

АНАЛІЗ СКЛАДІВ БЕТОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ЗАЗОРУ МІЖ ЗЕРНАМИ КРУПНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

² ВТП «Декорбетон»

³ ФОП Мальований

Анотація

Запропоновано спосіб визначення зазору між зернами крупного заповнювача в бетоні, який дозволив збільшити досконалість розрахунків складу бетону.

Ключові слова: бетон, крупний заповнювач, зазор, точність, пустотність.

Abstract

The method of determining the gap between grains of large aggregate in concrete is proposed, which allowed to increase the perfection of calculations of concrete composition.

Keywords: concrete, large aggregate, gap, accuracy, voidness.

Вступ

Часто в сфері виробництва бетонних та залізобетонних виробів при проектуванні різних складів бетонних (в тому числі дрібнозернистих та цементних бетонів) та їх аналізу використовують визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів у бетоні.

Метою роботи є демонстрація ефективного способу аналізу складів бетонів.

Результати дослідження

Контроль якості бетонних і залізобетонних робіт здійснюють на всіх етапах їх виробництва, починаючи з виготовлення бетонної суміші і кінчаючи твердненням укладеного бетону. Якість готового бетону залежить від складу бетонної суміші і якості складових матеріалів. Склад бетонної суміші підбирається в будівельній лабораторії з умови отримання при мінімальній витраті цементу бетону, що має необхідні міцність і властивості.

Заповнювачі утворюють в бетоні жорсткий скелет і зменшують усадку при твердінні цементного каменю. Зерна заповнювачів повинні бути твердими і міцними, нерозчинними у воді, не містити шкідливих домішок більше встановленої межі. З метою зменшення витрати цементу необхідно підбирати зерновий склад заповнювачів, що забезпечує щільну структуру бетону.

Вперше метод визначення зазору між зернами крупних заповнювачів для аналізу цементних бетонів з мінеральними наповнювачами використали автори роботи [1]. Для визначення середнього зазору між зернами крупного заповнювача в цементному бетоні автори використали формулу:

$$H_{\text{ср}} = \frac{r}{3\varphi}, \quad (1)$$

де r – середній радіус зерен заповнювача в мм;

φ – частка об'єму цементного бетону, який займає заповнювач;

Недоліком цього способу є недостатня точність визначення зазору. Він не враховує порожнин заповнювача, тому завищує показники зазору між зернами заповнювача.

В роботі [2] А. Шумков визначає зазор між зернами крупного заповнювача бетону по формулі:

$$z = \left(\sqrt[3]{1 + \Pi_{\text{кр}}(\alpha - 1)} - 1 \right) \cdot \text{НК}, \quad (2)$$

де $P_{кр}$ – пустотність крупного заповнювача в неущільненому стані;

α – коефіцієнт розсуву зерен крупного заповнювача;

НК – максимальна крупність заповнювача в мм.

Даний спосіб визначення зазору між зернами крупного заповнювача має недостатню точність – суттєво занижує показники внаслідок неточного методу визначення пустотності крупного заповнювача бетону в неущільненому стані.

Для збільшення точності визначення зазору між зернами крупного заповнювача в бетоні автори роботи [3] запропонували новий спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах за формулою:

$$z = \left(\frac{\sqrt[3]{1-P_{3y}}}{\varphi} - 1 \right) \cdot d_{ср}, \quad (3)$$

де $d_{ср}$ – середній діаметр заповнювача, визначений за результатами розсіву;

φ – частка об'єму бетону, який займає крупний заповнювач;

P_{3y} – пустотність крупного заповнювача в ущільненому стані.

Використовуючи дану корисну модель проаналізуємо цементний бетон з мінеральним наповнювачем роботи [4] з середнім діаметром 0,25 мм при об'ємній частці 0,2 (20%). Для аналізу цементного бетону з мінеральним наповнювачем припустимо, що 50% об'єму крупний наповнювач займе шахматну укладку з пустотністю 0,3, а 50% – рядову укладку з пустотністю 0,476 у відповідності до підручника [5]. Тоді середня пустотність складе 0,39. Використовуючи формулу (3) розрахуємо середній зазор між зернами крупного наповнювача цементного бетону, який складе 0,113 мм.

Середній зазор між зернами крупного наповнювача цементного бетону розрахованого по формулі (1) складає 0,208 мм. Тобто, формула (1) завищує середній зазор між зернами крупного наповнювача майже в 2 рази.

За допомогою формули (3) проаналізуємо склад бетону №6 патенту РФ №2500655 [6]. Для цього склад бетону перерахуємо на 1 м³, який складе 8% від об'єму:

- цемент (ПЦ-500ДО) – 18,87%;
- щебінь фракції 2,5-5 мм – 47,17%;
- пісок з відсіву фракції 0,315-0,63 мм – 23,58%;
- фракція відсіву менше 0,14 мм – 4,72%;
- вода (при В/Ц=0,3) – 5,66%.

Крупний щебінь фракції 2,5-5 мм (середній розмір зерен 3,75 мм) займає частку об'єму 0,4717. Середню пустотність щебеню фракції 2,5-5 мм приймаємо 0,39. По формулі (3) визначаємо середній зазор між зернами крупного щебеню, який складе 0,34 мм. Середній розмір мілкового заповнювача фракції 0,315-0,63 мм складає 0,473 мм. Звідси можна зробити висновок, що зерна мілкового заповнювача не вміщуються між зернами крупного заповнювача бетону.

Запропонований авторами патенту РФ №2500655 склад бетону нереальний. Результат, отриманий ними можна пояснити тим, що змішування компонентів бетону проводилось в помольно-змішувальних бігунах. В результаті цього фракція відсіву 0,315-0,63 мм перейшла у фракцію 0,14-0,315 мм з середнім розміром зерен 0,23 мм.

Заявлений авторами фракційний склад бетону, який отриманий в результаті домолу при змішуванні компонентів бетону, не підлягає контролю.

По результатам аналізу складу бетону по патенту РФ 2500055 можна зробити висновок, що в цьому складі бетону фракцію відсіву 0,315-0,63 можна замінити на фракцію 0,16-0,315 мм і відмовитись від домолу під час приготування бетонної суміші.

Середній діаметр цієї фракції складає 0,24 мм. При середньому зазорі 0,34 мм між зернами крупного заповнювача бетону середня обмазка зерен фракції 0,16-0,315 мм цементним тістом складе 0,05 мм (50 мкм).

Авторами роботи [7] встановлено, що мінімальна обмазка зерен мілкового заповнювача (піску) цементним тістом повинна складати не менше 10 мкм.

Висновки

Корисна модель №127506 на спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах по формулі (3) являється ефективним способом аналізу складів бетонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Киев, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 8.
2. А.І. Шумков, «Компьютерная оптимизация состава тяжелого бетона,» Технология бетона, № 6, с. 14-16. 2006.
3. М.М. Попович, С.В. Барнасюк, А.Б. Герій, «Спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах» Патент України G01N 33/38. № 00986 МПК (2006), 10.08.2018.
4. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Киев, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 20.
5. Ю.М. Баженов, Технология бетона: Учеб. Пособие для технол. спец. строит. вузов, 2-е изд. испр. М., СРСР: Высшая школа, 1987, с. 30-31.
6. Голубев А.И. «Способ проектирования состава тяжелого бетона,» МПК G01N 33/00. №2079839, 20.05.1997.
7. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Київ, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 114.

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: popovychnick@gmail.com;

Барнасюк Сергій Віталійович – інженер виробничо-торгівельного підприємства «Декорбетон», м. Вінниця;
Герій Андрій Багданович – інженер-проектувальник ФОП Мальований, м. Вінниця.

Popovych Mykola M. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, email: popovychnick@gmail.com;

Barnasyuk Sergiy V. - engineer of the production and trading enterprise "Decorbeton", Vinnitsa;

Gary Andriy B. - Design Engineer FOP Malovan, Vinnitsa.