

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації
на тему:

«Кислотостійкі лужні цементи і композиційні матеріали на їх основі»,
здобувача ступеня доктора філософії
Зозулинець Вікторії Василівни
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

1. Актуальність теми. На сьогоднішній день отримання довговічних будівельних матеріалів є одним з пріоритетних завдань в будівельній індустрії. Досить часто руйнування будівельних матеріалів відбувається через наявність в експлуатаційному середовищі кислот та їх залишків. Саме тому в будівельному матеріалознавстві було створено кислотостійкі цементи та матеріали на їх основі. В якості в'язучої речовини для таких матеріалів використовується калієве та натрієве рідке скло, тому кислотостійкість такого штучного каменю не викликає сумнівів. Однак при дії слабких розчинів мінеральних кислот чи води відбувається вилуговування рідкого скла, не зв'язаного кремнійфторидом натрію, і міцність матеріалу різко знижується. Це говорить про чутливість бетонів на основі традиційних кислотостійких в'язучих речовин до умов експлуатаційного середовища, а саме до його рН. При зміні рН на нейтральне чи лужне – розчинність новоутворень зростає, що призводить до руйнування штучного каменю.

Дослідження розчинності та корозійної стійкості низькоосновних мінералів показало їх перспективність у порівнянні з високоосновними новоутвореннями, що передбачає можливість створення цілого ряду в'язучих речовин підвищеної кислотостійкості з використанням низькоосновних систем, до яких відносяться лужні в'язучі речовини. Підсумовуючи вище наведене, актуальність проведених досліджень в напрямку розробки гібридних лужних кислотостійких цементів, чому і присвячена дана дисертаційна робота, обумовлюється вирішенням важливої науково-технологічної проблеми світового і вітчизняного рівня в потребі отримання кислотостійких властивостей отриманих матеріалів.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась відповідно до держбюджетної теми Міністерства освіти і науки України № 1ДБ-2022 «Розробка кислотостійких гібридних лужних цементів в системі $R_2O - CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ і матеріалів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками» (2022-2023 рр., № державної реєстрації 0122U001199).

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

3. Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертації одержані наступні наукові результати.

– вивчено процеси структуроутворення цементів в системі $R_2O-RO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$, з метою синтезу кислотостійких фаз та взаємозв'язку їх з властивостями штучного каменю, які, на відміну від відомих процесів структуроутворення силікатних та алюмосилікатних матеріалів, дозволяють визначити нові підходи з напрямку розвитку формування мінеральних або органо-мінеральних структур і комплексів з заданими властивостями, а також у модифікації технології виготовлення матеріалів на їх основі;

– розроблено кислотостійкі матеріали на основі гібридних лужних цементів з коефіцієнтом кислотостійкості $K_c \geq 0,8$, підвищеною непроникністю та зменшеною відкритою пористістю для застосування у виробках і конструкціях загальнобудівельного та спеціального призначення.

– визначено вплив компонентного складу на фізико-механічні характеристики та показники кислотостійкості гібридних лужноактивованих цементних систем, та виокремлено закономірності їх структуроутворення.

– оптимізовано компонентні склади розроблених систем для забезпечення покращених експлуатаційних характеристик отриманого матеріалу. Визначено оптимальний вміст добавок різного походження, що забезпечує підвищені показники кислотостійкості цементних систем.

– підтверджено можливість часткової заміни алюмосилікатних компонентів на червоний шлам (відхід виробництва алюмінію) для отримання лужних цементів з підвищеними показниками кислотостійкості.

– підтверджено можливість підвищення показника кислотостійкості лужних цементів шляхом введення $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні результати проведених досліджень, які мають істотне значення для галузі знань 19 – Архітектура та будівництво.

Практичне значення результатів дисертації:

- розроблено склади кислотостійких гібридних лужних цементів з підвищеною непроникністю, для застосування у виробах і конструкціях загальнобудівельного та спеціального призначення.

- показано, що після 360 діб тверднення в умовах дії агресивного середовища, а саме впливу дії 5% розчину сірчаної кислоти, матеріали отримані на основі розроблених рецептурних композицій характеризуються показником кислотостійкості в межах $K_c - 0,8-0,97$.

Результати проведених досліджень дозволяють розширити застосування лужних в'язучих речовин у будівельному виробництві та забезпечать можливість підвищення довговічності матеріалів, надійності будівель та споруд, зокрема виробництв оборонного сектори, де застосовуються хімічні процеси. Також робота в даному напрямку дозволяє збільшити використання побічних продуктів енергетичної та металургійної промисловості, як сировинних матеріалів виготовлення кислотостійких цементів, які за своїми властивостями зможуть конкурувати зі світовими аналогами.

Отримані напрацювання представляють інтерес для підприємств хімічної, сільськогосподарської та харчової галузей економіки України, а також можуть бути використані у будівництві та відновленні інфраструктурних та спеціальних об'єктів. Результати дослідження мають цінність для: підприємств хімічної промисловості, які пов'язані з виробництвом мінеральних добрив, органічних кислот, полімерів, нафтохімічних продуктів та ін.; підприємств сільськогосподарської галузі, які пов'язані як з рослинництвом так і тваринництвом; підприємств харчової промисловості, які займаються виробництвом м'ясо-молочної, спиртової та консервної продукції. Окрім цього отримані результати є важливими для будівельної галузі, зокрема для будівництва та відновлення інфраструктурних та спеціальних об'єктів з агресивними умовами експлуатації та особливо високими вимогами їх надійності та довговічності.

Основні положення висвітлені на міжнародних науково-практичних конференціях «Build-Master-Class-2019» (Київ, 2019), «Build-Master-Class-2020» (Київ, 2020), «Build-Master-Class-2021» (Київ, 2021), «Build-Master-Class-2022» (Київ, 2022) «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки» (Рівне, 2021), «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (Харків, 2021 р.), «Маркетингові стратегії, підприємництво і торгівля: сучасний стан, напрямки розвитку» (Київ, 2022, 2023), «Будівлі та споруди спеціального призначення» (Київ, 2023) «Структуроутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій» (Одеса, 2023), «Гідротехнічне і транспортне будівництво» (Одеса, 2023).

5. Використання результатів роботи.

Результати дослідження було використано при підготовці та оформленні звітної документації за держбюджетною темою Міністерства освіти і науки України № № 1ДБ-2022 «Розробка кислотостійких гібридних лужних цементів в системі $R_2O - CaO - Al_2O_3 - SiO_2 - H_2O$ і матеріалів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками» (2022-2023 рр., № державної реєстрації 0122U001199).

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі є самостійною науковою працею, у якій висвітлено власні ідеї та розробки авторки, що дали змогу вирішити поставлені завдання. Особистий внесок здобувача полягає у виконанні експериментальних досліджень, обробці отриманих результатів та впровадженні розроблених матеріалів у виробництво.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі технологій будівельних конструкцій і виробів Київського Національного університету будівництва і архітектури, науковий керівник – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Ковальчук Олександр Юрійович.

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, зроблено висновок, що дисертаційна робота Зозулинець Вікторії Василівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень.

Максимальний відсоток співпадиння, виявлений у системі перевірки: Anti-Plagiarism – нуль відсотків (0%); StrikePlagiarism – вісімнадцять цілих п'ятдесят чотирьох сотих відсотка (18,54%).

Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело. Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 19 наукових праць, у тому числі: 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 2 – у періодичних наукових фахових виданнях інших держав, які входять до ЄС; 11 тез наукових доповідей в збірниках матеріалів міжнародних конференцій.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Boiko O., Zozulynets V., Ivanychko V., Kovalchuk O. (2019). Alkali activated concretes mix design using red mud as an active aggregate. *Technology audit and production reserves*, – 2019. - №5/3 (49). – С.15-21.

- визначено об'єкт дослідження, а саме композиції звичайних лужноактивованих бетонів з використанням червоного шламу як активного заповнювача. Виокремлено оптимальні показники функціональних властивостей бетону з використанням червоного шламу, що дає змогу підтвердити довговічність та екологічність такого матеріалу. Проведено радіаційну стійкість лужних бетонів на основі червоного шламу та встановлено, що цей бетон із вмістом шламу до 40 % (від маси бетону) відноситься до I класу за класифікацією будівельних матеріалів і може бути використаний для всіх видів конструкції без обмежень.

2. Krivenko P. V., Kovalchuk O., Zozulynets V. Alternative binders - high volume bauxite red mud alkali activated cements and concretes. *Recycled Concrete Technologies and Performance* (Chapter 9), Woodhead Publishing, 2022, 283-304p. ISBN: 978-0-323-85210-4. DOI: 10.1016/B978-0-323-85210-4.00001-1

- наведено рецептури цементу, що базуються на принципах побудови композиції лужноактивованих цементів, встановлених вченими НДІ в'язучих матеріалів і матеріалів імені В.Д. Глуховського Київського національного університету будівництва і архітектури, Київ, Україна з урахуванням ролі алюмосилікатної фази в процесах гідратації та твердіння.

Розглянуто особливості структурної фази та розроблений підхід до управління процесами структуроутворення в затверділому цементному тісті (цементному камені) під час процесів диспергування, поліконденсації та кристалізації. Результати досліджень показали можливість отримання високооб'ємних червоних шламів (залишок бокситів) лужноактивованих цементів з високими показниками включення червоного шламу в склад цементу, що досягає 25...70% від маси цементу.

3. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Дослідження кислотостійкості гібридних лужних цементів нормального тверднення. *Містобудування та територіальне планування*, – м. Київ, КНУБА, 2022, С. 189-197.

- представлено дослідження, які доводять можливість отримання кислотостійких матеріалів, що здатні тверднути у нормальних умовах, а також можливість часткової заміни кондиційних алюмосилікатних матеріалів на алюмосилікати техногенного походження, зокрема, на червоний шлак виробництва алюмінію. Зниження основності системи дозволяє підвищити коефіцієнт корозійної стійкості матеріалу до дії кислотного середовища до 88%.

4. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Перспектива розробки кислотостійких гібридних цементів на основі лужноактивованих в'язучих речовин. *Ways to Improve Construction Efficiency*, м. Київ, КНУБА, 2022, С. 15-21.

- наведено основні принципи дослідження в напрямку розробки кислотостійких гібридних лужноактивованих систем. Проведено змістовний аналіз літературних джерел та виокремлено пріоритетність низькоосновних гідросилікатів кальцію для забезпечення стійкості до впливу дії агресивних середовищ.

5. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Вплив додаткового введення $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ на показники кислотостійкості гібридних лужних цементів. *Будівельні конструкції: теорія і практика* – Вип.12, м. Київ, КНУБА с. 65-72.

- встановлено вплив фосфатної солі, на прикладі тринатрій фосфату ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), на показник кислотостійкості гібридних лужноактивованих цементів. було розроблено ряд модельних систем на основі доменного гранульованого шлаку та лужного компоненту з використанням фосфатної солі з різним її відсотковим вмістом. Таким чином, об'єктом дослідження є шлаколужна система доменний гранульований шлак – лужний компонент (представлений метасилікатом натрію п'ятиводним) – тринатрій фосфат». В ході досліджень було здійснено визначення основних фізико-механічних характеристик розроблених складів та проведено аналіз результатів. Визначення показника кислотостійкості ($K_c \geq 0,8$) підтвердило доцільність застосування $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ при виготовленні кислотостійких лужно-активованих цементів.

6. Kovalchuk O., Zozulynets V. Efficiency of the use of red mud in the development of acid-resistant hybrid alkaline cements. *Ways to Improve Construction Efficiency*, №51 м. Київ, КНУБА, 2023, С. 283-289.

- наведено ефективність використання червоного шламу як додаткового джерела алюмосилікатного компонента техногенного походження у виробництві лужноактивованих цементів підвищеної кислотостійкості. У ході досліджень визначено параметри тіста нормальної щільності, терміни тужавіння та міцність для розроблених систем. Пряме визначення показника кислотостійкості також проводили двома методами: прискореним та тривалим старінням зразків. Таким чином визначено основні фізико-механічні характеристики розроблених сполук та проаналізовано результати.

7. Kovalchuk O., Zozulynets V. Comparison of the influence of the type of acidic environment on the properties of acid-resistant alkali-activated cements. *Transfer of Innovative Technologies* Vol.6, No.1 (2023), 46-51.

- досліджено кислотостійкість матеріалів, розроблених на основі гібридних лужноактивованих цементів, з врахуванням результатів, отриманих в ході попередніх досліджень, спрямованих у цьому напрямку. Це безпосередньо стосується композиційних складів отриманих цементів. У ході даного дослідження проведено порівняльну

характеристику впливу типу агресивного середовища на процеси структуроутворення цементного каменю та утворення кислотостійких фаз.

8. Kovalchuk O., Zozulynets V., Tomczak A., Warsza R., Ruvin O., Grabovchak V. Mix design of acid resistant alkali activated materials for reconstruction of the building constructions damaged by the war. *International journal of conservation science*. Vol 15, 2024, pp. 43-52. DOI: 10.36868/IJCS.2024.SI.04

- наведено результати розробки лужноактивованих матеріалів, стійких у кислотному середовищі. Такі матеріали можуть бути використані в якості основних матеріалів для реконструкції житлових і промислових будівель, що зазнали впливу кислотного забруднення або умов експлуатації. Показана можливість отримання цементу, активованого лугом, придатного для використання в умовах нормального твердіння, що відповідає вимогам до звичайних цементів (міцність при стиску до 60 МПа, час початкового схоплювання більше 45 хвилин, коефіцієнт кислотостійкості більше 0,8). Такі результати дають можливість розробляти кислотостійкі ремонтні суміші для реконструкції та різного застосування.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Виробництво вібропресованих виробів на основі червоного шламу з використанням лужних цементів. *Збірник тез конференції «Build-master-class-2019»*, Київ, КНУБА. С/ 174-175.

- визначено об'єкт мету та задачі досліджень, запропоновано варіанти отримання ефективних будівельних матеріалів на основі червоного шламу.

2. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Розробка кислотостійких гібридних лужних цементів і матеріалів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками. *Збірник тез конференції «Build-master-class-2020»*, Київ, КНУБА. С/ 164-165.

- наведено особливості розробки кислотостійких гібридних лужних цементів і матеріалів на їх основі з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

3. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Методи підвищення кислотостійкості лужних цементів та композиційних матеріалів на їх основі. *Тези міжн. Наук.-практ. Конференції молодих науковців, аспірантів та здобувачів вищої освіти «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки»*. м. Рівне, НУВГП, 13-14 травня 2021 р., стор.20-22.

- визначено методи підвищення кислотостійкості лужних цементів та композиційних матеріалів на їх основі.

4. Зозулинець В.В. Розробка кислотостійких матеріалів на основі лужних в'язучих речовин. *Збірник тез конференції «Build-master-class-2021»*, - м. Київ, КНУБА, 2021, С. 152-153.

- висвітлено нове наукове знання щодо отримання кислотостійких гібридних лужних цементів за рахунок комплексного підходу який включає: з одного боку – зниження основності лужноактивованої системи (формування низькоосновних гідросилікатів (CSH)), а з іншого формування стійких цеолітоподібних фаз (HASH) в структурі затверділого штучного каменю.

5. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Розробка кислотостійких лужних цементів з використанням золи виносу. *Тези доповідей 9-ї міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті»* 17-19 листопада 2021, м. Харків, С. 217-218.

- викладено основні положення стосовно отримання кислотостійких матеріалів на основі лужноактивованих систем.

6. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Підбір складу лужноактивованих в'язучих речовин з підвищеною кислотостійкістю. *Збірник тез конференції «Маркетингові стратегії, підприємництво і торгівля: сучасний стан, напрямку розвитку»* – м. Київ, КНУБА, 2022 С. 415-419.

- наведено основні принципи підбору компонентного складу цементу для забезпечення підвищеного показника кислотостійкості матеріалу, виготовленого на його основі

7. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Розробка складів кислотостійких цементів на основі лужноактивованих в'язучих речовин з використанням червоного шламу. *Збірник тез конференції «Build-master-class-2022»*, - м. Київ, КНУБА, 2022. С 156-157.

- досліджено склади кислотостійких цементів на основі лужноактивованих в'язучих речовин з використанням червоного шламу

8. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Дослідження впливу дії розчину H_2SO_4 на кислотостійкі лужні цементи виготовлені з використанням червоного шламу. *«Маркетингові стратегії, підприємництво і торгівля: сучасний стан, напрямку розвитку»* – м. Київ, КНУБА, 2023 С. 403.

- виокремлено особливості методології дослідження кислотостійкості розроблених матеріалів та наведено основні характеристики отриманих композицій.

9. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Дослідження впливу $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ на показники кислотостійкості гібридних лужних цементів. *Збірник тез конференції «Будівлі та споруди спеціального призначення»*, - м. Київ, КНУБА, 2023, С. 135-136.

- досліджено вплив тринатрій фосфату на основні фізико-механічні показники кислотостійких гібридних лужних цементів.

10. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Дослідження процесів структуроутворення кислотостійких цементів на основі гібридних лужних цементів. *Збірник тез «Структуроутворення та руйнування композиційних будівельних матеріалів та конструкцій»*. м. Одеса 27-28 травня 2023р. С. 62-64.

- досліджено особливості процесів структуроутворення кислотостійких цементів на основі гібридних лужних цементів.

11. Ковальчук О.Ю., Зозулинець В.В. Дослідження фізико-механічних характеристик гібридних лужноактивованих цементів під впливом кислотного середовища. *Збірник тез «Гідротехнічне і транспортне будівництво»*, 2023, ОДАБА, м. Одеса.

- досліджено фізико-механічні характеристики гібридних лужноактивованих цементів під впливом кислотного середовища.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Зозулинець Вікторії Василівни «Кислотостійкі лужні цементі і композиційні матеріали на їх основі», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 5, 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КНУБА зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Кислотостійкі лужні цементи та композиційні матеріали на їх основі», подану Зозулинцем Вікторією Василівною на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

2. Головою спеціалізованої вченої ради призначити:

– доктора технічних наук, професора Гоца Володимира Івановича, декана будівельно-технологічного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури;

Рецензентами призначити:

– кандидата технічних наук, доцента Ластівку Олеся Васильовича, завідуючого кафедрою технології будівельних конструкцій та виробів Київського національного університету будівництва і архітектури;

– кандидата технічних наук, доцента Бердник Оксану Юріївну, доцента кафедри технології будівельних конструкцій та виробів Київського національного університету будівництва і архітектури.

Опонентами призначити:

– доктора технічних наук, професора, Кропивницьку Тетяну Павлівну професора кафедри будівельного виробництва Інституту будівництва та інженерних систем Національного університету «Львівська політехніка»;

– доктора технічних наук, доцента Борзяк Ольгу Сергіївну, доцента кафедри Будівельних матеріалів, конструкцій і споруд Українського державного університету залізничного транспорту.

Рішення прийнято одногосно (за – 16, проти – немає, утримались – немає).

Головуючий засідання
доктор технічних наук, професор
директор НДІВМ КНУБА



Володимир ГОЦ

Секретар засідання
кандидат технічних наук, доцент
кафедри ТБКВ КНУБА



Оксана БЕРДНИК