

бетону, але вплив крупного заповнювача на його зчеплення розчином.

Величина відколу визначається як середнє арифметичне значення. Це метод застосовують для визначення міцності бетону як важкого, так і легкого бетону в діапазоні від 10 до 70 Мпа.

У даній роботі наведена коротка характеристика методів контролю якості бетону на стадії проведення будівельних і ремонтних робіт мостових споруд.

На даний період вітчизняними та зарубіжними науково-дослідними інститутами розроблені і апробовані десятки інших методів контролю якості різних матеріалів і виробів, використовуваних в мостобудуванні.

Аналіз своєчасного і постійного контролю якості будівельних матеріалів і елементів конструкцій споруд з використанням сучасних методів контролю якості будівельних матеріалів був і залишається основою надійності і довговічності мостових споруд при виробництві будівельних і ремонтних робіт

#### **Литература:**

1. Смирнов В.Н., Чижов С.В. Менеджмент в машиностроении – СПб, изд-во ДНК-2008 – 260с.
2. Кислов А.Т., Бильченко А.В., Игнатъев А.В. К вопросу продления срока службы мостовых сооружений – Науковий вісник будівництва 2017 т.88 №2.
3. ДБН В.1.2–14–2009 СНББ Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ – К.Мінрегіонбуд України 2009-50с.

## **ДЕФОРМАЦІЇ ОСНОВ БУДІВЕЛЬ ПОБЛИЗУ ГЛИБОКИХ КОТЛОВАНІВ І ПІДЗЕМНИХ ВИРОБОК**

*Ніколаенко А.М., ДМ-42т3-17, ХНАДУ  
Керівник: доц. каф. МКБМ Синьковська О.В.*

В останні десятиліття у великих містах України і зарубіжжя ведеться будівництво з освоєнням підземного простору в умовах тісної міської забудови. У зону впливу глибоких котлованів і підземних виробок (наприклад, автодорожніх, комунікаційних

тунелів, тунелів метро) потрапляють будівлі і споруди, що мають народно-господарське, а найчастіше, культурно-історичне значення. У зв'язку з цим виникає проблема забезпечення збереження існуючої забудови.

Існуючі будівлі, особливо в історичних частинах міст, мають великий термін експлуатації, протягом якого деформації, на які були розраховані їх конструкції при проектуванні, здебільшого реалізувалися. Для того, щоб забезпечити їх загальну конструктивну стійкість, необхідно або застосувати такі технології зведення поруч з ними об'єкта з підземною частиною, які мінімізують додаткові деформації від нового будівництва, або влаштувати для будівель захисні заходи.

В узагальненні світового досвіду будівництва поблизу глибоких котлованів [1] відзначається, що переміщення ґрунту залежать від ряду факторів: інженерно-геологічних умов і рівня підземних вод, методів будівництва, в тому числі жорсткості конструкцій котлованів і виду розпірної системи. Так перші узагальнення експериментальних спостережень за деформаціями ґрунтового масиву поблизу глибоких котлованів зробив Пек (1969) [2]. Він встановив характер розвитку вертикальних деформацій поверхні ґрунту (осідань)  $u_v$ , приведених до глибини котловану  $H$ , за межами його огорожі для різних зон ґрунту: зона I – піски і глини напівтверді і тверді, зона II – м'які (м'якопластичні і пластичні) глини і зона III – дуже м'які глини (текучопластичні і текучі). При цьому Пек проаналізував осідання поверхні за межами котлованів, огорожених суцільним шпунтом, шпунтом з труб і з розпірками з металевих труб.

В ході спостережень за деформаціями конструкцій котлованів, Пек [2] досліджував зв'язок між максимальними горизонтальними деформаціями огорожувальної конструкції  $u_h^{max}$  і максимальними вертикальними деформаціями поверхні за межами котловану  $u_v^{max}$  (Рис.1).

Відмітимо, що захисні заходи для будівель поблизу глибоких котлованів і підземних виробок призначаються в двох випадках: при перевищенні прогнозованих деформацій від впливу глибокого котловану або підземної виробки додаткових граничних значень; для запобігання можливого осідання ґрунту при влаштуванні огорожі (при наявності слабких ґрунтів, наприклад, водонасичених пісків, що мають пливунні властивості), що зустрічається рідше.

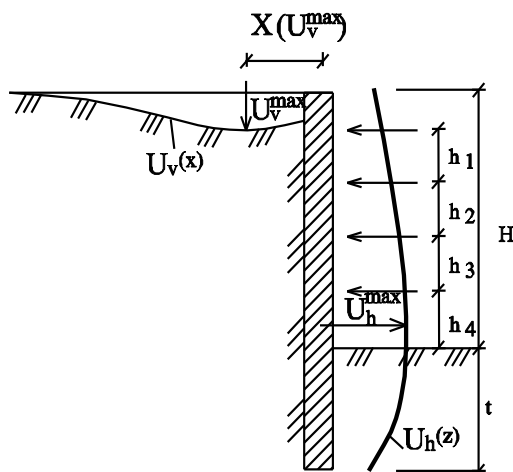


Рисунок 1 – Схематичний розріз котловану:  $H$  – глибина котловану;  $t$  – довжина незакріпленої частини огорожі;  $h$  – відстань між розпірками;  $u_h^{max}$  – максимальна горизонтальна деформація огорожі;  $u_v^{max}$  – максимальна вертикальна деформація поверхні;  $n$  – число ярусів кріплення

Застосовувані в даний час захисні заходи для будівель поблизу котлованів і підземних виробок можна розділити на шість груп:

- зміцнення тіла стрічкових або окремо стоячих фундаментів будівлі, а також контакту «фундамент – ґрунт» цементацією;
- зміна типу фундаментів будівлі, наприклад, підсилення фундаментів палями різного типу, або підведення фундаментної плити;
- закріплення ґрунтів в основі фундаментів будівлі, наприклад, цементацією, мікродуром, або влаштування геомасиву;
- влаштування відсічних екранів між будівлею і котлованом або підземною виробкою (тунелем), які виконуються за різною технологією;
- компенсаційне нагнітання цементного розчину в ґрунт для створення горизонтального шару цементоґрунту між будівлею і підземною виробкою в цілях неприпустимості осідань будівлі (для випадку, коли тунель проходить під будівлею);
- конструктивні заходи для будівлі, спрямовані на збільшення його жорсткості і міцності: взяття в обійму фундаментів, влаштування стягуючих поясів і т. д.;
- можлива комбінація захисних заходів.

Аналогом захисних заходів для будівель поблизу глибоких котлованів можуть служити захисні заходи для будинків на

просідаючих ґрунтах: створення закріплених масивів ґрунту під фундаментами будівель; влаштування глибоких прорізів в ґрунті, що відсікають основу будівлі від джерела замочування; створення буферних зон з ущільнених ґрунтів.

Як правило, для зниження деформацій будівель поблизу котлованів або підземних виробок, проводиться посилення тіла фундаментів існуючих будівель буроін'єкційними, здавлюваними палями, та палями що влаштовуються по розрядно-імпульсній (палі РІТ) і струменевій технології (ґрунтоцементні або jet-палі). При цьому палі спираються на ґрунти, що залягають нижче дна котловану або підземної виробки.

Оскільки будівля в зоні існуючої міської забудови часто має тривалий термін експлуатації і, отже, незадовільний стан фундаментів, а також нещільний контакт фундаменту з ґрунтом основи, наприклад, з причини суфозії, попередньо проводиться зміцнення тіла фундаментів і контакту «фундамент – ґрунт» цементацією.

Приклади ефективності застосування буроін'єкційних і здавлюваних палей для підсилення фундаментів будівель, що примикають до знов зводимої будівлі з двоярусною автостоянкою, приводяться в [3]. Автори показали, що застосування буроін'єкційних палей дозволило знизити осідання будівель, що примикають до котловану на 30-50%.

Використання палей для підсилення фундаментів будівлі реконструйованого театру з влаштуванням підземного простору в Португалії присвячено окрему статтю [4]. Максимальне осідання будівлі після відкопування підземного поверху досягло 8 мм, при цьому від влаштування палей воно склало 6 мм. Приблизно такі ж осідання отримала реконструйована будівля театру з влаштуванням підземного поверху в Венеції при посиленні її фундаментів буроін'єкційними палями, котрі спиралися а закріплені за манжетною технологією цементації, замулені піски [5].

Влаштування ґрунтоцементних палей (jet- палей) для посилення основ фундаментів будинків поблизу глибокого котловану відображено в [6]. Автор описує однокомпонентну технологію влаштування ґрунтоцементних опор, що підводяться під фундаменти будівлі банку в м. Моррістаун (США), що примикає до котловану, огорожу якого було виконано також з jet-палей.

Прикладом посилення основ і фундаментів будівлі jet-палями при реконструкції з освоєнням підземного простору служить бібліотека Британського музею в Лондоні.

Перевага ґрунтоцементних паль полягає в швидкості їх виготовлення, а також в тому, що одне і теж обладнання може бути використано для влаштування огорожі котловану і підсилення основ фундаментів сусідніх будинків.

### Література

1. Гаврилов А.Н. Комплекс изыскательских и исследовательских работ для проектирования нового строительства в условиях плотной городской застройки / А.Н. Гаврилов, Е.М. Грязнова, Р.Р. Старков // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2006.– №6.-с.10-13.
2. Peck, R B Deep excavation and tunnelling in soft ground. State of the art report/ R B Peck //Proc 7th Int Conf SMFE.- Mexico City, 1969.- pp 147-150.
3. Семкин В.В. Варианты усиления существующих зданий при строительстве двухуровневого подземного гаража в центре Москвы. / В.В. Семкин, А.В. Шапошников, В.Г. Улановский // Международный Симпозиум «Геотехнические аспекты подземного строительства в мягком грунте», 4-я сессия. Глубокие котлованы: проектирование и анализ. - Тулуза, Франция, 23-25 октября 2002 г. - стр. 103-106.
4. Pinto A. Teatro Circo: underpinning of a centenary theatre./ A. Pinto & M. Gourveia // Proc. the XIIIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. «Geotechnical problems with manmade and man influenced grounds. Main Session 4: Foundation in urban areas.- Prague, Czech Republic», 25-28ш August 2003.- Vol. 2. – pp 329-334.
5. Balossi Restelly A. Pettina Reconstruction of La Fenice theatre in Venice. Foundation problems. / A. Balossi Restelly, R. Tornaghi, A. Pettinarolli & E. Rovetto // Proc. the XIIIth European conf. on soil mechanics and geotechnical engineering. "Geotechnical problems with man-made and man influenced grounds". Main Session 4: Foundation in urban areas.- Prague, Czech Republic, 25-28л August 2003.- Vol. 2.- pp 29 - 34.
6. Gustavo E. Armijo Jet-grouting underpinning of a building in the US / E. Gustavo // Proc. 9th Int. Conf. on piling and deep foundations.- Nice, June 3-5, 2002.- pp 33-40.