УДК 624.014.2:69.059.7

А. В. Паас[1]
В. П. Ковальський[1]
В.І. Лисій[2]

ЗАСТОСУВАННЯ ЛСТК ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ПОШКОДЖЕНИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ

[1] Вінницький національний технічний університет
[2]ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО» ;

Анотація

У роботі досліджується доцільність застосування легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) для швидкого відновлення, реконструкції покрівель та надбудов у будівлях, що зазнали пошкоджень внаслідок бойових дій в Україні. Визначено чіткий порядок обстеження та контролю вцілілих опорних конструкцій перед монтажем холодноформованих профілів згідно з ДСТУ EN 1090-4:2019 та ДБН В.2.1-10:2018. Було сформовано основні конструктивні й монтажні вимоги до каркасів із тонкостінних сталевих елементів, а також вимоги до їхніх кріплень, жорсткості, захисту від корозії та тепло- і звукоізоляції.

Ключові слова: легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК), холодноформовані профілі, реконструкція покрівлі, надбудова, тонкостінні сталеві елементи, жорсткість, тепло- і звукоізоляція.

Abstract

This paper investigates the feasibility of using lightweight thin-walled steel structures (LTS) for the rapid restoration and reconstruction of roofs and superstructures in buildings damaged as a result of hostilities in Ukraine. A clear procedure has been established for the inspection and monitoring of surviving load-bearing structures prior to the installation of cold-formed sections in accordance with DSTU EN 1090-4:2019 and DBN V.2.1-10:2018. Key structural and installation requirements for frames made of thin-walled steel elements have been established, as well as requirements for their fastenings, stiffness, corrosion protection, and thermal and acoustic insulation.

Keywords: light-gauge steel structures (LGSS), cold-formed sections, roof refurbishment, roof extension, light-gauge steel components, rigidity, thermal and acoustic insulation.

Вступ

Через масштабні пошкодження житлових, адміністративних, соціальних та промислово-складських будівель в Україні виникла гостра потреба в технологіях, які дозволяють відбудовувати об'єкти надійно, швидко та мати високу енергоефективність. Суттєве руйнування складських комплексів і комерційних об'єктів спричинили підвищений попит на технологію ЛСТК на ринку металобудівництва [1-3].

Одним із перспективних напрямів післявоєнного відновлення є впровадження легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК), які дозволяють швидке зведення та реконструкцію об'єктів із мінімальним навантаженням на існуючі конструкції[4-6].

Метою роботи є аналіз нормативних основ проєктування та виконання таких конструкцій в Україні: гармонізований європейський стандарт ДСТУ EN 1090-4:2019 [7], національна настанова ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009 [8], Єврокоди з розрахунку навантажень і впливів, а також ДБН В.2.1-10:2018 щодо проєктування основ і фундаментів. Водночас питання інтеграції каркасів із ЛСТК на пошкоджені вцілілі конструкції потребує чіткого регламентування етапів попереднього обстеження та контролю якості [9-10].

Результати дослідження

Відновлення пошкодженої будівлі — це комплексне інженерне завдання, успіх якого залежить від точного врахування особливостей конкретного об’єкта: фактичного стану збережених несучих конструкцій, типу покрівлі (плоскої, скатної чи мансардної) та архітектурно-планувальних рішень. Передпроєктне обстеження та інженерний контроль під час реконструкції із застосуванням ЛСТК охоплюють такі обов’язкові етапи:

Оцінка основ і фундаментів. Досліджують залишкову несучу здатність фундаментів та збережених

нижніх поверхів за збірними навантаженнями (Єврокодами) і вимогами ДБН В.2.1-10:2018.

Перевірка існуючих опор перед монтажем. Дотримуючись п. 9.4 ДСТУ EN 1090-4:2019, перед початком робіт необхідно переконатися, що вцілілі конструкції придатні для безпечного спирання нових елементів. Якщо виявлено дефекти, підрядник зобов'язаний письмово повідомляє замовника, про необхідність усунути їх до старту монтажу.

Контроль геометрії та допусків. Під час розроблення компонувальних креслень визначають основні допуски міцності і стійкості, а також функціональні допуски класів 1 і 2, які забезпечують точне стикування нових елементів зі збереженими частинами будівлі.

Перевірка зведених конструкцій. Відповідно до п. 12.4 ДСТУ EN 1090-4:2019, після завершення монтажних робіт проводиться обов'язковий огляд стану змонтованої конструкції для виявлення ознак деформації або перенапружень та підтвердження видалення тимчасових монтажних кріплень.

Легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК) — це каркасна технологія будівництва на основі холодноформованих оцинкованих сталевих профілів (С- та U-подібних, перфорованих термопрофілів і профільованого настилу) товщиною 0,8–2,0 мм із цинковим покриттям класу Z275 (275 г/м²) та розрахунковим строком служби понад 50 років.

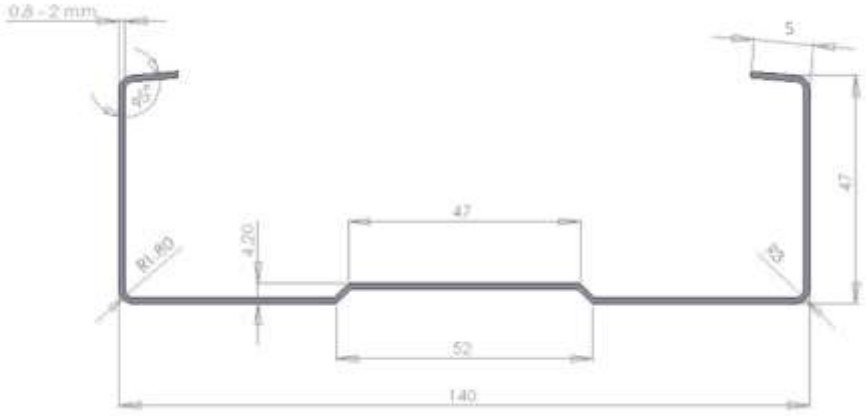


Рис.1. Приклад С-подібного профіль 140 мм, товщиною 0,8 – 1,2 мм.

Завдяки мінімальній власній вазі (25–40 кг/м²), що у 3–5 разів менше за залізобетон (150–250 кг/м²) та у 8–10 разів менше за цегляні конструкції, відновлення покрівель і надбудова поверхів у 80 % випадків виконуються без трудомісткого підсилення існуючих фундаментів. Елементи системи виготовляються на ЧПК-обладнанні за 3D-CAD моделями з точністю до міліметра та з'єднуються болтами, самонарізними гвинтами чи витяжними заклепками без зварювання й «мокрих» процесів, що забезпечує всесезонний монтаж. На відміну від крихких стінових матеріалів, які під дією вибухової хвилі розтріскуються з утворенням важких уламків, каркас із ЛСТК працює як єдина просторова система. При динамічному навантаженні тонкостінні профілі здатні локально деформуватися, поглинаючи енергію удару, але зберігають загальну стійкість будівлі, що дозволяє обмежитися швидкою заміною окремих пошкоджених секцій.

Актуальність дослідження технології ЛСТК для благодійних і гуманітарних організацій при відбудові пошкоджених житлових будинків, шкіл і лікарень зумовлена оптимальним поєднанням доступної собівартості та швидких темпів зведення будівель. Додаткова економія бюджету досягається завдяки відсутності витрат на підсилення старого фундаменту та оренду важких кранів, а монтаж каркаса триває лише 15–30 днів, а повний цикл робіт займає 2–3 місяці. Завдяки низькій металомісткості тонкостінних оцинкованих профілів таке будівництво обходиться значно дешевше за зведення традиційних бетонних чи цегляних споруд, що вже підтверджено на практиці під час реалізації проєктів житла для переселенців.

Через масштабні руйнування складів, цехів і логістичних хабів унаслідок війни бізнес активно обирає технологію ЛСТК для швидкої та економної відбудови приміщень без зупинки роботи вцілілих виробничих ліній. Крім того, завдяки полистовому складанню легких каркасів і ферм будь-яку пошкоджену секцію стіни чи даху можна швидко замінити локально, не розбираючи всю будівлю.

Щоб наочно продемонструвати принцип улаштування покрівельної системи з ЛСТК на кам'яних стінах, у межах дослідження розглянуто реальний об'єкт — монтаж двохскатної кроквяної системи з холодноформованих профілів на цегляні стіни індивідуального житлового будинку (рис. 2)



Рис.2. Встановлення покрівельної системи з ЛСТК фірми «Редікон Інжиніринг» [11].

Цей об’єкт обрано тому, що він чітко ілюструє ключовий конструктивний вузол - спирання легкого сталевого каркаса покрівлі на крихкі стінові матеріали (газобетон або цеглу) в умовах обмеженого доступу вантажопідйомної техніки [12].

У практиці післявоєнного відновлення саме так будуть застосовати схему для заміни зруйнованих дахів і мансард у будівлях, де збереглися несучі стіни нижніх поверхів.

Висновки

Проведене дослідження підтверджує доцільність застосування легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) для швидкого відновлення, реконструкції покрівель і надбудови поверхів пошкоджених будівель. Мінімальна власна вага холодноформованих профілів дає змогу обходитися без підсилення фундаментів і оренди важких кранів, забезпечуючи економію бюджету та стислі строки робіт. Установлено, що надійна інтеграція каркасів із ЛСТК на вцілілі опорні конструкції потребує суворого дотримання вимог ДСТУ EN 1090-4:2019, ДБН В.2.1-10:2018 та Єврокодів та порядку інженерного контролю на всіх етапах обстеження та монтажу. Виконання основних конструктивних і монтажних вимог щодо жорсткості, корозостійкості та тепло- і звукоізоляції гарантує довговічність і стійкість споруди. Це робить технологію оптимальною, як для гуманітарної відбудови житлової та соціальної інфраструктури, так і для швидкого відновлення комерційно-промислових об’єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальський В. П. Використання ЛСТК для реконструкції мансардного поверху. Переваги та недоліки використання ЛСТК у будівництві [Електронний ресурс] / М.О. Постолатій, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України-2019», м. Вінниця, 12-14 листопада 2019 р. : електронне мережне наукове видання. – Електрон. текст. дані. – 2019. – С. 215–217. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/index/pages/view/zbirn2019.
2. Ковальський В. П. Проектування енергозберігаючих малоповерхових житлових будинків [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Н. А. Акімов// Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7535
3. Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V. Technical research and development. Boston : Primedia eLaunch, 2021. 616 p.
4. Попов В. О. Реконструкція будівель надбудовою мансардних поверхів з полегшених металоконструкцій [Текст] / В. О. Попов, В. М. Рошак // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2012. - № 2. - С. 7-11.
5. Ковальський В. П. Використання нанофарби в будівництві [Текст] / В. П. Ковальський, С. В. Риндюк, С. Ю. Зузяк // Матеріали ІІІ міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2019 р. – Івано-Франківськ : Симфонія

форте, 2019. – С. 182.
6. Тарнавський В. В., Ковальський В. П., Кацага М. М. Аналіз сучасних методів захисту металевих конструкцій від корозії // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)», Вінниця, 15-16 червня 2025 р. Електрон. текст. дані. 2025. URI: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/view/25747.
7. ДСТУ EN 1090-4:2019 (EN 1090-4:2018, IDT). Виконання сталевих та алюмінієвих конструкцій. Частина 4. Технічні вимоги до холодноформованих сталевих будівельних елементів та конструкцій для покрівель, стель, підлог і стін [Національний стандарт України; чинний від 2020-07-01]. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020.
URL: https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/DSTU-EN-1090-4.pdf
8. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів [Національний стандарт України; уведено вперше; чинний від 2010-08-01].
URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1002
9. Конструктивна схема та розрахунок навантажень будівлі на основі легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) // Український центр сталевого будівництва (УЦСБ).
URL: https://uscc.ua/uploads/page/images/koncepcii/Budinok_dlya_pereselentsev-USCC_uk.pdf
10. Технологія ЛСТК : конструктивні рішення та переваги застосування у промисловому й житловому будівництві // ТермаСтіл
URL: https://thermasteel.ua/lstk/texnologiya-lstk
11. Реконструкція покрівлі будівлі (Редікон Інжиніринг)
URL: https://readycon.com.ua/articles/rekonstrukcziya-pokrivli-budivli/
12. Метал (Виробництво ЛСТК: як обстріли складів та бізнесу впливають на попит)
URL: https://readmetal.com/yak-obstrily-skladiv-zminyly-popyt-na-lstk/#google_vignette

Паас Анастасія Володимирівна – студентка групи 1БМ-25б, факультет будівництва та цивільної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: paasanastasia@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edul.ua

Лисій Василь Іванович– викладач, ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО», м Хмільник.

Paas Anastasia – student of group 1BM-25b, Faculty of Construction and Civil Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: paasanastasia@gmail.com

Viktor Pavlovych Kovalsky — Associate Professor, Department of Urban Planning and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kovalskiy@vntu.edul.ua

Vasyl lyssi I. – teacher of State Vocational and Technical Educational Establishment “ Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education”, Khmilnyk.