

УДК 692.23:624.014

Д.О. Хохрякова¹,

канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0002-9257-5703

Г.В. Шамріна²,

канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0001-5422-9562

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

²Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Краматорськ

ЗБІРНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ІЗ СТАЛЕВИХ ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОФОРМОВАНИХ ПРОФІЛІВ COCOON "TRANSFORMER"

Легкі сталеві тонкостінні конструкції, що виробляються Coooon System AG, продемонстрували свої переваги при реалізації численних надбудов, прибудов, систем зовнішніх стін і стель, а також у складних проектах всевітньо відомих архітекторів. В рамках впровадження та розвитку методів полегшеного будівництва цією компанією розроблена система Coooon "Transformer", що представлена збірними конструкціями стін та перекриттів з різним ступенем комплектності та укрупненості, яка зареєстрована як ETA - 11/0105. Система Coooon "Transformer" являє собою каркасно-обшивну самонесучу або несучу, зовнішню або внутрішню конструкцію, складовими якої є сталеві тонкостінні холодноформовані профілі, плитні матеріали (обшивка), ізоляційні матеріали і елементи кріплення. ETA - 11/0105 припускає оптимізацію даної конструктивної системи. Для вдосконалення конструкції стін, перекриттів, дахів і об'ємних модулів системи Coooon "Transformer" з покращеними тепловими, акустичними, вібраційними/сейсмічними та вогнестійкими характеристиками, а також розробки промислово безпечних методів їх застосування, був створений європейський проєкт ELISSA. Використання високоефективних теплоізоляційних смуг у вигляді аерогелів у зазначеному проєкті дозволило мінімізувати вплив теплового містка в конструкції зовнішніх стін і наблизити коефіцієнт теплопередачі U до вимог пасивного будинку. В нових збірних легких елементах ELISSA, що демонструють високий рівень енергоефективності, передбачена можливість застосування вакуумних ізоляційних панелей (VIP) з підвищеною міцністю. Підвищена міцність суперізоляційних VIP-панелей обумовлена використанням фольги з кращою витривалістю, а також інкапсульованою в поліуретан. Однак, варіант системи ELISSA з використанням VIP-панелей значно здорожчує стінову конструкцію, що може стримувати широке її використання в Україні. Створення типових економічних рішень з достатнім рівнем енергоефективності за концепцією будівництва Coooon "Transformer" дозволить до певної міри зменшити витрати на відновлення житлового фонду України, який був пошкоджений внаслідок бойових дій, і розв'язати задачу швидкого нового будівництва на заміну повністю знищеного житла.

Ключові слова: сталеві тонкостінні холодноформовані профілі, ЛСТК, конструктивні системи, Coooon "Transformer", ELISSA.

Вступ. Легкі конструкції стають все більш затребуваними та пропонують безліч переваг для капітального будівництва.

У 1997 році компанія Cosoop System AG запустила систему Cosoop і тепер має більш ніж 20-річний досвід у виробництві легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК). За цей час системи Cosoop продемонстрували свої переваги при реалізації численних надбудов, прибудов, систем зовнішніх стін і стель, а також у складних проектах всевітньо відомих архітекторів, таких як Herzog & de Meuron, Renzo Piano або Daniel Libeskind.

Cosoop System AG постійно вдосконалює та модифікує свої конструктивні системи, які вже отримали нагороду за інновації, для задоволення потреб майбутнього. Впровадженню та розвитку методів полегшеного будівництва в Європі сприяє співпраця компанії з провідними інститутами та організаціями, такими як Асоціація економічної політики металургійної промисловості у Німеччині (Wirtschaftsvereinigung Stahl) [1], Німецький інститут цивільного будівництва (Deutsches Institut für Bautechnik), які займаються розробками у цій галузі. Ці дослідження спрямовані на розвиток комплексних будівельних рішень для міської забудови, заснованих на оптимальному поєднанні дизайну, функціональності, комфорту та якості для сучасного життя.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження конструктивних систем із сталевих холодноформованих профілів знайшли відображення у працях європейських науковців присвячених теплопровідним [2], сейсмічним [3, 4] і вогонестійким [5] характеристикам цих систем.

Постановка завдання: аналіз конструктивних систем Cosoop і сфер їх застосування з метою подальшого розвитку методів полегшеного будівництва в Україні.

Основна частина. Система Cosoop являє собою каркасно-обшивну самонесучу або несучу, зовнішню або внутрішню конструкцію. Так само, як традиційні комплектні системи сухого будівництва, складовими Cosoop є: сталеві тонкостінні холодноформовані профілі, плитні матеріали (обшивка), ізоляційні матеріали і елементи кріплення.

Напрявні U - профілів і стоякові C – профілі утворюють ядро багатошарової конструкції. Для самонесучих конструкцій товщина профілю складає 0,6 ... 1,5 мм, для несучих – 1,5 ... 2,0 мм. За необхідності два C – профілі можуть складатися при улаштуванні системи в елемент двотаврового перерізу – DT - профіль.

В якості обшивки можуть застосовуватися гіпсокартонні, гіпсоволокнисті, цементно - стружкові і цементно-мінеральні плити, ДСП, OSB товщиною 1,5 ... 2,0 мм.

Шар ізоляції повинен улаштовуватися відповідно до пожежних, звукових та теплових вимог. Додаткові шари в конструкції можуть бути улаштовані для задоволення інших вимог.

Компанією Cosoop System AG запропоновано конструктивні рішення [6] для улаштування:

- високих внутрішніх стін (перегородок) висотою до 15 м;
- стель, що обпираються на стіни;
- систем «кімната в кімнаті»;
- зовнішніх стін;

- об'ємних модулів.

Для будівництва з використанням несучих prefab - конструкцій стін та перекриттів, які доставляються на будівельний майданчик для монтажу у вигляді збірних елементів з різним ступенем комплектності та укрупненості розроблена система Sosoop "Transformer" (рис. 1), яка зареєстрована як ЕТА - 11/0105 [7]. Ця Європейська технічна оцінка регулює несучу здатність стін та плит перекриттів з урахуванням відповідних матеріалів обшивки, кріпильних деталей та з'єднувачів.

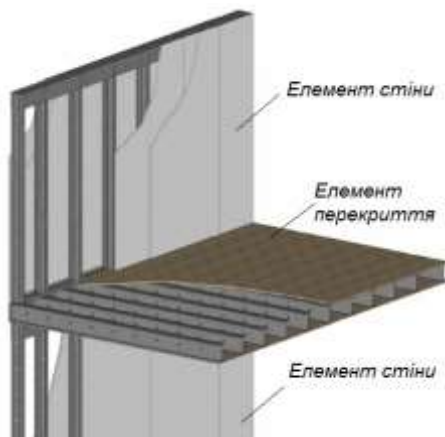


Рис. 1. Загальний вид системи Sosoop "Transformer"

Однією з особливостей цієї системи є те, що на відміну від традиційних комплектних систем сухого будівництва із гіпсокартону, вона призначена для прийняття навантажень (рис. 2–3). З цієї причини профілі для неї виготовляються відповідно до норм будівництва сталевих конструкцій: EN 1090, а конструктивне проектування здійснюється на основі EN 1993-1-3.

Система Sosoop "Transformer" рекомендована для зведення нових житлових та громадських будівель висотою до чотирьох поверхів, а також при надбудовах існуючих будівель.

Термін служби системи залежить від її складових і становить не менше 50 років для несучих компонентів та 25 років для ремонтпридатних або замінних компонентів.

Відповідними дослідженнями встановлено, що конструкції витримують поштовхи навіть силою 6 балів [8] і ефективно захищає людські життя у надзвичайній ситуації.

Систему можна оптимізувати для конструкцій внутрішніх і зовнішніх стін, перегородок, дахів і перекриттів з великими прольотами.

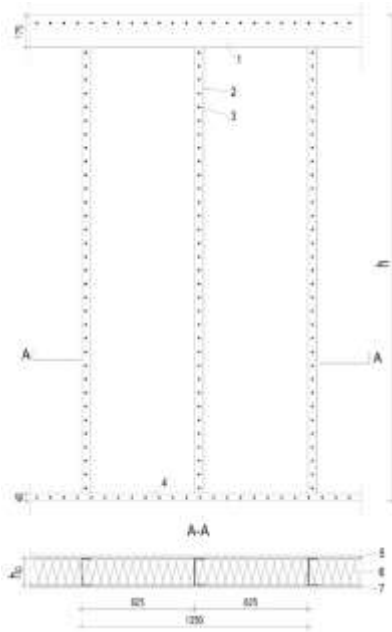


Рис. 2. Конструкція стінових елементів Socoosn "Transformer":
 1 - U – профіль верхній;
 2 - C – профіль; 3 – самонарізувальні гвинти; 4 - U – профіль нижній;
 5, 7 – плити обшивки; 6 – мінеральна вата

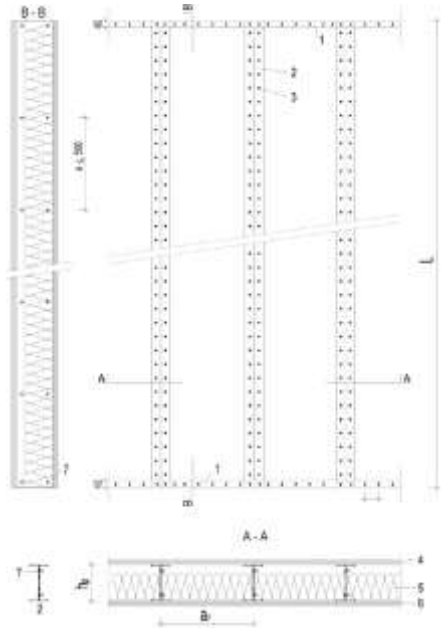


Рис. 3. Конструкція елементів перекриття Socoosn "Transformer":
 1 - U – профіль; 2 - DT – профіль;
 3 – самонарізувальні гвинти; 4 – плита обшивки несуча, 5 – мінеральна вата;
 6 – плита обшивки стельова;
 7 – з'єднання профілів перекриття

Для вдосконалення збірних каркасно-обшивних систем стін, перекриттів, дахів і об'ємних модулів системи Socoosn "Transformer" з покращеними тепловими, акустичними, вібраційними/сейсмічними та вогнестійкими характеристиками, а також розробки промислово безпечних методів їх застосування [9], був створений європейський проєкт ELISSA [10].

Модулі, розроблені в рамках проєкту, підходять для зведення житлових будівель до трьох поверхів, можуть адаптуватися для однієї або двох сімей, офісів або для іншого комерційного використання.

До галузевого консорціуму даного проєкту були залучені Knauf Group, Socoosn System AG, Va-Q-TEC та інші виробники будівельних матеріалів і підприємства, що спеціалізуються на легких модульних конструкціях.

До переваг збірних стінових елементів, розроблених у проєкті ELISSA, віднесені у т.ч. екологічні і економічні характеристики порівняно зі звичайними конфігураціями стін у Європі (рис. 4).

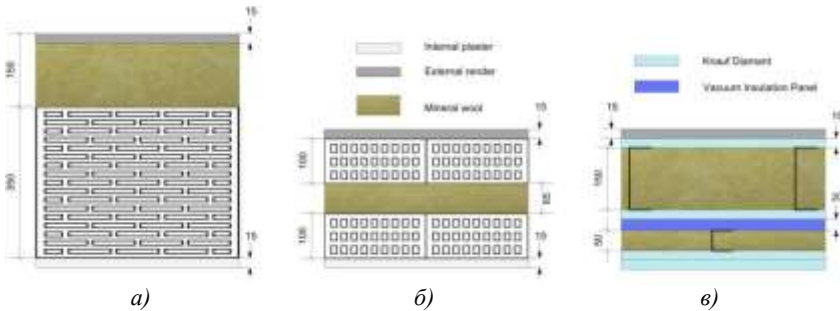


Рис. 4. Порівняльна оцінка товщини цегляної стіни і стіни ELISSA з однаковими значеннями U [10]:
 а) цегляна стіна Центральної та Північної Європи;
 б) цегляна стіна Південної Європи; в) стіна ELISSA

Дослідження теплотехнічних показників стінової системи ELISSA показали, що вона приблизно на 45% тонша і щонайменше на 75% легша в порівнянні з типовою цегляною стіною, що використовується в Північній і Центральній Європі, і має як мінімум на 60% нижче значення коефіцієнту теплопередачі U . Високі значення опору теплопередачі досягнуті при меншій товщині зовнішньої стіни, що заощаджує чисту площу будівництва. Стінова система ELISSA як мінімум на 70% легше порівняно з типовою цегляною стіною, що використовується у Південній Європі.

Крім того, для оцінки енергоефективності проведені дослідження стінових конструкцій у квартирах, розташованих у трьох різних кліматичних зонах Європи (Афіни, Женева та Стокгольм). Аналіз результатів дослідження встановив, що загальне споживання енергії на опалення/охолодження нижче на 8 - 18% у будівлі з стіновими системами ELISSA (для всіх кліматичних зон) порівняно із будинком зі стінами Південної Європи. З іншого боку, немає істотної різниці у загальному споживанні енергії між будинком ELISSA та будинком зі стінами Північної/Центральної Європи.

Особливості конструкції збірних каркасно-обшивних систем із ЛСТК [11] вимагають приділяти увагу на етапі проектування двом ключовим питанням:

- пом'якшення впливу теплових містків, що виникають через сталеві стійки в складі збірних каркасно-обшивних систем і вузлові з'єднання окремих конструктивних елементів;
- збільшення теплової інерції (за потреби для регіонів, до яких є актуальною вимога забезпечення теплостійкості в літній період року).

Для вирішення першого питання проектом ELISSA була розроблена і перевірена методологія оцінки теплових містків у легких будівлях зі сталевим каркасом, застосовані нові програмні інструменти для термічної оцінки конструкцій. Зменшення впливу теплових містків з метою покращення термічної поведінки конструктивних рішень зі сталевими конструкціями вирішено шляхом 1D, 2D і 3D-моделювання температурних полів і термічного аналізу 80 різних конструктивних рішень. Крім того, мінімізація впливу теплового містка в проекті

ELISSA реалізована за рахунок використання високоефективних теплоізоляційних смуг у вигляді відповідних аерогелів. Теоретичні розрахунки і моделювання підтверджені натурним моніторингом теплового макета прототипу ELISSA. Вимірний коефіцієнт теплопередачі U стіни дорівнював $0,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, включаючи ефект теплових містків, що дуже близько до вимог пасивного будинку.

Важливість другого питання пов'язана з тим, що конструкції будівель із збірних каркасно-обшивних систем на основі ЛСТК мають меншу теплову інерцію порівняно з традиційними будівлями із стінами з керамічної цегли або залізобетону, враховуючи їх меншу вагу та, як наслідок, незначну теплову масу. Це означає, що будівлі на основі ЛСТК можуть мати більші внутрішні коливання температури. Тому на етапі проектування будівлі важливо правильно визначити розміри, розміщення та способи затінення світлопрозорих конструкцій з метою контролю надходження сонячного тепла в літній період, щоб уникнути перегріву.

Слід зазначити, що в дослідженні не наведено порівняння теплостійкості обраних стінових конструкцій, хоча особливо для країн Південної Європи теплостійкість влітку є важливим фактором підтримання комфортних умов. Зазначено тільки, що стіна ELISSA працює краще в опалювальний період (взимку), а цегляні стіни трохи краще у сезон охолодження (влітку) для всіх досліджених кліматичних зон.

Нові збірні легкі елементи ELISSA демонструють високий рівень енергоефективності, що досягається в тому числі за рахунок розробки суперізоляційних матеріалів, створених за допомогою нанотехнологій. В конструкції ELISSA передбачено можливість застосування вакуумних ізоляційних панелей (VIP) з підвищеною міцністю, що обумовлено використанням фольги з кращою витривалістю, а також нової фольги, інкапсульованої в поліуретан. Гігротермічні вимірювання теплового макета прототипу ELISSA також показують, що бар'єр VIP перешкоджає перенесенню вологи.

Однак, використання VIP-панелей значно здорожує стіну ELISSA. Вартість зазначеної стіни, до складу якої входять VIP-панелі із вартістю 71 €/м^2 , на 65 % вища, ніж загальна вартість масивної цегляної стіни. Це може стримувати широке використання конструкції ELISSA з VIP-панелями.

Враховуючи незаперечні технічні та економічні переваги даної технології, фахівці впевнені, що найближчими роками частка виробників та будівельних компаній галузі ЛСТК в Україні зростатиме.

Однак, серед найважливіших проблем успішного застосування в Україні конструктивних систем із сталевих тонкостінних холодноформованих профілів можна виділити [12]:

- обмеженість державних ресурсів викликає потребу у співпраці наукових установ з бізнесом;
- багат шаровість конструктивних систем з ЛСТК (елементи каркасу, тепло- і пароізоляційний матеріал, елементи кріплення, облицювальні матеріали) викликає різноспрямованість фінансових інтересів компаній-виробників компонентів системи, що призводить до відсутності скоординованих дій у вирішенні технічних задач.

Тому Асоціація «Український центр сталевих будівництва» виступила ініціатором і співавтором розробки ДСТУ XXXX-202X «Стінові панелі з каркасом

зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу» [13]. Цей документ був розроблений завдяки співпраці з приватним підприємством «Полтава-проект» і маркетинговій активності компаній-виробників, таких як «STEELCO», ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», проектно-виробничо-будівельної групи ТОВ «РЕДІКОН ІНЖИНІРИНГ».

Висновки.

Важка ситуація, що склалася в економіці у зв'язку із збройним конфліктом в Україні і цілим рядом проблем і збитків від руйнування будівель та споруд, може бути вирішена за рахунок нових шляхів реагування на виклики, пов'язані із відновленням житла та інфраструктури. Створення типових економічних рішень не тільки панельних систем, а і модульних будівель за концепцією будівництва Coooon "Transformer" дозволить до певної міри зменшити витрати на відновлення житлового фонду, який був пошкоджений внаслідок бойових дій, і розв'язати задачу швидкого нового будівництва на заміну повністю знищеного житла.

Тому постає питання про необхідність подальшого розвитку нормативного забезпечення в цьому напрямку і створення відповідного координаційного центру на базі профільної державної установи або УЦСБ для консолідації наявного досвіду і розвитку модульного будівництва.

Список літератури:

1. Lösungen in Stahl-Leichtbauweise. Dokumentation 551/ Wirtschaftsvereinigung Stahl. – Düsseldorf. 2019. 35p.
2. Thermal Assessment of a Novel Drywall System Insulated with VIPs / Ioannis Atsonios, Ioannis Mandilaras and Maria Founti // Energies. - 2019. – p. 18. doi:10.3390/en12122373 URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/12/2373/pdf?version=1561018118>
3. Experimental seismic performance evaluation of modular lightweight steel buildings within the ELISSA project / Raffaele Landolfo, Ornella Iuorio, Luigi Fiorino// Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 47 (15). pp. 2921 - 2943 - URL: https://eprints.whiterose.ac.uk/131268/1/Landolfo_Iuorio_Fiorino.pdf
4. Experimental characterization of quick mechanical connecting systems for cold-formed steel structures / Luigi Fiorino Vincenzo Macillo, Raffaele Landolfo//Advances in Structural EngineeringVolume 20, Issue 7, July 2017, pp.1098-1110. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1369433216671318>.
5. Full-Scale CFD Simulation of Gypsum Plasterboard Wall Assemblies Exposed to Fire: Effects of Gypsum Dehydration / Dionysios I. Kolaitis*; Eleni K. Asimakopoulou; Maria A. Founti// Conference Paper. - October 2012. – 20 c. - URL: https://www.researchgate.net/publication/268218958_Full-Scale_CFD_Simulation_of_Gypsum_Plasterboard_Wall_Assemblies_Exposed_to_Fire_Effects_of_Gypsum_Dehydration#read
6. Stahl-Leichtbau. Mit Knauf/Cocoon Systemlösungen. Knauf Gips KG. – 2016. – 23 c.– URL: <https://www.knauf.de/wmv/?id=14347>
7. ETA-11/0105 vom 28. Juni 2018. System Cocoon "Transformer". Bausatz für Gebäude aus Metallrahmen/ Deutsches Institut für Bautechnik, Basel, SCHWEIZ, p. 35.
8. Project Documentation. EU project confirms the earthquake safety of Cocoon Knauf lightweight steel construction. Cocoon System AG, 2017. – 3 c. – URL:

<https://www.cocoon.ch/wp-content/uploads/2018/09/ELISSA-earthquake-test-Cocoon-Knauf-EN.pdf>

9. Sustainability of Modular Lightweight Steel Building from Design to Construction / Iuorio, Ornella; Napolano, Loredana; Fiorino, Luigi; and Landolfo, Raffaele// Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures. 2. – 2018. – pp. 515 – 527. URL:

https://eprints.whiterose.ac.uk/131274/1/Iuorio_Napolano_Fiorino_Landolfo_Int%20Sp ec%20Conf%202018.pdf

10. ELISSA: A new concept for Energy Efficient Lightweight-Sustainable-Safe-Steel Construction / M. Scotto, L. Napolano, V. James, M. Founti and others//Scotto et al., Abracadabra International Workshop, Bologna – 2016. – p. 7. - URL: https://www.academia.edu/28793647/ELISSA_A_new_concept_for_Energy_Efficient_Lightweight_Sustainable_Safe_Steel_Construction

11. Energy Efficiency of Lightweight Steel-Framed Buildings. Energy Efficient Buildings / Paulo Santos. - 2017. – pp. 35-60. - URL: https://pdfs.semanticscholar.org/7b7a/fde782ff31ad6b92832e5a7c880b7d3c31f8.pdf?_g a=2.1299761.105317277.1667547210-1149146681.1667547210

12. Хохрякова Д.О. Аналіз розвитку нормативного забезпечення для проектування ЛСТК. *Нові технології в будівництві*. 2021. № 40. С. 44-49.

13. Проект ДСТУ ХХХХ-202Х. «Стінові панелі з каркасом зі сталевих тонкостінних холодноформованих елементів. Вимоги до виготовлення та монтажу». К.: ДП «УкрНДНЦ», 2021. 62 с. URL: http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt_DSTU_Stinovy_paneli_z_karkasom_zi_stalovyh_tonkostinnyh_holodnoformovanyh_elementiv._Vymogy_do_vygotovlennya_ta_montagu.pdf.

References:

1. Lösungen in Stahl-Leichtbauweise. Dokumentation 551/ Wirtschaftsvereinigung Stahl. Düsseldorf. 2019. 35p.

2. Ioannis Atsonios, Ioannis Mandilaras and Maria Founti (2019) Thermal Assessment of a Novel Drywall System Insulated with VIPs. *Energies*. 18 p. doi:10.3390/en12122373 Available at: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/12/2373/pdf?version=1561018118>

3. Landolfo, R, Iuorio, O and Fiorino, L. (2018). Experimental seismic performance evaluation of modular lightweight steel buildings within the ELISSA project. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 47 (15). pp. 2921-2943. <https://doi.org/10.1002/eqe.3114>. Available at: https://eprints.whiterose.ac.uk/131268/1/Landolfo_Iuorio_Fiorino.pdf

4. Luigi Fiorino Vincenzo Macillo, Raffaele Landolfo. (2017). Experimental characterization of quick mechanical connecting systems for cold-formed steel structures. *Advances in Structural Engineering*, Volume 20, Issue 7. Pp. 1098-1110. Available at: <https://journals.sagepub.com/doi/epub/10.1177/1369433216671318>.

5. Dionysios I. Kolaitis*; Eleni K. Asimakopoulou; Maria A. Founti. (2012). Full-Scale CFD Simulation of Gypsum Plasterboard Wall Assemblies Exposed to Fire: Effects of Gypsum Dehydration. Conference Paper. 20p. Available at: https://www.researchgate.net/publication/268218958_Full-

Scale_CFD_Simulation_of_Gypsum_Plasterboard_Wall_Assemblies_Exposed_to_Fire_Effects_of_Gypsum_Dehydration_read

6. Stahl-Leichtbau. *Mit Knauf/Cocoon Systemlösungen*. Knauf Gips KG. 2016. 23p. Available at: <https://www.knauf.de/wmw/?id=14347>

7. ETA-11/0105 vom 28. System Cocoon "Transformer". Bausatz für Gebäude aus Metallrahmen [from Juni 2018]. Deutsches Institut für Bautechnik, Basel, SCHWEIZ, 2018. 35p.

8. Project Documentation. EU project confirms the earthquake safety of Cocoon Knauf lightweight steel construction. Cocoon System AG, 2017. 3p. Available at: <https://www.cocoon.ch/wp-content/uploads/2018/09/ELISSA-earthquake-test-Cocoon-Knauf-EN.pdf>

9. Iuorio, Ornella; Napolano, Loredana; Fiorino, Luigi; and Landolfo, Raffaele. (2018). Sustainability of Modular Lightweight Steel Building from Design to Construction. *Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures*. 2. pp. 515 – 527. Available at: https://eprints.whiterose.ac.uk/131274/1/Iuorio_Napolano_Fiorino_Landolfo_Int%20Spec%20Conf%202018.pdf

10. Scotto M., Napolano L., James V., Founti M. and others (2016) ELISSA: A new concept for Energy Efficient Lightweight-Sustainable-SAFE-Steel Construction. Scotto et al., Abracadabra International Workshop, Bologna. 7 p. Available at: https://www.academia.edu/28793647/ELISSA_A_new_concept_for_Energy_Efficient_Lightweight_Sustainable_SAFE_Steel_Construction

11. Paulo Santos. (2017). Energy Efficiency of Lightweight Steel-Framed Buildings. *Energy Efficient Buildings* pp. 35-60. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/7b7a/fde782ff31ad6b92832e5a7c880b7d3c31f8.pdf?_ga=2.1299761.105317277.1667547210-1149146681.1667547210

12. Khokhryakova, D.O. (2021). Analiz rozvytku normatyvnoho zabezpechennya dlya proyektuvannya LSTK. *Novi tekhnolohiyi v budivnytstvi*, № 40, 44-49.

13. Projekt DSTU XXXX-202X. (2021). «Stinovi paneli z karkasom zi stalevykh tonkostinnykh kholodnoformovanykh elementiv. Vymohy do vyhotovlennya ta montazhu». K.: DP «UkrNDNTS». 62 p. Available at: http://www.urdisc.com.ua/rl/info/Projekt_DSTU_Stinovi_paneli_z_karkasom_zi_stalevykh_tonkostinnykh_holodnoformovanykh_elementiv._Vymogy_do_vygotovlennya_ta_montagu.pdf.

D.O. Khokhriakova, H.V. Shamrina

Prefabricated structures of buildings from steel thin-wall cold formed profiles Cocoon "Transformer"

Cocoon System AG's light steel thin-walled structures have proven their worth in numerous superstructures, extensions, exterior wall and ceiling systems, as well as complex projects by internationally renowned architects. As part of the implementation and development of lightweight construction methods, this company has developed the Cocoon "Transformer" system, represented by prefabricated wall and floor structures with varying degrees of completeness and enlargement, registered as ETA - 11/0105. The Cocoon "Transformer" system is a frame-sheathing self-supporting or load-bearing, external or internal structure, the components of which are steel thin-walled cold-formed profiles, plate materials (cladding), insulating materials and fasteners. ETA-11/0105 suggests an optimization of this structural system. The European project

ELISSA was created to improve the construction of walls, floors, roofs and volumetric modules of the Cocoon "Transformer" system with improved thermal, acoustic, vibration / seismic and fire resistance characteristics, as well as to develop industrially safe methods for their application. The use of high-performance airgel thermal insulation strips in this project minimized the effect of thermal bridging in the exterior wall structure and brought the heat transfer coefficient closer to the requirements of a passive house. The new prefabricated lightweight elements ELISSA, which demonstrate a high level of energy efficiency, provide the possibility of using insulated vacuum panels (VIP) with increased strength. The increased strength of Super Insulated VIP Panels is due to the use of foils with better endurance and also encapsulated in polyurethane. However, the version of the ELISSA system using VIP panels significantly increases the cost of the wall structure, which may hinder its widespread use in Ukraine. The creation of standard economic solutions with a sufficient level of energy efficiency according to the Cocoon "Transformer" construction concept will allow, to a certain extent, to reduce the costs of restoring the housing stock of Ukraine, damaged as a result of hostilities, and solve the problem of rapid new construction to replace completely destroyed housing.

Key words: *steel thin-walled cold-formed profiles, LSTS, structural systems, Cocoon "Transformer", ELISSA.*

Посилання на статтю

АРА: Khokhriakova, D.O., & Shamrina, H.V. (2022). Prefabricated structures of buildings from steel thin-wall cold formed profiles Cocoon "Transformer". *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 50 (1), 51-60.

ДСТУ: Хохрякова Д.О., Шамріна Г.В. Збірні конструкції будівель із сталевих тонкостінних холодноформованих профілів Сосоон "Transformer". *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2022. № 50 (1). С. 51-60.