УДК 697.7; 697.9

Ю. М. Македон
В. В. Швець

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА МОДУЛЬНИХ ШВИДКОЗБІРНИХ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто напрями вдосконалення технології зведення модульних швидкозбірних малоповерхових будівель з урахуванням можливості подальшої трансформації житла. Узагальнено принципи модульності, уніфікації, вільного планування та резервування ресурсів. Запропоновано узгоджувати заводське виготовлення, транспортування, підготовку основи та монтаж модулів. Визначено значення розбірних з'єднань, безперервності теплоізоляційного контуру й доступності інженерних мереж для експлуатації та розвитку будинку.

Ключові слова: модульне будівництво, швидкозбірні будівлі, малоповерхове житло, заводська готовність, монтаж, трансформація.

Abstract

The paper examines ways to improve the construction of rapidly assembled low-rise modular buildings while allowing for future housing transformation. The principles of modularity, standardisation, flexible layouts and resource reservation are summarised. The proposed approach coordinates factory production, transportation, foundation preparation and module assembly. Demountable connections, continuous thermal insulation and accessible building services are identified as key factors in the operation and future expansion of a building.

Keywords: modular construction, rapidly assembled buildings, low-rise housing, factory completion, assembly, transformation.

Вступ

Потреба у швидкому створенні житлового простору та його пристосуванні до змін складу родини зумовлює інтерес до індустріальних методів будівництва. Для малоповерхових будівель перспективним є використання модулів заводського виготовлення, які об'єднуються у функціонально завершений об'єкт. Водночас швидкість монтажу окремих блоків не визначає тривалості всього будівельного процесу: результат залежить також від підготовки ділянки, влаштування фундаментів, логістики, виконання стиків і підключення інженерних мереж.

Мета дослідження — визначити напрями вдосконалення технології будівництва модульних швидкозбірних малоповерхових будівель на основі узагальнення принципів трансформації житла та конструктивних рішень блок-модулів. Використано методи аналізу проєктного досвіду, порівняння будівельних систем і систематизації технологічних вимог. Дослідження має аналітичний характер.

Основна частина

У першому розділі дослідження трансформацію житла розглянуто як зміну його просторової організації відповідно до потреб мешканців. Виділено довготривалі, короткочасні та сезонні перетворення. Для модульного малоповерхового будівництва це означає можливість зміни внутрішнього зонування, приєднання додаткових блоків і пристосування окремих просторів до нового використання. Теоретичною основою такого підходу є розмежування стабільної конструктивної основи та змінного заповнення [1], а також розгляд можливостей і обмежень гнучкого житла [2].

Другий розділ дозволив узагальнити п'ять взаємопов'язаних принципів: модульність секцій, вільне планування, поетапне зростання будинку, уніфікація конструктивних та інженерних елементів, резервування ресурсів. Їх технологічне значення полягає у завчасному узгодженні варіантів компонування з типорозмірами блоків і вузлами сполучення. Подальше розширення має бути передбачене проєктом, оскільки приєднання модуля змінює умови роботи конструкцій, огороджень та інженерних систем.

За матеріалами третього розділу розглянуто каркасні й панельні рішення, дерев'яні та сталеві несучі системи, багатошарові огородження, СІП- і сендвіч-панелі. При цьому поелементне складання панельного будинку та монтаж об'ємних блок-модулів доцільно розрізняти: вони мають різний сту-

пінь заводської готовності, транспортні обмеження і склад операцій на майданчику. Вибір системи необхідно пов'язувати з умовами конкретного об'єкта, а не лише з тривалістю встановлення основних конструкцій [3, 4].

Основним напрямом удосконалення пропонується вважати перенесення повторюваних операцій у контрольовані заводські умови з одночасним узгодженням їх із монтажною послідовністю. До відвантаження слід перевіряти геометрію блоків, комплектність кріплень, готовність огороджень і доступність місць підключення мереж. Підготовку ділянки та виготовлення модулів можна організовувати паралельно після погодження проєктних параметрів. Це створює передумови для скорочення робіт на майданчику, але потребує узгодженого графіка постачання.

Запропоновані напрями вдосконалення та умови їх реалізації систематизовано в таблиці 1. Очікувані результати наведено якісно, оскільки в матеріалах практики відсутнє порівняльне хронометрування технологічних процесів.

Таблиця 1 — Напрями вдосконалення технології модульного будівництва

Напрям	Технологічне рішення	Очікуваний результат
Заводська готовність	Попереднє складання й перевірка комплектності блоків	Зменшення обсягу доробок на майданчику
Уніфікація з'єднань	Узгоджені вузли кріплення, допуски та монтажні позначення	Спрощення стикування і контролю монтажу
Організація постачання	Узгодження габаритів, маси, маршруту та черговості доставки	Зменшення повторного переміщення блоків
Підготовка фундаментів	Вибір за ґрунтовими умовами та перевірка опорних відміток	Точність встановлення й передачі навантажень
Якість огороджень	Безперервна теплоізоляція та герметизація міжмодульних стиків	Обмеження тепловтрат і зволоження
Подальша трансформація	Доступні розбірні вузли та передбачені точки підключення мереж	Можливість заміни або приєднання модулів

Важливим етапом є вибір фундаментів. У практиці порівнюються стрічкові, плитні та гвинтові пальові рішення. Їх застосовність необхідно встановлювати за результатами інженерно-геологічних вишукувань і розрахунку спільної роботи основи та будівлі. Невелика маса модулів не усуває потреби перевіряти осідання, деформації та стійкість. Для будинку з перспективою розширення потрібно визначити схему спирання нових блоків і можливі відмінності переміщень існуючої та добудованої частин.

Монтажні з'єднання мають забезпечувати передачу зусиль між модулями й зберігати доступність для огляду. За передбаченого демонтажу доцільно застосовувати розбірні механічні кріплення, розташування яких узгоджується з огородженнями та оздобленням. Просторову жорсткість слід перевіряти як для завершеного будинку, так і для проміжних монтажних станів. Окремої уваги потребують місця стропування та робота блоків під час підіймання і транспортування [3].

Для сталевих каркасів та міжмодульних стиків істотне значення має обмеження теплопровідних включень. Теплоізоляційний, повітронепроникний і водозахисний шари необхідно узгоджувати в місцях сполучення стін, підлоги та покриття. Інженерні мережі доцільно розміщувати у доступних каналах або технічних зонах, передбачаючи можливість огляду, ремонту й підключення додаткового обладнання. Заводська готовність сама по собі не гарантує енергоефективності: визначальними є характеристики всієї огороджувальної системи та якість її складання.

Технологічний процес пропонується організовувати як послідовність узгодження модульної схеми, заводського виготовлення і підготовки ділянки, доставки, встановлення та закріплення блоків, герметизації стиків, підключення мереж і приймального контролю. Можливість майбутньої трансформації необхідно враховувати на кожному етапі. Для оцінювання варіантів доцільно зіставляти загальну тривалість робіт, трудомісткість на майданчику, транспортні витрати, обсяг доробок і ремонтопридатність.

Висновки

Узагальнення трьох розділів дозволило визначити напрями вдосконалення модульного швидкозбірного малоповерхового будівництва: підвищення заводської готовності, уніфікацію з’єднань, узгодження логістики з монтажем, обґрунтований вибір фундаментів і забезпечення якості міжмодульних стиків. Поєднання цих рішень із резервуванням простору та інженерних можливостей створює передумови для подальшого розвитку будинку. Практичне значення результатів полягає у формуванні вимог до технології зведення адаптивного модульного житла. Кількісне підтвердження скорочення строків і вартості потребує розроблення технологічних карт, календарних графіків та порівняльних розрахунків для конкретного об’єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Habraken N. J. Supports: An Alternative to Mass Housing / translated by B. Valkenburg. London : Architectural Press, 1972.
2. Schneider T., Till J. Flexible housing: opportunities and limits. arq: Architectural Research Quarterly. 2005. Vol. 9, no. 2. P. 157–166. DOI: 10.1017/S1359135505000199.
3. Lawson M., Ogden R., Goodier C. Design in Modular Construction. Boca Raton : CRC Press, 2014. 280 p.
4. Smith R. E. Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction. Hoboken : John Wiley & Sons, 2010. 384 p.

Македон Юрій Миколайович – студент 2-го курсу магістратури, група Б-25м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, kalashVE@gmail.com

Швець Віталій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua

Makedon Yurii – 2nd year master's student, group 1B-25m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, kalashVE@gmail.com

Shvets Vitaliy – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: v.shvets@vntu.edu.ua