

*П.Ф. Гожик, д.г.-м.н., проф., академік НАН України
М.Г. Демчишин, д.т.н., проф., Т.В. Криль, к.г.н., м.н.с.
Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ*

ГЕОТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ СХИЛІВ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Розглянуто причини виникнення небезпечних процесів на схилах в умовах урбанізованих територій. Запропоновано комплекс захисних заходів для підвищення стійкості схилів з урахуванням усіх чинників, які впливають на коефіцієнт стійкості.

Ключові слова: схил, стійкість, урбанізована територія.

*П.Ф. Гожик, д.г.-м.н., проф., академік НАН України
М.Г. Демчишин, д.т.н., проф., Т.В. Криль, к.г.н., м.н.с.
Інститут геологических наук НАН Украины, г. Киев*

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКЛОНОВ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Рассмотрены причины возникновения опасных процессов на склонах в условиях урбанизированных территорий. Предложен комплекс защитных мероприятий для повышения устойчивости склонов с учетом всех факторов, которые влияют на коэффициент устойчивости.

Ключевые слова: склон, устойчивость, урбанизированная территория.

*P.F. Gozhyk, Prof., DrSc., Academician of NAS Ukraine
M.G. Demchyshyn, Prof., DrSc.
T.V. Krill, Candidate of Geological Sciences, j.s.w.
Institute of Geological Sciences of NAS Ukraine, Kyiv*

GEOTECHNICAL PROBLEMS OF USE SLOPES IN URBAN AREAS

The causes of dangerous processes on slopes in urban areas are considered. The complex of safeguards to enhance the stability of slopes considering all the factors that affect the rate stability is proposed.

Keywords: slope, stability, urban area.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Території, на яких систематично або епізодично виникають руйнування об'єктів, котрі спричинені зсувними процесами, потребують оцінювання та проведення заходів з інженерного захисту для відвернення деградації й занепаду, управління надійністю. У практичній площині це потребує сукупності науково-дослідних, проектних, вишукувальних та будівельних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Загалом проблема ерозійно-гравітаційних процесів є проблемою схилів. Розвиток схилів тісно пов'язаний з еволюцією геологічних структур і разом із впливами зонально-кліматичних факторів визначає рельєф території та гідрографічну мережу. Схили розрізняють за генезисом (рис. 1) і характеризують певними морфометричними параметрами (висота, крутість), а також набором моделюючих схили процесів.

В основі методів розрахунку стійкості схилів лежить встановлення співвідношення утримуючих та зрушуючих сил, що діють на частину ґрунтів, відчленованих від основного масиву ослабленими поверхнями чи зонами: $K_c = \sum R / \sum T$, де R – сили опору зрушенню; T – сили зрушення.

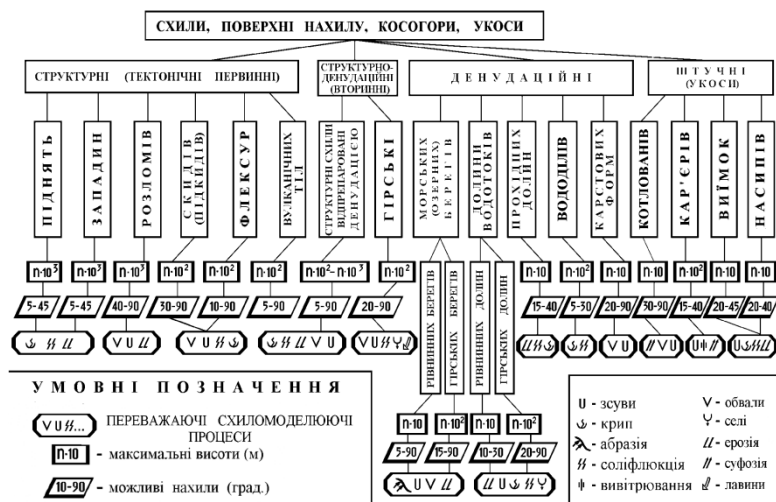


Рисунок 1 – Схема розподілу схилів за генезисом та моделюючими процесами

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Слід приймати до уваги, що отриманий таким чином коефіцієнт (K_c) не є постійною величиною. Він змінюється сезонно та залежить від впливу зовнішніх чинників природного і техногенного характеру. Ми пропонуємо для проектування геотехнічних заходів зі зміцнення схилів та регулювання силових процесів проводити моделювання з урахуванням всіх чинників, що впливають на коефіцієнт стійкості. На виході моделі необхідно отримувати значення площ, на яких розвиваються деформації, обсяги (маса) ґрунтів, охоплених деформаціями, швидкості розвитку зміщень, величини (шляхи) зміщення, руйнівну енергію, що збуджується при розвитку процесу. Розроблення такої моделі і є метою цих досліджень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Можливість розвитку небезпечних процесів визначається в першу чергу нахилом поверхні і стає можливим при його значеннях, що перевищують 6° . На території України площі ділянок з таким (небезпечним) нахилом складають 4,1 % (табл. 1) і приурочені переважно до морських берегів, схилів річкових долин, гірських схилів, де переважно розташовуються міста та населені пункти [1, 4, 5].

Таблиця 1 – Розподіл схилів у геоструктурних областях України

Кути нахилу	Площа, тис. км ²	% до загальної площі	У тому числі по геоструктурних областях*													
			УЩ	Сс	Сз	ДДз	ВПл	ВМ	Д	ПЧ	пК	К	ЗК	ДЖ	Сп	Кр
0-1,5	471,2	78,0	117,0	22,10	52,40	98,30	65,10	18,39	15,32	41,08	7,80	–	5,10	11,50	17,09	–
1,5-3	102,3	17,0	27,95	4,88	8,76	21,80	17,36	4,29	4,20	6,07	1,27	1,92	0,56	0,69	1,60	0,93
3-6	5,4	0,9	0,40	0,20	0,26	0,45	0,20	0,05	0,10	0,10	0,05	2,04	0,05	0,10	0,10	1,30
6-20	23,6	3,9	0,85	0,45	0,60	0,90	0,70	0,20	0,30	0,40	0,20	13,05	0,15	0,20	0,30	5,30
>20	1,2	0,2	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,70	0,01	0,01	0,01	0,33
Разом	603,7	100	146,25	27,64	62,04	121,47	83,38	22,94	19,93	47,67	9,33	17,74	5,86	12,50	19,10	7,86

* УЩ – Український щит; Сс – північно-східний схил Українського щита; Сз – південно-західний схил Українського щита; ДДз – Дніпровсько-Донецька западина; ВПл – Волино-Подільська плита; ВМ – схил Воронезького масиву; Д – Донецька складчаста споруда; ПЧ – Причорноморська западина; пК – Предкарпатський прогин; К – складчаста область Українських Карпат; ЗК – Закарпатська западина; ДЖ – Добруджа; Сп – Скіфська плита; Кр – гірський Крим.

Для запобігання розвитку зсувних процесів необхідний належний контроль (моніторинг) стану схилів, особливо на урбанізованих територіях. Схили морського узбережжя на рівнинній і гірській (Південний берег Криму) його частинах розвиваються в умовах трансгресивного режиму Азово-Чорноморського басейну. Тому зводити на таких схилах капітальні інженерні об'єкти з тривалим терміном їх функціонування можна тільки в особливих випадках з урахуванням функціонального зонування населених пунктів [6], а розташовані на узбережжях схилі ділянки більш доцільно використовувати для формування рекреаційних зон з постійним моніторингом і використанням сучасних аерокосмічних методів та інших методів дистанційного зондування земної поверхні.

Гравітаційні процеси на рівнинних морських узбережжях розвиваються при положенні їх над рівнем моря, що перевищує 20 м [3]. Рельєф зсувних схилів на узбережжі, наприклад у районі м. Одеси, залежить від потужності та положення у розрізі шару понтичних вапняків та меотичних глин. Ширина узбережжя, охопленого зсувними зміщеннями, кількість зсувних терас визначаються висотою схилу (рис. 2).

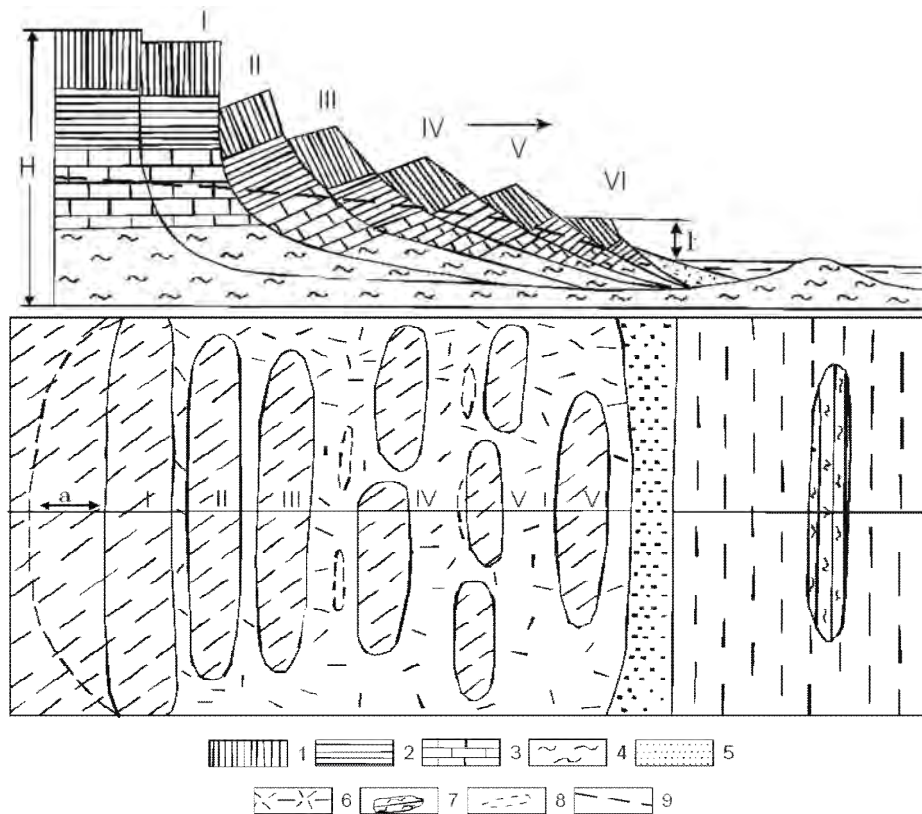


Рисунок 2 – Схема розвитку зсувів на схилах морського узбережжя:
 I – IV – зсувні тераси; H – висота схилу; a – ширина кроку порушень; h – висота кліфу;
 1 – лес; 2 – бурі глини; 3 – вапняки; 4 – глини; 5 – пляж; 6 – зсувні відклади; 7 – вал
 видавлювання; 8 – ділянки заболочування на зсувних терасах; 9 – рівень ґрунтових вод

Аналіз умов формування, просторового положення, напрямків сучасного розвитку долин рівнинних рік України показав, що в багатьох випадках у зв'язку з особливостями геологічної будови, тектонічного режиму, дії зонально-кліматичних факторів (опади, температура, рослинний покрив), а головним чином сил Коріоліса та за законом Бера, високі (50 – 220 м) та круті (16 – 70°) схили формуються на одній стороні долини (переважно правій) з редукованими або не вираженими терасовими рівнями. Такі схили при природному розвитку (заглибленні долини при тектонічному підйомі території, донній та боковій ерозії, суфозії та карстові), або в результаті

техногенного впливу (привантаження, підрізання, планування, зміни рослинного покриву, умов поверхневого та підземного стоків вод) стають ареною прояву гравітаційних процесів, головним чином зсувного характеру (рис. 3).

Зі схиловими ерозійно-гравітаційними процесами в гірських районах тісно пов'язані селі, які розвиваються під час повені на гірських річках, струмках і тимчасових водотоках та переносять багато твердого уламкового матеріалу (брил, валунів, щебеню, гальки, піску) і глинистих відкладів, що накопичуються на схилах долин у результаті процесів вивітрювання і делювіально-зсувних процесів [2, 3].

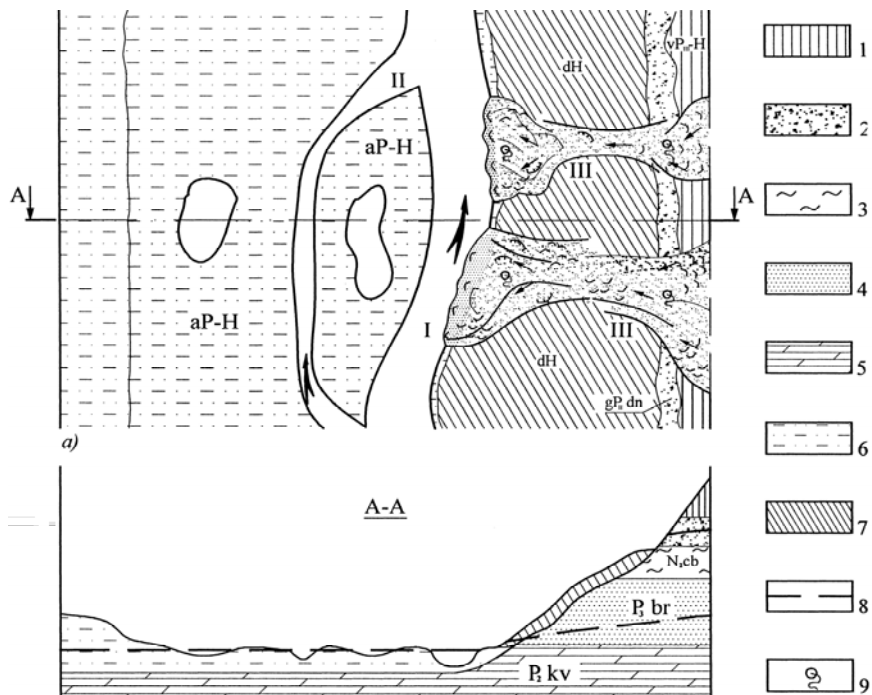


Рисунок 3 – Фрагмент річкової долини:

а) план; б) переріз; I – основне русло; II – меандр; III – яри; 1 – ліси; 2 – воднольодовикові відклади; 3 – глини бурі і строкаті; 4 – піски неогену та палеогену; 5 – глини палеогену; 6 – алювій; 7 – схилі відклади; 8 – рівень підземних вод; 9 – джерела

При проектуванні заходів охорони об'єктів, розташованих на ділянках зі складним рельєфом, особлива увага повинна приділятися правильному плануванню розміщення будівель, інженерних мереж, транспортних магістралей, зон озеленення. Особливий режим експлуатації повинен поширюватись не тільки на окремі об'єкти, а і на територію схилу в цілому.

Заходи, що плануються до проведення на схилі чи поблизу нього, використання підземного простору в зонах впливу схилів не повинні:

- порушувати режим підземного і поверхневого стоків, викликати локальні підвищення рівня підземних вод чи перерозподіл сформованих шляхів фільтрації і стоку;
- сприяти додатковому надходженню води на схил;
- створювати додаткові статичні і динамічні навантаження в зонах можливих гравітаційних зсувів порід;
- погіршувати зовнішній ландшафтно-архітектурний вигляд ділянки;
- сприяти активізації процесів вивітрювання, ерозії, суфозії, розмиву.

Застосування утримуючих споруд з використанням буронабивних палей не завжди є ефективним. Прикладів такого невдалого застосування є багато. Наприклад,

буронабивні палі застосовувались для закріплення схилу в м. Дніпродзержинську і не дали належного ефекту (рис. 4).

а)



б)



*Рисунок 4 – Укріплення схилів Шамишеної балки на території м. Дніпродзержинськ:
а – буронабивними палями; б – сучасний стан ділянки (світлина
М.Г. Демчишина, 1995 р.)*

У комплекс робіт, пов'язаних з рішенням щодо використання ділянки, входять: економічні розрахунки, інженерні обстеження, узгодження рішень з органами Державного архітектурно-будівельного контролю, відомствами, організаціями і підприємствами, об'єкти яких розташовані на схилі чи поблизу нього.

Необхідно враховувати стадійність, циклічність, ритміку та сезонність розвитку зсувів. Досвід показав, що найбільш доцільно проводити заходи в період мінімальної кількості атмосферних опадів. Закріплення схилів безпосередньо перед початком змищень вимагає виконання значних обсягів робіт, а в окремих випадках може бути неефективним.

Поряд з вимогами комплексності захисних заходів необхідно також дотримуватись принципу вибірковості, що орієнтує в першу чергу на усунення основних чинників, котрі ведуть до порушення стійкості схилів. Очевидна також вигода від поєднання виконання захисних заходів з інженерною підготовкою територій і при будівництві окремих елементів захисних конструкцій з конструктивними елементами будинків та споруд, що розміщуються на схилі або в зоні його впливу.

Рішення стосовно використання схилу приймається відповідно до основ законодавства України – земельного, про охорону природи, про надра [7]. Повинні виконуватися вимоги Закону про планування та забудову територій, Земельного, Водного кодексів, Кодексу України про надра, законодавчих актів з охорони природи, пам'яток історії і культури, норм і правил проектування, затвердженого Генерального плану міста, детальних проектних опрацювань з планування і забудови міста й окремих його районів.

Література

1. Гожик, П.Ф. Особливості інженерно-геологічних процесів в умовах урбанізованих територій / П.Ф. Гожик, М.Г. Демчишин, С.В. Біда // Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки: Зб. наук. пр., 29 листопада – 2 грудня 2010 р. – Полтава: Полт НТУ, 2010. – С. 9 – 13.
2. Демчишин, М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України / М.Г. Демчишин. – К.: ТОВ «Гносіс», 2004. – 156 с.
3. Демчишин, М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины (инженерно-геологические аспекты) / М.Г. Демчишин. – К.: Наукова думка, 1992. – 255 с.
4. Demchyshyn, M.G. Landslide hazard in the urban areas / M.G. Demchyshyn // *Proceeding of the International Symposium «Engineering Geology and the Environment» Athens, 1997.* – P. 587 – 592.
5. Demchyshyn, M. Instability of different genetic slope types / M. Demchyshyn, T. Kril // *7th European Congress on Regional GEOscientific Cartography and Information System. Bologna, Italy, June 12th – 15th 2012.* – V. 1. – P. 78 – 79.
6. Демчишин, М.Г. Геодинамічні умови як основний фактор функціонального зонування населених місць / М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях : матеріали 10-ої міжнародної наук.-практ. конференції, Київ – Харків – АР Крим, 2012. – С. 281 – 288.
7. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» // *Голос України.* – 2011. – №45 (5045). – С. 14 – 18.

Надійшла до редакції 26.09.2012

© П.Ф. Гожик, М.Г. Демчишин, Т.В. Кріль