

УДК 69:658.562;624.15

О.М. Галінський, к. т. н.; С.А. Марчук, НДІБВ

ОЦІНКА ЯКОСТІ УЛАШТУВАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВІЙМОК ТА ПАЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕРУЙНІВНИХ МЕТОДІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТА АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто питання важливості контролю якості улаштування конструкцій фундаментів глибокого закладання, підпірних та несучих заглиблених стін із використанням методів ультразвукового та акустичного контролю.

Ключові слова: ґрунтова виїмка, паля, ультразвуковий, акустичний контроль.

У сучасному будівельному світі у зв'язку з високою вартістю земельних ділянок значна кількість будівельних об'єктів — це багатоповерхові споруди різного призначення, які зводяться в умовах щільної забудови.

За діючими в Україні будівельними нормами висотні споруди повинні мати плитний фундамент або фундамент глибокого закладання у вигляді паль, барет або "стіни в ґрунті". Можливість зведення об'єктів в умовах щільної забудови у більшості випадків забезпечується влаштуванням огорожувальних конструкцій будівельного котловану у вигляді суцільної або пальної "стіни в ґрунті", яка в подальшому найчастіше використовується у якості несучої конструкції споруджуваного об'єкта.

Не викликає сумнівів, що якість влаштування фундаментів та огорожувальних конструкцій котлованів за важливістю посідає перші місця у забезпеченні надійності та безпеки експлуатації оточуючих будівництво споруд, а також самого об'єкта будівництва [1].

Діючі будівельні норми передбачають ряд заходів із контролю за улаштуванням конструкцій глибоких фундаментів та огорожувальних конструкцій котлованів, у тому числі нагляд за спорудами, що перебувають у призмі обвалення стінок будівельних котлованів. У цей же час існує проблема складності контролю якості влаштування таких конструкцій та відсутня систематизація оцінки впливу комплексу параметрів їх улаштування на якість виконання.

Відомо, що на якість улаштування будь-яких будівельних конструкцій впливає ряд чинників, серед яких: правильність проектних рішень, дотримання технології виконання робіт, якість матеріалів конструкцій, тип задіяних будівельних машин, складність конструкцій, склад та досвід будівельних бригад, погодно-кліматичні умови виконання робіт, контроль якості тощо. У випадку влаштування підземних конструкцій, таких як паля, барета, "стіна в ґрунті", окрім вищевказаних чинників, особливо важливе значення мають типи ґрунтів на ділянці забудови, наявність підземних вод та якість інженерно-геологічних вишукувань.

Складністю контролю якості влаштування цих конструкцій та ґрунтових виїмок для них є значна глибина їх улаштування та у багатьох випадках використання глинистого розчину, який унеможливує візуальний та ускладнює інструментальний контроль влаштування ґрунтової виїмки. Натомість саме на ранніх етапах будівництва контроль дозволяє вчасно виявити та усунути невідповідності підземних конструкцій проектним вимогам, що дозволяє скоротити витрати на непередбачені роботи та попередити нештатні ситуації.

На сьогоднішній день для контролю якості влаштування підземних виїмок та конструкцій існують прилади ультразвукового та акустичного контролю, які дозволяють здійснювати дослідження неруйнівним способом [1].

НДІБВ при виконанні робіт із дослідження ґрунтових виїмок, що знаходяться під глинистим розчином, використовує буровий монітор "KODEN" DM-682 (виробництва Японії), який дозволяє встановити конфігурацію поверхні стінок та глибину ґрунтової виїмки під досліджувану конструкцію. Цим приладом можна дослідити свердловини під палі, виїмки під барети та траншеї "стіни в ґрунті".

Буровий монітор DM-682 складається із двох основних частин: блока управління з самописним пристроєм та лебідки з датчиком (рис. 1).

Під час виконання дослідження лебідка, встановлена над ґрунтовою виїмкою, опускає датчик у глинистий розчин. Під час опускання датчик випромінює ультразвукові сигнали, які, відбиваючись від ґрунтових стінок, повертаються до датчика і надають інформацію щодо стану стін виїмки. Конфігурація поверхні стінок виводиться самописним пристроєм на спеціальний електрочутливий папір і надає в масштабі інформацію щодо

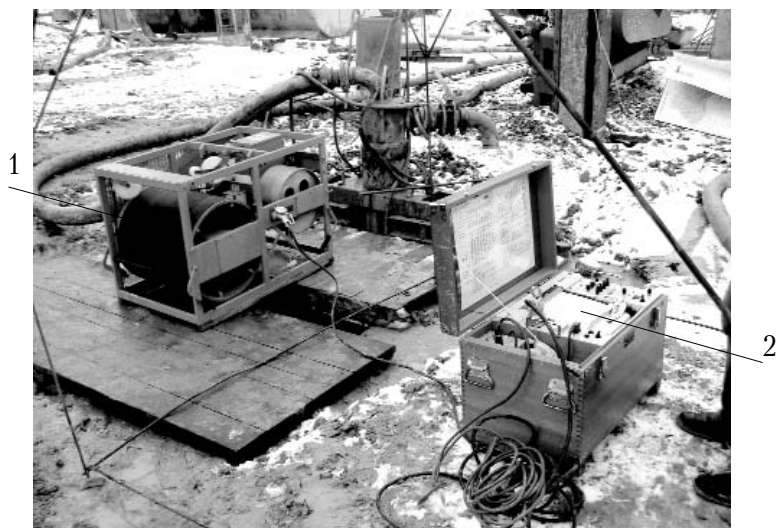


Рис. 1. Загальний вигляд бурового монітору DM-682:

1 – лебідка з датчиком; 2 – блок управління з самописним пристроєм

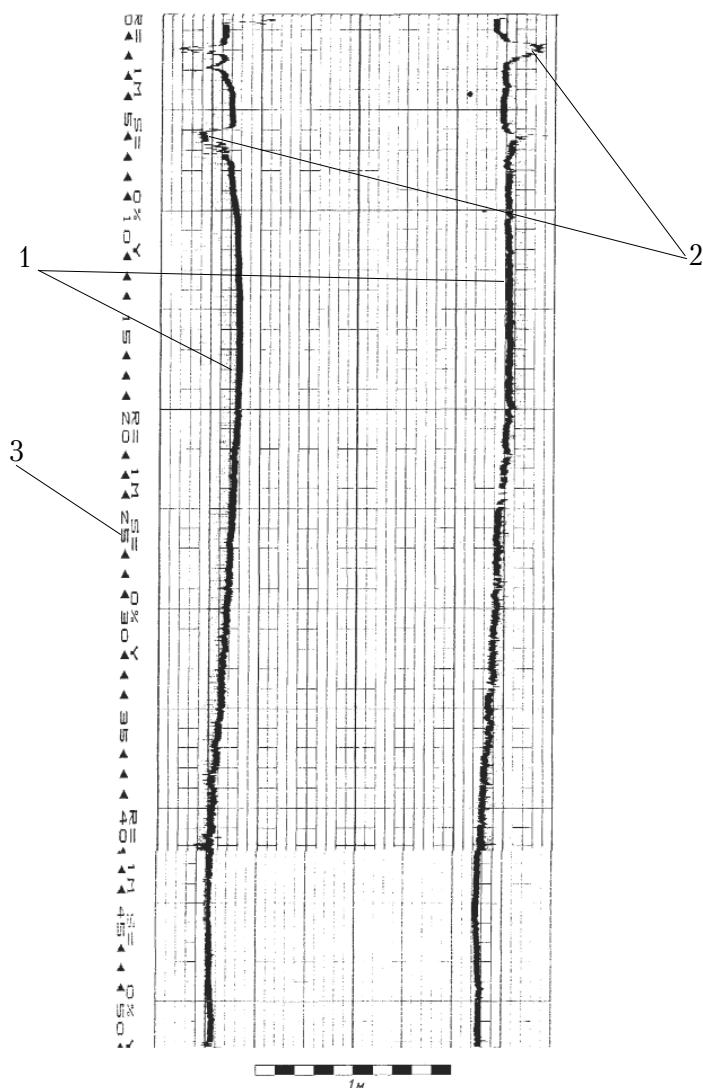


Рис. 2. Конфігурація ґрунтової виїмки під барету шириною 1,5 м та глибиною 52 м у вертикальному розрізі:

1 – протилежні стіни виїмки; 2 – вивал ґрунту; 3 – показник глибини

глибини виїмки, відхилення її від вертикалі, наявності вивалів ґрунту, їх висотні та кількісні показники тощо. На рисунку 2 зображено конфігурацію стінок ґрунтової виїмки під барету одного з об'єктів будівництва у м. Києві.

Одним із наочних прикладів використання бурового монітору DM-682 є виконані в 2010 році дослідження ґрунтових виїмок під залізобетонні палі та барети глибиною до 62 м на будівництві у м. Києві найвищого в Україні громадського центру, який матиме 8-рівневий підземний паркінг та 210-метрову надземну частину [2]. Будівля зводиться в умовах щільної міської забудови. Підземна частина споруджується методом top-down, причому верхня частина влаштованих із денної поверхні барет та паль у подальшому слугуватиме несучими колонами паркінгу. За таких умов контроль якості улаштування фундаментів будівлі та несучих колон підземного паркінгу є надзвичайно важливим.

Особливістю конструкції досліджуваних залізобетонних паль діаметром 1 м було їх армування. Верхня частина палі до глибини 30 м армувалась балкою у вигляді вертикального металевих двотаврового сердечника перерізом 45x45 см, а нижня частина палі — у вигляді звичного просторового армокаркаса. Занурення армокаркаса на забій свердловини проблем не викликало, оскільки армокаркас має достатню гнучкість і здатен повторювати контур свердловини. Але монтаж у свердловину металеві балки в деяких випадках викликав труднощі, а саме: балка не опускалась до глибини 30 м. Оскільки свердловини виконувались під глинистим розчином, то візуально визначити причину складності монтажу балки було неможливо, тому свердловини досліджувались ультразвуковим методом за допомогою бурового монітору DM-682. Дослідженнями встановлено, що конфігурація таких свердловин по глибині мала хвиле-

подібну форму зі значними відхиленнями стінок у плані (до 550 мм), а оскільки металева балка мала високу жорсткість, то в певний момент монтажу її заклинювало у ґрунті. Отримавши конфігурацію свердловини, підрядниками було внесено корективи до процесу монтажу, що дозволило встановити металеві балки на їх проектні відмітки.

У випадку відсутності контролю дотримання технології влаштування конструкцій глибокого закладання постає питання якості їх виконання. Зі зрозумілих причин візуально перевірити влаштовану під землею конструкцію неможливо. У цьому випадку знову в нагоді стають ультразвукові та акустичні методи неруйнівного контролю.

Інститут будівельного виробництва для контролю якості влаштування паль неруйнівним методом використовує акустичний прилад для дослідження параметрів паль РЕТ (виробництва Великобританії). Робота цього приладу базується на принципі збудження акустичної хвилі (шляхом нанесення удару спеціальним ручним молотком по оголовку досліджуваної палі) та зняття вертикально встановленим на оголовку палі датчиком показників акустичного відгуку з подальшою його фіксацією на комп'ютері. У результаті аналізу отриманих даних встановлюється глибина палі та розмір можливого відхилення її поперечного перерізу від проектного діаметра з показанням відмітки відхилення по глибині палі. Неруйнівний контроль приладом РЕТ дозволяє його використання в польових умовах при дослідженні паль усіх типів та способів влаштування. Загальний вигляд та принципова схема роботи акустичного приладу РЕТ зображена на рисунках 3 та 4.

За допомогою акустичного приладу для дослідження параметрів паль РЕТ НДІБВ виконує контроль якості влаштування паль ряду будівельних об'єктів.



Рис. 3. Загальний вигляд акустичного приладу РЕТ під'єданого до комп'ютера:

- 1 – акустичний датчик; 2 – спеціальний ручний молоток;
- 3 – переносний комп'ютер; 4 – робоча та запасні ударні насадки молотка

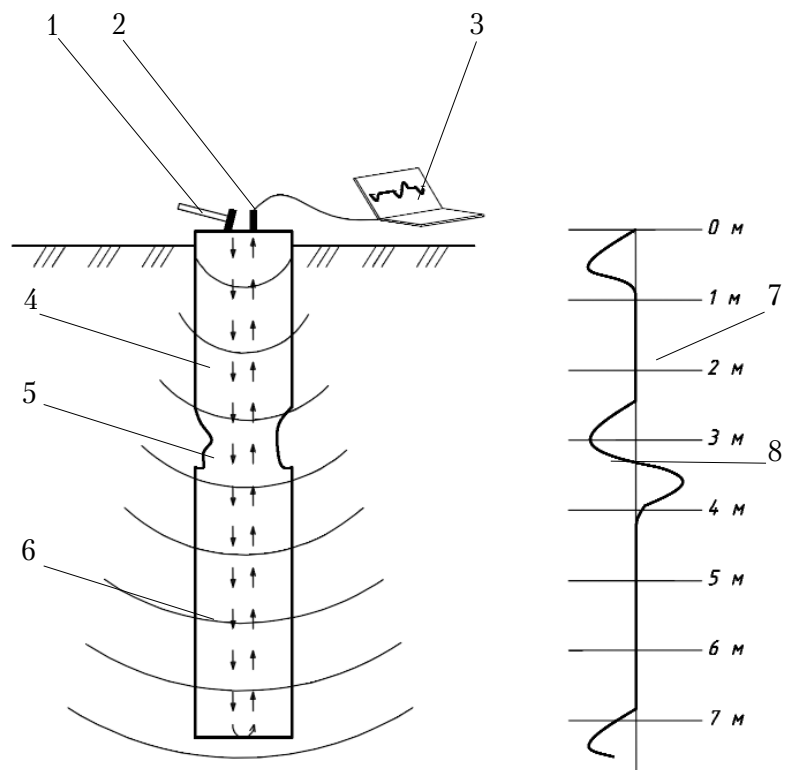


Рис. 4. Принципова схема роботи акустичного приладу РЕТ:

- 1 – спеціальний ручний молоток; 2 – акустичний датчик; 3 – переносний комп'ютер; 4 – досліджувана палля; 5 – дефект палі; 6 – акустична хвиля; 7 – акустичний відгук у вигляді рефлектограми, зафіксований на комп'ютері; 8 – зображення дефекту на рефлектограмі



Рис. 5. Загальний вигляд ультразвукового приладу ШУМ:
1 – ультразвукові датчики; 2 – напрямні ролики датчиків; 3 – переносний комп'ютер; 4 – бухти електрокабелів від датчиків

На будівництві найбільшого в Україні Кафедрального собору, що споруджується у м. Києві, в 2010-2011 роках було досліджено 577 залізобетонних буронабивних паль глибиною 28,5 м та діаметром 820 мм [3]. У результаті досліджень встановлено глибини паль, відмітки яких знаходяться в допустимих межах коливання, та виявлено зменшення поперечного перерізу деяких паль від проектного на величину до 5%, що не впливає на несучу здатність фундаменту в цілому.

На реконструкції НСК "Олімпійський" виконано дослідження буронабивних паль підпірної стіни ПС-14а та продовжується дослідження паль підпірних стін і фундаменту електростанції "Олімпійська". На разі не виявлено відхилень, вартих уваги.

Натомість на будівництві одного з житлово-офісних комплексів у м. Києві з 50 досліджених буронабивних паль діаметром 620 мм та глибиною до 19 м, що виконувались під глинистим розчином, виявлено суттєві дефекти у понад 10 паль. Дослідження показали, що найбільш дефектна паля коротша порівняно з проектними вимогами (або має обрив суцільності бетонування на цій глибині) на 3,5 м, що складає близько 20% довжини палі. За результатами досліджень НДІБВ підготував рекомендації про необхідність влаштування дублюючих паль.

НДІБВ експериментально встановлено, що досліджувати палі акустичним приладом РЕТ можна і через влаштований ростверк, але для цього необхідно визначити точне місце розташування

палі у плані.

На будівництві Кафедрального собору у м. Києві суцільність бетонування 9 паль додатково було досліджено міжсвердловинним ультразвуковим монітором ШУМ (метод Ultrasonic). Цей спосіб контролю якості влаштування підземних конструкцій є більш коштовним ніж контроль із використанням приладу РЕТ, але водночас і більш надійним.

Метод Ultrasonic полягає в ультразвуковому скануванні бетону паралельним та синхронним підйомом двох датчиків у тілі досліджуваної конструкції. Для цього до бетонування конструкції необхідно у ній влаштувати на всю висоту дві або більше металеві труби (вертикально та паралельно), які заповнити водою. Отримані від датчиків у процесі сканування бетону сигнали фіксуються на переносному комп'ютері та в подальшому здійснюється їх аналіз, який дозволяє визначити суцільність або виявити місця можливих порушень суцільності бетону досліджуваної конструкції. Загальний вигляд та принципова схема роботи ультразвукового приладу ШУМ зображена на рисунках 5 та 6.

Виконувати контроль суцільності бетонування методом Ultrasonic доцільно після набуття бетоном 28-денної міцності – до цього часу відбувається більшість усадкових процесів тужавіння бетону.

У результаті виконаних ультразвуковим методом Ultrasonic досліджень 9 паль на будівництві Кафедрального собору була визначена їх глибина та встановлено, що ці палі не мають порушень суцільності бетонування. Ці результати збіглися з отриманими раніше за допомогою акустичного приладу РЕТ. Роботи з дослідження паль на будівництві Кафедрального собору виконувались разом з ізраїльською фірмою ISOTOP LTD.

У дослідженні 9 паль Кафедрального собору було використано два методи контролю (ультразвуковий та акустичний) задля додаткової гарантії точності результатів досліджень, оскільки ці палі НДІБВ обладнав вібраційними тензодатчиками для здійснення моніторингу напруженого стану фундаментів під час будівництва та експлуатації Кафедрального собору [4]. Кожна з паль обладнана десятьма датчиками, які встановлено на чотирьох рівнях по глибині у різних геологічних шарах ґрунту. При влаштуванні цих паль НДІБВ

здійснював ретельний контроль за технологією їх улаштування, починаючи від етапу буріння свердловини та завершуючи етапом бетонування.

Підсумовуючи наведене, можна зробити такі висновки:

1. Контроль якості влаштування підземних конструкцій у вигляді паль, барет та "стіни в ґрунті" є важливою та необхідною частиною комплексу будівельних робіт нульового циклу та дозволяє забезпечити надійність об'єкта будівництва та оточуючих споруд.

2. Здійснювати комплексні дослідження якості влаштування підземних виїмок та паль неруйнівним способом дозволяють ультразвукові та акустичні методи контролю.

3. Виявлення на ранніх етапах будівництва недоліків улаштування підземних конструкцій дозволяє своєчасно відкоригувати технологію та усунути виявлені дефекти, що скорочує витрати на непередбачені роботи.

4. Виконання комплексних досліджень якості влаштування підземних конструкцій та ґрунтових виїмок дозволить систематизувати вплив різних чинників на якість влаштування цих конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галинський А.М. "Особенности строительства подземных выемок и фундаментов глубокого заложения в условиях плотной застройки" / О.М. Галинський // *Нові технології в будівництві*, 2010. — №1(19). — С. 3-8.

2. *Звіт про НДР "Дослідження зміни поверхні стінок по глибині 22 (двадцять двох) ґрунтових виїмок під барети у глинистому розчині за допомогою бурового монітора DM-682"*.

3. *Звіт про НДР "Проведення контролю якості улаштування паль на будівництві Кафедрального собору у м. Києві по Залізничному шосе, 3"*.

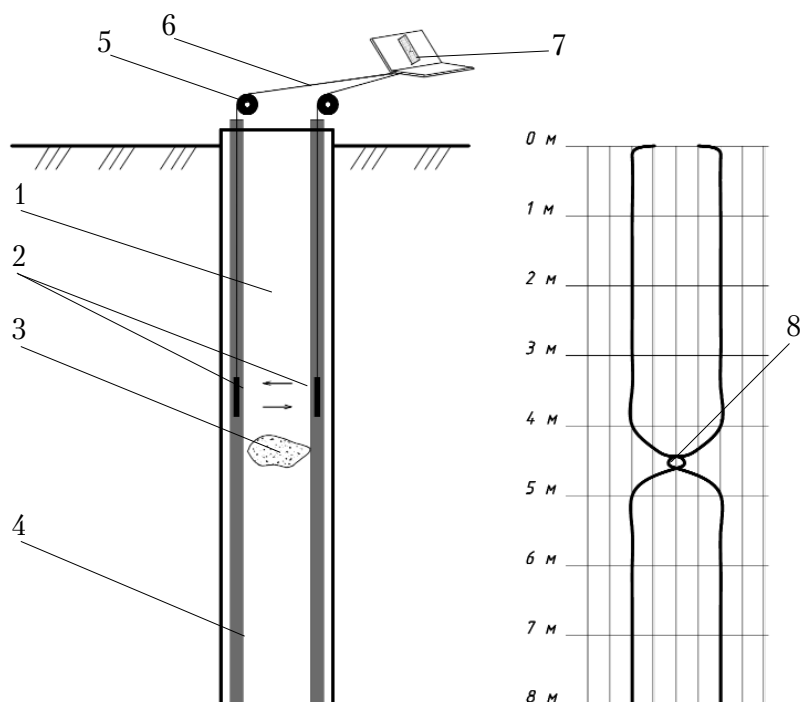


Рис. 6. Принципова схема роботи ультразвукового приладу ШУМ: 1 — досліджувана палля; 2 — ультразвукові датчики; 3 — дефект палі; 4 — заповнена водою металева труба; 5 — напрямний ролик датчика; 6 — електрокабель датчика; 7 — переносний комп'ютер; 8 — отримане на комп'ютері зображення дефекту палі

4. *Звіт про НДР "Обладнання контрольних паль для ведення моніторингу їх стану при спорудженні Кафедрального собору у м. Києві по Залізничному шосе, 3"*.

АННОТАЦІЯ

Рассмотрены вопросы важности контроля качества устройства конструкций фундаментов глубокого заложения, подпорных и несущих заглубленных стен с использованием методов ультразвукового и акустического контроля.

Ключевые слова: ґрунтова виїмка, свая, ультразвукової, акустический контроль.

ANNOTATION

Consideration of matters of quality control in the process of constructing structures of deep foundations, retaining and supporting walls using techniques of ultrasonic and acoustic control.

Keywords: absorption in ground, pile, ultrasonic, acoustic control.