетворення потенціальної енергії певного об'єму порід в кінетичну, що спричиняє зсувне зміщення. Основними в системі схил-зсув є три механізми формування ШДД:

1. Підрізка нижньої або будь-якої іншої частини схилу.
2. Перевантаження схилу.
3. Зміна гравітаційних параметрів зсувного схилу за рахунок зволоження порід.

Можливий варіант комбінованого формування ШДД.

Незалежно від механізму формування ШДД розвитку зсувного процесу передує період концентрації напруженого стану порід до утворення тріщин, а також період формування тріщин. При цьому слід констатувати, що утворення системи тріщин є причиною збільшення міграції вологи. Процес міграції вологи може відбуватися під впливом кількох чи одного з наступних факторів: капілярних сил і градієнта вологості, осмотичного тиску, адсорбційних сил, різниці температур, різниці електричних потенціалів, а також переміщення порової води до центрів її випаровування чи розвантаження або центрів кристалізації.

В ході міграції порової води відбувається винос дрібних частинок руйнування скелету породи, які перебувають в підвішеному стані, завдяки чому даний шар інтенсивно деформується під тиском товщі порід, що залягає вище. Таким чином, динаміка процесу поступово наростає, якщо внаслідок інфільтрації не буде відбуватись кольматація, тобто закупорка пор і тріщин та зменшення проникності даного шару за рахунок збільшення кількості привнесених та осідаючих в ньому дрібних частинок, в порівнянні з тою їх кількістю, яка з нього виноситься. В підсумку, ШДД перетворюється на деяку подібність пливуну, який складається з твердої та рідкої фаз, що мають властивості рухомості. Твердою фазою в пливучих породах є мілкі частинки піску (розміром 0,2 – 0,1 мм і менше) та глина (з частинками розміром 0,01 – 0,001 мм і менше), а рідкою фазою – вода з підвішеними в ній частинками розміром менше 0,005 мм, які не здатні випадати в осад. Підвішені частинки оточені плівкою зв'язаної води, що значно збільшує щільність та дію підвішування рідкої фази [1, 2]. Описаний процес зменшення міцності порід при водонасиченні називають розмоканням. Розмоканню найбільш піддаються осадові гірські породи, в склад яких входять глинисті частинки.

На рис.1 наведена залежність граничної міцності на зсув глинистих порід від вологості. [3]. З графіка видно, що при зволоженні глинистих порід з 36% до близько 50% їх гранична міцність зменшується майже в 10 разів і наближається до нуля, тобто ці породи перетворюються в пливун.

З наведеного випливає очевидне і давно встановлене правило, що при вивченні зсувів, визначенні і прогнозуванні стійкості схилів необхідно враховувати вплив підземних вод. В зарубіжній гелого-геофізичній літературі для визначення цього процесу використовують термін "дезінтеграція" [4], що по відношенню до шарів, які залягають глибоко під денною поверхнею, є більш точним. Зміна властивостей в процесі фізичної дезінтеграції пов'язана з їх розшаруванням, гідратацією, розчиненням, окисненням, абразією та іншими факторами.

Оскільки, навіть скальні породи рідко бувають дійсно суцільними і в більшості випадків вони пористі або тріщинуваті, то саме цей факт є першопричиною їх поступового руйнування.

Взаємозв'язані пори та різної величини пористості є між зернами в осадових породах. Ізольовані пористості іншого походження поширені в вулканічних і в розчинних карбонатних породах. Здатність гірських порід накопичувати та проводити рідину в великій мірі залежить від стану цих пористостей. Встановлено, що заповнення порового простору гірської породи рідиною знижує її міцнісні властивості. Гідростатичний тиск, під яким впродовж значного часу перебуває певний шар пористої гірської породи, сприяє утворенню мікротріщин. Мікротріщини являють собою мілкі плоскі мікророзривні порушення в твердих породах як в кристалах, так і між ними. По утворених мікротріщинах адсорбційні шари рідини, яка часто дуже складна за своїми фізико-хімічними властивостями і іноді вміщує різні поверхнево-активні неорганічні і органічні речовини, проникає в глибину породи до тих пір, поки розмір атомів або молекул, що адсорбуються, буде меншим за розмір тріщини. Таким чином, рідина при певних умовах сприяє руйнуванню гірських порід за рахунок адсорбції та змочування.

Отже, головну роль в адсорбційному пониженні міцності породи відіграє мікротріщинуватість, а груба тріщинуватість служить тільки каналами, по яких адсорбційні шари рідини проникають до гирл найтонших тріщин.

На властивості гірської породи сітка тріщин впливає так само, а часто і значно більше, ніж мінералогічний склад породи. Якщо тріщини поширені системно, а вони майже завжди поширені саме так, то виникає добре виражена анізотропія деформаційних, міцнісних і фільтраційних властивостей пласта або шару, які піддані деформації. Ця анізотропія проявляється в фізичних полях, як анізотропія електричних, пружних та інших їх параметрів. Оскільки, систематичне поширення тріщин та інших порушень суцільності порід, як правило, спостерігається на невеликих глибинах, то ці параметри анізотропії фізичних полів шару динамічних деформацій можуть бути зафіксовані і виміряні геофізичними методами. Крім того, при вирішенні питань напружено-деформованого стану та стійкості гірських порід повинні розглядатись задачі динаміки підземних вод: вивчення розподілу тисків в товщі гірських порід різних водоносних горизонтів, їх взаємозв'язок, формування фільтраційного потоку і встановлення характеру його руху [5]. Вирішення цих задач також може бути здійснено за допомогою комплексу різних геофізичних методів, що застосовуються для вивчення ШДД, забезпечуючи таким чином побудову адекватних фізико-геологічних моделей зсувного процесу. В цьому контексті слід зазначити, що в англомовній геофізичній літературі мова йде про водоносний шар – aquifer, як об'єкт вивчення [6]. Причому різномірний водоносний шар з різними геометричними й фізичними параметрами.

Необхідно відмітити, що авторами експериментально встановлений механізм втрати міцності при розвитку зсувів в глинистих породах. При цьому за результатами термічного, рентгеноструктурного та інших видів експериментальних досліджень встановлено, що в глинистих породах в системі "вода – мінеральний скелет породи" відбувається поступове перетворення. При відсутності дії води глина неогенового віку (глиниста моласа), яка складається з монтморилоніту та гідрослюди мають співвідношення монтморилоніту та гідрослюди десь 40% - 60%. В зоні гіпергенезу або в межах дії водоносних горизонтів гідрослюда перетворюється в монтморилоніт. При цьому, коли глиниста порода знаходиться в природному стані (вологість 18-20%), то в межах кристалічної ґратки монтморилоніту міжплощинна відстань між базальними поверхнями складає 13-17 Å. При дії води відстань між базальними поверхнями монтморилоніту збільшується до 23-26 Å, що відповідає вологості 30-32%. Враховуючи, що це Ca⁺² – монтморилоніту, то в ньому не так істотно відбуваються процеси набухання. Власне цей механізм трансформації глинистих порід поставлений в основу концептуальної моделі формування шару динамічних деформацій, за допомогою нього є змога охарактеризувати різні механізми розвитку зсувів в глинистих породах

Карпатського регіону.

В 80-х роках минулого століття роботи російських вчених (Кюнтцель В.В., Золотарьов Г.С. та інші) було введено поняття: "основной деформируемый горизонт" (ОДГ). В цілому ОДГ відповідає за змістом поняттю ШДД. Але автори зробили спробу розширення його використання як на основі регіональної геолого-геофізичної інформації, щодо зсувного процесу, так і на основі отриманих результатів лабораторного моделювання. Адекватний переклад українською мовою російського терміну "основной деформируемый горизонт" – "основний горизонт, що деформується" не відповідає загальноприйнятій аббревіатурі – ОДГ. З цієї причини для відповідного тлумачення термін ОДГ українською мовою визначають як – "основний деформаційний горизонт" [7], хоч зустрічаються і інші варіанти ("деформований", "деформівний").

На думку авторів, термін ШДД більш точно визначає один з елементів зсувного процесу, який є предметом вивчення геофізичними і геологічними методами. Поняття "шар динамічних деформацій" визначає можливість реєстрації активних змін процесів деформацій в даному шарі сучасними високоточними геофізичними методами. Тобто, динаміка розвитку деформаційних процесів в тому чи іншому шарі є ключовою для вивчення і контролю за зсувним процесом в цілому.

Крім того, поняття ШДД дозволяє пояснити той факт, що в більшості випадків поверхня, по якій відбувається зміщення (ковзання) зсувного тіла від стінки відриву вглиб схилу, набуває форми близької до круглоциліндричної¹. Якщо потенційний ШДД ще не порушений, то його реакція по відношенню до нормальної складової ваги товщі порід, що перекиває ШДД, буде однакова по всій його довжині. В тій частині ШДД, яка піддалась деформації і йде руйнування його структури (руйнування скелету, збільшення об'єму порового простору за рахунок утворення тріщин і пустот) величина цієї реакції значно зменшується.

Осі тріщин відколу, які утворюються на денній поверхні схилу та площини стінок відриву, в які трансформуються згодом при розвитку зсувного процесу ці тріщини, мають, як правило, строго вертикальну орієнтацію. З цієї причини в механіці гірських порід при оцінці стійкості схилів і відкосів, в розрізі яких переважають глинисті або слабо тріщинуваті породи, користуються таким параметром, як глибина зони H_0 , в якій можливі напруження розтягу. В цій зоні площина ковзання біля денної поверхні є вертикальною і H_0 часто позначають як H_{90} [5]. Враховуючи це, круглоциліндрична поверхня ковзання буде являти собою дугу, описану деяким радіусом R з центру, що знаходиться на перетині перпендикулярів до ШДД в місці стикування його порушеної (деформованої) і непорушеної частин та до вертикальної площини стінки відриву зсуву в точці її перетину з денною поверхнею.

Нормальна складова N сили ваги G товщі порід, що покриває ШДД, не буде зкомпенсована реакцією ШДД N^l внаслідок його деформації в точці C . Цю незкомпенсовану силу можна з певним наближенням вважати зосередженою силою, що прикладена нормально в точці C до напівбескінечного, однорідного, пружного середовища – тіла покриваючої ШДД товщі. В такому представленні, якщо вести мову про розподіл напружень під дією зосередженої сили [5, 8 – 12], що прикладена до поверхні середовища, ми маємо справу з відомою і широко використаною в механіці гірських порід задачею, що була вирішена в кінці XIX ст. французьким фізиком Ж. Бусінеском. Не вдаючись в деталі розв'язку цієї задачі, скористаємось одним з її результатів, згідно з яким повні напруження для всіх точок сфери, дотичної до граничної площини середовища в точці прикладення зосередженої сили, будуть однаковими. Нормальна і тангенціальна складові повних радіальних напружень для всіх точок сфери, що знаходяться на віддалі r від точки прикладення зосередженої сили (початок прямокутної системи координат, в якій вісь z перпендикулярна до площини ШДД, вісь x направлена вздовж схилу, а вісь y - впоперек), визначаються за загальновідомими формулами:

$$\sigma_z = 3Pz^3 / 2\pi r^5 ;$$

$$\sigma_x = 3Pz^2 x / 2\pi r^5 ;$$

$$\sigma_y = 3Pz^2 y / 2\pi r^5 ;$$

де: P – зосереджена сила, у випадку, $P = N - N^l$.

¹ Автори не відкидають інших кінематичних схем формування поверхні ковзання.

Оскільки середня потужність покриваючої ШДД товщі (h) може бути незначною, то ми можемо мати тільки частину сфери – сферичний сегмент. Можна побудувати ряд таких сфер (сферичних сегментів), які матимуть такі ж властивості. Тобто це будуть сфери або сферичні сегменти рівних напружень.

Розклавши дію зосередженої сили (незкомпенсованої нормальної складової N сили ваги G) в точках K , L і C , можна переконавшись, що максимальне тангенціальне напруження розтягу буде створюватись в точці K , а максимальне тангенціальне напруження стиску – в точці L . В точці C цієї зосередженою силою буде створюватись лише нормальне напруження. При радіусі кривизни сферичного сегмента рівній середній потужності покриваючої ШДД товщі (h) тангенціальна і нормальна складові напружень від дії зосередженої сили будуть однаковими по величині. Збільшення радіусу кривизни сферичного сегмента до $2h$ призведе до перерозподілу між складовими напружень на користь тангенціальної, однак, через те, що величина цих напружень обернено пропорційна п'ятій степені віддалі до точки прикладення зосередженої сили, вона зменшиться на 80%, а при $3h$ – більше ніж на 95%. В сфері з радіусом меншим h будуть переважати нормальні складові напружень.

Таким чином, якщо зародившись в деякій ділянці ШДД, деформації розвиваючись досягли деякої точки C , то дія незкомпенсованої нормальної складової N сили ваги сферичних сегментів з радіусами кривизни від h до $2\div 3h$ викликає в приповерхневій зоні, що знаходиться вище по схилу, виникнення розтягуючих тангенціальних напружень. Ці напруження підсилюючись значно за рахунок дії тангенціальної складової T сили ваги G сферичних сегментів, будуть обумовлювати утворення тріщин відколу. Оскільки, тріщини відколу та стінки відриву мають, як згадувалось вище, вертикальну орієнтацію і круглоциліндрична поверхня ковзання зсуву являє собою дугу, описану радіусом R з центру, що знаходиться на перетині перпендикулярів до вертикальної площини стінки відриву в точці її перетину з денною поверхнею та до ШДД в місці стикування його порушеної та непорушеної частин, то можливо встановити приблизну залежність радіусу R від середньої потужності покриваючої ШДД товщі (h) та кута нахилу поверхні схилу (поверхні ШДД, якщо вона паралельна денній поверхні). Так з одного боку довжина відрізка OM визначається, як $R \cdot \sin \alpha$, а з іншого – як $R - h$. Звідси:

$$R = h / (1 - \sin \alpha).$$

Користуючись поняттям ШДД, можна прийти до більш наочного розуміння механізму зсувного процесу. В природі розвиток деформаційних процесів в ШДД йде нерівномірно, і конфігурація границі його порушеної та непорушеної частин (в плані) може приймати найрізноманітніших контурів в межах схилу. Завдяки апроксимації цієї границі сферичними сегментами можна пояснити

морфологію зсувів, тобто, чому в одному випадку ми маємо циркоподібну форму зсувного тіла, в іншому – лінійну і т. п. В залежності від швидкості проходження деформаційних процесів в ШДД, та товщі порід, які його перекривають, їх фізико-механічних властивостей, буде по різному здійснюватись процес проходження власне зсувного процесу, що дозволяє дати більш точне визначення різних генетичних типів зсувів.

В Карпатському регіоні мають поширення наступні генетичні типи зсувів, що визначаються механізмом зміщення маси гірських порід на більш низький гіпсометричний рівень.

Структурні зсуви виникають в результаті сповзання масиву гірських порід, що зберегли суцільність окремих частин по поверхні зміщення, яка має форму близьку до круглоциліндричної в розрізі покриваючих порід і в межах шару динамічних деформацій (ШДД) – майже паралельну йому, яка в залежності від ступеня деформованості і флюїдонасиченості окремих частин може охоплювати все його тіло або певну частину. Для блокових зсувів характерна наявність: 1) зони розтягу в верхній частині зсуву, в якій переважають вертикальні складові вектора зміщення над горизонтальними; 2) широкої транзитної зони, для якої притаманна значна перевага горизонтальних складових вектора зміщення над вертикальними; 3) зони стиску, яка формується під дією опору руху зсувних мас породами підніжжя схилу, які не охоплені зсувом. Максимальні розміри зсувних блоків (вздовж схилу) пов'язані з потужністю ШДД і згідно викладеного вище, повинні приблизно відповідати довжині рівній $2h / (1 - \sin \alpha)$. Структурні зсуви – це зсуви з низькошвидкісним механізмом проходження деформацій в межах ШДД та масиви порід, що його перекриває.

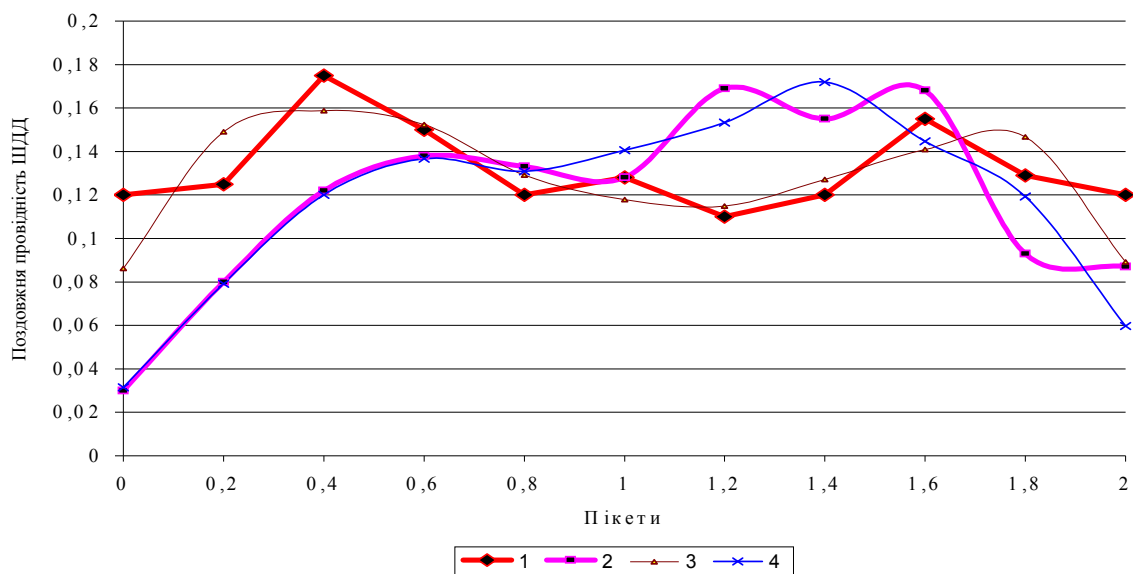
Структурно-пластичні зсуви – це зсуви в яких зсувні маси, що зберегли первинну структуру, рухаються вздовж схилу поступально, а в нижній або середній частині схилу, за рахунок виклинювання підземних вод перетворюються в пластичні зсуви. Структурно-пластичні зсуви за

механізмом свого розвитку практично не відрізняються від структурних зсувів.

Для пластичних зсувів (зсувів течії) характерна значна швидкість розвитку деформацій в межах ШДД та товщі порід, що його перекриває, і, відповідно, повна втрата первинної структури порід, перетворення її на в'язку неоднорідну зсувну масу, в якій частинки здійснюють як поступальний, так і обертово-поступальний рух вздовж схилу. ШДД в пластичних зсувах, в переважній більшості випадків, співпадає з границею розділу різнорідних середовищ.

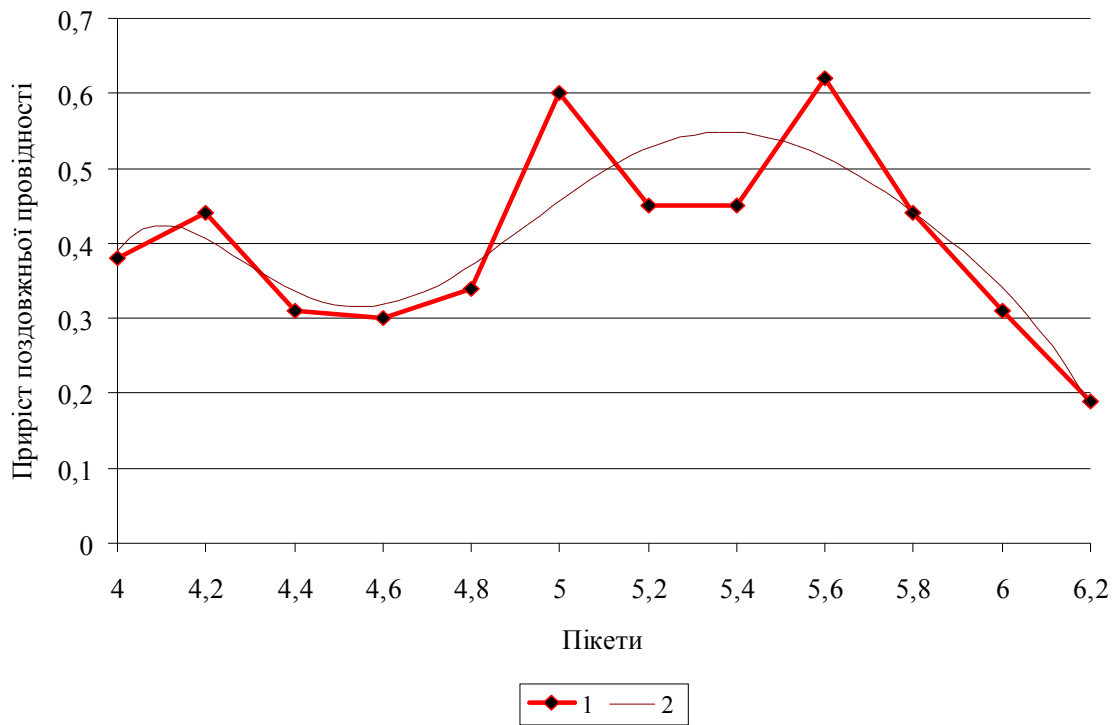
Таким чином, визначення поняття шару динамічних деформацій (ШДД) та процесів, що в ньому відбуваються дозволяє сформулювати вимоги щодо його детального вивчення геолого-геофізичними методами, які забезпечують вимірювання параметрів в дискретних точках: крок спостережень не повинен перевищувати глибини залягання ШДД, бо тільки в такому випадку можуть бути зафіксовані границя динамічних руйнівних процесів, що проходять в ШДД, та приповерхневі зони розтягу і стиску гірських порід, що його перекривають. На трьох зсувонебезпечних ділянках Закарпаття Копашневе-1, Сільце та Воловець-1, прооводились дослідження ШДД методом зондування становленням електромагнітного поля в ближній зоні (ЗСБЗ) з кроком спостережень 20 м. При середній глибині залягання ШДД на цих ділянках відповідно 2,5 – 4 м, 4,5 – 6 м та 5,5 – 7 м і кутах нахилу поверхні схилу $12^\circ - 30^\circ$ максимальні розміри блоків, які обмежені зонами розтягу і зонами стиску не перевищуватимуть $2R$ або $2h / (1 - \sin\alpha)$, тобто, відповідно – 16 м, 24 і 28 м. З рис. 1, 2 та 3 видно, що аномальні зони приросту поздовжньої провідності, що обмежені трендовими її значеннями, приблизно відповідають визначеним оцінкам максимальних розмірів блоків. Однак, точне місцеположення максимуму аномалії приросту поздовжньої провідності його істинне абсолютне значення і дійсні границі зон розтягу і стиску приповерхневих частин товщі, що перекриває ШДД, можуть бути надійно зафіксовані, як зазначалось вище, тільки при кроці спостережень, що приблизно відповідає глибині залягання ШДД. Звичайно, результати ЗСБ, отримані з кроком 20 м, дозволяють оцінювати наявність, а при повторних вимірах і розвиток процесу зсувоутворення (рис.1 і 2), однак, це тільки якісна оцінка. Для моніторингу зсувонебезпечних ділянок важливо отримати кількісні параметри процесів, що проходять в ШДД, а це можна забезпечити шляхом зменшення кроку спостережень та збільшення кількості їх циклів.

Важливо також відмітити необхідність комплексування результатів регіональних геологічних, геофізичних методів та інженерно-геологічної розвідки зсувів і зсувонебезпечних територій, що дозволяє вибирати адекватні методи інженерного захисту території, коректні моделі прогнозу зсувів та методологію раціонального народногосподарського використання зсувонебезпечних територій регіону.



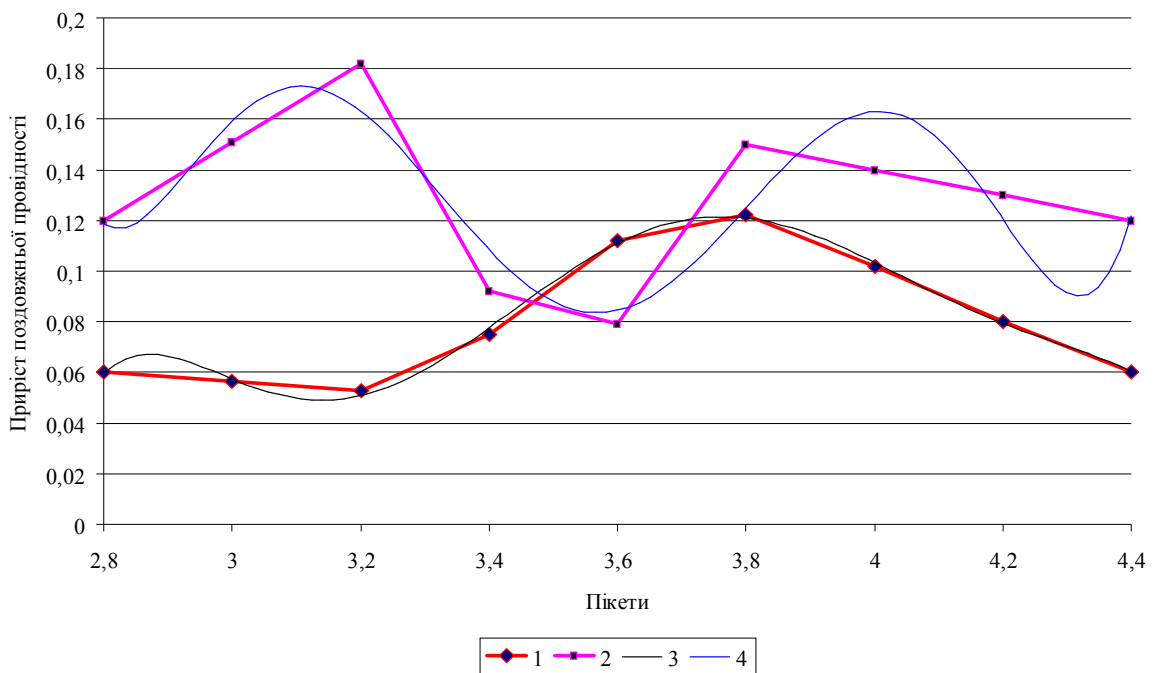
- 1 – ΔS_r першого циклу спостережень; 2 – ΔS_r другого циклу спостережень;
 3 – згладжені (трендові) значення ΔS_r першого циклу спостережень;
 4 – згладжені (трендові) значення ΔS_r другого циклу спостережень.

Рис. 1 - Графіки поздовжньої провідності ШДД (ΔS_r) першого і другого циклів спостережень по профілю 1 ділянки Копашневе-1



1 – ΔS_{τ} за даними спостережень; 2 – згладжені (трендові) значення ΔS_{τ} .

Рис.2 - Графіки поздовжньої провідності ШДД (ΔS_{τ}) по профію16 ділянки Сільце



1 – ΔS_{τ} першого циклу спостережень; 2 – ΔS_{τ} другого циклу спостережень;
 3 – згладжені (трендові) значення ΔS_{τ} першого циклу спостережень;
 4 – згладжені (трендові) значення ΔS_{τ} другого циклу спостережень.

Рис. 3 - Графіки поздовжньої провідності ШДД (ΔS_{τ}) першого і другого циклів спостережень по профілю 7 ділянки Воловець-1

Література

1. Насонов Л. Н. Механика горных пород и крепление горных выработок. – М.: "Недра", 1969. – 330 с.
2. Голдштейн М. Н. Механические свойства грунтов: (Напряженно-деформированные и прочностные характеристики). – М.: Стройиздат, 1979. – 304 с.
3. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. – М.: "Недра", 1967. – 288 с.
4. Гудман Р. Механика скальных пород / Пер. с англ. Ю. Б. Мгалобелова и Р. Р. Тизделя; Под ред. С. Б. Ухова – М.: Стройиздат, 1987. – 232 с.: ил. – Перевод изд. Introduction to Rock Mechanics / Richard E. Goodman. – John Wiley & Sons.
5. Дашко Р. Э. Механика горных пород. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 264 с., ил.
6. Paillet F., 1995, Integrating surface geophysics, well logs and hydraulic test data in the characterization of heterogeneous aquifers: Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 0, p. 1 – 13.
7. Адаменко О. М., Рудько Г. І., Ковальчук І. П. Екологічна геоморфологія. Підручник для студентів екологічних, геологічних, географічних спеціальностей вищих навчальних закладів / За ред. доктора г.-м. н., професора О. М. Адаменка та доктора геогр. н., професора І. П. Ковальчука. – Івано-Франківськ: ФАКЕЛ, 2000. – 411 с.
8. Дашко Р. Э., Каган А. А. Механика грунтов в инженерно-геологической практике. – М.: "Недра", 1977. – 237 с.
9. Спивак А. И. Механика горных пород. (Применительно к процессам разрушения при бурении скважин). – М.: "Недра", 1967. – 192 с.
10. Харр М. Е. Основы теоретической механики грунтов. – М.: Изд. литературы по строительству, 1971. – 320 с.
11. Цыгивич Н. А. Механика грунтов (краткий курс). 2-е изд., доп. Учебн. для вузов. – М.: "Высш. школа", 1987. – 280 с., с илл.
12. Швец В. Б., Гинзбург Л. К., Гольдштейн В. М., и др. Справочник по механике и динамике грунтов. Под ред В. Б. Швеца. К.: Будівельник. 1987. – 232 с.

УДК 551.131:553.981(4778)

ЭЛЕМЕНТЫ МИНИМИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДОВИЩЕ И ДОВКІЛЛЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ГАЗОВИХ І ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ У ПРИКАРПАТТІ

О. М. ИЩЕНКО, В. В. КОЛОДІЙ, В. Л. ПЛУЖНИКОВА

*УкрНДІГаз, 61125, м. Харків, Красношкільна наб., 20, E-mail: itl1266@online.kharkov.ua,
тел.(0322)63-72-46, ІГГГК НАНУ, м. Львів, вул. Наукова, 3а, E-mail: igggk@ah.ipm.lviv.ua,
тел.(0322)63-25-41*

ДК "Укргазвидобування" в межах Передкарпатського передового прогину розробляються 30 газових і газоконденсатних родовищ. Крім того, ДК "Укртрансгаз" тут експлуатується 5 підземних сховищ газу (ПСГ), серед яких є найбільші в світі за потенційною величиною активних об'ємів газу.

Газова промисловість Прикарпаття - це понад 300 діючих газовидобувних свердловин на родовищах та 760 нагнітально-видобувальних свердловин на ПСГ.

Відомо, що, як видобування, так і підземне зберігання газу не є чинниками глобального чи катастрофічного регіонального забруднення довкілля.

Обидва названі процеси за весь період діяльності (газовидобування з 20-х років, зберігання - з 80 років 20-го століття) лише зрідка створювали локальні екологічні напруження.

Це були грифоноутворення, в переважній більшості незначної інтенсивності, загазованість окремих ділянок, локальне забруднення ґрунтів супутніми пластовими водами (СПВ).