

ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОНИ ВІНОСУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконаний аналіз оптимізації золи виносу у бетонних сумішах. Варіювалася рецептура бетонної суміші. При додаванні золи до бетону, збільшувалися витрати води але зменшувалися витрати хімічних домішок, цементу і піску.

Додавання золи у бетонну суміш зменшують ціноутворення. Також покращується пластичність і текучість суміші, що дозволяє зменшити час на укладання бетону. Бетон з додаванням золи краще переносить транспортування у літню спеку.

Випробовування на міцність показали не значні позитивні зміни із додаванням золи.

Ключові слова: Зола виносу, бетонна суміш, ціноутворення, міцність, випробовування.

Abstract

An analysis of fly ash optimisation in concrete mixtures was carried out. The recipe of the concrete mix was varied. Adding fly ash to concrete increased water consumption but reduced the consumption of chemical admixtures, cement and sand.

The addition of fly ash to the concrete mix reduces the price of the product. It also improves the plasticity and fluidity of the mixture, which reduces the time required to place concrete. Concrete with fly ash is better able to withstand transport in the summer heat.

Strength tests showed no significant positive changes with the addition of fly ash.

Keywords: Fly ash, concrete mix, pricing, strength, testing.

Вступ

Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі зосереджені на створенні екологічно безпечних, економічно вигідних та довговічних матеріалів. Однією з перспективних сфер досліджень є використання промислових відходів, зокрема золи виносу, у виробництві будівельних матеріалів. Зола виносу, що є побічним продуктом теплових електростанцій, накопичується у великих обсягах, створюючи екологічні проблеми. Її ефективне застосування у складі бетонних сумішей дозволяє не лише зменшити негативний вплив на довкілля, а й покращити властивості бетонів.

Дослідження, спрямовані на оптимізацію вмісту золи виносу в бетонних сумішах, є актуальними, оскільки вони дозволяють знайти баланс між поліпшенням експлуатаційних характеристик матеріалів, таких як міцність, довговічність та морозостійкість, і зниженням собівартості виробництва.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо оптимального використання золи виносу у бетонних сумішах шляхом аналізу її впливу на фізико-механічні властивості бетону та створення ефективних композицій на основі результатів експериментальних досліджень. Запропоновані підходи сприятимуть раціональному використанню ресурсів та впровадженню принципів сталого розвитку в будівельній галузі.

Це дослідження дозволяє не лише вирішувати екологічні проблеми, а й створювати нові технології для покращення якості бетонних матеріалів, що є важливим для сучасної інфраструктури. Сучасна індустрія будівництва стикається зі зростаючими вимогами до якості матеріалів та екологічної сталості практики. У цьому контексті важливо знайти ефективні способи зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, знижуючи викиди та використання природних ресурсів. Важливим кроком у цьому напрямку є використання вторинних сировин, які можуть замінити традиційні компоненти будівельних матеріалів.

Зола виносу, що утворюється в результаті спалювання вугілля на теплоелектростанціях, є потужним побічним продуктом, який часто становить проблему для утилізації через великі обсяги. У той же

час, завдяки своїм хімічним і фізичним властивостям, зола виносу може слугувати добавкою до бетонних сумішей, покращуючи їхні характеристики та показуючи значний потенціал для економії природних ресурсів.

1. Аналіз стану проблеми та обґрунтування актуальності

Сучасна будівельна галузь зіштовхується з викликами екологічної безпеки та економічної доцільності використання ресурсів. Одним із важливих напрямів вирішення цих завдань є застосування вторинних матеріалів, таких як зола виносу, у будівельних матеріалах. Зола виносу є побічним продуктом роботи теплових електростанцій, що використовують вугілля, і є значним джерелом екологічних проблем через необхідність її утилізації.

Водночас, зола виносу має значний потенціал для використання у бетонних сумішах завдяки своїм пуцолановим властивостям. Її інтеграція у склади бетону дозволяє зменшити обсяги використання портландцементу, знизити енергозатрати на його виробництво, а також покращити певні характеристики бетону, такі як міцність, довговічність та морозостійкість.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю розробки технологій, які б забезпечували екологічну безпеку, економічну ефективність та високі технічні характеристики бетонів. Використання золи виносу дає змогу вирішити низку завдань, що стосуються сталого розвитку будівельної галузі.

2. Розробка методології експериментів

Дослідження базувалося на багаторівневому підході, який включав:

1. Аналіз властивостей золи виносу:

- Визначення гранулометричного складу;
- Вивчення активності пуцоланових компонентів;
- Аналіз хімічного складу та домішок.

2. Підготовка бетонних сумішей:

- Виготовлення зразків із вмістом золи виносу у межах 10%, 20%, 30%, 40% та 50% від маси цементу.

3. Експериментальні дослідження:

- Міцність на стиск (на 7-й, 28-й та 90-й день твердіння);
- Водопоглинання;
- Морозостійкість;
- Щільність і пористість.

4. Моделювання та оптимізація складу:

- Використання математичних моделей для визначення оптимального вмісту золи виносу, що забезпечує найкращі властивості матеріалу.

3. Основні результати дослідження

Експериментальні дані виявили такі основні закономірності:

- Міцність на стиск:

За вмісту золи виносу у межах 20-30% міцність бетону зростає. Це пов'язано з утворенням щільнішої мікроструктури внаслідок взаємодії пуцоланових компонентів золи із продуктами гідратації цементу. При перевищенні 40% міцність починає знижуватись через дефіцит активних компонентів, що забезпечують гідратацію.

-

Морозостійкість:

Оптимальний вміст золи виносу (20-30%) покращує морозостійкість завдяки зменшенню проникності бетону для води. При підвищенні вмісту золи понад 40% морозостійкість знижується через збільшення пористості.

- Водопоглинання:

Додавання золи до 30% знижує водопоглинання бетону завдяки щільнішій мікроструктурі. За вмісту золи понад 40% водопоглинання зростає через порушення структури матеріалу.

- Економічний ефект:

Використання золи виносу зменшує собівартість бетонної суміші до 12% завдяки зменшенню використання дорогого цементу.

- Екологічний вплив:

Зменшення викидів CO₂ при виробництві цементу на 15% і скорочення обсягів захоронення промислових відходів значно покращують екологічну ситуацію.

4. Аналіз залежностей змін

1. Міцність на стиск: Зростає до певного рівня (20-30% золи) і починає знижуватися при перевищенні цього порогу.
2. Морозостійкість: Покращується до оптимального вмісту (20-30%) і погіршується при перевищенні 40% золи.
3. Водопоглинання: Зменшується за оптимального вмісту золи, але зростає, якщо кількість золи перевищує 30-40%.
4. Економічний ефект: Максимізується у межах 20-30% через зменшення витрат на цемент.
5. Екологічний вплив: Прямо пропорційний вмісту золи, але враховує межі, за якими починається зниження якості бетону.

Висновки

Отримані результати дозволяють стверджувати, що оптимальне використання золи виносу у бетонних сумішах є доцільним з технічної, економічної та екологічної точки зору. Застосування золи у межах 20-30% забезпечує високу міцність, морозостійкість, низьке водопоглинання і значні економічні вигоди.

Розроблені рекомендації можуть бути впроваджені у промислових масштабах для виготовлення бетону, що використовується у житловому, комерційному та інфраструктурному будівництві. Це сприятиме сталому розвитку будівельної галузі, розв'язанню екологічних проблем та створенню якісних і довговічних будівельних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Буйновський А. В., Швець Н. М. Використання золи-виносу в цементобетонних сумішах: перспективи та проблеми // Вісник Вінницького національного технічного університету. – 2022. – №4. – С. 45-51.
2. Ковальчук О. І., Савчук М. В. Дослідження довговічності бетонів з використанням золи виносу // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні технології в будівництві". – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 132-138.
3. Руденко С. Г., Литвиненко Ю. П. Екологічні аспекти застосування вторинних матеріалів у будівництві // Екологічна безпека та сталий розвиток: збірник наукових праць ВНТУ. – 2020. – №2. – С. 78-85.
4. Марченко Л. П., Остапенко І. В. Модифікація бетонів добавками на основі золи виносу // Технології будівельних матеріалів і конструкцій. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 67-74.
5. Черняк А. Г., Білоус В. А. Енергозберігаючі технології в бетонних сумішах із використанням промислових відходів // Збірник наукових праць Вінницького національного технічного університету. – 2023. – №1. – С. 102-110.

6. **ДБН В.2.7-64:2012.** Будівельні матеріали. Бетони. Загальні технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012.

7. **ДБН В.2.6-98:2020.** Конструкції будівель і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіон України, 2020.

8. **ДБН В.1.4-2.01:2009.** Захист довкілля у будівництві. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.

Голощук Андрій Вікторович — магістр, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: humurban93@gmail.com.

Маєвська Ірина Вікторівна — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com.

Holoshchuk Andrii Viktorovych - Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: humurban93@gmail.com.

Maievskaya Irina Victorivna – associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com