

УДК 728.536:625.712.14

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.300819.24.507

ЗВЕДЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ ЗА КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОЮ СИП-ТЕХНОЛОГІЄЮ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.¹, к. т. н., доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, ас.

¹ Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

Анотація. Постановка проблеми. Будівництво малоповерхових споруд в Україні із застосуванням СИП-технологій дозволяє знизити тривалість зведення будівель, зробити їх екологічними, міцними і надійними, а також зменшити їх вартість. У зв'язку з цим в Україні актуальними постають енергоефективні малоповерхові будівлі швидкого зведення за каркасно-панельною СИП-технологією. В основі СИП-технології лежить використання теплоізоляційних панелей – структурних ізоляційних панелей (СИП), які служать основними конструкційними елементами об'єкта будівництва. Наразі кількість будинків, зведених за цією технологією, тільки в Північній Америці вже становить близько 80 %, в сейсмоактивній Японії – до 45 %, Фінляндії – 42 %. Перевага такого будівництва у тому, що помешкання можна звести за кілька місяців, а фінальна вартість становить 200...250 дол. за 1 м², а з оздобленням – 450...500 дол. за 1 м². **Мета статті** – аналіз особливостей будівництва енергоефективних будівель швидкого зведення із СИП з метою його розвитку в Україні. **Висновок.** Досліджено закордонний та вітчизняний досвід застосування – СИП-технології; проаналізовано різні конструктивні рішення, що надають можливість використання СИП повної заводської готовності; проаналізовано характеристики енергоефективної малоповерхової будівлі швидкого зведення із СИП. Такі будинки мають високу сейсмостійкість. Вони витримують землетруси понад 8...9 балів. СИП-технологія втілює передові досягнення в галузі житлового будівництва і являє собою найбільш швидко впроваджувану технологію будівництва в світі.

Ключові слова: будівництво; енергоефективна малоповерхова будівля; будівлі швидкого зведення; СИП

ВОЗВЕДЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПО КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОЙ СИП-ТЕХНОЛОГИИ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.¹, к. т. н., доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, асс.

¹ Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днiпро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днiпро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

Аннотация. Постановка проблемы. Строительство малоэтажных зданий в Украине с применением СИП-технологий позволяет сократить продолжительность возведения зданий, сделать их экологичными, прочными и надежными, а также снизить их стоимость. В связи с этим в Украине актуальны энергоэффективные малоэтажные быстровозводимые здания по каркасно-панельной СИП-технологии. В основе СИП-технологии лежит использование теплоизоляционных панелей – структурных изоляционных панелей (СИП), которые служат в качестве основных конструкционных элементов объекта строительства. На сегодняшний день количество построенных домов по этой технологии только в Северной Америке уже составляет около 80 %, в сейсмоактивной Японии – до 45 %, Финляндии – 42 %. Преимущество такого строительства в том, что помещение можно возвести за несколько месяцев, а финальная стоимость составляет 200...250 долл. за 1 м², с отделкой – 450...500 долл. за 1 м². **Целью статьи** является анализ особенностей строительства энергоэффективных быстровозводимых зданий из СИП с целью развития строительства этих зданий в Украине. **Вывод.** Исследован зарубежный и отечественный опыт применения каркасно-панельной – СИП-технологии; проанализированы различные конструктивные решения, предоставляющие возможность использования СИП полной заводской готовности; проанализированы характеристики малоэтажного энергоэффективного быстровозводимого здания из СИП. Здания, построенные с применением СИП, имеют высокую

сейсмостійкість. Вони видерживають землетрясіння більше 8...9 баллів. СИП-технологія втілює передові досягнення в області жилищного будівництва і є найбільш швидко впроваджуваною технологією будівництва в світі.

Ключевые слова: *строительство; энергоэффективное малоэтажное здание; быстровозводимые здания; СИП*

CONSTRUCTION OF ENERGY-EFFICIENT LOW-RISE BUILDINGS BY FRAME-PANEL SIP TECHNOLOGY

DIACHENKO L.Yu.¹, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,
DIACHENKO O.S.^{2*}, *Ass.*

¹ Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Department of Architecture, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

Abstract. Problem statement. The construction of low-rise buildings in Ukraine using SIP technologies allows to reduce the duration of the construction of buildings, make them environmentally friendly, durable and reliable, as well as reduce their cost. In this regard, energy efficient low-rise buildings of rapid erection using frame-panel technology – SIP technology are relevant in Ukraine. The base of SIP technologies is the use of thermal insulation panels – structural insulated panels (SIP panels) which serve as the main structural elements of the construction object. At present, the number of houses built using this technology in North America is already around 80 %, in seismic Japan – up to 45 %, in Finland – 42 %. The advantage of such construction is that the dwelling can be built in a few months and the final cost is \$ 200...\$ 250 per square meter, and with decoration – \$ 450...\$ 500 per square meter. **The purpose of the article** is to analyze construction of energy efficient prefabricated buildings of SIP panels, aimed to construct such structures in Ukraine. **Conclusion.** We researched foreign and domestic experience of using frame-panel technology – SIP-technology; analyzed various structural solutions, providing the possibility of using SIP panels of complete prefabrication; the characteristics of energy-efficient low-rise prefabricated buildings from SIP panels are analyzed. Buildings built with SIP panels, have high seismic resistance. They can withstand earthquakes of more than 8...9 points. SIP technology embodies the advanced achievements in the field of housing construction and is the most rapidly implemented construction technology in the world.

Keywords: *construction; energy-efficient low-rise building; prefabricated buildings; SIP panels*

Постановка проблеми. Будівництво малоповерхових будівель в Україні із застосуванням СИП-технологій дозволяє знизити тривалість зведення будівель, зробити їх екологічними, міцними і надійними, а також знизити їх вартість.

У зв'язку з цим в Україні актуальні енергоефективні малоповерхові будівлі швидкого зведення за каркасно-панельною СИП-технологією [3].

На сьогоднішній день кількість споруджених будинків за цією технологією тільки в Північній Америці вже становить близько 80 %, у сейсмоактивній Японії – до 45 %, Фінляндії – 42 %.

Перевага такого будівництва у тому, що помешкання можна звести за кілька місяців, а фінальна вартість становить 200...250 дол. за 1 м², а з оздобленням – 450...500 дол. за 1 м².

СИП-технологія втілює передові досягнення в галузі житлового будівництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. СИП-технологія – унікальна каркасно-панельна технологія будівництва, що дозволяє зводити будівлі швидкого с, яка з'явилася понад півстоліття тому і набула популярності в країнах Північної і Південної Америки. Будинки споруджені за СИП-технологією, користуються популярністю як у тропіках, так і в Заполяр'ї.

У Канаді та США більшість індивідуальних будинків побудовані саме на базі каркасно-панельної технології, вже сьогодні вона стала популярною і в інших країнах, таких як Японія, Англія, Німеччина, Україна та інші.

Монтаж будинку за СИП-технологією здійснюється бригадою в 3–4 чоловік, без особливої спецтехніки. Стіни, виготовлені в заводських умовах, забезпечують чудову

тепло- і шумоізоляцію, підвищену довговічність і надійність усіх елементів конструкції. Каркасно-панельні будинки за показниками екологічності стали лідерами серед усіх наявних. Попередня заводська підготовка «сандвіч»-панелей та обробка всіх використовуваних матеріалів дозволяє одночасно виконувати монтаж і оздоблювальні роботи в будь-який час року.

Мета статті – аналіз особливостей будівництва швидкого зведення енергоефективних будівель із СПІ з метою розвитку такого будівництва в Україні.

Виклад матеріалу. *СПІ-технологія* – каркасно-панельна технологія малоповерхового будівництва з понад 50-річною історією. Вона втілює передові досягнення в галузі житлового будівництва і бачиться найбільш швидко впроваджуваною технологією будівництва у світі.

В основі СПІ-технології лежить використання теплоізоляційних панелей – СПІ, які служать основними конструкційними елементами об'єкта будівництва (рис. 1).



Рис. 1. Структурна ізоляційна панель (СПІ) /
Fig. 1. Structural insulation panel (SIP)

Структурна ізоляційна панель (СПІ) являє собою тришарову конструкцію, яка складається з двох шарів вологостійкої орієнтованої стружкової плити (ОСП-3) та шару пінополістиролу ПСБ-С-25.

Цифра 25 показує кількість сухої речовини 1 м³ готового матеріалу. Чим більше сухої речовини, тим вища щільність, а значить надійність і довговічність готової СПІ. В Україні для виробництва панелей застосовують пінополістирол з вмістом сухої речовини на рівні 17...19 кг/м³. Ця

величина допустима і достатня, щоб пінополістиролу була присвоєна марка ПСБ-С-25 ГОСТ.

Орієнтована стружкова плита (ОСП-3) складається з декількох шарів деревної стружки, склеєної за допомогою різноманітних смол.

Для виробництва сертифікованих СПІ застосовують тільки ОСП-3 плити з товщиною 10 і 12 мм. Для укладання чорнової підлоги другого поверху застосовують плити товщиною 22 мм.

Пінополістирол являє собою газонаповнений матеріал, що отримується з полістиролу і його похідних, а також із співполімерів стиролу. Звичайна технологія отримання пінополістиролу пов'язана з початковим заповненням гранул стиролу газом, який розчиняють у полімерній масі.

Використовується пінополістирол високої щільності, який забезпечує чудову термоізоляцію.

Екструдований (або екструзійний) пінополістирол – нове слово у сфері теплоізоляційних технологій. Це матеріал із рівномірною структурою, що складається з повністю закритих дрібних (0,1...0,2 мм) осередків.

Поліуретановий клей. Високоякісний клей під великим тиском надійно і назавжди з'єднує ОСП-3 з пінополістиролом, утворюючи СПІ.

Внутрішнє і зовнішнє оздоблення. Варіантів зовнішнього оздоблення безліч. Власне оздоблювальні матеріали нічим не відрізняються від традиційних стін з бетону або цегли. Будинок із СПІ можна обкласти декоративною плиткою або каменем, облицювати сайдингом, оштукатурити або обкласти цеглою. СПІ-технологія не передбачає обмежень з оздоблювальних матеріалів. З внутрішнім оздобленням те ж саме: воно являє собою рівну вертикальну поверхню, що дозволяє відразу наклеїти шпалери або обшити гіпсокартоном без застосування профілю (рис. 2).



Рис. 2. Енергоефективний будинок із СІП-панелей /
Fig. 2. Energy efficient home made of SIP panels

Розміри плити і маса. СІП структурна ізоляція – панель має максимальну висоту 3 500 мм. Ширина панелі – від 625 мм до 1 500 мм. Товщина – 60...220 мм [1].

Маса панелі розмірами 2 500×1 250×174 мм буде важити близько 50 кг. Для порівняння, СІП для будинку площею 190 м² будуть важити 16 т, а будинок із цегли – 64 т [4].

Для виробництва СІП найчастіше застосовують плити німецького виробника EGGER. Вони добре зарекомендували себе на ринку України, а за точні геометричні розміри полюбився виробникам. СІП вироблені з використанням плит EGGER, не вимагають додаткового торцювання на виробництві перед розкроєм. Вони абсолютно не мають неприємного запаху. Ці панелі мають український сертифікат якості.

Для виробництва СІП використовують два типорозміри плит ОСП-3 – це 2 500 × 1 250 і 2 800 × 1 250 [7]. Завдяки нестандартним розмірам – 2 800 × 1 250 можна виробляти СІП, які забезпечують достатню висоту першого поверху каркасно-панельного будинку – 2,8 м (рис. 3).

Випробування таких панелей показало, що вони можуть витримувати поздовжнє навантаження до 10 т/м.

Поперечне навантаження (вертикальне) на СІП показує здатність стін із них протистояти потужності вітру, сніговим навантаженням на дах і покриття.

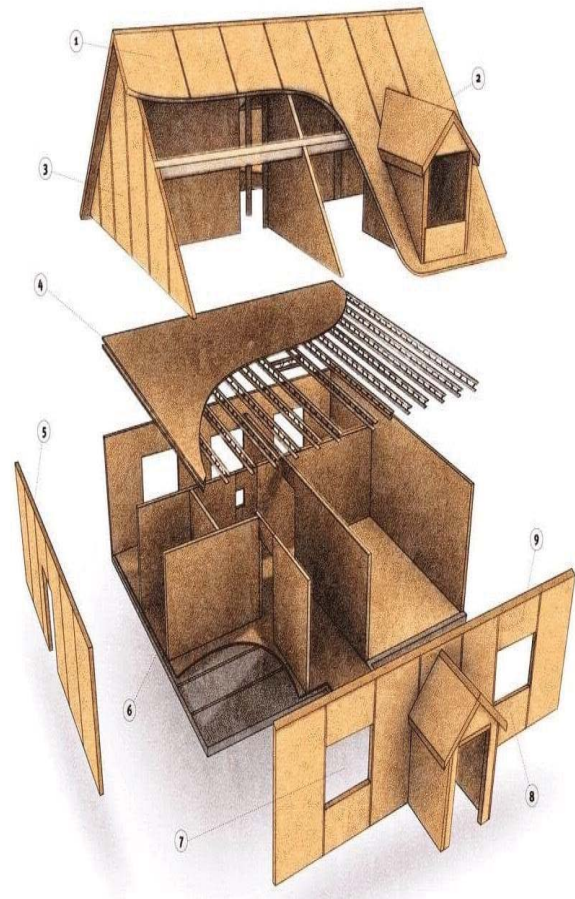


Рис. 3. Схема будинку, зведеного за СІП-технологією: 1 – панелі даху; 2 – панелі портиків, еркерів та щипців; 3 – панелі фронтону; 4 – балки, ферми чи панелі перекриття; 5 – панелі стінові; 6 – панелі внутрішніх стін; 7 – віконні прорізи; 8 – підвіконні панелі; 9 – панелі перемичок / Fig. 3. The scheme of the house erected on the frame-panel SIP-technology: 1 – roof panels; 2 – panels of porticos, bay windows and tongs; 3 – panels of the pediment; 4 – beams, trusses or overlapping panels; 5 – wall panels; 6 – panels of internal walls; 7 – window openings; 8 – window sills; 9 – jumper panels

Вогнестійкість. Плити ОСП, які входять до складу СІП, проходять спеціальну обробку антипіреном. Завдяки цьому вони набувають властивості самозагасання. Порівняно з деревиною, вогнестійкість СІП у 7 разів вища. Будівлі з таких панелей мають високу сейсмостійкість. Вони витримують землетруси понад 8–9 балів. Такі конструктивні рішення набули широкого використання в Криму, Японії.

Основні переваги будівель із СІП [1; 2; 4-6; 8]

- *Енергоефективність.* Основну складову СІП становить енергоефективний утеплювач, який має низький коефіцієнт теплопровідності, це дає можливість зменшити товщину стіни, порівняно з цегляною, що дозволяє економити кошти на опаленні будівлі.
- *Надійність.* Завдяки тому, що СІП з'єднуються між собою за принципом паз в паз, конструкція може витримувати землетруси до 9 балів.
- *Економічність.* Плити мають малу вагу, тож конструкція готової будівлі виходить в кілька разів легшою за цегляну або кам'яну, що дозволяє заощадити на будівництві фундаменту.
- *Низька вартість* будівлі за СІП-технологією. Скорочення термінів зведення будівлі з таких панелей а також низька вартість будівельних матеріалів дозволяє зробити будинки із СІП дешевшими навіть за квартири в багатоповерхових будинках.

- *Усадка будинку* з панелей відсутня, що дає можливість відразу починати оздоблювальні роботи.

- *Екологічність.* ОСП плита – 97 % дерево, утеплювач – 98 % повітря.

- *Довговічність.* Експлуатація будівлі – до 100 років.

- *Швидкі терміни* будівництва. Особливість СІП-технології полягає у швидкості роботи: фахівці зводять будинки під ключ за 3 місяці. Залишається зовсім небагато – оздоблювальні роботи та створення затишку в новому будинку.

Висновки Досліджено закордонний та вітчизняний досвід застосування каркасно-панельної СІП-технології; проаналізовано різні конструктивні рішення, що дають можливість використання панелей повної заводської готовності; проаналізовано характеристики енергоефективної малоповерхової будівлі швидкого зведення із структурно ізоляційних панелей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорошенко Д. Каркасный дом по канадской технологии : монография / [Денис Дорошенко] – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 208 с.
2. Національний стандарт України. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель : ДСТУ Б В.2.6-189:2013. – [Чинний від 2014-01-01] / Мінрегіон України. – Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2014. – 52 с.
3. Дьяченко Л. Ю. Особенности зведения швидкоспоруджуваних малоповерхових будівель із блок-модулів в Україні / Л. Ю. Дьяченко, О. С. Дьяченко, А. С. Малащенко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури: зб. наук. праць. – 2016. – № 2. – С. 69–74.
4. Передовая технология каркасно-панельного домостроения СИП (SIP) : учеб. пособ. для вузов / Под ред. Цыгаменко С. С. и др., 6-е изд.. – Москва : Ассоциация домостроительных технологий СИП (SIP), 2016. – 239 с.
5. Строительство каркасного дома : монография / [В. С. Самойлов, В. С. Левадный]. – Москва : Аделант, 2009. – 352 с.
6. Державні будівельні норми України. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. [Чинні від 2017-05-01] / Мінрегіон України. – Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2017. – 31 с.
7. Панельная строительная система СИП : монография / [В. В. Цыгаменко, С. С. Цыгаменко]. – Москва, 2015. – 78 с.
8. Knaack U. Prefabricated systems : principles of construction / [U. Knaack, Sh. Chung-Klatte, R. Hasselbach]. – Berlin : Walter De Gruyter, 2012. – 133 p.

REFERENCES

1. Doroshenko D. *Karkasnyy dom po kanadskoy tehnologii* [Frame house using Canadian technology]. Saint-Petersburg : Piter, 2011, 208 p. (in Russian).
2. *Natsional'nyj standart Ukrainy. Metody vyboru teploizolyacijnogo materialu dlya uteplennya budivel' : DSTU B V.2.6-189:2013. (Chy`nnyj vid 2014-01-01)* [National Standard of Ukraine. Methods of choosing thermal insulation material for insulation of buildings: SBTU B V.2.6-189: 2013. (Effective from 2014-01-01)]. Ministry of Regional Development of Ukraine. Kyiv : State Enterprise “Ukrhbuildinform”, 2014, 52 p. (in Ukrainian).

3. D'yachenko L.Yu., D'yachenko O.S. and Malashenko A.S. *Osobly`vosti zvedennya shvy`dkosporudzhuvany`x malopoverxovy`x budivel` iz blok-moduliv v Ukraini* [Features of erecting low-rise buildings from block modules in Ukraine]. *Visny`k Pry`dniprov`s'koyi derzhavnoyi akademiyi budivny`cztva ta arxitektury`* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 2, pp. 69–74. (in Ukrainian).
4. *Peredovaya tehnologiya karkasno-panel'nogo domostroeniya SIP (SIP) : uchebnoe posobie dlya vuzov* [Advanced technology of frame-panel housing construction SIP (SIP): textbook for universities]. Edited by Tsyhamenko S.S. and an.]. Moscow : Homebuilding Technology Association SIP, 2016, 239 p. (in Russian).
5. Samoylov V.S. and Levadnyy V.S. *Stroitelstvo karkasnogo doma* [Construction of a frame house]. Moscow : Adelant, 2009, 352 p. (in Russian).
6. *Derzhavni budivel`ni normy` Ukrainy`. Teplova izolyaciya budivel` : DBN V.2.6-31:2016. (Chy`nni vid 2017–05–01)* [National Standard of Ukraine. Thermal insulation of buildings: DBN B.2.6-31: 2016. (Effective from 2017-05-01)]. Ministry of Regional Development of Ukraine. Kyiv : State Enterprise “Ukrbudinform”, 2017, 31 p. (in Ukrainian).
7. Tsyhamenko V.V. and Tsyhamenko S. *Panel'naya stroitel'naya sistema SIP* [SIP panel building system]. Moscow, 2015, 78 p. (in Russian).
8. Knaack U., Chung-Klatte Sh. and Hasselbach R. *Prefabricated systems : principles of construction*. Berlin : Walter De Gruyter, 2012, 133 p.

Надійшла до редколегії: 02.06.2019 р.