

СТАНДАРТ ПІДПРИЄМСТВА

БЕТОНИ. КОНСТРУКЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

**Неруйнівні обстеження бетонних елементів фундаментів
глибокого закладення методом акустичного каротажу**

СП Б В.2.7-1:2024

Київ
КНУБА
2024

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

Міністерство освіти і науки України
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ
(НДЛ „ДІАГНОСТИКИ АГРЕГАТИВ, КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД”)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Ректора № ____ / __ від __. __. 2024р

3 УЗГОДЖЕНО

Технічним комітетом із стандартизації №78 “Технічна діагностика та
неруйнівний контроль” протокол №__ від __. __. 2024

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

5 РОЗРОБНИКИ: А. Городжа, Б. Трощинський, К. Городжа, М. Корнієнко,
Ю. Новотарський.

© КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ, 2024

Цей стандарт не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу КНУБА

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП.....	4
1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	5
2. НОРМАТИВІ ПОСИЛАННЯ	5
3. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ	6
4. ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ	6
5. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ	7
5.1. Загальні положення	7
5.2. Принцип дії методу акустичного каротажу	7
5.3. Проведення обстежень	8
5.4.Обмеження методу	11
6. ЗАСОБИ ТА ОБЛАДНАННЯ МЕТОДУ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ	11
6.1. Улаштування каналів доступу	11
6.2. Обладнання для визначення фізичних параметрів каналів доступу	12
6.3. Обладнання для проведення вимірювань:	12
6.4. Обладнання для збору, обробки та відображення даних	13
7. ПРОЦЕДУРА ПІДГОТОВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ ТА ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ.....	14
8. АНАЛІЗ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕНЬ (ТЕСТУВАНЬ)	14
9. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ	15
10. ЗМІСТ ЗВІТУ	15
БІБЛІОГРАФІЯ.....	15
КЛЮЧОВІ СЛОВА:	16

ВСТУП

Стандарт розроблено на основі досвіду з досліджень і використання методу акустичного каротажу для обстежень бетонних елементів фундаментів глибокого закладення, накопиченого в НДЛ "ДАКіС" КНУБА, а також закордонних дослідників в цьому напрямку. При розробці стандарту були ураховані і частково використані, наведені в ASTM D6760-16, основні положення та форма звіту за результатами обстежень.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
НДЛ „ДІАГНОСТИКИ АГРЕГАТІВ, КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД”

СТАНДАРТ ПІДПРИЄМСТВА
БЕТОНІ. КОНСТРУКЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Неруйнівні обстеження бетонних елементів фундаментів глибокого закладення методом акустичного каротажу

Чинний від 01.01.2024

1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1. Цей стандарт описує та встановлює вимоги до методу акустичного каротажу, який застосовують для обстежень з перевірки однорідності і цілісності бетону бурі набивних та шнекових паль, бетонних стін в ґрунті та барет (далі по тексті - елементи фундаменту глибокого закладення), які виконуються для забезпечення надійності фундаментів згідно нормативних вимог систем управління якістю на замовлення державних служб технічного нагляду, або за індивідуальними замовленнями (проектні організації, замовники і виконавці робіт).

1.2. Цей стандарт описує застосування та засоби і обладнання методу акустичного каротажу, процедуру проведення обстежень, визначення способу збирання, обчислення, зберігання та інтерпретації даних. Він не поширюється на подальше застосування результатів отриманих за допомогою описаних у стандарті випробувань.

1.3. Цей стандарт встановлює мінімальні вимоги до випробувань на поперечні свердловинні (або однострунні) випробування бетонних фундаментних елементів. Для задоволення конкретної мети випробувань або вирішення додаткових задач, згідно технічного завдання замовника, потрібна підготовка програми обстежень, в якій кваліфікований спеціаліст з неруйнівного контролю визначає відстань між акустичними зондами, крок сканування, а також за необхідності, додаткові вимоги до процедури обстежень.

1.4. Пояснювальний матеріал цього стандарту містить примітки, які не розглядаються як вимоги стандарту.

2. НОРМАТИВІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче документи, на які робляться посилання, обов'язкові при застосуванні цього документа. Для датованих посилань дійсні лише вказані у стандарті видання. Для недатованих посилань чинним вважається найостанніше видання вказаного у стандарті документу (разом з будь-якими змінами).

ДСТУ-Н Б В.1.2-18:20016 Настанова що до обстежень будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану.

ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності.
ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Бетони ультразвуковий метод визначення міцності
ДСТУ 3400: 2006 Державні випробування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів.
ДСТУ 3215-95. Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення
ASTM D6760-16 Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing
ASTM D6026-13 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

3. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використані терміни, наведені в ISO 5576, а також наступні:

3.1. Акустичні зонди. Випромінювач і приймач ультразвукових хвиль

3.2. Акустична база. Відстань між акустичними зондами.

3.3. Акустичні канали доступу. Водонаповненні сталеві чи пластикові труби або свердлильні свердловини, влаштовані в обстежуваному елементі, що дозволяє вводити зонди у пари, щоб вимірювати час розповсюдження і параметри ультразвукових хвиль в бетоні між зондами.

3.4. Крок сканування. Відстань (інтервал) між відмітками, уздовж конструкції, на який виконують вимірювання та розрахунок параметрів ультразвукових хвиль.

3.5. Ультразвуковий профіль. Комбінований графічний вихід серії вимірювань і оброблених імпульсів ультразвукових хвиль, зареєстровані за кроками сканування повздовж обстежуваного елементу (конструкції).

3.6. Відхилення. Збільшення часу поширення або зниження розрахункових швидкості і відносної щільності потоку енергії ультразвукової хвилі в процентному відношенні до середньоквадратичних значень, які спостерігаються в графіках ультразвукового профілю.

3.7. Аномалія

Серія відхилень, які спостерігаються в ультразвуковому профілі, що вказує на можливий недолік або дефект.

3.8. Дефект

Недолік, який спостерігається на усіх акустичних профілях обстеженого елементу, розмір або розташування якого може послабити несучу спроможність елемента.

4. ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

Р-хвилі	- поздовжні пружні хвилі стискання
УЗХ	- ультразвукові хвилі
УЗП	- ультразвуковий профіль

5. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ

5.1. Загальні положення

5.1.1. Цей метод використовує дані акустичних зондів, отримані при скануванні повздовж паралельних акустичних каналів доступу або повздовж одного каналу, в елементі фундаменту глибокого закладення для оцінки однорідності та цілісності бетону між зондами. Дані використовують для визначення якості матеріалу (бетону) повздовж стовбура палі.

У разі виявлення дефектів подальші дослідження слід проводити за допомогою інших методів або випробувань. Заходи, спрямовані на відновлення („лікування”) структури, якщо дефект підтверджено, визначає головний конструктор проекту.

5.1.2. Обстеження потрібно виконувати при температурі бетону не нижче 0°C. Допускається проведення обстежень при від’ємних значеннях температури повітря, але не нижче ніж мінус 10° С.

5.1.3. Обстеження повинні проводитися не раніше, ніж через 3-7 діб після бетонування в залежності від класу бетону і діаметру стовбуру (стовбури більшого діаметру ближче до 7 діб). У випадку використання каналів доступу з пластикових труб, обстеження повинні бути завершені якомога швидше, щоб запобігти порушення акустичного контакту, викликаних можливим розривом акустичного контакту між бетоном та поверхнею труб.

ПРИМІТКА 1. Якість результатів обстеження методом акустичного каротажу залежить від кваліфікації персоналу, що виконує обстеження та проводить аналіз і інтерпретацію результатів, а також придатності використовуваного обладнання. Персонал, який виконує обстеження, повинен мати підтвержену кваліфікацію з неруйнівного контролю не нижче 2-го рівня відповідно до ISO 9712 і досвід роботи не менше 3-х років.

5.2. Принцип дії методу акустичного каротажу

В основу методу акустичного каротажу покладено ультразвуковий спосіб наскрізного прозвучування, в якому використовуються поздовжні пружні хвилі стискання (далі Р-хвилі), тому що вони серед інших типів хвиль (хвилі Релея, поперечні та тощо, див.Рис.1) мають найвищу швидкість розповсюдження у твердому тілі.

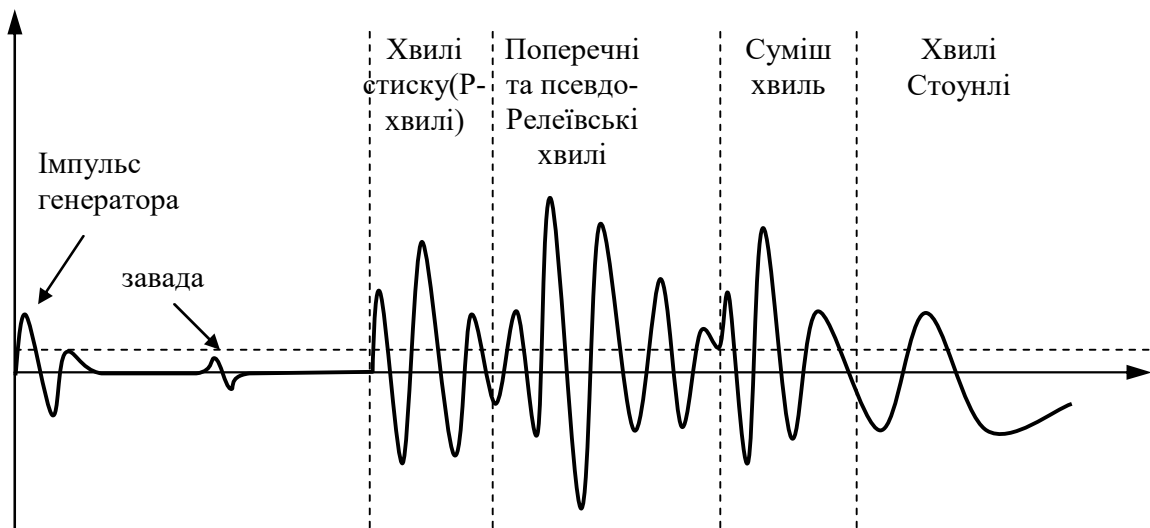


Рис.1. Ультразвуковий сигнал зонда приймача (повздовжні хвилі стиску)

Фактична швидкість поширення Р-хвиль у бетоні залежить від властивостей матеріалу, геометрії елемента, а також незначною мірою від довжини ультразвукової хвилі. У

якісному бетону (при міцності на стиск 10-50 МПа) швидкість Р-хвиль, як правило, коливається від 3600 до 4400 м/с. Бетон низької якості, або аномальні ділянки (наприклад, порожнини, включення ґрунту, забруднення і розшарування бетону, тощо), мають значно нижчу швидкість Р-хвиль. Вимірюючи час поширення та відносну щільність енергії ультразвукової хвилі, при скануванні акустичними зондами уздовж конструкції на постійній акустичній базі, можуть бути виявлені аномалії. Існує декілька типових конфігурацій устрою акустичних каналів доступу в елементах фундаментів, які виконують за допомогою металевих або пластикових труб (Рис.2.).

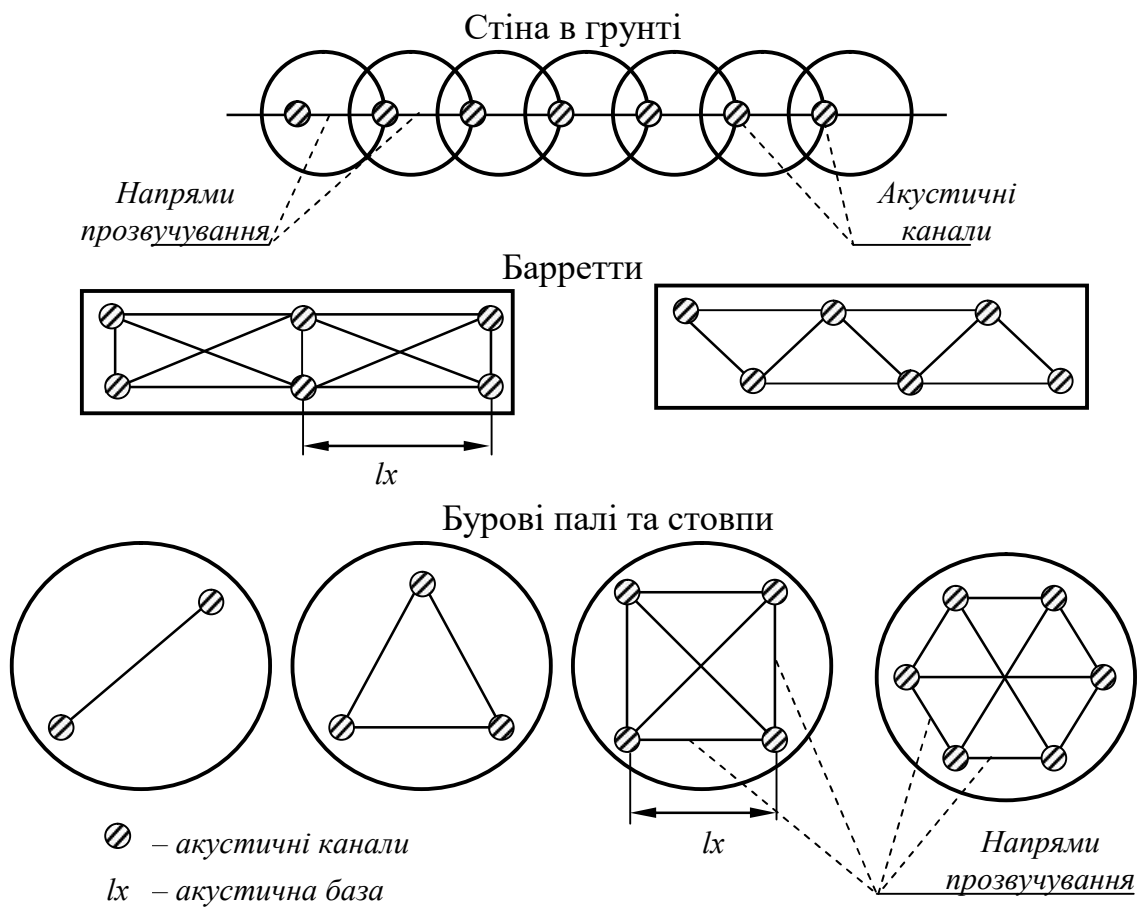


Рис.2. Типові конфігурації акустичних каналів доступу в бетонних елементах фундаментів глибокого закладення.

5.3. Проведення обстежень

Існує два способи обстеження конструкцій методом акустичного каротажу – багатоканальний (перехресний) і одноканальний (Рис.3).

При багатоканальному способі два акустичних зонда (один випромінювач, другий – приймач ультразвукових хвиль), одночасно опускають або піднімають уздовж акустичних каналів паралельно в одній горизонтальній площині, а при одноканальному - зонди,

прикріплені один до одного з заданою вертикальною відстанню (зазвичай 600 мм), розташовані в одному каналі. Випромінювач, під час руху зондів, генерує ультразвукові імпульси з наперед заданим кроком сканування. На кожному кроці сканування реєструються і зберігаються глибина зондів та вихідний сигнал зонда приймача, з моменту генерації ультразвукового імпульсу випромінювачем.

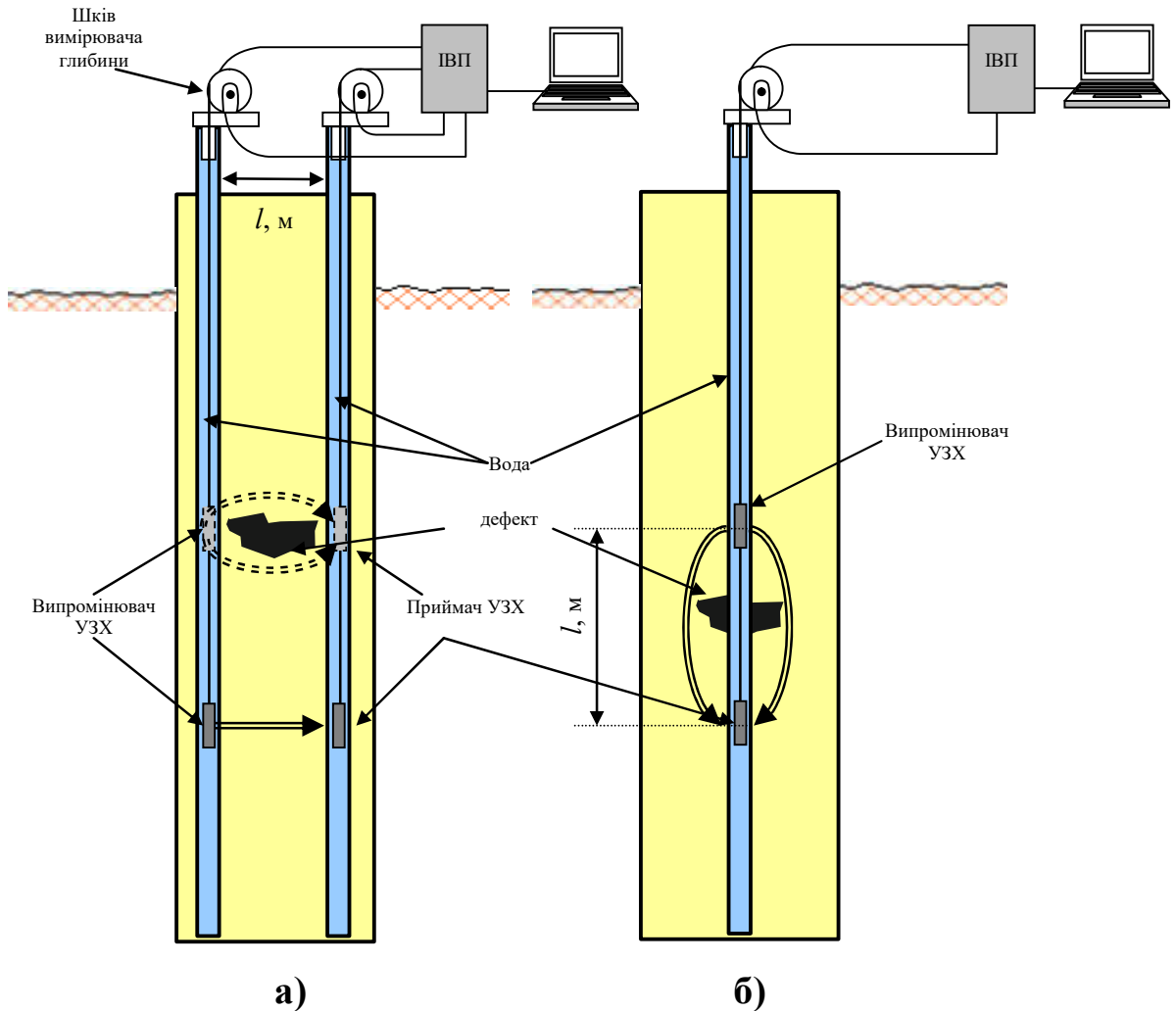


Рис.3. Принципова схема обстеження конструкції методом акустичного каротажу.

Дані, для кожного кроку сканування, обробляються та представляються для подальшої інтерпретації, як графічне зображення ультразвукового профілю обстеженої структури (Рис. 4). Таким чином, ультразвуковий профіль обстеженої структури для кожного кроку сканування містить:

- час (t , мкс) поширення ультразвукової хвилі з початку збудження і до першого надходження сигналу до приймача;
- відносну щільність енергії (w , db);
- сигналограми ультразвукової хвилі для кожного кроку сканування.

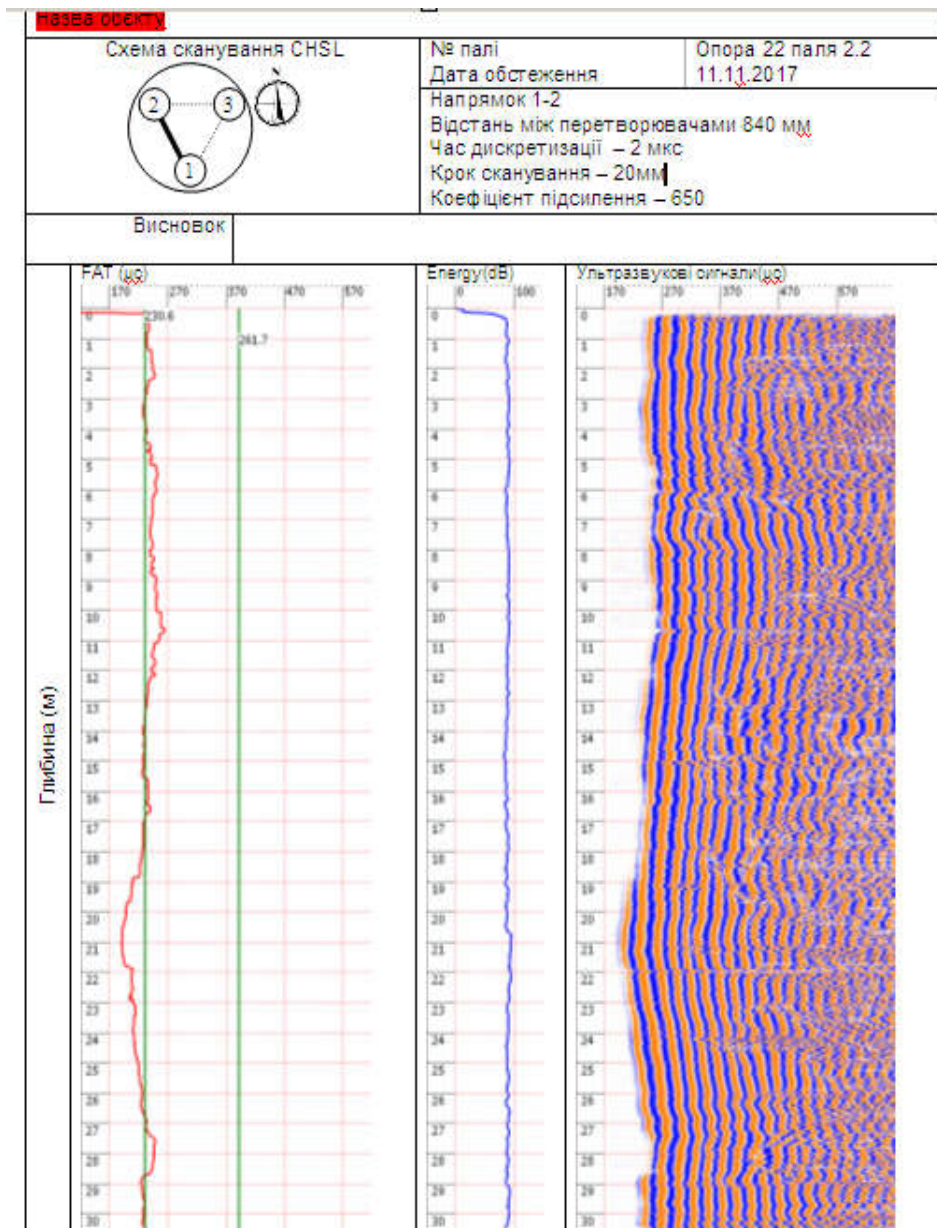


Рис. 4. Типовий ультразвуковий профіль

ПРИМІТКА 2. Зазвичай зонди підтримують в одній горизонтальній площині, коли вони рухаються вгору або вниз по акустичних каналах. У деяких випадках для визначення параметрів дефекту, зонди можуть бути навмисно розміщені і рухатись в різних горизонтальних площинах, а також можуть використовувати декілька приймачів в одному акустичному каналі доступу. Наприклад, тестування бетону поблизу каналу можна виконати за допомогою двох зондів, встановлених у одному акустичному каналі. Різниця у відстанях може бути фіксована або змінна залежно від програми обстежень.

5.4.Обмеження методу

Обстеження бетонних елементів, які мають один акустичний канал доступу (труба або пробурена свердловина), потребує додаткової програми обстежень. У залежності від геометричних параметрів конструкції, вимог до точності тощо, програму складає фахівець 3-го рівня з неруйнівного контролю, який має досвід роботи з акустичного каротажу 3-5 років.

Метод не дає можливості точно визначити тип і характер дефекту, а лише дозволяє визначити його наявність. Метод обмежений, насамперед, випробуванням бетону між каналами доступу і, таким чином, дає мало інформації про бетон за межами арматурного каркасу, коли труби прикріплені до внутрішньої сторони арматурного каркасу.

Метод не дає можливості визначити клас бетону палі за відсутності кореляційної залежності між швидкістю УЗХ та міцністю бетону обстежуваної конструкції. Для визначення міцності бетону палі потрібно побудувати кореляційну залежність “міцність — швидкість УЗХ” з використанням дослідних зразків бетону палі для даної конструкції або вибурених із неї кернів (у кількості не менше 3 шт. та діаметром 100-150 мм). Залежність будується за результатами ультразвукових вимірювань згідно з ДСТУ Б В.2.7-226 та випробувань тих же зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-224.

6. ЗАСОБИ ТА ОБЛАДНАННЯ МЕТОДУ АКУСТИЧНОГО КАРОТАЖУ

6.1. Улаштування каналів доступу

Для улаштування каналів доступу рекомендується використовувати тонкостінні металеві труби. За особливих обставин, можуть використовуватися пластикові труби (хоч це і не рекомендовано), якщо вони затверджені в специфікації до проекту фундаменту, однак їх використання вимагає частішого приєднання до арматурного каркасу для забезпечення вирівнювання по довжині. Потрібно уникати деформації пластикового матеріалу від високих температур, що виникають у процесі твердіння бетону. Канали доступу повинен закладати та встановлювати підрядник під час будівництва елемента глибокого фундаменту. Труби повинні мати внутрішній діаметр від 38 до 60 мм, бути прямими та вільними від внутрішніх перешкод і встановлені на всю довжину (до підшви) елемента фундаменту. Загальна кількість каналів доступу в елементі задається проектом на будівництво глибокого фундаменту. Для забезпечення достатнього покриття поперечного перерізу, в залежності від діаметру бурових палей і стовпів, бажано закладати наступну кількість каналів: два – при діаметрі до 600 мм; три – при діаметрі 600-1200мм; від чотирьох до шести – при діаметрі 1500 мм і більше. В баретгах кількість каналів обирають за умови, що акустична база не перевищує 1500 мм (Рис.4). Зовнішня поверхня металевих труб повинна бути вільною від забруднення (наприклад, мастил, бруду, рихлої іржі, окалини тощо, а поверхня пластикових труб має бути оброблена абразивом перед монтажем, щоб забезпечити якісний акустичний контакт між поверхнею труби та бетоном. Кінці труб повинні бути неушкодженими і відповідним чином підготовлені для використання торцевих кришок. Труби повинні бути закриті знизу, а також забезпечені знімними торцевими кришками зверху, щоб запобігти потраплянню бетону або сторонніх предметів, які можуть заблокувати труби і перешкоджати вільному переміщенню зондів. При монтажі труби повинні бути надійно прикріплені до металевого арматурного каркасу регулярними інтервалами уздовж їх довжини. Якщо потрібно подовження труб, слід використовувати з'єднувальні муфти, які запобігають проникненню всередину шламу або розчину в процесі бетонування. Стикове зварювання труб не допускається. Для з'єднання пластикових труб повинні використовуватися різьбові або

клесні пластикові муфти. Категорично забороняється об'язувати з'єднання клейкою стрічкою або іншими компаундами. Після установки арматурного каркасу в фундаментний елемент верхні торцеві кришки повинні бути тимчасово зняті, а труби повинні бути перевірені, щоб переконатися, що вони не мають внутрішніх перешкод.

Дані про довжину кожної труби і відстань між трубами зверху, знизу і, бажано, в середній частині по довжині повинні реєструватися з допустимою похибкою до 10 мм і зберігатися організацією, яка встановлює труби.

Труби повинні бути заповнені водою упродовж однієї години після бетонування для забезпечення надійного акустичного контакту бетону з поверхнею труб.

У тих випадках, коли елемент фундаменту не має попередньо встановлених каналів доступу, для забезпечення доступу зондів, можна використовувати просвердлені свердловини. Обране бурове устаткування повинне забезпечити прямолінійність свердловини на всю довжину елемента фундаменту. Там, де це вимагається, прямолінійність кожної свердловини слід перевірити незалежними засобами.

6.2. Обладнання для визначення фізичних параметрів каналів доступу

Лінійна вимірвальна стрічка, до якої приєднаний висок, використовують як макет зонду для перевірки вільного проходження та визначення довжини прохідності кожного каналу доступу. Точність вимірювань повинна становити не менше 10 мм. Висок повинен мати діаметр, та вагу аналогічну акустичним зондам.

Магнітний компас з точністю не менш 10° використовують для документування позначень каналу доступу відносно плану будівельного майданчику, якщо в проєкті на будівництво фундаменту, канали доступу не мають позначень.

6.3. Обладнання для проведення вимірювань:

6.3.1. Зонди мають дозволяти проводити вимірювання в межах 125 мм від дна каналу доступу. Вага кожного зонду повинна забезпечувати його занурення в каналах доступу під власною вагою. Корпус зонду повинен бути водонепроникним і розрахованим на тиск в 1,5 рази більше ніж тиск води на максимальній глибині випробувань.

6.3.2. Зонд передавач повинен генерувати ультразвуковий імпульс з частотою від 30 000 Гц до 100 000 Гц.

6.3.3. Зонд приймач повинен мати аналогічні частотні характеристики та габарити з зондом передавачем.

6.3.4. Центратор зонду. Якщо діаметр зонда приймача або передавача менші, ніж половина внутрішнього діаметру каналу доступу, кожен зонд повинен бути оснащений центратором, зовнішній діаметр якого дорівнює, принаймні, 50% діаметру каналу доступу. Він повинен бути еластичним і виготовлений таким чином, щоб звести до мінімуму завади від нерівностей у стінці каналу доступу.

6.3.5. Кабелі передачі сигналів. Сигнальні кабелі, що використовують для розгортання зондів та передачі даних з зондів, повинні бути достатньо міцними для утримання ваги зондів. Кабель повинен бути стійким до стирання, щоб забезпечити повторне використання та зберігати гнучкість у діапазоні очікуваних температур. Всі кабельні роз'єми або з'єднання, якщо такі є, повинні бути водонепроникними. Там, де кабелі передачі сигналу виходять з каналу доступу, потрібно використовувати відповідні кабельні направляючі, шківні або

амортизуючий матеріал, які встановлюють всередині каналів доступу, щоб мінімізувати стирання, і сприяти плавному переміщенню зондів.

6.3.6. Вимірювач глибини зондів — сигнальні кабелі пропускаються через шків з пристроєм кодування глибини для визначення глибини розташування зондів в каналах доступу протягом усього випробування. Конструкція пристрою вимірювання глибини повинна бути така, щоб не відбувалось проковзування кабелю. Бажано, щоб прилад вимірювання глибини контролював кожен зонд окремо і завжди була відома точна глибина кожного зонда. Допускається використовувати один шків обладнаний датчиком глибини. Прилад для вимірювання глибини повинен забезпечувати точність у межах до 1% від довжини каналу доступу, або 0,25 м, залежно від того, що більше.

6.4. Обладнання для збору, обробки та відображення даних

6.4.1. Загальні положення

Сигнали від зондів та пристрою вимірювання глибини повинні передаватися на надійний портативний комп'ютеризований пристрій для запису, обробки та виведення даних у формі ультразвукового профілю. Прилад повинен генерувати імпульси для передавача як у визначених інтервалах глибини, так і в інтервалах часу. В останньому випадку глибина записується для кожного імпульсу, зареєстрованого з початку генерації імпульсу. Швидкість генерації імпульсів за допомогою будь-якого методу повинна бути достатньою, щоб був зареєстрований один ультразвуковий імпульс для кожного необхідного кроку сканування, як правило, 50 мм. Прилад повинен мати регульований коефіцієнт підсилення, щоб оптимізувати поріг виявлення переднього фронту сигналу від зонда приймача.

6.4.2. Прилад для запису.

На кожному кроку сканування, з моменту початку збудження зонда випромінювача, прилад повинен негайно розпочати збір даних від зонда приймача. Аналогові сигнали виміряні зондом приймачем, мають бути оцифровані аналого-цифровим перетворювачем з мінімальною амплітудною роздільною здатністю 12 біт і мінімальною частотою дискредитації 250 кГц. Прилад повинен реєструвати значення глибини для кожного оцифрованого ультразвукового імпульсу, а також зберігати всі оцифровані ультразвукові імпульси та оброблені дані кожного кроку сканування для всього ультразвукового профілю. Збережений ультразвуковий профіль повинен містити ідентифікаційний заголовок, що описує місце тестування, ідентифікатор профілю, штамп дат та всю відповідну інформацію у згідно з проектом фундаменту.

6.4.3. Прилад для обробки даних

Прилад для обробки – це комп'ютер або мікропроцесор, здатний аналізувати всі дані, щоб визначити, принаймні, перше надходження та відносну щільність енергії переданого ультразвукового імпульсу на зонд приймача для кожного кроку сканування. Дані складаються в єдиний ультразвуковий профіль для кожної пари каналів.

6.4.4. Прилад для відображення вимірюваних даних.

Прилад повинен відображати сигнал приймача ультразвукових імпульсів для підтвердження якості даних, отриманих під час випробування. Після збору даних він повинен забезпечувати зберігання і виведення вихідних даних для кожного ультразвукового імпульсу по всій довжині каналу. Прилад також повинен відображати оброблений ультразвуковий профіль.

7. ПРОЦЕДУРА ПІДГОТОВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ ТА ВИКОНАННЯ ВИМІРЮВАНЬ

7.1. Перед початком обстежень, необхідно задокументувати конфігурацію і параметри каналів доступу, що будуть тестуватись, і за необхідності за допомогою вимірювальної стрічки визначити довжину кожного каналу доступу з точністю щонайменше 10 мм. Якщо канал доступу заблокований, потрібно зафіксувати глибину блокування з верхньої позначки бетону даного каналу доступу. Необхідно також, з точністю до 10 мм, записати деталі конфігурації каналів доступу, включаючи вимірювання відстаней між центрами каналів доступу і висоти каналів доступу над бетоном (висота труб над бетоном не повинна перевищувати 0,5 м). Канали доступу повинні бути повністю заповнені чистою водою.

7.2. Перед обстеженням потрібно перевірити функціональність обладнання відповідно до інструкцій виробника та налаштувати випробувальний пристрій. Для налаштування пристрою потрібно повільно опустити зонди до нижньої відмітки каналів (каналу), за необхідності (бажано на ділянці з якісним бетоном), вибрати значення потужності передавача та коефіцієнт підсилення сигналів приймача, які забезпечують якісний ультразвуковий імпульс з хорошою амплітудою.

7.3. Під час обстеження зонди потрібно піднімати достатньо повільно, щоб зафіксувати один ультразвуковий імпульс для кожного заданого кроку сканування.

7.4. Після завершення збору даних (обстеження) треба перевірити якість отриманого ультразвукового профілю. Якщо ультразвуковий профіль вказує на аномалію, то зона, що викликає підозру, може бути додатково досліджена. Зонди повинні бути опущені на глибину щонайменше 1 м нижче аномалії, а запис ультразвукових імпульсів потрібно виконувати, поки вони піднімаються до відмітки щонайменше 1 м над аномалією.

8. АНАЛІЗ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕНЬ (ТЕСТУВАНЬ)

8.1. Аналіз і кількісна оцінка параметрів та місця розташування будь-якої видимої аномалії виконується на основі оброблених результатів обстеження, а саме:

- часу до першого надходження ультразвукових імпульсів (або розрахованої швидкості хвилі);
- розрахованої відносної щільності енергії.

Результати обстеження, побудовані відносно глибини, повинні бути наведені у графічному вигляді для кожного акустичного профілю. Фільтрація або згладжування оброблених результатів повинні зводитись до абсолютного мінімуму, оскільки надмірне згладжування або фільтрація можуть приховати дефекти і таким чином призвести до неналежної інтерпретації результатів.

8.2. Графічне зображення розрахованого ультразвукового профілю для кожного напрямку тестування, повинно бути чітко представлено та ановано, що буде дозволяти подальше чітке тлумачення даних.

8.2.1. УЗП повинен включати:

- час надходження (t , мкс), або розраховану швидкість пружних хвиль (C , м/с);
- розраховану відносну щільність енергії (w , dB);
- каскад сигналів хвильових процесів уздовж каналу по всіх кроках сканування;

– усі дані елементу обстеження: шифр і назва будівельного об'єкту та елементу фундаменту, схема розташування та ідентифікація каналів доступу, відстань між каналами, схема напрямку сканування та висновок по УЗП.

8.2.2. У висновку на кожен УЗП повинні бути визначені та відображені усі відхилення в графіках часу надходження та відносної щільності енергії ультразвукової хвилі, амплітуда яких дорівнює або перевищує середні значення по профілю, а саме: $t = +20\%$; $w = -14\%$.

8.3. Про відсутність аномальних ділянок і дефектів свідчать гладкі і спокійні графіки відносної щільності енергії та часу розповсюдження пружних хвиль повздовж всього профілю.

8.4. Пологе і спокійне відхилення (підвищення або зниження повздовж каналу) в графіках свідчить про порушення паралельності труб обстеженого профілю.

8.5. Про наявність дефекту свідчить одночасне підвищення t і зниження w .

9. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

9.1. До випробувань допускаються особи (не менш 2-х), що пройшли інструктаж з техніки безпеки на будівельному об'єкті замовника.

9.2. Додаткові заходи з техніки безпеки, що пов'язані зі специфікою проведення обстежень, повинні передбачатися в технологічних картах або програмах робіт.

9.3. Замовник зобов'язаний забезпечити умови для безпечної роботи при виконанні обстежень.

10. ЗМІСТ ЗВІТУ

10.1. Назва органу, який проводив обстеження.

10.2. Ідентифікація об'єкту та замовника (шифр проекту, позначення елементу фундаменту тощо).

10.3. Дата проведення випробувань.

10.4. Дані щодо персоналу випробувань та особи, відповідальної за виконані випробування.

10.5. Мета обстежень згідно з технічним завданням замовника.

10.6. Посилання на нормативні документи та літературу, які були використані при обстеженні та аналізі результатів.

10.7. Методика обстежень та опис пристрою обстеження.

10.8. Графічні зображення ультразвукових профілів.

10.9. Загальний висновок.

ПРИМІТКА 3. Загальний висновок роблять на основі комплексного аналізу результатів (висновків) усіх УЗП обстеженого елементу.

ПРИМІТКА 5. Будь-яка подальша інтерпретація є якісною. Будь-яка оцінка придатності та несучої спроможності обстеженого елементу повинна проводитися інженером, що має спеціалізований досвід у цій галузі, і виходить за рамки цього стандарту.

БІБЛІОГРАФІЯ

2.1. ДСТУ Б В.2.7-226:2009 Бетони ультразвуковий метод визначення міцності.

2.2. ДСТУ Б 6.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності.

2.3. ДСТУ 3400:2006 Державні випробування засобів вимірювальний техніки. Основні положення, організація, порядок проведення і розгляду результатів.

- 2.4. ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення.
- 2.5. D1143 Test Method for Piles Under Static Axial Compressive Load(Withdrawn 2005)
- 2.6. D3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
- 2.7. D4945 Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Deep Foundations
- 2.8. D5882 Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations
- 2.9. D6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2.10. D660 Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testin
- 2.11.- D7949 Test Methods for Thermal Integrity Profiling of Concrete Deep Foundations

КЛЮЧОВІ СЛОВА:

барретта; буронабивна паля; свердловина; тест на цілісність; одно канальний акустичний каротаж; багатоканальний перехресний акустичний каротаж; ультразвукове випробування; акустичний контакт; акустична база;

**Неруйнівні обстеження бетонних елементів фундаментів
глибокого закладення методом акустичного каротажу**

**СТАНДАРТ ПІДПРИЄМСТВА
СП Б В.2.7-1:2024**

РОЗРОБНИКИ:

А.Городжа, Б.Трощинський, К.Городжа, М.Корнієнко, Ю. Новотарський.