

УДК 666.972

Толмачов С.М., д-р техн. наук, **Бєліченко О.А.**, канд. техн. наук, **Захаров Д.С.**

ВПЛИВ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА ПРИ ОЦІНКИ МІЦНОСТІ БЕТОНУ ПРИ ЗГІНІ

Анотація. У статті проведено зіставлення результатів випробувань міцності бетону на зразках балочках з перетином 4x4 та 7x7 см. З'ясовано вплив масштабного фактора на міцність бетону при згині. Встановлено масштабний коефіцієнт для приведення міцності при стиску зразків бетону з половинок балочок розміром 4x4x16 см до міцності стандартного зразка. Показано, що для бетонів з максимальним розміром заповнювача 10 мм при випробуванні на згин масштабним фактором для зразків перетином 4x4...7x7 см можна знехтувати.

Ключові слова: бетон, масштабний фактор, міцність при стиску, міцність при згині, зразки-балочки

УДК 666.972

Толмачев С.М., д-р техн. наук, **Бєличенко А.А.**, ., канд. техн. наук, **Захаров Д.С.**

ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА ПРИ ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ИЗГИБЕ

Аннотация. В статье приведены сопоставления результатов испытаний прочности бетона на образцах балочках с сечением 4x4 и 7x7 см. Установлено влияние масштабного фактора для приведения прочности при сжатии образцов бетона из половинок балочек размером 4x4x16 см к прочности стандартного образца. Показано, что для бетонов с максимальным размером заполнителя 10 мм при испытании на изгиб масштабным фактором для образцов с сечением 4x4...7x7 см можно пренебречь.

Ключевые слова: бетон, масштабный фактор, прочность при сжатии, прочность при изгибе, образцы-балочки

UDC 666.972

Tolmachov S.M., Dr. Tech. Sci., **Bielichenko O.A.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.),
Zakharov D.S.

THE INFLUENCE OF THE SCALE FACTOR IN ASSESSING THE STRENGTH OF CONCRETE IN FLEXURAL

Abstract. The article compares the results of concrete strength tests on beams samples with cross-sections 4x4 and 7x7 cm. The influence of a scale factor for reducing the compressive strength of concrete samples from beads halves 4x4x16 cm in size to the strength of a standard sample is established. It is shown that for concrete with a maximum filler size of 10 mm in the bend test, the scale factor for samples with a cross section of 4x4...7x7 cm can be neglected.

Keywords: concrete, scale factor, compressive strength, flexural strength, beam samples

Стан питання. При будівництві об'єктів транспортного призначення в проектній документації серед показників якості бетону вказують класи міцності бетону на стиск та на розтяг при згині. На практиці клас міцності на стиск легко визначають при випробуванні зразків-кубів різного розміру. Це куби з ребром 70,7 мм, 100 мм, значно рідше - куби з ребром 150 мм. Це пов'язано з великою трудомісткістю проведення випробувань таких кубів.

Для оцінки реальних значень міцності, марки і класу в ДСТУ Б В.2.7-214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками» зазначено, що для переходу від міцності кубів з ребрами різного розміру введені масштабні коефіцієнти. Так, наприклад, для переходу від міцності зразка з ребром 70,7 мм до міцності еталонного зразка з ребром 150 мм передбачений понижуючий коефіцієнт 0,85, для зразка з ребром 100 мм - коефіцієнт 0,95. Вибір розміру зразка (довжини ребра куба) залежить в цьому випадку від максимальної крупності зерен заповнювача (зазвичай щебеню). Такий стандартний підхід був спрямований на те, що в кожному разі використання заповнювача певної крупності можна виготовляти зразок бетону певного розміру. Оскільки при будівництві верхніх шарів доріг і майданчиків

часто використовували щебінь з максимальною крупністю 40 мм, то довжина ребра куба для виготовлення зразків з таким щебенем автоматично приймали 100 або 150 мм.

В останні десятиліття відбулися зміни в рекомендаціях з будівництва об'єктів транспортного, цивільного і побутового призначення. Вони торкнулися максимальної крупності заповнювача: для виготовлення виробів дорожнього призначення рекомендується застосовувати щебінь розміром не більше 20 мм, а часто - не більше 10 мм. Це пов'язано з появою інноваційних технологій і матеріалів, які широко застосовують у всіх галузях будівельного виробництва. За нашими даними зменшення крупності заповнювача дозволяє:

- підвищити рухомість бетонних сумішей і одночасно підвищити їх стійкість до розшарування;
- забезпечити підвищене повітровтягування в бетонну суміш при одній і тій ж витраті повітровтягувальної добавки;
- підвищити збереженість властивостей бетонних сумішей у часі;
- збільшити середню щільність сумішей і бетонів, відповідно підвищити фізико-механічні характеристики бетонів.

Актуальність. Звідси випливає, що при зменшенні максимальної крупності заповнювача для випробувань можна використовувати зразки бетону меншого розміру. Однак, при цьому може виникнути питання: наскільки результати, отримані на зразках меншого розміру, відповідають показникам стандартного зразка, у якого масштабний коефіцієнт $\alpha = 1$.

Для дорожніх бетонів верхніх шарів покриттів і дорожніх виробів особливо важливим є висока міцність при згині. У ДСТУ Б В.2.7-214:2009 для приведення результатів випробувань міцності при згині, отриманих на зразках різного розміру, рекомендується використовувати ті ж коефіцієнти, що і для міцності при стиску. Однак, якщо врахувати, що випробування на згин проводять на зразках-балочках по одній і тій же схемі, і формула для обчислення результату також однакова, то актуальним є оцінка впливу масштабного фактора (розміру зразка) на міцність при згині.

Матеріали. У дослідженнях використовували цемент М500 Балаклійського цементного заводу, щебінь гранітний фр. 5-10 мм Кіровоградграніт, пісок річний Новопавлівського кар'єру. Склад бетону: Ц - 350 кг/м³, П - 600 кг/м³, Щ5-10 - 1300 кг/м³, В/Ц = 0,5, рухомість сумішей П1. Зразки бетону виготовляли у формах-балочках 4x4x16 см і 7x7x28 см. Відомо, що

розрахунок міцності при згині при одноосьовому прикладанні навантаження проводять за формулою:

$$R_{\text{изг}} = \alpha \frac{3}{2} \cdot \frac{Pl}{bh^2}, \quad (1)$$

де: α - масштабний коефіцієнт; P - величина руйнівного навантаження, кг;

l - довжина прольоту балки, см;

b - ширина балки, см;

h - висота балки, см.

Для балок розміром 7x7x28 см використовували цю розрахункову формулу. Схема випробувань наведена на рис. 1.

Балки розміром 4x4x16 см випробували на пресі МП-100 (машина для випробування на згин з прольотом 100 мм). Оскільки розміри зразків для МП-100 і база фіксовані, то прес показує при випробуванні готовий результат міцності при згині в кг/см². В основі розрахунку готового результату міцності при згині цього преса лежить та ж формула.

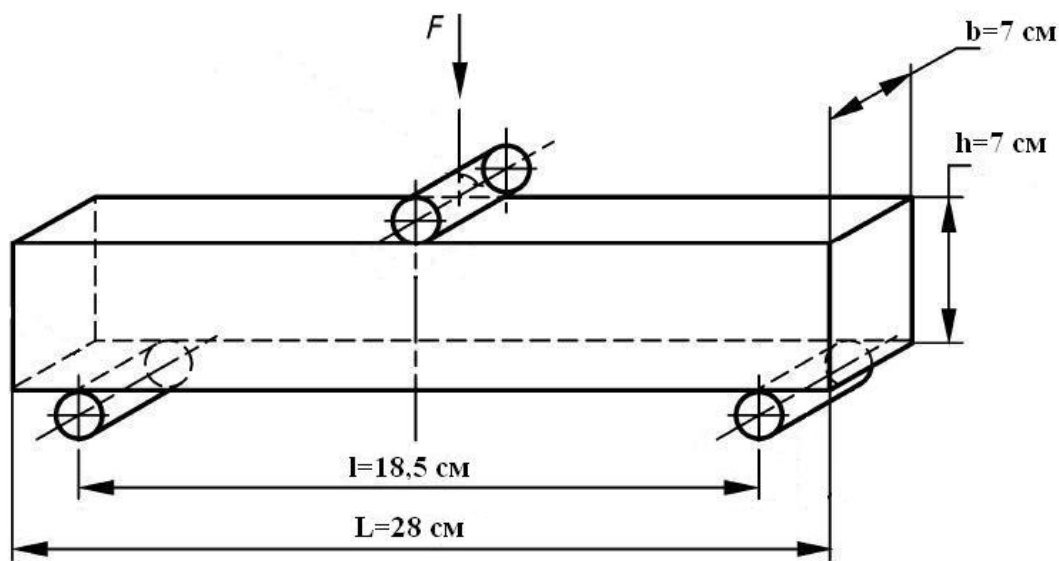


Рисунок 1 - Схема випробувань зразків-балочок 7x7x28 см на згин

Експериментальні дослідження. З огляду на вищевикладене можна припустити, що якщо зразки-балочки виготовлені з одних і тих же матеріалів, а для розрахунку міцності при згині використовують одну і ту ж формулу, то вплив масштабного фактора може бути зведено до 0.

Таблиця 1 – Міцність при згині зразків бетону різного розміру

№ з/п	Вік зразків, діб	Міцність при згині зразків бетону, МПа, розміром	
		7х7х28 см	4х4х16 см
1	3	3,08	3,2
2	7	4,21	4,15
3	28	5,26	5,1
4	60	7,37	7,5
5	90	7,69	7,8
6	210	7,96	8,1

Дослідження, проведені на кафедрі ТДСМ і хімії ХНАДУ, показали, що отримані результати значень міцності при згині для балочок різного розміру, добре корелюють між собою (табл. 1). Якщо при розрахунку прийняти, що масштабний коефіцієнт $\alpha = 1$, то в усі спостережувані терміни твердіння показники міцності при згині зразків-балочок різних розмірів приблизно однакові. Це підтверджує раніше висловлене припущення про те, що при визначенні міцності при згині за наведеною стандартною схемою на одних і тих же матеріалах масштабний фактор не відіграє ні якої ролі.

У подальших дослідженнях оцінювали міцність зразків - половинок балочок при стиску (табл. 2). Основним завданням цих досліджень було встановлення впливу масштабного фактора на міцність зразків бетону при стиску.

Таблиця 2 – Міцність при стиску зразків-половинок балочок різного розміру

№ з/п	Вік зразків, діб	Міцність при стиску половинок балочок, МПа			
		7х7х28 см		4х4х16 см	
		$R_{ст}, \alpha = 1$	$R_{ст}, \alpha = 0,85$	$R_{ст}, \alpha = 1$	$R_{ст}, \alpha = 0,75$
1	3	21,75	18,49	25,11	18,83
2	7	30,65	26,05	33,84	25,38
3	28	35,62	30,28	38,78	29,1
4	60	38,01	32,3	41,44	31,08
5	90	42,82	36,4	45,31	33,98
6	210	46,24	39,30	49,54	37,16

Зіставлення міцності при стиску зразків-половинок балочок показує, що якщо прийняти масштабний коефіцієнт для балочок різного розміру рівним 1, то найбільші значення міцності при стиску відповідають зразкам-половинкам

балочок розміром 4x4x16 см. Це означає, що для визначення реальної міцності бетону необхідно використовувати масштабний коефіцієнт.

З огляду на рекомендації ДСТУ Б В.2.7-214:2009 для приведення міцності зразків-половинок балочок 7x7x28 см до міцності стандартного зразка слід значення отриманої міцності при стиску помножити на масштабний коефіцієнт $\alpha = 0,85$. Наші дослідження показали, що для приведення міцності при стиску зразків-половинок балочок розміром 4x4x16 см необхідно використовувати коефіцієнт $\alpha = 0,75$. Дані таблиці показують, що в цьому випадку чисельні значення наведеної міцності при стиску для зразків різного розміру у віці до 28 діб природного твердіння збігаються. У більш пізні терміни твердіння очевидно, що використання масштабного коефіцієнта $\alpha = 0,75$ для половинок балочок 4x4x16 см не приводить до однакових результатів по міцності при стиску з половинками балочок розміром 7x7x28 см. Міцність останніх вище і відрізняється на величину 4...7 %. Можливо, що ця відмінність пов'язана з особливостями структуроутворення більш масивних бетонних елементів, структура яких згодом стає більш щільною через заростання внутрішніх дефектів.

Слід зазначити, що отримані результати відносяться до бетонів з однофракційним дрібним щебенем і вимагають подальших уточнень для бетонів, до складу яких входять дві фракції щебеню.

Висновки

1. Експериментально доведено, що для бетонів з максимальним розміром заповнювача 10 мм при випробуванні на згин масштабним фактором для зразків перетином 4x4...7x7 см можна знехтувати.

2. Встановлено, що масштабним коефіцієнтом для приведення міцності при стиску зразків бетону з половинок балочок розміром 4x4x16 см до міцності стандартного зразка є коефіцієнт $\alpha = 0,75$.

3. Показано, що при визначенні міцності при стиску на зразках-половинках балочок розміром 4x4x16 см через 28 діб природного твердіння масштабний коефіцієнт вимагає уточнення.

Рецензенти:

Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:

Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Doroshenko Yu.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **10.03.2017 р.**