

3.3 Оцінка міцності матеріалу за механічними характеристиками його поверхневого шару

Оцінка міцності металу

Найбільше поширення у будівельній практиці отримав прилад Польді, схема якого приведена на рис. 3.14.

Прилад кулькою 2 щільно притискається до поверхні досліджуваного матеріалу 1. По стержню 4 завдають удару молотком. На поверхні металу і еталонного бруска з'являється відбиток кульки, відповідно діаметрами d і d_{em} . Якщо D - діаметр кульки і заздалегідь відома твердість по Бринеллю HB_{em} еталонного бруска 3, то твердість по Бринеллю металу, що досліджують HB визначають з наступного вираження:

$$HB = HB_{em} \cdot \frac{D - \sqrt{D^2 - d_{em}^2}}{D - \sqrt{D^2 - d^2}} \quad (3.1)$$

По отриманій твердості HB міцність і марку металу визначають за допомогою спеціальних таріровочних таблиць.

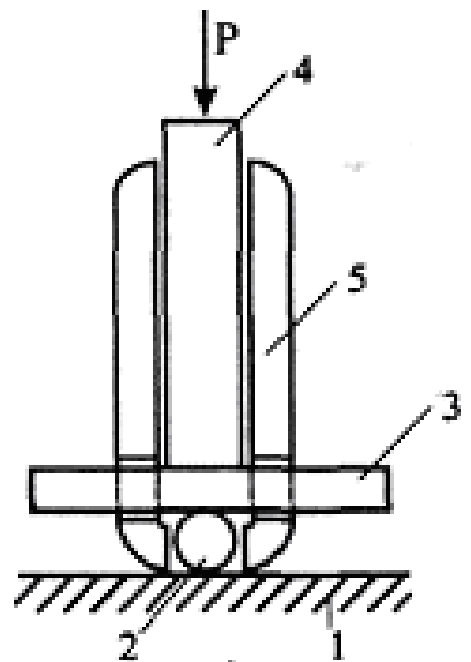


Рис. 3.14 – Схема приладу Польді: 1 – матеріал, що досліджують; 2 – сталеву кульку; 3 – еталонний брусок; 4 – ударний стержень; 5 – корпус приладу

Оцінка міцності бетону по ударному відбитку на його поверхні

Міцність бетону оцінюють еталонним молотком Кашкарова, схема якого приведена на рис. 3.15. Принцип роботи цього молотка аналогічний приладу Польді, але діаметр сталеві кульки прийнятий 15мм і замість сталевого бруска в якості еталону використовують круглий стержень $\varnothing 10$ і 12 мм із сталі ВСт3. Після удару кульку залишає на поверхні бетону відбиток діаметром d_6 , а на еталонному стержні - відбиток у вигляді еліпсоїдної лунки з великим діаметром d_{em} .

Міцність бетону оцінюють по середньому значенню відношення d_6/d_{em} , що отримали після 10 і більше ударів молотком, з використанням кореляційної залежності між d_6/d_{em} і міцністю бетону на стискування, встановленою експериментально.

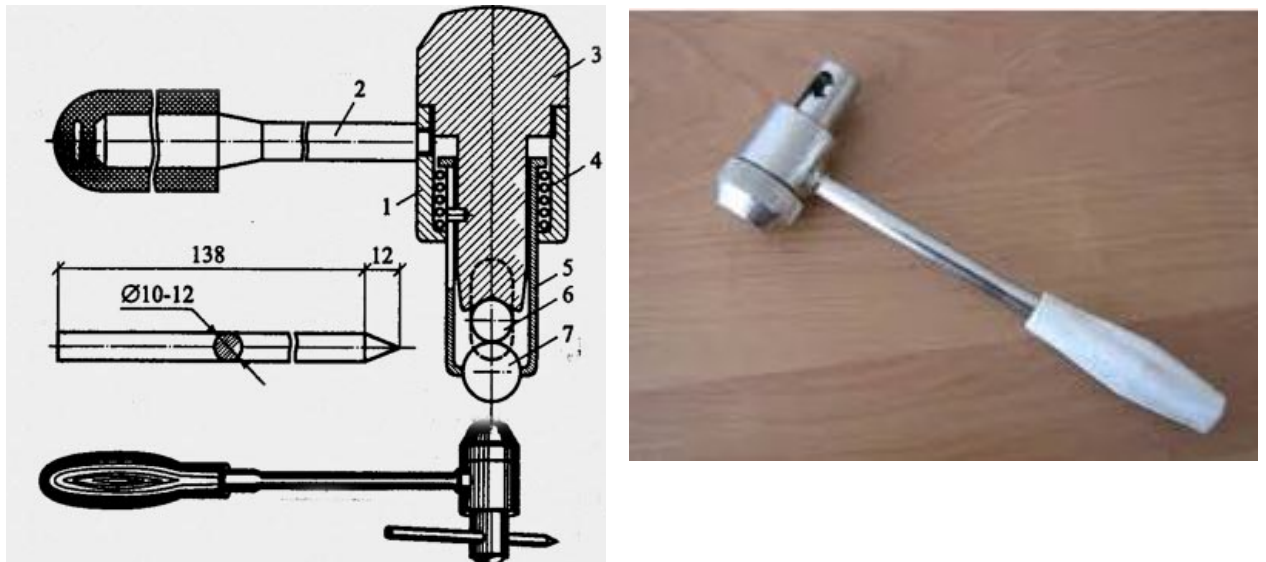


Рис. 3.15 - Схема еталонного молотка К. П. Кашкарова: 1 - корпус; 2 - руків'я; 3 - голівка; 4 - пружина; 5 - склянка з отворами для кульки 7 і еталонного стержня 6.

Оцінка міцності бетону по пружному відскоку бойка при ударі:

При випробуваннях приладами такого типу відносно характеристики матеріалу судять за величиною відскоку бойка, яким завдають удару по металевому наконечнику, притиснутому до поверхні бетону. Удар здійснюють спуском пружини, що дозволяє піддавати випробуванню будь-яким засобом орієнтовані поверхні та стандартизувати силу удару. Найбільш відомі прилади цього типу: молотки Шмидта, КМ, ЦНІСК. Розглянемо принцип роботи молотка Шмидта (рис. 3.16). Молоток встановлюють перпендикулярно поверхні бетону і натисненням на корпус засовують

ударник 1 всередину корпусу 5 приладу. Коли він досягає крайнього положення, молоток 4 автоматично звільняється і під дією пружини 6 завдає удару по ударникові та відскакує назад.

Відскік фіксується стрілкою 2 на шкалі 3. Визначення межі міцності бетону на стискування виконують за допомогою таріровочної кривої «міцність бетону - величина відскоку».

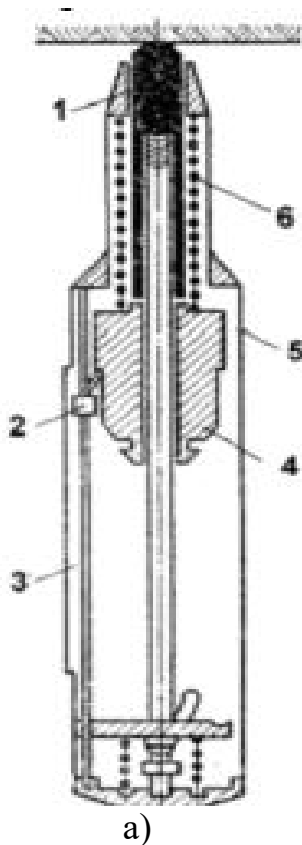


Рис. 3.16 - Молоток Шмидта (а): 1 - ударник; 2 - стрілка; 3 - шкала; 4 - молоток; 5 - корпус; 6 - спіральна пружина. (б) - електронний молоток Шмидта.

3.4 Ультразвуковий імпульсний метод визначення характеристик матеріалів

Акустичні неруйнівні методи досліджень матеріалів базуються на збудженні пружних механічних коливань. За параметрами цих коливань і за умов їх поширення роблять висновок відносно фізико-механічних характеристик і стану досліджуваного матеріалу.

Ультразвуковий імпульсний метод заснований на використанні механічних коливань високої частоти (для бетону до 200 кГц, для металу 300 кГц - 10 МГц) і на існуванні залежності між параметрами високочастотних

коливань, які поширюються в досліджуваному середовищі, і властивостями цього середовища. Наприклад, швидкість поширення пружних хвиль пов'язана з щільністю середовища і модулем пружності цього середовища наступною залежністю:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot K, \quad (3.2)$$

де E - модуль пружності; ρ - щільність середовища; K - коефіцієнт, який залежить від виду хвиль (подовжніх, поперечних, Релея) і від простору (одновимірного, двовимірного, тривимірного).

Вимірюючи швидкість поширення хвиль і характеристики їх загасання, можна вирішувати завдання дефектоскопії та визначати міцність, щільність, пружність.



Для збудження ультразвукових коливань використовують спеціальні перетворювачі, які трансформують змінний електричний струм ультразвукової частоти в механічні коливання тієї ж частоти, діючи за принципом п'єзоефекту, використовуючи здатність деяких кристалів (кварц, сегнетова сіль) змінювати свої розміри під впливом електричного струму.

Рис. 3.17 - Ультразвуковий імпульсний метод



Рис. 3.18 - Ультразвуковий товщиномір NOVOTEST УТ- 1

Ця властивість зворотня, тобто при деформації таких речовин на них виділяються електричні заряди. Оскільки повітряні прошарки перешкоджають проходженню ультразвукових хвиль, між перетворювачем і твердим тілом наносять передавальне середовище: для металів - ця мінеральна олія, для бетонів - солідол або технічний вазелін.

Ультразвукові коливання вводять в досліджуване середовище вузьким пучком, і хвилі, переходячи з одного середовища в інше, заломлюються або відбиваються від граней, що розділяють середовища. Це використовується для визначення положення межі середовищ, тобто товщини елементів. У повітряних прошарках ультразвукові коливання затухають майже повністю, що дозволяє виявляти приховані внутрішні дефекти.





Рис. 3.19 – Ультразвуковий портативний товщиномір металу

Застосування ультразвукових методів

Визначення пружних характеристик матеріалів за швидкістю поширення ультразвукових хвиль.

Використовуючи залежність (3.2) способом наскрізного прозвучивання, можна отримати значення пружних характеристик матеріалу.

Динамічний модуль пружності:

$$E_{\text{дин}} = v_{\text{пр}}^2 \cdot \rho. \quad (3.3)$$

Динамічний коефіцієнт Пуассона:

$$\mu_{\text{дин}} = 2 \frac{v_{\text{пр}}}{v_{\text{пон}}} - 1, \quad (3.4)$$

де $v_{\text{пр}}$ - швидкість поширення подовжніх ультразвукових хвиль;

$v_{\text{пон}}$ – теж, поперечних хвиль.

Визначення товщини матеріалу при односторонньому доступі

Для таких вимірів використовують ехо-метод (рис. 3.21). Ехо-метод заснований на реєстрації ехо-сигнала, відбитого від дефекту. Окрім переваги одностороннього доступу він також має найбільшу чутливість до виявлення внутрішніх дефектів, високу точність визначення координат дефектів. До недоліків методу слід віднести передусім низьку перешкодостійкість до

зовнішніх відбивачів, різку залежність амплітуди сигналу від орієнтації дефекту. Цим методом контролюють близько 90% усіх зварних з'єднань товщиною 4 мм і більше (рис. 3.20).

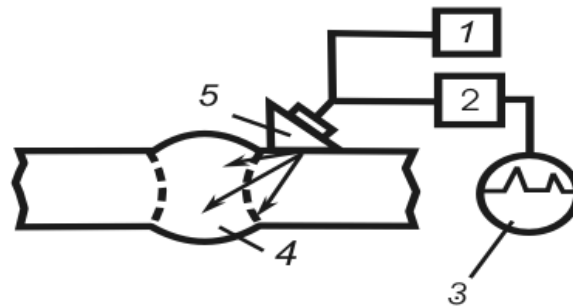


Рис. 3.20 - Контроль ехо-методом: 1 - генератор; 2 - підсилювач; 3 - індикатор; 4 - об'єкт контролю (шов); 5-перетворювач

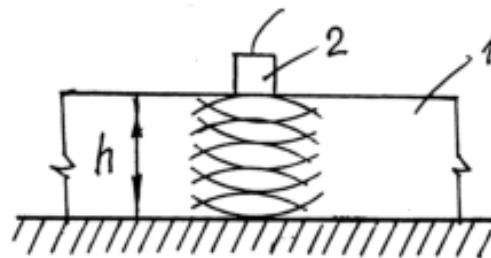


Рис. 3.21- Схема ехо-метода: 1 - досліджуванний матеріал; 2- випромінювач - приймач

Товщина матеріалу дорівнює:

$$h = \frac{1}{2} v \cdot t, \quad (3.5)$$

де v - відома швидкість поширення ультразвукових хвиль;
 t - час проходження ультразвукової хвилі через матеріал і повернення відбитої хвилі.

Визначення глибини тріщини у бетоні

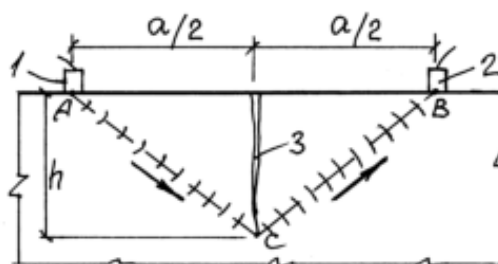


Рис. 3.22 - Схема визначення глибини тріщини: 1 - випромінювач; 2 - приймач; 3 - тріщина

Ультразвукова хвиля пройде найкоротшою відстанню $ACB = \sqrt{4h^2 + a^2}$, по рис. 3.22.

При відомій швидкості v час проходження сигналу $t_h = \sqrt{\frac{4h^2 + a^2}{v^2}}$, визначають експериментально.

$$\text{Звідси глибина тріщини дорівнює:} \quad h = \frac{1}{2} \sqrt{(vt_h)^2 - a^2}, \quad (3.6)$$

Визначення міцності бетону

Залежність між швидкістю ультразвуку та міцністю бетону будують на основі випробування бетонних кубиків. Прозвучивання кубиків виконують в напрямі, перпендикулярному напрямку укладання бетону у формі в точках, вказаних на рис. 3.23.

За значенням l і часу проходження ультразвукової хвилі t обчислюють її швидкість

$$v = \frac{l}{t - \Delta t}, \quad (3.7)$$

де Δt - година проходження ультразвукового сигналу в перетворювачах і в мастильній олії, що визначають за схемою, на рис. 3.23б.

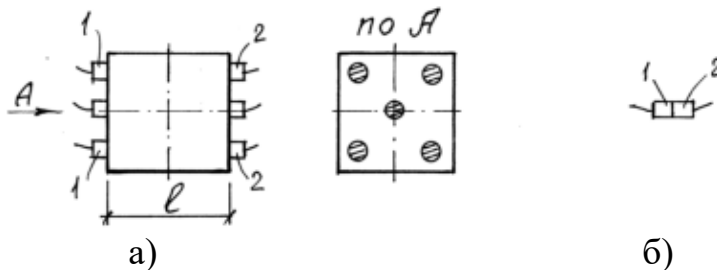


Рис. 3.23 - Схема прозвучивання бетонних кубиків:

а - схема установки випромінювачів-приймачів при прозвучиванні;

б - установка випромінювачів-приймачів при визначенні Δt ;

1 - випромінювач; 2 – приймач

З отриманих значень швидкостей визначають середні значення, які наносять на таріровочний графік, куди заносять також значення межі міцності бетону, отримані випробуваннями кубиків на стискування.

Ультразвукова дефектоскопія

а) Дефектоскопія зварних швів.

При дефектоскопії зварних швів використовують тіньовий і ехо-методи. Перший базується на загасанні коливань в повітряних прослойках, другий - на відображенні хвилі від межі матеріалу і повітряного середовища.

б) Дефектоскопія бетону.

При дефектоскопії бетону можна визначати дефекти, розміри яких більше максимального розміру заповнювача. При наскрізному прозвучиванні визначають ділянки бетону зі зниженою міцністю, порушення суцільності, тріщини.



Рис. 3.24 - Прилад УКС-МГ4, призначен для контролю дефектів, визначення міцності бетону в збірних і монолітних конструкціях



Рис. 3.25 - Ультразвуковий прилад з візуалізацією (дефектоскоп) ПУЛЬСАР- 2.2

Рис. 3.26
визначення

3.5
діаметру

Суть
дослідження

полягає у фіксації викривлених силових ліній магнітного потоку в місцях наявності тріщин або феромагнітних включень. Місцеві потоки розсіяння



- Дефектоскоп
ультразвуковий для
міцності бетону

Визначення положення і
арматури в залізобетоні

електромагнітного методу
будівельних конструкцій

будуть тим більшими, чим більшими будуть дефекти або включення, які їх викликають. За однакових умов найбільшим буде вплив дефекту орієнтованого перпендикулярно силовим лініям, тому для виявлення усіх дефектів необхідно виміри проводити в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

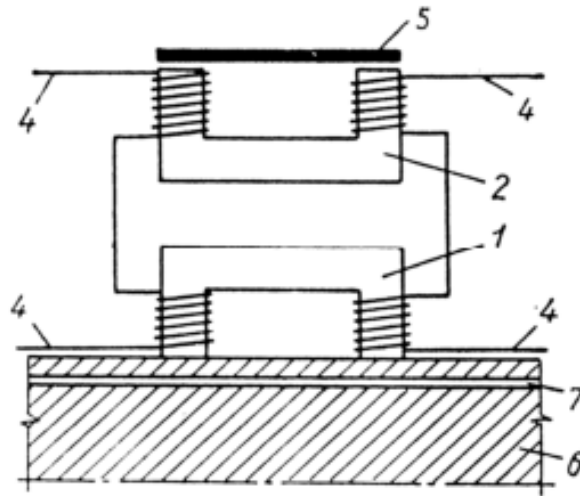


Рис. 3.27 - Принципова схема електромагнітного приладу типу ІЗС-10Н: 1 - пошуковий електромагніт; 2 - ферозонд; 4 - виводи для пристрою, який реєструє відхилення магнітних силових ліній; 5 - еталонний стержень або пластинка; 6 - досліджуваний залізобетон; 7 - арматура



Рис. 3.28 - Електромагнітний прилад типу ІЗС-10Н

Для цієї мети використовують прилад (рис. 3.28), який використовує індуктивний збалансований міст з двох електромагнітів, сполучених із стрілкою-показчиком. При наближенні до арматури розбалансування моста, яке залежить від діаметру і розташування стержня, зменшиться, і стрілка буде обертатися. Екстремум відхилення стрілки відповідає положенню

приладу над віссю арматурного стержня. Встановивши щуп приладу з електромагнітом 1 в положення, яке відповідає максимальному відліку, записує товщину захисного шару, яка відповідає різним діаметрам арматури. Після цього між щупом і залізобетонною конструкцією закладають прокладення з діаманетика (оргскло) товщиною 10 мм і знову знімають відліки. Діаметр арматури відповідатиме тій з шкал, різниця відліків по якій дорівнюватиме 10 мм.



Рис. 3.29 - Визначення захисного шару бетону приладом ІЗС-10Ц

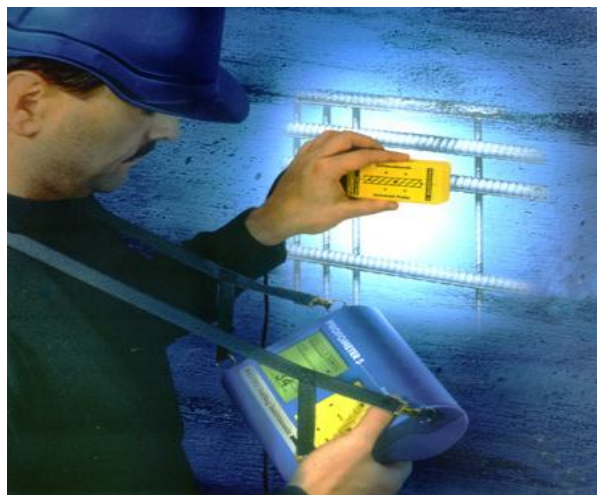


Рис. 3.30 -Тестер Локатор визначення арматури у бетоні ТС100. Тестер для пошуку арматури у бетоні виміру діаметру арматури, а так само визначення товщини захисного шару