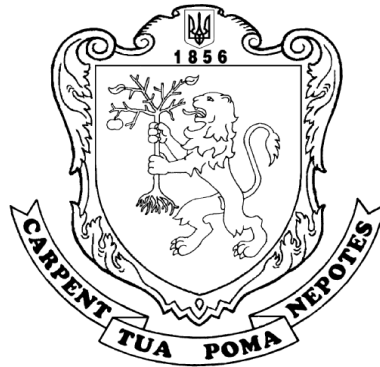


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**



**I МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА СТУДЕНТСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
І КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ
ТА АРХІТЕКТУРА СЕЛА**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

*4-5 червня, 2024 року
Дубляни, ЛНУП*

Львів 2024

УДК 69

Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектура села: тези доповідей I Міжнародної науково-технічної студентської конференції, Дубляни, 4-5 червня. Львів: ЛНУП, 2024. 51 с. Видавництво «ННВК АТБ»

Матеріали надруковані в авторській редакції. За достовірність фактів, цитат, власних імен, посилань на літературні джерела та інших відомостей відповідають автори публікації.

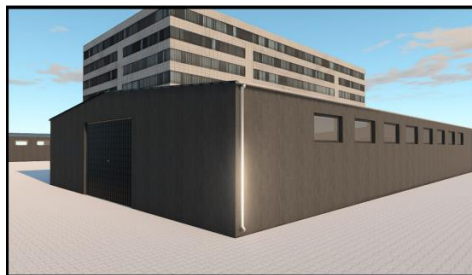
ZASTOSOWANIE GAZOBETONU W KONSTRUKCJI PRZEGRÓD ZEWNĘTRZNYCH W BUDYNKU PRZEMYSŁOWYM

Cuber Natalia, mgr inż. Biuro konstrukcyjno-budowlane MK-Projekt Monika Kucala
Ul. Kwiatowa 18, 88-170 Pakość,

Kierownik naukowy: Justyna Sobczak-Piąstka, dr inż.
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy,
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska,
Al. prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz

Prezentacja głównego materiału. Autoklawizowany beton komórkowy (ABK) to jeden z podstawowych materiałów budowlanych służący między innymi do wnoszenia przegród pionowych. Z betonu komórkowego wykonuje się zarówno budynki energooszczędne, jak i pasywne. Europejskie Stowarzyszenie Autoklawizowanego Betonu Komórkowego zobowiązało się do opracowania technologii, która pozwoli na osiągnięcie zerowej emisji netto CO₂ w produktach gazobetonowych do 2050 roku [1]. Obecnie liderem na rynku polskim w produkcji tego materiału jest Firma SOLBET.

W pracy przedstawiono analizę możliwości zastosowania autoklawizowanego betonu komórkowego w budynku przemysłowym. Na Rys. 1 przedstawiono budynek, dla którego zaprojektowano różne rodzaje konstrukcje dachu, aby sprawdzić jakie znaczenie ma rodzaj zadaszania w projektowaniu przegród zewnętrznych z bloczków gazobetonowych. Poza tym sprawdzono możliwość zastosowania bloczków gazobetonowych klasy 600 o różnych grubościach: 36 cm, 30 cm, 24 cm, 20 cm i 18 cm.



Rys. 1. Wizualizacja hali przemysłowej [Oprac. własne w programie ArCADia BIM 14]

W pierwszej kolejności sprawdzono dla obiektu podlegającego opracowaniu wymagany współczynnik $U_{C(max)} = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [2]. W Tabeli nr 1 wykonano zestawienie minimalnej grubości styropianu, którą należy docieplić budynek podlegający opracowaniu, by spełnić ten warunek.

Tabela 1

Porównanie termoizolacyjności bloczków ABK [Opracowanie własne]

Grubość bloczka [cm]	36	30	24	20	28
Minimalna grubość styropianu [cm] $\lambda=0,038$	0	1	2	3	4

Pierwszy rozpatrzony wariant zadaszania to stropodach, w którym warstwa konstrukcyjna jest z płyt sprężonych HC 400, a warstwa

wykończeniowa jest z papy. Drugi wariant to kratownica drewniana, a wariant trzeci zakłada dach w postaci kratownicy stalowej. Te rozwiązania mają warstwę wykończeniową w postaci blachy stalowej fałdowej. Analizując bloczki z betonu komórkowego pod kątem nośności wykonano obliczenia [3] dla filarka międzyokiennego w trzech wariantach konstrukcji dachowych. Wyniki zestawiono w Tabeli nr 2.

Tabela 2

Porównanie wyężenia nośności bloczków ABK dla filarka międzyokiennego
[Opracowanie własne]

Rodzaj dachu / grubość bloczka	36 cm	30 cm	24 cm	20 cm	18 cm
Stropodach – wariant I	81,64%	102,30%	159,61%	228,67%	281,03%
Kratownica drewniana – wariant II	50,50%	77,53%	220,09%	481,28%	541,53%
Kratownica stalowa – wariant III	51,07%	75,06%	178,48%	524,43%	591,53%

W sytuacji gdy bloczki nie spełniają warunku nośności dla filarka międzyokiennego (wartości na czerwono) przeprowadzono analizę ich nośności dla ściany pełnej. Wyniki obliczeń podano w Tabeli nr 3.

Tabela 3

Porównanie wyężenia nośności bloczków ABK dla ściany pełnej
[Opracowanie własne]

Rodzaj dachu / grubość bloczka	36 cm	30 cm	24 cm	20 cm	18 cm
Stropodach – wariant I		34,26%	53,90%	78,53%	98,30%
Kratownica drewniana – wariant II			84,03%	160,43%	181,62%
Kratownica stalowa – wariant III			53,79%	78,47%	98,28%

Wnioski. Bloczki z betonu komórkowego mogą być stosowane do realizacji przegród zewnętrznych w budynku przemysłowym. Wykorzystanie bloczków o mniejszej grubości niż 36 cm wymaga zastosowania warstwy docieplającej. Natomiast porównanie różnych wariantów zadaszania wskazało na konieczność dodatkowej analizy nośności przegród zewnętrznych wykonanych z gazobetonu o grubości mniejszej niż 36 cm. Należy jednak pamiętać, że w normalnych okolicznościach ściana jest usztywniana przez wieniec, co nie zostało uwzględnione w analizach.

Spis bibliograficzny

- [1] Turski R., Rogala W. Sytuacja i kierunki rozwoju autoklawizowanego betonu komórkowego w Europie. Cement wapno beton, 2022 nr 27(3). S. 154-165.
 [2] Dz. U. z dnia 9 czerwca 2022 r. poz. 1225 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
 [3] Buda-Ożóg L., Skrzypczak I., Szyłak K., Raczak A. Konstrukcje murowe Przykłady obliczeń według Eurokodu 6 oraz metodami probabilistycznymi. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2017. 167 s.

УДК 624

INNOWACYJNY SYSTEM ŁĄCZENIA FUNDAMENTÓW BEZPOŚREDNICH Z KONSTRUKCJAMI CEMENTOGRUNTOWYMI

*Góralczyk Alicja, inż., Adrianna Golowska, inż.,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Kierownik naukowy: Roman Kinasz, profesor, Dr hab. inż.,
profesor Katedry Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki, Wydział Inżynierii Lądowej
i Gospodarki Zasobami, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w
Krakowie*

Prezentacja głównego materiału. Zakres pracy obejmuje dobór najbardziej odpowiedniego kształtu prefabrykowanego, żelbetowego łącznika, który łączy panel cemento-gruntowy z posadowieniem pośrednim obiektu inżynierskiego. Celem jest efektywne przenoszenie sił wrywających oraz momentów zginających na podłoże. Ze względu na ograniczone badania nad właściwościami cemento-gruntu, przeprowadzono badania laboratoryjne pozwalające na wyznaczenie parametrów kontaktu, takich jak kąt tarcia wewnętrznego i kohezja, a także wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie cemento-gruntu. Realizowano badania wytrzymałościowe na jednoosiowe ściskanie i rozciąganie na podstawie norm [1] [2], a także autorskie badania w aparacie bezpośredniego ścinania. Łącznie przebadano 202 próbki. Na tej podstawie zamodelowano zachowanie się łączników o różnych kształtach i wymiarach wykorzystując do tego celu metodę różnic skończonych, co stanowiło kolejny etap projektu. Model zawierał łącznik zainstalowany w cemento-gruncie, w trakcie symulacji zakładano stałą prędkość łącznika i mierzono siłę wrywającą, która definiowała ostateczną efektywność łącznika. Do analizy numerycznej zdefiniowano i sparametryzowano różne kształty łączników. Dzięki kodowi napisanemu w języku Python, udało się wygenerować bazę danych kształtów łączników, którą program FLAC3D odczytywał, przeprowadzając obliczenia. Cały proces został zautomatyzowany, co umożliwiło wykonanie 249 symulacji. Analiza wyników symulacji z wykorzystaniem różnych modeli konstytutywnych łącznika i cemento-gruntu, takich jak model sprężysty, model Coulomba-Mohra oraz plastyczno-degradacyjny model betonu „Concrete”, pozwoliła na lepsze zrozumienie rzeczywistego zachowania się łącznika.

Wnioski. Przeprowadzone badania nad cementogruntem umożliwią projektantom geotechnicznym dokładniejsze opisywanie właściwości cementogruntu oraz kontaktu między cementogruntem a betonem w modelach numerycznych. Ponadto projekt ten rozszerza zastosowanie paneli cemento-gruntowych, które dotychczas nie były wykorzystywane na szeroką skalę w ten sposób, głównie z powodu braku możliwości przenoszenia na podłoże momentów zginających oraz sił wrywających z posadowień obiektów

inżynierskich. Dzięki przeprowadzonym badaniom, projektanci paneli cemento-gruntowych zyskali wiedzę na temat sił wrywających, jakie są w stanie przenieść różne kształty łączników, co umożliwia im dostosowanie ich ilości oraz rozstawu w projektowanych obiektach inżynierskich.

Spis bibliograficzny

[1] PN-EN 12390-6:2011, Badania betonu – Część 6: Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badań. - Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2011.

[2] PN-EN 12390-3:2019-07, Badania betonu – Część 3: Wytrzymałość na ścislenie próbek do badań. - Warszawa: Polski Komitet Normalizacyjny, 2019.

[3] "FLAC3D 9.0 Itasca Software Guide User Manual." Itasca Consulting Group. [Online]. Dostępne: <https://docs.itascacg.com/itasca900/contents.html>. (Data dostępu: 23.10.2023r.).

[4] Yongmei Qian, Lin Sun, Lishuang Ai, Zhou Y., Li M. "Theoretical analysis of the influence of bearing plate position on the bearing performance of soil around the CEP antipull force double pile." Buildings. 2023. Vol. 13, Iss. 10, s. 2613. <https://doi.org/10.3390/buildings13102613>.

УДК 004.8+624.04+624.05

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У БУДІВНИЦТВІ

*Безпалько Вероніка, ст. групи Буд-31, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Тарас Осадчук, к.т.н., в.о. доцента, кафедра технології та
організації будівництва,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. За останні роки штучний інтелект (ШІ) (англ. artificial intelligence, AI) та інструменти машинного навчання (МН) (англ. machine learning, ML) зробили стрибок від теорії до практичного застосування. ChatGPT від OpenAI, Gemini від Google, Copilot від Microsoft, MetaAI від Facebook та інші розробки, в основі яких закладено величезні набори даних і значна обчислювальна потужність, здатні полегшити виконання широкого спектру завдань. Застосування ШІ можливе у найрізноманітніших галузях діяльності і професіях [6].

Перспективним напрямком використання ШІ є будівельна сфера. Генеративний ШІ у будівництві стрімко розвивається, і компанії все частіше використовують цю технологію для покращення робочих процесів, при проектуванні та для ефективнішого використання своїх ресурсів.

Розглянемо оригінальні приклади застосування штучного інтелекту в будівництві.

Співпраця Autodesk Inc. з DAISY AI Inc. Фахівці DAISY AI Inc. розробили систему Design AI Systems (DAISY) для проектування дерев'яних конструкцій підлоги на основі ШІ. В свою чергу, в Autodesk Research

створили проект Kratos, що дозволяє оптимізувати концептуальне проектування габаритних дерев'яних будівель [9,10]. У результаті співпраці обох компаній була запроєктована дерев'яна підлога для будинку у Великобританії [9].

ARCHITEChTURES. Це онлайн-платформа для проектування будівель за допомогою технології генеративного ШІ [1]. Наразі, ресурс дозволяє проектувати багатоквартирні житлові будинки, готелі, комерційні приміщення в будівлях і підземні паркінги. ARCHITEChTURES, в основному, використовують на ранній стадії проектування, зокрема для: ТЕО, планування ділянки, покрокового створення концепції, схематичного BIM-проекування, тощо [2].

Bimmatch. Це платформа на основі штучного інтелекту, яка дозволяє архітекторам, менеджерам та інженерам оптимізувати закупівлю економічно ефективних та з низьким вмістом вуглецю будівельних матеріалів, продуктів і рішень на всіх етапів проекту [5,7,8]. Інтеграція Bimmatch з Autodesk Construction Cloud дає змогу проектним організаціям створювати динамічну специфікацію матеріалів з контролем якості, викидів парникових газів, відповідністю вимогам та розрахунком вартості на основі 3D-моделей, що зберігаються в Autodesk Build, Autodesk Docs або BIM 360 [4]. Усі дані Bimmatch доступні в додатку Bimmatch для Revit. Користувачі Revit можуть застосовувати будь-які дані з каталогу продуктів Bimmatch або бібліотеки організації [4,7].

Функція AutoSpecs у Autodesk Construction Cloud. AutoSpecs у Autodesk Construction Cloud (ACC) використовує ШІ для виявлення відсутніх документів на будівництво. Для того, щоб виявити потенційно відсутні елементи проектно-кошторисної документації, AutoSpecs на основі Construction IQ аналізує специфікації проекту та порівнює їх із базою проектів [3,8].

Висновки. ШІ має значний потенціал для використання у будівельній галузі. Поєднання комп'ютерних технологій з величезними обсягами даних дозволяє вирішувати низку проблем. Це сприяє більш тісній співпраці архітекторів, інженерів, виробників будівельної продукції та інших фахівців. Існуючі рішення на основі штучного інтелекту та машинного навчання забезпечують ефективне планування, проектування, будівництво та обслуговування будівель.

Бібліографічний список

1. Architectures - AI-Powered Building Design. ARCHITEChTURES. URL: <https://architectures.com/en> (дата звернення: 23.05.2024).
2. Architecture Design Powered by AI. ARCHITEChTURES. URL: <https://architectures.com/en/blog/posts/1-introduction-genAI-powered-architectural-building-design> (дата звернення: 23.05.2024).
3. AutoSpecs in Autodesk Construction Cloud. Autodesk News. URL: <https://adsknews.autodesk.com/en/news/connected-construction/> (дата звернення: 23.05.2024).

4. Bimmatch Enhances Capabilities with Autodesk Construction Cloud Integration. *Bimmatch*. URL: <https://www.bimmatch.com/post/bimmatch-acc> (дата звернення: 23.05.2024).

5. Bimmatch 1 BIM & AI tools to optimize a construction Bill Of Quantities. *Bimmatch*. URL: <https://www.bimmatch.com/> (дата звернення: 23.05.2024).

6. Is artificial intelligence going to design your next building? *Arup*. URL: <https://www.arup.com/perspectives/is-artificial-intelligence-going-to-design-your-next-building> (дата звернення: 23.05.2024).

7. Project Team Tools. *Bimmatch*. URL: <https://www.bimmatch.com/project-team> (дата звернення: 23.05.2024).

8. The Rise of AI in Construction. *Autodesk*. URL: <https://www.autodesk.com/blogs/construction/ai-construction/> (дата звернення: 23.05.2024).

9. Using AI for Sustainable Structural Design with Daisy and Autodesk Research. *Autodesk*. URL: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Using-AI-Sustainable-Structural-Design-DAISY-and-Autodesk-Research-2022> (дата звернення: 23.05.2024).

10. Using AI to Optimize Construction Design. *Autodesk Research*. URL: https://www.research.autodesk.com/projects/ai-optimize-construction-design/?_ga=2.213843543.237817072.1716836321-113588379.1715968300 (дата звернення: 23.05.2024).

УДК 004.94

НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЕКТУВАННІ

*Бойко Данило, ст. групи Буд-42сп, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Юрій Боднар, к.т.н., доцент, кафедра будівельних
конструкцій,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Покращена координація та співпраця: BIM дозволяє всім учасникам проекту працювати з однією моделлю, забезпечуючи точнішу координацію та зменшуючи кількість помилок і конфліктів між різними системами.

Підвищення точності та деталізації: Завдяки BIM можливо створити детальні тривимірні моделі, які включають усю необхідну інформацію для будівництва та експлуатації об'єкта.

Оптимізація витрат і часу: Використання BIM дозволяє точніше планувати витрати та розклад робіт, знижуючи ризики перевитрат та затримок.

Поліпшення управління життєвим циклом об'єкта: BIM моделі містять інформацію, корисну для управління будівлею після її завершення, включаючи обслуговування та ремонти.

Забезпечення відповідності стандартам та нормам: BIM допомагає впевнитися, що проект відповідає всім необхідним будівельним нормам і стандартам, зменшуючи ризик виникнення проблем у майбутньому.

Сучасні програми автоматизують складні розрахунки, зменшуючи ризик людських помилок і прискорюючи процес. Це дозволяє інженерам зосередитися на аналізі результатів і прийнятті оптимальних рішень.

Програми надають можливість створювати тривимірні моделі, які дозволяють краще зрозуміти поведінку конструкцій під різними навантаженнями. Візуалізація допомагає виявляти потенційні проблеми на ранніх етапах проектування.

Сучасні програми часто інтегруються з іншими програмними інструментами, такими як BIM-системи (наприклад, Autodesk Revit). Це забезпечує безшовну передачу даних між різними етапами проектування та будівництва.

Програми дозволяють проводити численні варіанти розрахунків для оптимізації конструктивних рішень. Це допомагає зменшити витрати на матеріали та збільшити ефективність конструкцій.

Сучасні програми забезпечують автоматичну перевірку відповідності проектних рішень будівельним нормам і стандартам, що знижує ризик помилок і забезпечує відповідність законодавчим вимогам.

Програми дозволяють легко моделювати та аналізувати різні сценарії навантажень, включаючи статичні, динамічні, вітрові, сейсмічні навантаження тощо, що забезпечує більш надійні та безпечні конструкції.

Висновки. Сучасні програми генерують детальну документацію і звіти, що спрощує процес створення проектної документації і покращує комунікацію між усіма учасниками проекту.

УДК 624.04

ПРОЄКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО УКРИТТЯ

*Буткевич Денис, Косік Ігор, Потапчук Олександр, студенти групи ПЦБ-32,
навчально-науковий інститут будівництва та архітектури, Національний
університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна
Науковий керівник: Віктор Караван, к.т.н., доцент, Національний університет
водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна*

Вступ. Враховуючи військовий стан в Україні виникає гостра необхідність у будівництві захисних споруд не тільки оборонного призначення, а й цивільного захисту. Споруди подвійного призначення мають бути запроектовані таким чином, щоб одночасно задовольняти

встановлені вимоги відповідно до обох функціональних призначень та мати захисні властивості сховищ, або протирадіаційних укриттів (ПРУ) [1].

Відповідно до чинних нормативних документів [2-5] ставилось на меті провести розрахунок, моделювання та конструювання залізобетонних монолітних стін та плити перекриття протирадіаційного укриття. Для досягнення мети були поставлені задачі та здійснені наступні роботи: проведений аналіз та коригування конструктивної схеми будівлі відповідно до чинних нормативних документів; виконані необхідні розрахунки на міцність та надійність будівлі в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР 2016; отримано та проаналізовано результати розрахунку моделі; використовуючи програмний комплекс AutoCAD 2014 виконані креслення основних елементів укриття; подані висновки за результатами проведення будівельних робіт та описана проблематика, опираючись на заключення компетентних осіб, пов'язаних із будівельним процесом.

Виклад основного матеріалу. Будівлю ПРУ запроєктовано розмірами в осях 59,6×14,4 м, безкаркасною з монолітними залізобетонними несучими поздовжніми та поперечними стінами. Жорсткий монолітний вузол з'єднання стін та плити перекриття дозволяє вважати таке сполучення рамним. Просторова жорсткість будівлі та її стійкість забезпечується сумісною роботою монолітного залізобетонного диску перекриття і вертикальними стіновими конструктивними елементами – залізобетонними стінами.

Зовнішні несучі стіни – монолітні залізобетонні, товщиною 400 мм. Плита перекриття – монолітна залізобетонна, товщиною 350 мм. Бетон для стін прийнято класу С20/25, арматура – класу А500С та А240С. Бетон для плити перекриття прийнято класу С25/30, арматура – класу А500С та А240С.

Будівля ПРУ має клас відповідальності СС3 за [3]. Категорія відповідальності всіх конструкцій – А за [3]. Для розрахунків за 1-ю групою граничних станів коефіцієнти надійності за відповідальністю прийнято: $\gamma_n = 1,25$ – для усталених розрахункових ситуацій; $\gamma_n = 1,05$ – для перехідних розрахункових ситуацій; $\gamma_n = 1,05$ – для аварійних розрахункових ситуацій. Для розрахунків за 2-ю групою граничних станів коефіцієнти надійності за відповідальністю прийнято: $\gamma_n = 1,00$ – для усталених розрахункових ситуацій; $\gamma_n = 0,975$ – для перехідних розрахункових ситуацій.

Зовнішні та внутрішні несучі конструкції ПРУ розраховані на особливе поєднання навантажень, що складається із постійних, змінних навантажень та статичного навантаження, еквівалентного дії динамічного навантаження. Розрахунок впливу надмірного тиску у фронті повітряної

ударної хвилі на огорожуючі несучі конструкції виконані згідно [1]. Величина динамічного навантаження, прийнята у відповідності до таблиці А.2 [1], на плиту перекриття становить $\Delta P_{ex} = 100$ кПа. Вертикальне приведенне навантаження P_1 (кПа) на перекриття захисної споруди: $P_1 = \Delta P_{ex} = 100$ кПа. Горизонтальне приведенне навантаження на елементи зовнішніх стін: $P_2 = K\sigma \times \Delta P_{ex} = 0,5 \times 100$ кПа = 50 кПа, де, $K\sigma = 0,5$ – згідно таблиці 14.3 [1]. Горизонтальне навантаження на ділянки зовнішніх стін захисних споруд у місцях розташування входів і на перші захисні-герметичні двері прийнято: $P = K\sigma \times \Delta P_{ex} = 2,3 \times 100 = 230$ кПа.

Результати розрахунку в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР 2016 дали змогу проаналізувати значення зусиль та переміщень в конструкціях, що проєктуються. Згідно таблиці 14.13 [1] мінімальна товщина одношарової конструкції на пробиття (проникнення), відповідно до прийнятого нами класу бетону С20/25, становить 350 мм. Дотримуючись п.14.2.3.5 та п.14.2.3.6 [1] було прийнято армування стін трьома сітками діаметром 12 мм зі зміщенням на 1/3 кроку чарунки. Зменшення товщини монолітних стін передбачало встановлення по всій площі протискольної сітки 3/3/40/40 Вр-1.

Висновки та рекомендації. В процесі будівництва протирадіаційного укриття блок-секції БС1 виникали проблеми із процесом ущільнення бетонної суміші монолітних стін. Експертний звіт підтвердив факт утворення тріщин в монолітних стінах внаслідок неякісного утрамбування бетонної суміші, що в свою чергу викликано вимушеним згущенням арматурних сіток в стінах. Був запропонований альтернативний варіант армування монолітних стін із симетричною прив'язкою арматурних сіток, який також не дав бажаних результатів. Варіантом вирішення вказаної проблеми може бути внесення змін до чинних норм проєктування захисних споруд цивільного захисту.

Бібліографічний список

1. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 123 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 75 с.
3. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 30 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 71 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.

УДК 624.01+624.05

ВИКОРИСТАННЯ 3D-ДРУКУ В БУДІВНИЦТВІ

Ващук Тетяна, ст. групи Буд-31, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Тарас Осадчук, к.т.н., в.о. доцента, кафедра технології та
організації будівництва,
Львівський національний університет природокористування

Виклад основного матеріалу. Останніми роками технології 3D-друку набули значної популярності в різних галузях, зокрема в будівництві. Ці технології мають потенціал розвивати процес створення будівель та об'єктів інфраструктури, пропонуючи нові методи, які можуть знизити вартість, скоротити терміни будівництва та покращити екологічну ефективність.

Технології 3D-друку (адитивного виробництва) в будівництві включають використання спеціалізованих принтерів для створення тривимірних об'єктів шар за шаром. Матеріали, які при цьому використовують, це бетон, полімери, метали та композити.

Системи 3D-друку в будівництві бувають різних типів [13]. *Екструзійні принтери для бетону.* Використовують для екструзії бетонних сумішей шар за шаром. Таким чином будують стіни, підлоги і навіть цілі будівлі. *Принтери-роботи.* Принтери, оснащені роботами, мають підвищену гнучкість і маневреність. Вони можуть переміщуватись складними траєкторіями, при цьому наносити будівельні матеріали з високою точністю. *Портальні системи.* Використовують для габаритних будівельних конструкцій. Такі системи мають жорсткий каркас, який рухається по прямій, наносячи матеріал для ефективного виготовлення конструкцій на великій площі.

Технології 3D друку в будівництві обирають залежно від специфіки проекту. *Екструзія матеріалу* (англ. *Material Extrusion*). Є найпоширенішою технікою 3D-друку, оскільки її можна використовувати майже в усіх середовищах. Під час екструзії об'єкт створюється за допомогою нашарування матеріалу, який наноситься через одне або кілька сопел, встановлених на робототехніці, портальній системі або крані [7,12]. *Розплавлення порошкового шару* (англ. *Powder bed fusion, PBF*). Для пошарового плавлення та сплавлення порошкового матеріалу використовують лазерний або електронний промінь. Нанесення порошкового матеріалу на попередні шари виконують різними засобами, в т.ч. за допомогою ролика або леза [11, 12]. *Нанесення сполучної речовини* (англ. *binder jetting*). Для цього методу використовують два матеріали: будівельний матеріал у формі порошку та сполучну речовину, яка, зазвичай, знаходиться в рідкій формі. Друкувальна голівка почергово наносить шари будівельного та сполучного матеріалів [1,12]. *Розпилення*

(англ. *Spray*). Автономний робот розпилює будівельний матеріал (бетон) під тиском у потрібну форму та повторює процес шар за шаром. Використання цього методу вивчається для фасадів та декорування стель [12].

Розглянемо приклади застосування 3D-конструкцій в будівництві. *Муниципальна будівля в Дубаї, ОАЕ (2019)*. Двоповерхова будівля висотою 9,5 м і площею 640 м² від компанії Apis Cor була завершена в жовтні 2019 року. Для зведення 3D-друкованих стін задіяли тільки 3 працівників та один принтер [2,3,8].

Міст MX3D в Амстердамі, Нідерланди (2021). Перший у світі 3D-друкований сталевий пішохідний міст під назвою MX3D відкрили у центрі Амстердама у липні 2021 року [5,6]. Довжина моста становила 12,5 м. Для його побудови використали 4,5 т нержавіючої сталі. 3D-друк виконали спеціальні зварювальні роботи [6,9,10].

Центр обробки даних у Гейдельберзі, Німеччина (2024). У лютому 2024 р. у Гейдельберзі, в Німеччині, було зведено найбільшу в Європі 3D-друковану будівлю The Wave House. Площа будівлі склала 600 м², її довжина – 54 м, ширина – 11 м, висота – 9 м. Усі стіни були надруковані компанією International PERI за 140 годин, що відповідало продуктивності 4 м²/год [4].

Висновки. Технології 3D-друку дозволяють реалізувати оригінальні будівлі та споруди. Їх використання може значно зменшити час і вартість будівництва, скоротити кількість відходів та забезпечити більш гнучкий підхід до проектування. Проте, для широкого впровадження цих технологій необхідно вирішити низку технічних, нормативних та економічних питань. В майбутньому, 3D-друк може стати важливою складовою розвитку будівельної галузі.

Бібліографічний список

1. Binder Jetting | Additive Manufacturing Research Group. *Loughborough University*. URL: <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/binderjetting/> (дата звернення: 24.05.2024).
2. Construction with Robotic Precision - We Print 3D Buildings. Apis Cor. URL: <https://apis-cor.com> (дата звернення: 24.05.2024).
3. Harrouk C. Dubai Municipality to Become the World's Largest 3D-Printed Building. *ArchDaily*. URL: <https://www.archdaily.com/930857/dubai-municipality-to-become-the-worlds-largest-3d-printed-building> (дата звернення: 24.05.2024).
4. Heidelberg Inaugurates 3D Printed Data Center. COBOD. URL: <https://cobod.com/heidelberg-inaugurates-europes-largest-3d-printed-building-the-wave-house-data-center/>.
5. Her Majesty The Queen officially opens the bridge. MX3D. URL: <https://mx3d.com/timeline/her-majesty-the-queen-officially-opens-the-mx3d-bridge/> (дата звернення: 24.05.2024).
6. Joosten S., Ren S., van Horn P., Vola M. Printing the built environment: The world's first 3D-printed steel bridge showcases innovative steel printing technology.

The Arup Journal. 2022. Issue 1. P. 15-22. URL: https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/a/arup_journal_2022_issue_1.pdf.

7. Material Extrusion | Additive Manufacturing Research Group. Loughborough University. URL: <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/materialextrusion/> (дата звернення: 24.05.2024).

8. Meisenzahl M. Dubai Is Now Home to the Largest 3D-Printed Building in the World. Business Insider. URL: <https://www.businessinsider.com/dubai-largest-3d-printed-building-apis-cor-photos-2019-12> (дата звернення: 24.05.2024).

9. MX3D | Bridge. MX3D. URL: <https://mx3d.com/industries/mx3d-bridge/>

10. MX3D: Amsterdams 3D printed steel bridge. Arup. URL: <https://www.arup.com/projects/mx3d-bridge>

11. Powder Bed Fusion | Additive Manufacturing Research Group. Loughborough University. URL: <https://www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/powderbedfusion/> (дата звернення: 24.05.2024).

12. 3D Printing In Construction: How Does It Work. Cemex Ventures. URL: <https://www.cemexventures.com/3d-printing-in-construction/> (дата звернення: 24.05.2024).

13. 3D Printing in Construction: Types, Benefits & Uses. JK Cement. URL: <https://www.jkcement.com/blog/construction-planning/3d-printing-in-construction/#:~:text=What%20Is%203D%20Printing%20In,layer%2Dby%2Dlayer%20construction> (дата звернення: 24.05.2024).

УДК 725+72.01

НОВОЧАСНА АРХІТЕКТУРА СУЧАСНОГО СУСПІЛЬСТВА

*Головчук Микола, ст. групи Арх-31, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Степан Пісьо, ст. викладач, кафедра архітектури,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Новітні архітектурно-конструктивні рішення у будівництві та спорудах має за мету введення читача у тему, визначення її актуальності та значення, а також формулювання мети та об'єктів дослідження. Ця структура допоможе вам систематизувати вашу інформацію і зробити її доступною та зрозумілою для читачів. Новітні архітектурно-конструктивні рішення в будівництві представляють собою інноваційні підходи, технології та матеріали, спрямовані на покращення якості, ефективності та сталості будівельних об'єктів. Ці досягнення [4] враховують як естетичні, так і практичні аспекти будівництва, а також здатність відповідати сучасним вимогам екологічної стійкості та енергоефективності.

Основні напрямки новітніх архітектурно-конструктивних рішень включають:

1. Використання екологічно чистих матеріалів для будівництва це користування екологічно чистими матеріалами для будівництва котрі є важливим аспектом сталого розвитку. Такі матеріали не лише сприяють зменшенню негативних впливів на навколишнє середовище, але й забезпечують здорове середовище для мешканців будинку [1]. До екологічно чистих матеріалів можна віднести дерево, бамбук, коноплю, цеглу з природних матеріалів, відновлювані матеріали та інші. Застосування таких матеріалів допомагає зменшити викиди CO₂ в атмосферу, зберегти ресурси та підтримувати здоров'я людей.

2. Створення енергоефективних систем в будівлях які розроблені для зменшення споживання енергії та сприяння екологічності. Деякі поширені стратегії створення енергоефективних систем у будівлях включають належну ізоляцію, енергоефективне освітлення, високоефективні системи ОВК та інтелектуальні технології автоматизації будівель. Впроваджуючи ці стратегії, будівлі можуть зменшити витрати на енергію, зменшити викиди вуглекислого газу та створити більш здорове середовище для мешканців.

3. Використання сучасних для зменшення технологій для зменшення CO₂, може включати у себе такі рішення, як заміна традиційних автомобілів на електричні, використання сонячної енергії для електроживлення, впровадження енергоефективних технологій в будівництві та промисловості, перехід на виробництво та використання біорозкладних матеріалів. Ці заходи дозволяють зменшити викиди вуглекислого газу і сприяють збереженню довкілля.

4. Розвиток "зелених" дахів та фасадів для покращення мікроклімату - це важлива та ефективна стратегія для покращення його у містах. Зелень на дахах та фасадах допомагає знижувати температуру повітря, поглинає вуглекислий газ, покращує якість повітря та створює додаткові місця для рослинного світу.

Ці зелені верхи можуть також зменшувати ефект "острівного тепла" у містах, де будівлі й асфальт поглинають та випромінюють тепло. Крім того, вони можуть слугувати як природні фільтри для очищення води та зменшення ризику повеней.

Активний розвиток зелених дахів і фасадів потребує сприяння від урядових органів, бізнесу та громадськості. Ця ініціатива може бути вигідною як з екологічної, так і з естетичної точок зору, створюючи здорове та природне середовище для містян.

5. Впровадження інноваційних [3] конструкцій для збільшення міцності та довговічності будівель, можуть значно покращити міцність та

довговічність будівель. Наприклад, використання нових матеріалів, які мають високу міцність та стійкість до впливу навколишнього середовища, може допомогти збільшити термін служби будівлі. Також важливо розглядати інноваційні методи будівництва, які дозволяють створити більш оптимізовані та ефективні конструкції. Враховуючи постійний розвиток технологій, інженерів та архітекторів слід постійно працювати над впровадженням новаторських рішень у будівництві для підвищення якості та довговічності споруд.

б. Створення просторів для переробки та утилізації відходів є важливим кроком у збереженні навколишнього середовища. Вони дозволяють ефективно переробляти різноманітні відходи, зменшуючи негативний вплив на екосистему. Такі простори можуть включати різноманітні технології, які допомагають зменшити кількість сміття, яке потрапляє на смітник, і сприяють його повторному використанню або переробці.

Ці напрямки демонструють стрімкий розвиток [2] сучасного будівництва, спрямований на створення більш стійких, енергоефективних та естетичних будівель та споруд, які відповідають потребам сучасного суспільства.

Висновки. Отже, підводячи підсумок вищесказаному, новітні архітектурно-конструктивні рішення у будівництві базуються на аналізі їх впливу, переваг та викликів деякі з основних напрямків ми перерахували. У кінцевому підсумку, новітні архітектурно-конструктивні рішення в будівництві представляють собою ключовий напрямок розвитку сучасної галузі, що спрямована на створення стійких, енергоефективних та функціональних будівель, які відповідають потребам сучасного суспільства.

Бібліографічний список

1. Ван, Л., Чжан, К. «Стійкі матеріали для сучасної архітектури». Журнал сталого будівництва. 2019. № 10. С. 112-125.
2. Іванов А., Петрова Є. (2016). «Революційні підходи до планування та розвитку міст». Журнал міських досліджень. 2016. № 18. С. 55-68.
3. Лі С. та Кім Х. «Інноваційні методи структурного проектування сучасних будівель». Structural Engineering Review. 2018. № 22. С. 78-91.
4. Сміт Дж. «Досягнення в архітектурному будівництві: вичерпний посібник». Архітектурний журнал. 2020. № 15. С. 45-62.

УДК 693.5:691.33.001.8

ЗАХИСТ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ПОЖЕЖІ ЗА ДОПОМОГОЮ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ

*Грицевич Степан, ст. групи Буд-11, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Юрій Фамуляк, к.т.н., доцент, кафедра технології та
організації будівництва,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Ніздрюватий бетон виготовляється з негорючих компонентів, серед яких пісок, вода, цемент, і піноутворювач. При тужавінні бетону піноутворювач забезпечує рівномірну структуру пор по всьому об'єму [1].

Матеріал з пористою структурою має ряд переваг порівнюючи його з іншими будівельними матеріалами, мала об'ємна вага, водостійкість, морозостійкість, вогнестійкість.

Завдяки даним перевагам пінобетон почали більше застосовувати в будівництві як матеріал для зведення вогнетривких перегородок 1 класу – EI-60 і вище.

Вогнестійкі властивості підтверджені багатьма натурними випробуваннями як в Україні так і за кордоном. За аналізом результатів експериментальних досліджень, що проводилися багатьма науковцями, конструкція з пінобетону стійка до прямої дії полум'я від 1 до 7 годин залежно від товщини. Пінобетон товщиною 75 мм із щільністю матеріалу D400 здатний забезпечити межу вогнестійкості на рівні EI120, тобто 2 години безпечного стримування полум'я і продуктів горіння [2, 3].

Ступінь вогнестійкості будинку встановлюється залежно від його призначення, категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою, умовної висоти (поверховості), площі поверху в межах протипожежного відсіку. В залежності від ступеня вогнестійкості будинку визначають класи вогнестійкості будівельних конструкцій (R, E, I, хв) та максимальні значення меж поширення вогню за ними (M) [4].

Для контурного вогнезахисту сталевих колон застосовують бетонні розчини або бетонні вироби (облицювання, плити, блоки) [5].

При цьому слід приділяти особливу увагу адгезії ніздрюватого бетону до сталевій поверхні. Для цього на елементи наварюють спеціальні кріплення і анкери або влаштовують армуючі сітки (при замонолічуванні). Такі елементи можуть також забезпечувати спільну, роботу ніздрюватим бетоном.

Більш складною задачею є влаштування вогнезахисту горизонтальних конструктивних елементів, ніздрюватим бетоном. Так як пінобетон є крихкий матеріал при незначних деформаціях конструкції (прогину)

захисний шар буде відшаровуватися, викришуватися. Захист горизонтальних елементів з дрібно штучних елементів технологічно незручно виконувати. Наступною задачею яку необхідно вирішити це усадка ніздрюватого бетону, а при використанні дрібно штучних елементів ще герметизація швів.

Ще більшою технологічною проблемою є влаштування вогнезахисту з ніздрюватих бетонів решітчатих конструктивних елементів (металеві ферми).

Аналізуючи існуючі технології захисту для таких конструктивних елементів використовуються різні матеріали, що наносяться на конструктивні елементи шляхом напилення. Застосування таких матеріалів є дорогим, а інколи шар покриття не забезпечує необхідний (проектний) клас вогнестійкості.

В подальшому аналізі та вивченні даної теми необхідно приділити більшу увагу технології влаштування вогнезахисту решітчастих конструктивних елементів, ніздрюватим бетоном та можливість нанесення пінобетону технологією торкретування.

Висновки. На основі проведеного аналізу наукової та технічної літератури щодо вогнезахисту будівельних конструкцій ніздрюватим бетоном можна констатувати:

1. Ніздрюватий бетон є достатньо ефективним матеріалом для вогнезахисту будівельних конструкцій.

2. Застосування ніздрюватого бетону в якості вогнезахисної оболонки конструкцій має певні обмеження.

3. На сьогодні відсутня технологія влаштування вогнезахисту решітчастих конструктивних елементів за допомогою ніздрюватого бетону.

Бібліографічний список

1. ДСТУ Б В.2.7-45:2010. Будівельні матеріали. бетони ніздрюваті. загальні технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.7-45-96 ; чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 41 с.

2. Демчина Б., Половко А., Борис О. Застосування пінобетону як вогнезахисного матеріалу. *Пожежна безпека*. 2019. № 16. С. 25–28.

3. Демчина Б., Половко А., Веселівський Р. Дослідження конструктивно-теплоізоляційного пінобетону, як вогнезахисного матеріалу. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: теорія і практика будівництва*. Львів. 2010. № 662. С. 150–155.

4. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. На заміну ДБН В.1.1-7-2002 ; чинний від 2017-06-01. Вид. офіц. Київ : Держ. підприємство "Укрархбудінформ", 2017. 41 с.

5. Вахітова Л., Калафат К. Конструктивний вогнезахист сталених каркасів. Технічні рекомендації для проектування : монографія. Київ : Укр. центр стал. буд-ва, 2015. 65 с.

УДК 502.573

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА СТАН ЗРОШЕННЯ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

*Гусаренко-Барський П., ст. групи ГБВВ-11,
Гусаренко-Барська Р., ст. групи ГБВВ-21,
Гусаренко-Барська Є., ст. групи ГБВВ-21, факультет енергетики, автоматики
та водного господарства, Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне*
*Науковий керівник: Василь Турченко, д.т.н., професор, кафедра водної інженерії
та водних технологій, Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне.*

Збройний конфлікт на сході та півдні України з 2014 року та російське вторгнення у 2022 році серйозно вплинули на сільське господарство. Бойові дії та окупація обмежили доступ до сільськогосподарських угідь, а близько 500 об'єктів водної інфраструктури, включаючи дамби, зрошувальні канали, греблі, будівлі, відомчі приміщення, були зруйновані. Військові дії РФ мають катастрофічний вплив на навколишнє середовище та водні ресурси України.

В цьому дослідженні ми проаналізуємо вплив воєнних дій РФ, стан зрошення в Південному регіоні України, та зусилля, які докладаються для вирішення цих проблем.

Виклад основного матеріалу. Південні області України є частиною степової природної зони та мають високу продуктивність, яка залежить від регулярного зрошення, а річка Дніпро є основним джерелом водозабезпечення. Підрив російськими військами Каховської ГЕС Дніпровського каскаду спричинив припинення водопостачання 31 системи зрошення, підтоплення тисячі гектарів землі, руйнацію систем зрошення на понад 400 000 га [0]. До того ж Каховський магістральний та Північно-Кримський канали, які забезпечували полив на 55% зрошуваних земель, були захоплені росією.

Станом на 2014 рік кількість зрошуваних земель в зоні Степу становила 2 млн. га, Лісостепу - 324 тис. га, в Поліссі 9,5 тис. га. Близько 85 % площ зрошувальних земель опинились на окупованій території; частина земель, що підконтрольні Україні, зазнали впливу військових дій [2].

Зрошувальні системи півдня України були збудовані з урахуванням рівнів води для мінімального використання електроенергії. Через падіння рівня води система не функціонує. Для вирішення проблем необхідно відновити греблю і наповнити водосховище. Ситуація може загостритися найближчими роками, і вирішення можливе лише за умови звільнення окупованих територій та відновлення роботи Каховського гідровузла.

Науковці прогнозують, що з 2041 року в маловодні роки можливе повне зникнення місцевого поверхневого стоку в Херсонській, Одеській,

Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях [3]. Через зміни клімату зменшиться водний стік річок, що може призвести до водного дефіциту, нестачі вологи, збільшення випаровування, засух і втрат урожаю. На богарних землях урожайність буде вдвічі меншою, а деякі культури неможливо виростити без зрошення.

Відбудова Каховської ГЕС та водосховища необхідна для забезпечення зрошення, судноплавства та енергетики. Планується витратити від 3 до 7 років на відновлення систем зрошення на Півдні [2]. Уряд підготував план повоєнного відновлення України, який побудований на принципах «зеленої відбудови», «відновлення чистого та захищеного довкілля», «відтворення та невиснажливого використання водних ресурсів» [5]. У 2019 році уряд ухвалив Стратегію зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року, яка включає інвентаризацію меліорованих земель та інженерної інфраструктури систем; створення законодавчої бази та формування прозорих тарифів на послуги зі зрошення; створення нової системи управління та розвитку зрошення в Україні. Її метою є збільшення площ зрошення на 1 млн га, реконструкцію існуючих зрошувальних систем, які переважно знаходяться в зношеному стані, або зруйновані [5].

Уряд розпочав активну розробку нових стратегій, зосереджуючись на створенні автоматизованих систем. Системи водозберігаючого підземного крапельного зрошення, що є менш вразливими до зовнішніх факторів і можуть дистанційно контролюватися автоматизованими технологіями є найбільш перспективним в сучасних умовах.

Висновки. Тому у майбутньому питання забезпечення водою регіонів необхідно ставити на рівні безпеки держави із врахування як змін клімату, так наявних водних ресурсів.

Бібліографічний список

1. Одещинна - аграрний форпост зрошення в Україні. *Ізмаїльська районна державна адміністрація*. URL: <https://izmail-rda.od.gov.ua/odeshhy-na-agrarnyj-forpost-zroshennya-v-ukrayini/> (дата звернення: 24.05.2024).
2. В Україні треба буде оновити зрошення більш як 1 мільйона гектарів земель. *Ukrinform*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3672373-v-ukraini-treba-bude-onoviti-zrosenna-bils-ak-1-miljona-gektariv-zemel.html> (дата звернення: 24.05.2024).
3. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (резюме дослідження) / Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. // Під ред. Садогурської С.С. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021, 32 с.
4. Водна криза в Криму під час російської окупації URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Водна_криза_в_Криму_під_час_російської_окупації (дата звернення 10.09.2023).
5. Відновлення зрошуваних земель в Україні. *Державне агентство водних ресурсів України*. URL: <https://davr.gov.ua/news/golova-derzhvodagentstva-vijskova-agresiya-rf-v-ukraini-ye-globalnoyu-zagrozoju-vprovadzhennyu-politiki-stalogo-prirodokoristuvanny> (дата звернення: 24.05.2024).

УДК 662.9:697

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СТИНОВОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

*Гуцуляк Мар'яна, ст. групи Бм-23-1,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

*Науковий керівник: Юрій Фабрика, к.т.н., доцент, кафедра будівництва та
енергоефективних споруд, Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ*

Виклад основного матеріалу. Глина: екологічний будівельний матеріал. Переваги глини як будівельного матеріалу є переконливими протягом усього циклу: від видобутку до обробки до монтажу та неймовірно багатогранного використання, навіть до повторного використання. Вплив глини – будівельного матеріалу майбутнього на навколишнє середовище – розгортається за принципом переробки «Cradle to Cradle» (англійською: від колиски до колиски), скорочено С2С, і підтримує сталу мету «будівництво без відходів».

Ідеальна біологія будівлі, здоровий клімат у приміщенні.

Прийнятно збалансований клімат у приміщенні в будь-який час року: важкі глиняні будівельні матеріали працюють як теплоакумуючі системи, зігріваючи внутрішнє приміщення, коли зовнішня температура низька, і охолоджуючи, коли вона висока. Екологічний, нешкідливий будівельний матеріал створює проникні, дихаючі поверхні, які поглинають як тепло, так і вологу, щоб потім знову рівномірно віддавати їх. Це створює стабільну температуру, зв'язує пил і запахи та, як доведено, знижує ризик утворення цвілі. Великий плюс і для алергіків!

Ефективний захист від шуму завдяки стінам з натуральної глини.

Несприятлива акустика зазвичай пов'язана з будівництвом. Стіни, виготовлені з земляних будівельних матеріалів, запобігають руйнівній реверберації та гучним шумам - просто завдяки своїм перевагам, даним природою. Глиняні стіни, природно, мають звукопоглинаючий ефект.

Навіть з найпростішими глиняними конструкціями будівельники можуть досягти звукоізоляції до 55 децибел. Для порівняння: зазвичай це значення досягається лише за допомогою двох кам'яних стін, товщиною 17 сантиметрів кожна, між якими є шар повітря.

Розуміння утрамбованої землі.

Утрамбовані земляні стіни будуються шляхом трамбування суміші вибраних заповнювачів, включаючи гравій, пісок, мул і невелику кількість глини, між плоскими панелями, які називаються опалубкою. Стабілізована утрамбована земля – це варіант традиційної утрамбованої землі, до якої додається невелика кількість цементу (зазвичай 5–10%) для підвищення міцності та довговічності. Стабілізовані стіни з утрамбованої землі не

потребують додаткового захисту, але зазвичай покриваються повітропроникним герметиком, щоб збільшити термін служби матеріалу.

Можливість будівництва, доступність і вартість.

Утрамбована земля - це метод будівництва на місці. Запатентовані підходи до утрамбованої землі допомагають гарантувати послідовність і передбачувану продуктивність, але мають певну ціну. Вартість професійної будівлі з утрамбованої землі порівнянна з іншими більш звичайними якісними кам'яними конструкціями. Це може бути більш ніж удвічі дорожче, ніж штукатурена стіна з газобетонних блоків шириною 200 мм. Ключовим елементом контролю витрат є проектування стін у вигляді простих панелей і уникнення непотрібної складності. Традиційна трамбована земля з використанням людської сили для трамбування та проста дерев'яна опалубка можуть бути дешевими (і з низьким енергоспоживанням), але це рідко є реалістичним варіантом.

Довговічність і вологостійкість.

Утрамбована земля, як правило, дуже міцна – базова технологія існує вже тисячі років, і досі існує багато будівель із утрамбованої землі, яким багато століть. Усі типи стін із трамбованого земляного полотна є пористими за своєю природою і потребують захисту від проливного дощу та тривалого впливу вологи. Забезпечте водозахист верхів і низів стін. Постійний вплив вологи може погіршити внутрішню структуру землі, порушуючи стабілізацію цементу та сприяючи розширенню глини. Загалом утрамбована земля має вологостійкість від середньої до хорошої, і більшість сучасних австралійських стін із утрамбованої землі не потребують додаткової гідроізоляції. Нові водовідштовхувальні добавки, які забезпечують водонепроникність стін наскрізь, можуть зробити утрамбовану землю придатною для дуже відкритих умов, включаючи підпірні стіни, але можуть перешкоджати диханню матеріалу.

Тепломаса та ізоляція.

Утрамбована земля поводить як важка кладка з високою термічною масою. Теплова маса поглинає або «уповільнює» проходження тепла через матеріал, а потім віддає це тепло, коли температура навколишнього середовища падає. При правильному використанні та в належному кліматі теплова маса утрамбованої землі може затримати потік тепла через огорожувальні конструкції на 10-12 годин і може вирівняти добові коливання температури. Найкраще місце для ізоляції за допомогою утрамбованої землі – це внутрішня сторона стіни, щоб теплова маса знаходилася всередині зовнішньої оболонки, яку можна контролювати. Ізоляцію також можна додати в межах товщини земляної стіни, але це збільшує її вартість і змінює структурні властивості стіни. Однак він забезпечує переваги як чудової термічної маси, так і хорошої

теплоізоляції в одній стіні, зберігаючи при цьому бажаний вигляд, текстуру, відчуття, акустику та низькі властивості утрамбованої землі, відкритої з обох сторін. Гібридні будівлі, які використовують ізольовані легкі каркасні зовнішні стіни з утрамбованими земляними внутрішніми стінами та елементами, можуть досягти високої теплоізоляції та високої теплової маси.

Висновки. Утрамбована земля – це техніка будівництва фундаментів, підлог і стін із використанням ущільненої природної сировини, такої як земля, крейда, вапно або гравій. Це стародавній метод, який щось давно був відроджений як метод сталого будівництва. Споруди, утворені з утрамбованої землі, є на всіх континентах, крім Антарктиди, у різних середовищах, включаючи помірні, вологі, напівпустельні, гірські та тропічні регіони. Наявність відповідного обґрунтування та проекту будівлі, що відповідає місцевим кліматичним умовам, є факторами, які сприяють його використанню. Утрамбована земля може сприяти загальній енергоефективності будівлі: щільність, товщина та теплопровідність утрамбованої землі, виготовленої її особливо відповідним матеріалом для пасивного сонячного освітлення. Тепло потрібно майже 12 годин, щоб провести через стіну завтовшки 35 см. Будівництво утрамбованої землі може також погіршити екологічні наслідки вирубування лісів та токсичність пов'язаних із цими штучними матеріалами звичайними методами будівництва. Хоча теоретично викиди парникових газів низькі, транспорт та виробництво цементу можуть значно збільшити загальні викиди сучасних утрамбованих земельних споруд. Найпростіший вид традиційної утрамбованої землі має дуже низькі викиди парникових газів, але спроектований і перероблений варіант утрамбованої землі має потенціал для значних викидів.

Бібліографічний список

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.
2. Енергетична ефективність будівель: ДСТУ А.2.2-12:2015. -К.: Мінрегіон України, 2015. – 70 с.
3. Євсєєв А. Д. Проблема вибору способу утеплення фасадів будинків (енергозбереження не гарантує заощадження ресурсів) / А. Д. Євсєєв, В. І. Сучків, В. В. Горбанів // Будівельні матеріали, устаткування, технології ХХІ століття. - 2006. - № 124. - С. 72 – 73.
4. Гусєв Б. В. Про ідеальну комфортність житла / Б. В. Гусєв, У. М. Дементьєв // Будівельні матеріали. - 1999. - № 12 1. - С. 24 – 25.
5. Паплавскис Я. Енергозбереження при проектуванні й будівництві малоповерхових будинків /Я. Паплавскис, А. Фрош // Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: серія Теорія, практика виробництва й застосування ніздрюватого бетону в будівництві: Сб. науч. праць. Вып. 4. - Дніпропетровськ : ПГАСА, 2009. - С. 81 – 88. 99

УДК 691.32

МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ РЕМОНТУ І ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

*Жмурко Роман, ст. групи БІ-20-1,
будівельний факультет, Криворізький національний університет
Науковий керівник: Олександр Шишкін, д.т.н., професор, кафедра технології
будівельних виробів, матеріалів та конструкцій, Криворізький національний
університет*

Виклад основного матеріалу. Тривала експлуатація будинків і споруд більшості підприємств України, зумовлює необхідність проведення робіт з відновлення їхніх експлуатаційних властивостей. У процесі виконання робіт по ремонту та відновленню експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій промислових будинків і споруд виникає потреба відновлення геометричних розмірів існуючих конструкцій. Для цього, частіше усього проводять укладання додаткового шару бетону. При цьому повинно бути забезпечено надійне сполучення «старого» бетону та арматури конструкції з «новим» бетоном ремонтних елементів.

Спільна робота будівельної конструкції й бетону, який на неї наноситься, забезпечується якістю їхньої контактної зони, що, характеризується насамперед суцільністю контакту та його міцністю.

Проблема забезпечення монолітності бетону при ремонті і відновленні існуючих залізобетонних конструкцій є дуже важливою для загальної міцності і стійкості споруди. В даний час ця задача забезпечується використанням мінеральних, мінерально-полімерних і полімерних в'язучих.

Зчеплення зумовлює перерозподіл зусиль між арматурою і бетоном у разі розвитку в останньому пластичних деформацій, а також при виникненні і розвитку тріщин. Під зчепленням арматури з бетоном розуміється безперервний зв'язок по поверхні контакту між арматурою і бетоном, що забезпечує їх спільну роботу. Зчеплення повинне забезпечувати передачу зусиль від арматури на бетон або у зворотному напрямі аж до руйнування конструкції, зумовлюючи тим самим роботу залізобетону як конструктивного матеріалу. Склеювання цементного каменю з арматурою в період тужавлення і тверднення бетону визначається хімічними і фізичними процесами, які приводять до виникнення на контактній поверхні капілярних і молекулярних сил тяжіння.

У щойно покладеному бетоні, нанесеному на затверділу бетонну основу, в процесі тверднення розвивається внутрішня усадкова напруга, величина якої може значно перевершувати сили адгезії, що призводить до зниження величини адгезії і, як наслідок, до відшаровування покриття від відновлюваної поверхні. При цьому в самому покритті можуть виникати тріщини, що є результатом перевищення величини внутрішньої усадкової напруги, над когезійними силами затверділого бетону, що буде також

причиною зниження водопроникності, морозостійкості і корозійній стійкості покриття.

В Криворізькому національному університеті на кафедрі технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій отримано новий вид мінерально-органічний матеріал для склеювання «старого» і «нового» бетонів, а також «нового» бетону з арматурою.

Дія розробленого мінерально-органічного матеріалу заснована на підвищеній адсорбції ефірів до залізовмісних речовин і взаємодії гліцерину з |із| кальцієвою складовою цього матеріалу. Це дозволяє отримати міцне зчеплення «нового» бетону як з бетоном, так і з арматурою відновлюваної конструкції. Тобто розроблений мінерально-органічний матеріал має достатнє зчеплення з «старим» бетоном і арматурою відновлюваної конструкції і «новим» бетоном, забезпечує зв'язок по поверхні контакту між арматурою і бетоном, що впливає на спільну роботу будівельної конструкції.

Використання мінерально-органічного матеріалу відбувається за наступною схемою. При нанесенні цього матеріалу на бетон або арматурний виріб на поверхні мінералу, а також металу сорбується мономолекулярний прошарок жирної кислоти, що міцно пов'язаний з поверхнею і забезпечує її гідрофобність. Внаслідок чого, мінерально-органічний матеріал захищає арматуру від дії корозії. Ступінь карбонізації шару відновленого бетону з часом не впливатиме на корозію арматури. Це дозволить значно підвищити термін експлуатації відновленої частини конструкції.

Висновки. Результати проведених досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розроблений мінерально-органічний матеріал на основі гліцеридів, мінералів, які містять залізо і речовин, які містять кальцій, має високу міцність зчеплення з бетоном та металом.
2. За допомогою розробленого матеріалу можна створювати міцний стик між залізобетонною конструкцією і бетоном елементів, які її підсилюють, а також забезпечувати високу міцність робочих швів при бетонуванні монолітних конструкцій.
3. Мінерально-органічний матеріал завдяки утворенню гідрофобного шару забезпечує захист арматури від корозії, яка може мати місто внаслідок карбонізації бетону та дії агресивних речовин і втрати захисних властивостей бетону.

Бібліографічний список

1. Стороженко, А.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці [Текст] / А.І. Стороженко, О.І. Лапенко. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
2. Nathan, de Wit A Composite Structural Steel and Prestressed Concrete Beam for Building Floor Systems [Текст] / Nathan deWit – Lincoln: University of Nebraska, 2012. – 112 p.
3. Raed, El Sarraf Steel-concrete composite bridge design guide [Текст] / Raed El Sarraf and other. – Wellington: NZ Transport Agency, 2013. – 252 p.

УДК 624.01

ВИКОРИСТАННЯ ЗВАРНОЇ СІТКИ ДЛЯ АРМУВАННЯ ЗГИНАНИХ КОМПЛЕКСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ

*Іванов Роман, ст. групи Буд-21, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Юрій Фамуляк, к.т.н., доцент, кафедра технології та
організації будівництва,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Доцільність використання виробів із ніздрюватих бетонів підтверджено низкою досліджень та виробничим досвідом у будівельній практиці України, Польщі, Німеччини та інших зарубіжних країн [1-3]. У багатьох країнах ніздрюваті бетони широко застосовують не лише у житловому, а й в промисловому будівництві. Найпопулярнішими серед ніздрюватих бетонів у будівництві є піно- та газобетони, що дають змогу знизити вартість житлового й промислового будівництва в декілька разів. Роль в'язучого для приготування ніздрюватих бетонів у більшості випадків виконує цемент.

Піно- чи газобетонні вироби використовують при муруванні перегородок зовнішніх та внутрішніх стін, теплоізоляції покрівель, горищ, підлоги, заповнення пустот, звукоізоляції залізобетонного перекриття [2]. Широке використання таких виробів зумовлене їх легкістю, певною дешевизною, достатніми тепло- та звукоізоляційними властивостями, екологічною безпекою; окрім того, такі вироби можна легко пиляти, свердлити, фрезерувати.

Піно- й газобетон, як і будь-які інші матеріали на основі цементу, з часом накопичують міцність. Їх вважають негорючими будівельними матеріалами. Наявність пор у таких бетонах забезпечує декілька важливих особливостей: низьку теплопровідність, малу вагу і простоту обробки.

За своїми несучими властивостями ніздрюваті бетони належать до крихких бетонів, тому без додаткових засобів, які би сприймали розтягувальні зусилля, їх важко використовувати як пролітні згинані конструкції, а без встановлення засобів, які би сприймали стискальні зусилля, – такі конструкції важко використовувати як центрально й позацентрово стиснуті конструктивні елементи, що має важливе значення в будівельній індустрії.

Застосування комплексних елементів із ніздрюватих бетонів, які б давали змогу в одному перерізі поєднувати легкість, тепло- та звукоізоляційні властивості ніздрюватих бетонів і міцнісні характеристики конструкційних легких бетонів, які додатково армуються, наприклад, не традиційною стрижневою металевою арматурою, а використовують інший тип армування (наприклад, гнучке чи жорстке армування біологічного чи органічного походження, різноманітні типи сіток, металевих і неметалевих, тощо) [4], вивчені й застосовують недостатньо, і тому їх не так широко використовують у будівельній практиці.

З метою вивчення роботи комплексних легкобетонних згинаних елементів із нетрадиційним армуванням у вигляді металевої зварної сітки та її впливу на міцність і несучу здатність були проведені експериментальні дослідження балкових зразків з різною схемою армування.

Для бетонування дослідних зразків використовували газобетон, що слугував серцевиною поперечного перерізу, та шлакобетон, з якого виконували зовнішню оболонку балкового зразка. Вибір шлакобетону як зовнішньої оболонки комплексного легкобетонного елемента зумовлений тим, що такий матеріал недорогий, із простою технологією приготування. Армування дослідних балок було виконано металевою зварною сіткою з розміром вічок 10×10 мм та діаметром дротин 2 мм. Металеву сітку втоплювали у шлакобетонну оболонку дослідного зразка.

Дослідження комплексних газошлакобетонних балкових зразків на згин виконували на дослідному стенді. Завантаження зразків проводилось двома зосередженими силами, прикладеними на верхній грані дослідного зразка. Балки опиралися на дві опори: рухому й нерухому. Навантаження створювали за допомогою гідравлічного домкрата. В процесі експериментальних досліджень відслідковували прогини та процес тріщиноутворення в дослідних зразках.

Висновки. На основі проведених експериментальних досліджень балок із ніздрюватих бетонів з нетрадиційним армуванням та їх аналізу можна дійти таких висновків:

1. У результаті проведення експериментальних досліджень було встановлено позитивний вплив армування зварною сіткою на роботу згинаних комплексних газошлакобетонних балок.

2. Комплексна газошлакобетонна балка з армуванням у вигляді U-подібного просторового каркаса з металевої зварної сітки з відгинами на 1/3 висоти газобетонного осереддя показала найкращі результати (на 16-45% збільшилися момент тріщиноутворення та руйнівне навантаження порівняно з комплексними балками з іншими схемами армування та на 53% порівняно з комплексною балкою без армування).

Наявність армування у вигляді U-подібного просторового каркасу зі зварної сітки позитивно впливає на несучу здатність комплексних згинаних легкобетонних конструкцій лише до певної межі.

Бібліографічний список

1. ДСТУ Б В.2.7-45:2010. Будівельні матеріали. бетони ніздрюваті. загальні технічні умови. На заміну ДСТУ Б В.2.7-45-96 ; чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 41 с.

2. Опекунов В. В. Пористі композиційні матеріали та їх використання у будівництві / В. В. Опекунов. – К. : Академія будівництва України, 2006. – 85 с.

3. Історія розвитку пінобетону [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-130-penobeton/2.htm>.

4. Патент України на корисну модель, u2016 13084 МПК E04C 5/02 (2006.01) МПК E04C 3/20 (2006.01). Прогінний комплексний легкобетонний елемент з тристороннім армуванням зварною сіткою / Фамуляк Ю.Є.; заявн. і патентовласник Львівський нац. аграр. ун-т – №115915, заявл. 21.12.2016;опубл. 25.04. 2017. Бюл. № 8.

УДК 666.972.7:539.4

МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПРИ ОДНОЦИКЛОВОМУ ЗНАКОЗМІННОМУ ТРИВАЛОМУ НАВАНТАЖЕННІ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

Ласкевич Анна, ст. групи ПЦБ-31, навчально-науковий інститут будівництва та архітектури, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Науковий керівник: Григорій Масюк, к.т.н., професор, кафедра промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне.

Виклад основного матеріалу. Для встановлення впливу знакозмінних навантажень на зміну міцності бетону було проведено випробування ряду призмових зразків із різних класів важкого, мілкозернистого і легкого бетонів звичайного твердіння С25/30...С35/40. Всі призми були виготовлені з анкерно-шарнірними пристроями, які дозволяють одні і ті ж зразки випробовувати на розтяг і стиск. У віці $\tau_1 = 8...28$ діб всі дослідні призмові зразки завантажувались одноцикловим знакозмінним тривалим навантаженням стиск-розтяг (ПСР) і розтяг-стиск (ПРС) $\tau_2 - \tau_1 = \tau_3 - \tau_2 = 30...60$ діб з початковими рівнями стискаючих і розтягуючих напружень $\eta_{\tau_1}^c = \frac{\sigma_c^l}{f_{ct\tau_1}} = \eta_{\tau_1}^t = \frac{\sigma_t^l}{f_{ct\tau_1}} = 0; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$. Після тривалого знакозмінного навантаження і розвантаження всі дослідні зразки були випробувані спочатку на центральний розтяг до розриву, а потім на центральний стиск до руйнування з заміром деформації за допомогою тензорезисторів і індикаторів годинникового типу.

Аналіз проведених досліджень показав, що одноциклове знакозмінне тривале навантаження частково підвищує міцність бетону на стиск і суттєво зменшує його опір розтягу, причому тим більше, чим вище рівень цих навантажень. Статистична обробка результатів досліджень залежностей $(\alpha_f - \eta_{\tau_1})$ показала наступні параметри: коефіцієнт кореляції $r = \pm 0,804...0,999$; $r/m_r = (9...3535) > 4$ – середня його достовірність.

Висновки. Змінна знака зусиль в стиснутій і розтягнутій зонах бетону має місце в попередньо напружених залізобетонних конструкціях і викликає зменшення їх тріщиностійкості і міцності бетону, що особливо небезпечно в будівлях з підвищеною агресивністю навколишнього середовища. Все це необхідно враховувати при розрахунках і проектуванні залізобетонних конструкцій, що підвищує їх надійність і довговічність.

Бібліографічний список

1. Бабич Є.М., Масюк Г.Х. Особливості опору бетону в залізобетонних елементах малоцикловим однозначним і знакозмінним навантаженням. Міжвідомчий наук.-техн. зб. Будівництво в сейсмічних районах України. НАБКІ, Київ 2004, вип. 60, с. 665-668.
2. Барашиков А.Я., Колякова В.М. Експериментально-теоретичні дослідження бетону при тривалих повторних навантаженнях. Вісник нац. унів. "Львівська політехніка", 2007. №600. с. 3-9.
3. Ющук О.В. Несуча здатність, тріщиностійкість і деформативність нерозрізних залізобетонних балок за дії малоциклових повторних і знакозмінних навантажень: дис. к. т. наук - 05.23.01, Рівне. НУВГП, 2021. с. 160.

УДК 725+72.01

НОВІТНІ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ВИРІШЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

*Лукач Анастасія, ст. групи Арх-21, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний природокористування,
Науковий керівник: Степан Пісьо, ст. викладач, кафедра архітектури,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Сучасна архітектура та будівництво постійно розвиваються, впроваджуючи новітні технології та матеріали для створення більш економних, екологічних та естетичних будівель і споруд [1]. Останні архітектурно-конструктивні рішення в будівництві і спорудах включають в себе використання сучасних матеріалів, таких як армована бетонна арматура, стінові панелі з високоякісних матеріалів, інноваційні технології утеплення будівель і забезпечення енергоефективності.

Також до новітніх рішень можна віднести використання інтелектуальних систем управління будівлями, зелене будівництво і конструкції з урахуванням екологічних аспектів.

Новітні архітектурно-конструктивні вирішення будівель і споруд є дуже різноманітними, ось декілька з них:

Використання сучасних матеріалів, таких як армована бетонна арматура, котра в будівлях і спорудах дозволяє звершувати більш надійні та міцні конструкції. Такі матеріали можуть бути використані для зміцнення фундаментів, колон, стрижнів і інших частин будівель, котрі можуть застосовуватися для підвищення стійкості будівель до можливих загроз, таких як землетруси та інші природні лиха.

Архітектурно-конструктивні рішення в будівництві можуть включати в себе використання сучасних матеріалів, таких як стінові панелі з високоякісних матеріалів, які мають такі важливі аспекти:

1. Ефективне ізоляційне покриття: використання високоякісних матеріалів для стінових панелей котрі забезпечують кращу теплоізоляцію і зменшують витрати енергії на опалення або кондиціювання приміщень [4].

Енергоефективність використання екологічних матеріалів - дерева, бамбука, солом, глиняних блоків та розумних систем керування енергоспоживанням, автоматизація освітлення, опалення, вентиляції в поєднанні з альтернативними джерелами енергії - сонячними панелями, вітряками, геотермальними тепловими насосами та рекуперацією енергії, відновлення тепла з відпрацьованого повітря та води.

2. Естетичний вигляд який надають сучасні матеріали будівлям, новочасної та стильності, що додають їй цінності та привабливості завдяки інноваційним конструкціям таким як 3D-друк будівель, швидким зведенням складних форм та зменшення відходів. Параметричні фасади адаптують до мінливих умов навколишнього середовища. Використання композитних матеріалів що забезпечують легкість, міцність та довговічність. Трансформовані простори такі як мобільні перегородки, змінюють функціональність приміщень.

3. Функціональність використання високоякісних матеріалів може забезпечити тривалий та надійний захист від погодних умов та часового фактору, що збільшить тривалість служби будівлі чи споруди.

Загалом, використання сучасних матеріалів для стінових панелей може значно покращити якість та ефективність будівельних та архітектурних рішень [2].

Використання інноваційних матеріалів та технологій в будівництві дозволяє підвищити енергоефективність будівель і споруд. Деякі з таких рішень включають в себе використання теплоізоляційних матеріалів, які допомагають утримувати тепло в приміщенні. Також до інноваційних технологій входять сонячні панелі для генерації власної електроенергії, енергоефективні вікна та двері, системи рециркуляції повітря та ефективне опалення та кондиціювання. Ці рішення не тільки допомагають знизити витрати на енергію, але й зменшують вплив будівництва на навколишнє середовище.

4. Інтелектуальні технології системи "розумний будинок", автоматизація та контроль за їх всіма порядками, використання яких системами управління будівлями вважається одним з новітніх рішень у будівельній галузі. Ці системи дозволяють оптимізувати роботу будівельних систем, енергоефективно використовувати ресурси, поліпшувати комфорт і безпеку мешканців, а також зменшувати витрати на утримання будівлі. Вони можуть включати в себе автоматизоване керування освітленням, опаленням, кондиціонуванням повітря, охоронно-пожежною сигналізацією, доступом до приміщень, а також моніторингу та управління споживання енергії. Зелене будівництво та конструкції стають все більш популярними в сучасному світі, оскільки люди все більше усвідомлюють важливість збереження навколишнього середовища. Деякі новітні рішення включають в себе використання енергоефективних матеріалів, які допомагають зменшити споживання енергії будівлею, встановлення сонячних панелей для генерації власної електроенергії, використання матеріалів з вторинної переробки, а також впровадження технологій для оптимізації використання води [3].

Ці інноваційні підходи допомагають знизити вплив будівництва на довкілля, зменшують викиди в атмосферу та знижують використання ресурсів.

Висновки. Ці та інші новітні рішення свідчать про те, що архітектура та будівництво постійно розвиваються, стаючи більш екологічними, енергоефективними, інтелектуальними та соціально відповідальними.

Бібліографічний список

1. Архітектура будівель і споруд. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/3625/1/ЗИС2-укр1.pdf> (дата звернення 20.04.2024).
2. Архітектурно-будівельні конструкції, будівлі та споруди у винаходах. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33758957.pdf> (дата звернення 20.04.2024).
3. Інноваційні технології в будівництві. URL: <https://realstroysevice.kiev.ua/ua/blog-ua/653-innovatsijni-tehnologiji-v-budivnitstvi-shcho-novogo-u-sviti-budivelnikh-materialiv> (дата звернення 20.04.2024).
4. Що таке енергоефективність і як її впроваджувати? URL: <https://ecoaction.org.ua/shcho-take-ee.html> (дата звернення 20.04.2024).

УДК 624.9

СПОРУДЖЕННЯ БУДІВЛІ ГОЛОВНОГО КОРПУСУ ЛНУ НА ВУЛ. УНІВЕРСИТЕТСЬКІЙ, 1, У м. ЛЬВОВІ

*Марунчак Мар'ян, ст. групи Буд-32, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування,
Науковий керівник: Олександр Гнатюк, к.т.н., доцент, кафедра будівельних
конструкцій, Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Колишній будинок Галицького сейму (тепер головний корпус Львівського національного університету імені Івана Франка) споруджений 1877-1881 роках за проектом архітектора Юліуша Гохбергера. Монументальна споруда сейму зведена у стилі історизму під впливом неоренесансної архітектури Відня другої половини ХІХ сторіччя. Virізняється багатством скульптурно-орнаментального оздоблення.

Ідея спорудження спеціальної будівлі для Галицького сейму Крайового виділу (виконавчий і керівний орган сейму, що діяв на підставі Крайового статуту для Галичини 1861 р.) визріла в процесі гострих дискусій польських політиків та австрійського уряду стосовно питання галицької автономії. Міжнародний конкурс архітектурних проектів на будівлю крайового парламенту Королівства Галичини і Володимирії було оголошено у червні 1875 р. переможцями конкурсу стали віденські зодчі. Комісія обрала проект директора львівського міського будівельного управління Юліуша Гохбергера на замовлення Крайового виділу, розроблений у 1876–1877 роках [1].

На місці, де сьогодні розташована будівля головного корпусу університету, містилось казино Йоганна Гехта, збудоване в кінці 18 століття. У 1877 році було прийнято рішення розібрати будівлю казино для будівництва крайового Парламенту. Будівельні роботи розпочалися у квітні 1878 року. В кінці вересня 1878 року провели урочисте закладання наріжного каменю будинку, а влітку 1881 року основні роботи з будівництва було завершено. 23 липня 1881 року будівлю освятили, а через два місяці в її стінах розпочала роботу сесія сейму. У 1906–1907 роках архітектор Альфред Каменобродський здійснив надбудову четвертого цокольного поверху і розширення будинку сейму (побудоване бічне крило зі сторони сучасної вул. Листопадового Чину).

Галицький сейм займав цю будівлю до 1914 р. У 1923 р., після перенесення в будинок сейму польського Університету ім. Яна Казимира, було проведено реконструкцію зали засідань, яка відтоді стала актовим залом університету. У 1950 році відбулося відновлення зруйнованого під час ІІ-ї світової війни актового залу.

Будівля розташована на ділянці складної форми, обмеженій вулицями Університетською, Січових Стрільців, Т. Костюшка і Листопадового Чину, навпроти парку ім. Івана Франка. Вона є архітектурною домінантою цього кварталу. Це складна триповерхова будівля, у плані наближена до п'ятикутника, з трьома внутрішніми подвір'ями, має високий цоколь і мансардний дах.

Головний фасад будівлі розділений карнизами, нижній поверх рустований. На верхній частині центрального ризаліту будівлі міститься скульптурна група (автор Теодор Ригер), на якій жіноча фігура, що символізує Галичину, простягла свої опікуючі руки над фігурами Вісли і Дністра, що символізують західну та східну частини Королівства Галичини та Володимирії. Крім того, Теодор Ригер був автором скульптурних груп, що розміщені перед головний входом до будівлі: "Праця" (жінка зі снопом та веретеном і хлопці з ягням та молотом) та "Освіта" (Мінерва зі смолоскипом і вінком та діти з книжкою). Статуї на фасаді, що символізують "Любов" і "Справедливість" – авторства Зигмунта Трембецького, "Правда" та "Віра" – Фелікса Мікульського. На бічних ризалітах розміщені по чотири леви зі щитами. Колись на щитах були герби найбільших міст Галичини: Львова, Кракова, Тарнова та Станиславова. Зигмунт Трембецький виконав скульптурні групи, розміщені перед входом до зали засідань — князів Мешка I та Володимира Великого (символізували хрестителів українців і поляків), а також короля Казимира III та князя Ярослава Мудрого. Під час Другої світової війни ці скульптури зникли. Сьогодні фронтон головного корпусу університету доповнює напис латиною: «Patriae decori civibus educandis» («Освічені громадяни є окрасою Батьківщини») [2].

Будівля з конструктивної точки зору - складна в плані, триповерхова з мансардою, горищем за підвалом. Стіни - цегляні з повнотілої керамічної цегли, фундаменти стрічкові з природного каменю на природній основі. Перекриття - горище по дерев'яних балках. Несучі конструкції даху - дерев'яні, рамні з поздовжніми вертикальними проміжними та гребневими стільцями, мауерлатами та системою крокв. Стійки - з двосторонніми підкосами на врубках. Конструкції світлового ліхтаря - сталеві рамні з прокатних профілів. Гідроізоляційний килим - у вигляді засклення з віконного скла на герметику. Декоративне скло світлопропускну частини ліхтаря в площині перекуття - матове кольорове по сталевих прокатних профілях [3].

Висновки. Проект та методи спорудження будівлі головного корпусу ЛНУ (Галицького сейму) у м. Львові були одним з найпрогресивніших технічних рішень свого часу, тому цей досвід необхідно вивчати сучасним інженерам.

Бібліографічний список

1. Історія Галицького крайового сейму, або як у Львові діяв найвищий законодавчий орган Галичини - Петро Радковець, Твоє місто. URL: https://tvoemisto.tv/blogs/galytskyu_seym_140037.html (дата звернення: 20.05.2024).

2. Будівля Галицького Сейму сьогодні: архітектура та її сутність — Ірина Харко, lviv.travel URL: <https://lviv.travel/ua/news/budivlia-galitskogo-seimu-sogodni-arkhitektura-ta-yiyi-sutnist> (дата звернення: 23.05.2024).

3. Технічні висновки за результатами віртуального обстеження несучих сталевих конструкцій та засклення світлового ліхтаря на даху будівлі ЛНУ по вул. Університетська, 1 у м. Львові: звіт по НДР (заключний); викон. І. І. Кархут; ФОП Кархут І. І., Львів, 2023. 18 с.

УДК 711.454:628.5

ІДЕЯ «МІСТА ДЛЯ ЛЮДИНИ» МЕТАМОРФОЗА ІНДУСТРІАЛЬНИХ МІСТ

*Марусяк Вікторія, ст. групи Арх-11, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування,
Науковий керівник: Степан Пісьо, ст. викладач, кафедра архітектури,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Метаморфоза індустріальних міст та ідея «Міста для людини» вказує на те, що сучасні міста мають бути спроектовані та організовані з урахуванням потреб та комфорту людей, які в них проживають. Це означає, що розвиток та трансформація індустріальних міст мають бути спрямовані на створення життєздатних та привабливих середовищ для мешканців [1].

Метаморфоза індустріальних міст може включати такі аспекти:

1. Реконструкція промислових зон, перетворення застарілих промислових об'єктів у житлові, комерційні або культурні простори, які відповідають потребам сучасного суспільства. Така концепція відома як «перепрофілювання промислових зон» або «індустріальна реконверсія». Вона передбачає перетворення застарілих або непрацездатних промислових об'єктів у нові, більш сучасні та функціональні простори, які можуть бути використані для житлових, комерційних, культурних або інших цілей, що відповідають потребам сучасного суспільства.

Це може включати реконструкцію старих заводів, фабрик, складів або інших промислових споруд у житлові комплекси, офісні центри, торгові площі, мистецькі центри, розважальні заклади, музеї або будь-які інші простори, які відповідають потребам та інтересам сучасного суспільства, є важливим стратегічним напрямком для розвитку міст та регіонів, оскільки це може сприяти відновленню економічної активності, покращенню якості життя мешканців та створенню нових можливостей для розвитку та інновацій.

2. Розвиток зелених зон та інфраструктури, такої як парки, сквери, велосипедні доріжки та інші зони відпочинку, є важливим для покращення якості життя мешканців. Створення парків та скверів включає в себе висадку дерев, квітників, лавочок, дитячих та спортивних майданчиків. Велосипедні доріжки сприяють розвитку здорового способу життя та зменшенню використання автомобілів. Крім того, створення зон відпочинку та розваг допомагає збільшити соціальну активність та сприяє

формуванню спільноти. Важливо також забезпечити належну інфраструктуру, яка б дозволяла мешканцям зручно та безпечно користуватися цими зонами.

3. Підвищення якості життя включає в себе забезпечення доступу до освіти, охорони здоров'я, культурних та спортивних закладів, а також інших соціальних послуг. Доступ до якісної освіти допомагає людям розвивати свій потенціал та здобувати нові знання. Охорона здоров'я забезпечує необхідну медичну допомогу та підтримку для збереження здоров'я та благополуччя. Культурні та спортивні заклади сприяють розвитку творчих та фізичних здібностей громадян, а також стимулюють культурну активність та спільноту. Інші соціальні послуги, такі як соціальна допомога, психологічна підтримка, доступ до культурних подій та розваг, також важливі для підтримки гармонійного та задоволеного життя громадян [2]. Забезпечення доступу до цих послуг сприяє покращенню якості життя та розвитку суспільства в цілому.

4. Створення сталого середовища, впровадження енергоефективних технологій, зелених ініціатив та інших заходів для зменшення впливу на навколишнє середовище. Такі заходи можуть бути різноманітними та охоплювати різні аспекти життя і діяльності людей. Ось кілька прикладів:

Впровадження енергоефективних технологій може включати в себе встановлення енергоефективних систем опалення та кондиціонування повітря, використання енергоефективних освітлювальних систем, а також впровадження відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна чи вітрова енергія.

Зелені ініціативи у містах можуть включати розвиток зелених зон та парків, створення вело та пішохідних доріжок, встановлення електрозаправних станцій для електромобілів, а також підтримку місцевого виробництва та споживання продуктів.

Сортування відходів, переробка та провадження систем сортування сміття і рециклінгу може допомогти зменшити кількість відходів, які потрапляють на сміттєзвалища, забезпечуючи повторне використання ресурсів.

Стимулювання екологічної мобільності може включати розвиток громадського транспорту, використання електромобілів шляхом надання знижок або інших переваг, а також розвиток інфраструктури для пішоходів та велосипедистів.

Освіта та інформування громадськості забезпечує належний рівень знань громадян щодо проблем забруднення навколишнього середовища та екологічної сталості, а також надає їм інструменти для здійснення своїх власних природозбережувальних дій.

Це лише декілька прикладів заходів, які можуть бути вжиті для створення сталого середовища. Комбінація різних заходів може бути найефективнішою для досягнення цієї мети. Ця ідея спрямована на те, щоб зробити міста більш людськими, зручними та привабливими для їх мешканців, сприяючи їхньому здоров'ю, щастю та розвитку.

Висновки. Отож, індустріальні міста, колись символ прибуткового розквіту, тепер наражаються з закономірністю адаптації до нових економічних, технологічних і соціальних викликів [3]. Ці ходи зводять не лише призвичаїти міста до новітніх реалій, але й обернути їхню визначну та культурний спадок. Це перетворення веде до перегляду їхньої функціональності та образу, відтіняючи увагу до гармонізації міського осередку з потребами мешканців і формуванням суспільного консенсусу. Загально визнано, що метаморфоза індустріальних міст вимагає комплексного підходу, це залучає збереження виробничої діяльності просторів, часткову зміну функціональної долі, а також повну зміну їх ролей з їх переосмисленням.

Бібліографічний список

1. Безлюбченко О, Завальний О, Черноносова Т, Плануванн і благоустрій міст. <https://core.ac.uk/download/pdf/11328791.pdf> (дата звернення 06.05.2024).
2. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Випуск 64. 2022 <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/267413/263296> (дата звернення 06.05.2024).
3. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Випуск 67. 2023 <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/295599/289261> (дата звернення 06.05.2024).

УДК 624.04

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЗУСИЛЬ У СТРИЖНЯХ ФЕРМИ ВІД МОДЕЛЮВАННЯ ЇЇ ВУЗЛІВ

*Михайляк Мар'ян, ст. групи Буд-52, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Юрій Боднар, к.т.н., доцент, кафедра будівельних
конструкцій,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. При розрахунку ферм методом скінченних елементів із застосуванням сучасних програмних засобів є можливість різного моделювання вузлових з'єднань елементів. При статичному розрахунку ферм класичними методами без застосування комп'ютерних засобів, як правило вважаємо, що стержні у вузлах ферми з'єднані шарнірно. Тоді при вузловому навантаженні у стержнях виникають лише поздовжні зусилля N . При жорсткому з'єднанні стержнів у вузлах у стержнях ферми виникають, крім поздовжньої сили також згинальні моменти M і поперечні сили Q і це призводить до зміни поздовжньої сили N .

Проведено дослідження перерозподілу зусиль у стержнях ферми при переході від шарнірних вузлів до жорстких. Моделювання здійснювалось у некомерційній версії LIRA-SAPR 2016 R5. Розглядалась ферма з паралельними поясами прольотом 11 м висотою 1.1 м та довжиною панелі 1.59 м. Стержні ферми із гнuto-зварних профілів квадратного перерізу. Сталь С245 із розрахунковим опором $R_y=240$ МПа. Нижній пояс 40x4, верхній - 80x4, стійки та розкоси - 40x4, найбільш навантажений приопорний розкіс - 50x4. Будемо проводити аналіз для рівномірно розподіленого по верхньому поясу навантаження рівного 10,24 кН/м.

Висновки. Із отриманих результатів можна зробити висновок, що для даної ферми моделювання вузлових з'єднань шарнірними чи жорсткими несуттєво позначається на зусиллях у стержнях та переміщеннях вузлів. Різниця по поздовжніх силах не перевищує 5,8%, а по вертикальних переміщеннях - 1,28%. Виняток по зусиллях складають зусилля у крайній стійці із різницею 13,1% та переміщення крайнього вузла із різницею 13,11%. Але слід зауважити, що зусилля у цьому стержні є незначним (7,2 кН при жорстких вузлах) порівняно із максимальними зусиллями у фермі (142,63 кН при жорстких вузлах). Переміщення вузла також є незначним і рівне 0,055 мм при максимальних переміщеннях 18,44 мм.

В подальшому будуть продовжені дослідження у напрямку вивчення урахування впливу певної податливості у вузлі на зусилля у стержнях.

УДК 332.141.4/.6

ПИТАННЯ ЕКОНОМІКИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА

*Павлова Наталія, ст. групи ПЦБ, будівельний факультет,
Київський національний університет будівництва і архітектури
Науковий керівник: Наталія Журавська, к.т.н., професор, кафедра ТЗНСтаОП,
Київський національний університет будівництва і архітектури*

Дефіцит енергетичного сектору України, пов'язаного з війною та терористичними атаками зі сторони Росії, впливає на енергетичний сектор України, європейську політику та брак фінансування в післявоєнний період. Україні варто розглядати зелені технології для відбудови при будівництві нових АЕС та міні АЕС, використання енергозберігаючих матеріалів в відбудові зруйнованих просторів, об'єктів, підприємств та помешкань [1].

Виклад основного матеріалу. Україна є активним учасником глобальної боротьби зі зміною клімату - учасник Кіотського протоколу та Паризької угоди, а українські вчені беруть участь в роботі МГЕЗК: 2021 р. Україна вперше взяла на себе міжнародне зобов'язання, з урахуванням оновлення НВВ, щодо реального скорочення викидів ПГ – з поточних 37,6...35 %, 1990-2030 р. або скорочення на 6,8 % у 2030 р. відносно 2019 р. Для Європейського зеленого курсу можливості та наслідки для України є можливості для зростання, враховуючи соціально-економічні, інвестиційні та інші поточні можливості, така ціль виглядає цілком прийнятною і досяжною, але обов'язково має бути переглянута в 2025 р [1-3].

Питання економіки природокористування по експлуатації об'єктів виробництва економічного аналізу і прогнозування, формалізація даних фактографічного матеріалу за п'ятирічний період (осереднені показники-критерії управління) здійснювали за вимогою механізму пасивного моніторингу (пріоритетний термін), а інформаційний контроль впроваджували – відповідно принципам інтегрального управління з врахуванням критеріїв управління оптимальних, одночасно, по декільком величинам. З економічної точки зору, новітні пасивні та інноваційні технології коштують на 15...30 % дорожче за своїх попередників, якщо це будівельні товари чи новітня побутова техніка та на 30...70 % дорожче, якщо це не дорогі товари до 3000 грн. Попри свою трохи підвищену ціну, такі товари зберігають мінімум в 1,5 рази більше тепла, до 8 разів менше використовують електроенергію, мають більш токсичний екологічний слід, який компенсується зменшенням викидів під час роботи електростанцій та видобутком продуктів горіння [3-5]. Такий підхід сприяє створенню здорового, безпечного, стійкого середовища для сучасних та майбутніх поколінь. Для збереження довкілля - це процес вжиття заходів для захисту

життя, здоров'я та добробуту людей, збереження природних ресурсів, екосистем, включає аспекти: заходи, спрямовані на запобігання та мінімізацію ризику виникнення небезпеки - природні катастрофи, епідемії, техногенні аварії; політики та програми, спрямовані на контроль та зменшення забруднення повітря, води та ґрунту, щоб забезпечити здорове життєве середовище для населення; розробка та впровадження стандартів безпеки будівель, інфраструктури та транспорту, створення безпечних громадських просторів для громадян; раціональне використання та відновлення природних ресурсів: вода, ліси та ґрунт, для забезпечення їхньої довгострокової доступності та збереження біорізноманіття; підвищення екологічної свідомості серед населення та освіта щодо важливості збереження навколишнього середовища та природних ресурсів. Що сприяє забезпеченню екологічної безпеки, в тому числі, дефіцит енергетичного сектору України, пов'язаного з війною та терористичними атаками зі сторони Росії, впливає на енергетичний сектор України, європейську політику та брак фінансування в післявоєнний період [2-5].

Висновки. Таким чином, для покращення екологічного стану територій в умовах урбанізації суспільства необхідним є залучення іноземних технологій та інвестицій за для української енергетики, та переходу за рахунок здешевлення виробництва ресурсів [4, 5] та зменшення фінансування громадян до економічно вигідного продажу ресурсів, провадження альтернативних зелених технологій дозволить зменшити податкове навантаження на громадян (зелена економіка), збільшити потік «зелених» тарифів та прогресивних систем оподаткування, при відбудові країни, з вимогою стратегії сталого розвитку - відіграють ключову роль у забезпеченні безпеки громадян і збереженні довкілля.

Бібліографічний список

1. Закон України «Про альтернативні джерела енергії». - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text> (Дата звернення 31.03.2024).
2. Паризька угода / Організації Об'єднаних Націй, 2015. — [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_161 (Дата звернення 20.05.24).
3. Європейський зелений курс: можливості та наслідки для України. – [Електронний ресурс]. – URL: https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Ukraine%20First/Ukraine%20NDC_July%2031.pdf. (Дата звернення 12.05.2024).
4. Zhuravska N. Avdykovich Y. Green building in post-war reconstruction: analysis and development of recommendations. SWorld Journal, 22-01, 2023. Bulgaria. С. 109-114. ISSN 2663-5712 DOI: 10.30888/2663-5712.
5. Sokolyuk K.V., Zhuravska N.Y. Use of energy-saving technologies for the protection of building materials against biodegradation64 Barborkowa konferencja Studenckich Kol Naukowich AGH Academia Gorniczo-Hutnicza im. Stanislaw Staszika w. Krakowia. Krakow, 7 grudnia 2023.

УДК 691.4

ВИДИ ЗВУКО- ТА ШУМОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Сулима Максим, ст. групи Буд-21, факультет будівництва та архітектури,
Львівський національний університет природокористування
Науковий керівник: Софія Бурчєня, к.т.н., доцент, кафедра технології та
організації будівництва,
Львівський національний університет природокористування*

Виклад основного матеріалу. Для захисту від шуму використовуються різні матеріали, що створюють перешкоду на його шляху. Принцип вибору матеріалів для захисту від сторонніх звуків залежить від поставленої задачі [1-4].

Схеми поглинання або придушення звуку. За ступенем жорсткості звукопоглинальні матеріали бувають: тверді, м'які, напівжорсткі.

- Тверді матеріали: виробляються на основі гранульованої мінеральної вати; матеріали, до складу яких входять пористі заповнювачі такі як пемза, спучений перліт, вермикуліт. Коефіцієнт звукопоглинання: 0,5. Об'ємна маса: 300-400 кг/м³.

- М'які звукопоглинальні матеріали виготовляються на основі мінеральної вати або скловолокна; а також вати, тощо. Коефіцієнт звукопоглинання: від 0,7 до 0,95. Об'ємна маса: до 70 кг/м³.

- Напівжорсткі матеріали - це мінераловатні або скловолокнисті плити, матеріали з пористою будовою - пінополіуретан і т. п. Коефіцієнт звукопоглинання: від 0,5 до 0,75. Об'ємна маса: від 80 до 130 кг/м³.

Для боротьби з ударним шумом застосовують пружні матеріали в основному із закритою комірчастою структурою. А з повітряним шумом справляються пористі або волокнисті, з високим коефіцієнтом звукопоглинання. Зі структурним шумом боротися можна з допомогою проміжного матеріалу для захисту стиків несучих елементів [4].

Шумоізоляція ударних шумів. Матеріали, які використовуються для ізоляції ударного шуму, звукову хвилю не поглинають, а відштовхують, змушуючи її втрачати енергію. Для ізоляції від ударного шуму використовують пористі матеріали з малим значенням динамічного модуля пружності, оскільки загасання звукової хвилі пояснюється тим, що звукова енергія витрачається на пружні деформації матеріалу.

Один з варіантів захисту від ударного шуму – укладання під «чистову підлогу» прокладок з звукоізоляційних матеріалів (плаваюча підлога). Однією з важливих порівняльних характеристик матеріалів, що захищають від ударного шуму, є індекс зниження приведенного рівня ударного шуму L_{nw} [4].

Висновки. Отже, як бачимо є різні види матеріалів, які можна використовувати для зниження шумоізоляції, а їх вибір і буде залежати від конструктивних та архітектурних особливостей конструктивного елемента та водночас від платоспроможності замовника.

Бібліографічний список

1. Звукоізоляція. Види шумів. Електронний ресурс: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. ДБН В 1.1 -31:2013 Захист територій будинків і споруд від шуму Київ: Мінрегіон України, 2014. 77 с [Чинний з 2014.01.06].
3. ДСТУ Б В.2.6-86:2009 Конструкції будинків і споруд. Звукоізоляція огорожувальних конструкцій. Методи оцінювання Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 29 с [Чинний з 2009. 30. 11].
4. Звукоізоляційні матеріали. Види звукоізоляційних матеріалів Електронний ресурс <https://stroyres.com.ua/zvuko>

УДК 624.15,624.19

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОЕКТУВАННЯ БОМБОСХОВИЩ

*Фабрика Богдан, ст. групи Бм-21-1,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

Науковий керівник: Юрій Фабрика, к.т.н., доцент, кафедра будівництва та енергоефективних споруд,, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Виклад основного матеріалу. Створення фортифікаційних споруд як найпростіших укриттів здійснюється без будівництва через зведення тимчасових споруд із бетонних та залізобетонних будівельних конструкцій (зокрема і тих, що були у використанні), габіонів та мішків з ґрунтом (піском), створення перекритих щілин у ґрунті, потребує наявності відповідних конструкцій та матеріалів, а також часу . Фортифікаційна споруда частково знижує ураження людей від вторинних чинників застосування ядерної зброї (світлового опромінення та повітряної ударної хвилі) та звичайної зброї (стрілецької, артилерійської, авіаційних бомб, гранат тощо). Вимог щодо проектування та будівництва фортифікаційних споруд немає, але ці споруди мають забезпечуватися: місцями для сидіння , ємностями з питною та технічною водою (за відсутності централізованого водопостачання); контейнерами для зберігання продуктів; що щільно закриваються (для неканалізованих приміщень); резервним штучним освітленням (електричними приладами та іншими джерелами енергії і

живлення тощо); засобами надання медичної допомоги; засобами зв'язку та оповіщення (телефоном, радіоприймачем); шанцевим інструментом.

Захисна споруда має захищатися від підтоплення і затоплення ґрунтовими, поверхневими, технологічними та стічними водами. Павільйони, навіси, відливи та інше обладнання, призначене для захисту входів і аварійних виходів від атмосферних опадів і поверхневих вод, мають утримуватися в належному технічному стані.

Гідроізоляція, дренаж і вимощення по периметру захисної споруди, а також водостічні труби мають утримуватися у справному стані та надійно захищати захисну споруду від негативного впливу атмосферних опадів, поверхневих і ґрунтових вод.

До захисних пристроїв, якими обладнуються сховища, належать захисно-герметичні та герметичні двері, віконниці (ставні), захисні секції, клапани-відтиначі, клапани надмірного тиску тощо. Захисні пристрої призначені для захисту осіб, що переходять в сховищах, від надмірного тиску повітряної ударної хвилі під час застосування звичайної зброї та засобів масового ураження .

Герметичність сховища досягається забезпеченням цілісності огорожувальних захисних конструкцій (покриттів, перекриттів, стін, перегородок, підлоги, фундаментів), місць з'єднання між ними, гідроізоляції, справності захисних пристроїв отворів входів і виходів, закладних деталей у місцях вводу комунікацій (водопроводу, опалення, каналізації, кабелів та іншого обладнання), противибухових пристроїв систем вентиляції, а також дотриманням у приміщеннях захисної споруди нормального температурно-вологісного режиму .

В укритті має бути мінімум 0,6 кв.м на 1 особу, хоча фахівці рекомендують збільшити цей показник хоча б до 1 кв.м на дитину, якщо йдеться про заклади освіти. Укриття має забезпечуватися не менше ніж двома евакуаційними виходами, один із яких може бути аварійним (якщо планується укриття в споруді подвійного призначення або найпростішому укритті місткістю менш як 50 осіб – у ньому допускається один евакуаційний вихід).

У не пристосованих спеціально під укриття приміщеннях варто використовувати для захисту металеві ставні чи бетонні блоки. Мішки з піском не дають достатнього захисту. Не варто розглядати як укриття приміщення з великою кількістю вікон, адже є загроза ураження дітей уламками скла. Звертати увагу треба на кімнати, що мають капітальні

стіни та мінімальні отвори. Навчальні аудиторії використовувати не рекомендується.

Висновки. Норми щодо забезпечення навчальних закладів укриттями з'явилися в законодавстві лише 2018 року, до того прямих вказівок у нормативних документах не було. Тому раніше захисні споруди передбачалися лише в закладах, розташованих у потенційно небезпечних регіонах – наприклад, поблизу атомних електростанцій.

У цьому разі вищезазначені об'єкти мають знаходитися на такій відстані від закладів освіти, що дозволяє провести організовану, безпечну та швидку евакуацію до них працівників та дітей у разі виникнення загрози (згідно з будівельними нормами — до 500 м, з урахуванням наявного досвіду організації захисту населення в умовах збройної агресії рф рекомендовано — до 100 м).

Двері до укриттів мають бути оснащені металевими конструкціями, щоб убезпечити від потрапляння сторонніх предметів і, як мінімум, від вибухової хвилі.

Якщо йдеться про використання інших господарських споруд як укриттів, то нормативом передбачено, що вони мають бути на відстані не більше 500 метрів від закладу освіти. Водночас експерти рекомендують (на основі практичного досвіду), що для навчальних закладів ця дистанція не має перевищувати 100 метрів.

Варто також брати до уваги, що більшій небезпеці підлягають заклади освіти, розташовані поряд з об'єктами військової, транспортної, стратегічної інфраструктури, хімічно небезпечними тощо. У цих закладах не рекомендується розпочинати очне навчання.

Бібліографічний список

1. Додаток до листа ДСНС від 14.06.2022 № 03-1870/162-2 «Рекомендації щодо організації укриття в об'єктах фонду захисних споруд цивільного захисту персоналу та дітей (учнів, студентів) закладів освіти».

2. Наказ Міністерства внутрішніх справ України 09 липня 2018 року № 579 «Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту».

3. Порядок створення, утримання фонду захисних споруд цивільного захисту та ведення його обліку, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 10 березня 2017 р. № 138.

4. ДБН В.2.2-4:2018. Заклади дошкільної освіти.

5. Кодекс Цивільного Захисту України. Стаття 32 «Укриття населення у фондї захисних споруд цивільного захисту».

6. ДБН В.2.2-5-97. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту.

УДК 624.155.12

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ПІД СТІНИ

*Фабрика Богдан, ст. групи Бм-21-1,
Винничук Андрій, магістр,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

Науковий керівник: Юрій Фабрика, к.т.н., доцент, кафедра будівництва та енергоефективних споруд,, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Виклад основного матеріалу. Під стіни будівель найчастіше застосовують стрічкові фундаменти неглибокого закладення, а в окремих випадках – пальові. Важливою позитивною рисою стрічкових пальових фундаментів є те, що вони надійні в роботі по передачі вертикального навантаження від стін на ґрунти основи. Разом з тим область використання пальових фундаментів у сучасному будівництві обмежена, адже вони мають певні вади, головна з них – висока вартість.

Одним з можливих способів залучення низького ростверка в ефективну роботу по передачі тиску на ґрунти є виконання безпосередньо під ним штучної подушки з сипучих мінеральних матеріалів (грубозернистого піску, піщано-гравійної суміші тощо), які в ущільненому стані добре сприймають навантаження і перерозподіляють його в своєму обширі

Подушка виконує основні функцій, а саме:

- замінює ґрунти зі змінними властивостями при можливому промерзанні на матеріал, який не має таких властивостей;
- підвищує опір тої частини основи, на яку безпосередньо передається вертикальний тиск через підшову ростверка.

Визначальним розрахунком системи “стрічковий пальовий фундамент з низьким ростверком, через підшову якого передається вертикальний тиск – основа” буде розрахунок методом деформацій. Нами запропонована така послідовність цього розрахунку:

- призначають частку вертикального навантаження для передачі через підшову ростверка;
- призначають матеріал для влаштування подушки і за даними ітераційних розрахунків визначають її розміри;
- для кожного варіанта з різними розмірами подушки визначають осідання ґрунту від передачі на нього тиску через підшову ростверка;
- приймають, що вертикальне перміщення взаємозв'язаних ростверка і паль буде однаковим;

- визначають опір можливих для застосування в кожному варіанті висячих паль при заданому переміщенні;
- знаходять потрібну відстань між осями паль з урахуванням нормативних вимог до цих відстаней;
- обчислюють вартість влаштування кожного розглянутого варіанта фундаменту та його основи;
- вибирають серед розглянутих найдешевший варіант за обчисленою вартістю.

З використанням розробленої методики масово розраховувались можливі до застосування при заданих типових умовах варіанти стрічкових пальових (традиційної конструкції та запропонованої з подушкою під ростверком) і фундаментів неглибокого закладання на природній основі. Складено за даними розрахунків стрічкових фундаментів при передачі на них вертикального навантаження від стін $F=300$ кН/м, що споруджуються на ділянках, де верхній шар ґрунту є суглинок м'якопластичний, який на глибині 4 м підстиляється шаром дрібнозернистого піску. Пальовий фундамент з подушкою під ростверком є проміжним за критерієм вартості між пальовим фундаментом і фундаментом неглибокого закладання, причому його вартість змінюється залежно від співвідношення тих частин навантаження, що передаються на ґрунт через ростверк (N_g) і через палі (N_p). При співвідношенні $N_g/N_p > 0.67$ вартість пальового фундаменту з подушкою під ростверком стає меншою за вартість інших варіантів. З викладеного випливає, що при належному конструктивному вирішенні стрічкові пальові фундаменти з подушкою під ростверком стають конкурентоздатними у порівнянні з іншими варіантами фундаментів традиційної конструкції.

Висновки. 1. Стрічкові фундаменти під стіни можуть мати багато конструктивних рішень, зокрема у вигляді фундаментів неглибокого закладання, пальових фундаментів, у тому числі з подушкою під ростверком.

2. Кожне конструктивне рішення має певні переваги і недоліки та свою область раціонального застосування залежно від ґрунтових умов та діючого навантаження.

3. Для оптимізації конструктивних рішень стрічкових фундаментів за певними критеріями необхідно промодельовувати особливості їх взаємодії з ґрунтами основи при діючому навантаженні, розглянути значну кількість варіантів, використовуючи при цьому ПЕОМ.

4. Стрічкові пальові фундаменти з подушкою під ростверком є проміжними за характером роботи між пальовими фундаментами

традиційної конструкції та фундаментами неглибокого закладення на штучній основі.

5. Перевагою таких фундаментів є те, що вони передають вертикальне навантаження частково через ростверк на ґрунти верхньої частини основи, а частково через палі на глибше залягаючи щільні ґрунти, тому їм властива невисока вартість та незначні деформації.

Бібліографічний список

1. Козачок Л.Д., Фабрика Ю.М. Метод регулювання напружено-деформованого стану основ паливних фундаментів //Вісник Сумськ. НАУ. Науково-метод. журнал. Серія «Будівництво», вип..8. – Суми, 2002. – С.93-98.

2. Козачок Л.Д., Шмиг Р.А. Вибір ресурсоекономного варіанта при проектуванні стрічкових паливних фундаментів //Ресурсоекономні матеріали конструкції, будівлі та споруди. Ч.1. – Рівне, 1996. – С.5.

УДК 691.88

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ УНІФІКОВАНИХ СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ОПАЛУБОК, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Шпирун Мар'ян, ст. групи Б-19-1,

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ*

Науковий керівник: Юрій Фабрика, к.т.н., доцент, кафедра будівництва та енергоефективних споруд,, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Виклад основного матеріалу. Монолітне будівництво з опалубкою стало одним з найбільш перспективних та ефективних методів в сучасній будівельній індустрії. Від висотних хмарочосів до житлових будинків, ця технологія знайшла широке застосування завдяки своїм перевагам у порівнянні з традиційними методами будівництва.

Однією з основних переваг монолітного будівництва є його висока міцність та довговічність. Завдяки однорідності бетонного блоку, отриманого внаслідок заливки бетону в опалубку, структура будівлі стає більш стійкою до руйнування та зношення, що робить її ідеальним вибором для будівель у землетрусних зонах.

Крім того, монолітне будівництво дозволяє реалізувати найбільш амбіційні архітектурні концепції. Опалубка дає можливість створювати складні форми та оригінальні конструкції, які були б складніше або навіть неможливо втілити з використанням інших методів будівництва.

У сучасному будівництві відбувається постійний розвиток технологій опалубки. Нові матеріали, такі як "сендвіч" -матеріали, розроблені для полегшення монтажу, підвищення міцності та тривалості опалубки. Такі інновації дозволяють підвищити ефективність будівництва та зменшити витрати ресурсів.

Наприклад, "сендвіч" - матеріали складаються з шару пенопропілену, облицьованого алюмінієвими листами та іншими матеріалами, що забезпечують їм велику міцність та стійкість до зовнішніх факторів. Це сприяє збільшенню кількості циклів використання опалубки та покращенню якості бетону, що є важливими факторами у будівництві.

Загалом, монолітне будівництво з опалубкою продовжує займати лідерські позиції в сучасній будівельній індустрії, завдяки своїм перевагам у міцності, ефективності та можливостям для творчого архітектурного вираження.

З'єднання між елементами опалубки мають бути міцними, щоб витримувати навантаження. Використання надійних кріпильних систем дозволяє досягти цього. Балкові та тунельні опалубки - це ще два поширених типи. Балки забезпечують міцність конструкції, а тунельні системи дозволяють одночасно опалублювати стіни та перекриття. Очищення та відновлення опалубки після завершення проектів допомагають збільшити її тривалість служби. На ринку представлено багато виробників опалубки, як зарубіжних, так і вітчизняних. Монтаж опалубки може виконуватися як вручну, так і за допомогою будівельного обладнання.

Висновки. Сучасне монолітне будівництво використовує опалубку з багатьма перевагами. Зокрема, це дозволяє прискорити процес будівництва, оскільки не потрібно чекати усадки для внутрішньої обробки. Будівлі мають більшу надійність, адже вони не складаються з окремих блоків, а мають поодинокі шви. Такий підхід також забезпечує тривалий термін експлуатації та підвищений захист від затоплення та сейсмічних навантажень.

Однак використання опалубкових систем має свої обмеження. Наприклад, монтаж можна виконувати тільки при певних температурах, і потрібно дотримуватися технології заливки бетону для забезпечення міцності будівлі. Крім того, часто доводиться проводити додаткові ізоляційні роботи для підвищення тепло- та звукоізоляції.

Крім того, за допомогою опалубкових систем можна будувати об'єкти різних розмірів і форм, від великих багатоповерхових будинків до малих садових споруд. Опалубка надає можливість створювати складні архітектурні форми та додаткові елементи, що важко досяжні за інших умов.

Проте, використання опалубкових систем потребує включення в план робіт процесів монтажу та демонтажу, що може збільшити витрати часу та ресурсів. Також, необхідно дотримуватися специфічних технологій заливки бетону та ущільнення, щоб забезпечити високу якість будівництва.

Бібліографічний список

1. Монолітне будівництво: технологія та переваги - М. Степаненко, В. Ковальов.
2. Опалубка в будівництві: вибір матеріалів та технологій - О. Іванов, І. Петров.
3. Інноваційні методи монолітного будівництва - Н. Гордієнко, І. Сидоренко.
4. Технологія будівництва з опалубкою: практичні аспекти та приклади - П. Литвиненко, О. Лисенко.
5. Сучасні тенденції у монолітному будівництві - Р. Шевченко, І. Кравченко.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТИПОВОГО 5-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ 60-Х РОКІВ ХХ СТ.

*Богач Анастасія, ст. групи АР-43,
Національний університет «Львівська політехніка»
Науковий керівник: Володимир Баб'як, к.арх, доцент,
Національний університет «Львівська політехніка»*

У сучасному світі, де зростають екологічні проблеми та соціальні виклики, питання ефективного використання наявних ресурсів та покращення умов проживання населення стають надзвичайно актуальними. Однією зі складних завдань є оновлення та реконструкція застарілих житлових будівель, збереження їх історичного та культурного значення, а також створення комфортного простору для сучасних потреб.

Виклад основного матеріалу. У рамках проекту запропоновано реконструкцію типового 5-поверхового житлового будинку 60-х років ХХ століття, розташованого у місті Львові. Основною метою проекту є не лише збереження існуючої будівлі, а й створення додаткового простору для проживання несімейної молоді та несімейних трудових мігрантів.

Реконструкція будинку передбачає комплекс заходів з удосконалення існуючих умов проживання, зокрема, підсилення конструкції, встановлення ліфтів, утеплення фасадів, а також надбудову двох поверхів. Такий підхід дозволить не лише продовжити термін експлуатації будівлі, а й створить комфортні умови для її мешканців.

Згідно з проектом, планується влаштування збільшення площі існуючих квартир за рахунок прибудови з обох довших сторін будинку та добудова двох мансардних поверхів для несімейної молоді (студентів, випускників дитячих будинків) чи несімейних трудових мігрантів.

Також передбачено створення підземного паркінгу для мешканців будинку, який також може використовуватися як укриття. Додатково планується влаштувати приквартирні дворики для більшості квартир на 1 поверсі та зони відпочинку і розваг для жителів на міжбудинковій території.

Загальний опис будівлі: Кількість поверхів - 7 поверхів; Кількість під'їздів - 4; Тип будівлі - секційний; Висота поверху - 2,8 м. (в світлі 2,5 м.); Розрахункова кількість мешканців – 181 осіб;

Реконструкція будівлі передбачає собою: підсилення конструкції; влаштування ліфтів; влаштування лоджій у кожному квартиру; перепланування кожної квартири; утеплення фасадів; надбудову 2-х поверхів; створення зелених зон на дахах; створення балконів при квартирах створення приквартирних двориків для квартир 1-го поверху

Об'єм будівлі візуально поділяється на 4 секції за рахунок прибудованих лоджій та розділення під'їздів на 7 поверсі зеленими зонами. При цьому інсоляція у будинку забезпечується за рахунок зменшення

виступаючих балконів та орієнтацією довгих сторін будівлі на схід та захід.

Щодо внутрішньої частини, то добудова лоджій та змінення планування дало можливість збільшити площі усіх кімнат за рахунок винесення кухні та вітальні у зону лоджій. Збільшення кількості санвузлів з одного до двох (гостьовий та загальний), створення місця для зберігання речей та гардеробу при кожній спальні є неабиякими плюсами у переплануванні квартир.

Проект передбачає розробку інтер'єру дворівневого коворкінгу для 7 осіб. Дана квартира поділена на 2 основні зони: загального та приватного користування. До зон загального користування входять: вітальня-переговорна, ігрова кімната, санвузли, кухня та зелений дворик на 7 поверсі. Такі приміщення як спальні кімнати та гардеробні - приватного користування.

У проекті також передбачено квартири-студії, одно-, дво-, трьохкімнатні квартири та квартири з покращеним рівнем комфорту. Всі квартири на шостому та сьомому поверхах, що будуть додані, також розділені на 2 групи: муніципальні дотаційні орендні помешкання в мансарді-надбудові для несімейної молоді (студентів, випускників дитячих будинків) чи несімейних трудових мігрантів та квартири з підвищеним рівнем комфорту.

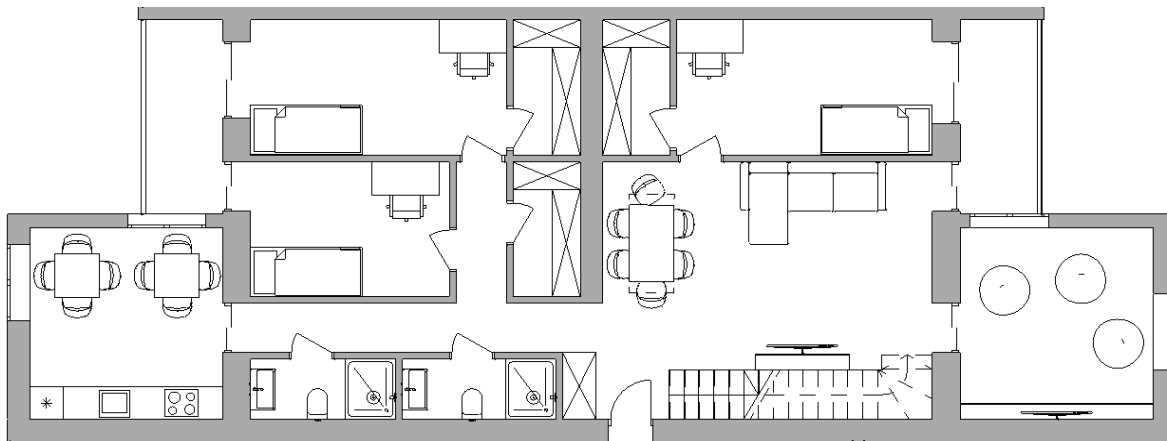


Рис. 1. План 1 поверху дворівневого коворкінгу (6 поверх будівлі)

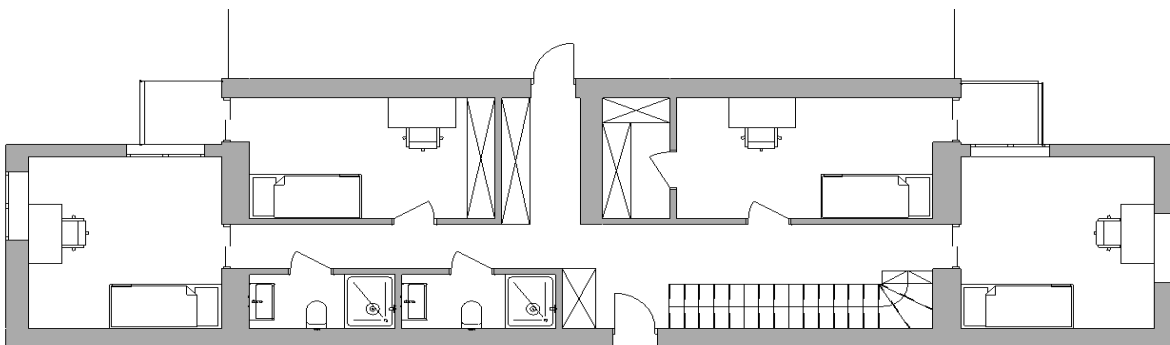


Рис. 2. План 2 поверху дворівневого коворкінгу (7 поверх будівлі)

Схема надбудованої та прибудованої частини будівлі вирішена каркасом, на який буде припадати усе навантаження від добудованих елементів.

Існуюча сходові клітка вирізатиметься без пошкодження існуючих стінових блоків. На місце вирізаної частини також буде встановлено залізобетонний каркас для побудови нової конструкції та влаштування ліфта на всі поверхи будівлі.

Влаштування одноповерхового підземного паркінга буде виконано із залізобетонного каркасу, але так як існуючий фундамент будівлі по нижній відмітці є нижчий ніж плановий паркінг, то задля збереження цілісності існуючої конструкції та уникнення зсуву додатково буде встановлено стінку із шпунта Ларсена.

Висновок. У світлі зростаючих вимог до сталого розвитку міст та підвищеної уваги до соціальних потреб населення, проект реконструкції типового житлового будинку 60-х років ХХ століття у місті Львові є не лише актуальним, але й необхідним. Розглядаючи проблему недостатньої кількості житла для молоді та трудових мігрантів, а також потребу у модернізації застарілих будівель, цей проект вирішує дві важливі соціально-економічні проблеми сучасного міста.

Бібліографічний список

1. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802.
2. ДБН Б.2.2-5:2011 Благоустрій територій (зі Змінами Зміна №1 чинна з 01.10.2018) [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033.
3. ДБН В.2.2-5-97 Захисні споруди цивільної оборони. Будинки і споруди. [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-390>.
4. ДБН В.2.3-15:2007 Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-368>.
5. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-199>.
6. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_2_40/1-1-0-1832.

ЗМІСТ

Cuber N. Zastosowanie gazobetonu w konstrukcji przegród zewnętrznych w budynku przemysłowym	3
Góralczyk A., Golowska A. Innowacyjny system łączenia fundamentów bezpośrednich z konstrukcjami cementogruntowymi	5
Безпалько В. Штучний інтелект у будівництві	6
Бойко Д. Необхідність використання комп'ютерних технологій у проектуванні	8
Буткевич Д., Косік І., Потапчук О. Проектування залізобетонних конструкцій протирадіаційного укриття	9
Ващук Т. Використання 3D-друку в будівництві	12
Головчук М. Новочасна архітектура сучасного суспільства	14
Грицевич С. Захист будівельних конструкцій при пожежі за допомогою ніздрюватих бетонів	17
Гусаренко-Барський П., Гусаренко-Барська Р., Гусаренко-Барська Є. Вплив воєнних дій в Україні на стан зрошення: виклики та рішення	19
Гуцуляк М. Обґрунтування вибору стінового матеріалу для житлового будинку	21
Жмурко Р. Мінерально-органічний матеріал для ремонту і відновлення будівельних конструкцій	24
Іванов Р. Використання зварної сітки для армування згинаних комплексних елементів з ніздрюватих бетонів	26
Ласкевич А. Міцність бетону при одноцикловому знакозмінному тривалому навантаженні різної інтенсивності	28
Лукач А. Новітні архітектурно-конструктивні вирішення будівель і споруд	29
Марунчак М. Спорудження будівлі головного корпусу ЛНУ на вул. Університетській, 1, у м. Львові	31
Марусяк В. Ідея «міста для людини» метаморфоза індустріальних міст	33
Михайляк М. Залежність зусиль у стрижнях ферми від моделювання її вузлів	36

Павлова Н. Питання економіки природокористування в умовах урбанізації суспільства	37
Сулима М. Види звуко- та шумоізоляційних матеріалів	39
Фабрика Б. Аналіз сучасних підходів до проектування бомбосховищ	40
Фабрика Б., Винничук А. Оптимізація конструктивних рішень залізобетонних пальових фундаментів під стіни	43
Шпирун М. Обґрунтування раціонального застосування уніфікованих сучасних конструкцій опалубок, Їх класифікація	45
Богач А. Реконструкція типового 5-поверхового житлового будинку 60-х років ХХ ст.	47

*I Міжнародна науково-технічна студентська конференція
«Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектура села»*

I МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА СТУДЕНТСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ

**ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
І КОНСТРУКЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ
ТА АРХІТЕКТУРА СЕЛА**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

4-5 червня, 2024 року
Дубляни, ЛНУП

Підписано до друку 25.05.2024. формат 60×84/16.
Папір офіс. Друк на різнографі. Обл.-вид. арк. 5,52.
Ум. друк. арк. 6,56. Наклад 100. Зам. 956

Віддруковано ПП «Арал»
м. Львів, вул. О. Степанівни, 49
Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької діяльності
№ 13135 від 09.02.1998 р.