

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕРОБЛЕНИХ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ ЯК КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА В БЕТОНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Роботу присвячено проблемам, пов'язаним з переробкою та використанням відходів з твердого пластику у якості заповнювача

Ключові слова: перероблений пластик, поліетилен високої щільності, міцність на стиск, бетон.

Abstract

The work is devoted to the problems related to the processing and use of solid plastic waste in the cost of concrete aggregate.

Keywords: recycled plastic, high density polyethylene, compressive strength, concrete.

Вступ

Велика кількість полімерних матеріалів утворюється в процесі виробництва в різних галузях промисловості, які виробляють величезну кількість твердих побутових відходів. Серед цих відходів велика частина зламаних пластикових пляшок, відер, кошиків і тонких контейнерів, виготовлених з поліетилену високої щільності (HDPE). Ці пластикові відходи можуть бути використані в належних умовах як інгредієнт бетону. Це дослідження було проведено для визначення міцності на стиск, міцності на розрив, міцності на вигин і сухої щільності переробленого пластикового бетону. У цьому дослідженні загалом 15 циліндрів і 5 балок було підготовлено з кам'яним заповнювачем і заміною каменю на 5%, 10%, 15% і 20% переробленим пластиком.

Основна частина

За останній рік у світі значно зросло споживання пластику, що створює величезну кількість пластикових відходів. Утворення пластикових відходів зростає на 10,43% на рік від кількості пластикових відходів [1-2]. Близько 6493 тонн/день твердих відходів утворювалося протягом 1991 року, 13330 тонн/день протягом 2005 року та 27 000 тонн/день з 2014 року в Бангладеші. Ці відходи майже не розкладаються в природному середовищі навіть після тривалого періоду впливу. Отже, пластикові відходи зараз є серйозною екологічною загрозою для сучасного життя. Неможливо захоронити пластикові відходи у землі, тому що для чого потрібна величезна площа, а також земля втрачає свою родючість. Це також викликає серйозні проблеми, такі як засмічення дренажної системи, втрата ресурсів і забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з цим в останні роки велика увага в усьому світі приділяється навколишньому середовищу та охороні природних ресурсів шляхом переробки пластикових відходів. Пластик може мати цінність як будівельний матеріал. Полімерний заповнювач значно легший за природний заповнювач, тому його додавання знижує щільність одержуваного бетону. Цю властивість можна використовувати для розробки легкого бетону. Таким чином, утилізація відходів пластикових матеріалів у бетоні як заповнювачів може вважатися одним із можливих способів утилізації для подолання деяких проблем безпечної утилізації відходів пластикових матеріалів.

У цьому дослідженні використовувався портланд цемент на основі золи-винесення, М500. Властивості цементу, використаного в даному дослідженні, наведені в табл. 1

Таблиця 1 – Характеристики портланд цементу

Фізичні властивості	Результати випробувань
Питома вага	3.15 Н/м ³
Час початкового схоплювання	210 хв
Час остаточного схоплювання	330 хв
Міцність на стиск: після 3 діб затвердіння	13,9 МПа
після 7 днів затвердіння	19,1 МПа
після 28 днів затвердіння	64,3 МПа

У цьому дослідженні використовувався перероблений поліетилен високої щільності (максимальний розмір 19 мм). Властивості переробленого пластику наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристики пластикового наповнювача

Фізичні властивості	Результати випробувань
Модуль тонкості	7,08
Насипна питома вага	0,87
Поглиналина здатність	0,47 %
Насипна щільність	4,17 кН/м ³
Загальна величина дроблення	0,83%

Існують різні способи переробки пластикових відходів. У цьому дослідженні було застосовано механічну переробку для отримання переробленого пластикового заповнювача. Спочатку було зібрано, подрібнено та вимито пластикові відходи після споживання, такі як розбиті пластикові пляшки, відра, кошики та тонкі контейнери, виготовлені з поліетилену високої щільності. По-друге, висушені подрібнені матеріали розплавляли та охолоджували при кімнатній температурі. Потім цей розплавлений пластик знову подрібнювали на дрібні шматочки розміром 12-19 мм.

Всього 15 циліндричних зразків діаметром 100 мм і висотою 200 мм, а також 5 зразків балок розміром 150 мм × 150 мм × 450 мм було відлито з 5%, 10%, 15% і 20% об'ємної заміни каменю для перевірки міцності з переробленого пластикового бетону. Для приготування зразків бетону використовували співвідношення цемент: дрібні наповнювачі (пісок) : крупні наповнювачі (кам'яна крихта та перероблена пластмаса) 1:1,8:3 за об'ємом і в/ц співвідношення 0,50.

З результатів випробувань на міцність на стиск після 7 днів, 14 днів і 28 днів затвердіння, представлених на рис. 1, видно, що міцність бетону на стиск продовжує знижуватися зі збільшенням відсотка перероблених пластикових заповнювачів. Значення міцності на стиск були знижені на 11,6%, 21,5%, 34,4% і 44% для 5%, 10%, 15% і 20% заміни каменю переробленим пластиком відповідно. Швидкість зменшення складала приблизно 0,61 МПа на кожен відсоток доданого переробленого пластику.[3-4]

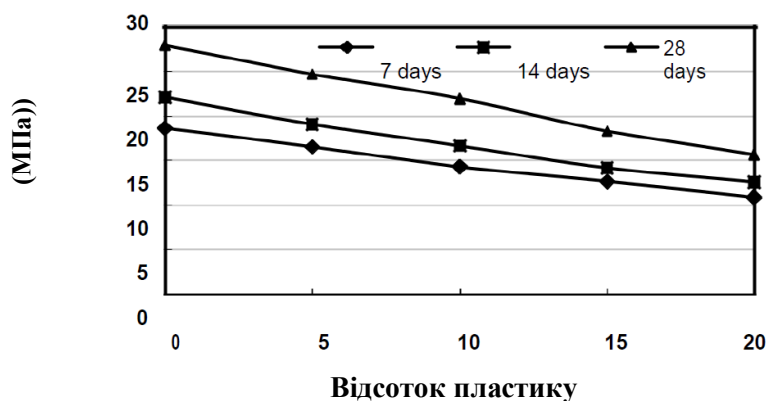


Рис. 1 - Зміна міцності на стиск при вмісті різних % пластику.

Міцність на розтяг бетону з різним відсотком пластику представлена на рис. 2. Результати випробувань показують, що міцність на розрив зменшилася з 6,7% до 30% для бетону, що містить від 5% до 20% перероблених пластикових заповнювачів відповідно. Міцність на розрив зменшилася на 17% для бетону, що містить 10% пластичних заповнювачів. [5-6]

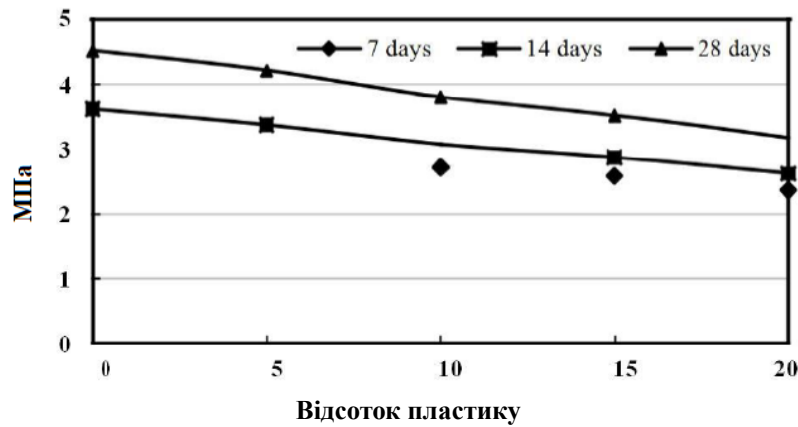


Рис. 2 - Зміна міцності на розтяг при вмісті різних % пластику.

Міцність бетону на вигин зменшилася з 5,3% до 24,4% для бетону, що містить від 5% до 20% перероблених пластикових заповнювачів відповідно. Зміна міцності на вигин представлена на рис. 3, з якого видно, що швидкість зменшення міцності на вигин із збільшенням відсотка пластичності дуже низька. Міцність на вигин відходів пластикової суміші бетону схильна до зниження зі збільшенням вмісту відходів пластику. При 50% заміні піску переробленим ПЕТ міцність бетону на вигин зменшується лише до 32% від міцності немодифікованого бетону [7-8]

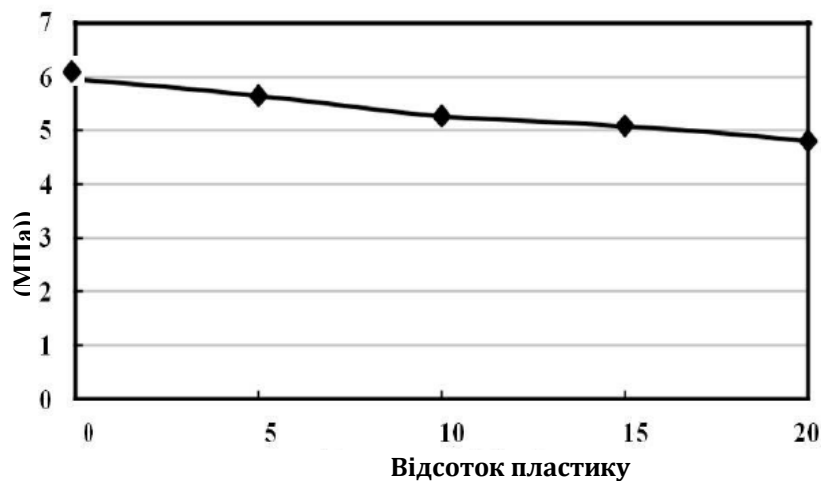


Рис. 3 - Зміна міцності на згин при вмісті різних % пластику.

Висновки

Результати випробувань показали, що максимальне зниження міцності на стиск становило 44% для 20% заміни крупного заповнювача переробленим пластиком. Міцність бетону на розрив і міцність на вигин зменшилася зі збільшенням відсотка переробленого пластику. Таким чином, перероблений пластиковий заповнювач можна використовувати в ненесучих конструкціях, де рекомендуються легкі матеріали

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kornylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
2. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).
3. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021.
4. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.

5. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
6. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
7. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).
8. Wyjcik, Waldemar, and Maigorzata Pawiowska, eds. Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals. Routledge, 2021.

***Сівак Роман Васильович** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sivak10052@gmail.com*

***Sivak Roman** – PhD student of the Department of Life, Municipality and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: sivak10052@gmail.com*