УДК 334.72

Сівак К. К

ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛИ ШЛАМУ ПАПЕРУ ЯК НАПОВНЮВАЧА ДЛЯ БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Роботу присвячено проблемам, пов'язаним з використанням відходів виробництва паперової продукції у якості наповнювача бетону для поліпшення його властивостей.

Ключові слова: *зола шламу макулатури, портландцемент, міцність.*

Abstract

The work is devoted to the problems associated with the use of paper production waste as a concrete filler to improve its properties.

Keywords: waste paper sludge ash, portland cement, strength

Вступ

Бетон є найпоширенішим будівельним матеріалом. Щоб задовольнити зростаючі потреби інфраструктури та промислові, потрібна величезна кількість бетону, що, у свою чергу, означає, що для виробництва бетону по всьому світу використовуються великі обсяги природних ресурсів і сировини. Для усунення або мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище бетонної промисловості та для сприяння екологічної стійкості галузі як альтернативне рішення розглядається використання відходів промисловості як матеріалів для виготовлення бетону для запобігання надмірному використанню сировини. Широка доступність промислових відходів робить їх відповідною та надійною альтернативою для заповнювачів у бетоні, де вони доступні. У цій статті зроблено спробу представити сучасний огляд робіт щодо заміни заповнювачів і наповнювачів промисловими відходами. У цій статті розглядається можливе використання промислових відходів, таких як зола шлам макулатури як заповнювача у бетонній промисловості. Він має на меті популяризувати ідею використання цих відходів шляхом розробки їхніх механічних властивостей. Цей підсумок існуючих знань про успішне використання промислових відходів у бетонній промисловості допомагає ідентифікувати інші існуючі відходи для використання у виробництві бетону.

Завдяки цій ідентифікації промисловим та цивільним інженерам можна досягти значних досягнень.

Основна частина

В Україні існує питання утилізації або переробки відходів паперової промисловості. Діючі виробники паперової продукції залишають багато відходів, які можна використати в якості заповнювача бетону [1-2].

Вплив води є основною причиною всіх основних фізичних і хімічних процесів деградації бетонних конструкцій. Зазвичай використовуваний підхід для отримання міцного водонепроникного бетону передбачає збільшення щільності за допомогою низького водоцементного співвідношення. Однак важко уникнути потрапляння води. Альтернативним підходом до обмеження проникнення води є використання водостійких домішок. [3-4] Доступний ряд внутрішніх водостійких матеріалів. Було зроблено багато тверджень щодо їх ефективності, включаючи забезпечення постійного скорочення перенесення води, чудову стійкість до процесів руйнування та збільшення терміну служби. Попіл паперового шламу — це відходи, які утворюються в промисловості переробки паперу. Він утворюється, коли зневоднений паперовий шлам, побічний продукт очищення паперу від чорнила та повторної обробки паперу, спалюється для зменшення об'єму відходів і виробництва енергії. Склад і властивості попелу паперового шламу змінюються залежно від вихідної сировини та умов спалювання, але він є сильно лужним з pH 12-13 і складається в основному з кальцію, кремнію та алюмінію.

Проведене дослідження, зосереджено на гідравлічних властивостях, пуцолановій реакційній здатності та потенційному використанні як додаткового цементного матеріалу. Попіл паперового шламу може мати цементні властивості; він реагує з водою, схоплюється і твердне. Розтріскування, викликане усадкою, є проблемою. Однак змішування попелу з меленим гранульованим доменним шлаком покращує міцність. Попіл паперового шламу можна перетворити на супергідрофобний порошок за допомогою простої недорогої обробки, включаючи сухий помел зі стеариновою кислотою. Гідрофобність є наслідком мікрочастинкової структури, спричиненої подрібненням і утворенням моношару стеарату кальцію, що самозбирається, та покриває тріщини. Порошок попелу паперового шламу можна використовувати як часткову заміну цементу для підвищення стійкості бетону до проникнення води. Його також можна використовувати для обробки поверхні для створення водовідштовхувального та самоочисного покриття. Використання попелу допомагає перетворити

відходи у високоцінний супергідрофобний порошок з дуже невеликою обробкою та нанесенням гідрофобного порошку для покращення характеристик бетону. [5-6]

Було відлито 12 зразків, шість кубиків (150 х 150 х 150 мм) для міцності на стиск через 7 і 28 днів і шість циліндрів для міцності на розрив через 7 і 28 днів. Відливку проводили з різним відсотком 5, 10, 15 і 20, відповідно, як часткову заміну цементу золою шламу макулатури.

Було проведено випробування зразків на міцність на стиск. Результати представлення на рис. 1 та 2.

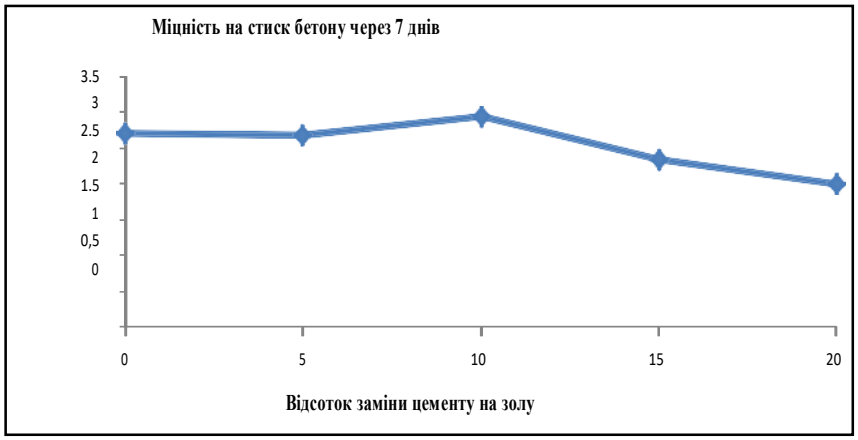

Рисунок 1 – Графік зміни міцності на стиск куба (Н/мм^2) через 7 днів тверднення.

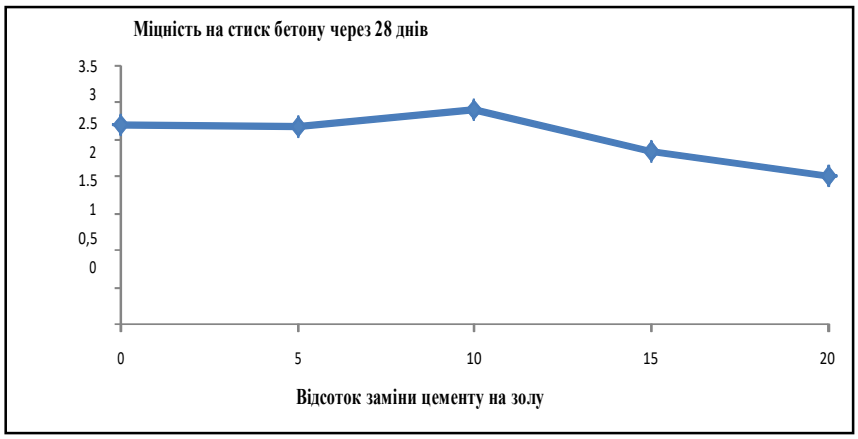

Рисунок 2 – Графік зміни міцності на стиск куба (Н/мм^2) через 28 днів тверднення

Випробування на міцність на розрив: це випробування було проведено на зразку циліндра, щоб оцінити його міцність на розрив на різній стадії тверднення. Вплив на міцність на розрив бетону, що містить різний відсоток золи шламу макулатури, представлено на рис. 3 та 4.

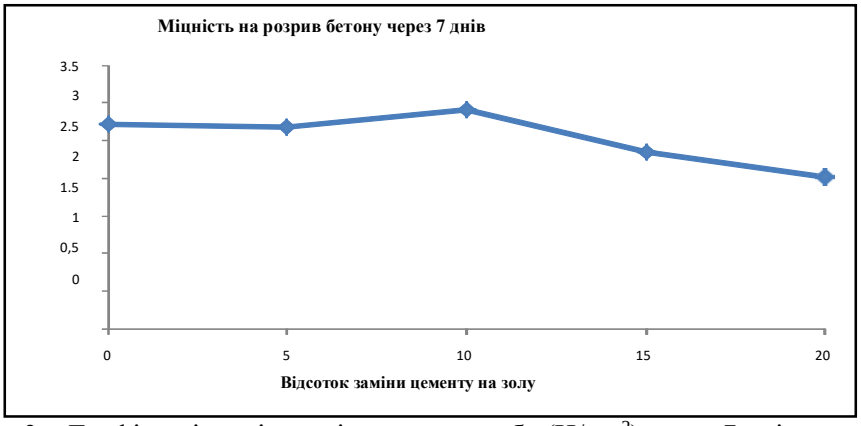

Рисунок 3 – Графік зміни міцності на розрив куба (Н/мм^2) через 7 днів тверднення

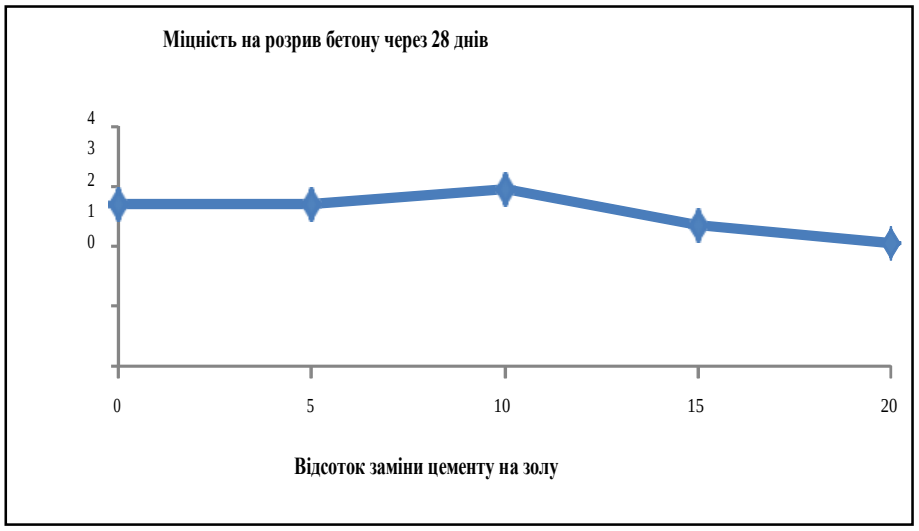

Рисунок 4 – Графік зміни міцності на розрив куба (Н/мм^2) через 28 днів тверднення

Експерименти показали, що міцність знижувалася зі збільшенням вмісту попелу. Існує сильна лінійна залежність між зниженням міцності і вмістом попелу. Супергідрофобний шлам макулатури ефективний у зниженні кількості та швидкості капілярного поглинання води. Часткова заміна цементу на 12% попелу паперового шламу зменшує водопоглинання бетону. Вміст попелу не впливає на газоподібну дифузію. Бетон, що містить супергідрофобний попіл паперового шламу, має нижчу абсорбцію навіть після насичення у вакуумі. Це вказує на те, що попіл може певною мірою протистояти гідростатичному тиску. [7-8] Супергідрофобний попіл має значний потенціал як домішка або поверхневе покриття для підвищення стійкості бетону до проникнення води, а отже, проти низки механізмів руйнування. Це обумовлює високу цінність застосування відходів макулатури, які потенційно можуть підвищити довговічність і стійкість бетонних конструкцій

Висновки

Грунтуючись на результатах випробування на міцність на розрив, зручно стверджувати, що існує значне збільшення міцності на розрив завдяки додаванню золи. Використання золи з макулатури в бетоні може виявитися економічним, оскільки це некорисний відхід і безкоштовний. Використання золи з шламу макулатури в бетоні збереже природні ресурси, які використовуються для виробництва цементу, і таким чином зробить промисловість бетонного будівництва стійкою, а шлам з макулатури можна використовувати як паливо перед використанням його золи в бетоні для часткової заміни цементу.

Було виявлено, що заміна портландцементу 12% гідрофобним шламом з макулатури зменшила водопоглинання, сорбційну здатність і електропровідність на 84%, 86% і 85% відповідно, без істотного шкідливого впливу на гідратацію, міцність і щільність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wyjcik, Waldemar, and Maigorzata Pawiowska, eds. Biomass as Raw Material for the Production of Biofuels and Chemicals. Routledge, 2021.
2. Kornylo, I., O. Gnyp, and M. Lemeshev. "Scientific foundations in research in Engineering." (2022).
3. Sokolovskaya, O. "Scientific foundations of modern engineering/Sokolovskaya O., Ovsiannykova L. Stetsiuk V., etc–International Science Group." Boston: Primedia eLaunch 528 (2020).
4. Boiko, T., et al. Theoretical foundations of engineering. Tasks and problems. Vol. 3. International Science Group, 2021.
5. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
6. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 616 p. (2021).
7. Demchyna, B., L. Vozniuk, and M. Surmai. "Scientific foundations of solving engineering tasks and problems." (2021).
8. Hnes, L., S. Kunytskyi, and S. Medvid. "Theoretical aspects of modern engineering." International Science Group: 356 p. (2020).

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*