

УДК 69.059.322

**АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ КРІПЛЕННЯ ГЛИБОКИХ
КОТЛОВАНІВ**

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ КРЕПЛЕНИЯ
ГЛУБОКИХ КОТЛОВАНОВ**

ANALYSIS OF EXISTING TECHNOLOGIES MOUNT DEEP TRENCH

Грецький Д.В. к.т.н., доц., **Коновал С.В.** асистент, Пономаренко І.О.
аспірант (Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси)

Грецький Д.В. к.т.н., доц., **Коновал С.В.** ассистент, Пономаренко И.О.
аспирант (Черкасский государственный технологический университет,
г. Черкассы)

Gretskyi D.V., candidate of technical sciences, **Konoval S.V.**, assistant,
Ponomarenko I.A., graduate student (Cherkasy State Technological University)

Наведені результати теоретичних досліджень існуючих технологій кріплення глибоких котлованів з врахуванням геологічних, гідрогеологічних та містобудівних умов будівельного майданчика.

Приведены результаты теоретических исследований существующих технологий крепления глубоких котлованов с учетом геологических, гидрогеологических и градостроительных условий площадки строительства.

In the article the results of theoretical studies of the existing technologies of deep excavation shoring (taking into account geological, hydro geological, and urban planning conditions of the construction site) are reported.

Ключові слова:

Котлован, кріплення, анкер.

Котлован, крепление, анкер.

Pit, shoring, anchor.

Вступ. В наш час освоєння підземного простору може, по-праву, розглядатися у світовому масштабі одним з найважливіших і динамічно розвиваючихся у цивільному та промисловому будівництві. Значну роль підземне будівництво відіграє і в Україні. Найширше будівництво підземних і заглиблених споруд проводиться на територіях великих міст і мегаполісів. Основними факторами, що сприяють необхідності використання підземного

простору міст, є як нестача вільних територій в умовах історично сформованої забудови, так і вимоги розвитку міської інфраструктури.

Стіни котлованів піддаються дії фізичних і геотехнічних факторів, в результаті чого може відбуватися їх руйнування. Такими факторами є активний і пасивний тиск ґрунту, гідростатичний тиск води, технологічні навантаження на брівку і дно котловану. Для котлованів з підвищеною заглибленістю і несприятливими геологічними умовами необхідне влаштування огорожуючих конструкцій стін та їх підсилення.

Для підсилення кріплення бортів глибоких котлованів використовуються розпирки, підкоси та ґрунтові анкери. Кріплення огорожень котлованів ґрунтовими анкерами малого діаметру та великої несучої спроможності є достатньо новим методом, так як застосовується в практиці вітчизняного будівництва не так давно. В той же час в інших країнах анкерне кріплення знайшло широке застосування. Останнім часом поряд з відомими технологіями влаштування анкерів з'являються і нові.

Аналіз останніх досліджень. В наш час існують наступні технології кріплення стін котлованів: забивні та бурові палі, «стіна в ґрунті», шпунтові стінки різних конструкцій, струменева цементация, нагелі, армування ґрунту, набриск-бетонні стенди і т.п. Ефективність застосування тих чи інших конструкцій в кожному конкретному випадку залежить від містобудівних, геологічних, гідрогеологічних, технологічних та інших умов будівельного майданчика.

Постановка мети і задач досліджень. Дослідження існуючих технологій влаштування підземних і заглиблених споруд у глибоких котлованах для використання підземного простору міст, в зв'язку з будівництвом в обмежених міських, складних інженерно-геологічних та гідрогеологічних умовах.

Сьогодні підземний простір міст використовується не тільки для розміщення інженерних комунікацій і об'єктів транспортного будівництва, але також для будівництва комплексів суспільно побутового призначення, багатоповерхових підземних гаражів і паркінгів, підприємств торгівлі, приміщень заглиблених частин житлових і офісних будівель.

Конструктивні рішення підземних і заглиблених споруд, а також способи їх влаштування залежать від об'ємно-планувальних рішень, їх призначення, глибини закладення, інженерно-геологічних умов, кліматичних і сейсмічних умов будівництва, навантажень на поверхню, наявності поблизу розташованих будівель і споруд. За способом будівництва підземні споруди поділяються на влаштовані закритим, відкритим і напівзакритим способами. Закритим способом будуються переважно лінійні споруди глибокого закладання, такі як тунелі і колектори різного призначення, похилі ходи метрополітену. Закрита проходка може здійснюватися штольною, комбайновим способом, способом так званої «новоавстрійської технології», щитовим устаткуванням, мікротунелюванням, методом продавлювання.

У розпорядженні будівельників в даний час є значний асортимент спеціального обладнання і технологій для виконання закритих підземних робіт практично на будь-яких глибинах і в будь-яких інженерно-геологічних умовах.

Переважаю більшість підземних і заглиблених міських об'єктів цивільного призначення компактних в плані, а також лінійних споруд малих глибин закладання слід влаштовувати відкритим або напівзакритим способом в котлованах. При цьому щорічний обсяг таких об'єктів підземного будівництва в світі неухильно зростає, зростає і масштаб реалізованих об'єктів будівництва. Сучасна тенденція зростання габаритів споруджуваних підземних і заглиблених споруд, що влаштовуються в котлованах, дозволяє зробити висновок про те, що при великому збільшенні в середньому кількості підземних поверхів і глибини закладення, ці показники за останні роки б'ють свої рекорди. Технічні можливості для зростання глибини проєктованих котлованів і збільшення кількості підземних поверхів в даний час, безумовно, існують. Однак ці показники стримуються такими факторами як: економічна доцільність, комфортність перебування в підземних приміщеннях, вплив на навколишню забудову, інженерно-геологічні і гідрогеологічні умови.

При цьому аварійні випадки при влаштуванні глибоких котлованів виникають не тільки через неякісне виконання будівельно-монтажних робіт, а й неграмотне проєктування.

Методика досліджень. У наші дні максимальна глибина котлованів, що проєктуються в міських умовах, зазвичай не перевищує 25-30 м, а кількість підземних поверхів – п'яти - шести.

Будівництво підземних споруд відкритим способом може здійснюватися як в котлованах без кріплення, борти яких сформовані під кутом природного укосу ґрунту, так і в котлованах, які підкріплені огорожувальними конструкціями.

Влаштування котлованів в укосах є найбільш простим і, як правило, економічним рішенням, однак застосування цього способу зустрічає безліч обмежень, особливо в умовах обмеженої міської забудови [2].

Обмеженням, в першу чергу, є необхідна глибина котловану. При збільшенні глибини закладення слід влаштовувати більш пологі укоси, площа, що займається і обсяги виїнятого з котловану ґрунту істотно зростають, що робить цей спосіб недоцільним або неможливим в зв'язку з обмеженістю майданчика. Істотно ускладнюють застосування цього методу підземні води, оскільки стає необхідним використання будівельного водозниження. Тому, котловани в укосах зазвичай влаштовуються в умовах відсутності забудови при глибокому заляганні рівня підземних вод.

Іншою технологією влаштування підземних споруд в котлованах є будівництво способом опускного колодезя [3]. Даний метод будівництва припускає влаштування на поверхні або в первинному котловані конструкції колодезя, відкритого зверху і знизу. Спосіб знайшов своє застосування переважно для будівництва інженерних споруд: стовбурів шахт, підземних

камер, резервуарів і насосних станцій. У міських умовах поблизу забудови занурення колодязів в даний час виконують вкрай рідко зважаючи на можливість розвитку осадки існуючих будівель при зустрічі з крупними включеннями в ґрунтах в процесі робіт, наявності слабких і водонасичених ґрунтів.

Будівництво підземних споруд в умовах міста, коли будівельний майданчик стиснутий і обмежений будівлями та спорудами, підземними комунікаціями, дорогами і об'єктами благоустрою, повинно виконуватися не тільки з урахуванням вимог будівельних норм та правил до надійності споруджуваних об'єктів, але також з урахуванням вимог мінімізації впливу на існуючі будівлі і геологічне середовище [4]. У обмежених умовах в переважній більшості випадків котловани проектується з використанням огорожувальних конструкцій, що дозволяють досягати зазначених цілей.

Найпростішою у виконанні і, відповідно, економічною є конструкція огороження котловану, що влаштовується з вертикальних сталевих елементів, що занурюються в ґрунт по контуру котловану. Під час розробки ґрунту в котловані між металевими елементами встановлюється огороження з дерев'яних дощок або сталевих листів, що перешкоджає осипанню ґрунту в котлован. В якості несучих сталевих елементів, як правило, використовують труби або двотаври, які занурюють в пробурені лідерні свердловини або методом вдавлювання.

Даний тип огорожі не є водонепроникним, тому в разі його використання у водонасичених ґрунтах необхідне водозниження. У порівнянні з іншими типами огороження котлованів конструкція з огороженням володіє більшою деформативністю і меншою міцністю. Діапазон застосування обмежується, як правило, глибиною котловану до 10 м, також застосування не рекомендується при наявності в основі водонасичених структурно - нестійких ґрунтів.

Дуже широко використовуються в гідротехнічному будівництві в умовах слабких водонасичених ґрунтів при високих відмітках рівня підземних вод шпунтові огороження котлованів. Такі конструкції здатні сприймати не тільки тиск ґрунту, але і гідростатичний тиск, будучи одночасно протифільтраційною завісою.

Встановлення шпунта в ґрунт здійснюється, зазвичай, віброзануренням. Шпунтові стіни, влаштовані в замок, мають досить високу жорсткість і здатні сприймати згинальні моменти, що значно перевищують граничні значення інших варіантів.

Обмеженням для використання шпунта є складність або неможливість його занурення, що залежить від інженерно-геологічних умов. В даний час цей вид огорожі глибоких котлованів отримав широке розповсюдження і в умовах щільної міської забудови, оскільки сучасна будівельна техніка здатна здійснювати влаштування шпунтового огороження за рахунок статичного вдавлювання. У зв'язку з цим, єдиним обмеженням даного методу є геологічні умови конкретного будівельного майданчика.

До внутрішніх конструкцій підсилення огорож котлованів відносять ґрунтові анкери [5]. Ґрунтовий анкер – це конструкція для передачі розтягуючих навантажень від конструкції, що закріплюється, до несучих шарів ґрунту.

Анкер складається з трьох основних частин: оголовка, анкерної тяги та кореня. Оголовок анкера – це вузол, який забезпечує попередній натяг, блокування та передачу анкеруючих зусиль на об'єкт, що будується. Корінь – це частина анкера, що забезпечує передачу зусилля на ґрунт. Тяга – це елемент, що напружується, забезпечуючи передачу зусилля від закріпленої конструкції до кореня.

Анкерне кріплення має ряд суттєвих переваг: воно звільняє внутрішній простір котлованів, спрощує ведення робіт відкритим способом, знижує матеріалоемність будівництва за рахунок усунення розпірок, підвищує безпеку виконання робіт, зводить до мінімуму небезпеку осідання.

Анкери використовуються для будівництва паркінгів під існуючими будівлями, підсилення фундаментів, захисту від ґрунтових зсувів місцевості, також поширене кріплення стін тунелів, шахт та інших заглиблених споруд.

Результати досліджень. Огорожа котловану в ідеальному випадку має поєднувати в собі такі основні функції: сприймати бічний тиск ґрунту, бути протифільтраційною завісою і сприймати гідростатичний тиск підземних вод, при необхідності сприймати вертикальні навантаження, мінімізувати вплив котловану на навколишню забудову. Найбільш повно поєднанню всіх цих функцій відповідають конструкції, що влаштовуються способом «стіна в ґрунті».

Висновки. Інноваційні технології обумовлюють прогресивні зміни, забезпечуючи динамічний розвиток будівельної галузі, в першу чергу, за рахунок зниження вартості і строків будівництва, підвищуючи якість, комфортність проживання та експлуатації об'єктів, що зводяться.

Розвиток технологій кріплення стін глибоких котлованів, у поєднанні з сучасними тенденціями будівництва, має значний потенціал розвитку.

Застосування розглянутих конструкцій направлене на підвищення безпеки виконання будівельних процесів, скорочення термінів будівництва та капітальних витрат в цілому.

Враховуючи різноманітні фактори, що діють на стінки котлованів в сучасних умовах можливо підібрати універсальну конструкцію в кожному конкретному випадку, для використання в підземному будівництві та для влаштування огорож котлованів і захисту їх від підземних вод.

1. Еремін В.Я. Крепление бортов глубоких котлованов: материалы семинара SCADGroup 5-8 октября 2009 года – Киев, 2009. 2. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов: Российская Академия архитектуры и строительных наук – Москва, 2004. 3. ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти. Основні положення проектування» – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 4. Сорочан Е.А. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения – М.: Стройиздат, 1985. 5. Механика ґрунтів, основания и фундаменты. Под ред. академика РИА, д.т.н. профессора С. Б. Ухова, М., Изд. «Высшая школа», 2004.