

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СИЛІКАТНОЇ ЦЕГЛИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

АНОТАЦІЯ

Аналіз можливості використання швидкогасячого вапна та відходів силікатної цегли як комплексну добавку для поліпшення виробництва газобетону, що може призвести до скорочення часу схоплювання цементу, підвищення міцності автоклавного бетону та позитивно сприяти зменшенню екологічного впливу виробництва на навколишнє середовище.

Ключові слова: автоклавний газобетон; силікатна цегла; кварцовий пісок; промислові відходи; утилізація відходів; комплексна добавка; фізико-механічні властивості.

ABSTRACTS

Analysis of the possibility of using quicklime and silicate brick waste as a complex additive to improve the production of aerated concrete, which can lead to a reduction in cement setting time, increase the strength of autoclaved concrete and positively contribute to reducing the environmental impact of production on the environment.

Keywords: autoclaved aerated concrete; silicate brick; quartz sand; industrial waste; waste disposal; complex additive; physical and mechanical properties.

Вступ

У виробництві газобетону автоклавного твердіння використовується вапно, що повільно гаситься. Якщо виробництво газобетону налагодити паралельно з виробництвом силікатної цегли, то це дасть можливість використовувати вапно швидкого гасіння. У зв'язку з цим у даній роботі розглядається можливість використання швидкогасячого вапна та відходів виробництва силікатної цегли як добавки до газобетонної суміші. Значний вміст кварцу (понад 75%) у складі силікатної цегли дозволяє використовувати її в меленому вигляді як аналог меленого піску. Також в роботі встановлено скорочення часу схоплювання цементу та підвищення міцності автоклавного бетону. Проте додавання подібних добавок знижують рухливість суміші та збільшують її водопоглинання. Погіршення технологічних характеристик спостерігається при введенні мелених відходів у піщаний шлам газобетонної суміші. Тому запропоновано комплексну добавку на основі відходів силікатної цегли, пластифікатора та гіпсового каменю, яка дозволяє розширити сферу застосування швидкогасячого вапна, знизити водопоглинання суміші без зниження рухливості суміші та підвищити міцність готового продукту.

Основна частина

Автоклавний газобетон є одним з провідних конструкційних утеплювачів, що використовуються в усьому світі. Автоклавний газобетон в більшості випадків виробляється на тих же підприємствах, що і силікатна цегла і блоки, тротуарна плитка і сухі будівельні суміші [1-2].

Більш сучасна технологія різання газобетону з використанням однієї кромки має відходи у вигляді ріжучого шару, тоді як при виробництві гашеного вапна утворюється необпалена крихта, а при виробництві силікатної цегли є крихта цього продукту. Ефективність використання активних мінеральних добавок у виробництві автоклавних матеріалів для підвищення їх експлуатаційних властивостей [3], зниження енергетичних витрат, а також ефективність використання промислових відходів у виробництві газобетону показали ряд дослідників [4].

На мою думку, найбільш раціональним варіантом є використання відходів і супутніх продуктів власного виробництва, переробка їх у порошки та використання як добавок у виробництві [5]. Оскільки вміст кварцу в складі силікатної цегли становить не менше 75 %, стає можливим її використання в меленому вигляді як аналог подрібненого кварцового піску [6], а гідросилікати сприяють підвищенню міцності за рахунок кращої рекристалізації. Прикладом може служити використання подрібненої силікатної цегли у виробництві вапняного в'язучого. Оскільки виробництво силікатної цегли передбачає подрібнення вапняно-кремнеземного в'язучого, то питання утилізації вирішити нескладно.

Відходи які залишається від помаранчевої цегли не використовується як добавка в сполучних матеріалах при виробництві білої силікатної цегли, хоча кольорова цегла – це той же мелений кремнезем і гідросилікати кальцію. Однак при виробництві білої силікатної цегли вона змінює їх зовнішній вигляд, як і зовнішній вигляд інших кольорових відходів, одночасно підвищуючи фізико-механічні властивості готового продукту [7].

На сьогоднішній день проводяться дослідження [8-9] експериментальні та практичні метою яких є створення комплексної добавки на основі відходів силікатної цегли для підвищення ефективності виробництва ніздрюватого бетону автоклавного твердіння на швидкогасному вапні. Для цього було проведено порівняння подрібнювальної здатності крихти силікатної цегли та кварцового піску для визначення енерговитрат на отримання порошоків. Наступним етапом було досліджується впливу додавання порошку силікатної цегли на властивості піщаного шламу та на час схоплювання цементу, що використовується як структуроутворювальний компонент, у період доавтоклавного твердіння. Після цього була проведена оцінка впливу пластифікуючих добавок і сульфатів на властивості вапна. Потім була розроблена комплексна органо-мінеральна добавка. Далі досліджено технологічні властивості ніздрюватої бетонної суміші та фізико-механічні властивості газобетону автоклавного твердіння з цією добавкою.

У проведеному дослідженні [10] були розглянуті відходи виробництва силікатної цегли марки М150 у вигляді крихти. Ці відходи, які характеризуються різною зернистістю, були піддані подрібненню. Одночасно проводилась оцінка подрібнюваності крихти силікатної цегли порівняно з кварцовим піском для встановлення порівняльних енергоємностей. Отримані порошки використовувалися як добавка до складу цементних розчинів та автоклавного газобетону. Досліджено фізико-механічні властивості цементних розчинів і газобетону за стандартними методиками за ДСТУ-Н Б В.2.7-308:2015 [11]. Проведено оцінку розмелюваності крихти силікатної цегли порівняно з кварцовим піском, результати показали, що подрібнення кварцового піску відбувається повільніше, ніж зерен силікатної цегли, що свідчить про менші енерговитрати на процес подрібнення. Досліджено вплив додавання меленої цегли на властивості цементу, та виявлено, що додавання до 10% меленої цегли не впливає на час схоплювання цементу. Водопоглинання порошку силікатної цегли склала 38,8%, і його введення в суміш знижує рухливість, що можна компенсувати попереднім водопоглинанням. Додавання меленої цегли до піщаного шламу зменшує плинність, підвищує водопоглинання, але знижує щільність, що сприяє підвищенню теплозахисних властивостей газобетону [12].

Для стабілізації в'язкопластичних властивостей газобетонної суміші рекомендується використовувати пластифікуючі добавки [13-14]. Додавання суперпластифікатора нафталіну і двоводного гіпсу призводить до уповільнення гідратації вапна та створює пористу структуру газобетону.

Отримані результати. свідчать про високу ефективність додавання добавки в матеріалах автоклавного твердіння, зокрема у газобетоні на змішаному вапняно-цементному в'язкому. Початкові дослідження впливу добавки на міцність цементно-піщаного розчину підтвердили, що вона ефективна в різних умовах завантаження, і зокрема там, де використовується більше енергії.

Автоклавні зразки, оброблені добавкою, виявили вищу міцність порівняно зі зразками після вакуумної обробки та тими, які загартувалися в нормальних умовах. При додаванні 5% і 10% комплексної добавки до автоклавованих зразків спостерігався приріст міцності на стиск відповідно на 40% і 64%. Зразки, тверді за нормальних умов, також виявили підвищення міцності на стиск незалежно від складу на 7% для 5% добавок і 40% для 10% добавок [15].

Дослідження властивостей газобетону марки М150 з використанням технології лиття під тиском та додаванням добавки в різних концентраціях показали пластифікуючий вплив розробленої добавки. Це призвело до покращення рухливості газобетонної суміші на 8-10% і зниження температури суміші на 5-7°C на кожні 5% добавки. Результати випробувань автоклавного газобетону підтвердили, що добавка підвищує фізико-механічні властивості матеріалу, збільшуючи міцність на стиск від 16% до 37%. З розглянутих властивостей газобетону було розраховано, що додавання добавки впливає на фізико механічні властивості виробу та збільшує міцність на 15-33%.

Висновок

На основі проведених досліджень встановлено, що використання відходів виробництва силікатної цегли для створення комплексної добавки є ефективним способом покращення властивостей газобетону автоклавного твердіння. Добавка на основі цих відходів збільшує міцність газобетону на стиск і покращує його рухливість. Також виявлено, що використання такої

добавки може знизити температуру суміші під час виробництва газобетону. Результати досліджень показують, що додавання відходів силікатної цегли в газобетонну суміш може покращити фізико-механічні властивості готового матеріалу. Таким чином, використання відходів виробництва силікатної цегли як комплексної добавки для газобетону автоклавного твердіння є перспективним напрямом для підвищення якості та ефективності будівельних матеріалів. Подальше дослідження і впровадження цієї технології може мати значний вплив на розвиток будівельної промисловості та сприяти зменшенню екологічного впливу виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and В. П. Ковальський. "Будівельні вироби з механо-активованих промислових, побутових відходів." (2023).
2. Лемешев, М. С., and О. В. Христинч. "Комплексне використання відходів в галузі будівельних матеріалів." Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ 1 (2019): 107-108.
3. Сердюк, В. Р., О. В. Христинч, and М. С. Лемішев. "Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння." (2011).
4. Романьков, Антон Сергійович. Розробка кольорової силікатної цегли з використанням відходів виробництва. MS thesis. ДВНЗ" Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", 2020.
5. Полупан, Олександр Станіславович. Виробництво силікатної цегли. Автоклавне відділення. BS thesis. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
6. Лемішко, К. К. Безвідходна технологія виготовлення будівельних виробів. Diss. ВНТУ, 2018.
7. Рудченко, Д. Г. "ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ АКТИВНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ ДОБАВКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ." Науковий вісник будівництва 100.2 (2020): 201-210.
8. Liu, Xiaoming, Zengqi Zhang, and Pengfei Wu. "Utilization of solid wastes for aerated concrete preparation: Mechanical properties and microstructural analysis." Journal of Building Engineering (2023): 108235.
9. Rahman, R. A., et al. "A review on the utilization of waste material for autoclaved aerated concrete production." Journal of Renewable Materials 9.1 (2021): 61-72.
10. Elesin, Mikhail A., Nikolay A. Mashkin, and Natalia V. Karmanovskaya. "Nonferrous waste aerated concrete." Journal of Applied Engineering Science 19.3 (2021): 787-793.
11. ДСТУ-Н Б В.2.7-308:2015 Настанова з виготовлення виробів з ніздрюватого бетону. Поправка. Київ. 2015
12. Laukaitis, A., Kerienė, J., Kligys, M., Mikulskis, D., & Lekūnaitė, L. (2012). Influence of mechanically treated carbon fibre additives on structure formation and properties of autoclaved aerated concrete. Construction and building materials, 26(1), 362-371.
13. Сердюк, В. Р., Б. І. Августович, and О. С. Сідлак. "Особенности эксплуатационных свойств автоклавного газобетона." Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві 1 (2016): 21-26.
14. Березюк, О. В., М. С. Лемешев, and С. В. Королевська. "Математичне моделювання прогнозування обсягів продукування будівельних відходів в різних країнах світу." Вісник Вінницького політехнічного інституту 3 (2021): 41-46.
15. Кадол, Лариса Василівна, and Сергій Вікторович Курінний. "РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ–ЧИННИК ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ В БУДІВНИЦТВІ." The 5 th International scientific and practical conference "Innovative development of science, technology and education"(February 15-17, 2024) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2024. 610 p.. 2024.

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