

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
МІЦНІСНИХ ТА ДЕФОРМАТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
БЕТОНУ ПРИ КОРОТКОЧАСНОМУ НАВАНТАЖЕННІ**

**INVESTIGATION STATISTICAL CHARACTERISTICS OF  
STRENGTH AND DEFORMATION PROPERTIES OF  
CONCRETE UNDER SHORT-TERM STRESS.**

**Сунак П.О. к.т.н., доц., Синій С.В., к.т.н., доц., Мельник Ю.А.  
к.т.н., в.о. доц., Парасюк Б.О., ас. (Луцький НТУ, м. Луцьк)**

**Sunak P.O., Ph.D. in engineering, Associate Professor, Synii S.V.,  
Ph.D. in engineering, Associate Professor, Melnyk J. A., Ph.D. in  
engineering, Parasyk B.O., Assistant Lecturer (Lutsk National Technical  
University, Lutsk)**

У статті проаналізовано змінюваність міцнісних та деформативних характеристик дрібнозернистого бетону – міцність на стиск, розтяг, початковий модуль пружності, гранична стискуваність.

Factors that influence the formation of character, the value of physical and mechanical properties of concrete, changing them over time can be divided into two groups. The first group should include factors associated with the production designs. The second group of factors that affect the variability of physical and mechanical properties of materials determined by the terms of structures. As a matrix for fibre reinforced concrete designs often use fine-grained concrete on a cement binding agent with a density of not less than 1800 kg / m<sup>3</sup>, as more efficient and having a best compared to the coarse concrete structure homogeneity indicators. The research results obtained and on the basis of statistical data allow to assert the presence of almost linear dependence on the size of turnover strength h-edge research sample cube.

Ключові слова: міцність, бетон, матриця, призма, дрібнозернистий

Keywords: strength, concrete, matrix, prism, close-grained

Фактори, що впливають на характер формування, величину фізико-механічних характеристик бетону, змінювання їх в часі можна умовно поділити на дві групи.

До першої групи слід віднести фактори, пов'язані з виготовленням конструкцій. Другу групу факторів, що впливає на змінюваність фізико-механічних властивостей матеріалів, визначають умовами роботи конструкцій [6,7].

Як матрицю для сталевібробетонних конструкцій найчастіше використовують дрібнозернистий бетон на цементному в'язучому з густиною не меншою за 1800 кг/м<sup>3</sup>, як більш ефективний і такий, що має кращі у порівнянні з крупнозернистим бетоном показники однорідності структури [2,3,4].

Розкид міцності бетону насамперед визначається його середньою міцністю  $\bar{R}_{b,28}$  у віці  $\tau_0=28$  діб, віком в момент випробувань, тобто міцністю  $R_{b,\tau}$ , умовами тужавлення, розмірами зразків, їх числом в серії.

В роботі [9] методом точкового оцінювання експериментальних даних при випробуванні призм з дрібнозернистого бетону у віці 28 діб на стиск зроблено статистичну обробку. Число зразків призм для кожного класу становило 24.

Знайдені коефіцієнти варіації для дрібнозернистого бетону наведені у табл. 1. Середнє значення коефіцієнта варіації призмової міцності дрібнозернистого бетону становило 12,1 %.

Таблиця 1  
Коефіцієнти варіації призмової міцності бетону  $V_{Rb}$ , %

Умови твердіння	Клас бетону									
	Крупнозернистий							Дрібнозернистий		
	10	20	30	40	50	60	≥70	10	20	30
Природне твердіння	15,9	12,9	10,5	8,2	6,6	5,4	5,1	14,3	12,5	9,3
Теплова обробка	12,1	11,1	9,4	9,0	7,8	6,6	5,5	–	–	–

Дані табл. 1 свідчать, що при порівнянні бетонів однакових класів для дрібнозернистого бетону характерне менше значення коефіцієнта варіації міцності на стиск ніж для крупнозернистого.

Величина коефіцієнта варіації кубикової міцності бетону природного твердіння зменшується із збільшенням його віку від  $\tau$  до 28 діб. До цього моменту часу мінералогічний склад і структура бетону стабілізуються, вони стають більш однорідними по всьому зразку. Значення відношення  $V_{R,\tau}/V_{R,28}$  для важких бетонів природного твердіння наведено в табл. 2.

Результати досліджень і отримані на основі їх статистичні дані дозволяють твердити про наявність практично лінійних залежностей змінюваності міцності від розміру  $h$  ребра дослідного зразка-куба [5,8]. (табл. 3).

Таблиця 2

Вплив віку бетону на змінюваність його міцності

$\tau$ , діб.	1–2	3–4	5–6	7–8	9–12	13–16	17–20	21–24	25–27	28
$V_{R,\tau}/V_{R,28}$	4,0	2,4	1,8	1,5	1,35	1,15	1,09	1,05	1,02	1,0

Таблиця 3

Вплив розмірів зразка на змінюваність міцності бетону

$h$ , мм	40	80	120	160	200
$V_{R,h}/V_{R,200}$	0,62	0,73	0,82	0,91	1,0

Значення коефіцієнтів варіації  $V_R$  бетонів, випробуваних в лабораторних умовах, можуть суттєво відрізнитись від отриманих на виробництві. Дослідження свідчать, що для бетонів, які використовують в будівництві, коефіцієнти варіації більші в середньому в 1,5 рази.

У виробничих умовах змінюваність міцності бетону залежить від технологічних параметрів і може суттєво змінюватись в межах однієї конструкції.

Щодо міцності бетону на розтяг, то в роботі [2] пропонується залежність величини опору бетону на розтяг  $R_{bt}$  від класу бетону

(міцності на стиск)  $B$  (табл. 4), яка отримана на основі статистичної обробки результатів експериментів.

В роботі [9] відмічено, що для дрібнозернистого бетону на кварцовому піску значення  $R_{bt}/B$  лежить в межах від 0,04 до 0,15. Перше значення відноситься для бетонів високих класів (B50, B60), друге – до низьких класів (B10, B20).

Таблиця 4

Співвідношення міцності бетону при стисканні і розтяганні

B, МПа	10	20	30	40	50	60	80	90
$R_{bt}/B$	0,105	0,085	0,071	0,062	0,058	0,055	0,051	0,050

Дослідних даних для оцінювання величини змінюваності міцності бетону при розтяганні  $VR_{bt}$  в літературі недостатньо. Встановлено лише те, що розкид міцності бетону при розтяганні суттєво більший, ніж при стисканні. За результатами досліджень отримано величину  $V_{Rbt}/V_{Rb} = 1,5$ .

Таким чином можна вважати, що середні коефіцієнти варіації міцності бетону на стиск знаходиться в межах 5...15 %, на розтяг – в межах 10...25 %.

Коефіцієнт варіації початкового модуля пружності бетону  $V_{Eb}$  мало залежить від факторів, які впливають на  $V_{Rb}$ . Разом з тим статистичний аналіз результатів досліджень встановив зменшення величини  $V_{Eb}$  з віком  $\tau$  (табл. 5).

Таблиця 5

Вплив віку бетону на змінюваність початкового модуля пружності

$\tau$ , діб.	0...12	13...25	26...359	360...624	$\geq 625$
$V_{Eb}$ , %	13,0	12,0	9,0	9,0	9,0

Змінюваність граничної стискуваності бетону досліджувалась недостатньо. За даними роботи [5] значення граничної стискуваності крупнозернистого бетону лежить в межах  $(150...230) \cdot 10^{-5}$ . Середнє значення становить  $190 \cdot 10^{-5}$ .

В роботі [8] для бетону середньої міцності  $R_b = 30$  МПа отриманий коефіцієнт варіації  $V_{ebu} = 14,3\%$ . Випробування балок із

змішаним армуванням показали, що для бетонів середньої міцності  $R_b = 40...60$  МПа коефіцієнт варіації граничної стискуваності бетону може досягати  $V_{ebu}=15...20\%$ .

В виробничих умовах із збільшенням неоднорідності бетону стиснутої зони можливе значне збільшення коефіцієнта  $V_{ebu}$ .

За дослідженнями роботи [5] встановлено, що середнє значення граничної стискуваності для дрібнозернистого бетону є дещо більшим ніж для крупнозернистого і розташовується в межах  $(145...255) \cdot 10^{-5}$ . Середнє значення становить  $\varepsilon_{b,u}=200 \cdot 10^{-5}$ .

1. Барашиков А. Я., Сирота М. Д. Надежность зданий и сооружений: Уч. пособие. - К.: УМК ВО. 1993 - 212 с.

2. Бабич Є. М. Розрахунок сталевібробетонних і сталевіброзалізобетонних елементів: Рекомендації. [Текст] / Є. М. Бабич, С. Я. Дробишинець. – Рівне: НУВГП, 2006. – 40 с.

3. Гетун Г. В. Экспериментально-теоретические исследования изгибаемых железобетонных конструкций, усиленных в растянутой зоне слоем сталефибробетона: Дис... канд. техн. наук: 05.23.01. - Киев, 1983. - 180с.

4. Москалькова Ю. Г. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, при статическом и малоцикловом нагружениях : автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук : спец. 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения» / Москалькова Юлия Георгиевна ; УО «Брестский госуд. техн. ун-т. Брест, 2013. – 30 с.

5. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций. Под ред. А. А. Гвоздева М.: Стройиздат, 1978. – 205 с.

6. Сунак О. П. Прочность, трещиностойкость и деформативность нормальных сечений изгибаемых комбинированно армированных сталефибробетонных элементов: Дис ... канд. техн. наук: 05.23.01. - Киев, 1986. - 175с.

7. Сунак О. П. Сталефібробетонні конструкції: Навч. посібн. - Луцьк: Media, 1999. – 158 с.

8. Пошивач В.Г. Надежность и контроль качества изгибаемых железобетонных конструкций: Дис ... канд. техн. наук: 05.23.01. - Киев, 1997. - 150 с.

9. Кудзис А. П. Оценка надежности железобетонных конструкций. - Вильнюс: Мокслас, 1985. - 156 с.