

УДК 691

СУЧАСНЕ ШВИДКОМОНТОВАНЕ СТАЛЕВЕ БУДІВНИЦТВО : ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Лосєв М. І.¹, магістр-науковець, Кислиця Л. В.², канд. техн. наук, доц.,

Білоконь А. І.³, докт. техн. наук, проф.

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Українського державного університету науки і технологій

² lina_kalnysh@ukr.net, ³ belokon0604@gmail.com

Постановка проблеми. Україна, внаслідок бойових дій, втратила більшу кількість виробничих площ, і для поновлення цієї складової, швидкокомантоване сталеве будівництво безперечно є пріоритетним напрямком, що обумовлює актуальність та важливість дослідження.

Сучасні сталеві швидкокомантовані конструкції дають змогу створювати ефективні, економічні та екологічно стійкі будівлі, що відповідають світовим стандартам енергоефективності. У тому числі висока якість зовнішнього огороження, яке використовується в цих будівлях, є запорукою для досягнення енергоефективності, відповідності нормам сталого будівництва. Крім того, будівництво із високоміцних сталевих виробів забезпечує ефективне використання сталі в будівництві, а сучасні технології та оптимальне проектування зведення будівель, забезпечує високі стандарти сталого будівництва, включно з енергоефективністю та безпечною експлуатацією відповідності нормам безпеки та якості. Відповідно, сталеве будівництво з використанням високоміцних швидкокомантованих конструкцій сприяє зменшенню витрат та підвищенню продуктивності монтажу та контролю якості каркасів будівель. Використання нових технологій в сталевому будівництві, таких як комплексність і висока якість збирання попередньо виготовлених елементів, теж сприяє швидкому та ефективному монтажу і забезпечує кращу якість кінцевого результату, створюючи умови продуктивного середовища співпраці між усіма учасниками процесу. В цілому, швидкокомантоване сталеве будівництво сприяє підвищенню енергоефективності будівель забезпечує баланс між економічною доцільністю та економічною ефективністю.

У підсумку, технологія зведення металевих будівель із використанням швидкокомантованих конструкцій підвищує ефективність сталевих будівництва, мінімізує ризики в процесі зведення конструкцій, забезпечує якість, довговічність, стійкість та безпеку експлуатації конструкцій на довготривалий час.

Мета дослідження: Визначити основні тенденції та перспективи в галузі промислового сталевих будівництва. З цією метою автори визначили ряд важливих задач:

1. Проаналізувати найкращі практики в світовому сталевому будівництві та узагальнити і впорядкувати структуру знань з проектування зведення сталевих конструкцій промислових будівель;

2. Визначити основні тенденції, перспективи розвитку сталевих будівництва з використанням швидко вмонтованих каркасних конструкцій.

3. Визначити регіональні особливості, тенденції та перспективи розвитку сталевих будівництва для сприяння впровадженню передових технологій монтажу сталевих конструкцій в промисловому будівництві

На основі аналізу, узагальнень і впорядкування наукових робіт за темою дослідження, визначено предметна область в галузі сталевих будівництва і основні напрямки досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Предметна область досліджень в галузі сталевих будівництва

Напрямки досліджень	Наукові праці
Приклади і аналіз кращих практик в галузі сталевих будівництва	[1]
Інтеграція і оптимізація процесів зведення швидкокомтованих сталевих промислових будівель	[1]; [2]; [6]; [15]
Дослідження структури витрат сталевих будівель і альтернативних проектів каркасного будівництва	[3]
Покращення ефективності та безпечної практики монтажу сталевих швидкокомтованих каркасів будівель	[4]; [5]; [7]
Інтегроване проектування сталевих каркасів на основі BIM-технологій	[8]; [10]
Підвищення цифровізації, побудова віртуальної моделі (фізичної, поведінкової)	[11]
Дослідження механічних і геометричних властивостей сталевих конструкцій (з'єднань, балок, рам)	[9]
Порівняльний аналіз будівництва збірних систем швидкокомтованих металевих будівель (ШМБ) з традиційним сталевим будівництвом (ТСБ)	[12]; [13]; [14]

Результати наукових робіт за темою **дослідження** дозволили сформулювати основні тенденції та перспективи розвитку сталевих будівництва (табл. 2).

Таблиця 2

Основні тенденції та перспективи сталевих будівництва

Переваги	Проблемні моменти	Концептуальні напрями розвитку*
• Підвищення енергоефективності • Стійкості • Поліпшення співпраці учасників будівельного процесу • Забезпечення ефективності використання сталі в будівництві • Забезпечення оптимального проектування • Зменшення витрат і підвищення продуктивності • Ефективність, екологічність, економічність будівництва • Забезпечення якості	• Визначення оптимальних параметрів з'єднань для забезпечення ефективності конструкції • Необхідність вдосконалення методів розрахунку • Існування декілька невідповідностей розрахункових і реальних характеристик конструкцій і з'єднань, що вказує на необхідність вдосконалення деяких методів розрахунку [9] • Комплексне використання BIM-	• Оптимізація простору • Швидкість будівництва • Доступ і безпека • Гнучкість використання та простору • Екологічні показники • Стандартизація компонентів • Спеціалізована інфраструктура • Сталість • Закінчення терміну експлуатації та повторне використання • Інтеграція послуг • Ландшафтний дизайн • Естетика та візуальний вплив • Теплові характеристики та повітронепроник-

довговічності та безпечного результата • Високий рівень стандартизації • Високий рівень безпеки та надійності конструкцій • Мінімізація ризиків • Високий рівень координації співпраці • Забезпечення комплексного проектування на всіх етапах будівництва	технологій з розрахунковими програмами, забезпечує більш точне і загальне проектування збірної конструкції	ність • Акустична ізоляція • Атмосферостійкість • Розрахунковий термін служби
---	---	--

Фактори, рекомендовано враховувати при концептуальному проектуванні проектів [1]

Висновки. Вирішено завдання оцінки важливості визначальних характерних ознак сталевих будівель, які переважно враховувати при розробці концепції регіонального розвитку промислового будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. P. M. Londhe et al. A comparative analysis of conventional steel building and pre-engineered building systems: a case study approach. *E3S Wb of Conferences*. 2024. Vol. 559. Pp. 1–12. 04030. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455904030> (дата звернення: 21.03.2025)
2. He R., Zhang Z., Li J. Experimental study on bolt-spliced prefabricated steel frame beams. *Advances in Civil Engineering*. 2020. Vol. 2020. Pp. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1155/2020/6191475> (дата звернення: 21.03.2025).
3. Jaskowski P., Biruk S., Krzeminski M. Synchronizing production of precast elements with on-site erection. *Archives of Civil Engineering*. 2024. Pp. 607–618. URL: <https://doi.org/10.24425/ace.2024.151005> (дата звернення: 21.03.2025).
4. Liu Z., Lin S. Digital twin model and its establishment method for steel structure construction processes. *Buildings*. 2024. Vol. 14, № 4. Pp. 1–17. 1043. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings14041043> (дата звернення: 21.03.2025).
5. Renner A., Karatas A., Videan B. Innovative design and execution model for improving productivity of interior prefabricated commercial wall assemblies. *Buildings*. 2022. Vol. 13, № 1. Pp. 1–20. 68. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13010068> (дата звернення: 21.03.2025).
6. P. Wang et. Research on integrated design of prefabricated steel frame structures based on BIM technology with a focus on structural safety. *Buildings*. 2024. Vol. 14, № 8. Pp. 1–20. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings14082341> (дата звернення: 21.03.2025).
7. Shahzad W., Mbachu J., Domingo N. Marginal productivity gained through prefabrication : case studies of building projects in auckland. *Buildings*. 2015. Vol. 5, № 1. Pp. 196–208. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings5010196> (дата звернення: 21.03.2025)
8. Yoo M., Kim J., Choi C. Effects of bim-based construction of prefabricated steel framework from the perspective of smes. *Applied sciences*. 2019. Vol. 9, № 9. Pp. 1–21. URL: <https://doi.org/10.3390/app9091732> (дата звернення: 21.03.2025).
9. Ran He, Zaihua Zhang, Jingchao Li. Експериментальне дослідження з'єднаних болтами збірних сталевих каркасних балок. Гобокен : Wiley. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/6191475>

10. Mooyoung Yoo, Jaejun Kim, Changsik Choi. Вплив будівництва збірних сталевих каркасів на основі BIM з точки зору МСП. Базель : MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/9/1732>

11. Zhansheng Liu, Sen Lin. Модель цифрових двійників та метод її створення для процесів будівництва сталевих конструкцій. Базель: MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/4/1043>

12. Londhe Pratik M., Ambekar Rohan Vilas, Dhumal Priyanka R., Chipade Amar M. Порівняльний аналіз традиційних сталевих будівель і готових будівельних систем: підхід із прикладного дослідження». Лез-Юліс : EDP Sciences. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/89/e3sconf_icstce2024_04030.pdf

13. Andrew Renner, Aslihan Karatas, Benjamin Videan. Інноваційна модель дизайну та виконання для підвищення продуктивності внутрішніх збірних комерційних стінових конструкцій. Базель: MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/1/68>

14. Wajiha Shahzad, Jasper Mbachu, Niluka Domingo. Гранична продуктивність, досягнута завдяки заводському виготовленню : тематичні дослідження будівельних проектів в Окленді. Базель : MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/5/1/196>

15. Piotr Jaskowski, Sławomir Biruk, Michał Krzeminski. Синхронізація виробництва збірних елементів із монтажем на місці. Варшава : Польська академія наук. URL: https://journals.pan.pl/Content/132831/39_2k.pdf