

**АРХІТЕКТУРА, БУДІВНИЦТВО**

УДК 624.012.35/46

**ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНУ МЕТОДОМ ПРУЖНОГО ВІДСКОКУ**

**І. Д. Кочкаръов**

здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 2 курс,

спеціальність «Промислове та цивільне будівництво»,

навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

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

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

**У статті досліджено питання визначення міцності матеріалів натурних конструкцій методом пружного відскоку за допомогою молотка Шмідта. Виконано перевірку отриманих значень на контрольних зразках у лабораторних умовах прямими випробуваннями гідравлічним пресом на стиск для монолітного бетону та керамічної цегли. Встановлено градуйовані залежності міцності бетону та керамічної цегли, на основі яких виконано апроксимацію прямою залежністю та отримані їх рівняння. Ключові слова:** молоток Шмідта, метод пружного відскоку, монолітний бетон, керамічна цегла, градуйовані залежності, апроксимація.

**The article examines the issue of determining the strength of materials of natural structures by the method of elastic rebound using the Schmidt hammer. The obtained values were checked on control samples in laboratory conditions by direct tests with a hydraulic press for compression for monolithic concrete and ceramic bricks. The graded dependences of the strength of concrete and ceramic bricks were established, based on which approximation by direct dependence was performed and their equations were obtained.**

**Keywords:** Schmidt's hammer, elastic rebound method, monolithic concrete, ceramic brick, graduated dependencies, approximation.

**Одним з основних питань при обстеженні будівель та споруд є питання встановлення міцнісних характеристик матеріалів несучих конструкцій. Найбільш точним методом визначення міцності матеріалів є випробування контрольних зразків стандартних розмірів на стиск [1]. В окремих випадках зразки заданих розмірів вирізають безпосередньо із конструкцій, які підлягають обстеженню. Це викликає певні ускладнення та порушує цілісність конструкцій. Тому переважно використовують неруйнівні методи визначення міцності матеріалів, суть яких полягає у залежності між градуйованою міцністю зразків та їх непрямыми характеристиками.**

**Найбільш поширеним є метод пружного відскоку [1; 2], через відносну легкість у використанні та достатню точність, яка становить близько 10–15%. Цей метод найчастіше використовується під час зведення або реконструкції будівель та споруд [3].**

**Мета статті** полягає у встановленні градуйовальних залежностей визначення міцності матеріалів молотком Шмідта, а також оцінці їхньої достовірності.

**Було заплановано** провести визначення міцності матеріалів натурних конструкцій методом пружного відскоку за допомогою молотка Шмідта, а також виконати перевірку отриманих значень на контрольних зразках у лабораторних умовах прямими

випробуваннями гідравлічним пресом на стиск. Визначення міцності на стиск було проведено для наступних матеріалів: монолітний бетон та керамічна цегла. Випробування проводились на будівництві житлових багатоквартирних будинків у м. Рівне. За допомогою молотка Шмідта попередньо була визначена міцність бетону несучих балок покриття та цегли зовнішніх (рис. 1).

Балки покриття мали розмір поперечного перерізу 250x500 мм. Випробування проводилось на 10 добу після заливки бетону у опалубку. Також для контролю набору міцності бетону несучих балок покриття, були виготовлені контрольні зразки у формі кубиків розміром 100×100×100 мм (рис. 2).

Випробування за допомогою молотка Шмідта проводилось за двома методиками. За першою методикою поверхня дослідних балок не шліфувалась. Друга методика передбачала попереднє шліфування поверхні перед випробуванням.



Рис. 1. Натурна балка покриття, для якої проводилось визначення міцності бетону



Рис. 2. Контрольні зразки

За обома методиками наносилось десять ударів по бокові поверхні балок (Положення молотка № 1 за інструкцією). Відстань між місцями ударів приймалася не менше 30 мм. У подальшому експериментальні точки були відбраковані за методикою наведеною у ДСТУ-Б-В.2.7-226\_2009. У той же день були випробувані контрольні зразки на пресовому обладнанні.

Отримані значення відскоку ударного механізму були нанесені на градувальний графік, побудований за паспортними даними (рис. 3). На цьому ж графіку було нанесено експериментально отримане середнє значення міцності бетону контрольних зразків (рис. 4).

Далі було визначено значення міцності бетону на стиск  $f_{ck}$  за градувальним графіком (паспортними даними) для поверхні балки за двома методиками. За першою методикою (без шліфування) отримали значення  $f_{ck1} = 15.2$  МПа. За другою отримали  $f_{ck2} = 12.4$  МПа. Середнє значення міцності бетону отримане за контрольними зразками складає  $f_{ck2} = 14.7$ , що дозволило знайти похибки за отриманими даними. Похибка за першим методом (без шліфування) у порівнянні зі значенням, отриманим за контрольними зразками, склала:

$$\Delta = \frac{14.7 - 15.2}{14.7} 100\% = 3\% .$$

Похибка для другого методу(з шліфування) склала:

$$\Delta = \frac{14.7 - 12.4}{14.7} 100\% = 15\% .$$

Згідно з отриманими результатами бачимо, що перший метод має найменшу похибку подібну до контрольних зразків. З цього можна зробити висновок, що шліфування поверхні призвело до зменшення пружного відскоку.

Користуватися градуїованим графіком не завжди є доволі зручно, тому нами було виконано його апроксимацію прямою залежністю у діапазоні від 20 до 30 умовних одиниць, отримане рівняння представлено нижче

$$f_{ck} = 1.15 \times R_m - 14.64, \quad (1)$$

де  $f_{ck}$  – міцність бетону;

$R_m$  – значення відскоку ударного механізму.

Коефіцієнт варіації отриманого рівняння складає 0,9946, що вказує на достатню точність проведеної апроксимації. Формула (1) виражає залежність між міцністю бетону та пружним відскоком.

Аналогічні дослідження були проведені з керамічною цеглою. Для цегли було побудовано градуїовану залежність по значенням відскоку для цегли марки М75, М100, М125.

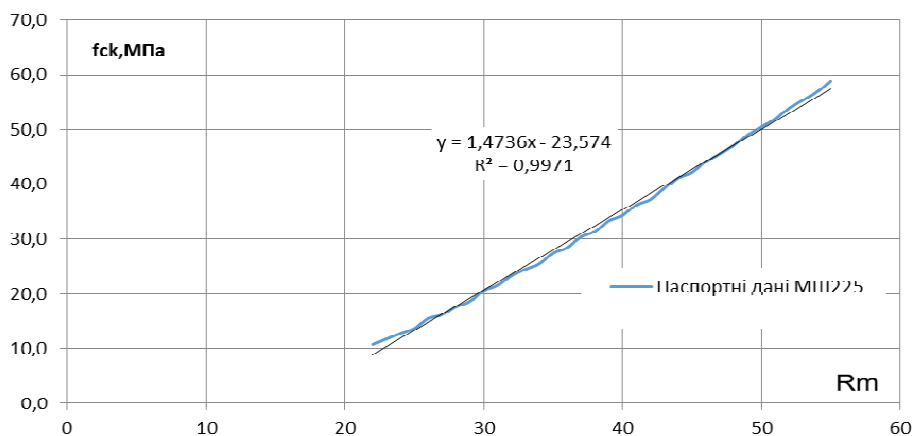


Рис. 3. Градуїовальний графік за паспортними даними приладу

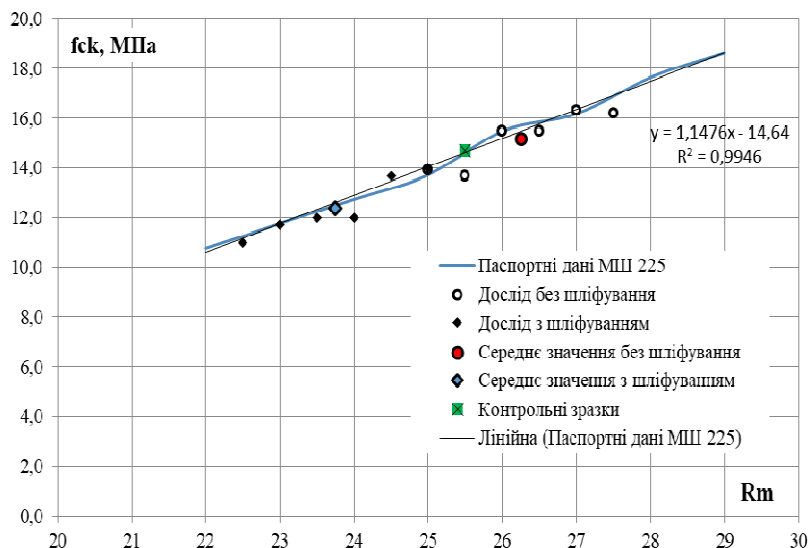


Рис. 4. Експериментально отримане середнє значення міцності бетону контрольних зразків

Цей графік було екстрапольовано для цегли марки М150 та М200. На основі цього було порівняно градуїовальний графік приладу МШ-75 та дослідний тарувальний графік МШ-225, з нанесеними на нього дослідними точками удару та виведено середнє значення результатів

(рис. 5). Отриману градуїзовану залежність було апроксимовано, та отримано наступне рівняння

$$f_{ck} = 8.96 \times R_m - 221.73. \quad (2)$$

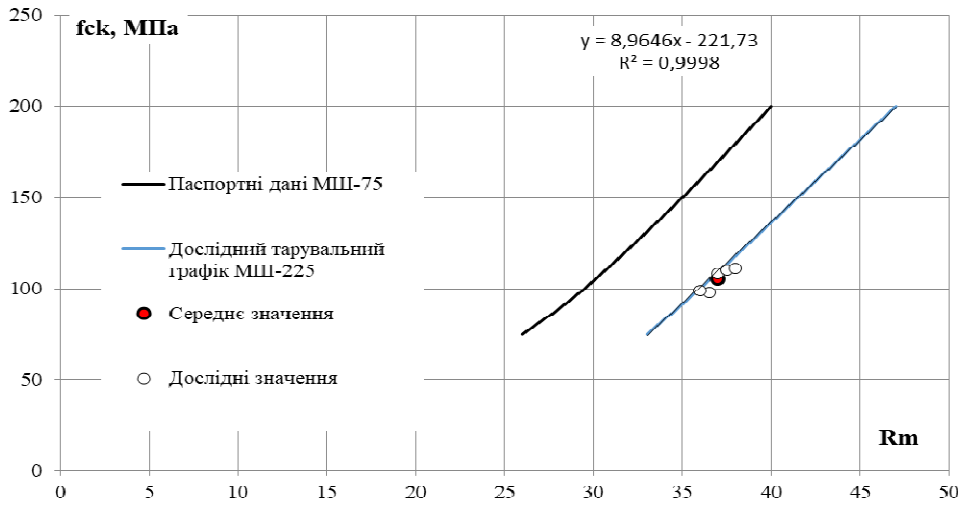


Рис. 5. Градуїрована залежність по значенням відскоку для цегли марки М75, М100, М125

Встановлення міцності цегли за допомогою молотка Шмідта МШ-225 **2207Дж** є доволі наближеним у зв'язку з тим, що марки цегли М70-М200 знаходяться на дуже малому діапазоні його шкали. Тому для більш точного визначення марки цегли необхідно використовувати прилади з меншою енергією удару. Зокрема прилад МШ-75, сила удару якого дорівнює **735Дж**, повинен давати задовільні результати. Але для досить наближеного встановлення можна використовувати молоток Шмідта МШ-225 та встановленим рівнянням (2).

В роботі було встановлено градуївані залежності міцності бетону та керамічної цегли, на основі яких виконано апроксимацію прямою залежністю та отримання їх рівняння. За допомогою цього було встановлено, що прилад має невелику похибку при вимірюванні на поверхні без шліфування та більшу при використанні шліфувального каменю, але при цьому похибка задовольняє вказані межі у 10–15%. При знаходженні міцності цегли виникає проблема у малому діапазоні шкали МШ-225, що призводить до збільшення похибки при проведенні методу.

1. Караван В. В. Метрологія і стандартизація : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 101 с.
2. Ромашко В. М. Діагностика та відновлення будинків і споруд. Рівне : НУВГП, 2011. 287 с.
3. Бабич Є. М., Караван В. В., Бабич В. Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник. Рівне : Волинські обереги, 2018. 176 с.