

початку XX століття розподіл SO_4 -іону підкорявся логнормальному закону розподілу, то на сучасний період він не підкоряється ні нормальному, ані логнормальному закону. Базуючись на цьому можна дійти висновку, що в минулому величина цього компонента формулася переважно за рахунок якогось одного фактору, а в наш час у процесах його формування встановити якусь закономірність неможливо. Отже, змінився сам процес надходження SO_4 -іону у воду сеноман-келовейського водоносного комплексу. Це також підтверджує аналіз приналежності вибірок до однієї генеральної сукупності.

NH_4 -іон. За даними багаторічних спостережень вміст NH_4 -іону у воді сеноман-келовейського водоносного комплексу змінився в середньому з 0,32 на 0,25 мг/дм³. Різниця між цими двома значеннями – невелика і знаходиться в межах похибки, тому її величиною можна знехтувати. Отже, за час спостережень вміст NH_4 -іону практично не змінився. Однак, зважаючи на те, що в минулому вміст цього компонента не підко-

рився ні нормальному, ані логнормальному закону розподілу, а на сучасний період підкоряється логнормальному закону, можна зробити висновок про те, що в наш час на формування вмісту згаданого іону у воді справляє вплив переважно один фактор, інтенсивність якого значно перевищує всі інші фактори.

Загалом хімічний склад води з досліджуваного водоносного комплексу не дає підстав вважати її непридатною для використання у питних цілях, однак спостерігається тенденція до погіршення її якості.

1. Екологія і природокористування: 3б. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2005. 2. Звіт за результатами робіт згідно договору №45/03 від 1 грудня 2003 року: розробка схеми розвитку системи водопостачання м. Києва за рахунок підземних вод на період до 2020 року. – К., 2003. 3. Коклик С.Г. Подземные воды г. Киева. – К., 1909. 4. Маков К.І. Підземні води Києва. – К., 1940. 5. Кошляков О.Е. Гідрогеологічне моделювання: Підручник. – К., 2003. 6. Браунли К.А. Статистическая теория и методология в науке и технике/Пер. с англ. М.С. Никелина; Под ред. Л.Н. Большева. – М., 1977.

Надійшла до редколегії 06.04.08

УДК 624.131

М. Фріндт, асп.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА УТВОРЕННЯ ЗСУВІВ ДОРІГ АНГАРСЬКОГО ПЕРЕВАЛУ

В статті розглянуто основні фактори, що впливають на утворення зсувів, а саме: природа схилового матеріалу, атмосферні опади та крутизна схилу. Досліджувана ділянка знаходиться нижче Ангарського перевалу. Зібрано й опрацьовано дані про кількість атмосферних опадів протягом 45 років. Використано статистичний метод обробки. Виконано геоморфологічний аналіз. Розраховано стійкість схилу трьома методами.

In this article observed basic factors that influence mass movements there are the nature of the slope materials, the atmospheric precipitates and the steepness of slopes. Investigate territory is placed below the Angarsk mountain pass. Gathered and adapted data about amount atmospheric precipitation during 45 years. The statistical method of treatment is used. A geomorphology analysis is executed. Stability of slope calculates by three methods.

1. Постановка проблеми. Будівництво транспортних магістралей в складних інженерно-геологічних умовах, які характерні для гірських районів, де виявляється значне розчленування рельєфу, природна активність екзогенних процесів є складним технічним завданням. Під час будівництва та експлуатації гірських доріг виникає багато зсувних процесів. На окремих ділянках автомобільної дороги Сімферополь-Ялта-Севастополь пошкодженість земляного полотна зсувами становить від 16 до 39% її довжини. Найбільша кількість випадків порушень стійкості земляного полотна припадає на зсувні ділянки, які утворилися в результаті перевантаження насипом дороги крутого схилу древнього зсуву або просто крутого схилу складеного товщею пухких делювіальних ґрунтів.

Об'єктом дослідження є ділянка, що розташована на 1,5 км нижче Ангарського перевалу по автомобільній дорозі Сімферополь-Ялта-Севастополь, де після облаштування в 1959 р впродовж багатьох років спостерігається активізація зсувних процесів. На ділянці протяжністю 2 км закартовано три зсуви. Вони утворилися в 1959-1962 роках та один в 1981-1982 роках. Моніторинг цих об'єктів проведений Кримською філією інституту "Укрдідродор" з моменту формування зсувних тіл до 2004 р і супроводжується оцінкою потужностей, геологічної будови ділянки, кута нахилу схилу. Також проводилося геофізичне обстеження ділянок зсувних зон методами становлення короткого імпульсного поля (СКІП), вертикального електрорезонансного зондування (ВЕРЗ), сейсмоакустичне зондування, які були виконані на замовлення інституту "Укрдідродор". Це дозволило визначити поверхні ковзання зсувів, зони максимального зволоження ґрунтів та виявити шляхи міграції водних потоків. Однак актуальною залишається проблема визначення всіх факторів, які сприяють активізації екзогенних процесів в даному районі.

2. Мета статті. З врахуванням даних моніторингу за зсувонебезпечними ділянками, які є інформативними, з точки зору геологічної будови, фіксації площин ковзання і самого зсувного тіла, його поведінки в часі, долучаючи інформацію щодо кількості атмосферних опадів, впродовж 45 років, геоморфологічний аналіз маємо на меті визначити перелік факторів (крім техногенного), що сприяли активізації зсувного процесу в цей період.

3. Виклад основного матеріалу. Найбільш сприятливими умовами утворення зсувів, можна назвати наступні:

- 1) кліматичні особливості району;
- 2) гідрологічний режим;
- 3) рельєф місцевості;
- 4) геологічна будова схилів і укосів;
- 5) сучасні та новітні тектонічні рухи і сейсмічні явища;
- 6) гідрогеологічні умови;
- 7) розвиток супутніх екзогенних геологічних процесів і явищ;
- 8) особливості фізико-механічних властивостей гірських порід;
- 9) інженерна діяльність людини.

Вивченню підлягали основні причини, які впливають на активізацію зсувів. Їх можна поділити на три групи: природа схилового матеріалу, кількість води та крутизна схилу [2].

Загальновідома приуроченість зсувів до схилів і укосів певної геологічної будови. В більшості випадків зсуви поширені там, де схили складені глинистими породами або, там, де на схилах є значні накопичення елювіальних, делювіальних, пролювіальних глинистих утворень.

В основі схилу досліджуваної ділянки в геологічному відношенні залягають нерозчленовані нижньоярські і верхньотріасові відклади (T_3+J_1) – аргіліти і алевроліти з прошарками пісковику; вивітрені глинисті сланці тавричного флішу та четвертинні делювіально-пролю-

віальні (dpQ_{IV}) суглинки із включенням щебеню, вапняку та пісковика до 20%. Відклади приповерхневої зони характеризуються слабкою водоємністю, тому при зволоженні починають проявлятися деформації у вигляді поверхневих зсувів.

Визначення другого фактору, кількості води в ґрунтовому масиві, вимагає необхідності оцінити вплив атмосферних опадів в межах досліджуваної ділянки. Щодо оцінки незакономірної мінливості метеорологічних показників, їх відхилення від "норми" на активізацію зсувних процесів слід зазначити, що зволоження схилу, з яким пов'язаний його коефіцієнт стійкості, залежить не тільки від кількості атмосферних опадів, але і від умов інфільтрації, стоку і випаровування. Проте в першому наближенні при вивченні зсувів в обмеженому районі однамнітної геологічної будови можна вважати ступінь насичення схилів відповідним кількості атмосферних опадів.

Для аналізу впливу на активізацію зсувів атмосферних опадів є різні підходи, які ґрунтуються на статистичних методах обробки, серед яких метод визначення, так званих порогових значень (thresholds), які оцінюються для періодів, що передують зсуву (A.C. Waltham and N. Dixon). В якості порогових були взяті дані за 1 місяць та за 6 місяців [1], які визначалися як аномальні, тобто перевищують деяку величину кількості атмосферних опадів відносно середнього показника за певний період спостережень. В нашому випадку пороговим значенням для 1 місяця є 120 мм, а для 6 місяців 600 мм.

Для аналізу взято ряд спостережень з 1955 до 2004 рр по двом метеостанціям "Алушта", "Ангарський перевал" та посту "Перевальне", які розташовані в безпосередній близькості до зсувних ділянок. Найближчою до зсувних зон є метеостанція "Ангарський перевал" - 600 м і 1200м. Загалом цей період метеоспостережень виявив нерівномірну кількість атмосферних опадів.

Проаналізовані дані вказують на те, що найбільш водними місяцями спостережуваних років були місяці, грудень, січень, лютий а також, за даними метеостанції "Ангарський перевал" місяці - травень, червень, іноді липень. Зв'язок активності зсувного процесу з перевищеннями порогових значень в більшості випадків проявляється. Це дає можливість вважати, що збільшена кількість опадів була одним із факторів утворення зсувного процесу. При подальшому аналізі виявилось, що в семи випадках опади водних місяців становлять більше 50-ти відсотків річної кількості атмосферних опадів і у дванадцяти випадках значення коливається в межах 40-50-ти відсотків.

Кількість опадів впродовж року (рис.1) також відзначалася високою динамічністю. Наявність таких даних дає можливість співставити величину кількості опадів та активність зсувів (рис.2). Встановлено, що після випадіння значної кількості атмосферних опадів, під час спостережуваних років, активність проявляється в тому ж році, або в наступному. Особливо це простежується з 1990 року.

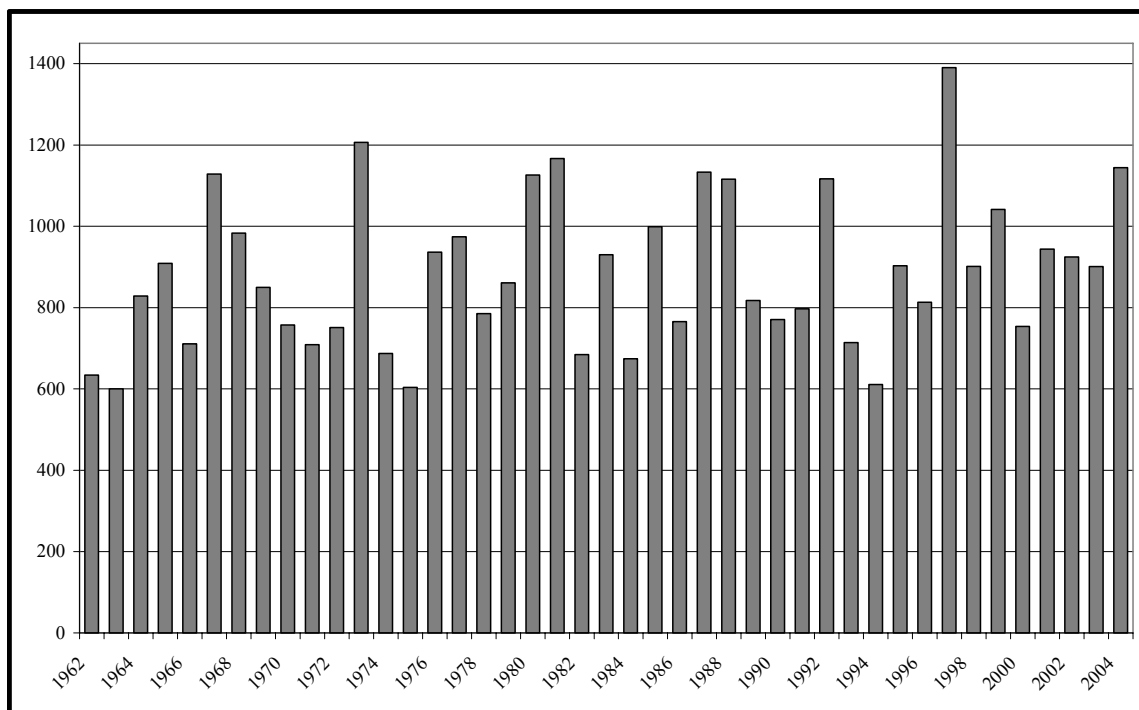


Рис.1 Гістограма кількості атмосферних опадів за рік протягом спостережуваних 1962-2004 рр. Дані метеостанції "Ангарський перевал"

Геофізичними методами визначено зони максимального зволоження ґрунтів та шляхи міграції підземних вод – це є також одним із факторів, які відносяться до цієї категорії. Встановлено, що площа ковзання зсуву проходить по нижній межі максимального зволоження ґрунту і зсуви рухаються відповідно шляхам міграції підземних вод.

Співставивши дані кількості атмосферних опадів і активності зсувних ділянок видно, що опади не є визначальним і основним фактором їх утворення. На графіку видно, що не зважаючи на те, що зсуви знаходяться в безпосередній близькості один від одного - геологічна

будова є однаковою, в активності спостерігаються відмінності. Це пов'язано з кутами нахилу досліджуваної поверхні. Крутизна схилу є третім фактором, що сприяє утворенню зсувів.

Для визначення кутів нахилу земної поверхні використано геоморфологічний аналіз. Побудовано карти глибини вертикального розчленування рельєфу, горизонтального розчленування рельєфу та карту кутів нахилу поверхні. Ділянка утворення зсувів характеризується високою енергією та значною крутизною. Просторовий розподіл показника в межах території наступний: відсот-

кове співвідношення ділянок з кутами нахилу $< 8^\circ$ становить 10 %; з $8-12^\circ$ – 30 %; $12-18^\circ$ – 35 %; $18-25^\circ$ – 20 % і $> 25^\circ$ – 5 %. Зсув №266 утворився на поверхні з кутами нахилу $18-12^\circ$ (відповідно до створеної градації), а зсув №247 та №877 – $> 25^\circ$. Майже вся досліджувана територія є потенційно небезпечною, бо вважається, що схили з кутами нахилу $> 12^\circ$ є вже зсувонебезпечними.

Важливо враховувати також структурно-тектонічне положення району, оскільки в районах, що піддаються підняттям внаслідок сучасних і новітніх тектонічних рухів,

постійно поновлюються запаси потенційної енергії, що сприяє утворенню зсувів. Сейсмічність території Кримського регіону є важливим чинником розвитку небезпечних геологічних процесів. В статті цей фактор не вивчено, проте відомо, що кожен сейсмічний поштовх зумовлює можливість незначного зміщення зсувів. Це створює сприятливі умови для активного розвитку зсувного процесу в наступний період після аномального зволоження порід схилів. Згідно сейсмічного районування Південний берег Криму відноситься до 8 бальної зони.

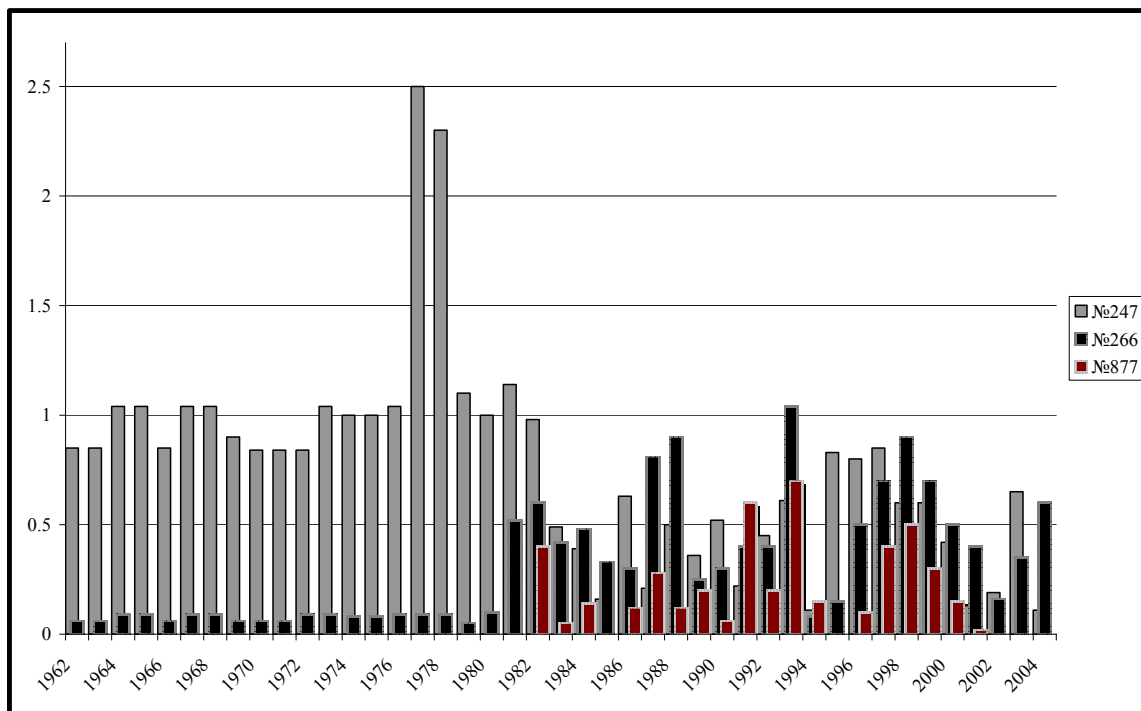


Рис. 2. Активність зсувів № 247, № 266 та №877 за даними моніторингу 1962-2004 рр.

Щодо аналізу стійкості території, то методом оцінювання масивів ґрунту є співставлення їх дійсного розрахункового напруженого стану з гранично можливим. В основу сучасних інженерних методів оцінки стійкості покладено поняття про коефіцієнт запасу стійкості K_3 .

Виконано аналіз трьома методами загальноприйнятими в інженерній геології - методом "горизонтальних сил" Маслова-Берера, методом рівномірного укусу та методом Шахунянца. Результати розрахунку показали, що значення коефіцієнтів стійкості схилу коливаються в межах 1,04-1,10, щодо методу рівностійкого відкосу, то з побудованої розрахункової схеми видно, що величина кутів здвигу ψ_i перевищує значення кутів α . Отримані значення коефіцієнтів запасу свідчать про те, що схил ділянки автомобільної дороги є нестійким.

Для ділянок автомобільної дороги Сімферополь-Ялта-Севастополь визначено ряд рекомендацій. Для територій пошкоджених зсувами №247, №266 та №877 рекомендовано: врізання дороги в правий корінний схил, укріплення дороги кількома рядами буронабивних паль на глибину 35 м, а також будівництво естакади на буронабивних палях.

Основним завданням протизсувних заходів на автомобільних дорогах гірських районів має бути забезпечення безпечного руху автомобільного транспорту, при цьому вони не повинні негативно впливати на навколишнє середовище, для чого слід проводити компетентну експертизу цих заходів.

4. Висновки. В результаті виконаних досліджень було визначено вплив трьох факторів на утворення зсувів – це природа схилу, кількість води в ґрунтового

масиві та крутизна схилу. Встановлено порогові значення кількості атмосферних опадів, що є тригером для утворення зсувного процесу, а також виконано аналіз ділянки геоморфологічними методами. Визначено вплив кутів нахилу на активність зсувних ділянок. За результатами розрахунків схил є нестійким. Сукупність всіх цих факторів є рушійною силою для утворення зсувів та їх подальшої активізації, в додаток до основного фактору – техногенного.

Слід звернути увагу, що більша частина зсувів на дорогах - це техногенні зсуви, які виникли в період будівництва та експлуатації автомобільної дороги. Більша частина насипів спочатку зазнавала деформації за рахунок ущільнення, а потім вони переростали у зсувні. Поява тріщин на асфальті і підпірних стінках, просідання проїзної частини були передвісниками інтенсивних зсувних зміщень. Подібні деформації в 30 % випадків проходили через півроку після початку будівництва, а іноді і в процесі будівництва.

1. A.C. Waltham and N. Dixon. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. Movement of the Mam Tor landslide, Derbyshire, UK.
2. W.H. Freeman and Company. Understanding Earth. Second Edition. Harvard University.
3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов.
4. Звіт про геофізичне обстеження ділянок зсувних зон вздовж автомобільної дороги Сімферополь-Ялта-Севастополь (М-18).
5. Карта-схема зсувів на дорогах Південного берега Криму.
6. Метеорологічні щомісячники.
7. Технічний звіт про результати інженерно-геологічних вишукувань для складання ТЕО розвитку автомобільних доріг за напрямком Харків-Сімферополь-Алушта-Ялта на ділянках Сімферополь-Ялта (М-18), Ялта-Севастополь (Н-19) та Алушта-Судак-Феодосія (Р-29).

Надійшла до редколегії 15.04.08