

С. Ф. Пічугін, д.т.н., професор
В. О. Семко, к.т.н., доцент
Д. А. Прохоренко, студент
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ НОВОМУ БУДІВНИЦТВІ ЛЕГКИХ СИСТЕМ, ЩО ШВИДКО МОНТУЮТЬСЯ

У статті аналізуються особливості застосування систем, які швидко монтуються, на прикладі легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) для будівництва малоповерхових житлових і громадських будинків та виробничих будівель універсального призначення. Розглянуті питання проектування, монтажу й експлуатації таких систем, виділено основні проблеми та розглянуто перспективи їх розвитку в Україні.

Ключові слова: системи, що швидко монтуються, нове будівництво, легкі сталеві тонкостінні конструкції, малоповерхове будівництво, будівля універсального призначення.

В статье анализируются особенности применения быстромонтируемых систем на примере легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) для строительства малоэтажных жилых и гражданских зданий, а также производственных зданий универсального назначения. Рассмотрены вопросы проектирования, монтажа и эксплуатации таких систем, выделены основные проблемы и рассмотрены перспективы их развития в Украине.

Ключевые слова: быстромонтируемые системы, новое строительство, легкие стальные тонкостенные конструкции, малоэтажное строительство, здание универсального назначения.

The article analyzes features of cold-formed steel constructions as an example of quick-assembling systems for low-rise civil buildings and universal buildings construction. The questions of designing, assemblage and upkeep of these systems were considered, main problems and perspectives of their development in Ukraine were emphasized.

Keywords: quick-assembling systems, new construction, cold-formed thin gauge members, low-rise building, universal building.

Постановка проблеми. Питання застосування сучасних економічних конструкцій та систем усе більш гостро постає перед будівельною галуззю України. До таких конструкцій відносять і будівельні системи, що швидко монтуються, із використанням інноваційної технології легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК), що знаходять усе більш широке застосування в Україні. Розвиток цього напряму будівництва в нашій країні здійснюється стихійно. Недостатньо уваги приділяється вивченню даного типу конструкцій вітчизняними дослідниками, майже відсутня нормативна база для цього типу конструкцій та відсутній системний підхід до вивчення даної теми.

Аналіз останніх досліджень, публікацій і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Прогресивність та необхідність подальшого вивчення й удосконалення технології легких сталевих конструкцій визнано багатьма спеціалістами зарубіжних країн [1, 2, 5 – 10]. Особливості конструкцій із холодногнутих профілів вивчаються як в Україні (М. В. Савицький [3], С. І. Білик, І. Д. Белов, А. Д. Глітін [4] та інші), так і в багатьох зарубіжних країнах, особливо у Фінляндії (J. Outinen, K. Kupari [1], M. Heinisuo, J. Kukkonen), Австралії (K. Rasmussen,

R. Zandonini), США (A. Ghersi [9], W.-W. Yu [10], B. Schafer, [15]). Розпочалося вивчення ЛСТК у Білорусі (Ю. І. Лагун, О. Н. Лешкевич [5]) та Росії (І. В. Астахов [6], Е. Л. Айрумян [7], А. С. Семенов [14] та інші). Серед найважливіших проблем успішного застосування таких конструкцій фахівці виділяють відсутність загальної нормативної бази для проектування ЛСТК (питання особливо характерне для країн СНД) та недостатню інформованість замовника [8].

Метою даної статті є аналіз особливостей будівництва із застосуванням легких систем, які швидко монтуються, в Україні, визначення основних галузей використання таких конструкцій та перспективних напрямів їх розвитку.

Виклад основного матеріалу. В практиці будівництва зарубіжних країн, зокрема Канади, є досвід зведення будівель із ЛСТК висотою в шість поверхів [7]. Рівень розвитку та вивченості цього типу конструкцій в Україні на даний час дозволяє говорити про доцільність будівництва лише об'єктів висотою до трьох поверхів (рис. 1). При цьому можливе також улаштування підвального або цокольного поверху із ЛСТК у якості несучих конструкцій. Переваги застосування таких конструкцій проявляються майже на всіх етапах зведення.



Рисунок 1 – Каркас двоповерхового житлового будинку із ЛСТК

Через низьку власну вагу конструкцій вони не потребують масивних фундаментів, що дає змогу зменшити обсяги робіт з їх улаштування. Застосовуються окремі, стрічкові або плитні фундаменти неглибокого закладання. Елементи каркаса будівлі можуть доставлятися на будівельний майданчик як у вигляді окремих профілів, так і крупними елементами (стіновими панелями, фермами тощо), попередньо зібраними на потужностях виробника. Практика показує, що зручність у перевезенні та мала вага елементів конструкцій дозволяє значно зменшити транспортні затрати порівняно із традиційними будівельними матеріалами.

Для монтажу таких будівель достатньо бригади з кількох робітників, що дозволяє зменшити витрати на оплату праці. Монтаж каркаса проводиться залежно від вибраного проектного рішення за допомогою самонарізних гвинтів, болтів або спеціальних з'єднань. Мала власна вага конструкцій дає можливість обходитись без застосування важких вантажопідійомних машин та механізмів. Монтаж може здійснюватись у будь-яку пору року.

Тепловий захист зовнішніх стін будівлі забезпечується завдяки розміщенню ефективних утеплювачів у площині каркаса, влаштуванню

повітряних прошарків тощо. Можливе також використання так званих термопрофілів, які виготовляються шляхом нарізування просічок у стінці профілю. При цьому забезпечується високий рівень теплозахисту при відносно невеликій товщині огорожувальних конструкцій, що дає значну економію коштів на утеплення та опалення будинку.

Важливим фактором є ще те, що будівля майже не дає усадки в процесі зведення. Це дозволяє проводити внутрішнє та зовнішнє оздоблення безпосередньо після монтажу несучого каркаса. Порівняно велика стійкість до динамічних і сейсмічних навантажень дає змогу зводити будівлі з ЛСТК у районах із рівнем сейсмічності до 7 балів.

Значну увагу при проектуванні слід приділяти питанню пожежної безпеки таких конструкцій, яка забезпечується, зокрема, завдяки виконанню внутрішнього оздоблення приміщень двома шарами гіпсокартону. Великою перевагою є мобільність таких будинків: за необхідності їх можна розібрати, перевезти на нове місце та заново зібрати з відносно невеликими затратами, що складно уявити у випадку будівництва із цегли або монолітного залізобетону. Довговічність таких будинків визначається терміном експлуатації тонкостінних профілів каркаса та складає від 35 до 100 років. Вартість будівництва зменшується порівняно із традиційними методами будівництва на 10 – 50%, при цьому у випадку масового будівництва (котеджні містечка, великі об'єкти) загальна вартість будівництва може зменшуватись ще приблизно на 20%. Економія при будівництві з ЛСТК проявляється як у зниженні вартості матеріалів несучих конструкцій, так і в зменшенні затрат на оплату праці робітників та скороченні термінів будівництва.

Легкі сталеві тонкостінні конструкції знаходять усе більше застосування у промисловому будівництві в Україні. Останнім часом набули великої популярності так звані «універсальні» будівлі (рис. 2), які передбачають можливість зміни конструктивної схеми будівлі через зміну технологічних вимог до неї.



Рисунок 2 – Каркас «універсальної» будівлі

Застосування ЛСТК є чи не найкращим конструктивним вирішенням такої будівлі. Даний тип конструкцій дозволяє зводити виробничі будівлі прогоном до 18 м та висотою до 10 м і дає можливість за необхідності з невеликими затратами змінювати довжину, висоту будівлі та форму її в плані.

Універсальність конструктивних вирішень виробничих будівель із застосуванням ЛСТК дає змогу використовувати одні й ті самі споруди за різним призначенням залежно від вимог власника. Простота та швидкість монтажу-демонтажу дозволяє відносно дешево розібрати будівлю, транспортувати на новий виробничий майданчик і зібрати, можливо, зі

змiнами в її конфiгурацiї, що дає змогу ефективно використовувати цi будiвлi в якостi тимчасових складiв, цехiв, ангарiв тощо.

Вони можуть бути опалюваними або неопалюваними, при цьому в якостi зовнiшньої огорожувальної конструкцiї може виступати металевий профiльований лист.

Ефективним є застосування легких сталевих тонкостiнних профiлiв та конструкцiй у поєднаннi з традицiйними будiвельними системами. Використання ЛСТК приводить до зменшення постійних навантажень i полегшення монтажу конструкцiй, особливо в умовах обмеженого простору. Забудовники вже відчули iстотнi переваги застосування таких вирiшень для ферм покриття та прогонiв при зведеннi покриттiв будiвель рiзного призначення (рис. 3) замість застосування дерев'яних конструкцiй.



Рисунок 3 – Конструкція покриття з фермами з легких тонкостiнних профiлiв

Серед переваг можна видiлити такi: нечутливiсть металевих профiлiв до дiї біологiчних факторiв (шкiдники, гниття деревини), машинобудiвну точнiсть виготовлення елементiв конструкцiй, вiдсутнiсть деформацiй конструкцiй через змiну вологiсного режиму, простiший i бiльш швидкий монтаж конструкцiй, полегшення контролю за якiстю матерiалiв та конструкцiй тощо.

Використання ЛСТК у якостi несучих конструкцiй перекриттiв у поєднаннi з легкою бетонною пiдлогою по профнастилу дозволяє знизити вагу конструкцiй перекриттiв, зменшити термiни будiвництва тощо.

Очевидною є також перевага даного типу конструкцiй у якостi навісних огорожувальних конструкцiй (рис. 4) при багатопверховому будiвництвi з використанням металевого каркаса або каркасiв iз монолiтного та збiрного залiзобетону, що набуває в даний час усе бiльшої популярностi.



Рисунок 4 – Зовнішня огорожувальна конструкція, виконана із ЛСТК

У даному випадку стінові панелі висотою від одного до трьох поверхів можуть збиратись на потужностях виробника та доставлятись на будівельний майданчик для монтажу в зібраному вигляді або у вигляді окремих профілів з укрупненням безпосередньо на поверсі. Використання для таких конструкцій згадуваних вище термопрофілів дозволяє зменшити товщину зовнішньої стіни, що дає змогу вивільнити додаткову площу приміщення та забезпечити необхідний рівень теплозахисту зі значно меншими затратами порівняно із традиційними конструктивними вирішеннями.

Широкому застосуванню таких конструкцій перешкоджає відсутність загальноприйнятих методик розрахунку та єдиних норм проектування ЛСТК. Діючі норми [11] не дають можливості розраховувати такий вид тонкостінних елементів. Так, наприклад, згідно з вимогами [11, таблиця 30], максимально можлива ширина полиці найбільш розповсюдженого, С-подібного профілю при товщині металу 1,0 мм та межі текучості металу близько 400 МПа не перевищує 12 мм для балок і 28 мм для стійок. При цьому ширина полиці такого профілю на практиці майже завжди становить 40 – 60 мм. Методика, запропонована в нормативі [13], встановлює в такому випадку найбільшу ширину полиці близько 60 мм, що дозволяє розраховувати всі профілі, які виготовляються на даний час в Україні [12]. Норми ж [12, 14] дають змогу розраховувати лише профілі конкретного виробника через відсутність методики визначення необхідних геометричних характеристик елементів.

Висновки. Застосування технології легких систем, котрі швидко монтується, є сучасним та ефективним методом, що досить давно застосовується на Заході. Для успішного використання таких конструкцій в Україні потрібно розв'язати низку проблем, серед яких основна – відсутність нормативної бази та загальноприйнятих методик розрахунку ЛСТК. Широке впровадження описаних вище технологій дасть змогу значно зменшити вартість будівництва приватного житла, громадських будівель, невеликих промислових об'єктів, складів і зменшити терміни будівництва. Технологія зведення систем, які швидко монтується, з легких сталевих тонкостінних профілів дає змогу ефективніше використовувати матеріальні та трудові ресурси, знизити терміни окупності інвестиційних проектів, тому дана технологія потребує подальшого вивчення і запровадження у виробництво.

Література

1. Outinen J. Seminar on steel structures: design of cold-formed steel structures / J. Outinen, H. Perttola, R. Hara, K. Kupari, O. Kaitila // Seminar on steel structures : Laboratory of steel structures Helsinki University of Technology. – Helsinki : Helsinki University of Technology, 2000. – 87 p.
2. Schuster R. M. Cold-formed steel research at the University of Waterloo / R. M. Schuster // Advances in Engineering Structures, Mechanics & Construction. / M. Padley. – ? : Springer, 2007. – P. 39 – 52.
3. Савицкий Н. В. Совместная работа профилей ЛСТК с обшивкой / Н. В. Савицкий, О. Г. Зинкевич // Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ПГАСА, 2009. – Вып. 50. – С. 462 – 466.
4. Билык С. И. Экспериментальное исследование конструкций, выполненных из гнутых тонкостенных профилей / С. И. Билык, И. Д. Белов, А. Б. Глитин // Эффективные конструкции, материалы и технологии в строительстве и архитектуре : сб. ст. междунар. конф. – Липецк : ЛГТУ, 2009. – С. 6 – 10.
5. Лагун Ю. И. Экспериментальные исследования поведения тонкостенных холодногнутых профилей под нагрузкой / Ю. И. Лагун, О. Н. Лешкевич, В. Е. Новиков, А. Чубрик // Современные металлические и деревянные конструкции (нормирование, проектирование и строительство) : сб. науч. тр. Междунар. симпоз., г. Брест, 15 – 18 июня 2009 г. – Брест : ОАО «Брестская типография», 2009. – С. 148 – 153.
6. Астахов И. В. Пространственная устойчивость элементов конструкций из холодногнутой профилей: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук : спец. 05.23.01 / И. В. Астахов. – Санкт-Петербург : СПбАСУ, 2006. – 24 с.
7. Айрумян Э. Л. В будущее с ЛСТК / Э. Л. Айрумян // Металлические здания. – 2007. – № 3. – С. 26 – 29.
8. Синявская О. Конференция «ЛСТК в гражданском строительстве» / О. Синявская // Металлические здания. – 2007. – №4. – С. 6 – 7.
9. Ghersi A. Design of Metallic Cold-formed Thin-walled Members / A. Ghersi, R. Landolfo, F. Mazzolani. – New York : Spoon Press, 2002. – 174 p.
10. Yu W.-W. Cold-formed steel design : third edition / Wei-Wen Yu. – New York : John Wiley & Sons Inc., 2000. – 645 p.
11. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. – М. : Стройиздат, 1990. – 97 с.
12. Проект ДСТУ – Н Б А.2.2-XXX-200X. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів. – К. : НДІБК, 2009. – 73 с.
13. EN 1993-1-3:2004. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. – Brussels : CEN, 2004. – 125 p.
14. Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутой стальной оцинкованных профилей производства ООО «Балт-Профиль». – М. : ЦНИИПСК, 2006. – 69 с.
15. AISI-S100. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members – Washington : American Iron and Steel Institute, 2001.
16. METSEC Design guide / Metsec plc – Oldbury, 2008. – 88 p.

Надійшла до редакції 29.03. 2010

© С.Ф. Пічугін, В.О. Семко, Д.А. Прохоренко