

ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ДІЛЯНКИ НОВОГО БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ НА ЗСУВНОМУ СХИЛІ В ГОЛОСІЇВСЬКОМУ РАЙОНІ м. КИЄВА

Шумінський В.Д., Дмитрієв Д.А.

ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: На даний час будівництво значної кількості нових об'єктів відбувається на територіях, на яких можливі прояви небезпечних інженерно-геологічних процесів, в тому числі зсувів. Тому при проектуванні і будівництві слід вирішувати питання інженерного захисту території.

АННОТАЦИЯ: В настоящее время строительство многих объектов происходит на территориях, на которых возможны проявления опасных инженерно-геологических процессов. Поэтому при проектировании и строительстве следует решать вопросы инженерной защиты территории.

ABSTRACT: Currently, the construction of a significant number of new facilities takes place in areas where possible manifestation of complex geological processes, including landslides. Therefore, the development of technical documentation should decide artificial protection area.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: зсув, стійкість, інженерний захист території.

ВСТУП

Будівництво нових об'єктів все частіше відбувається на ділянках, на яких можливі прояви небезпечних геологічних процесів, зокрема зсувів. Це потребує виконання додаткових заходів з інженерного захисту не лише ділянки будівництва, але, як правило, і прилеглої до неї території. При цьому слід звертати увагу не лише на основний дестабілізуючий фактор небезпечних процесів, але і на супутні їх прояви, що можуть призвести до активізації зсувів.

При розробці заходів з інженерної підготовки для захисту об'єктів, що будуються, від проявів небезпечних геологічних об'єктів слід виконувати вимоги наступних нормативних документів: ДБН В.1.2-14-2009 [1]; ДБН А.2.1-1-2008 [2]; ДБН В.1.1-24:2009 [3]; ДБН В.1.1-3-[4]; ДБН В.1.1-25-2009 [5].

Інженерний захист території, будівель та споруд від зсувів – це комплекс інженерних споруд, інженерно-технічних, організаційно-господарських і соціально-правових заходів, що забезпечують захист територій та об'єктів, регулюють гравітаційні процеси на схилах та запобігають їх негативному прояву.

Споруди інженерного захисту повинні функціонувати в екстремальних умовах. Якщо можливі негативні впливи небезпечних геологічних процесів на ці території, будівлі та споруди, в проекті слід передбачити компенсаційні заходи з інженерного захисту.

Термін служби об'єктів і заходів інженерного захисту повинен відповідати строкам служби об'єктів, що підлягають захисту. Заходи інженерного захисту слід проектувати комплексно з урахуванням прогнозу зміни природних умов, що пов'язані зі зведенням об'єктів захисту і освоєння території. При наявності різних видів небезпечних геологічних процесів заходи інженерного захисту повинні розроблятися з урахуванням усіх небезпечних факторів і особливостей роботи інженерних споруд.

Метою інженерного захисту територій, будівель та споруд від небезпечної (руйнівної) дії небезпечних геологічних процесів згідно вимог ДБН А.2.1-1-2008 [2] є попередження, усунення або зниження до безпечного рівня їх негативного впливу на об'єкти і території.

Постановка задачі. На даний час забудовано більшість територій зі звичайними інженерно-геологічними умовами. Це призвело до того, що нові об'єкти будівництва проектуються та зводяться на ділянках зі складними інженерно-геологічними умовами. Ці ділянки характеризуються значними перепадами відміток поверхні, можливістю активізації зсувних процесів, високими рівнями стояння ґрунтових вод, наявністю ґрунтів, що мають особливі властивості тощо. На гідрогеологічний режим території впливають конструкції нових споруд, що зводяться на цих ділянках. В більшості випадків цей вплив негативний, оскільки може призвести до порушення стійкості, природної циркуляції води (баражний ефект), викликати просідання ґрунту. Це призводить до необхідності розроблення додаткових заходів із захисту нових об'єктів, що повинні забезпечити їх безпечну експлуатацію. Впровадження цих заходів, зазвичай, призводять до подорожчання проектних і будівельних робіт.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В статті наведено результати аналізу проведення робіт з інженерного захисту території на ділянці будівництва житлового комплексу в Голосіївському районі м. Києва. Будинок має висоту 69,00 м та 24 поверхи і відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС3.

Ділянка будівництва розташована поруч зі схилом. Верхня частина схилу забудована та спланована. Абсолютні відмітки денної поверхні землі на ділянці вишукувань у верхній частині схилу змінюються від 144,02 м до 148,04 м. Абсолютні відмітки поверхні землі у нижній частині схилу змінюються від 106,8 м до 107,35 м. Перепад висот на схилі складає 40,0...45,0 м. Схил досить крутий, в нижній частині вкритий парослями болотної рослинності. У підніжжя схилу розташований ставок, вода з якого скидається в р. Дніпро. На схилі періодично спостерігаються зсуви-обвали ґрунтів.

В 2007 р. на цій ділянці планувалося будівництво багатоповерхового будинку. При проектуванні були виконані розрахунки з оцінки стійкості схилу, за результатами яких зроблено висновок про те, що схил не має необхідного запасу стійкості і в 2008 р. всі роботи на цьому об'єкті були зупинені.

Для оцінки стійкості схилу були виконані відповідні розрахунки. Оцінка стійкості виконувалась за методом Шахунянца і за методом круглоциліндричних поверхонь ковзання.

Розроблено проект житлового комплексу у складі двох 24-х поверхових житлових будинків та трьохповерхового відкритого паркінгу. Житлові будинки мають висоту 69,0 м, з розмірами в плані $\approx 24,3 \times 45,0$ м. Паркінг – триповерховий, частково вписаний в схил, має форму, близьку до трапеції, з розмірами $\approx 33,5 \times 70,5$ м. Конструктивна схема будинків – монолітний залізобетонний каркас. Фундаменти – залізобетонна монолітна плита товщиною 1500 мм та буроін'єкційні палі діаметром 620 мм, довжиною 39,65 м. Палі заглиблюються в мергельну глину. Фундаменти планується використовувати як утримуючу споруду для забезпечення стійкості схилу.

В 2015 році, в порівнянні з 2007 роком, обрис схилу значно змінився через зсув на ділянці в 2010 році. Зокрема два значних зсуви відбулися безпосередньо на межі майданчику. Один зі зсувів стався із захопленням до п'яти метрів будівельного майданчику. В межах зсувів схил має майже вертикальні укоси (кут нахилу до 80^0) та перепади відміток більше 20,0 м. Крім того, у підніжжі схилу були зустрінуті лесовидні ґрунти та ґрунти харківського горизонту, які на майданчику житлового будинку розташовані на вищих відмітках, що свідчить про наявність зсувів в минулому.

На теперішній час схил характеризується як зсувний, що підтверджується спостереженнями КП «СУПР» м. Києва. На протязі останніх років у зсувному процесі було задіяно 3000 м³ ґрунтових мас. Профіль схилу з постійно змінюється у зв'язку зі зсувами ґрунтів.

Як наслідок, ця ділянка була внесена до реєстру небезпечних зсувних ділянок м. Києва.

За даними вишукувань в геологічній будові ділянки на розвідану глибину приймають участь: насипні ґрунти; делювіальні відклади; еолово-делювіальні відклади; відклади полтавського горизонту – супіски та піски; відклади харківського горизонту; відклади київського горизонту (глини мергельні); відклади бучацького горизонту.

Гідрогеологічні умови майданчика характеризуються наявністю витриманого горизонту підземних вод. Підземні води у верхній частині схилу зафіксовано на глибинах до 23,5 м; в нижній частині схилу на глибині 1,0...1,2 м. Живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, витоків з водонесучих комунікацій та надходження вод з більш вищих ділянок схилу. Розвантаження горизонту відбувається вниз по схилу. Водотривким шаром служать глинисті ґрунти («київський мергель»). Прогнозне підняття рівня становить 1,0 м від зафіксованого при вишукуваннях.

Верхня ділянка схилу, де проектується житловий будинок, характеризується як не підтоплена, а нижня – як підтоплювана. На схилі та у підніжжі схилу спостерігається вихід підземних вод на поверхню у вигляді джерел, що стікають у озеро. Для відведення води від схилу та озера прокладена зливової канава до р. Дніпро.

Межі ділянки можливого розвитку зсуву та його висота приймалися згідно існуючої геоморфологічної і геологічної будови схилів, включаючи присхильові ділянки плато і підніжжя схилів.

З несприятливих інженерно-геологічних умов на майданчику будівництва житлового комплексу слід відмітити наявність лесовидних супісків та суглинків, при замочуванні яких в них можуть проявлятися властивості просідання, і як наслідок, можливі нерівномірні осідання будинків.

Заходи інженерного захисту слід проектувати комплексно з урахуванням прогнозу зміни природних умов, що пов'язані зі зведенням об'єктів захисту і освоєння території. При наявності різних видів небезпечних геологічних процесів заходи інженерного захисту повинні розроблятися з урахуванням усіх небезпечних факторів і особливостей роботи інженерних споруд.

При освоєнні території розташування житлового комплексу в Голосіївському районі м. Києва повинен бути виконаний комплекс робіт з інженерного захисту території, спрямований на запобігання негативного

впливу небезпечних геологічних, екологічних і інших процесів на територію, будівлі і споруди, а також на захист від їх наслідків.

За результатами попередніх розрахунків, що були виконані до виникнення зсуву на схилі, було отримано, що при природній вологості ґрунтів коефіцієнт стійкості схилу склав 1,055, а при повному водонасиченні ґрунтів – 0,849. В обох випадках коефіцієнти стійкості менше нормативного $k_{sn}=1,25$ (для класу наслідків (відповідальності) будинку СС3).

За результатами детальних контрольних розрахунків стійкості схилу (рис. 1), в яких обрис схилу приймався максимально наближеним до його конфігурації на ділянці, що зазнала зсуву отримано, що стійкість схилу не забезпечена (мінімальний коефіцієнт стійкості складає 0,66, що менше нормативного, рівного 1,25). Зсувний тиск при ґрунтах природної вологості склав ≈ 220 т/п. м, при повному водонасиченні ґрунтів – ≈ 280 т/п. м.

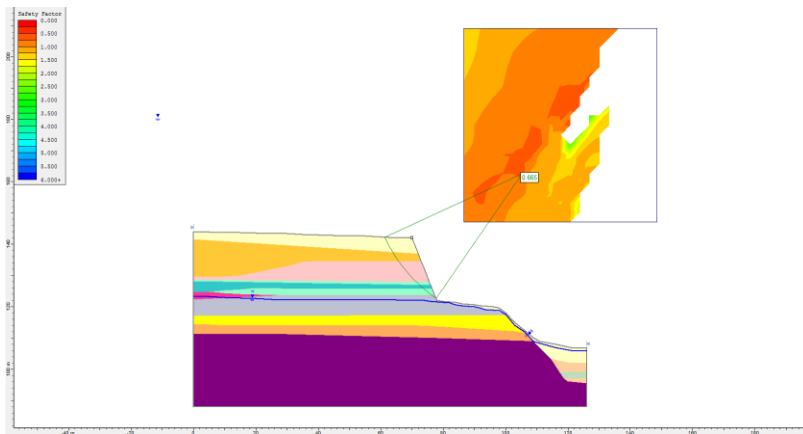


Рис. 1. Розрахункова схема до розрахунку стійкості схилу на найбільш небезпечній його ділянці

Проведені розрахунки свідчать про те, що стійкість схилу біля ділянки будівництва не забезпечена і потребує термінового проведення заходів з інженерного захисту території.

Було запропоновано виконання заходів зі збирання та відведення поверхневих вод на зсувонебезпечному схилі, виконання комбінованого дренажу під паркінгом та житловими будинками. Необхідність влаштування дренажу викликана тим, що в основі комплексу залягають ґрунти, що мають просадні властивості, замочування яких може призвести до додаткових нерівномірних деформацій будівель. Комбінований дренаж під

будівлями виконується як попереджувальний захід, для недопущення замочування ґрунтів основи при витоках води з інженерних мереж.

Комбінований дренаж складається з пластового і трубчастого дренажів. Пластовий дренаж виконується у вигляді шару щебеню під усією будівлею, а трубчастий дренаж виконується, по периметру будівлі і призначений для організованого відведення води з пластового дренажу за межі ділянки будівництва. Дренажні труби укладаються в траншеї з відповідним уклоном в рівні пластового дренажу.

З метою збереження існуючого гідрогеологічного режиму в низовій частині схилу розглядалася можливість виконання регулюючого дренажу для недопущення підняття рівнів ґрунтових вод вище відміток, що були зафіксовані при виконанні інженерно-геологічних вишукувань.

Заходи з перехоплення і відведення поверхневих вод (система нагірних лотків, закріплення схилу тощо) повинні виключити можливість інфільтрації води в тіло зсуву та основу будівель та споруд. З цією метою слід виконувати само вимощення біля кожної споруди комплексу, що проєктується.

Великі тріщини заколу при цьому слід засипати, а поверхню ґрунту - ущільнити. На підземну частину може негативно впливати тимчасовий водоносний горизонт, що може формуватися у разі аварійних витоків з інженерних мереж або при опадах або таненні снігу. Тому для захисту підземної частини від дії підземних вод, як варіант, можна розглянути влаштування гідроізоляції.

Для забезпечення безпечних умов будівництва і експлуатації житлового комплексу на ділянці будівництва Замовником було прийняте рішення про влаштування утримуючої підпірної рамної пальової конструкції та виконання вертикального планування. На ділянці, що розглядається, були розглянуті наступні заходи з підвищення стійкості ділянки: вирівнювання рельєфу схилу шляхом зменшення його крутизни; виконання терасування комплексом утримуючих споруд; влаштування підпірної рамної пальової конструкції; інші заходи.

Підпірна споруда виконується у вигляді 2 - 5 рядів буронабивних паль (що виконуються в обсадній трубі) діаметром ≈ 1020 мм, розташованих вздовж бровки схилу біля паркінгу і житлового будинку. На рис. 2 наведено генеральний план ділянки будівництва та положення пальової утримуючої споруди. На цьому ж рисунку наведено положення розрізу, для якого виконувалися основні розрахунки. На рис. 3 наведено розріз пальової утримуючої споруди.

Палі першого ряду розташовуються на відстані не менше ніж 2,0 м від бровки схилу для запобігання обвалення ґрунту або активізації зсуву при влаштуванні паль. Відстань між рядами паль – 2500 мм. Палі повинні заводитися в мергельну глину при проведенні бурових робіт не менше ніж

на 4,0 м та влаштовуватися з денної поверхні. Орієнтовна довжина паль складає 40,0...45,0 м. Палі утримуючих споруд повинні армуватися на всю довжину. Всі ряди паль повинні з'єднуватися монолітним залізобетонним ростверком висотою 1000 мм. Відмітка верху ростверку змінна і відповідає планувальній відмітці на даній ділянці.

При необхідності для підвищення стійкості схилу можливо виконання ще одного-двох рядів аналогічних паль, об'єднаних верхом монолітним залізобетонним ростверком на відстані $\approx 25,0$ м від запропонованого. При цьому розглянута можливість включення в роботу як утримуючих споруд пального фундаменту будинку та паркінгу.

В межах ділянки будівництва житлового комплексу в місцях перепадів відміток будуть виконані залізобетонні монолітні підпірні стіни кутникового профілю. Їх висота буде становити до 3,0 м.

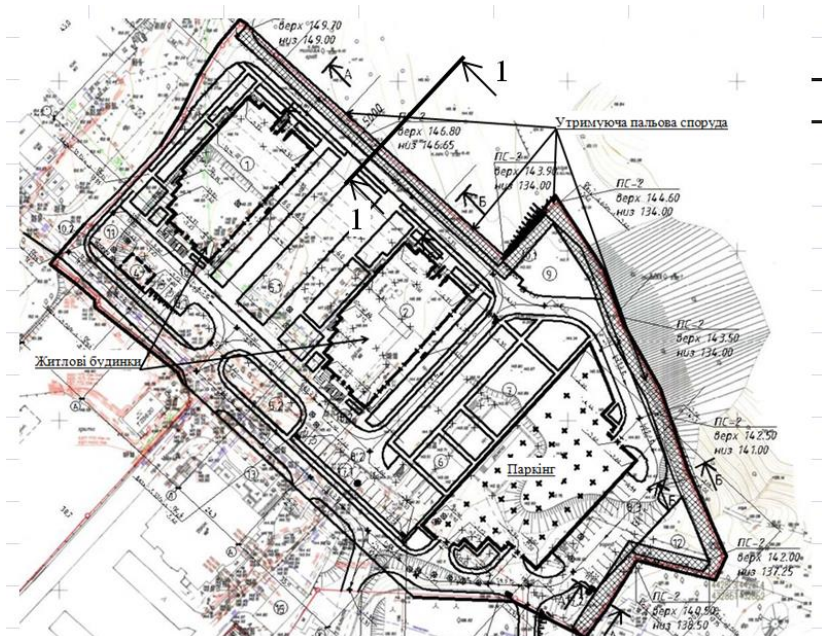


Рис. 2. Схема розташування утримуючої споруди

Реалізація комплексу заходів з інженерного захисту території, що пропонується, спрямована на забезпечення стійкості схилу і дозволить забезпечити безпечні умови будівництва і подальшої експлуатації житлового комплексу.

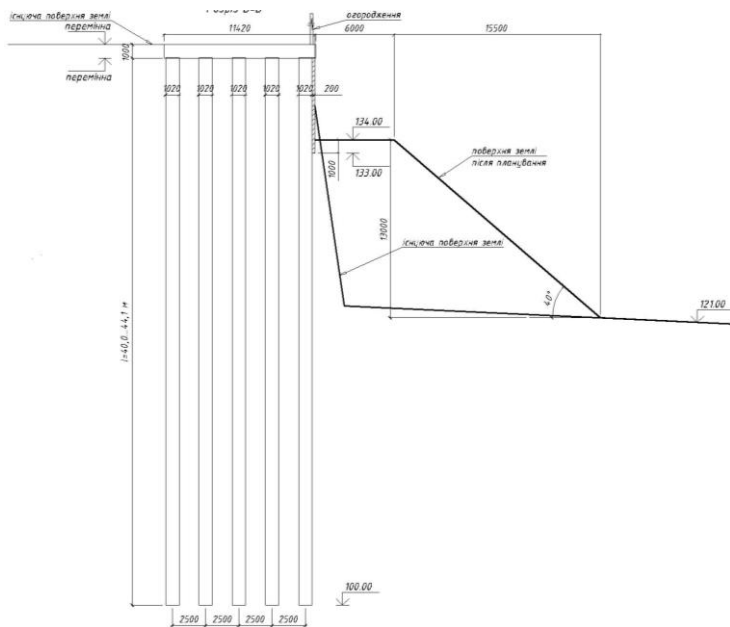


Рис. 3. Поперечний розріз 1-1 пальової утримуючої споруди

При проектуванні об'єктів на територіях, на яких можливі прояви небезпечних інженерно-геологічних процесів, в складі робочої документації повинні розроблятися заходи з інженерного захисту території, реалізація яких забезпечить подальшу безпечну експлуатацію цих об'єктів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинний від 2009-01-12]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с. (Будівельні норми України).
2. Інженерні вишукування для будівництва: ДБН А.2.1-1-2008. - [Чинний від 2008-05-02]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 76 с. (Будівельні норми України).
3. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування: ДБН В.1.1-24:2009. - [Чинний від 2010-07-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с. (Будівельні норми України).
4. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-3-97. - [Чинний від 1997-07-01]. - К.: Держбуд України, 1998. – 41 с. (Будівельні норми України).

5. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення і затоплення: ДБН В.1.1-25-2009. - [Чинний від 1997-01-07]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 30 с. (Будівельні норми України).

REFERENCES

1. Zagalni printzypi zabezpechennya nadijnosti ta konstruktivnoi bezpeku budivel, budivelnih konstruktzij ta osnov [General principles of reliability and structural safety of buildings, structures and foundations]. (2009). DBN V.1.2-14-2009 from 01st Desember 2009. Kyiv: Ukraine Ministry of Regional Development [in Ukrainian].
2. Inzhenerni vushukuvannya dlya budivnutstva [Engineering survey for construction]. (2008). DBN A.2.1-1-2008 from 05th Februaru 2008. Kyiv: Ukraine Ministry of Regional Development [in Ukrainian].
3. Zahust vid nebezpechnih geologichnih procesiv. Osnovni pologennya proektuvannya [Protection from dangerous geological processes. The main provisions of the design]. (2010). DBN V.1.1-24: 2009 from 07th January 2010. Kyiv: Ukraine Ministry of Regional Development [in Ukrainian].
4. Inzenernyj zahist terutorij, budunkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennya [Engineering protection of territories, buildings and structures of landslides and avalanches. Key provisions]. (1998). DBN V.1.1-3-97 from 1st July 1997. Kyiv: Ukraine Ministry of Regional Development [in Ukrainian].
5. Inzenernyj zahist terutorij ta sporud vid pidtoplennya i zatoplennya [Engineering protection of territories and buildings from flooding and flooding]. (2010). DBN V.1.1-25-2009 from 1st July 1997. Kyiv: Ukraine Ministry of Regional Development [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 14.07.2016 р.