

## ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ МІЦНОСТІ БЕТОНУ, ОТРИМАНИХ ДЕКІЛЬКОМА СПОСОБАМИ

Виконано порівняння результатів неруйнівного контролю міцності бетону декількома способами, а також статистичних оцінок їх градувальних залежностей та подальшого впливу цих оцінок на величину встановленого класу бетону.

*Ключові слова:* міцність бетону, неруйнівний контроль, метод пружного відскоку, ультразвуковий імпульсний метод

Выполнено сравнение результатов неразрушающего контроля прочности бетона несколькими способами, а также статистических оценок их градуировочных зависимостей и дальнейшего влияния этих оценок на величину полученного класса бетона.

*Ключевые слова:* прочность бетона, неразрушающий контроль, метод упругого отскока, ультразвуковой импульсный метод

The comparison of non-destructive control results for concrete strength received by several methods and their statistical estimations are performed.

*Keywords:* concrete strength, non-destructive control, hammer rebound methods, ultrasonic pulse velocity method

### Вступ

Методи неруйнівного контролю міцності бетону широко застосовуються для діагностики технічного стану бетонних і залізобетонних конструкцій з певним терміном експлуатації, а також контролю якості зведених конструкцій (споруд). Застосовуються прилади для неруйнівного контролю міцності бетону, робота яких базується на методах пружного відскоку, пластичної деформації, ударного імпульсу, відриву зі сколюванням, сколювання ребра, а також, ультразвуковий метод контролю [1].

Міцність бетону при застосуванні неруйнівних методів отримують за попередньо встановленою градувальною (кореляційною) залежністю між величиною міцності бетону та побічною характеристикою міцності (показом приладу).

Під час проведення діагностики технічного стану бетон конструкції за своїми характеристиками може значно відрізнятись від бетону, що використовувався для побудови градувальної залежності. Відповідні нормативні документи передбачають можливість коригування градувальних залежностей шляхом випробування відібраних зразків кернів або використання методу відриву зі сколюванням, що для певних типів конструкцій (тонкостінні, густоармовані й т.д.) є ускладненим або неможливим.

В таких випадках, уточнення результатів неруйнівного контролю міцності бетону можливе при спільному використанні різних мето-

дів, наприклад, ультразвукового та пружного відскоку чи пластичної деформації.

### Мета роботи

Мета даної роботи полягала в порівнянні результатів неруйнівного контролю міцності бетону найбільш поширеними методами пружного відскоку та ультразвукового методу, а також статистичних оцінок при побудові їх градувальних залежностей та подальшого впливу цих оцінок на величину встановленого класу бетону. Крім того, порівнювались результати визначення класу бетону конструкції фундаментної плити за відібраними контрольними зразками при неруйнівному контролі їх міцності та подальшим випробуванням на пресі.

### Зразки та методи випробувань

Для встановлення градувальних залежностей за ГОСТ 22690-88 [2] та ГОСТ 17624-87 [3] використовувалось п'ятнадцять серій по 2 шт. контрольних зразків кубів з ребром 100 мм, виготовлених в лабораторних умовах. Крім того, випробувались зразки кубу з ребром 100 мм, відібрані при бетонуванні фундаментної плити. Всі зразки випробувались у віці 28 діб.

Для визначення показників міцності бетону використовувався ультразвуковий імпульсний метод (прилад УК-14П) та метод пружного відскоку (прилади Онікс-2.5, молоток Шмідта). Встановлення фактичного руйнівного навантаження виконувалось на пресі ПСУ-50.

## Основні результати

Отримані градуювальні залежності для неруйнівного контролю міцності бетону наведені на рис. 1–3.

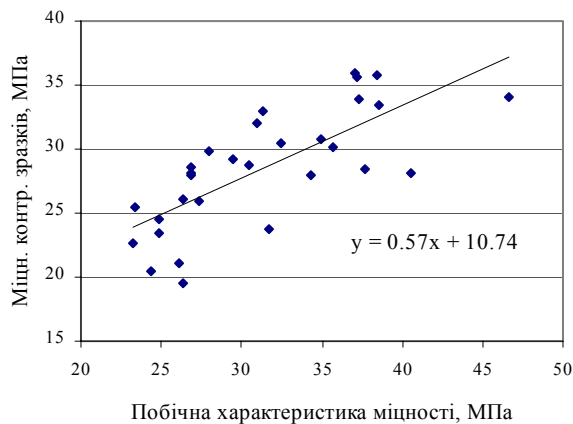


Рис. 1. Градуювальна залежність для визначення міцності бетону приладом Онікс-2.5

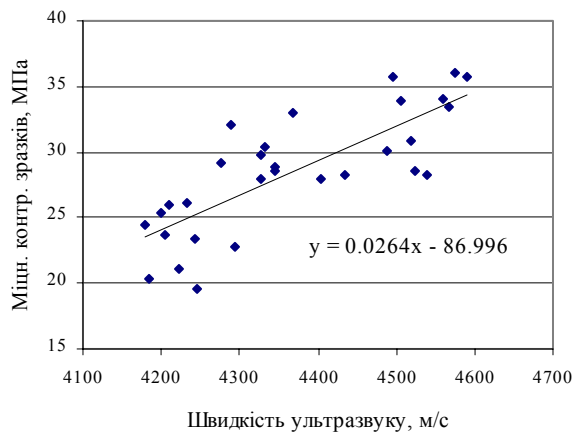


Рис. 2. Градуювальна залежність для визначення міцності бетону приладом УК-14П

Статистичні оцінки отриманих градуювальних залежностей наведені в табл. 1.

Для визначення класу бетону конструкції неруйнівними методами при діагностиці технічного стану або контролі якості конструкції встановлюється середнє квадратичне відхилення міцності з врахуванням статистичних параметрів градуювальних залежностей.

За [4] для випадку, коли за одиничне значення міцності бетону приймається міцність бетону на контрольній ділянці, середнє квадратичне відхилення визначається за формулою

$$S_m = \left( S_{nd} + \frac{S_T}{\sqrt{n-1}} \right) \frac{1}{0,7r + 0,3}, \quad (1)$$

де  $S_{nd}$  – середнє квадратичне відхилення міцності бетону, отримане за даними випробувань неруйнівними методами;

$S_T$  – середнє квадратична похибка градуювальної залежності;

$n$  – кількість ділянок випробувань у конструкції;

$r$  – коефіцієнт кореляції градуювальної залежності.

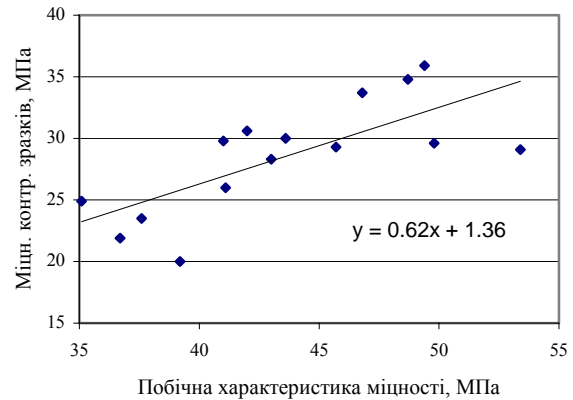


Рис. 3. Кореляційна залежність для визначення міцності бетону молотком Шмідта

Таблиця 1

**Співставлення статистичних оцінок градуювальних залежностей для визначення міцності бетону неруйнівними методами**

Метод	Середнє квадратичне відхилення, МПа	Похибка, %	Коеф. кореляції
Ультразвуковий (УК-14П)	2,9	10,17	0,79
Пружного відскоку (Онікс-2.5)	3,17	11,11	0,74
Пружного відскоку (молоток Шмідта)	3,24	11,38	0,73

Статистичні параметри отриманих градуювальних залежностей для використаних методів є достатньо близькими, що незначно буде впливати на величину отриманого класу бетону при неруйнівному контролі міцності бетону тим чи іншим методом.

В той же час, отримані залежності відповідають проектному віку бетону (28 діб), а за даними [5] для бетону на ранніх стадіях твердіння або при тривалій експлуатації розбіжності між методом пружного відскоку та ультразвуковим методом будуть зростати. Тому, при подальших дослідженнях необхідно встановити зміну співвідношення міцності бетону, визначеної різними неруйнівними методами в залежності від віку бетону.

Також розглядалися найбільші розбіжності значень міцності бетону отриманих при неруйнівному контролі за градуювальними залежностями від фактичної міцності зразків (табл. 2).

Таблиця 2

**Розбіжності результатів неруйнівного контролю міцності від фактичної міцності зразків бетону**

Метод	Розмах відхилень, МПа
Ультразвуковий (УК-14П)	-5,6...5,9
Пружного відскоку (Оникс-2.5)	-6,23...4,5
Пружного відскоку (молоток Шмідта)	-5,8...3,8

В більшості випадків при діагностиці технічного стану конструкцій будівель та споруд здійснюється вибірковий контроль, для якого в ГОСТ 18105-86 [6] даються вказівки з призначення мінімальної кількості контрольних ділянок та їх розмірів.

Наведені розбіжності обумовлюють ймовірну похибку визначення показника міцності бетону в конструкції.

Отримане значення міцності (завищене або занижене) на певній ділянці контролю при подальшому узагальненні з показниками міцності на інших ділянках контролю може призвести до помилкової діагностики технічного стану конструкції, ймовірність та ризику якої можуть бути враховані за методикою, наведеною в [7].

Порівняння значень класу бетону, отриманих при неруйнівному контролі міцності зразків (прилад Оникс-2.5) та їх випробуванні на пресі, виконувалось на основі серії контрольних зразків (15 шт.), відібраних при бетонуванні фундаментної плити.

Клас бетону визначався за ГОСТ 18105-86. Середнє квадратичне відхилення для результатів неруйнівного контролю встановлювалось за формулою (1).

Результати визначення класу бетону наведені в табл. 3.

Таблиця 3

**Порівняння результатів встановлення класу бетону**

Метод	Середнє квадратичне відхилення, МПа	Коеф. варіації	Умовний клас бетону, МПа
Пружного відскоку (Оникс-2.4)	5,49	0,19	19,84
Випробування на пресі	3,26	0,11	23,8

Необхідно відзначити, що встановлення класу бетону за результатами неруйнівного контролю [4] передбачає прийняття коефіцієнту необхідної міцності за табл. 2 ГОСТ 18105-86 в залежності від коефіцієнту варіації, який в даній таблиці обмежений значенням 0,16 (16 %).

Проте, монолітні конструкції або конструкції з тривалим терміном експлуатації можуть характеризуватись значними неоднорідностями показників міцності, особливо в поверхневому шарі.

В такому випадку, для дотримання вимог ГОСТ 18105-86 необхідно призначати додаткові випробування для уточнення показників міцності на спірних ділянках (зменшення розмаху значень міцності по конструкції). З іншої сторони, можливе встановлення пониженого класу бетону по всій конструкції з отриманим коефіцієнтом варіації.

**Висновки**

Статистичні параметри отриманих градуальних залежностей для бетону в проектному віці є достатньо близькими, що незначно буде впливати на величину встановленого класу бетону при неруйнівному контролі міцності бетону тим чи іншим методом.

При подальших дослідженнях необхідно встановити зміну співвідношення показників міцності, визначених різними методами неруйнівного контролю в залежності від віку бетону.

**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Чихунов, Д. А. Методика и техника для контроля прочности бетонов и других искусственных каменных материалов [Электрон. ресурс] / А. Д. Чихунов. – Режим доступа: <http://www.stroinauka.ru/d19dr5428m8.html>
2. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Текст].
3. ГОСТ 17624-87. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности [Текст].
4. МДС 62-1.2000. Методические рекомендации по статистической оценке прочности бетона при испытании неразрушающими методами [Текст].
5. Леонович, С. Оценка прочностных характеристик монолитного бетона неразрушающими методами [Электрон. ресурс] / С. Леонович, Д. Снежков, М. Ашмян; БНТУ. – Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2004/51/sn45105.html>.
6. ГОСТ 18105-86. Бетоны. Правила контроля прочности [Текст].
7. Семко, О. В. До аналізу ризиків помилкової діагностики при обстеженні несучих будівельних конструкцій [Текст] / О. В. Семко, О. П. Воскобійник // Сб. науч. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Вып. № 47. – Д: ПГАСА, 2008. – С. 573-578.

Надійшла до редколегії 17.11.2010.

Прийнята до друку 22.11.2010.