

Тимченко О.М.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОРУШЕНЬ СТІЙКОСТІ СХИЛІВ І УКОСІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Анотація. У роботі визначено порушення стійкості схилів і укосів на автомобільних дорогах у гірській місцевості. Запропонована класифікація зсувних деформацій на основі механізму руйнування порід і динаміки зміщення зсувних мас.

Ключные слова: зсувні деформації, механізм руйнування, динаміка зсуву.

Аннотация. В работе определены нарушения стойкости склонов и укосов на автомобильных дорогах в горной местности. Предложена классификация оползневых деформаций на основе механизма разрушения пород и динамики смещения оползневых масс.

Ключные слова: оползневые деформации, механизм разрушения, динамика смещения.

Annotation. In the article destabilizations of slopes and cuts on highways in mountainous areas were defined. Classification of landslide deformations is offered on the basis of rock breaking mechanism and shifting dynamics of the landslide masses.

Key words: landslide deformations, rock breaking mechanism, shifting dynamics.

Постановка проблеми. Згідно з регіональним картуванням зсувів та створенням за цими роботами кадастру, в межах України виділено більше 20 000 зсувних геосистем. У цю кількість не ввійшли зсуви в межах лінійних об'єктів, гідротехнічних комплексів та інших природно-техногенних геосистем спеціального призначення. Крім цього зсуви поширені майже в 200 містах та селищах міського типу, в Автономній республіці Крим нараховується 1576 зсувів, 232 з яких руйнують автомобільні дороги, що створює постійну загрозу

виникнення надзвичайних ситуацій та небезпеки для життєдіяльності населення. Катастрофічна руйнівна дія зсувів та значні економічні збитки великою мірою зумовлені недоліками існуючої системи протизсувних заходів. Одним з важливих недоліків існуючої системи народногосподарського освоєння зсувонебезпечних територій є недостатнє врахування під час планування та здійснення господарської діяльності механізму та динаміки розвитку зсувного процесу.

Основними зсувоутворюючими факторами є геологічні, геоморфологічні, гідрогеологічні та ландшафтно-кліматичні, на які накладається техногенна діяльність людини. Вивчення умов розвитку зсувного процесу на автомобільних дорогах у гірській місцевості надасть реальну можливість науково обґрунтованого передбачення зсувного процесу як у просторовому, так і при певних обмеженнях у часовому проміжку.

Суттєвий вклад у вивчення закономірностей виникнення та протікання зсувів на автомобільних дорогах у гірській місцевості внесли російські та українські вчені, серед яких: Саваренський Ф.П., Бернацький Л.Н., Пузирівський М.К., Дранніков О.М., Малющицький Ю.М., Білеуш О.І., Яковлев Є.О., Рижий М.М., Єриш І.Ф., Рудько Г.І., Демчишин М.Г. та ін.

Метою роботи є визначення порушень стійкості схилів і укосів для встановлення характерних типів зсувних деформацій на автомобільних дорогах у гірській місцевості та призначення основних заходів захисту від зсувів.

Отримані результати. Різноманітність причин і чинників, різноманіття інженерно-геологічних особливостей в будові схилів та їх морфології ускладнюють класифікацію зсувів. Запропоновано безліч класифікацій зсувних процесів за різними ознаками. Відомі загальні, часткові, регіональні класифікації, класифікації за характером захоплення гірських порід, за структурою зсуву, за видами зсувних деформацій, за віком зсувів, за морфологією зсувів тощо [1-4].

В роботі були проаналізовані різні класифікації зсувних процесів. Опис форм порушення стійкості схилів і укосів за М.М. Масловим наведено в табл. 1 [5].

Характер деформації визначає форму зсувного процесу. Швидкість деформації дає можливість намітити захисні заходи. Так, швидкість зсувного процесу в декілька сантиметрів на рік може бути допустимою для укосу каналу та незабудованих схилів. Проте обрушення з такою швидкістю зсувного

процесу на будівлю або споруди небезпечно та вимушує проектувати захисні протизсувні заходи.

Таблиця 1 - Форми порушення стійкості схилів і укосів (за М.М. Масловим)

Форми порушення стійкості	Характер деформації	Швидкість деформації
Обвали гірських порід	Падіння та кочення	Катастрофічна (м/с)
Обвал зі зрізом і обертанням	Переміщення масивів по поверхнях із найменшим запасом стійкості та з деяким обертом навколо горизонтальної осі	Висока (м/хв)
Сколювання при просіданні	Опускання з бічним переміщенням	Висока (м/хв)
Ковзання	Зрушення по площині напластування, розломах, зміщеннях	Висока (м/год)
Зсув-зрушення	Горизонтальне переміщення по слабкому прошарку	Невисока (см/добу)
Зповзання	Зповзання гірських порід по нерівній поверхні підстилюючої товщі	Невисока (до м/добу)
Зплив	Поверхнєве обпливання перезволожених ґрунтових мас	Висока (м/хв)
Пластична та в'язка деформація	Деформація глинистої товщі як пластичного та в'язкого матеріалу	Мала (см/рік)
Вікова переробка схилу	Поверхнєві явища, пов'язані з фізичними процесами	Мала та виключно мала (см/рік, мм/рік)

Є.П. Ємельяною детально описані цикли порушення загальної рівноваги схилу, виділено стадії та фази зсувного процесу [1, 6]. В роботі [1] виділено стадію підготовки зсуву, стадію зсувного зрушення, стадію вторинних зсувів і стадію стабілізації (рис. 1).



Рисунок 1 – Класифікація зсувів

Також виділені наступні фази: фаза наростання швидкості деформації; фаза швидкого наростання швидкості зсуву; фаза загасання швидкості зсуву; фаза затухаючих деформацій; фаза глибинної повзучості та фаза відновлення локальних порушень рівноваги.

У класифікації зсувів дорожньо-дослідницького бюро США, що викладена Е.Б. Екелем [7, 8], зсуви поділено за ознаками, які можна встановити при мінімальному обсязі досліджень, не вдаючись до причин їх утворення (табл. 2).

При цьому розглянуті дві основні складові (змінні): а) вид ґрунту зсувного процесу; б) тип руху, що може бути встановлений в період спостережень за формою зсувного процесу або розташуванню зсувних мас.

Таблиця 2 - Стисла схема класифікації зсувів за Е.Б. Екелем

Тип руху	Види ґрунтів				
	Скельні		Нескельні		
I. Обвал	Скельні обвали		Нескельні обвали		
II. Ковзання	Обертове	Плоске	Плоске	Обертове	
II А. Невелике число крупних глиб	Зсув	Бічне зрушення	Бічне зрушення	Бічний зсув-обертання	
II Б. Безліч окремих частин	-	Скельне ковзання	Ковзання наносів		
III. Течія	Всі незцементовані				
Суха	Скельні уламки	Піски	Пильоваті ґрунти	Змішані відкладення (наноси)	Пластичні ґрунти (загалом)
	Кам'яний осип	Пісчаний осип-потік	Осип-потік	-	-
	-	-	Швидкі зпливи	Лавина в наносах	Повільні зпливи
Мокра	-	Перебіг пісків або пильоватих ґрунтів (розрідження)		Перебіг наносів	Грязьові потоки
IV. Змішаний	Поєднання ґрунтів або типів руху				

Типи руху Е.Б. Екель (див табл. 2) поділив на три основні групи: обвал, ковзання та течія. В четверту він ввів змішані види руху, що охоплюють комбінацію будь-яких двох або всіх трьох попередніх типів руху. Тип руху або вид матеріалу в різних точках або в різний час може бути неоднаковим у одному й тому ж зсуві, тому дуже строга класифікація небажана.

Проаналізувавши класифікації схилових процесів встановлено, що не всі схили руйнуються по схемах, прийнятих у розрахункових моделях. У роботі запропоновано класифікацію по визначенню зсувних деформацій на підставі механізму руйнування порід і динаміки зміщення зсувних мас (табл. 3).

Таблиця 3 - Запропонована класифікація по визначенню зсувних деформацій

Тип руйнування порід схилу та руху порід	Геологічні особливості будови схилу	Швидкість зміщення	Основні особливості оцінки стійкості та вибору захисних заходів
1. Обвали Обвалення, падіння та скочування глиб і окремих масивів	Скельні та напівскельні круті схили, що підмиваються або підробляються, складені глинистими, суглинистими, гравелистими або піщаними цементованими, легко вивітряними породами	Максимальна швидкість, що залежить від крутизни схилу та коефіцієнту тертя коченню	Нагляд і профілактика нестійких масивів. Уположення, укріплення стінами, контрфорсами, анкерами, пальовими конструкціями. Влаштування протиобвальних галерей, тунелів
2. Обвалення (осови) Зміщення масиву схилу, укосу, виїмки внаслідок перевищення навантажень, у тому числі і динамічних, поблизу бровки, необґрунтоване збільшення крутизни схилу, укосу або глибини виїмки	Схили або укоси виїмок, складені глинистими, суглинистими та піщаними слабозцементованими породами	От декількох сантиметрів на добу до 0,8-0,9 швидкості обвалів	Робота захватками, розміщення механізмів на плитах, розпо-діляючих навантаження, розосередження механізмів. Використання механізмів із малими динамічними впливами на ґрунти. Підпірні споруди, розпірки, анкери
3. Зсуви ковзання Ковзання верхньої частини порід схилу або укосу по поверхнях послаблення: площинах напластування, тектонічних тріщинах, увігнутих і криволінійним поверхнях ковзання, що сформувались	Скельні та напівскельні породи з наявністю поверхонь послаблення, тектонічних тріщин і на шарувань, зпрямованих у бік падіння схилу. Перебудова структури глинистих або суглинних порід під впливом напруг і формування криволінійної поверхні ковзання	Від міліметрів на добу до метрів на годину	Уположення схилу, утримуючі та анкерні споруди. Контр-форси, контрбанкети. Дренажі в якості допоміжних споруд

Кінець таблиці 3

Тип руйнування порід схилу та руху порід	Геологічні особливості будови схилу	Швидкість зміщення	Основні особливості оцінки стійкості та вибору захисних заходів
<p>4. Зсуви по зоні деформованого горизонту Руйнування в більш слабких породах структурних зв'язків під впливом напруги від над-верхніх порід, гідродинамічних або хімічних впливів. Пластичні деформації гірських порід, витискування, утворення валів. Тріщини розриву та зсуву в верхніх, міцніших породах</p>	<p>Наявність у схилі слабких глинистих порід, які після руйнування структурних зв'язків схильні до повзучості, течії, витискування</p>	<p>Від метрів на хвилину до десятків метрів на секунду</p>	<p>Дренажні споруди різних конструкцій, контрфорси, контр-банкети</p>
<p>5. Суфозійні зсуви Утворення в шарах гірських порід, що складають схил, в межах фільтраційного потоку ходів, порожнеч, збільшення пористості внаслідок виносу дрібних мінеральних частинок або розчинення окремих мінералів водою. Просідання верхніх шарів порід і зсув їх по гідродинамічному прошарку</p>	<p>Наявність у схилах або укосах шарів, де поширені водоносні горизонти, в яких може розвиватись механічна або хімічна суфозія</p>	<p>Від метрів на хвилину до десятків метрів на секунду</p>	<p>Дренажі, екрани, хімічне закріплення – переведення розчинних мінералів у нерозчинні</p>
<p>6. Зсуви течії Зволоження та перехід у пластичний перебіг верхнього шару гірських порід, що розтікаються по нерівній поверхні більш стійких порід</p>	<p>Наявність у верхній частині схилів або укосів, складених відносно міцними породами, менш міцних, вивітрених і слабоушільнених порід</p>	<p>Від метрів на добу до десятків метрів на хвилину</p>	<p>Видалення слабких порід, захист від інфільтрації та зволоження</p>
<p>7. Зсуви по гідродинамічному прошарку Зсув по водонасиченому прошарку верхньої частини порід, що складають схил і укіс</p>	<p>Наявність у схилі шарів гірських порід, розташованих із боку падіння схилу, схильних до набухання, суфозійних або просадкових деформацій</p>	<p>Від десятка сантиметрів на добу, метрів на годину до десятків метрів на секунду. Швидкість залежить від в'язкості матеріалу прошарку</p>	<p>Дренажні споруди, утримуючі конструкції з жорстких елементів</p>

Для кожного типу руйнування порід схилу обґрунтовані особливості оцінки стійкості схилу та визначено основні захисні заходи.

Висновок

Запропонована класифікація по визначенню зсувних деформацій дозволить більш чітко підходити до питання вибору розрахункових положень, призначення виду протизсувних заходів, своєчасного проведення профілактичних робіт або влаштуванню основних захисних заходів для попередження руйнування схилів, укосів і споруд у межах зсувної зони.

Література

1. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Емельянова Е.П. – М.:Недра, 1972. – 310 с.
2. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины (инженерно-геологические аспекты) / Демчишин М.Г. – К.: Наук. думка, 1992. – 254 с.
3. Маслов Н.Н. Инженерная геология / Н.Н. Маслов, М.Ф. Котов. – М.: Стройиздат, 1971. – 341 с.
4. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов / Маслов Н.Н. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
5. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства (оползни и борьба с ними) / Маслов Н.Н. – М.: Стройиздат, 1977. – 320 с.
6. Емельянова Е.П. Сравнительный метод оценки устойчивости склонов и прогноза оползней / Емельянова Е.П. – М.: Недра, 1971. – 102 с.
7. Эккель Э.Б. Оползни и инженерная практика / Эккель Э.Б. – М.: Трансжелдориздат, 1960. – 275 с.
8. Эккель Э.Б. Борьба с оползнями на автомобильных дорогах / Эккель Э.Б. – М.: Изд-во Автотранспорта и шоссейных дорог, 1960. – 183 с.