



УДК 693.542

А.Т. Свідерський, к.т.н., доцент КНУБА,
О.П. Дєдов, асистент КНУБА,
І.Ю. Мартинюк, студент КНУБА,
А.В. Коцеруба, студент КНУБА

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ БЕТОНУ

Актуальність теми. Сучасна будівельна галузь набуває розвитку в умовах використання залізобетонного та монолітно-каркасного спорудження житлових і промислових будівель. Велика низка факторів впливає на якість бетонної суміші, що постачається на будівельний майданчик, а саме: відстань від заводу виробника бетонної суміші до будівельного майданчика, часу перемішування, а також якості та кількості компонентів бетону. Тому очевидно, що контроль бетонної суміші є необхідним технологічним процесом на всіх етапах зведення споруди. Одним з розповсюджених методів контролю бетону є метод визначення міцності на стиск за допомогою контрольних зразків бетону [1]. Як показує практика, в більшості випадків результати випробувань зразків є далекі від проектних. При проведенні додаткових досліджень залізобетонних конструкцій неруйнівними методами контролю досить часто має місце підтвердження проектної міцності. Така відмінність пояснюється різною технологією укладання бетону в конструкцію і в контрольному зразку, а також недотриманням вимог відбору контрольних зразків та умов їх зберігання. Надійність і довговічність залізобетонних конструкцій залежить від якості бетонної суміші та виробів виготовлених з неї. Тому варто провести аналіз існуючих методів контролю бетонної суміші та бетонних виробів.

Постановка задачі. Основною задачею є оцінка методів та засобів контролю бетону з метою створення мобільної віброплощадки, яку можна використовувати для ущільнення контрольних зразків при входному контролі бетонної суміші на будівельному майданчику, а також розробка методики виготовлення та випробування контрольних зразків бетону адаптованої до умов монолітного будівництва.

Теоретичні дослідження. В основу теоретичних досліджень покладений досвід огляду та аналізу існуючих конструкцій будівельної індустрії, що базується на критеріях оцінки [2], методи обробки статистичних даних та основні закони фізики.

Викладення основного матеріалу. Залізобетон складається з двох основних складових: арматура, що слугує, як каркас і власне сам заповнювач – бетонна суміш. Від неї, в першу чергу, залежить якість будівлі побудованої на основі моноліту.

Отже, як можна проконтролювати якість бетону починаючи від заводу - виробника до кінцевого продукту – бетонного виробу?. На заводі якість бетонної суміші контролює лабораторія і також завод контролює якість складників бетону. Пісок перевіряють на вологість, щебінь перевіряють на радіоактивність і цемент на відповідність вказаної марки. Також на заводі є спеціальне обладнання – дозатори (рис. 1), які визначають масу складників з точністю до кількох грамів.

Лабораторії перевіряють бетон на вологостійкість та морозостійкість один раз на півроку. На нових заводах встановлені автоматичні лінії для зменшення впливу людського фактору

На будівельному майданчику бетонну суміш можна контролювати наступними методами: осадкою конусу, часом твердіння суміші, по зручності заливки (рис. 2), по кольору суміші і за допомогою контрольних зразків бетону (рис.3). Осадкою конусу визначають рухливість бетонної суміші. Зручність заливки перевіряється на спец приладі: бетонною сумішшю заповнюють ємність, яка має форму конуса, після чого в суміш опускають конус і по його зануренню можна судити про якість бетону.



Рисунок 1. Дозатор для дозування піску та цементу.

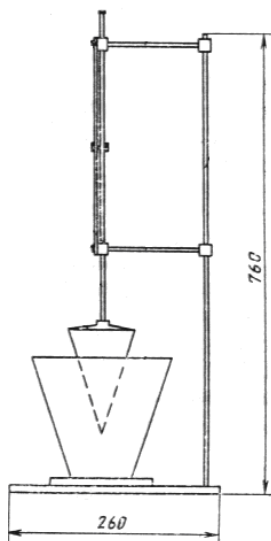


Рисунок 2. Прилад для визначення зручності заливки бетонної суміші.

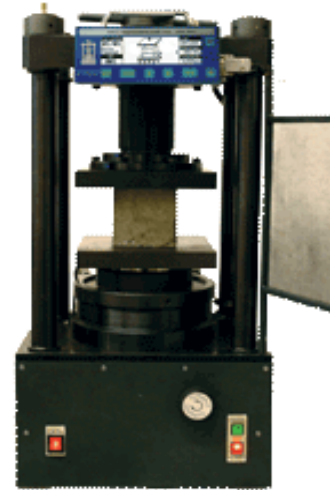


Рисунок 3. Прес для визначення міцності контрольних зразків бетону.

На даний час широкого розповсюдження набув метод контролю бетону з допомогою контрольних кубиків. Найчастіше отримані кубики не відповідають тому класу бетону, що потрібно. Після детального відпрацювання нормативного документа [1], виявилось, що в ньому не має чіткого плану за яким потрібно виготовляти контрольні зразки. А саме: бетон заливається в повірені форми згідно ГОСТ 22685, потім виконується укладка і ущільнення. Укладку виконують металевим стержнем діаметром 16 мм з заокругленим кінцем починаючи від краю форми і йдучи по спіралі до її центру. На один шар виконують не більше 10 штиковок. Ущільнення роблять з допомогою лабораторної площадки. ДСТУ передбачено використання вібротрамблерів, що мають наступні параметри: частота вертикальних коливань з формою заповненою бетонною сумішшю (2900 ± 100) хв.⁻¹, амплітуда вертикальних коливань $(0,5 \pm 0,05)$ мм, амплітуда горизонтальних коливань не більше 0,1 мм, відхилення амплітуди коливань країв площадки від її середини не більше 20%.

Завершальним етапом контролю є бетонний виріб. Його можна контролювати як руйнівним так і неруйнівними методами [3]. До руйнівного можна віднести контроль самого бетонного виробу, наприклад це може бути бетонний блок, який випробовують на пресі. До неруйнівних методів відносяться: вдавлювання калібру (рис. 4), метод на основі



пружного удару(рис. 5), відрив приклеєного диска, сколювання ребра (рис. 6), ультразвуковий метод контролю (рис.7), вирив анкера(рис. 8).



Рисунок 4. Прилад для вдавлювання калібру.



Рисунок 5. Молоток Кашкарова.

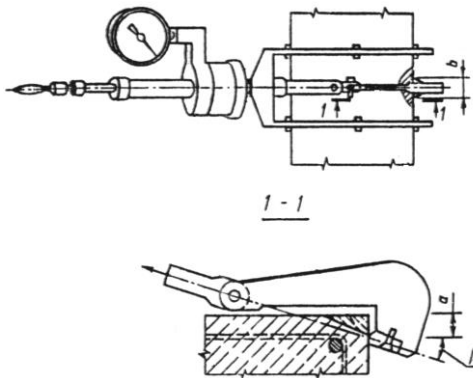


Рисунок 6. Прилад для випробування за допомогою сколювання ребра бетону.



Рисунок 7. Ультразвуковий дефектоскоп для бетону.

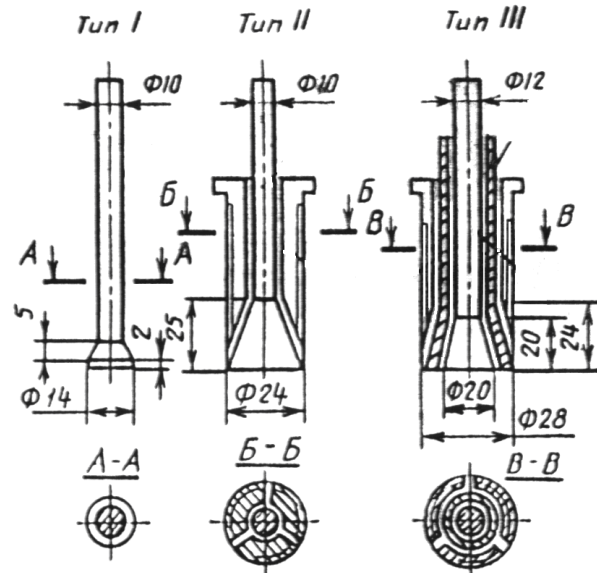


Рисунок 8. Прилад для вириву анкера з бетону.

Вдавлювання калібру ефективне на бетонах малого класу (від В7,5 до В20), метод на основі пружного удару використовують на бетонах вищого класу. Ультразвуковий метод виконується за допомогою ультразвукової хвилі. Але ці методи не є доцільними коли йдеться про перевірку старих бетонних будівель, тому що для них потрібно складати кореляційні криві, а їх можна отримати тільки за допомогою багатьох експериментів. Відрив приклеєного диска перевіряє тільки поверхневу міцність бетону. Сколювання ребра і вирив анкера мало використовують тому що вони є досить трудомісткими. Крім того

методи неруйнівного контролю не дають велику точність, тому що прилади потребують постійної калібровки, а її проводять з допомогою контрольних кубиків. Отже, найбільш точним методом визначення міцності бетону є метод на основі контрольних зразків бетону, які випробовують на пресі.

Для визначення класу бетону за міцністю відбираються зразки, що зберігаються при нормальних умовах (температура повітря 20 ± 5 °С, відносна вологість повітря не менше 55%) і підлягають випробуванням статичним стиском. Для визначення міцності бетону в конструкції відбираються зразки, які зберігаються безпосередньо разом з конструкцією, в таких самих умовах, як і конструкція.

Статистичний аналіз кубиків, які повинні зберігатися в нормальних умовах показав, що більшість з них не відповідають тому класу бетону, що повинен бути. Обумовлено це тим, що не дотримані умови зберігання кубиків (80%) (рис. 9), недостатня укладка і ущільнення і як наслідок – великі раковини на поверхні кубика (15%), мала об'ємна маса зразка (3%), та інші фактори (2%), до них можна віднести замороженість зразків, витік бетонного молочка, нерівність поверхні зразка. В умовах монолітного виробництва досить вагомим є проведення контролю якості на будівельному майданчику. Поряд із умовами зберігання контрольних зразків постає проблема підготовки зразків (відбір бетону, його укладка та ущільнення).

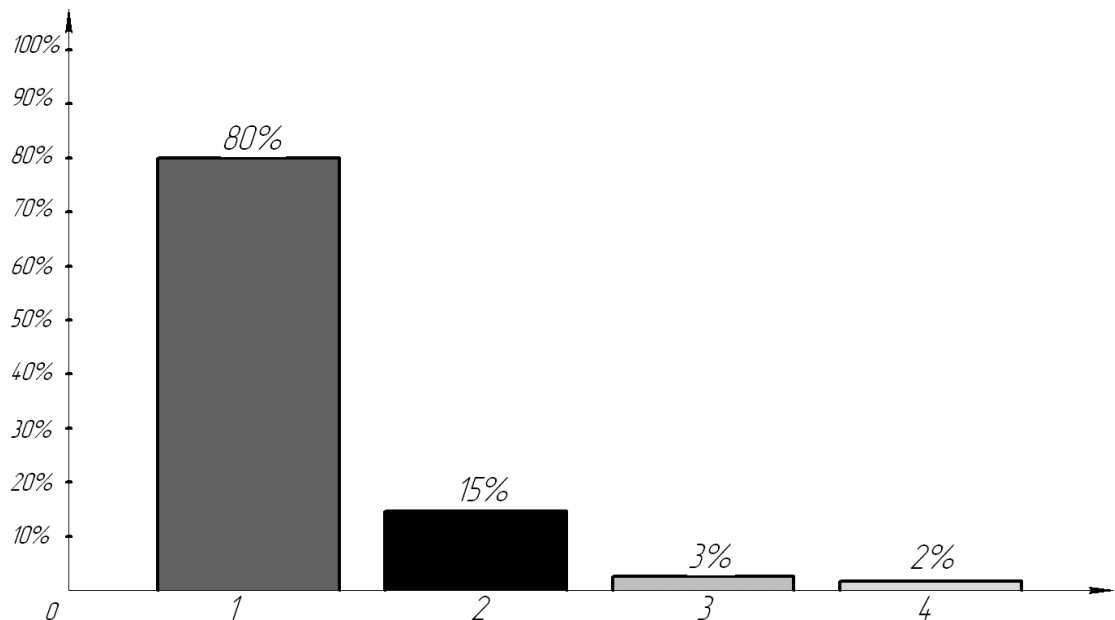


Рисунок 9. Статистичні дані по випробуванню контрольних зразків на стиснення.

Проведений огляд існуючих конструкцій віброплощадок виробництва України та країн СНД, які можуть бути застосовані для ущільнення зразків бетону показав, що таких конструкцій є досить велика кількість. Як правило, за конструкцією такі машини відносяться до одномасових вібраційних систем, технічні характеристики яких коливаються в досить широких межах. Так, наприклад, маса віброплощадок знаходиться в межах від 90 до 270кг, а потужність приводу – від 0,25 до 1,5кВт. Розглянуті машини та їх технічні характеристики наведені в таблиці 1. Так більшість з них має велику масу, і їм потрібне нерухоме (стаціонарне) встановлення. Крім того більшість з них не розраховані на ущільнення контрольних кубиків, тому що сам стіл не підходить для встановлення на нього передбачених ГОСТом форм. Кількість кубиків може бути різною (від 2 до 6 для однієї проби), а також ущільнюватися можуть і призми, як контрольні зразки.










Для аналізу та оцінки розглянутих віброплощадок були визначені наступні критерії

Перший критерій – «Енергоозброєність»: відношення вживаної потужності вібробудувача до маси самої віброплощадки.

$$k_1 = \frac{P}{m_1}, \text{ Вт/кг}$$

де P – потужність вібробудувача;
 m_1 – власна маса віброплощадки.

Таблиця 1. Технічні характеристики розглянутих віброплощадок.

№п/п	Загальний вигляд	Характеристики				Виробник
		маса, кг	вантажопідіймність, кг	потужність приводу, кВт	номінальна частота, хв ⁻¹	
1	 4.35 A	130	100	0,25	2800	«Белпромприбор» Белорусь
2	 CMJ – 739	90	60	1,5	2900	«Измерение» з. Москва
3	 CMJ – 539	95	100	0,25	2800	«Белпромприбор» Белорусь
4	 Вібростіл каркасний	80	200	0,55	2800	ПП «Бетоназмішувачі» Україна
5	 CB – 700	110	100	0,25	2800	ITCOR LLC з. Киров, Россия
6	 VIBROID – 1000	150	150	0,5	2800	ЧП «СтройМеханика» з. Тула, Россия
7	 ЗВ – 341	150	150	0,5	3000	ЧП «ПромснабКомплект» з. Челябинск, Россия
8	 Вібростіл універсальний	270	—	0,55	2800	ПП «Бетоназмішувачі» Україна
9	 CB – 1400	170	—	1	2800	ITCOR LLC з. Киров, Россия

Другий критерій – «Масовий» - відношення маси суміші, що ущільнюється до маси віброплощадки.

$$k_2 = \frac{m_2}{m_1}, \text{ кг/кг}$$

де m_1 - власна маса віброплощадки;
 m_2 – маса суміші, що коливається.

Третій критерій – «Енергоємність»: відношення потужності вібробудувача до загальної маси віброплощадки та маса суміші.

$$k_3 = \frac{P}{m_1 + m_2}, \text{ Вт/кг}$$

де P – потужність вібробудувача;

m_1 - власна маса віброплощадки;

На основі отриманих значень критеріїв оцінки були побудовані гістограми (рис. 10 – 12).

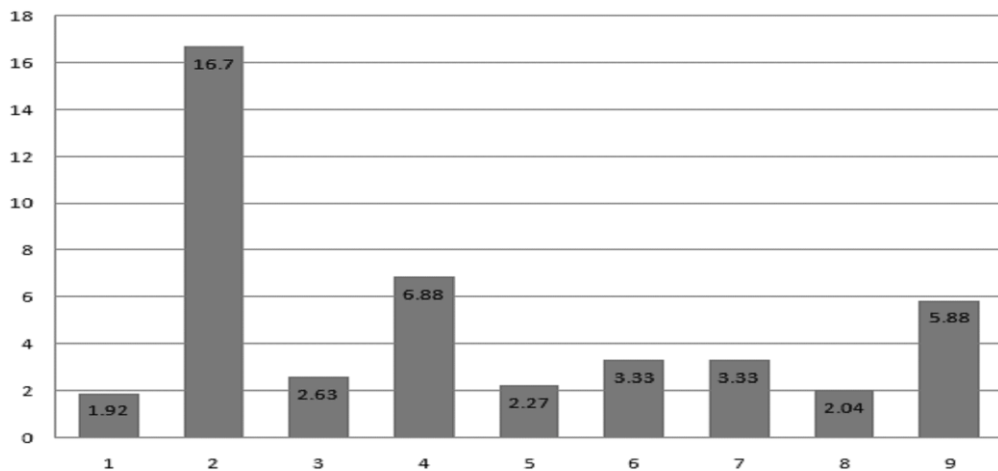


Рисунок 10. Числові значення першого критерію.

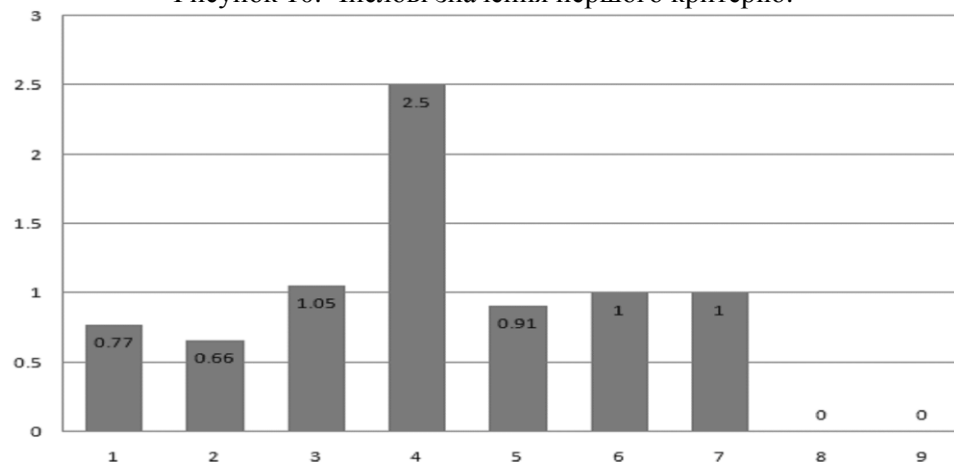


Рисунок 11. Числові значення другого критерію.

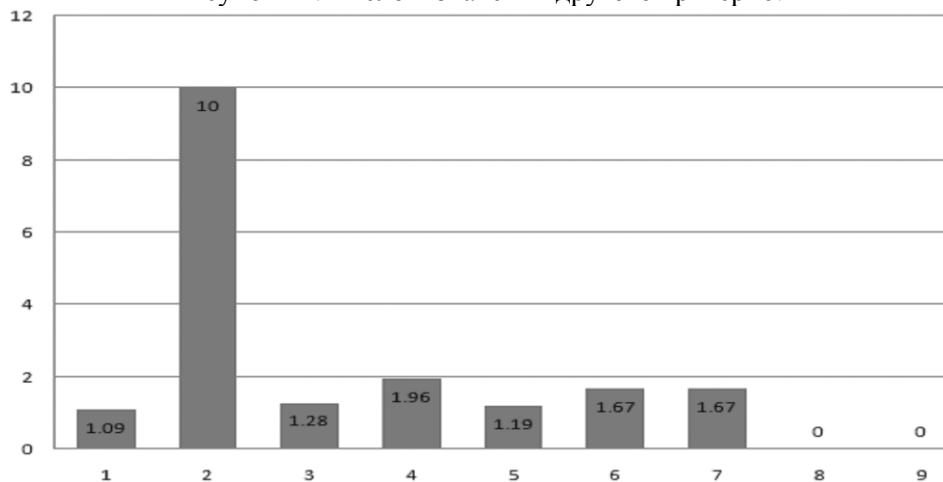


Рисунок 12. Числові значення третього критерію.



Проаналізувавши отримані результати розрахунків за числовими критеріями, значення яких коливаються в досить широких межах можна зробити наступні висновки:

1. Розглянуті машини мають різні за значенням характеристики і використовуються для виконання різних технологічних процесів.
2. Для розрахунків основних параметрів розглянутих вібромашин були використані різні методики розрахунків, що підтверджується суттєвою розбіжністю значень числових критеріїв.
3. Методика відбору і виготовлення контрольних зразків бетону на будівельних майданчиках потребує більш глибокого аналізу та вивчення.
4. Жодна з цих конструкцій не може бути використана для ущільнення контрольних кубиків на будівельному майданчику.
5. З метою забезпечення єдиного режиму ущільнення контрольних зразків бетону постає необхідність в розрахунку і створенні мобільної віброустановки, що буде використана на будівельних майданчиках для формування зразків.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 “Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками”.
2. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. – Київ 1999.
3. ГОСТ 22690-88 “Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля”.