

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

# Тези

**77-ї наукової конференції професорів,  
викладачів, наукових працівників,  
аспірантів та студентів університету**

**ТОМ 2**

**16 травня – 22 травня 2025 р.**

## ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНИХ КОМПОЗИЦІЙ

**Введення.** Відомо, що зола є порошкоподібний побічний продукт спалювання твердих відходів вугілля на теплових електростанціях. Він становить 4-5% за масою від антрацитів [1]. Хоча існують багато досліджень з мінералогічного та хімічного складів зол, але єдиної класифікації не має [2,3].

**Матеріали.** В роботі використані портландцемент 42,5 Івано-Франківського заводу з класичним хімічним складом та зола-винесення киплячого шару.

**Методика:** Активність портланд цементу визначено за методикою ДСТУ Б В. 2.7-46:2010, а питому поверхню - ДСТУ EN 196-6:2007.

Хімічний склад золи-винесення визначено за методикою ДСТУ 9045:2020. Мінералогічний склад цементно-зольного каменю визначено методикою рентгеноструктурного аналізу.

З метою вивчення впливу золи-винесення на міцність цементного каменю були виготовлені зразки -кубики з розміром сторони 30 мм з додаванням золи від 10 до 50% золи до цементу. Зразки тверднули протягом 60 діб в лабораторних умовах при температурі 15 – 20 °С та відносної вологості повітря 85-90 %.

**Результати:** : Питома поверхня цементу, визначена за методикою, наведеною вище склала 3260 см<sup>2</sup>/г. Активність цементу 51,2 МПа. Хімічний склад золи наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Усереднений хімічний склад золи

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
42,51	12,24	19,96	1,07	2,97	0,8	6,58	13,71

Дані хімічного складу золи свідчать про те, що за кількістю вмісту CaO зола належить до висококальцієвих із (CaO > 20%), вміст гематиту (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) також відповідає вимогам висококальцієвих зол. За даними [4] сума оксидів SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> для даної категорії зол повинна бути у межах 40...65%, що також є доказом висококальцієвих зол. За змістом SO<sub>3</sub> зола відноситься до сульфатних (SO<sub>3</sub>> 5 мас.%) [4].

Найбільш шкідливим компонентом вважається сірчаний газ, який може бути з'єднаний з іншими оксидами у вигляді ангідриду CaSO<sub>4</sub> або гіпсу CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O. В обох випадках сірчані сполуки можуть привести до утворення вторинного етtringіту при реакції з мінералами цементного клінкеру, що може спричинити руйнування структури затверділого цементного каменю.

З урахуванням вищенаведеного нами були складені та випробувані кубики із цементно-зольних композицій з стороною 30 мм з різними вмістом золи-винесення . Зразки тверднули при температурі  $20 \pm 2$  °C та вологості повітря 80 -95 %. Перша партія була випробувана на міцність при стиску за 30 діб, інша за 60 діб. Результати випробувань наведено на рис. 1

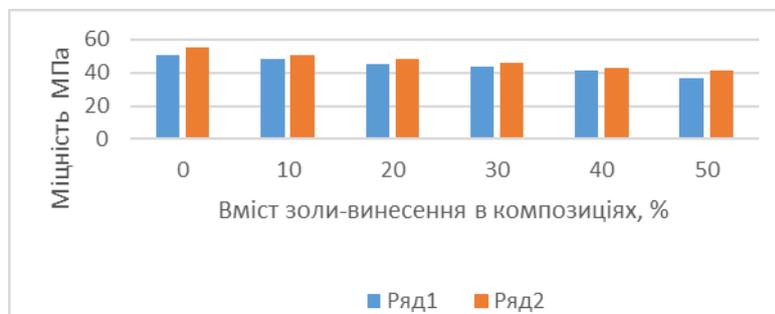


Рис. 1 Діаграма змінення міцності композицій залежно від вмісту золи

Як бачимо з рисунку зі збільшенням вмісту золи міцність композицій знижується. Так чистий цементний камінь набрав міцність за наступних 30 діб на 7,5 %. Композиції з додаванням золи-винесення показують збільшення міцності від 6,0 до 10%. Вочевидь оксид кремнію, що знаходиться у золі у аморфному стані реагує з гідроксидом кальцію за реакцією, утворюючи гідросилікатів кальцію, що сприяє зміцненню цементного каменю.



#### Література:

1. K. S Bishnu, Aakash G., Sachin G., Yuvraj S. A comprehensive review on the sustainable use of fly ash in the construction industry and beyond/ *Materials Today Proceedings* July 2023 DOI: 10.1016/j.matpr.2023.07.179
2. Chao-qiang Wang Ke Liu Huang a , Qiao Chen , Zhong-he Shui Utilization of fly ash as building material admixture: Basic properties and heavy metal leaching. *Case Studies in Construction Materials* 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01422> .
3. І.Хлопицьки, Олексій О. Л. Коваленко, А. Фролова, М. Скиба, Н. Макаrenchенко Золошлакові відходи теплових електростанцій, як перспективна сировина сучасності. <http://chemistry.dnu.dp.ua>
4. П.В. Кривенко, Цементи та бетони на основі паливних зол та шлаків. В.І. Гоц, К.К. Пушкарьова, Г.Ю. Ковальчук. Київ, КНУБА 2012.