

## **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ДАХІВ ТА ФАСАДІВ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Розглянуто інноваційні архітектурні рішення, зокрема зелені дахи та фасади, як важливі елементи сучасного будівництва, що сприяють підвищенню екологічної стійкості та естетичної привабливості будівель. Розглянуто конструктивні особливості влаштування зелених дахів та фасадних систем озеленення.*

**Ключові слова:** зелений фасад, зелена стіна, вертикальне озеленення, конструкція, міський мікроклімат, енергоефективність, конструкція.

### **Abstracts**

*Innovative architectural solutions, particularly green roofs and facades, are considered as important elements of modern construction that contribute to enhancing ecological sustainability and the aesthetic appeal of buildings. The design features of the arrangement of green roofs and facade landscaping systems are considered.*

**Key words:** green facade, green wall, vertical gardening, construction, urban microclimate, energy efficiency, construction.

### **Вступ**

Сьогодні вирішення архітектурного образу будівель має безліч варіацій, як з естетичних, так і з конструктивних міркувань. Аналізуючи архітектурну та будівельну діяльність за останні роки, спостерігаємо, що все більше уваги приділяється екологічності архітектурних рішень та будівництва [1].

Зелені дахи та зелені фасади – це інноваційні рішення, які допомагають зробити будівлі більш екологічними та привабливими. Вони не лише покращують естетику, а й мають практичні переваги для довкілля, енергоефективності будівель і навіть для здоров'я мешканців.

У традиційній архітектурі зелень переважно використовувалася для естетичного оздоблення. Її застосування обґрунтоване також екологічними та економічними перевагами, такими як зниження енергоспоживання, підвищення довговічності будівельних матеріалів і покращення міського мікроклімату [1].

«Зелені» покрівлі залишаються одним з найбільш перспективних напрямків будівництва в Україні, де починаючи з 1992 р. було облаштовано 150000 м<sup>2</sup> зелених покрівель [2]. Впровадження нових проєктів зелених дахів і озеленення фасадів є важливим кроком для сталого розвитку міських просторів [3].

### **Результати дослідження**

Зелені насадження відіграють важливу роль у архітектурі будівель та містобудуванні. Основними способами їх інтеграції в конструкцію будівель є облаштування зелених фасадів і дахів.

Зелені дахи – це спеціально облаштовані покрівлі, на яких висаджують рослини. Вони складаються з шарів гідроізоляції, дренажу, ґрунту і рослинного покриття. Є два основні типи зелених дахів (рис. 1-2):

1) екстенсивні (легкі, мають тонкий шар ґрунту (5-10 см) і висаджені на них невибагливі рослини, такі як мохи та трави; вимагають мінімального догляду та меншого навантаження на конструкцію будівлі). Маса шару ґрунту, разом з висадженими рослинами, в середньому дорівнює 20 кг. на 1 м<sup>2</sup>, тому немає необхідності в додатковому зміцненні основу [4];

2) інтенсивні (більш складні конструкції з товстим шаром ґрунту (15-50 см), де можна висаджувати кущі, квіти, навіть невеликі дерева; вони потребують регулярного догляду і міцнішої конструкції даху,

але можуть слугувати повноцінним садом або рекреаційною зоною) [5]. При інтенсивному озелененні конструкція будівлі повинна витримувати від 150 до 750 кг на м<sup>2</sup>, що накладає серйозні обмеження на використання цього способу;

3) модульні системи зелених дахів складаються з попередньо встановлених модулів, які зазвичай виготовляються з переробленого пластику або геотекстилю, та містять ґрунт, мох або композит для вирощування рослин. Вони мають такі переваги, як скорочений час монтажу, легше обслуговування та гнучкість конструкції. Це дозволяє легко адаптувати модульні системи для модернізації існуючих будівель [6].

Зелені покрівлі також можна влаштовувати і на скатних покрівлях. Висота шару, що необхідна для скатних покрівель повинна бути не менше 15 см, вага системи не менше 150 кг. Для плоских покрівель з кутом нахилу до 24°, застосовують перфорований металевий профіль, необхідний для запобігання зсуву.



Рис. 1. Екстенсивні зелені покрівлі [7]



Рис. 2. Приклад інтенсивної покрівлі торгового центру «Каскад-Плаза» у м. Дніпро

Проектування та встановлення саду на даху вимагає ретельного планування та врахування структурної цілісності. Використання легкого ґрунту та системи крапельного зрошення гарантує, що дах витримає вагу саду, а також збереже воду.

Гідроізоляційний шар є ключовим елементом конструкції зелених дахів, він захищає дах від вологи та перешкоджає проростання коренів вглиб даху. Для того, щоб волога не накопичувалася в ґрунті, потрібно облаштувати якісну дренажну систему. Над дренажним шаром розміщуються георешітки, які запобігають зсуву ґрунту, забезпечуючи стабільність конструкції, після чого засипається ґрунт (рис. 3) [1].

Установка та обслуговування зелених дахів і живих стін вимагають ретельного планування та інновацій. Застосування автоматизованої системи поливу та спеціалізованих служб обслуговування

забезпечує здоров'я та довголіття зелених насаджень.

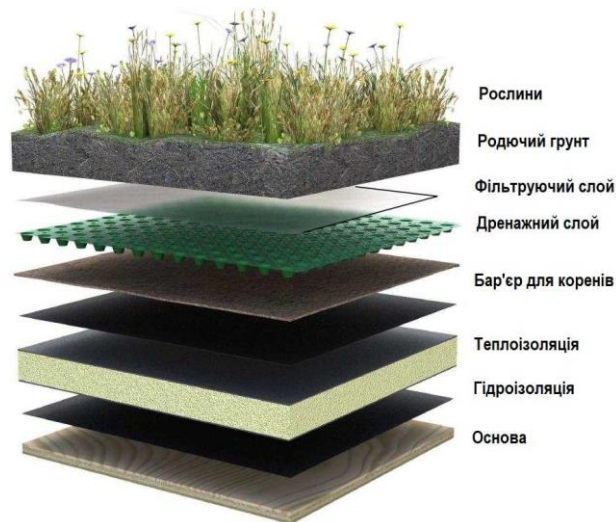


Рис. 3. Конструкція зеленого даху [7]

Зелені стіни – це частково або повністю вкриті рослинністю стіни будівель чи елементи огорожі. [8]. Зелені стіни та фасади очищають повітря від пилу та шкідливих речовин, насичувати його фітонцидами та вологою. Не менш важливою є здатність рослин поглинати велику кількість сонячної радіації та активно випаровувати вологу. Ці властивості зеленої стіни знижують загальну температуру будівлі, покращують терморегуляцію, заощаджують енергоресурси. Щільна зелена маса рослин приймає частину вуличних вібрацій від транспортних потоків, зменшуючи шумове навантаження на будівлю (рис. 4) [9].



Рис. 4. Озеленення фасаду на ТЦ Marks and Spencer в м. Ньюкасл, Англія [10]

На відміну від зелених дахів, для вертикальних систем озеленення не існує єдиної стандартизації, яка визначає їх конструкцію та варіанти. Основними компонентами зелених стін є: рослини, субстрат, опорні елементи та система трубок і насосів для подачі води та добрив. Вибір рослин залежить від кліматичних умов та орієнтації стіни щодо сторін світу [1].

Існує кілька типів конструкцій для озеленення фасадів, які використовуються в міжнародній практиці. Основою є каркас з металевих, дерев'яних чи пластикових сіток, що кріпляться до стіни, на

яких розростаються в'юнкі рослини. Каркаси можуть бути плоскими, складними з кабелів канатів і сіток або об'ємними, сформованими з жорстких рамних та ніздрюватих конструкцій. Розрізняють кілька типів систем: металеві сітки (переплетені алюмінієвими чи сталевими тросами, що кріпляться до фасаду), система з тросів і канатів (гнучкі вертикально натягнуті елементи) та жорсткі конструкції, такі як шпалери, які можуть бути як плоскими, так і об'ємними, здатні триматися без вертикальних опор. Особливістю живих стін є інтеграція рослин разом з субстратом безпосередньо в конструкцію стіни, що покривається волого-захисною мембраною для захисту від вологи [5].

### Висновки

Зелені дахи і фасади – чудові приклади інтеграції природи у міське середовище, що підвищує стійкість і естетичну привабливість будівель, роблячи їх частиною екологічного простору. Вони сприяють терморегуляції будівель (влітку будівля охолоджується, а в інші пори року може бути стійкішою до обдування холодним повітрям), що в свою чергу зменшує острів тепла у місті, а також очищенню повітря та підтримує місцеве біорізноманіття. Сучасні конструкції зелених фасадів дозволяють створювати будь яке архітектурне вирішення, що дозволяє наповнити будівлі і образ міста живими, зеленими осередками.

Для зелених стін та фасадів є різні матеріали, системи комунікацій, кріплень, а також технологічні особливості. Спільним залишається ідея зберегти загальний принцип вертикальної спрямованості та наявності системи життєзабезпечення рослин [9].

Різноманітність типів зелених покрівель та фасадів дозволяє вибрати оптимальний варіант з урахуванням потреб конкретного проекту. Однак, включення зелених покрівель та фасадів до проектів будівництва на ранніх етапах та ретельне планування їхньої конструкції дозволяє забезпечити ефективне функціонування цих систем та позитивний вплив на оточуюче середовище.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Криштофор І. Використання зелених фасадів та зелених дахів в структурі міста. *Transfer of innovative technologies: international scientific journal*. Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. 2020. Vol. 3 (1). P. 35-38. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/9709> (дата звернення: 10.11.2024).
2. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. URL: <https://zinc.com.ua/uk/blog/green-roof-ukraine-world> (дата звернення: 10.11.2024).
3. Архітектурні інновації для біорізноманіття міських середовищ існування. URL: <https://constructive-voices.com/uk> (дата звернення: 10.11.2024).
4. Озеленення даху. URL: <https://www.renesans-style.lviv.ua/ozelenennia-dakhu/> (дата звернення: 10.11.2024).
5. Авдєєва М. С., Головащенко В. Л. Використання зелених фасадів при проектуванні будівель на територіях негативного впливу аеропортів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2013. Вип. 32. С. 322-327. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam\\_2013\\_32\\_51](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2013_32_51) (дата звернення: 10.11.2024).
6. Exploring the Latest Trends in Green Roof Design and Implementation. URL: [https://www.linkedin.com/pulse/exploring-latest-trends-green-roof-design-implementation?trk=article-ssr-frontend-pulse\\_more-articles\\_related-content-card](https://www.linkedin.com/pulse/exploring-latest-trends-green-roof-design-implementation?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card) (дата звернення: 10.11.2024).
7. Інверсійні покрівлі. URL: <https://ukrdah.com.ua/service/inversijni-pokrivli> (дата звернення: 10.11.2024).
8. Вертикальні сади: формуємо зелені стіни та фасади у містах. URL: <https://rubryka.com/article/green-walls/> (дата звернення: 10.11.2024).
9. Зелені стіни та фасади. URL: <https://nbs.wwf.ua/solutions/zeleni-stiny-ta-fasady/> (дата звернення: 10.11.2024).
10. «Зелені» живі стіни – аспекти енергоефективності. URL: <https://aw-therm.com.ua/zeleni-stini-aspekti-energoefektivnosti/> (дата звернення: 10.11.2024).

**Слюсар Ірина Олександрівна** – студентка групи БМ-20б, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [sliusaririna@gmail.com](mailto:sliusaririna@gmail.com)

**Коваль Аліна Іванівна** – студентка, група 2Б-22б, кафедра будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Бондар Альона Василівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [bondarav@vntu.edu.ua](mailto:bondarav@vntu.edu.ua)

**Sliusar Irina** – Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [sliusaririna@gmail.com](mailto:sliusaririna@gmail.com)

**Koval Alina** – student, group 2B-22b, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Bondar Alona** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [bondarav@vntu.edu.ua](mailto:bondarav@vntu.edu.ua)