

О.М. Анацький

РОЛЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД У ЗАПОБІГАННІ РОЗВИТКУ СХИЛОВИХ ЕРОЗІЙНО-ГРАВІТАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

O.M. Anatsky

ROLE OF HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS FOR PREVENTION OF DEVELOPMENT EROSION AND GRAVITATIONAL PROCESSES ON SLOPES ON URBANIZED AREAS

Рассмотрены вопросы функционирования гидротехнических сооружений, предупреждения развития эрозионно-гравитационных процессов на склонах в г. Киев, их влияние на геологическую среду города. Склоны долин водотоков частично застроены, укреплены, а выходы подземных вод перехватываются дренажными системами. Особый акцент сделан на деятельности человека как главном факторе влияния на территорию его проживания.

Ключевые слова: оползни, эрозионные процессы, гравитационные процессы, строительство, склон, территория.

The question of functioning of hydraulic engineering constructions, preventions of development of erosive and gravitational processes on slopes in Kiev, their influence on the geological environment of city is considered. Some parts of the slopes of watercourses valleys have been built-up, consolidated and the outlets of the underground waters have been intercepted by the drainage systems. Special emphasis is made on human activity as the main factor which affects the area of human habitation.

Key words: landslides, erosive processes, gravitational processes, construction, valley, area.

ВСТУП

На урбанізованих територіях спостерігається закономірне техногенне підсилення впливу природних факторів на стан геологічного середовища, інженерних та цивільних споруд, архітектурних та історичних пам'яток. У великих містах України відчутне глобальне потепління клімату, фіксуються теплові аномалії, переміщення хімічних аерозолів, перерозподіл і деяке збільшення атмосферних опадів, підвищення вологості ґрунтів у зоні аерації, підвищення рівня ґрунтових вод, зростання агресивності атмосферних опадів, підземних вод і ґрунтів. Ці зміни призводять до порушення стану поверхневих біоценозів, осушенню поверхневих вод, підтопленню і заболочуванню територій, інтенсифікації техногенних геологічних процесів — ерозійно-гравітаційних, еолових, суфозійно-карстових, корозійних, осідання ґрунтів та ін.

Необхідність збалансованості та збереження рівноваги в геологічному середовищі при подальшому розвитку міст за умов інтенсивного будівництва, що спостерігається в останні роки, збільшення висоти будинків та споруд, ущільнення забудови, більш широкого використання підземного простору, схилів та присхилкових ділянок вимагає досить надійного інженерно-геологічного обґрунтування, що повинно враховувати геологічну будову території, геоморфологічні, гідрогеологічні та урбоекологічні умови,

характер розвитку геологічних процесів [7].

ГІДРОТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ СХИЛУ

Основні гідротехнічні заходи із забезпечення стійкості схилу зводяться до осушення схилу та механічного утримання сповзаючих мас (в конструкції протизсувних підпірних стінок передбачені дренажні конструкції, водозбірні лотки). Заходи з осушення схилу різноманітні, тому правильний вибір того чи іншого способу залежить від місцевих умов. Загалом, усі ці заходи передбачають врегулювання поверхневого стоку або облаштування підземного дренажу і здебільшого дозволяють зарегулювати процеси розвитку рельєфу на великій території, виключивши майже повністю гравітаційний знос, яружну та бічну ерозію [4].

В цілому, в умовах міської забудови для підвищення стійкості схилу можуть застосовуватися такі заходи:

- планування і перегрупування породних мас з видаленням (у міру можливості) рухливого матеріалу зі схилу;
- каптування джерел;
- осушення заболочених місць;
- регулювання поверхневого стоку, умов накопичення і танення снігу;
- озеленення території;
- підпірні стінки;

- контрбанкети, контрфорси.

Такі роботи для запобігання розвитку ерозійно-гравітаційних процесів проводились на правому березі Дніпра в Києві. Ця територія характеризується значними перепадами висот, глибокою розчленованістю території, особливостями геологічної будови масиву, розташованого вище базису ерозії. Тому завжди існувала загроза подальшого розвитку рельєфу на забудованих територіях, місцях інтенсивної діяльності людини з участю ерозійних процесів і гравітаційного зносу ґрунтових мас.

Для врегулювання поверхневого стоку щоб перехопити і відвести поверхневі й атмосферні води, на зсувних ділянках і навколо них, на Дніпровських схилах, застосована мережа канав і водоспусків, а самі ділянки планувалися (усувалися нерівності). Канави і водостоки, що прокладалися в межах самого зсувного масиву, повинні зберегти тіло зсуву від інфільтрації атмосферних опадів. Розміщення канав та лотків на схилі орієнтують переважно по природноутворених водостоках, доповнюючи їх розгалуженнями для збору води із схилів.

Залежно від глибини залягання і характеру водоносного горизонту як заходи з відведення підземних вод від проблемної ділянки проводились роботи з облаштування дренажних щілин та дренажних галерей. При осушенні масиву порід дренажною щілиною перехоплюються води всіх водоносних горизонтів. У той же час при великій глибині залягання водоносних порід вартість такої щілини значно зростає, також не завжди є потреба у осушенні глибоко залягаючих водоносних порід.

Зважаючи на складність облаштування підземних дренажів і високу їх вартість, дренажі розташовувалися так, щоб при найменшому обсязі робіт вони давали велику ефективність. Як варіант — облаштування дренажів по нормалі до напрямку потоку, що, однак, не завжди можливо [2].

Як правило, дренажні галереї облаштовуються або безпосередньо у водоносному горизонті (останнім часом застосовується менше, так як проходження галереї в обводнених породах пов'язане з рядом труднощів), або у водотривкому шарі, що його підстилає — не обводнених, міцніших і більш легкопрохідних породах. У першому випадку галереї самі є дренами, куди стікаються підземні води, у другому — вода з водоносного горизонту скидається в галерею за допомогою вертикальних коло-

дязів: наскрізних або забивних фільтрів. Якщо облаштовувати наскрізні фільтри недоцільно через їх велику глибину, то скидання води в галерею можна здійснити за допомогою системи забивних фільтрів — металевих труб діаметром 50–75 мм з отворами діаметром 3–5 мм.

Ініціатором будівництва глибоких дренажів по першому водоносному горизонту на ділянці Володимирської гори в 1907 р. був С.Г. Коклик. Він запропонував використати досвід будівництва подібних споруд для стабілізації гірських схилів у Французьких Альпах [5]. Однак, ефективність таких гідротехнічних споруд на схилах Дніпра в Києві сумнівна.

Було визначено, що головну роль в деформуванні споруд Нижньої Лаври, розміщених на схилах Лаврського ярута долини Дніпра, відіграють ерозійно-гравітаційні (зсувні) процеси, що активізуються при зниженні міцнісних властивостей схилових делювіальних відкладів, бурих та строкатих глин, спричинених перезволоженням внаслідок аномальних проявів гідрометеорологічних процесів. Проте чимале значення мають процеси суфозії, тобто виносу речовини в підземні порожнини (в даному випадку ДШС); розущільнення масиву внаслідок виносу речовини; підтоплення ґрунтовими та поверхневими водами. Аналіз нерівномірного осідання і нахилу відомої головної дзвіниці Києво-Печерської Лаври показав, що причинами нахилу дзвіниці в східному напрямку були дренажна галерея (ДШС-28), будівництво, поточний ремонт і експлуатація якої супроводжувалися явищами вивалів, зрушення ґрунтів, механічної суфозії, а також відсутність штучного покриття і дефекти вертикального планування. Схожий випадок спостерігався біля північно-західного кута Андріївської церкви, внаслідок чого частина стилобату церкви відкололася, утворивши тріщини з максимальним розкриттям 7 см на стелі першого поверху та 3 см на стелі другого.

Деформації схилів, прилеглих до Міського саду та Маріїнського парку, що спостерігаються останнім часом, за багатьма ознаками вказують, що вони викликані процесами доущільнення ґрунтів, розущільнення яких відбувається постійно в результаті виносу ґрунтів, їх складових частин у виробки штольневих дренажних систем (див. рис.). Базою зміщення ґрунтів, що відбуваються візуально і підтверджуються інструментальними спостереженнями на укосах спланованого схилу між оглядовими майданчиками, протягом останнього часу виступають



Провал поверхні над дренажною галереєю в Києві на території Міського саду

ослаблені зони в масивах ґрунтів, сформовані на ділянці штольневї системи, пройденої ще в 1926 р. (ДШС-12). Протяжність ділянок, на яких виявлено деформації, становить близько 200 м [1].

Процеси доущільнення ґрунтів на схилах в полі дії дотичних напруг ускладнюються зсувними зміщеннями ґрунтів. Базою зміщення слугує в таких випадках ослаблена зона, що утворюється навколо штольневої виробки. Ситуація ускладнюється порушенням систем поверхневого водовідводу, а також витокami води із заведених на схил систем водопроводу.

Техногенне змінене середовище в присхилових масивах ґрунтів призводить також до розкладання бетону та корозії арматури залізобетонного кріплення в штольневих виробках, що викликає необхідність його періодичної заміни. Штольневї системи на деяких ділянках внаслідок виносу ґрунтів через щілини між елементами кріплення приходили в стан, не придатний до експлуатації, і тоді проходилися паралельні їм відгалуження. В даний час на всіх системах і випусках спостерігаються виноси ґрунту.

ВИСНОВКИ

Без вжиття заходів з припинення дестабілізуючих впливів дренажних виробок прогнозується тривалий розвиток деформацій схилів, що при аномальних проявах гідрометеорологічних процесів може загрожувати їх руйнуванням.

При проектуванні і проведенні заходів з охорони та збереження історичних ландшафтів, які характеризуються наявністю схилів, слід мати на увазі і максимально враховувати здатність схилів як природних систем до саморегулювання та самовідновлення.

Саморегуляція схилів як природних систем полягає в тому, що зміщення порід на більш низькі в гіпсометричному відношенні рівні приводить у відповідність напружений стан і міцність породного масиву, що прилягає до схилу. Виходячи з цього, заходи з укріплення схилів повинні бути спрямовані на підтримку такої відповідності [3].

Зниження та порушення здатності схилів до саморегулювання відбуваються в результаті штучних втручань, які ускладнюють підземний та поверхневий стоки, делювіально-соліфлюкаційні процеси. Недотримання цього правила при проведенні протизсувних заходів веде до зниження їх ефективності чи до повного невиконання ними своїх функцій.

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 зміщень потребує виконання значних обсягів робіт, а в окремих випадках може бути неефективним.

Принцип відповідності заходів з інженерного захисту характеру прояву схилових процесів вимагає порівнювати їх масштаби з масштабами можливого прояву процесів, в іншому разі заходи не досягають мети або тягнуть за собою невиправдано великі затрати.

Поряд з вимогами комплексності захисних заходів варто також дотримуватись принципу вибірковості, що орієнтує насамперед на усунення основних чинників, що 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.

При проектуванні заходів охорони об'єктів, розташованих на ділянках зі складним рельєфом, особлива увага повинна приділятися правильному плануванню розміщення будівель, інженерних мереж, транспортних магістралей, зеленого будівництва. Особливий режим експлуатації має поширюватись не тільки на окремі об'єкти, а й на територію схилу в цілому [6].

Усі заходи зі зміцнення схилу повинні проектуватися як елементи інженерної підготовки при подальшій забудові схилів, включатися в кошториси витрат проведення конкретних заходів з освоєння території. Найбільш раціональним є також поєднання зміцнювальних конструкцій з несучими конструкціями для конкретних об'єктів, що розміщуються на схилі.

1. Великий Г.Г. Оползневые явления на склонах речных долин левобережья Среднего Приднепровья: Материалы совещ. по изуч. оползней и мер борьбы с ними. — Киев, 1964. — С. 87–93.
2. Горшков С.П. Экзодинамические процессы освоенных территорий. — М.: Недра, 1982. — 286 с.
3. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины. — Киев: Наук. думка, 1992. — 256 с.
4. Екологічний атлас Києва. — К.: ТОВ «Агентство Інтермедіа», 2006. — 116 с.
5. Коклик С.Г. Подземные воды г. Киева. — Киев, 1909. — 127 с.
6. Котлов Ф.В., Брашнина И.А., Сипягина И.К. Город и геологические процессы. — М.: Наука, 1967. — 228 с.
7. Кофф Г.Л., Минакова Т.В., Котлов В.Ф. и др. Методические основы оценки техногенных изменений геологической среды городов. — М.: Наука, 1990. — 196 с.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ
E-mail: Dgang@ukr.net

Рецензент — док. тех. наук М.Г. Демчишин