

ТЕМА 6. ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ НА ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Мета вивчення теми. Засвоїти особливості проектування основ і фундаментів на зсувонебезпечних територіях.

Питання для вивчення

- 6.1. Загальне уявлення про зсуви.
- 6.2. Причини виникнення та класифікація зсувів.
- 6.3. Методи визначення стійкості крутосхилів.
- 6.4. Методи будівництва на крутосхилах.
- 6.5. Заходи щодо інженерного захисту зсувонебезпечних територій.

6.1. Зсувами називають зміщення мас ґрунтів на схилах під впливом сили власної ваги. Загальний вигляд зсуву показано на рис.6.1. Поверхня, по якій відбувся відрив і зміщення маси ґрунтів, називається поверхнею ковзання, а місце виходу поверхні ковзання на поверхню схилу або на поверхню біля її підніжжя - підшовою зсуву. Підшова зсуву не завжди збігається з підніжжям схилу. В окремих випадках поверхня ковзання не має чітко вираженого положення. Це можливо в тому випадку, коли зміщення маси ґрунтів пов'язане з деформаціями повзучості в глинистих ґрунтах. Маса ґрунтів, що змістилася, утворює тіло зсуву. У верхній частині схилу виникає зсувний цирк. (Рис. 6.1)

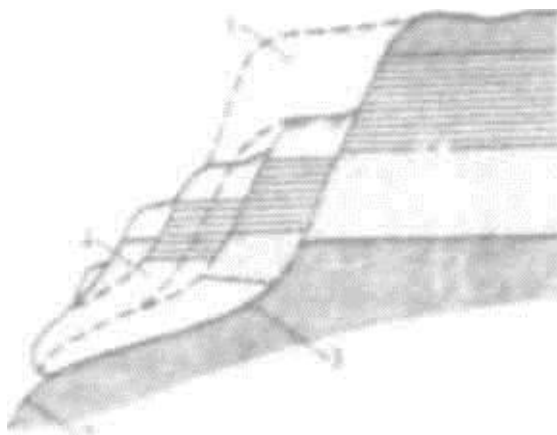


Рис. 6.1. Загальний вигляд зсуву: 1 – зсувний цирк; 2 – підшова зсуву;
3 – поверхня ковзання; 4 – тіло зсуву.

Зсуви виникають на берегах морів й озер, на схилах річкових долин, балок, ярів, на укосах насипів і виїмок. Таким чином, зсуви можуть виникати всюди. Але окремі райони відомі як зсувонебезпечні, наприклад, чорноморське узбережжя біля Одеси, Криму, правий берег Дніпра біля Києва, Карпати, Буковина тощо.

Зсуви завдають значних збитків народному господарству: утруднюють будівництво, виводять із ладу цінні землі. Зведені на схилах будови і споруди внаслідок зсувів пошкоджуються, а іноді й зовсім руйнуються.

6.2. Безпосередніх причин зсувів багато, але основних дві:

- зміна напруженого стану в товщі ґрунтів, що складають схили;
- зміна властивостей ґрунтів на схилі.

Зміна напруженого стану може відбуватися внаслідок збільшення навантажень на схил під час забудови, влаштування різного роду насипів, збільшення ваги ґрунтів від зволоження, а також через порушення цілості схилу при його підмиві поверхневими текучими водами, хвилями прибою, при підрізаннях виїмками для будов і споруд, зокрема для доріг. Крім того, цілісність схилу може бути порушена суфозією.

Чому в зазначених випадках відбувається зміна напруженого стану? Для з'ясування цього питання в уяві виріжмо в товщі схилу елементарну призму ґрунту (рис. 6.2). Стиснення цієї призми відбувається в умовах неможливості бічного розширення. Вздовж граней призми діють головні напруження σ_1 і σ_2 . Більше головне напруження σ_1 , що діє на горизонтальну площадку, дорівнює тиску від власної ваги ґрунту. Менше головне напруження σ_2 , яке діє на вертикальну площадку, дорівнює бічному тиску ґрунту. Руйнування такої призми може відбуватися лише при певному співвідношенні між головними напруженнями. Таке співвідношення настає або при збільшенні головного напруження σ_1 (збільшення навантаження на схил), або при зменшенні головного напруження σ_2 (зменшення бічного тиску внаслідок підмивання або підрізання схилу). При великій крутизні схилу біля

його підшви (в площині 1-1) виникає перепад тиску, який може спричинити видавлювання ґрунту з-під підніжжя схилу.

Зміна властивостей ґрунтів, що залягають на схилі, відбувається під час вивітрювання, зволоження їх поверхневими та підземними водами, під впливом

ударних і вібраційних навантажень (наприклад, при забиванні паль). Найчастіше порушення стійкості схилів спричиняється замочуванням глинистих ґрунтів водою, внаслідок чого знижується їх опір зсуву. Слід указати також на таку причину зсувів, як землетрус. Під час землетрусу стійкість схилу може порушитись безпосередньою дією на товщу інерційних сил.

Різноманітність причин, які спричиняють зсуви, утруднює їх класифікацію. Запропоновано багато класифікацій зсувів за різними ознаками. Спинимося на двох загальновідомих класифікаціях. О. П. Павлов у 1903 р. поділив зсуви за характером розвитку поверхні ковзання на деляпсивні та детрузивні. (рис.6.3)

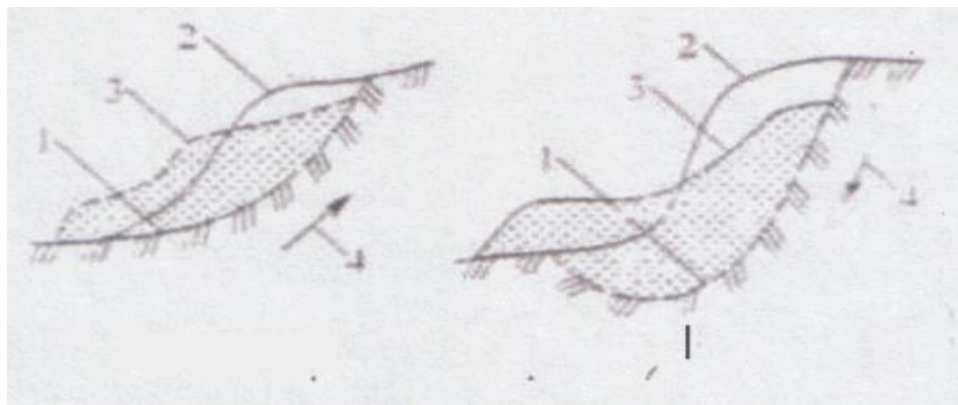


Рис. 6.3. Класифікація зсувів за А. П. Павловим:

а - деляпсивний; б - детрузивний: 1 - підшва зсуву; 2 - схил до зсуву; 3 - схил після зсуву; 4 - напрямок утворення поверхні ковзання

У деляпсивних зсувах руйнування починаються в нижній частині схилу (наприклад, при підмиванні або підрізанні) і поверхня ковзання розвивається знизу догори. При цьому верхні частини схилу немов втрачають опору. **В детрузивних зсувах** руйнування починаються у верхній частині

схилу (наприклад, при збільшенні навантажень на схил) і поверхня ковзання розвивається зверху вниз. Залежно від розвитку поверхні ковзання навантаження на нижні частини схилу збільшуються, що врешті-решт, призводить до видавлювання ґрунту з-під підніжжя схилу.

6.3. Стійкість схилу (збереження його початкового положення) у фундаментобудуванні прийнято оцінювати розрахунковими методами. Всі відомі методи можна поділити на три групи:

I група. Стійкість схилу з точки зору розвитку зсувів оцінюється коефіцієнтом стійкості. Існують кілька методів оцінювання стійкості схилів. Усі вони базуються на використанні теорії граничної рівноваги ґрунтів, яка розглядає граничний напружений стан ґрунтового масиву. Для визначення рівняння рівноваги ґрунтового масиву необхідно знати фізико-механічні характеристики усіх шарів ґрунту, що входять до його складу. Головними з них є кут внутрішнього тертя φ і питоме зчеплення. Існують різні розрахункові схеми визначення цих характеристик: одноплощинне зрушення при консолідованому чи неконсолідованому стані ґрунту; зрушення ґрунту в умовах трьохосового стиснення; за допомогою penetрації й обертального зрізу тощо. Тому дуже важливо оцінити, яка з цих схем відповідає умовам розвитку конкретного зсуву. При розрахунках стійкості схилів важливим є встановлення положення найбільш небезпечної поверхні ковзання. Існують методи теоретичного визначення і безпосереднього вимірювання положення поверхонь ковзання. З теоретичних найбільш поширений метод круглоциліндричних поверхонь, притуленого схилу, горизонтальних сил тощо.

II група. Використання рішень пружно-пластичної задачі нелінійної механіки ґрунтів. Рішення реалізується шляхом установлення залежності між навантаженням і деформацією основи (І. П. Бойко, 1989, Д. М. Шапіро, 1992; Ю. Л. Винников, 2000; С. Ф. Клованич, 2002). За допомогою цієї залежності знаходять граничне навантаження на ґрунтовий масив. Стійкість схилу забезпечується введенням до граничного навантаження коефіцієнта стійкості схилу відповідно за будівельними нормативами.

III група. За даними ЮНЕСКО 90% схилів, які відповідно до сучасних норм вважаються стійкими (коефіцієнт стійкості >1), повзуть із різною швидкістю. Внаслідок цього порушується робота різних лінійних споруд (трубопроводів, шляхів сполучення, кабельних мереж тощо). Відповідно до цього необхідно вести розрахунок схилів не тільки за несучою здатністю, але і за деформаціями. Для вирішення таких задач слід розглядати ґрунт як структурно нестійке тіло й оцінювати його деформації на основі теорії повзучості. При цьому треба враховувати, що різні ділянки схилів повзуть із різною швидкістю (З.Г. Тер- Мартирисян, 2001; Л. М. Хаджиков, 2001).

Значення характеристик ґрунтів у зсувному тілі можуть бути зменшені внаслідок вірогідної зміни їх у часі з урахуванням повзучості ґрунту. Таке зниження в певних умовах може бути значним, особливо для глинистих ґрунтів, що необхідно враховувати при прогнозуванні зсувів. Крім того, необхідно знати детальні дані про особливості геоморфологічної та геологічної будови схилу, нашарування ґрунтів, оцінити фізико-механічні характеристики ґрунту і визначити положення поверхні ковзання з точки зору класифікаційних особливостей зсуву. Додатково необхідно зробити прогноз зміни режиму підземних вод, а також оцінити можливі техногенні втручання.

Значний вплив на інтенсивність розвитку зсувів має господарська діяльність людини, яка іноді стає головною серед інших чинників.

6.4. Для розв'язання питань будівництва на схилах слід керуватися такою їх класифікацією:

1 Стійкі ділянки схилів. Це вододільні території з пологим рельєфом (крутизна менша за 5 градусів; ділянки схилів, які не піддавалися раніше дії фізико-геологічних процесів, пологі ділянки біля підніжжя схилів, що не деформувалися раніше; ділянки високих заплав та надзаплавних терас.

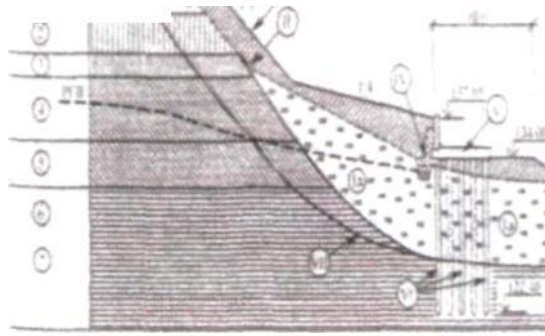


Рис. 6.4. Комплекс протизсувних споруд на Інститутській горі в Полтаві:

I - будинок на брівці зсуву; II - поверхня схилу до профілювання; III - поверхня схилу після профілювання; IV - дренаж; V - ростверк; VI - забивні палі; VII - розрахункова поверхня зсуву; 1,1а- насип; 2,3 - суглинки лесові: 4,5 - суглинки; 6,7 - глини.

2 Відносно стійкі ділянки (до освоєння), потенційно схильні до розвитку в їх межах зсувів та ярової ерозії. Це круті ділянки схилів (крутизна до 20%), не порушені зсувними процесами, або з виявами на них ярової ерозії.

3 Нестійкі ділянки схилів, вражені в минулому зсувами або сучасними зсувами. Використання таких схилів можливе після вирішення питання про економічну доцільність освоєння та вибору методів проведення будівельних робіт.

6.5. Розроблення проекту інженерного захисту зсувної території починають із визначення категорії ділянки з урахуванням вимог земельного законодавства. Основні завдання інженерного захисту: безпека людей, захист території і будівельних об'єктів на ній від зсувів, зменшення впливу господарської діяльності на стійкість схилів, розроблення економічно обгрунтованих проектних вирішень.

У комплексі інженерного захисту використовують різні заходи(таблиця 6.1)

Протизсувні заходи на крутосхилах

Заходи	Реалізація заходів
Регулювання поверхневого стоку	Вертикальне планування небезпечного схилу, влаштування системи поверхневого водостоку та

<p>Регулювання підземного стоку</p>	<p>підземних колекторів; компонування генерального плану зі збереженням природних умов стоку поверхневої води.</p> <p>Влаштування головних і берегових дренажів. а також площадкового дренажу для зниження рівня ґрунтової води; влаштування дренажних прорізів та горизонтальних дренажів для збезводнювання зсувного масиву, *влаштування пластового дренажу під будівлями і спорудами для захисту від втрат води; влаштування протифільтраційних запон; прокладання інженерних мереж у спільних колекторах чи тунелях із повздовжнім ухилом не менше ніж 0.02.</p>
<p>Водозахисні</p>	<p>Улаштування вимощення шириною 1,5 м і більше і ухилом 0.03; ущільнення ґрунту під вимощення скидання води з вимощення через лотоки у зливову каналізацію: влаштування підлог підвальних приміщень або підлог перших поверхів водонепроникними; влаштування підлог з уклоном до водорозбірних лотоків.</p>
<p>Зміна рельєфу схилу</p>	<p>Зменшення крутизни та загальне вертикальне планування схилу, іноді із заміною слабого ґрунту в його підніжжі.</p>
<p>Улаштування контрбанкетів та контрфорсів</p>	<p>Відсипання насипу в підніжжі схилу так, щоб насип розташовувався частково над спадною гілкою кривої ковзання, а частково за її межами; влаштування на невисоких схилах контрфорсів із ґрунту чи каменю, які одночасно використовуються для відведення ґрунтової води</p>
<p>Улаштування утримуючих протизсувних споруд</p>	<p>Улаштування глибоких опор у вигляді буронабивних, забивних залізобетонних паль та</p>

<p>Фундаменти, які обтікаються зсувними масами</p>	<p>об'єднанням їх у верхній частині ростверком разом із підпірною стінкою (рис.6.4).</p>
<p>Агролісомеліорація</p>	<p>Улаштування окремих опор глибокого закладання, які міцно закріплені нижче від поверхні ковзання в стійких ґрунтах (верхня частина опор працює в умовах обтікання їх зсувними масами).</p>
<p>Хімічне закріплення ґрунтів зсувної зони</p>	<p>Передбачається на завершальних етапах робіт: підготовка її, обробка ґрунту, вирощування трави, кущів і дерев, догляд за ними.</p>
	<p>Поверхневі методи: нанесення на поверхню схилу шарів глини, карбомідної смоли при пророщуванні рослин- глибинне закріплення: цементация, силікатизация, електрохімічне закріплення ґрунтів.</p>

Слід мати на увазі, що при влаштуванні контрфорсів, контрбанкетів, різної конструкції підпірних стінок, пальових рядів для зменшення баражного ефекту передбачають дренажі вздовж усієї утримуючої споруди на глибині підосви стінки або ростверку.

Контрольні запитання

1. Які території відносяться до зсувонебезпечних.
2. Головні причини зсуву ґрунтових мас.
3. Класифікація зсувів за структурою зсувного схилу.

4. *Засади визначення стійкості крутосхилів аналітичними методами.*
5. *Засади визначення стійкості крутосхилів графоаналітичними методами.*
6. *Регулювання поверхневого і підземного стоку води для підвищення стійкості крутосхилів.*
7. *Зміна рельєфу крутосхилів для підвищення їх стійкості.*
8. *Влаштування контрбанкетів та контрфорсів для підвищення стійкості крутосхилів.*
9. *Влаштування протизсувних споруд і фундаментів для підвищення стійкості крутосхилів.*
10. *Організація водовідведення від будівель для підвищення стійкості крутосхилів.*