

## УДАРНА СТІЙКІСТЬ ВИСОКОМІЦНИХ ФІБРОБЕТОНІВ

### IMPACT RESISTANCE OF HIGH STRENGTH FIBER REINFORCED CONCRETES

**Марущак У.Д., д.т.н., проф., Сидор Н.І., д.філософії (Національний університет «Львівська політехніка»)**

**Marushchak U.D., D.Sc. (Eng.), prof., Sydor N.I., Ph.D. (Eng.) (Lviv Polytechnic National University)**

Бетони є найбільш використовуваним матеріалом будівельної галузі завдяки універсальності, можливості регулювання міцності на стиск в широких межах, високій довговічності. Одним з основних способів зниження впливу бетону на навколишнє середовище є забезпечення високої міцності та підвищення довговічності конструкцій на його основі в різних умовах експлуатації. Одними з найнебезпечніших впливів на бетонні конструкції є динамічні навантаження. Ударні навантаження часто зустрічаються в інженерній практиці під час будівництва та експлуатації, як окремих конструкцій, так і цілих споруд, зокрема мостів, промислових споруд, портів, протиаварійних бар'єрів, злітних смуг аеропортів тощо. Ударних впливів зазнають конструкції під час природних, техногенних катаклізмів, воєнних дій – землетрусів, аварій, вибухів.

Підвищення довговічності конструкцій, в т.ч. стійкості до динамічних навантажень зумовлює розроблення високоміцних дисперсно-армованих бетонів. Принципи отримання високоміцних композитів базуються на направленому регулюванні процесами гідратації та тверднення на всіх структурних рівнях за рахунок комплексного використання хімічних та мінеральних добавок [1-4]. При застосуванні дисперсного армування виникають додаткові механізми підвищення в'язкості руйнування, пов'язані з появою значної кількості поверхонь розділу, які викликають дисипацію енергії руху тріщин [5].

У роботі досліджено вплив поліпропіленової фібри на ударну в'язкість високоміцного бетону, модифікованого суперпластифікатором полікарбоксилатного типу (1,5 мас. %), мікрокремнеземом (5,0 мас. %) та нанокремнеземом – Aerosil-380 (0,5 мас. %). Витрата портландцементу ПЦ І-500Р-Н становила 400 кг на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші. Випробування проводили при дозуванні поліпропіленової фібри 0; 1,0 та 2,0 %. Марка за рухомістю бетонної суміші – Р4. Ударну в'язкість оцінювали величиною ударного навантаження низької швидкості до появи першої тріщини та до повного руйнування високоміцного бетону через 28 діб тверднення.

Випробуваннями міцності на стик через 28 діб отриманих бетонів встановлено, що при введенні фібри міцність дещо знижується і становить

99,4; 96,8 та 84,1 МПа відповідно для бетону без фібри, з 1,0 та 2,0 % фібри. За показниками міцності на стиск бетони відповідають вимогам щодо високоміцних. Як видно з рис. 1, введення фібри суттєво підвищує ударну в'язкість досліджуваних бетонів. Для високоміцних дисперсно-армованих бетонів ударна в'язкість за показником появи першої тріщини становить 42,0 Дж/см<sup>3</sup> та 47,9 Дж/см<sup>3</sup> відповідно при введенні 1,0 та 2,0 % фібри, у той час як для неармованого бетону – 6,7 Дж/см<sup>3</sup>. Через 28 діб тверднення показники ударної в'язкості модифікованого дисперсно-армованого бетону за показником повного руйнування зростають в 10,8 – 14,0 рази порівняно з неармованим модифікованим бетоном.

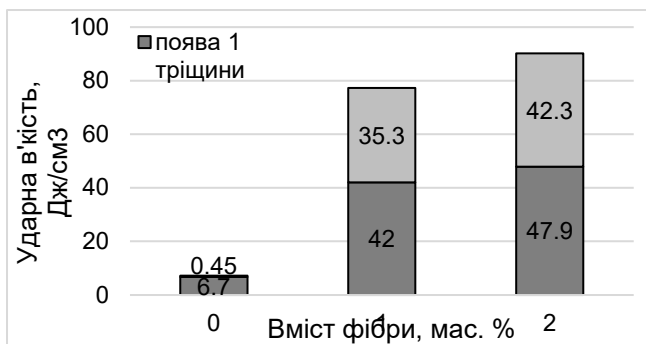


Рис. 1. Ударна в'язкість високоміцних бетонів

Дисперсне армування поліпропіленою фіброю забезпечує тривимірне зміцнення високоміцного фібробетону, що підвищує енергоємність процесу руйнування та зростання ударної стійкості композиту та забезпечує зростання довговічності конструкцій на його основі в умовах дії динамічних навантажень.

### Список використаних джерел

1. Sanytsky M., Marushchak U., Olevych Y., Novytskyi Y. Nano-modified ultra-rapid hardening Portland cement compositions for high strength concretes. *Lecture Notes in Civil Engineering*. Vol. 47. 2020. P. 392-399.
2. Solodkyy S., Markiv T., Sobol K., Hunyak O. Fracture properties of high-strength concrete obtained by direct modification of structure. *MATEC Web of Conference*. Vol. 116. 201701016.
3. Tolmachov S., Belichenko O. Physico-chemical investigations of water suspensions microfillers. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2021. Vol. 100. P. 466–473.
4. Дудник Л.В., Кровяков С.О., Мішутін А.В. Модифіковані керамзитобетони забезпеченої довговічності для тонкостінних конструкцій морських гідротехнічних споруд. *Вісник ОДАБА*. 2020. Вип. 78. С. 89-96.
5. Chen M., Ren C., Liu Y., Yang Y., Wang E., Liang X. Effects of polypropylene fibre and strain rate on dynamic compressive behavior of concrete. *Materials*. № 12. 2019.