

ВИСНОВОК

Про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації здобувача **Закаблук Станіслава Станіславовича** за темою **«Теплоефективний, звукоізоляційний еко-арболітобетон на композиційному в'язучому з поліфункціональним модифікатором»** що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Публічна презентація дисертаційної роботи Закаблук Станіслава Станіславовича проведена на розширеному засіданні кафедри процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури (протокол №8 від 11 квітня 2025 року).

1. **Актуальність теми дослідження.** Будівельна галузь України є споживачем значної кількості енергетичних ресурсів та джерелом вуглецевого та теплового забруднення атмосфери. У будівельному секторі споживається майже 50% природних ресурсів, більше 40% енергії. При цьому частка в вуглецевому забрудненні атмосфери перевищує 50%.

Наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово- комунального господарства України від 09.09.2006 р. №301 нові норми ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель» були введені з 01.01.2007 р. Норми теплової ізоляції вимагають значного зменшення теплових втрат через огорожувальні конструкції. За новими нормами термічний опір стін більш ніж для половини території України має бути не менш $2,8 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$. За цими стандартами стіни з монолітної цегляної кладки для більшості районів України повинні зводитися товщиною близько 1,6 м, а товщина двошарових панелей повинна бути близько 0,80 м. Розробка сучасних енергоефективних будівельних матеріалів та технологій дає можливість не тільки скоротити використання енергетичних та сировинних ресурсів, а також знизити вуглецевий тиск на атмосферу.

Виробництво композиційних матеріалів і енергоефективних стінних виробів з теплоефективного, звукоізоляційного еко-арболітобетону на композиційному в'язучому з поліфункціональним модифікатором спрямовано на вирішення цієї проблеми. Крім того, еко-арболітобетон виробляється з целюлозних відходів деревообробного виробництва, що вирішує проблему їх утилізації та забруднення навколишнього середовища, а також спрощує логістику та зменшує собівартість.

Еко-арболітобетон на композиційному в'язучому з поліфункціональним модифікатором є прогресивним будівельним матеріалом і новим класом наливного утеплювача завдяки здобутим властивостям, простоті та малій енергоємності виробництва, скорочення використання цементу. Тому розробка ефективних складів еко-арболітобетону на композиційному в'язучому суто на

неорганічних компонентах з багаторівневою матрицею та з використанням спеціально розроблених об'ємних гідрофобізаторів нового покоління для целюлози є актуальним та перспективним.

2. З'вязок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана на кафедрі процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури в рамках держбюджетних тем «Розробка наукових основ отримання вапняно-кремнеземних композитів неавтоклавного твердіння на основі енергозбережних технологій» (№ держреєстрації 0109U005436), «Комп'ютерне моделювання і оптимізація технологічних процесів, складу, структури і властивостей багатокомпонентних будівельних матеріалів» (№ держреєстрації 0111U001248), «Розробка науково-теоретичних основ отримання низькоенергоємних екологічних композитів з використанням комп'ютерного матеріалознавства» (№ держреєстрації 0115U000573).

Тема дисертації безпосередньо пов'язана і відповідає актуальним напрямкам науково-технічної політики України у напрямку «Будівництво». Вона також відповідає глобальним цілям сталого розвитку України, європейської та світової спільноти до 2030 року.

3. Наукова новизна отриманих результатів:

- встановлено та проаналізовано зміни мікроструктури і фізико-механічних властивостей еко-арболітобетону під впливом співвідношення матриць в'язучого та комбінованого деревинного наповнювача та заповнювачів;
- розроблен склад гідрофобізатора деревинних відходів, склад поліфункційного модифікатора та термовакуумний імпрегнаційний метод застосування кремній-органічних сполук для придання еко-арболітобетону нестандартних властивостей: гідрофобність, антипиренність та антисептичність;
- розроблен спосіб паралельно-послідовної поризації матриць в'язучого на каскадному дворівневому трьохконтурному змішувачу еко-арболітобетону;
- експериментально підтверджена можливість підвищення міцності на стиск 1,95 МПа, та міцності на згин до 0,69 МПа при густині 500-550 кг/куб м, теплоізоляційних властивостей еко-арболітобетону $\lambda = 0,07$ Вт/(м К) та екологічності завдяки застосування багаторівневій неорганічній матриці в'язучого та кремній-органічній мінералізації комбінованого деревинного наповнювача та заповнювачів;
- розроблен екологічний склад матриць в'язучого еко-арболітобетону без застосування органічних сполук (суперпластифікаторів та ін.), що дозволяє класифікувати його як екологічний утеплювач.

4. Ступень достовірності результатів проведених досліджень.

Робота виконана із застосуванням сучасного обладнання, методик та технологій. Достовірність наукових положень, експериментальних результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертації, підтверджена кваліфікованим системним підходом, професійним проведенням досліджень, та реалізацією результатів дисертаційної роботи в практичних умовах.

5. Практичне значення отриманих результатів.

- полягає в розробці ефективної технології виготовлення еко-арболітобетону з удосконаленими теплоізоляційними та звукоізоляційними характеристиками, який відповідає вимогам сучасного «зеленого» будівництва як заливний теплоізоляційний матеріал для каркасного, модульного будівництва та адитивних технологій з відходів деревообробки;

- реалізовано технологію глибокої термовакuumної імпрегнації деревного заповнювача з підвищеною гідрофобізацією, а також впроваджено каскадне змішування з мікропуцолановими домішками, що забезпечує стабільність фізико-механічних показників;

- розробка та виготовлення обладнання для окремого приготування багатоматричного в'язучого та суміші з модифікованим деревинним заповнювачем за допомогою каскадного дворівневого трьохконтурного турбулентного змішувача;

- розроблена технологія сухих будівельних сумішей для приготування та заливки еко-арболітобетону на будівельному майданчику без тепло-вологісної обробки;

- запропоновані рецептури сумішей модифікованих еко-арболітобетонів дозволяють варіювати густину у межах 300–1000 кг/м³ відповідно до функціонального призначення конструкцій для різних застосувань з підвищеною екологічністю, енергоефективністю, звукоізоляцією, міцністю, довговічністю, гідрофобністю, антипиренністю та біологічною стійкістю, а саме:

- густина 300-450 кг/куб м -заливний утеплювач, переважно для утеплювання покривель та заливку в незнімну опалубку;

- густина 500-550 кг/куб м -конструкційно-теплоізоляційний еко-арболітобетон для заповнення стінових панелів та заливки блоків;

- густина 900-1000 кг/куб м – конструкційно-теплоізоляційний еко-арболітобетон для утеплювання підлоги.

Матеріал апробовано у виробничих умовах на базі ТзОВ «Будспецстандарт» (м. Львів), де виготовлено та протестовано дослідну партію панелей і заливних форм. Проведено техніко-економічне обґрунтування рентабельності виробництва еко-арболітобетону, вартість 1 м³ якого, для D300, у березні 2025 року становила 2789 грн., що на 30% нижче середньої ринкової вартості.

6. Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи і результати досліджень були представлені та обговорені на наступних міжнародних, всеукраїнських і регіональних конференціях та семінарах: VI міжнародна науково-практична конференція «Теорія і методи будівельного матеріалознавства», Харків, 2020; Міжнародна науково-практична конференція «Енергоефективне місто. XXI століття», Одеса, 2020; Конференція МОСК «Моделювання та оптимізація будівельних композитів», 3-4 грудня, Одеса, 2020; IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021; Міжнародна науково практична коференція “Гідротехнічне і транспортне будівництво”,

Одеса, 25-26 травня 2023.; IV Всеукраїнська науково-практична конференція, Одеса, 26-27 вересня 2024; IX Міжнародний з'їзд екологів, Вінниця, 26-27 жовтня 2024.; VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах», Київ, 2024; Енергоефективне місто ХХІ століття. Одеса, 2024.

7. Публікація результатів дисертації.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Закаблук С.С., Шинкевич О.С. Вогнетривкість та пожежобезпечність еко-арболітобетону. *Сучасне будівництво та архітектура*. 2025. №11. С. 107-114.
2. Шинкевич О.С., Доценко Ю.В., Сидорова Н.В., Закаблук С.С. Вплив комплексної активації на властивості дрібнозернистих високорухливих сумішей і силікатних композитів на їх основі. *Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка*. 2016. № 57. С. 192-197.
3. Шинкевич Е.С., Линник Д.С., Закаблук С.С., Юсипчук В.И. Подбір состава арболітобетону по експериментально-статистичним моделям. *Науковий вісник будівництва*. 2017. №4(90). С. 86-92.

Статті у виданнях, що індексуються в наукометричній базі Scopus

4. Lutskin Y., Shynkevych O., Myronenko I., Surkov O., Zakabluk S. The influence of the content on structure and properties of geopolymer composites on silicate matrix. *MATEC Web of Conferences*. 2018. 230, 03011.

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав

5. Shinkevich E., Linnik D., Zakabluk S. Selection and optimization fractional composition of organic filler for arbolite. *Fundamental and applied science*. 2017. Vol. 7. Sheffield, England. P. 40-42.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

6. Shinkevich E.S., Linnik D.S., Zakabluk S.S., Zaginaylo I.V., Bondarenko G.G. Weimar F. A. Polymineal micropuzzolan additive for composite gypsum binder. *Finger-Institut für Baustoffkunde Bauhaus-Universität*. 2020. P. 220-225.
7. Шинкевич О.С., Тертичний А.А., Закаблук С.С., Міроненко І.Н. Експериментально-статистична оцінка властивостей активованих і неактивованих дрібнозернистих сумішей і бетонів. *Науковий вісник будівництва*. 2017. №4. С. 92-99.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

8. Гришин С.И., Закаблук С.С., Лисицина И.Н. Система моделювання властивостей дрібнозернистих бетонів. *Теорія і методи будівельного матеріалознавства* : тези доповідей VI міжнародна науково-практична конференція, 5-6 листопада 2020 р. Харків: ХНУБА, 2020. С. 52-55.

9. Шинкевич О.С., Плит А.Д. , Заволока М.В., Закаблук С.С. Оцінка сили поверхневого натягнення вітчизняних и закордонних ґрунтівок. Збірка тез доповідей 76-а науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу академії м. Одеси, 21-22 травня 2020 року. Одеса: ОДАБА, 2020. С. 148-150.

10. Закаблук С.С., Линник Д.С., Плит А.Д. Многовариантность возможностей энергосбережения городов 21 века. *Енергоефективне місто. XXI століття* : збірка тез доповідей міжнародної науково -практичної конференції. 2020. С. 75-79.

11. Закаблук С.С., Линник Д.С., Плит А.Д. Вплив сучасних гідрофобизаторів на енергоефективний еко-арболітобетон. *Моделювання та оптимізація будівельних композитів* : матеріали міжнародного семінару, 3-4 груд. Одеса: ОДАБА, 2020. С. 155-157.

12. Закаблук С.С., Тімошенко О.И. Особливості руйнування еко-фібробетонів при навантаженні. *Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві* : тези доповідей IV Всеукраїнської науково -практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. Одеса: ОДАБА, 15 квітня 2021р. С. 66-70

13. Закаблук С.С., Сурков О.І., Городецька Т.И., Шинкевич О.С. Аналіз реологічних процесів в багатокомпонентних литтєвих сумішах для легких бетонів на органічних заповнювачах. *Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві* : тези доповідей V Всеукраїнської науково -практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. Одеса: ОДАБА, 6 квітня 2023р.

14. Закаблук С.С., Сурков О.І., Ропач К.П., Шинкевич О.С. Область та перспективи використання ґрунтопінобетонів. Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії. 18 - 19 травня 2023 року Одеса: ОДАБА, 2023. 115 с.

15. Закаблук С.С., Шинкевич О.С., Городецька Т.О., Міщенко В.М. Дослідження жорсткого дорожнього бетону на міцність з додаванням нейтральних та лужних гідрофобизаторів та базальтової фібри. *Гідротехнічне транспортне будівництво* : збірник тез міжнародної наукової конференції. Одеса: 2023. С. 59-61.

16. Закаблук С.С., Тимошенко О.В., Шинкевич О.С. Особливості випробувань арболітобетонів на міцність при стиску при різній щільності. *Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах* : матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Київ, 2024. С. 243-245.

17. Шинкевич О.С., Новіков М.М., Закаблук С.С. Теоретичні основи низько енергоємних екологічно безпечних технологій композиційних будівельних матеріалів на силікатній та алюмосилікатній матрицях. *IX Міжнародний з'їзд екологів* : збірник наукових праць. Вінниця: ВНТУ, 2024, С. 232-234.

18. Закаблук С.С., Шинкевич О.С. Новий теплозвукоізоляційний матеріал «ЕКОДРЕВ» з відходів деревообробки. *IX Міжнародний з'їзд екологів* : збірник наукових праць Вінниця: ВНТУ, 2024. С. 235-239.

19. Закаблук С.С., Шинкевич О.С. Технології дерев'яного будівництва. *Енергоефективне місто. XXI століття*: матеріали III міжнародної науково-практичної конференції. Одеса: ОДАБА, 2024. С. 327-330.

20. Закаблук С.С., Міщенко В.М., Шинкевич О.С. Гідрофобізація продукцією торгівельної марки «ГІДРОСПЕЦЕФЕКТ»- надійний засіб захисту цивільних та промислових споруд. *Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу* : збірка тез доповідей IV всеукраїнської науково-практичної конференції. Одеса: ОДАБА, 2024. С. 96-98.

8. Особистий внесок здобувача.

Усі теоретичні та експериментальні дослідження, представлені у дисертації, проведені автором самостійно. Основні ідеї щодо розробки нової рецептури еко-арболітобетону та його випробування на вогнестійкість, міцність, гідрофобність, теплоізоляційні властивості запропоновані автором та підтверджені серією експериментів.

Технологія та обладнання для виробництва еко-арболітобетону розроблені, спроектовані автором та виготовлені під авторським наглядом та безпосередньою участю автора.

Спеціалізовані гідрофобізатори для наповнювача та заповнювачів еко-арболітобетону та поліфункціональний модифікатор були розроблені автором завдяки знанням отриманим від провідного вченого Інститута хімії поверхні, м.Київ, що підтверджується сумісними публікаціями та патентом.

Частина результатів, пов'язаних із вивченням впливу гідрофобізаторів, була отримана у співпраці з колективом Одеської державної академії будівництва та архітектури, що підтверджується публікаціями у фахових журналах.

Особистий внесок автора в роботах, що надруковані в співавторстві, полягає в наступному:

[1] Розроблена теорія, виготовлені зразки та проведені вогневи іспити зразків еко-арболітобетонів, які показали, що еко-арболітобетони оброблені розробленим співавтором поліфункціональним модифікатором можуть бути віднесені до групи горчесті Г0.

[2] Проведення експериментів з механо-хімічною активацією вапняно-кремнеземістого та вапняно-трепельного в'язучого.

[3] Розробка об'ємного гідрофобізатора для виготовлення зразків костробетону на комплексному гіпсовому в'язучому.

- [4] Запропонована та досліджена одна з структур геополімерної композитної силікатної матриці.
- [5] Експерименти по підбору фракційного составу арболітобетону.
- [6] Розробка гідрофобізатора для композитного гіпсового в'язучого. Запропонован нейтральний гідрофобізатор як допоміжний агент зниження густини арболітобетону на композиційному гіпсовому в'язучому.
- [7] Підготовка зразків для експериментально-статистичної оцінки властивостей активованих і неактивованих дрібнозернистих сумішей арболітобетонів.
- [8] Запропонован гідрофобний склад дрібнозернистого бетону.
- [9] Виготовлення вітчизняних ґрунтовок третього покоління для іспитів.
- [10] Запропоновано бачення енергозберігаючих рішень для міст майбутнього.
- [11] Аналіз впливу гідрофобізаторов третього покоління на енергоефективність еко-арболітобетону.
- [12] Розробка складу та виготовлення зразків еко-фібробетону, аналіз впливу базальтової фібри на характер руйнувань еко-фібробетону.
- [13] Проведення експерименту по збільшенню пористості активованих литевих сумішей легких бетонів зі зменшенням тиску в турбулентному змішувачі.
- [14] Розробка складу ґрунтопінобетону, оцінка перспектив його застосування.
- [15] Розробка замаслювача для базальтового волокна та фібри, випуск експериментальної партії, виготовлення зразків жорсткого дорожнього бетону, доведення, що застосування нейтральних гідрофобізаторів та додавання модифікованої базальтової фібри дозволяє підвищити міцність дорожнього бетону Ж-1 на стиск у віці 28 діб в середньому на 44,1%.
- [16] Розробка та виготовлення зразків еко-арболітобетону, виявлення нетипового руйнування зразків при навантаженні.
- [17] Розробка та виготовлення зразків еко-арболітобетону, виявлення нетипового руйнування зразків при навантаженні.
- [18]. Виготовлення зразків та визначення основних характеристик еко-арболітобетону.
- [19] Запропонована нова технологія дерев'яного будівництва з використанням еко-арболітобетону.
- [20] Участь в розробці ланки гідрофобізаторів третього покоління та практичний досвід їх використання в фасадних технологіях.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Дисертація Закаблука Станіслава Станіславовича за темою «Теплоефективний, звукоізоляційний еко-арболітобетон на композиційному в'язучому з поліфункціональним модифікатором» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові обґрунтовані результати. Дисертаційну роботу виконано на достатньо високому рівні, її результати мають наукову новизну і практичну цінність. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в наукових періодичних виданнях (1 стаття у виданні, що проіндексовано в наукометричній базі Scopus, 3 статті в фахових наукових виданнях України), оприлюднювались на 9 науково-практичних конференціях. Якість та кількість публікацій відповідають п.8 «Порядку присудження ступеню доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44».

Дисертаційне дослідження відповідає обраній темі, розкриває її та підтверджує, що автором вирішено поставлені у роботі завдання. Здобувачем під час дослідження дотримано вимоги академічної доброчесності. За змістом дисертаційна робота, її науково-прикладні результати та висновки відповідають галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Рекомендовано дисертаційну роботу Закаблука С.С. за темою «Теплоефективний, звукоізоляційний еко-арболітобетон на композиційному в'язучому з поліфункціональним модифікатором», подану на здобуття ступеню доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вчентій раді.

Завідувач кафедри
процесів та апаратів в
технології будівельних матеріалів



Хлицов М.В.

Секретар кафедри
процесів та апаратів в
технології будівельних матеріалів



Савченко С.В.

