

УДК 620.179.12

## ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ ЗА ДОПОМОГОЮ МОЛОТКА ШМІДТА

**А. О. Лозицька**

студентка 1-го року магістратури, група МБГ-51м, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Науковий керівник – к.т.н., доцент В. В. Савицький

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**В статті розглянуто будову, принцип дії, порядок підготовки до роботи та проведення випробувань за допомогою приладу склерометр Шмідта, наведено результати експериментальних досліджень міцності бетону за допомогою склерометра Шмідта, відзначено переваги та недоліки використання зазначеного приладу.**

**Ключові слова:** бетон, міцність, склерометр, механічний, неруйнівний.

**В статье рассмотрены устройство, принцип действия, порядок подготовки к работе и проведения испытаний с помощью прибора склерометр Шмидта, приведены результаты экспериментальных исследований прочности бетона с помощью склерометра Шмидта, отмечены преимущества и недостатки использования данного прибора.**

**Ключевые слова:** бетон, прочность, склерометр, механический, неразрушающий.

**The article considers the structure, principle of operation, procedure for preparation for work and testing with a Schmidt sclerometer, presents the results of experimental studies of concrete strength with a Schmidt sclerometer, notes the advantages and disadvantages of using this device.**

**Keywords:** concrete, strength, sclerometer, mechanical, non-destructive.

**Неруйнівні методи** широко використовуються для визначення фізико-механічних властивостей матеріалів, оскільки дозволяють визначити ці характеристики для існуючих будівельних конструкцій без їх руйнування [1].

Серед неруйнівних методів найпоширенішими є механічні та фізичні методи, а серед механічних виділяють метод пружного відскоку, метод пластичних деформацій та метод місцевих руйнувань. Зокрема, метод місцевих руйнувань знайшов своє втілення в приладі ОНИКС-1.СР, принцип роботи якого базується на методі сколювання ребра конструкції. Цей метод є досить точним при визначенні міцності бетону і застосовується для балок, плит і колон існуючих будівель і споруд, але вимагає відкритого доступу до ребра конструкції та є досить громіздким. Також досить точними є методи відриву приклеєного сталевго диску з поверхні бетону та виривання замоноличених анкерів з тіла бетону за допомогою гідравлічного прес-наосу Вольфа. Однак ці методи є важкими з точки зору підготовки до випробувань, тому вимагають додаткових витрат на влаштування допоміжних пристосувань на конструкції. Метод пластичних деформацій вже тривалий час реалізується в приладі молоток Кашкарова. Цей метод знайшов широке використання завдяки простоті та надійності приладу, але недоліком є те, що досліджуються лише поверхневі шари бетону, а також необхідно мати набір заготовок арматурних стержнів. Метод пружного відскоку застосований в принциповій схемі приладу ОНИКС-2.5. Перевагою приладу є його компактність, але недолік методу – досліджуються лише поверхневі шари матеріалу, в той час як глибинні шари

можуть мати дещо інші властивості. Для дослідження глибинних шарів матеріалу використовують ультразвукові прилади контролю якості бетону, зокрема, прилад УК-14ПМ, але його використання вимагає двостороннього доступу до конструкції та сам прилад є досить громіздким і потребує використання джерела електричної енергії. Також можливо застосовувати руйнівні методи, для цього необхідно завчасно виготовити стандартні зразки у вигляді бетонних кубів чи призм.

Серед приладів методу пружного відскоку широке розповсюдження отримав склерометр Шмідта для вимірювання міцності бетону завдяки компактності виконання та високій точності вимірювань. Крім того, даний прилад можна використовувати для визначення міцності бетону не лише на повітрі, але й під водою.

**Метою дослідження** було визначити особливості підготовки до випробувань приладу молоток Шмідта, порівняти його з іншими приладами неруйнівного контролю якості будівельної продукції та визначити міцність бетону за допомогою методу пружного відскоку з використанням зазначеного приладу.

**Молоток Шмідта** був розроблений в 1948 році швейцарським інженером Ернстом Шмідтом. Саме цей прилад вперше дав можливість виміряти міцність бетонних конструкцій на місці проведення будівельних робіт.

Молоток Шмідта працює за принципом пружного відскоку, який заснований на вимірах ударного імпульсу, що виникає в бетоні при додатку навантаження [2]. Цей спосіб запозичений з практики вимірювання міцності металу. Полягає він у впливі ударами за допомогою спеціального ударника по сферичному штампу, який попередньо притискається до бетону. Склерометр влаштований таким чином, що після удару по бетону спеціальна система пружин дозволяє ударнику здійснити вільний відскік. При цьому величина зворотного відскоку характеризує ступінь твердості оцінюваного матеріалу. А за допомогою встановленої на прилад градуйованої шкали обчислюється міцність бетону (рис. 1).



Рис. 1. Конструкція склерометра Шмідта

Вимірювання проводяться, як правило на невеликих ділянках (вимірювана площа ділиться на квадрати, сусідні вимірювання здійснюються на відстані 25 мм один від одного (мінімальне значення), а в подальшому отримані значення порівнюються для отримання середнього арифметичного. Спрощено алгоритм роботи приладу виглядає так: ударний плунжер (індентор) притискається до поверхні бетону, де немає металевих частин (арматури); за рахунок пружини індентор вдаряє по досліджуваній поверхні; система чотирьох пружин виконує повернення ударника (плунжера) у вихідне положення за допомогою вільного відскоку.

Ступінь міцності бетону на стиск показується на цифровій шкалою. Цифра характеризує відскік бойка на певну висоту. Чим відскік сильніший, тим твердіший бетон.

Щоб випадково не протестувати одну ділянку двічі, поверхню бетону маркують – наприклад, малюють 9 квадратів. Кожен бетонний квадрат заміряють, фіксуючи результат для подальшого аналізу. Вимірювання не зараховується (підлягає повтору на іншій ділянці), якщо бойок вдарив по поверхні, що приховує порожнечу. Всі 9 проб можуть бути ідентичними за розмірами або трохи розходитися. Аналіз даних будеється на виведенні середнього арифметичного з результатів по 9 ударам.

За допомогою склерометра Шмідта і градуовальної кривої (рис. 2) нами визначено міцність бетону в залізобетонних конструкціях (балка, колона) та бетонних зразках (три куби). Проводились по 12 вимірювань міцності бетону з кожного елементу конструкції, відстань між замірами приймалась не менше 30 мм, прилад стояв перпендикулярно до поверхні матеріалу. Наждачним папером зачищали поверхню конструкцій та вирівнювали місце заміру. По градуовальній кривій знімаємо покази кубової міцності бетону, по середньому значенню відліків визначаємо клас бетону (таблиця). Випробування можна проводити, прикладаючи прилад до поверхні бетону під різними кутами, таким чином, користуватись різними кривими на діаграмі (рис. 2). В нашому випадку, ми прикладали навантаження під кутом  $90^\circ$ , тому користувались верхньою кривою діаграми. Випробування були максимально комфортними завдяки компактності та зручності використання приладу.

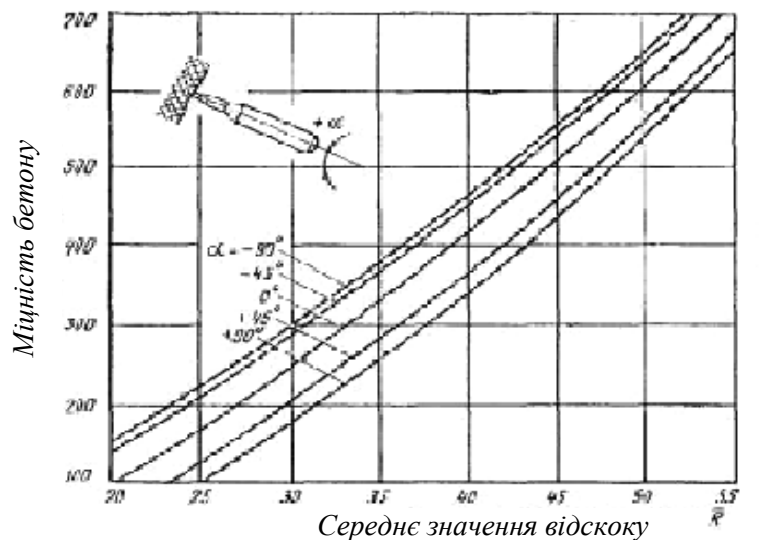


Рис. 2. Градуовальна крива для визначення міцності бетону склерометром Шмідта

Результати вимірювань і розрахунків для бетону конструкцій

| № з/п | Відліки по склерометру, МПа |        |       |       |       |
|-------|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|
|       | Балка                       | Колона | Куб 1 | Куб 2 | Куб 3 |
| 1     | 28                          | 38     | 40    | 34    | 34    |
| 2     | 40                          | 37     | 42    | 40    | 34    |
| 3     | 28                          | 32     | 38    | 32    | 34    |
| 4     | 28                          | 32     | 38    | 40    | 38    |
| 5     | 28                          | 40     | 38    | 30    | 36    |
| 6     | 28                          | 29     | 46    | 38    | 38    |
| 7     | 34                          | 38     | 36    | 38    | 42    |
| 8     | 30                          | 42     | 36    | 28    | 44    |
| 9     | 35                          | 36     | 48    | 30    | 42    |
| 10    | 29                          | 34     | 40    | 30    | 38    |
| 11    | 28                          | 34     | 30    | 38    | 48    |
| 12    | 26                          | 36     | 48    | 28    | 44    |
| сер   | 30,2                        | 35,7   | 40,3  | 33,8  | 39,3  |

Отже, застосований метод визначення міцності бетону в залізобетонних конструкціях склерометром Шмідта дає можливість визначити фізико-механічні характеристики матеріалу неруйнівним методом, тобто придатний для застосування в реальних будівлях та спорудах без їх руйнування. Разом з тим, недоліком даного методу є те, що досліджуються поверхневі шари матеріалу, а для дослідження глибинних шарів необхідно використовувати прилади ультразвукового прозвучування бетону або руйнівні методи для визначення несучої здатності стандартних бетонних зразків.

**Використання склерометра Шмідта** є прогресивним методом визначення міцності бетону неруйнівним методом (методом пружного відскоку) і дозволяє дослідити роботу реальних конструкцій. В подальшому ми плануємо виконати дослідження іншими методами неруйнівного та руйнівного контролю якості матеріалів та порівняти результати з результатами, отриманими за допомогою склерометра Шмідта.

1. Караван В. В. Метрологія і стандартизація : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 101 с. 2. Молоток для контролю бетону ORIGINAL SCHMIDT. Інструкція по експлуатації. С-Пб. 2012.