

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Збірник матеріалів
Міжнародної науково-технічної конференції
20 – 22 листопада 2024 р.

Редакційна колегія:

Біліченко В. В., д.т.н., професор
Спіфанова І. Ю., д.е.н., професор
Меть І. М., к.т.н., доцент
Швець В. В., к.т.н., доцент
Дудар І. Н., д.т.н., професор
Коц І. В., к.т.н., професор
Моргун А. С., д.т.н., професор
Ратушняк Г. С., к.т.н., професор
Степанов Д. В., к.т.н., доцент
Ткаченко С. Й., д.т.н., професор

Інноваційні технології в будівництві. Збірник матеріалів
I-72 Міжнародної науково-технічної конференції 20–22 листопада
2024 р. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 408 с.

ISBN 978-617-8163-27-3

Збірник містить тексти доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві (2024)».

Конференція проходила 20–22 листопада 2024 року на базі Вінницького національного технічного університету з метою вивчення досвіду розробки інноваційних технологій будівельного виробництва, використання сучасних матеріалів, конструкцій та інженерних мереж, а також їх енергетичної та економічної ефективності.

УДК 620.9:624:628

Матеріали доповідей друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в матеріалах доповідей, та залишає за собою право не погоджуватись з думкою авторів з розглянутих питань.

ISBN 978-617-8163-27-3

© Вінницький національний технічний
університет, укладання, оформлення, 2024

Зміст

Секція Промислового та цивільного будівництва

<i>Володимир Олексійович Попов</i> РАЦІОНАЛЬНЕ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ РІШЕННЯ МОСТОВИХ ПЕРЕХОДІВ В УМОВАХ СКЛАДНОЇ МІСТОБУДІВНОЇ СИТУАЦІЇ.....	1
<i>Володимир Олексійович Попов, Дар'я Юріївна Антена</i> РАЦІОНАЛЬНІ КОМБІНОВАНІ АРКОВО-ФЕРМОВІ МЕТАЛЕВІ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ВИРОБНИЧО-СКЛАДСЬКИХ ПЛОЩ ПІДПРИЄМСТВ	6
<i>Марія Володимирівна Василич, Анастасія Володимирівна Василич</i> ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАНАЛІЗАЦІЄЮ: НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ПЕРЕВАГИ.....	11
<i>Михайло Юрійович Мироненко</i> ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОДЖЕННЯ З БУДІВЕЛЬНИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	15
<i>Василь Романович Сердюк, Лілія Анатоліївна Лавренюк</i> УТЕПЛЕННЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА РЕАЛІЗАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА	18
<i>Володимир Олексійович Попов, Сергій Володимирович Дикий, Аліна Віталіївна Клімишина</i> ЗАЛІЗОБЕТОННІ НАКЛАДНІ МОНОЛІТНІ КОНСТРУКЦІЇ ПІ-ДСИЛЕННЯ ТРОТУАРНОЇ ЧАСТИНИ БАЛОЧНИХ МОСТІВ	21
<i>Ангеліна Дмитрівна Масалаб</i> ЗБІЛЬШЕННЯ ПОВЕРХОВОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ: ПЕРЕВАГИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ.....	26
<i>Володимир Олексійович Попов, Олександр Миколайович Цісавий, Софія Володимирівна Степанюк</i> ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ ТИПУ «БЕТОЛЬ» ТА «ВЕЛІТ» ДЛЯ ФАСАДІВ БЕЗКАРКАСНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	30
<i>Микола Миколайович Попович, Олег Віталійович Огірчук</i> ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬ	34
<i>Микола Миколайович Попович, Віталій Миколайович Ребрій</i> ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	36
<i>Дар'я Сергіївна Іванова, Микола Миколайович Попович</i> ІНОВАЦІЙНІ ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ	40
<i>Віталій Олександрович Басістий</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ТА НАКОПИЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У НАСКРІЗНІЙ БАЗІ ПРОЕКТУ.....	43
<i>Андрій Потеха</i> ПЕРЕХІД НА АВТОМАТИЗОВАНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ.....	45
<i>Віталій Олександрович Басістий</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ МОНІТОРИНГУ ТА НАКОПИЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЙ У НАСКРІЗНІЙ БАЗІ ПРОЕКТУ.....	49
<i>Альона Василівна Бондар, Ірина Олександрівна Слюсар, Аліна Іванівна Коваль</i> КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ФАСАДІВ.....	51
<i>Вікторія Юріївна Чекотун, Микола Миколайович Попович</i> ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РЕМОНТУ ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ДОРОЖНИХ ПОКРИТТІВ	56
<i>Андрій Іванович Комарницький</i> МЕХАНІЗАЦІЯ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ	59
<i>Андрій Русланович Козуб, Олександр Юрійович Шмундяк, Ірина Вікторівна Маєвська</i> ПЕРЕВАГИ КОМПЛЕКСНОГО СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ У ПОРІВНЯННІ З КЛАСИЧНИМИ ВАРІАНТАМИ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ	63
<i>Станіслав Олександрович Гладкий, Ірина Вікторівна Маєвська</i> ВПЛИВ РОЗМІРІВ ГРУНТОВОГО МАСИВУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН СПОРУДИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОНТІНУАЛЬНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ОСНОВИ	67
<i>Андрій Вікторович Голощук</i> ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВІНОСУ	70
<i>Олександр Олексійович Шевчук, Наталія Вікторівна Блащук</i> ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ЗАКРІПЛЕННІ ГЕЛЕВИМ КОМПОЗИТОМ	74
<i>Діана Олександрівна Валько, Аліна Андріївна Ткачук, Наталія Вікторівна Блащук</i> ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З МОНОЛІТНИМ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ	77
<i>Юрій Семенович Бікс, Ольга Георгіївна Ратушняк</i> ATTITUDE FOR ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF MULTILAYERED ENVELOPES.....	81

ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ УТЕПЛЕННЯ ТИПУ «БЕТОЛЬ» ТА «ВЕЛІТ» ДЛЯ ФАСАДІВ БЕЗКАРКАСНИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій науковій роботі описане раціональне принципове рішення шаруватих стінових конструкцій безкаркасних житлових будівель на основі високопористої ніздрюватобетонної ізоляції типу «Бетоль» чи «Веліт». Описані основні переваги зазначеної системи у порівнянні з класичними системами на основі мінеральної вати та пінополістирольних плит. Окреслено напрямки подальших досліджень шляхом введення у пропоновану шарувату конструкцію стіни відбивачів тепла та комбінуванням шарів різної товщини та густини.

Ключові слова: зовнішнє утеплення, ніздрюватий бетон, газобетон, відбивачі тепла, тепловий опір, паропроникність, пожежестійкість.

Abstract

In this scientific work have been described a rational principled solution for layered wall structures of frameless residential buildings based on highly porous aerated concrete insulation of the "Betol" or "Velit" type. Have been described the main advantages of the specified system in comparison with classic systems based on mineral wool and polystyrene foam slabs. Have been outlined directions for further research by introducing heat reflectors into the offered layered construction of the wall and combining layers of different thickness and densities.

Keywords: external insulation, aerated concrete, aerated concrete, heat reflectors, thermal resistance, vapor permeability, fire resistance.

Вступ. Постановка проблеми

Традиційними будівельними стіновими матеріалами, які використовується з сивої давнини дотепер на території України, є цегла, дерево, саман. Однак, в останній час спостерігається зсув попиту споживачів на користь ніздрюватого бетону, який являє собою штучний камінь, утворений в процесі твердіння поризованої дрібнодисперсної бетонної суміші [1].

Промислове виготовлення ніздрюватого бетону здійснюється із традиційних мінеральних сировинних матеріалів – вапна, піску, цементу, які широко розповсюджені по території нашої країни. За способом виготовлення та технології утворення пор розрізняють пінобетон та газобетон. Структура цих штучних каменів складається зі скелету у вигляді бетону та дрібних овальних пор, заповнених повітрям. Доля пор у штучних матеріалах може складати до 90% за об'ємом. Теплоізоляційні властивості ніздрюватих бетонів пов'язані, саме, з високою пористістю, за рахунок якої дрібні бульбашки повітря, хаотично розкидані по об'єму ніздрюватих бетонних блоків, погано проводять тепло від теплих внутрішніх приміщень до холодного зовнішнього середовища.

Висока пористість блоків, виготовлених з ніздрюватих бетонів, призводить до загальної низької густини матеріалу огорожувальних конструкцій. Тому загальна маса зовнішніх та внутрішніх стінових конструкцій, у безкаркасних житлових будівлях, що виготовлені з ніздрюватих бетонів, зменшується, що, в свою чергу, дає можливість економити на фундаментах. До недоліків ніздрюватих бетонів у порівнянні з цеглою, наприклад, відносять низьку масивність та меншу міцність стін, що не актуально при малоповерховому будівництві. Із цим тісно пов'язані інші будівельні та експлуатаційні властивості виробів і огорожувальних конструкцій з них, а саме: паропроникність, сорбційна вологість матеріалу, теплозахисні та звукоізоляційні властивості матеріалу, питомі витрати теплової енер-

гії на опалення будинку. Крім того, відомо, що в умовах воєнного стану в нашій державі склалася неприємна ситуація дефіциту традиційних утеплюючих матеріалів.

Отже, пошук раціональних конструкцій зовнішніх стінових систем із високими показниками теплового опору, з урахуванням реалій воєнного стану з орієнтацією на вітчизняного виробника, є доцільним та актуальним.

Основна частина

Газобетон більш широко розповсюджений у світі, через кращі техніко-економічні параметри, у порівнянні з пінобетоном. Газобетон можна поділити на конструкційний та огорожувальний за міцністю та щільністю. З газобетонних блоків марки D400 – D600 можна зводити несучі та огорожувальні конструкції стін малоповерхових житлових будівель (конструкційний бетон). Блоки марки нижче D200 використовують як утеплюючі конструкції. До теплоізоляційних блоків з ніздрюватого бетону, що використовують замість традиційних мінераловатних та пінопластових утеплень зовнішніх поверхонь відносять високопористі газоблоки типу «Бетоль» та «Веліт» [1 – 4, 5].

Стінова конструкція із зовнішнім утепленням з газобетонних блоків може бути виготовлена шаруватою, за класичною схемою, де внутрішній несучий шар проектується з цегли та зовнішнього шару з високопористого газоблоку [4 – 6]. Також, доцільно та ефективно розглянути двошарову систему з внутрішнім несучим компонентом у вигляді конструкційного газоблоку, утепленого високопористими блоками типу «Бетоль» чи «Веліт» (рис. 1).



Рис. 1. Принципове рішення шаруватої конструкції зовнішньої стіни з конструкційного газоблоку, утепленої високопористими газоблочними панелями «Веліт» [7].

Практика використання традиційних утеплювачів на основі органічних клеїв (мінеральна вата) чи спінених пластиків (пінополістирол) у рекомендованих нормами [4, 6] фасадних системах свідчить, що далеко не завжди досягаються проектні теплоізоляційні характеристики через адсорбцію пористими шарами вологи, монтажні похибки на стиках ізоляційних панелей, та, головне, через розшарування конструкцій. У теорії багатошарова система працює добре, однак, часто конструкція теплоізоляційно-опоряджувального шару руйнується (відшаровується від несучого шару) під дією реальних експлуатаційних навантажень задовго до завершення очікуваних строків ефективної експлуатації [1, 2]. Широко відомі факти аварійного відпадиння шарів утеплення, що призводило до важких наслідків.

Ефективні утеплюючі матеріали на основі цементу – «Бетоль» та «Веліт» – фактично однакові за складом високопористі газобетонні блоки, які виробляються в Україні на різних підприємствах. Основні фізичні характеристики цих матеріалів – густина до 200 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності $\lambda \sim 0,05$ Вт/(м·К). Добре видно, що ці показники співставні з характеристиками традиційних утеплювачів. Головною перевагою цих матеріалів над пінополістиролом та мінеральною ватою є їхня негорючість, екологічність та нижча питома вартість. Головним недоліком – високе пилоутворення при

обробці та крихкості, що заважає швидкому монтажу. Матеріали відповідають чинним нормам [4 – 5] за всіма параметрами.

Спеціалісти з шаруватих конструкцій та фасадних систем вважають, що більш перспективними є стінові багатошарові системи, які мають схожі властивості матеріалів шарів, адже при цьому мінімізується небезпека розшарування таких систем протягом тривалої експлуатації [1 – 3]. Це неможливо реалізувати у традиційній багатошаровій системі з утеплювачами на основі пінополістиролу чи мінеральної вати, характеристики лінійного розширення яких значно відрізняються від аналогічних характеристик конструкційних шарів. Стінові монтажні дюбелі та клейовий шар традиційних шаруватих конструкцій, що закріплюють елементи фасадної системи, за де-кілька річних циклів можуть зруйнуватися.

Тому комбінування цегляних несучих шарів чи, ще краще, шарів з конструкційного газоблоку (з середини приміщення) з теплоізоляційними високопористими газоблокковими системами типу «Бетоль» («Веліт») (зовні), які, по суті, є тотожними матеріалами з різним коефіцієнтом пористості, дозволять створити ефективну та довговічну шарувату конструкцію стін з добре прогнозованими та не змінними у часі характеристиками. Клейовий шар між шарами при цьому зазнає мінімальних зсувних зрушень і, як наслідок, така шарувата структура є стійкою у часовому вимірі та не буде піддаватися розшаруванню.

На сьогодні для зовнішніх стін нормативний тепловий опір складає $R = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (для I температурної зони) та $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (для II температурної зони) [4, 5]. Розрахунки свідчать, що для досягнення цих характеристик потрібно брати за основу двошарову стінову конструкцію (без урахування фарбувальних та клейових шарів) із несучого внутрішнього шару газоблоку марки D500 – 360 мм та ізоляційного «Бетоль» чи «Веліт» товщиною марки D100 ... D120 товщиною 160 мм.

Комбінуванням кількості газоблоккових шарів, їх товщини та щільності можна досягти високих експлуатаційних характеристик таких стінових систем, покращити умови мікроклімату в приміщеннях знизивши енергоспоживання. Згідно з матеріалами окремих дослідників, наприклад, [2] утеплюючі шари, доповнені відбивачами тепла, можуть розташовуватися навіть всередині приміщення.

Висновки

Проведені в цій науковій роботі науково-практичні дослідження дозволили запропонувати раціональну двошарову стінову систему для житлових малоповерхових безкаркасних будівель на основі газоблоккових матеріалів. На відміну від традиційних багатошарових систем з утеплювачами у вигляді мінеральної вати чи пінополістиролу, пропонується двошарова система не схильна до розшарування із плином часу та володіє вищими характеристиками пожежної стійкості. Зазначена система може у подальшому бути оптимізована комбінуванням газоблоккових шарів типу «Бетоль» чи «Веліт» різних товщин у поєднанні з конструкційним газоблоком різної густини та відбивачами тепла за параметрами теплових втрат та раціональним розташуванням точки роси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маланюк В. Ніздрюватий бетон. Можливості та перспективи ефективного стінового матеріалу. ДП УКРНДПЩИВІ-ЛЬБУД, 2024. URL: <https://civilbud.com.ua/index.php/articles/budivelni-materialy-ta-sumishi/304-nizdryuvatij-beton-mozhливosti-ta-perspektivi-efektivnogo-stinovogo-materialu>
2. Labay V. Method of arrangement of internal thermal insulation of external protective structures of the room / [V. Labay, H. Vereshchynska] Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. Вип. 47, 2023 – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2019. – С. 6 – 17. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2023/nov/32055/vse-18-26.pdf>
3. Дудар І. Н. Експлуатація утеплювачів з невентильованими повітряними прошарками та енерговідбиваючими екранами [Текст] / І. Н. Дудар, В. В. Швець, М. А. Максименко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2022. – № 2. – С. 6-11. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/36614?show=full>
4. ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. [Чинний від 2009-06-01]. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 16 с. – (Національні стандарти України).
5. ДСТУ Б В.2.7-164:2008. Вироби з ніздрюватих бетонів теплоізоляційні. Технічні умови. [Чинний від 2009-07-01]. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с. – (Національні стандарти України).
6. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [Чинний від 2022-01-09]. Вид. офіц. Київ : Міненергобуд України, 2021. – 23 с. Режим доступу: https://dreamdim.ua/wpcontent/uploads/2022/08/DBN-V_2_6-31-2021.pdf. – (Державні будівельні норми України).
7. Офіційний сайт компанії «Веліт». Електронні текстові дані. Режим доступу: URL: <https://velit.ua/gallery/>

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Цісавий Олександр Миколайович — магістрант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: mono.sann2015@gmail.com

Степанюк Софія Володимирівна — студентка кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна, email: sophiastepaniyk37@gmail.com

Popov Vladimir O. — Ph.D. Assistant Professor of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com. ORCID 0000-0003-2379-7764

Tsisavyi Oleksandr M. — graduate student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: mono.sann2015@gmail.com

Stepaniyk Sophia V. — student of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: sophiastepaniyk37@gmail.com