

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи, Дійсний член Академії будівництва України ORCID: 0000-0003-0527-5890;

В.О. Басанський ORCID: 0000-0002-7850-7798

Л.М. Грубська, ДП "НДІБВ", м. Київ

АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ВСТАНОВЛЕННЯ ОБСЯГІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ СХИЛІВ

Анотація. До зсувної небезпеки відноситься до 66,1 тис. км² території України. Тут можлива активізація існуючих і утворення нових глибоких блокових зсувів витискування і ковзання (зрушення), а також прояви дрібніших поверхневих зсувів ковзання, вязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження. Вирішенням проблеми є вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу. Для цього необхідно мати уявлення про механізм плину геодинамічних процесів, руйнування і зношення конструктивних елементів протягом життєвого циклу та вплив факторів зовнішнього середовища на будівельні конструкції, що неможливо без отримання об'єктивної інформації шляхом інструментальних вимірювань.

Оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд на зсувонебезпечних схилах може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції. Особливо це стосується будівництва на схилах будівель з підземною частиною. Адже, огородження котловану може одночасно виконувати, як огорожуючу так і несучу функцію.

При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. На вибір типу огороження у складних інженерно-геологічних умовах та в умовах ущільненої забудови впливають додаткові фактори, що характеризують різні типи огороження котлованів, а саме: ґрунтові умови ділянки забудови (типи ґрунтів); водопроникливість огороження; міцність і жорсткість огороження; поглинання шуму та вібрації; вплив на оточуючу забудову; можлива глибина котловану; швидкість будівництва; можливість сприйняття навантаження від будівлі; економічність.

Вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу дозволить мінімізувати склад компенсуючих заходів шляхом організації системи інструментального моніторингу.

Ключові слова: зсувонебезпечний схил, оптимізація, розрахунок, моніторинг.

Вступ

Відомо, що чисельність населення у великих містах України щороку збільшується, що в свою чергу створює умови для збільшення обсягів житлового будівництва. Сучасне будівництво вимагає нових майданчиків, в тому числі розташованих на зсувонебезпечних схилах. У центральних районах старих великих міст будівлі зводяться на ділянках, які межують з вже існуючими житловими, торговими чи виробничими будівлями, дорогами, які не можуть бути переміщені, інженерними мережами, або зеленими насадженнями, які потрапляють під пляму забудови чи межують з нею тощо. Тому актуальною є проблема розробки конструктивних та організаційно-технологічних рішень для можливості забудови зсувонебезпечних територій з врахуванням впливу природних та техногенних геодинамічних процесів.

Постановка проблеми

Несвоєчасно виявлені та не усунені дефекти і пошкодження будівель є причиною деформацій. Їх наслідки окрім матеріальних витрат, пов'язаних з відновленням експлуатаційних властивостей конструкцій, призводять до соціального і екологічного збитку. Тому важливо своєчасно оцінити стан будів-

ль, спрогнозувати можливий розвиток дефектів та пошкоджень і розробити заходи з їх стабілізації або усунення. Для цього необхідно мати уявлення про механізм руйнування і зношення конструктивних елементів в процесі експлуатації та вплив на них факторів зовнішнього середовища, що неможливо без отримання об'єктивної інформації методами інструментального моніторингу.

Аналіз стану питання

Значення деформацій будівель залежать від властивості ґрунтів основи, а вид деформації — від їх конструктивних особливостей. Під дією ваги будівлі ґрунти стискаються, що викликає осідання фундаменту. Ґрунти мають різні властивості тому осідання є нерівномірними, що призводить до деформації будівлі, а горизонтальні навантаження додатково їх збільшують.

На виникнення надзвичайних ситуацій впливають природні, природно-техногенні і техногенні геологічні процеси. Коливання кількості та складу підземних вод і зміна температурного режиму сприяють активізації геодинамічних процесів. Геологічні небезпеки обумовлені також техногенними факторами: статичними і динамічними діями від підприємств,

будівель, транспорту, механізмів, техногенним підтопленням, відкачуваннями підземних вод, тепловими, електромагнітними полями [2]. Ці зміни призводять до збільшення геологічних небезпек там, де до техногенного втручання їх розвиток був неможливий.

Підтоплення є небезпечним для будівлі фактором техногенного або природного характеру [2, 3], що є важливою причиною виникнення складних геодинамічних процесів.

Головними техногенними причинами підтоплення є:

- зміна умов поверхневого стоку при вертикальному плануванні, засипці природних дрен при виконанні земляних робіт в процесі будівництва;
- техногенні втрати з водонесучих комунікацій, ставків, відстійників;
- ускладнення стоку поверхневих і підземних вод, із-за порушень в роботі зливної каналізації, засипки ярів;
- значна перерва між виконанням земляних робіт і будівельними роботами;
- при експлуатації - інфільтрація витоків виробничих вод, зменшення випарювання під будівлями і покриттями доріг, порушення умов підземного стоку;
- підпір ґрунтових вод в прибережних зонах морів і водосховищ, уздовж бортів каналів;
- баражний ефект при будівництві заглиблених підземних споруд, облаштуванні стін в ґрунті і пального поля.

Основними природними умовами виникнення підтоплення є:

- наявність проникних ґрунтів і прошарків;
- близьке розташування рівня ґрунтових вод (РГВ) і водоупору;
- низька дренажність території.

Негативні наслідки процесу підтоплення пов'язані з осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті ущільнення, а також з утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек, з корозійним руйнуванням фундаментів і нижніх частин наземних конструкцій будівель і споруд, що призводить до їх прискореного зносу і деформації, із затопленням підвалів, шахт ліфтів, підземних споруд і комунікацій неглибокого залягання, заболочування безстічних понижень рельєфу.

Вторинні негативні наслідки підтоплення пов'язані з:

- осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються у результаті додаткового ущільнення замочуваних при підйомі рівня підземних вод ґрунтів в основі будівель і споруд;
- гідродинамічним розрідженням ґрунтів, що проявляється при нагоді їх винесення на схилах або у будівельні виїмки;
- утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек.

Зсуви виникають при порушенні стійкості схилів техногенними чи природними процесами, коли сили зв'язності ґрунтів менше, ніж сила тяжіння. Швидкість сповзання земляних мас може бути ледь помітною, або досягати декількох метрів в секунду [4]. Тут можлива активізація і утворення глибоких

блокових зсувів витискування і ковзання, прояви дрібніших поверхневих зсувів ковзання, вязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження.

Карст відноситься до поширених геологічних процесів, що можуть викликати зсуви та осідання будівель. Така небезпека проявляється у вигляді швидких локальних осідань і провалів земної поверхні, викликаних обваленням покрівлі карстових порожнин і винесенням в них водонасичених порід. Активізація карсту супроводжується зростанням зони інтенсивного водообміну деформацією територій, руйнуванням будівель, розривами підземних мереж.

Причинами, що збільшують вірогідність зсувів, можуть бути підтоплення та вібрації. При цьому треба мати на увазі, що при проектуванні потрібно передбачити всі протизсувні заходи. У [5] наведені дані, що характеризують параметри джерел підтоплення від мережі водонесучих комунікацій та параметри джерел вібрацій.

На території України на виникнення надзвичайних ситуацій впливають більше 20 видів геологічних процесів, у тому числі природних, природно-техногенних і техногенних. Найбільш поширеними і небезпечними на території України є: зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія і карст. Основною руйнівною силою цих процесів є підземні води. Коливання у кількості і якості підземних вод, які доповнюються зміною температурного режиму, стають показником активізації того або іншого природного процесу. Геологічні небезпеки обумовлені також техногенними факторами: статичними і динамічними діями від підприємств, будівель і споруд, транспорту і різних механізмів, витоків з водонесучих комунікацій, відкачуваннями підземних вод, змінами теплових, електромагнітних і інших фізичних полів [2]. Такі зміни призводять до істотного збільшення інтенсивності, частоти і швидкості розвитку геологічних небезпек, а також до ураження окремих територій, в межах яких їх розвиток до техногенного втручання був неможливий.

Негативні наслідки процесу підтоплення пов'язані з осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті ущільнення, а також з утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек, з корозійним руйнуванням фундаментів і нижніх частин наземних конструкцій будівель і споруд, що призводить до їх прискореного зносу і деформації, із затопленням підвалів, шахт ліфтів, підземних споруд і комунікацій неглибокого залягання, заболочування безстічних понижень рельєфу.

Просідаючі породи та основні їх представники – лесові ґрунти широко розповсюджені в Україні (займають більше 80% її території). Ці ґрунти мають дуже високу пористість, досягаючи 60-65% і низьку природну вологість. Лесові ґрунти характеризуються здатністю до просідання при замочуванні внаслідок доущільнення, легко розмокають і розмиваються, а при повному водонасиченні переходять в пливунний стан. Зсуви виникають при порушенні стійкості схилів техногенними чи природними процесами, коли сили зв'язності ґрунтів менше, ніж сила тяжіння. Швидкість сповзання земляних мас може бути ледь помітною, або досягати декількох метрів в секунду.

До зсувної небезпеки відноситься до 66,1 тис. км² території України [4]. Тут можлива активізація існуючих і утворення нових глибоких блокових зсувів витискування і ковзання (зрушення), а також прояви дрібніших поверхневих зсувів звязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження. Вирішенням проблеми є вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу. Для цього необхідно мати уявлення про механізм плинності геодинамічних процесів, руйнування і зношення конструктивних елементів протягом життєвого циклу та вплив факторів зовнішнього середовища на будівельні конструкції, що неможливо без отримання об'єктивної інформації шляхом інструментальних вимірювань.

Методика досліджень

Для визначення граничних значень деформацій схилу розглядається схема ідеалізованої моделі схилу з врахуванням виникаючих поверхонь ковзання з фізико-механічними характеристиками. Така розрахункова модель (рис. 1-2) найбільш близько показує зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву, тобто розвиток деформацій та їх динаміку (розрахунок консолидації).

Виклад основного матеріалу

Територія Києва і багатьох міст України має

достатньо нерівномірний рельєф і складні гідрогеологічні умови, звичайно за таких умов зведення і експлуатація будівель і споруд на зсувних ділянках схилів у міських умовах потребує значних ресурсних витрат. Особливо це стосується будівництва на схилах будівель з підземною частиною. При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. Порівняння зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву показує, що оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції. Адже, огороження котловану може одночасно виконувати, як огорожуючу так і несучу функцію.

При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. При виборі конструктивно-технологічної схеми влаштування огороження котлованів в залежності від гідрогеологічних умов ділянки забудови рекомендується враховувати рекомендації наведені на рис. 4.

У схемі, наведеній на рисунку 3, конструкції, що не мають достатньої щільності примикання елементів огороження (шпунти та огороження з паль) не рекомендується застосовувати для влаштування котлованів з рівнем ґрунтових вод вище днища котловану. Застосування цих типів огороження у таких умовах може призвести до протікань ґрунтових вод у

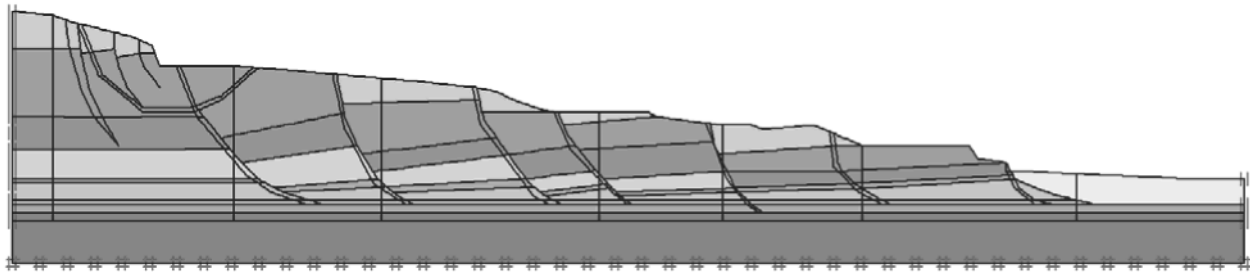


Рис. 1. Розрахункова модель схилу з додатковими прошарками послабленого ґрунту (характеристики "плашка по плашці")

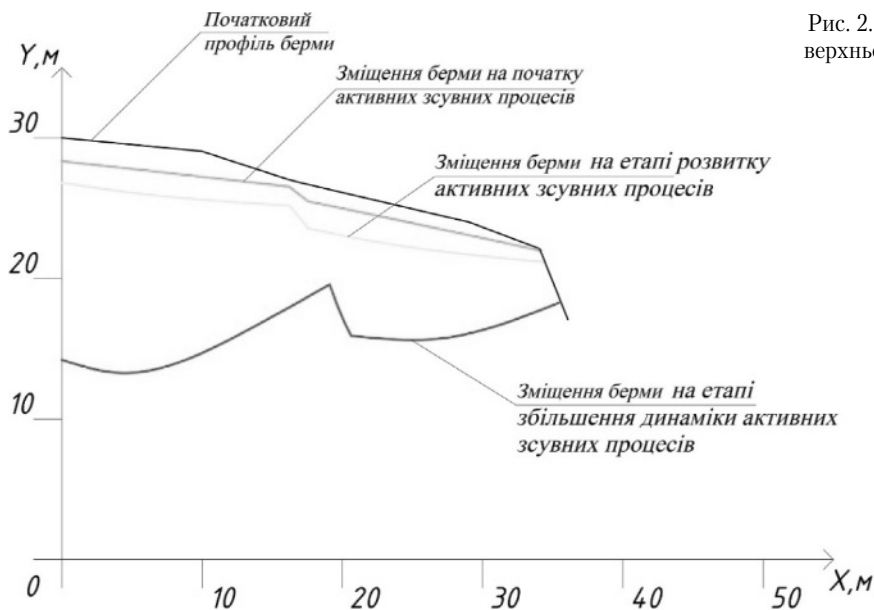
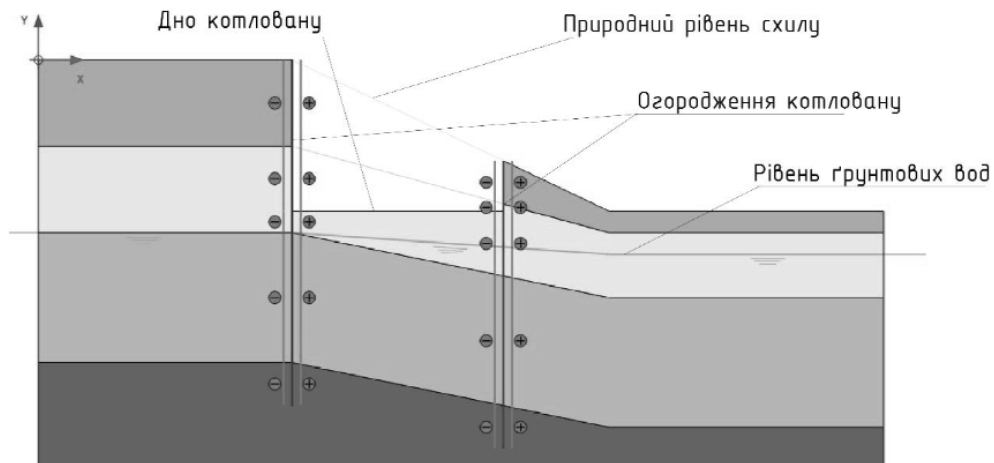
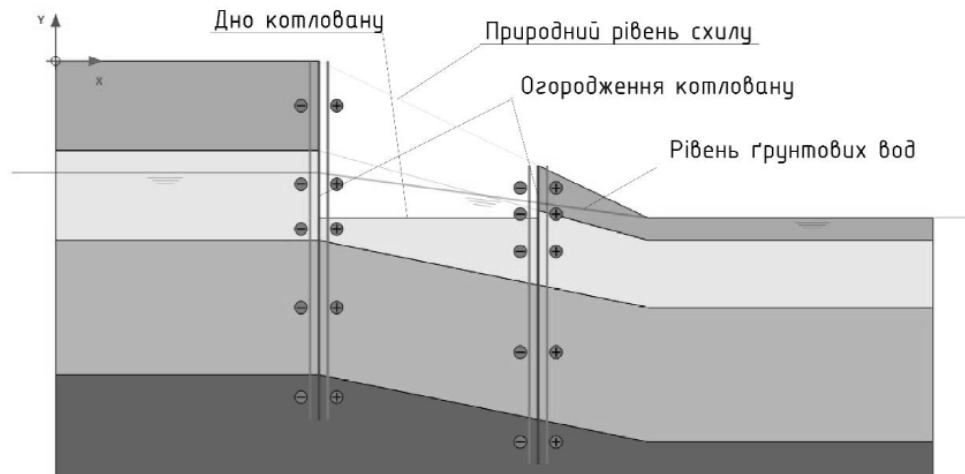


Рис. 2. Порівняння зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву



А – рівень ґрунтових вод нижче дна котловану



Б – рівень ґрунтових вод вище дна котловану

Рис.3 Схема розміщення котловану підземної частини споруди на схилі

котлован, суфозії часток ґрунту, що примикає до огороження котлованів і відповідно в якому погіршуються фізико-механічні характеристики. Особливо ці явища можуть мати негативний прояв в умовах міської ущільненої забудови, де погіршення міц-

нісних характеристик ґрунтів основи оточуючої котлован забудови може призвести збільшення осідань і деформацій цих будівель і споруд.

Також на вибір типу огороження у складних інженерно-геологічних умовах, на зсувонебезпечних



Рис.4. Алгоритм вибору конструктивно-технологічного типу огороження котловану в залежності від рівня ґрунтових вод

схилах та в умовах ущільненої забудови впливають додаткові фактори, що характеризують різні типи огороження котлованів, а саме: ґрунтові умови ділянки забудови (типи ґрунтів); водопроникливість огороження; міцність і жорсткість огороження; поглинання шуму та вібрації; вплив на оточуючу забудову; можлива глибина котловану;

швидкість будівництва; можливість сприйняття навантаження від будівлі; економічність.

Перелічені фактори суттєво впливають на ефективність конструктивних та організаційно-технологічних умов для типів огороження котлованів. В табл.1 наведено співставлення ефективності конструктивних та організаційно-технологічних рішень для різних умов і типів огороження котлованів, на підставі якої застосування систем інструментального моніторингу є ефективним для всіх варіантів конструктивних та організаційно-технологічних рішень, різних умов і типів огороження котлованів

Вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та розробка конструктивних і організаційно-технологічних рішень, щодо запобігання наслідків такого взаємовпливу дозволить мінімізувати склад компенсуючих заходів шляхом організації системи інструментального моніторингу. Метою інструментального моніторингу є отримання оперативної, необхідної та достатньої інформації про поточний технічний стан будівель, споруд та зсувонебезпечних територій для прийняття своєчасних рішень щодо реалізації компенсуючих заходів, що унеможливають техногенний та природний геодинамічний

взаємовплив територій, будівель та споруд [1].

Організація моніторингу зсувів являє собою складну інженерну задачу, для вирішення якої використовуються різні методи діагностики і контролю. Особливо складною ця задача постає при будівництві в зсувній зоні великих споруд (дороги, мости, тунелі, будівлі, підземні споруди), оскільки це призводить до істотного перерозподілу навантажень всередині зсувній маси. У відповідності до [6] основними методами інструментального контролю та моніторингу стану зсувів є: геофізичний, інклінометричний, інженерно-геодезичний, геодезичний-автоматизований, GPS-датчики, волоконно-оптична система геотехнічного моніторингу.

Організація геофізичного моніторингу зсувних процесів передбачає наявність двох етапів досліджень. На першому етапі вивчають інженерно-геологічні умови зсувної ділянки: просторові параметри зсуву; становище зони ковзання, рівня ґрунтових вод; оцінку напрямку і швидкості фільтраційного потоку; фізико-механічні властивості зсувних мас. З цією метою проводять одноразові геофізичні дослідження на підставі детальної мережі поздовжніх і поперечних профілів, прокладених на зсувному схилі. На другому етапі проводять дослідження динаміки зсувного процесу для прогнозування його можливого розвитку і розробки протизсувних заходів. З цією метою здійснюються режимні геофізичні спостереження. При цьому окремі види досліджень або їх сукупність повторюють через певні проміжки часу, тривалість яких залежить від активності зсуву. Метою режимних спостережень (моніторингу) є

Таблиця 1. Співставлення ефективності конструктивних та організаційно-технологічних рішень для різних умов і типів огороження котлованів*

Конструктивні та організаційно-технологічні рішення	Умови застосування типів огороження котлованів												
	Ґрунтові умови				Конструктивні умови				Організаційно-технологічні умови				
	Слабкі ґрунти	Вологі піски	Водонасичені піски	Ґравелісти та скельні ґрунти	Водопроникливість	Міцність та жорсткість	Можливість сприйняття навантаження від будівлі	Можлива глибина котловану	Вплив на оточуючу забудову	Шум та вібрація	Швидкість будівництва	Економічність	Система інструментального моніторингу
Огороження з металевих елементів з забіркою	-	±	-	±	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Шпунтове огороження	±	+	±	-	±	±	-	-	±	-	+	±	+
Стіна в ґрунті	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Огороження з паль	+	+	+	±	±	+	+	+	+	+	-	-	+
Огороження з застосуванням струменевої чи змішувальної технології	-	+	±	-	±	±	±	±	±	+	±	-	+

* + - ефективно; ± - потребує додаткового підтвердження; - - не ефективно.

вивчення зсувного процесу в просторі (зміна положення межі порід, порушених зсувним процесом; розвиток зсувних тріщин, активних і пасивних зон в межах зсувного схилу) і в часі (встановлення законорічностей зміни стану і властивостей порід, швидкості і механізму руху зсувних мас). У комплекс геофізичних методів, крім використаних на першому етапі, додаються високоточна гравіметрія, кругові спостереження методами сейсморозвідки та електророзвідки, спостереження за переміщенням штучних і природних геофізичних реперів.

Організація інклінометричного моніторингу полягає у наступному: буриться свердловина, потім зонд інклінометра опускається в свердловину і в процесі опускання в заданих точках проводяться виміри нахилу обсадних труб (стовбура свердловини). Далі, на основі виміряних кутів нахилу і азимута з прив'язкою до глибини занурення, розраховується траєкторія руху зонда — тобто свердловини. Цей метод передбачає, що нижній кінець труби нерухомий (знаходиться нижче площини ковзання зсуву), тому для правильного підбору глибини свердловин потрібні дані попередніх досліджень. Особливістю є те, що це глибинний метод і тому дозволяє визначити площину ковзання зсуву. Установку інклінометрів здійснюють на протизсувних спорудах і на об'єктах, що піддаються фактичному або потенційному впливу зсувів.

Організація інженерно-геодезичного моніторингу полягає у наступному: для зйомок в умовах гірської місцевості використовується тахеометрична зйомка (тахеометр — прилад, що поєднує класичний теодоліт з лазерним далекоміром). В результаті вимірювання зоровою трубою тахеометра отримують 3 координати — напрям, відстань (полярні координати) і перевищення вимірюваного об'єкта щодо точки стояння приладу.

Організація автоматизованого геодезичного моніторингу полягає у наступному: на нерухомій ділянці схилу встановлюють лазерні сканери, на контрольованій ділянці (потенційно небезпечному) ставляться кілька "цілей" (призм) для лазера. За допомогою опитувального пристрою лазер періодично сканує відстань до цілей. Це поверхневий метод, що вимагає відкритого простору, недостатньо ефективний в гірській лісистій місцевості. Відстань між лазером і цілями не перевищує 1 км в ясну погоду; в дощ, туман, сніг і т.д. можливості даного методу сильно обмежені.

Організація автоматизованого моніторингу з використанням GPS-датчиків: датчик з пристроєм GPS-позиціонування встановлюють на зсувонебезпечній ділянці. Періодично через супутниковий зв'язок відбувається визначення координат датчика. Це поверхневий метод. Точності системи вистачає не для всіх типів зсувних процесів. Для правильної роботи необхідно коректне розташування 3-х супутників (точність системи змінюється в залежності від географічного положення). Точність GPS-датчика погіршується в залежності від відстані до центральної пристрою (бази).

Організація геотехнічного моніторингу з використанням волоконно-оптичної системи: викопують траншею глибиною ~ 30 — 50 см, на дно якої укладають безперервний волоконно-оптичний сенсор

(кабель). Потім траншею засипають. Переміщення ґрунту викликають подовження / стиснення сенсора, що призводить до зміни параметрів зондуючого сигналу від аналізатора, який підключають до одного або двох кінців сенсора.

Особливості методу:

- поверхневий і глибинний метод;
- найвища чутливість серед всіх існуючих методів контролю зсувів;
- розподілений метод (сенсор є пасивним елементом, може бути будь-якої протяжності: від декількох метрів до сотень кілометрів).

Система оптимізована під безперервну роботу. Один аналізатор здатний контролювати безперервний сенсор протяжністю до 50 км. Можливо обмежитися періодичними виїзними вимірами.

Висновки:

1. Несвоєчасно виявлені та не усунені активні процеси та деформації на зсувонебезпечних схилах призводить до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких окрім матеріальних витрат, пов'язаних з відновленням експлуатаційної придатності, призводять до соціального і екологічного збитку.

2. Запропоновані розрахункові методи та рекомендації щодо створення розрахункової моделі дозволяють отримати дані про граничні значення деформацій, рівнів ґрунтових вод та інших параметрів при яких починається активізація зсувних процесів.

3. Застосування системи моніторингу з урахуванням визначених граничних параметрів дозволяє своєчасно виявити фактори та параметри, що призводять до втрати (повної чи часткової) стійкості схилу і передбачити необхідні протизсувні заходи у правильній послідовності та у необхідному обсязі.

4. До моніторингу зсувів, існує два підходи:

- використовувати слабо захищений, але точний сенсор, що має велику швидкість дії, яка дозволить вчасно скорегувати проект в разі виявлених негативних процесів підвищеної небезпеки;
- використовувати менш чутливі, але добре захищені, датчики деформації ґрунту, що здатні працювати довго без погіршення експлуатаційних властивостей.

5. Організація геотехнічного моніторингу контролю стану зсувів здійснюється:

- в режимі відвідування (періодичні режимні спостереження);
- в автоматичному режимі (повністю автоматичний моніторинг, всі точки контролю працюють і передають інформацію в режимі реального часу, тобто в режимі "online");
- частково автоматизований моніторинг, частина точок контролю працюють в автоматичному режимі (наприклад, точки контролю рівня ґрунтових вод (п'езометри) і горизонтальні екстензометричні створи за контролем зсувних переміщень), а частина точок — наприклад, точки інклінометричного контролю для виявлення глибини поверхні ковзання — в режимі відвідування. Виконання інклінометричних вимірів може здійснюватися при фіксуванні зсувних процесів в автоматичному режимі.

Література

1. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі і методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві [Текст]: монографія. / П.Є.Григоровський — К: Майстер книг, 2019. - 340 с.
2. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. ? [Электронный ресурс]: режим доступа <http://aqua-group.ru/normdocs/7677> (15.07.16). Назва з екрану. г. Днепропетровск, Перспективы развития строительных технологий: матер. конф. ? 2007. С. 86-95.
3. СП 11-105-97 Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. ? [Электронный ресурс]: режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (15.09.15). Назва з екрану.
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Київ, 2015. ? [Електронний ресурс]: режим доступу [http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-](http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-prirodnoi-bezpeki-v-ukraini-u-2014-roci)
5. ДБН В.1.1-25-2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. ? [Чинний від 2011 01 01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. С.- 52. - (Державні будівельні норми України).
6. "Методические рекомендации для органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и территориальных подсистем РСЧС по обеспечению безопасности населения и территорий при угрозе возникновения оползневых процессов, их прохождению и уменьшению последствий от них" (утв. МЧС России 10.12.2015 N 2-4-87-53-14).

Reference

1. P.Y. Hryhorovskiy. Building-information models and methods of forming organizational-technological decisions of instrumental measurements in construction [Text]: monograph. / P.Y. Hryhorovskiy - K: Master of books, 2019. - 340 p.
2. Recommendations for assessing geological risk in the territory of Moscow. - [Electronic resource]: access mode <http://aqua-group.ru/normdocs/7677> (07.15.16). Name of the screen. Dnepropetrovsk, Prospects for the development of building technologies: Mater. conf. - 2007. p. 86-95.
3. SP 11-105-97 System of regulatory documents in construction. Code of practice for engineering surveys for construction. Engineering and geological surveys for construction. Part II Rules for the production of work in areas of development of dangerous geological and engineering-geological processes. - [Electronic resource]: access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (09/15/15). Name from the screen.
4. National report on the state of technogenic and natural security in Ukraine in 2014. State Emergency Service of Ukraine. Kiev, 2015. - [Electronic resource]: access mode: <http://undicz.dsns.gov.ua/en/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta>
5. DBN B.1.1-25-2009. Protection against hazardous geological processes. Engineering protection of territories and structures from flooding and flooding. - [Valid from 2011-01-01]. - M.: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010 S.- 52. - (- State building standards of Ukraine).
6. "Methodological recommendations for executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation and territorial subsystems of the RSHS to ensure the safety of the population and territories under the threat of landslide processes, their passage and mitigate the consequences from them" (approved by EMERCOM of Russia 10.12.2015 N 2-4-87 -53-14).

П.Є. Григоровський, д.т.н., с.н.с., первый зам. директора института по научной работе,
ORCID: 0000-0003-0527-5890;

В.О. Басанский ORCID: 0000-0002-7850-7798

Л.М. Грубская, ГП "НИИСП", г. Киев

АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ

Аннотация. К оползневой опасности относится 66,1 тыс. км² территории Украины. Здесь возможна активизация существующих и образование новых глубоких блочных оползней выдавливания и скольжения (сдвиг), а также проявления мелких поверхностных оползней скольжения, вязкопластичного течения, гидродинамического разрушения и внезапного разжижения. Решением проблемы является изучение степени взаимовлияния природных и техногенных факторов геодинамических процессов на оползнеопасных территориях и разработка конструктивных и организационно-технологических решений по предотвращению последствий такого взаимовлияния. Для этого необходимо иметь представление о механизме течения геодинамических процессов, разрушение и износ конструктивных элементов в течение жизненного цикла и влияние факторов внешней среды на строительные конструкции, невозможно без получения объективной информации путем инструментальных измерений. Оптимизация конструктивно-технологических решений на этапе возведения инженерных сооружений на оползневых склонах может привести к уменьшению капиталовложений в постоянные конструктивные элементы, обеспечивающие устойчивость конструкции. Особенно это касается строительства на склонах зданий с подземной частью. Ведь ограждение котлована может одновременно выполнять, как ограждающую так и несущую функцию.

При выборе способа строительства заглубленных сооружений необходимо учитывать условия, при которых сводится конструкция. На выбор типа ограждения в сложных инженерно-геологических условиях и в условиях уплотненной застройки влияют дополнительные факторы, характеризующие различные типы ограждения котлованов, а именно: грунтовые условия участка застройки (типы почв) водопроницаемость ограждения; прочность и жесткость ограждения; поглощения шума и вибрации; влияние на окружающую застройку; возможная глубина котлована; скорость строительства; возможность восприятия нагрузки от здания; экономичность.

Изучение степени взаимовлияния природных и техногенных факторов геодинамических процессов на оползнеопасных территориях и разработка конструктивных и организационно-технологических решений по предотвращению последствий такого взаимовлияния позволит минимизировать состав компенсирующих мероприятий путем организации системы инструментального мониторинга.

Ключевые слова: оползнеопасный склон, оптимизация, расчет, мониторинг

P. Hryhorovskiy, Doctor of Technical Science, Senior Science Specialist

ORCID: 0000-0003-0527-5890;

V. Basanskyi, Head of Sector,

ORCID: 0000-0002-7850-7798

L. Hrubka, The state "Research institute of building production" (NDIBV), Kyiv

ANALYSIS OF THE INITIAL DATA OF DETERMINING THE VOLUMES OF INSTRUMENTAL MONITORING OF LANDSCAPE SLOPES

Abstract. *66.1 thousand km² of the territory of Ukraine belongs to landslide hazard. It is possible to activate existing and the formation of new deep block landslides of extrusion and sliding (shear), as well as the manifestation of shallow surface landslides of sliding, viscoplastic flow, hydrodynamic fracture and sudden dilution. The solution to the problem is to study the degree of interaction of natural and technogenic factors of geodynamic processes in landslide-hazardous territories and to develop constructive, organizational and technological solutions to prevent the consequences of such interference. For this, it is necessary to have an idea of the mechanism of the flow of geodynamic processes, the destruction and wear of structural elements during the life cycle and the influence of environmental factors on building structures, it is impossible without obtaining objective information through instrumental measurements.*

Optimization of structural and technological solutions at the stage of erection of engineering structures on landslide slopes can lead to a reduction in capital investment in permanent structural elements that ensure structural stability. This is especially true for the construction of underground buildings on the slopes. Indeed, the pit fence can simultaneously perform both a protecting and bearing function.

When choosing a construction method for buried structures, it is necessary to take into account the conditions under which the construction is reduced. The choice of the type of fence in difficult geotechnical conditions and in the conditions of compacted development is influenced by additional factors characterizing the different types of foundation pit fencing, namely: soil conditions of the built-up area (soil types) permeability of the fence; strength and rigidity of the fence; noise and vibration absorption; impact on surrounding buildings; possible pit depth; construction speed; the possibility of perceiving the load from the building; profitability.

Studying the degree of interaction of natural and technogenic factors of geodynamic processes in landslide-hazardous territories and developing constructive, organizational and technological solutions to prevent the consequences of such interference will minimize the composition of compensating measures by organizing an instrumental monitoring system.

Keywords: *landscape slope, optimization, calculation, monitoring*