

Шумінський В.Д., к.т.н., доцент  
Титаренко В.А., к.т.н., с.н.с.  
Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій  
Винников Ю.Л., д.т.н., професор  
Біда С.В., к.т.н., доцент  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

## **РОЗРОБКА ПЕРШОЇ РЕДАКЦІЇ ДБН В.1.1-Х:201Х «ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЙ, БУДИНКІВ І СПОРУД ВІД ЗСУВІВ ТА ОБВАЛІВ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ»**

*Першу редакцію ДБН В.1.1-Х:201Х «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення» розроблено на заміну існуючого ДБН В.1.1-3-97. У проекті наведено загальні положення та вимоги до проектування, організації будівництва й реконструкції об'єктів інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів усіх видів і класів наслідків (відповідальності). Акцентовано увагу на особливості інженерно-геологічної будови схилів, пов'язаних з улоговинами. Показано, що обробка даних випробувань ґрунтів на зрушення в логарифмічних координатах дає можливість більш точно визначити величини показників їх міцності, у т. ч. структурної та довготривалої.*

**Ключові слова:** зсув, обвал, інженерний захист, інженерні вишукування, клас наслідків (відповідальності), улоговина, міцність.

Шуминский В.Д., к.т.н., доцент  
Титаренко В.А., к.т.н., с.н.с.  
Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций  
Винников Ю.Л., д.т.н., профессор  
Беда С.В., к.т.н., доцент  
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

## **РАЗРАБОТКА ПЕРВОЙ РЕДАКЦИИ ДБН В.1.1-Х:201Х «ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИИ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОПОЛЗНЕЙ И ОБВАЛОВ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ»**

*Первая редакция ДБН.1.1-Х:201Х «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Основные положения» разработана на замену существующего ДБН.1.1-3-97. В проекте приводятся общие положения и требования к проектированию, организации строительства и реконструкции объектов инженерной защиты территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов всех видов и классов последствий (ответственности). Акцентировано внимание на особенностях инженерно-геологического строения склонов, связанных с ложбинами. Показано, что обработка данных испытаний ґрунтов на срез в логарифмических координатах дает возможность более точно определять величины параметров их прочности, в т. ч. структурной и длительной.*

**Ключевые слова:** оползень, обвал, инженерная защита, инженерные изыскания, класс последствий (ответственности), ложбина, прочность.

*Shuminskiy V., PhD, Associate Professor  
Titarenko V., PhD, senior scientist  
State Research Institute of Building Constructions  
Vynnykov Yu., ScD, Professor  
Bida S., PhD, Associate Professor  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

**DEVELOPMENT THE FIRST EDITION OF THE DBN.1.1-X:201X  
«ENGINEERING PROTECTION FOR THE TERRITORIES,  
BUILDINGS AND STRUCTURES AGAINST LANDSLIDES AND  
COLLAPSES. BASIC PROVISIONS»**

*The first edition of the DBN B.1.1-X:201X «Engineering protection for the territories, buildings and structures against landslides and collapses. Basic provisions» is developed for replacement of the DBN B.1.1-3-97 «Engineering protection of the territories, buildings and structures against landslides and collapses. Basic provisions». DBN B.1.1-3-97 has been developed twenty years ago approximately and some provisions are outdated and do not meet modern requirements for designing of engineering protection for territories, buildings and structures against landslides and collapses. The article outlines the main changes that have been made in the first edition of the project the DBN. In the first edition of the project the DBN provides the General provisions and requirements for designing, organization of construction and reconstruction of the objects for engineering protection for territories buildings and facilities against landslides and collapses of all kinds and classes of consequences (responsibility), it contains the basic requirements to measures of engineering protection of used objects and materials and to the anti-landslide and anti-collapse structures, to the features of construction and operation when objects designing, to content of the engineering researches and requirements for the environment impact assessment (EIA).*

*The main factors of landslides are follow: an intensive horizontal and vertical relief dissection; presence of the clay soils in the slope strata, such soils easily lose their strength; geotectonic movements of the rocks, their fracturing and inclined layering; area seismic activity; slope strength reducing, which is caused through the processes of soil moistening or drying; erosion and abrasion processes; soil soaking from groundwater; physical and chemical characteristics of the rocks that caused reducing of their strength under the weathering; anthropogenic factors, which are acting on the slope.*

*We make accent on the slopes geotechnical features that associated with depressions. Regime of groundwater in depressions makes significant impact on soil strength, especially loess. Processing of the soil shear test results in logarithmic coordinates allows more accurately determine parameters of soil strength that allows implement method of rapid shear. Such method allows determining follow soil characteristics: structural strength and long-term strength. Engineering protection facilities of the buildings on slopes are follow: retaining walls, pile foundations, deep foundations; fixing of the soil arrays (forcing); foundations that flowing by sliding soil masses; constructions that intercepting sliding masses, geotechnical galleries; coast protecting structures; drainage; slopes top cutting and laying of the soil at the foot of the soil massif; anti-erosion structures; cutting of various banks and backfilling of depressions; Agroforestry. Modern Codes allow perfectly estimating probability of accidents at engineering protection facilities, improving their reliability.*

*Keywords: landslide, collapse, engineering protection, engineering survey, class of consequences (responsibility), hollow, strength.*

**Вступ.** Першу редакцію ДБН В.1.1-Х:201Х «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення» розроблено Державним підприємством «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» на замовлення Міністерства регіонального розвитку та будівництва України. Для роботи над проектом цих норм була створена робоча група, до складу якої залучені провідні фахівці проектних, виробничих, науково-дослідних організацій і університетів України в галузях водогосподарського, гідротехнічного будівництва та інженерного захисту територій, будівель і споруд від небезпечних геологічних процесів, серед яких А. Білеуш, О. Вайнберг, М. Демчишин, М. Зоценко, Ю. Калюх, Ю. Ландау, Д. Стефанішин, О. Трофимчук, Є. Черкез, В. Шаповал, О. Шашанко, Г. Яковлев та інші.

Мета розробки полягає в суттєвому вдосконаленні державних будівельних норм [1 – 3], які б відповідали сучасній потребі й стану нормативної бази України, міждержавним і міжнародним нормативним документам у галузі проектування інженерного захисту територій, будівель та споруд від небезпечних геологічних процесів. У першій редакції проекту ДБН В.1.1-Х:201Х наведено загальні положення і вимоги до проектування, організації будівництва та реконструкції об'єктів інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів усіх видів і класів наслідків (відповідальності), містяться основні вимоги до заходів інженерного захисту об'єктів, матеріалів, які при цьому застосовуються, до протизсувних та протиобвальних конструкцій споруд, особливостей будівництва й експлуатації при проектуванні об'єктів, складу інженерних вишукувань, вимог щодо оцінювання впливу будівництва на навколишнє середовище (ОВНС).

**Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій.** Причини появи та розвитку зсувних явищ, проблеми боротьби із зсувами, методи закріплення і конструктивні рішення щодо стійкості схилів досліджували В. Ананьєв, І. Бойко, Ю. Великодний, Л. Гінзбург, А. Дранников, М. Корнієнко, І. Лучковський, М. Маслов, С. Месчан, О. Петраков, Є. Сорочан, Г. Стрижельчик, О. Трофимчук, К. Шадунц, Д. Шапіро та інші [4 – 6], а також іноземні геотехніки [7, 8].

Перша редакція ДБН В.1.1-Х:201Х «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення» розроблена на заміну ДБН В.1.1-3-97 «Інженерний захист територій, будинків та споруд від зсувів та обвалів. Основні положення» [1].

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Нормативний документ [1] було прийнято близько двадцяти років тому, через це ряд його положень застарів і не відповідає сучасним вимогам до проектування інженерного захисту територій, будинків і споруд від зсувів й обвалів і потребують переробки відповідно до сучасних вимог.

**Постановка завдання.** Метою інженерного захисту об'єктів є, запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня негативного впливу на об'єкти діючих і потенційно можливих небезпечних геологічних процесів для забезпечення надійної їх роботи. Інженерний захист об'єктів при забудові чи реконструкції слід здійснювати як складову та невід'ємну частину заходів з інженерної підготовки територій. Необхідність здійснення інженерного захисту об'єктів у проектній документації слід визначати на базі норм [3], а термін його служби повинен відповідати строкам служби об'єктів, які захищаються.

**Основний матеріал і результати.** Інженерний захист об'єктів має забезпечувати:  
– загальну стійкість зсувних та зсувонебезпечних територій;  
– неперевищення гранично допустимих величин деформацій будівель і споруд за нормативним документом [2] на територіях, де існує небезпека активізації існуючих або утворення нових зсувів;

- безпечне проживання людей;
- надійну роботу об'єктів, а також зон відпочинку;
- збереження заповідних зон, ландшафтів, історичних пам'яток тощо;
- нормативні санітарно-гігієнічні, соціальні та рекреаційні умови на територіях, які захищаються;
- належне архітектурне оформлення об'єктів інженерного захисту;
- раціональне використання земель і природних ресурсів із дотриманням законодавчих вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Захист об'єктів повинен бути комплексним із найменшим негативним впливом на навколишнє природне середовище.

До основних засобів і заходів інженерного захисту об'єктів відносять:

- утримуючі споруди (підпірні стіни), фундаменти пальові та глибокого закладання;
- закріплення масивів ґрунтів тим чи іншим засобом;
- фундаменти, які обтікаються зсувними масами ґрунту;
- перехоплювальні протиобвальні споруди й галереї;
- берегозахисні споруди для захисту від підмивання та розмивання берегів і схилів (морські, річкові, на водосховищах та водоймах);
- регулювання підземного стоку (дренажі глибокого й мілкового закладання, пристінні дренажі та каптажі);
- регулювання поверхневого стоку (захист поверхонь схилів від інфільтрації дощових і талих вод у ґрунт, улаштування водовідвідних конструкцій);
- зменшення нахилу схилів (підрізання у верхній частині схилів і викладання ґрунтових мас біля підніжжя для довантаження в місцях очікуваного випирання ґрунту);
- протиерозійні конструкції;
- штучна зміна рельєфу схилів шляхом регулювання балансу мас на схилі та планування поверхні зсуву й прилеглої до нього території (зрізка різноманітних виступів, валів, засипання западин тощо);
- агролісомеліорація.

Вибір засобів і заходів інженерного захисту об'єктів повинен базуватися на техніко-економічному порівнянні варіантів, на інженерних розрахунках, урахувати містобудівельні вимоги, а також вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання земельних ресурсів, забезпечувати підвищення стійкості територій, надійне й безперебійне функціонування впродовж розрахункового терміну служби об'єктів, які захищаються.

Економічний ефект інженерного захисту об'єктів визначається розміром відверненої шкоди територіям, будинкам і спорудам від впливу зсувів та обвалів.

При виборі засобів інженерного захисту об'єктів необхідно враховувати циклічність, ритмічність і стадійність розвитку зсувів та обвалів, імовірність впливу інших факторів на стійкість схилів і укосів.

Ці засоби повинні бути адекватні характеру та масштабам прояву зсувів й обвалів і стимулювати можливість природних систем до саморегулювання та самовідновлення.

Розрахунки протизсувних і протиобвальних захисних споруд, а також будівель і споруд на схилах повинні виконуватися за першою (за міцністю) та другою (за деформаціями) групами граничних станів на період будівництва й експлуатації об'єктів. Класи наслідків (відповідальності) інженерного захисту об'єктів слід установлювати за класами наслідків (відповідальності) об'єктів, що захищаються, згідно з ДБН В.1.2-14.

Категорію складності інженерного захисту об'єктів визначають на підставі його класу наслідків (відповідальності) відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.2-16 та ДБН А.2.2-3.

Підвищення класу наслідків (відповідальності) інженерного захисту об'єктів до

ССЗ згідно із ДСТУ-Н Б В.1.2-16 та Законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» слід проводити після обґрунтування відповідними розрахунками можливості існування реальної загрози виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Склад розрахунків стійкості схилів (укосів) повинен включати аналіз фактичного стану схилів на території, що захищається, а також прогнозного стану з урахуванням дії всіх можливих несприятливих факторів і змін інженерно-геологічних умов:

- зміни рельєфу в процесі освоєння (реорганізації) схилу;
- зміни гідрогеологічних умов (поверхневого та підземного стоків);
- зміни міцнісних і деформаційних характеристик гірських порід масиву;
- зміни та проявів додаткових зовнішніх навантажень і дій;
- активізації й розвитку небезпечних геологічних та інженерно-геологічних процесів (сейсмічних, карстових, суфозійних, абразійних, вивітрювання, ерозії й зсувів тощо);
- наявності та розташування улоговин.

Схема основних етапів інженерного захисту об'єктів від зсувів показана на рис. 1.



**Рисунок 1 – Основні етапи інженерного захисту об'єктів від зсувів та обвалів**

Зсуви поширені майже на 50% території України. Найбільшого поширення вони набули в Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Чернівецькій, Миколаївській, Одеській, Харківській, Дніпропетровській, Полтавській областях та Автономній Республіці Крим.

В Україні відбувається постійне зростання кількості зсувів і перехід раніше стійких схилів (укосів) до категорії зсувонебезпечних, у результаті чого зростає інженерно-геологічний ризик освоєння територій та виникнення надзвичайних ситуацій.

Поширення зсувів на території України наведено на рис. 2.

До основних причин і чинників формування та розвитку зсувів відносять:

- інтенсивну горизонтальну й вертикальну розчленованість рельєфу;
- наявність у масиві глинистих ґрунтів, що легко втрачають міцність;
- неотектонічні рухи порід;
- тріщинуватість порід;
- нахилене залягання порід;
- сейсмічну активність території;
- зниження міцності порід через постійно діючі процеси зволоження (атмосферні опади) та висушування ґрунту;
- активний розвиток ерозійних й абразійних процесів;
- замокання ґрунтів від підземних вод;
- фізико-хімічні особливості гірських порід, що сприяють зменшенню їх міцності під впливом вивітрювання;
- техногенні чинники, що діють на схил тощо.

Однією з основних причин виникнення зсувів є замокання ґрунтів від підземних вод, що призводить до зниження несучої здатності масиву ґрунту. Дія підземних вод на стан схилу проявляється різними шляхами. Вода чинить виважуючу дію на ґрунти, що складають схил (укіс). Потрапляючи в пори ґрунту, вона змінює значення фізико-механічних характеристик ґрунтів, зменшуючи величину опору ґрунту зсуву. Вода змочує можливі поверхні ковзання, що зменшує сили тертя і сприяє виникненню зсуву.

Розвантаження ґрунтових вод із плато відбувається через схили. Швидкість руху ґрунтових вод на схилах і біля них збільшується при підтопленні території. Унаслідок цього збільшується напірний градієнт, розвиваються явища суфозії, текучості, і як результат – знижуються механічні властивості, особливо лесових ґрунтів. Розвиток цих негативних явищ пов'язаний із наявністю улоговин у водотривкому шарі [6].

Під улоговинами розуміють витягнуте в плані, неглибоке (від декількох десятків сантиметрів до декількох метрів) зниження рельєфу в плані з ухилом уздовж осі. Улоговини не мають чітко вираженої бровки, їх схили з незначним ухилом і плавно переходять до дна чи вододільного простору.

Ширина улоговин може варіюватись у межах від декількох до 150 – 200 м. У плані вони можуть мати лінійну чи звивисту форму.

Походження улоговин у переважній більшості має ерозійний характер, однак виділяються денудаційні, льодовикові та інші улоговини. У процесі формування геологічних відкладів різного віку на їх поверхні свого часу формувались улоговини різної форми та розмірів. Улоговини, утворені на поверхні водотривкого шару, пізніше заповнюються наступними відкладами. Найбільш несприятливими ґрунтові умови в улоговинах стають при заповненні їх лесовими ґрунтами.

Шукаючи вихід, ґрунтові води рухаються якраз по улоговинах, що призводить до розвитку суфозії, переходу лесового ґрунту в текучий стан, зменшення характеристик міцності та підвищення його деформативності. Особливо актуальною ця проблема є для найнижчого шару лесового ґрунту, під яким розміщений водотривкий шар.

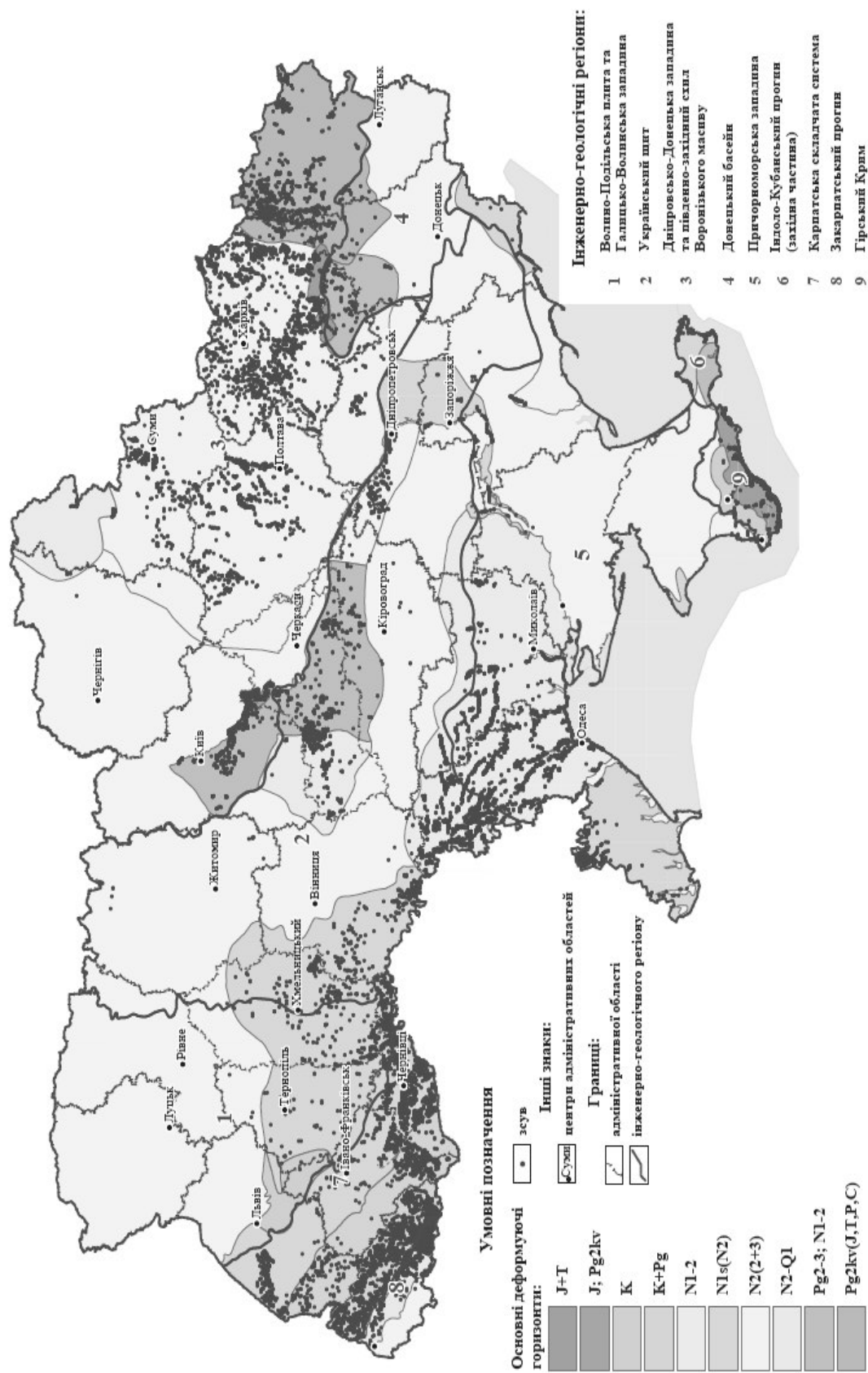


Рисунок 2 – Поширення зсувів на території України

Але в останні десятиліття у зв'язку з розвитком процесів підтоплення великих міст України такого впливу зазнають і лесові породи, розміщені вище. Можна зробити висновок, що втрата стійкості схилу річкових долин у більшості випадків пов'язана зі зменшенням міцності лесових ґрунтів у результаті дії ґрунтових вод, що рухаються улоговинами.

Необхідно оцінювати стійкість території при розробленні схем інженерного захисту об'єктів за опорними створами для кожної виділеної ділянки.

Ступінь стійкості схилу (укосу) оцінюється величиною коефіцієнта стійкості (запасу стійкості) ( $k_{st}$ ). При  $k_{st} > 1$  схил (укіс) вважається стійким. При  $k_{st} < 1$  відбувається втрата стійкості схилу (укосу). При  $k_{st} \approx 1$  настає стан граничної рівноваги ґрунтового масиву, що, як правило, призводить до виникнення зсуву.

Розрахунки інженерного захисту та зсувних (зсувонебезпечних) схилів, сформованих шаруватою товщею піщаних, глинистих і скельних ґрунтів, слід виконувати за схемами плоского, змішаного та глибокого зрушення за плоскою, ламаною чи суміщеною площинами ковзання, місцеположення яких вибирають у найбільш слабких шарах, прошарках, за контактними площинами, виходячи з умов створення максимальних впливів на захисні споруди та заходи.

За наявності у схилах шарів глинистих ґрунтів з показником текучості, більшим 0,4, крім зазначених вище розрахунків, слід передбачати можливість формування в глинистих ґрунтах зон потенційно деформованих горизонтів і зміщення по них вищерозташованих мас ґрунтів або видавлювання цих ґрунтів з основ схилів.

При розрахунку інженерного захисту об'єктів слід розглядати положення поверхні ковзання нижче розрахункової чи зон деформованих горизонтів, у т.ч. і під нижніми кінцями опор (паль). При оцінюванні стійкості схилів слід виконувати розрахунки фільтраційної міцності ґрунтів схилу на ділянках виклинювання ґрунтових вод, залягання неоднорідних ґрунтів та ґрунтів, що легко піддаються впливу суфозії, і на контактах ґрунтів із дренажними піщаними обсіпками (фільтрами).

На відміну від штучних ґрунтових споруд (греблі, дамби, укоси), для яких фізико-механічні характеристики ґрунтів визначаються з високою надійністю і контролюються при зведенні, для природних схилів (укосів) ці характеристики визначаються з меншою надійністю. Це пов'язано з тим, що при вийманні зразків ґрунтів із зони можливої поверхні ковзання відбувається розуцільнення ґрунту.

На сьогодні у більшості випадків характеристики міцності ґрунту визначаються за результатами випробувань його зразків на одноплощинне зрушення. Аналізуючи процес зрушення при постійних нормальних напруженнях, можна виділити декілька фаз розвитку деформацій. Спочатку, при малих значеннях дотичних напружень, наростання деформацій відбувається повільно і пропорційно зміні дотичних напружень. Зумовлено це тим, що значення напружень не перевищують міцності структурних зв'язків у ґрунті, вони не руйнуються, а їх деформування пружне.

Однак після досягнення дотичними напруженнями критичного значення, окрім ущільнення, в ґрунті починають розвиватися локальні зрушення. Спочатку вони утворюються лише в окремих зонах, де величина дотичних напружень перевищує міцність зв'язків між частинками, але зі збільшенням дотичного навантаження розповсюджуються на все більші області, з часом об'єднуються й утворюють поверхню зрушення, залежність між напруженнями та деформаціями стає криволінійною. Після утворення загальної поверхні ковзання ґрунт втрачає несучу здатність.

Отже, стан ґрунту при випробуванні на зрушення можна поділити на три фази:

- фаза 1 – ущільнення;
- фаза 2 – утворення та розвиток локальних зрушень;
- фаза 3 – пластичне деформування.



На графіку залежності дотичних напружень від деформацій ці три фази можна умовно виділити у вигляді трьох прямих ліній (рис. 3, а). Дотичні напруження, які відповідають точкам розмежування фаз, називаються критичними опорами (точки А і В на графіках).

У першій фазі залежність між дотичними напруженнями та деформаціями має лінійний характер, котрий порушується у другій фазі, тому дотичні напруження, що відповідають межі між першою і другою фазами (перший критичний тиск), мають назву межі пропорційності. Вони характеризують опір ґрунту, при якому руйнуються структурні зв'язки ґрунту, і мають назву структурного опору ґрунту  $\tau_{st}$ .

Другий критичний опір  $\tau_{lim}$  має назву межі міцності й відповідає межі між другою та третьою фазами, тобто між фазою локальних зрушень і фазою пластичних деформацій.

Ще М. Герсеванов на базі дослідних даних запропонував залежність деформацій від дотичних напружень у вигляді

$$\ell = \alpha \tau k, \quad (1)$$

де  $\ell$  – деформація при зрушенні;

$\tau$  – дотичні напруження;

$\alpha$  і  $k$  – коефіцієнти, що визначаються дослідним шляхом і залежать від схеми випробувань та властивостей ґрунту.

При обробці дослідних даних у лінійних координатах «дотичні напруження – деформації» дуже часто стикаються з труднощами при виділенні фаз, особливо це стосується переходу від другої до третьої фази. Однак, ураховуючи, що деформації ґрунту в кожній фазі відбуваються з особливостями, характерними лише для неї, коефіцієнти  $\alpha$  і  $k$  у рівнянні (1) будуть різні. Для їх визначення прологарифмуємо рівняння (1) та отримаємо залежність

$$\lg \ell = \lg \alpha + k \lg \tau. \quad (2)$$

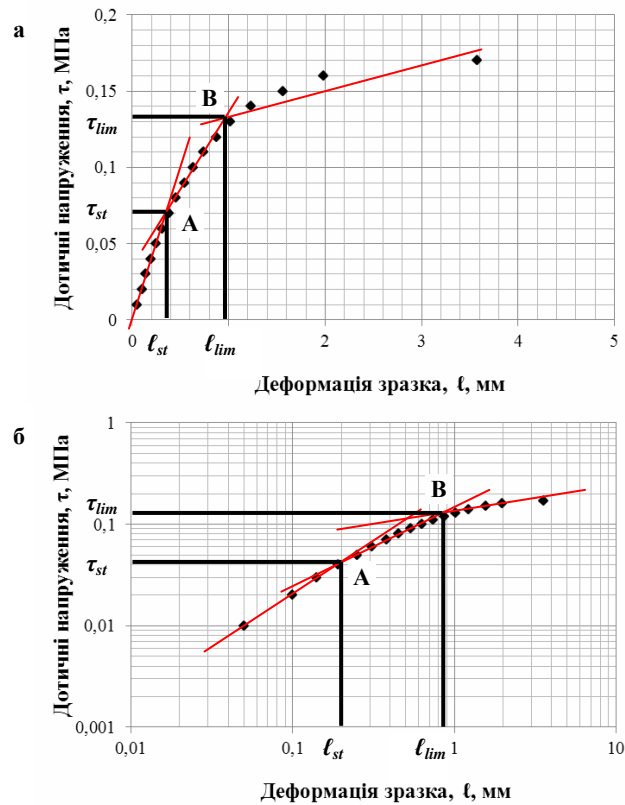
Подавши залежність між дотичними напруженнями і деформаціями у логарифмічних координатах, маємо графік, на якому значно легше виділити три лінійні ділянки, що відповідають фазам ущільнення, локальних зрушень і пластичних деформацій (рис. 3, б).

Для визначення параметрів міцності ґрунту в розрахунках стійкості схилу часто використовують зрушення, що проводять за неконсолідовано-недренованою схемою (так зване «швидке зрушення»). У цьому випадку тривалість випробування різко скорочується, а тривалість витримки однієї ступені навантаження може варіюватися.

Для визначення можливості застосування наведеної обробки результатів зрушення проведено лабораторні випробування зразків однорідних ґрунтів із різним терміном витримки ступені горизонтального навантаження.

У контрольних серіях випробування проводили згідно з нормативними вимогами ДСТУ Б В.2.1-4-96, а в інших – шляхом обробки результатів у логарифмічних координатах. Зіставлення результатів випробувань дозволило зробити висновок, що величини параметрів міцності ґрунту, отримані з допомогою питомого опору  $\tau_{lim}$ , не залежать від часу витримки кожної ступені й відповідають характеристикам міцності, визначеним за ДСТУ Б В.2.1-4-96 при тривалому терміні витримки.

Методика визначення структурних характеристик міцності за величинами питомого опору  $\tau_{st}$  отримала назву методу структурного зчеплення, а така ж методика з використанням  $\tau_{lim}$  називається методом довготривалого зчеплення.



**Рисунок 3 – Графіки залежностей деформацій  $\ell$  від дотичних напружень  $\tau$  у лінійних (а) та логарифмічних (б) координатах: А, В – межі між фазами деформування;  $\ell_{st}$ ,  $\tau_{st}$ ,  $\ell_{lim}$ ,  $\tau_{lim}$  – відповідно деформації та дотичні напруження, при яких руйнуються структурні та загальні зв'язки**

Отже, враховуючи універсальність цієї методики, характеристики міцності дослідного ґрунту визначались шляхом проведення випробувань на одноплосинне зрушення з наступною обробкою результатів випробувань у логарифмічних координатах для визначення характеристик міцності ґрунту за методами структурного та довготривалого зчеплення.

Ґрунт, що складає природний схил (укіс), як правило, неоднорідний, анізотропний, що викликає необхідність осереднення його фізико-механічних і фільтраційних характеристик. Установлення складу та місцезрештування інженерно-геологічних елементів на схилі досить наближене через складність проведення інженерно-геологічних вишукувань на схилі. Це призводить до наближень при побудові поперечних розрізів на схилі (укосі) й складанні розрахункових схем, що виключено при проектуванні ґрунтових споруд. Тому величини нормативного коефіцієнта запасу стійкості  $k_{sn}$  при настанні граничних станів для зсувних і зсувонебезпечних схилів доцільно приймати за табл. 1.

Оцінювання стійкості зсувних схилів (укосів) слід виконувати, виходячи з найбільш несприятливих умов для цієї ділянки на кожному етапі інженерного захисту схилу (укосу) з урахуванням можливих поєднань навантажень.

Результати розрахунків стійкості допускається екстраполювати на ділянки схилу (укосу), аналогічні за рельєфом та інженерно-геологічними умовами.

**Таблиця 1 – Значення нормативного коефіцієнта запасу стійкості  $k_{sn}$  для зсувних і зсувонебезпечних схилів (укосів)**

| Клас наслідків<br>(відповідальності)<br>об'єктів<br>інженерного<br>захисту | Поєднання навантажень   |                                  |                         |                                  |
|--|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|  | Основне                 |                                  | Аварійне                |                                  |
|  | Схили (укоси)           |                                  |                         |                                  |
|  | Зсувні схили<br>(укоси) | Зсувонебезпечні<br>схили (укоси) | Зсувні схили<br>(укоси) | Зсувонебезпечні<br>схили (укоси) |
| СС3  | 1,35                    | 1,25                             | 1,30                    | 1,20                             |
| СС2-1  | 1,30                    | 1,20                             | 1,25                    | 1,15                             |
| СС2-2  | 1,25                    | 1,15                             | 1,20                    | 1,10                             |
| СС1  | 1,20                    | 1,10                             | 1,15                    | 1,05                             |

Величину структурної міцності ґрунтів визначають методами польових досліджень на зріз у свердловинах, гірничих виробках або за даними лабораторних і стендових випробувань ґрунту. Для цього використовують методи обертального зрушення, одноплщинного зрушення за способом «плашка по плашці» та інші методи з можливим подальшим представленням залежності «навантаження – деформація» у логарифмічних координатах.

**Висновки.** Таким чином, розроблення та застосування ДБН В.1.1-Х:201Х «Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення» дозволять більш досконало оцінювати ймовірності виникнення аварій на спорудах інженерного захисту, на основі цього підвищити їх надійність і безпеку, привести проектування споруд інженерного захисту територій, будівель та споруд у відповідність до сучасних вимог.

#### *Література*

1. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-3:97. – К. : Держбуд України, 1998. – 41 с.
2. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10:2009. – К. : Мінрегіон України, 2009. – 104 с.
3. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування: ДБН В.1.1-24:2009. – К. : Мінрегіон України, 2009. – 68 с.
4. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения: монография / Л. К. Гинзбург. – Д. : ЧП «Лира ЛТД», 2007. – 188 с.
5. Билеуш А. И. Оползни и противооползневые мероприятия / А. И. Билеуш. – К. : Наук. думка, 2009. – 330 с.
6. Біда С. В. Вплив потоків ґрунтових вод на зміну характеристик міцності лесового ґрунту / С. В. Біда, О. В. Куц // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Геологія. Географія. – Д.: ДНУ, 2015. – Вип. 17. – Т. 23(1). – С. 3 – 16.
7. Bilfinger J. General Report of TC 207. Foundations and Retaining Structures / J. Bilfinger // Proc. of the 18th Inter. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Challenges and Innovation in Geotechnics. – France, Paris: Press and Ponts, 2013. – P. 1915 – 1927.
8. Barhgergy S. The Deep Excavations in the Odeon Tower in Monaco: The four outstanding elements in its design / S. Barhgergy // Proc. of the 18th Inter. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Challenges and Innovation in Geotechnics. – France, Paris: Press and Ponts, 2013. – P. 1931 – 1934.

© Шумінський В.Д., Титаренко В.А., Винников Ю.Л., Біда С.В.  
Надійшла до редакції 12.12.2015