



УДК 625.72

- © Є.Б. Угненко, докт. техн. наук, професор,
- © О.М. Тимченко (ХНАДУ)

МОНІТОРИНГ ТА СТРУКТУРА ОЦІНКИ УРАЖЕНОСТІ ЗСУВАМИ ДІЛЯНОК АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ У ГІРСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Анотація. Наведено структуру оцінки ураженості зсувами ділянок автомобільних доріг у гірській місцевості. Визначено узагальнений показник зсувних деформацій.

Ключові слова: автомобільна дорога; зсувні деформації; узагальнений показник; моніторинг.

Аннотация. Приведена структура оценки пораженности оползнями участков автомобильных дорог в горной местности. Определен обобщенный показатель оползневых деформаций.

Ключевые слова: автомобильная дорога; сдвиговые деформации; обобщенный показатель; мониторинг.

Annotation. In the article the structure of estimation of defeat the landslips of road sections in mountainous areas is considered. Composite index of slip deformations is defined.

Key words: road; slip deformations; composite index; monitoring.

В Автономній республіці Крим спостерігається 1576 зсувів, 232 з них руйнують автомобільні дороги. При цьому 79 зсувів є дуже активними. Загальна довжина ділянок автомобільних доріг, що проходять по тілу зсувів, складає 37,2 км. Найбільш уражені ділянки автомобільних доріг (АД) М-18 Сімферополь – Ялта і Н-19 Ялта – Севастополь, на які припадає 70 % всіх дорожніх зсувів Криму [1].

Згідно з прогнозами учених, у Криму почався пік підвищеної активності зсувів, що припадає на 2010 – 2012 роки. У результатах досліджень державної геологічної служби “Южекогеоцентр” зазначено, що у 2010 – 2012 роках в межах автомобільних доріг в активному стані будуть близько 70 % зсувів, 5 – 10 % зсувних ділянок знаходяться в стані інтенсивної та катастрофічної активності.

Ліквідація зсувів – тривалий процес, що займає в середньому від 6 до 10 місяців. Досвід показує, що попереджувати зсуви на автомобільних дорогах значно дешевше, ніж ліквідувати наслідки їх активізації, адже це призводить не

тільки до багаторазового збільшення витрат на будівельні роботи, але і до втрат в економіці в результаті обмеження руху транспорту.

Службою автомобільних доріг в Автономній республіці Крим розроблена Програма інженерного захисту автомобільних доріг із залученням науково-дослідних проектних інститутів і застосуванням сучасних будівельних матеріалів і новітніх технологій, визначені першочергові заходи щодо ремонту аварійних ділянок автомобільних доріг. Проте кожен зсув має свої особливості і вимагає індивідуального підходу. На теперішній час не існує точних моделей порушення стійкості схилів і відсутні достовірні початкові дані для оцінювання зсувів. У зв'язку із цим, виникає необхідність розроблення методів визначення коефіцієнтів ураженості ділянок автомобільних доріг зсувними процесами, а також моніторинг їх безпеки.

Таким чином, метою дослідження є визначення узагальненого показника ураженості ділянок автомобільних доріг у гірській місцевості зсувними процесами і віднесення даних ділянок до характерних типів руйнування порід на схилі, для яких



визначені основні особливості оцінки стійкості і запропоновані захисні заходи.

Встановлено, що не всі схили руйнуються за схемами, що прийняті в розрахункових моделях [2]. У **табл. 1** наведено класифікацію зсувних деформацій на підставі механізму руйнування порід і динаміки зміщення зсувних мас. Для кожного механізму руйнування визначені діапазони узагальненого коефіцієнта ураженості, згідно якого ділянки автомобільної дороги, уражені зсувними процесами, віднесені до характерних типів руйнування схилів. Така класифікація дозволить чіткіше підходити до питання вибору розрахункових положень, призначати вид проти-зсувних заходів, своєчасного проводити профілактичні роботи або влаштувати основні захисні заходи для попередження руйнування схилів, укосів і споруд в межах зсувної зони.

У рамках дослідження було проведено моніторинг ділянок автомобільних доріг М-18 Сімферополь – Ялта та Н-19 Ялта – Севастополь для визначення коефіцієнтів ураженості ділянок автомобільних доріг зсувними процесами. З цією метою використовували площадні і лінійні коефіцієнти ураженості, що в кумулятивній формі відображають ступінь дії всіх чинників.

У межах автомобільних доріг М-18 Сімферополь – Ялта та Н-19 Ялта – Севастополь спостерігається нерівномірна ураженість зсувними процесами, що дозволяє визначити структуру оцінки ураженості зсувами ділянок автомобільної дороги [3].

На першому рівні структури виділяють основні ділянки автомобільної дороги, що схильні до зсувних процесів.

На другому рівні – визначають критерії, що характеризують зсуви: довжину (Д); ширину (Ш); потужність (П); середню крутизну схилу (СКС); активність (А).

На третьому рівні – визначають узагальнений коефіцієнт ураженості K_3 зсувними процесами ділянок автомобільних доріг, що залежить від довжини та площі ділянки зсуву, а також враховує коефіцієнт зволоженості території m :

- для території Карпат:

$$K_3 = 0,65 + 0,45 \cdot K_l \cdot K_s \cdot m; \quad (1)$$

- для території Криму:

$$K_3 = 0,55 + 0,85 \cdot K_l \cdot K_s \cdot m, \quad (2)$$

де K_l – коефіцієнт лінійної ураженості ділянки зсувними процесами, що визначається за залежністю:

$$K_l = \frac{L_{\text{ураж}}}{L_{\text{заг}}}, \quad (3)$$

де $L_{\text{ураж}}$ – довжина ділянки, що уражена зсувними процесами, м;

$L_{\text{заг}}$ – загальна довжина досліджуваної ділянки, м.

K_s – коефіцієнт площадної ураженості ділянки зсувними процесами, що визначають за залежністю:

$$K_s = \frac{S_{\text{ураж}}}{S_{\text{заг}}}, \quad (4)$$

де $S_{\text{ураж}}$ – площа ділянки, що уражена зсувними процесами, м²;

$S_{\text{заг}}$ – загальна площа досліджуваної ділянки, м².

Коефіцієнт зволоженості території m залежить від висоти місцевості над рівнем моря H і визначають за залежністю:

- для території Закарпаття:

$$m = 1,30 + 0,003H; \quad (5)$$

- для території Прикарпаття:

$$m = 1,01 + 0,0023H; \quad (6)$$

- для території Криму:

$$m = 0,58 + 0,0017H. \quad (7)$$

На четвертому рівні структури для кожної ділянки визначають номери зсувів, що діють, тобто перелік можливих джерел надзвичайної природної ситуації (НПС).

На **рис. 1** наведено структуру оцінки ураженості зсувами ділянок автомобільної дороги.

У **табл. 2** наведено розрахункові значення коефіцієнтів лінійної, площадної та узагальненої ураженості зсувними процесами ділянок автомобільних доріг М-18 Сімферополь – Ялта та Н-19 Ялта – Севастополь [3].

Згідно з отриманими результатами найбільше значення узагальненого коефіцієнта ураженості ділянок має Бекетово – Оползневська ділянка.

Висновки

У межах автомобільних доріг М-18 Сімферополь – Ялта та Н-19 Ялта – Севастополь визначено нерівномірну ураженість зсувними процесами, що дозволяє визначити узагальнені показники зсувних деформацій. Згідно із виконаними розрахунками узагальненого коефіцієнта ураженості зсувними процесами для ділянок цих автомобільних доріг визначені основні особливості оцінки стійкості і вибору захисних заходів.



Таблиця 1

Класифікація зсувних деформацій

Тип руйнування порід схилу і руху порід	Геологічні особливості будови схилу	Основні особливості оцінки стійкості і вибору захисних заходів
<p>1. Обвали – $0,7 \leq K_3 \leq 1,0$ Обвалення, падіння і скочування глиб і окремих масивів</p>	Скельні і напівскельні круті схили, що підмиваються або підробляються, складені глинистими, суглинистими, гравелистими або піщаними зцементованими, легко вивітряними породами	Нагляд і профілактика нестійких масивів. Уположення, укріплення стінами, контрфорсами, анкерами. Влаштування протиобвальних галерей, тунелів
<p>2. Обвалення (основи) – $0,3 \leq K_3 \leq 0,6$ Зміщення масиву схилу, укосу, виїмки внаслідок перевищення навантажень, в тому числі і динамічних, поблизу бровки; необґрунтоване збільшення крутизни схилу, укосу або глибини виїмки</p>	Схили або укоси виїмок, складені глинистими, суглинистими і піщаними слабозцементованими породами	Робота захватками, розміщення механізмів на плитах, що розподіляють навантаження, розосередження механізмів. Використання механізмів із малими динамічними впливами на ґрунти. Підпірні споруди, розпірки, анкери
<p>3. Зсуви ковзання – $0,09 \leq K_3 \leq 0,2$ Ковзання верхньої частини порід схилу або укосу по поверхням послаблення: площинам напластування, тектонічним тріщинам, увігнутим та криволінійним поверхням ковзання, що сформувались</p>	Скельні і напівскельні породи з наявністю поверхонь послаблення, тектонічних тріщин і нашарувань, спрямованих у бік падіння схилу. Перебудова структури глинистих або суглинних порід під впливом напружень і формування криволінійної поверхні ковзання	Уположення схилу, утримуючі та анкерні споруди. Контрфорси, контрбанкети. Дренажі в якості допоміжних споруд
<p>4. Зсуви по зоні деформованого горизонту – $0,06 \leq K_3 \leq 0,08$ Руйнування в більш слабких породах структурних зв'язків під впливом напруження від верхніх порід, гідродинамічних або хімічних впливів. Пластичні деформації гірських порід, витискування, утворення валів. Тріщини розриву і зсуву у верхніх, міцніших породах</p>	Наявність в схилі слабких глинистих порід, що після руйнування структурних зв'язків схильні до повзучості, течії, витискування	Дренажні споруди різних конструкцій, контрфорси, контрбанкети
<p>5. Суфозійні зсуви – $0,045 \leq K_3 \leq 0,06$ 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>	Наявність в схилах або укосах шарів, де поширені водоносні горизонти, в яких може розвиватись механічна або хімічна суфозія	Дренажі, екрани, хімічне закріплення, переведення розчинних мінералів в нерозчинні
<p>6. Зсуви течії – $0,02 \leq K_3 \leq 0,045$ Зволоження і перехід в пластичний перебіг верхнього шару гірських порід, що розтікаються по нерівній поверхні більш стійких порід</p>	Наявність у верхній частині схилів або укосів, складених відносно міцними породами, менш міцних, вивітраних і слабоущільнених порід	Видалення слабких порід, захист від інфільтрації і зволоження
<p>7. Зсуви по гідродинамічному прошарку – $0,01 \leq K_3 \leq 0,02$ Зсув по водонасиченому прошарку верхньої частини порід, що складають схил, укіс</p>	Наявність в схилі шарів гірських порід, розташованих з боку падіння схилу, схильних до набухання, суфозійних або просадкових деформацій	Дренажні споруди, утримуючі конструкції із жорстких елементів



Рис. 1. Структура оцінки ураженості зсувами ділянок автомобільної дороги

Таблиця 2

Розрахункові значення коефіцієнтів

№ п/п	Назва ділянки	Висота над рівнем моря, $H, м$	Коефіцієнт лінійної ураженості, K_1	Коефіцієнт площадної ураженості, K_2	Коефіцієнт зволоженості території, m	Узагальнений коефіцієнт ураженості ділянки, K_3
1	Краснокаменсько – Кастельська, км 56 / (2)	400	0,31	0,10	1,260	0,58
2	Нікітська, км 60 / (2)	450	0,24	0,20	1,345	0,60
3	Чехово – Ялтинська, км 76 / (1)	450	0,44	0,30	1,345	0,70
4	Гаспра – Лівадійська, км 80 / (2)	450	0,04	0,50	1,345	0,57
5	Симеїз – Місхорська, км 92 / (2)	450	0,35	0,20	1,345	0,63
6	Ліменська, км 100 / (2)	500	0,47	0,04	1,345	0,56
7	Бекетово – Оползневська, км 108 / (1)	630	0,50	0,60	1,651	0,97
8	Теселі – Снітовська, км 110 / (1)	600	0,42	0,70	1,600	0,95
9	Ласпінська, км 125 / (2)	550	0,22	0,10	1,515	0,58
10	Батіліманська, км 131 / (2)	450	0,15	0,06	1,345	0,56

ЛІТЕРАТУРА

1. Рудько Г.И. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты): монография / Г.И. Рудько, И.Ф. Ерыш. – К.: Задруга, 2006. – 624 с.

2. Билеуш А.И. Оползни и противооползневые мероприятия / А.И. Билеуш. – К.: Наукова думка, 2009. – 560 с.

3. Ерыш И.Ф. Оползни Крыма: ч.1., ч.2 / И.Ф. Ерыш, В.Н. Саломатин. – Симферополь: Апостроф, 1999. – 246 с. ✓