

## **ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ЛЕСОВИХ СХИЛІВ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ**

Корнієнко М.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури

Булгаков В.П.

КП “Спеціалізоване управління протизсувних підземних робіт”  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Проведення в умовах міста скрупульозного аналізу причин різноманітних ускладнень (включаючи деформації і аварії будівель і споруд) виявляє суттєву роль рівня інженерно-геологічного вишукування і наявності інформації з приводу забезпечення безпеки, надійності і ефективності будівництва в складних природно-технічних умовах міста.

**АННОТАЦИЯ:** Проведение в условиях города скрупулезного анализа причин различных осложнений (включая деформации и аварии зданий и сооружений) выявляет существенную роль уровня инженерно-геологического изыскания и наличия информации по обеспечению обеспечения безопасности, надежности и эффективности строительства в сложных природно-технических условиях города.

**ABSTRACT:** Conducting in a city a detailed analysis on the causes of various complications (including deformation as well as crash of houses and buildings) reveals an important role of the level of geological and engineering search and the availability of the information on safety, reliability and efficiency in the construction under the complex natural and technical conditions of a city.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** лесові ґрунти, міська забудова, інклінометр, геологічне середовище.

Київ відомий світу, як місто з унікальним мальовничим ландшафтом. В той же час його геологічна структура є надзвичайно вразливою. Природні геологічні процеси – утворення ярів, виникнення та зміна русел

річок та струмків – супроводжували всю історію розвитку міста. Цим процесам сприяла, особливо в останні 200 років, непродумана діяльність людини у вигляді безперервної вирубки лісу на схилах, підрізування схилів, будівництво на схилах нових будівель і споруд.

Київ побудований на території, яка по містобудівним нормам мало придатна для будівництва, особливо висотного. Перепад висотних відміток на невеликій території історичної частини Києва досягає 100 метрів, при чому третя частина цієї території є зсувонебезпечною і суффозійно-небезпечною. Якщо до цього додати просідання лесових ґрунтів на значній частині території міста, розповсюдження в нижній частині схилів дрібнозернистих обводнених пісків, підйом рівня ґрунтових вод на Печерську і території стародавнього Києва до 3...6 метрів, то такий “набір” складних ґрунтових умов не має ні одна європейська столиця. Відмінною рисою лесових ґрунтів є їх непередбачуваність. До небезпечних територій, які можуть “поплисти” в будь-який момент, можна віднести схили Батієвої Гори, Куренівки, правий схил долини Дніпра (південний спуск від Андріївської церкви), ділянка на перехресті Дніпровського узвозу з Набережним шосе та інші території. Відмічені дві зони Києва, на яких розвиваються зсувні процеси: Придніпровська (правий корінний схил долини Дніпра, ділянки ярів і балок, що прорізають цей схил) і Міська (схили долин річки Либідь та її балкові мережі). На цих територіях, що займають більш ніж 400 га, за останні 4 роки утворилось близько 120 потенційних зсувів. Висновок однозначний: передбачити все неможливо, тому краще відмовитись від будівництва на таких територіях [8, 10 - 12].

Сьогодні почастішали випадки будівництва нових об'єктів на схилах, що пов'язані з більш доступною та зручною формою приватизації ділянок, що є економічно доступними.

Для великої кількості таких майданчиків є характерним розповсюдження лесових ґрунтів. За цією ознакою можна виділити три характерних регіони, що відносяться до зсувонебезпечних регіонів території України:

I – Північно-Східний (Сумська, Херсонська, Полтавська, Луганська, Дніпропетровська області) – потужність лесових відкладень на цих ділянках 10...20 м. Ці лесові ґрунти не просідають під дією власної ваги при замочуванні. Вони покривають з поверхні схили, що можуть мати можливість розвитку зсувних процесів у вигляді зсувних потоків, проте на ділянках балок схилів річкових долин розташовані лесові відклади, що залягають на лесових плато. Може виникати можливість розвитку глибинних, в окремих випадках навіть ступінчастих зсувів. Потрібно відзначити, що поступові прояви будівництва на зсувних територіях довгий час на практиці не несли загрози в будівництві.

II – Придніпровський (простягається від Києва по Дніпру до Херсона). Ці зсуви інколи мають катастрофічну природу. Був схожий зсув

в мікрорайоні Тополь-2 в м. Дніпропетровськ. Починаючи від Дніпропетровської обл. до Херсонської ця територія може просідати під дією власної ваги при водонасиченні, що викликає особливий характер при зсувонебезпечності.

III – Причорноморський (Одеса та територія плато, що прилягає до берегової лінії) – розвиток зсувних процесів є різним, а тому і інженерний захист цих територій буде різний. Його можна буде визначити тільки при наявності певного досвіду.

Розглянемо більш глибоко характер формування зсувів на ділянках поширення лесових ґрунтів на території м. Києва. Зсувних об'єктів зафіксовано близько 150. Протягом 100 років ведуться інженерно- геологічні спостереження за зсувонебезпечністю на території м. Києва [4, 5, 7].

Інженерний захист лесових схилів в умовах міської забудови включає в себе окремий моніторинг деформацій ґрунтового масиву. Розглянемо результати річних спостережень визначення змін рівня ґрунтових вод (РГВ) від впливу будівництва офісно-житлового центру з підземним паркінгом на вул. Мечникова, в Печерському районі м. Києва. Необхідність робіт обумовлена потребою оцінки впливу будівництва на прилеглу територію. Роботи з моніторингу виконувались на вимогу ДБН В.2.1–5–2007.

Для виконання цих робіт на прилеглий до майданчика нового будівництва території були закладені п'єзометричні та інклінометричні свердловини, взятий нульовий відлік та розпочатий моніторинг.

- вивчення впливу робіт нульового циклу при будівництві об'єкту на оточуючу забудову та прилеглий до ділянки забудови схил;

- визначення величин та характеру деформацій з метою своєчасного реагування в разі їх виявлення.

- визначення змін рівня ґрунтових вод в п'єзометрах, закладених раніше;

- визначення змін геометрії, профілю стовбура інклінометричної свердловини, що викликані горизонтальними переміщеннями масиву ґрунту.

Схема розташування п'єзометричних свердловин наведена на рис. 1. Відмітки оголовків п'єзометрів визначені в Балтійській системі висот методом геометричного нівелювання. За вихідний прийнято репер будівельної розбивочної мережі з відміткою 171.565 м.

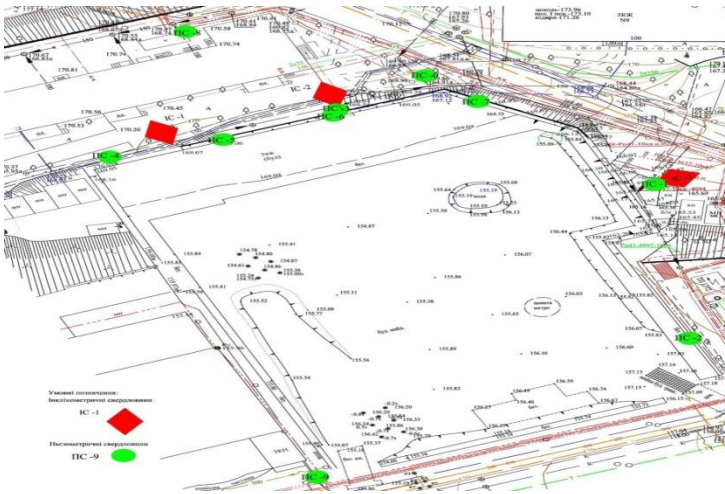


Рис. 1. Схема розташування інклінометричних та п'єзометричних свердловин, облаштованих на майданчику будівництва офісно-житлового центру на вул. Мечникова в м. Києві

За даними вимірювань встановлено наступне.

**По свердловині ПС-0:**

- мінімальний РГВ – 163.83 м;
- максимальний РГВ – 163.99 м;
- середній рівень за період спостережень – 163.92 м;
- амплітуда коливань – 0.16 м.

За весь період моніторингу (з 08.06.2015 р., 373 дні) рівень у свердловині впав на 0,02 м.

**По свердловині ПС-1:**

- мінімальний РГВ – 159.19 м;
- максимальний РГВ – 150.01 м;
- середній рівень за період спостережень – 159.46 м;
- амплітуда коливань – 0.82 м.

За весь період моніторингу (з 08.06.2015 р., 373 дні) рівень у свердловині піднявся на 0.16 м.

**По свердловині ПС-8:**

- мінімальний РГВ – 166.93 м;
- максимальний РГВ – 167.81 м;
- середній рівень за період спостережень – 167.32 м;
- амплітуда коливань – 0.88 м.

За весь період моніторингу (з 08.06.2015 р., 373 дні) рівень у свердловині піднявся на 0.14 м.

**По свердловині ПС-9:**

- мінімальний РГВ – 150.41 м;
- максимальний РГВ – 150.80 м;
- середній рівень за період спостережень – 150.58 м;
- амплітуда коливань – 0.39 м.

За весь період моніторингу (з 08.06.2015 р., 373 дні) рівень у свердловині піднявся на 0.02 м.

Ще в квітні 2006 року на засіданні “Будівельного клубу” А. Білеуш, один із авторів дійсних будівельних норм (ГСН В.1.1-3-97 “Інженерний захист будівель і споруд. Основні положення”), висловив свою думку про будівництво на лесових ґрунтах в Києві. Весь історичний центр Києва розташовується на товщі лесових ґрунтів, які при водонасиченні повністю втрачають свою міцність і стійкість. Лесові зсуви (просідання ґрунтів) в місті виникають навіть від зрошення. Тому при проектуванні будівель поряд із схилами необхідно обов’язково розробляти і будувати спеціальні засоби захисту, різноманітні в залежності від об’єкта будівництва, протизсувні споруди.

Схили в Києві складаються переважно із пухких порід, чутливих до водонасичення. Стан ґрунтових масивів залежить від цілого ряду факторів: кліматичних, сейсмічних, фізико-хімічних, які і впливають на те, що ґрунти починають зрушуватися. Шляхи зміцнення зсувних ділянок різноманітні і залежать від функціонування схилу. Це можуть бути підпірні стіни, створення дренажних систем тощо.

Принципові значення для інженерного захисту схилів в умовах міської забудови мають:

- 1) підвищення потреб до дотримання програми і поетапності виконання, складу і об’єму виконаних робіт і їх детальній експертизі;
- 2) проведення інженерно-геологічних вишукувань на всіх етапах проектування і експлуатації об’єкта;
- 3) установка (розширення) границі території вишукувань та глибину вивчення масива ґрунтів в межах всієї зони впливу проектного чи реконструйованого об’єкта на геологічне середовище і на навколишню забудову.

Проведення в умовах міста скрупульозного аналізу причин різноманітних ускладнень (включаючи деформації і аварії будівель і споруд) виявляє суттєву роль рівня інженерно-геологічного вишукування і наявності інформації з приводу забезпечення безпеки, надійності і ефективності будівництва в складних природно-технічних умовах міста. Тому необхідно розробляти рекомендації для проведення інженерно-геологічних вишукувань у відповідності до функцій створення системи

“Геологічне середовище – будівельний об’єкт підвищеного ризику та інженерної складності (БОПРІС) – забудована міська територія”. Для забезпечення такого проектування БОПРІС необхідно:

1) підготувати і використати попереджуючу передінвестиційну вишукувальну інформацію;

2) включати в склад проектно-вишукувальних робіт додаткову стадію “ТЕС” (до стадії “проект”), що передбачає проведення спеціальних вишукувань;

3) ввести обов’язкову систему науково-технічного супроводу, експертизи і моніторингу;

4) вважати обов’язковим виконання оцінки геологічного ризику будівництва;

5) реалізувати територіально-зональний підхід до проведення інженерно-геологічних вишукувань;

б) суворо дотримуватись принципу комплексного вивчення масиву ґрунтів різноманітними методами зі збільшенням об’єму вишукування в 1,5...2 рази, а в складних геологічних умовах в 2...3 рази порівняно з передбаченнями дійсних нормативних документів [1 - 3, 6, 9].

Ми вважаємо, що особливу увагу слід приділяти підвищенню потреб до рівня інженерно-геологічної інформації для БОПРІС, яка обов’язково повинна включати:

- відомість про характер техногенних змін геологічного середовища на території, яка вивчається за попередній період будівництва;

- повна характеристика інженерно-геологічних умов на момент проектування і будівництва;

- коротко-, середньо- і довгострокові прогнози очікуваних змін важливих параметрів інженерно-геологічних умов; широкий комплекс інженерно-технологічних рекомендацій з проектування, зведення і експлуатації БОПРІС і забудованої навколишньої території в цілому.

Тут є ще й деякі нюанси. Так, інженерно-геологічні вишукування напряму пов’язані з основами фундаментів висотних будівель. Навантаження під ними досягають 0,5...0,8 МПа, що змушує закладати їх в глибоких (більш ніж 6 м) котлованах. Але тоді ґрунти основної частини “працюють” зовсім по іншому: в результаті зменшення до нуля природного тиску ґрунти “розвантажуються” і “піднімають” дно котловану. Так відображується їх “пам’ять” про існуючий раніше тиск від власної ваги. Та при наступному навантаженні від будівлі, яке перевищує природне, ґрунт різко міняє свої деформаційні характеристики. Таким чином, замість однієї, традиційної характеристики “модуля деформації”, з’являється одразу три модуля: розвантаження, повторного навантаження і довантаження (вище природного). Ця обставина приводить до необхідності

розробки методів визначення “зайвих” параметрів і методів розрахунку просідання, що дозволить також вирішити проблеми, пов’язані з впливом нових будівництв на вже існуючі, розташовані поряд будинки і споруди.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007. – [Чинні від 2008-01-01]. - К. : Мінрегіонбуд України, 2007. - 13 с. - (Державні будівельні норми України).
2. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. – М.:Стройиздат, 1978. – 375 с.
3. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений: (к СНиП 2.02.01–83) / НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1986.– 415 с.
4. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов, В. А. Ильичев, В. И. Крутов и др.: под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. – (Справочник проектировщика).
5. Голодковская Г.А. Экологическая геология – наука о геологической среде / Голодковская Г.А., Куринов М.Б. // Геоэкология. –1994. – №2. –С. 29 – 36 с.
6. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования: СНиП 2.01. 15–90. – М., 1991. – 22 с.
7. Говард А.Д. Геология и охрана окружающей среды / Говард А.Д., Ремсон И. – Л.: Недра, 1982. – 587 с.
8. Демчишин М.Г. Устойчивость оснований сооружений в лессовых грунтах на склонах / Демчишин М.Г. // Проблемы защиты строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах. – Киев, 1987. – С. 171–174.
9. Гридневский А.В. Микроструктуры лессовых грунтов в условиях техногенного воздействия и методы их исследования / Гридневский А.В., Передельский Л.Б. // Лессовые просадочные грунты как основания зданий и сооружений. – Барнаул, 1990. – Кн. 2, ч. 1. – С. 62–65.
10. Заморій П.К. Четвертинні відклади Української РСР / Заморій П.К. – К.: Вид-во Київ. Ун-ту, 1961. – 550 с.
11. Краев В.Ф. Инженерно-геологические свойства юрских глинистых пород района Каневских гляциодислокаций в связи с условиями их формирования / Краев В.Ф. // Докл. АН СССР. – 1964. – Т. 136. – №5. – С. 1186–1188.
12. Котлов Ф.В. Город и геологические процессы / Котлов Ф.В., Брашнава И.А., Сипягина И.К. – М.: Наука, 1967. – 226 с.

## REFERENCES

1. DBN B.2.1 - 5 – 2007. Scientific and technical support of construction projects. - Kyiv, 2008.
2. Guidelines for the design of buildings and structures bases. - Moscow: Stroyizdat, 1978. - 375 p.
3. Manual for the design bases of buildings and structures (for CNR 2.02.01-83) / Gersenov RIBUC - Moscow: Stroyizdat, 1986.- 415 p.
4. Grounds, foundations and underground structures / M. I. Gorbunov-Posad, V.A. Il'ichev, V. I. Krutov and others.: edited by. E. A. Sorochan and Yu. G. Trofimenko. - Moscow: Stroyizdat, 1985. - 480 p. - (Designer's guidebook).
5. Golodkovskaya G. A., Kurinov M. B. Environmental geology - the science of geological environment // Geocology. - 1994. - №2. - P. 29 - 36 p.
6. CNR 2.01. 15-90. Engineering protection of territories, buildings and structures from dangerous geological processes. The main provisions of projecting. - Moscow, 1991. - 22 p.
7. Howard A. D, Remson I. Geology and environmental protection. - L.: Nedra, 1982. - 587 p.
8. Demchishin M. G. Stable base construction in loess soils on the slopes // Problems of protection and construction of buildings on collapsing soils. - Kyiv, 1987. - P. 171-174.
9. Gridnevsky A. V., Peredelsky L. B. Microstructures of loess soils under the conditions of the anthropogenic impact and methods of their research // Loess soil subsidence as the foundation of buildings and structures. - Barnaul, 1990. - B. 2, Part 1. - pp. 62-65.
10. Zamoriy P. K. Glacial deposits of the Urkainian RSU. - Kyiv: Publishing house of Kyiv University, 1961. - 550 p.
11. Kraev V. F. Engineering and geological properties of argillaceous rocks of the Jurassic area of Kanev glacier dislocation under the conditions of their formation / Report of the USSR Academy of Sciences. - 1964. - V. 136. - №5. - S. 1186-1188.
12. Boiler F. V., Brashnina I. A., Sipiagin I. K. City and geological processes. - Moscow: Nauka, 1967 - 226 p.

Стаття надійшла до редакції 11.08.2016 р.