

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНО ФІБРОПІНОБЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто властивості нано фібропінобетону, його особливості структуроутворення, фізико-механічні характеристики бетонних виробів ніздрюватої структури. Проведено порівняння механічних властивостей різних легких бетонів.

Ключові слова: бетон, фібропінобетон, міцність, нанотрубки.

Abstract

The paper examines the properties of nano fiber-reinforced concrete, its features of structure formation, physical and mechanical characteristics of concrete products with a porous structure. A comparison of the mechanical properties of various lightweight concretes was made.

Keywords: concrete, fiber foam concrete, strength, nanotubes..

Вступ

У зв'язку з переходом України на будівництво енергоефективних будівель виникла потреба у застосуванні відповідних будівельних матеріалів. Підвищені вимоги до теплотехнічних характеристик зовнішніх стін та покрівель житлових будинків, викликані вимогами до енергоефективності будівель, що будуються та реконструюються, визначили появу великої номенклатури конструкційно-теплоізоляційних матеріалів. [1-2] Одним із таких матеріалів є пінобетон. Розглянемо різновиди цього матеріалу: фібропенбетон та нанофібропінобетон.

Основна частина

Фібропінобетон (пінофібробетон) являє собою міцний теплоізоляційний ($\lambda=0,065-0,175$) пористий бетон щільністю 160-1000 кг/м³, що складається на 97-99% з піщано-цементного розчину з незначним вмістом синтетичних волокон (фібри) (від 1%). Фібропінобетон не потребує пропарювання в автоклаві. За властивостями він ідентичний бетонам природного твердіння, стійкий до більшості руйнуючих хімічних факторів.

За рахунок введення фіброволокон до складу пінобетону утворюється більш замкнута структура пор, завдяки якій покращуються теплоізоляційні, звукоізоляційні та інші характеристики: фібропінобетон менш чутливий до вологи; збільшується ударна міцність; зменшується крихкість; збільшується міцність матеріалу на розтяг при згині, що дає можливість виготовляти вироби складної конфігурації.

Про фібропінобетон і фібропінобетонні блоки говорять, що цей матеріал і конструкційний і теплоізоляційний, має високу міцність. Щоб перевірити правдивість цих тверджень, слід оцінити фізико-механічні характеристики цього виду легкого бетону та порівняти з іншими видами подібних матеріалів (табл.1). [3]

Таблиця 1 - Порівняння характеристик легких бетонів

Найменування матеріалу	Пінобетон	Фібро-пінобетон	Полістиролбетон	Газобетон	Керамзито-бетон
Щільність, кг/м ³	200-1200	200-1200	150-600	300-1200	900-1200
Міцність при стисканні, МПа	0,25-12,5	0,50-14,0	0,50-3,6	0,50-25,0	3,50-7,5
Морозостійкість, цикли	35	35 (75-100)	25	35	25
Теплопровідність, Вт/м ⁰ С	0,05-0,38	0,04-0,3	0,055-0,145	0,07-0,38	0,50-0,95

Правильність цього порівняння, звичайно, наближена, оскільки характеристики легких бетонів залежать від їх складу, які можуть відрізнятися в залежності від технології приготування і хімічних складових інгредієнтів. Але з таблиці можна зробити висновки. Так, фібропінобетон має мінімальний коефіцієнт теплопровідності серед усіх матеріалів, що розглядаються, так само як і пінобетон, що дозволяє говорити про високі теплоізоляційні властивості цього матеріалу. Міцність на стиск фібропінобетону дещо вища за звичайний пінобетон і цілком порівнянна з цим параметром інших легких бетонів. З наведених даних у таблиці можна сказати про те, що характеристики всіх легких бетонів приблизно ідентичні, тому складно судити про помітні переваги одного з них.

Відмінність фібропінобетону від пінобетону - це технологічна особливість, згідно з якою в процесі виробництва в бетонну суміш вводять фіброволокно. При перемішуванні заготовки для фібропінобетону ці волокна виконують функцію армуючого компонента суміші. Зрештою виходить легкий і міцний матеріал, здатний до високих навантажень без порушення своєї цілісності. [4]

Структура нанотрубок

Ідеальна нанотрубка є згорнутою в циліндр графітовою площиною, тобто поверхнею, викладеною правильними шестикутниками, у вершинах яких розташовані атоми вуглецю. Схематично структуру нанотрубок показано на рис. 1.

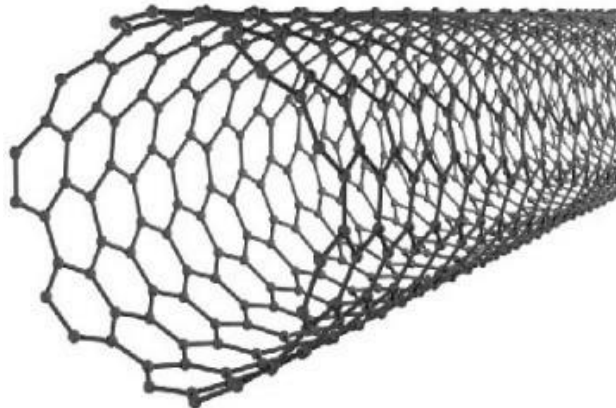


Рисунок 1 - Структура вуглецевої нанотрубки

Результат такої операції залежить від кута орієнтації графітової площини щодо осі нанотрубки. Кут орієнтації, в свою чергу, задає асиметричність нанотрубки, що визначає її електричні властивості.

У складі добавки, що модифікує мікро-і наноструктуру пінобетону, використовувалися багат шарові вуглецеві нанотрубки діаметром 8-40 нм та довжиною 2-50 мкм. Використання нановуглецевих трубок значно змінює мікро-і наноструктуру матеріалів. Цей ефект пов'язаний з тим, що міцні нанотрубки є центрами кристалізації новоутворень цементного каменю. В результаті утворюється зміцнена мікроструктура цементного каменю, що значно підвищує міцність пінобетонів, після затвердіння. [4]

Так як вуглецеві нанотрубки нерозчинні у воді, суспензію готують із застосуванням ультразвукового диспергатора. Попередньо суперпластифікатор Sika ViscoCrete-3000W замішують спільно з водою і додатково вводиться модифікуюча добавка - вуглецевими нанотрубками. Обробляється протягом 30-60 секунд в ультразвуковому диспергаторі з частотою 20 кГц. Отриманий продукт перемішують в змішувачі при подальшому введенні компонентів зв'язуючого, заповнювача, піноутворювача та волокон протягом 5 хвилин. Пропонований спосіб отримання модифікованої сировинної суміші дозволив зміцнити структуру фібропінобетону на мікро-і нанорівнях. [6]

Для експериментальної перевірки сировинної суміші, приготовленої даним способом, виготовили за стандартною методикою зразки-балочки розмірами 10×10×40 см, що набирають міцності у природних умовах. Аналіз отриманих результатів показує, що введення в сировинну суміш дисперсної арматури з полімерних волокон, суперпластифікатора Sika ViscoCrete-3000W і багат шарових вуглецевих нанотрубок діаметром 8-40 нм і довжиною 2-50 мкм сприяє збільшенню міцності на стиснення в порівнянні з, міцності на розтяг при вигині – на 18,8%, підвищенню

коефіцієнта конструктивної якості при стисканні – на 28,5%. Приріст міцності запропонованої сировинної суміші на базальтовій фібрі в порівнянні з фібропінобетоном становить: при стисканні 9,0%, на розтяг при згині - 10,5%, а збільшення коефіцієнта конструктивної якості при стисканні становить 18,6%.[7-9]

Висновки

Введення в бетонну суміш полімерних волокон, суперпластифікатора та багат шарових вуглецевих нанотрубок сприяє покращенню міцнісних характеристик бетону. В результаті отриманий фібропібетон змінює свою будову на нано-рівні, без значної зміни при цьому своєї маси. Отримані результати дозволяють ефективніше використовувати фібропібетони в будівництві та післявоєнній реконструкції міст.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
2. Demchyna, B., et al. Scientific foundations of solving engineering tasks and problems. Vol. 2. International Science Group, 2021.
3. ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови. Київ. 2008.
4. Битько М.М. , Бойко В.В. Фібробетон у сучасному будівництві. М.М. Битько, В.В. Бойко // Збірник наукових матеріалів XLVI Міжнародної науково-практичної інтернет - конференції «Сучасний рух науки»— 2020. — № 5. — С.67-73.
5. Балан О.С Нанотехнологіївбудівництві Український журнал будівництва та архітектури. 2021. № 5. С. 7-14 .
6. V. M. Derevianko, H. M. Hryshko Вплив наномодифікаторів на фізико-механічні властивості гіпсових в'язучих. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2017. № 2. С. 62-67 .
7. Wenzhong ZhupJ.,BartosM., PorroA. Application of nanotechnology in construction. [Електронний ресурс].URL: https://www.researchgate.net/publication/226541329_Application_of_nanotechnology_in_construction/references#fullTextFileContent (дата звернення: 17.11.2022)
8. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).
9. Sokolovskaya O. Scientific foundations of modern engineering / Sokolovskaya O., Ovsianynkova L. Stetsiuk V., etc – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2020. – 528 p.

Сівак Катерина Костянтинівна – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

Sivak Katerina – PhD student of the Department of Life, Municipality and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: lemishko.katya@gmail.com