

УДК 692.23:624.014

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2022.41.7>**Хохрякова Д.О.**

к.т.н., доцент кафедри будівельних технологій,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ВУЗЛОВІ З'ЄДНАННЯ ЗБІРНИХ ПАНЕЛЕЙ ЗОВНІШНІХ СТІН ІЗ ТОНКОСТІННИХ ХОЛОДНОФОРМОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Анотація. Найбільше наукових праць останніх років належить до досліджень збірних панельних конструкцій житлових та цивільних будівель. Все більш затребуваними в монолітному домобудівництві стають легкі швидкокомтовані огорожувальні конструкції. Між тим аналіз досвіду застосування таких конструкцій в Україні та країнах ближнього зарубіжжя дозволив виявити низку проблем пов'язаних з поверхневим підходом проєктувальників та будівельників до їх конструктивних деталей та технологічних особливостей. На основі аналізу наявних технічних рішень визначено недоліки стінових панелей з тонкостінних холодноформованих елементів (ПСК – панель стінова каркасна), що вимагають удосконалення їх конструкції і способів їх монтажу. Поелементне складання панелі безпосередньо на місці її встановлення, відсутність заздалегідь розмічених місць кріплення панелі до несучих конструкцій, наявність «мокрих» процесів з використанням в'язучих речовин збільшує трудомісткість і тривалість будівництва. Відсутність у профілях каркасу панелі посадкових місць під кріпильні елементи і можливість коригування положення панелей відносно одна одної при монтажі не забезпечує точності монтажу і відповідно герметичності панелі за рахунок можливості виникнення зазорів. На ефективність вузлових з'єднань ПСК впливає їх ступінь комплектності виготовлення і постачання: повної, часткової або базової комплектності. В статті розглянуто вузли примикань до несучих елементів каркасу будівлі ПСК наступних конструктивних рішень: легкі зовнішні «термостіни» Rsiikki (Rauta), стінове огороження з каркасних навісних панелей (патент RU2591315C2), спеціальні добірні елементи для з'єднання ПСК між собою та закриття несучих конструкцій (патент RU2522359C2), спосіб кріплення зовнішньої стіни будівлі (патент RU2498029C1) і навісні стінові термопанелі із замковим з'єднанням за технологією «МЕТТЭМ». Виконане порівняння недоліків і переваг досліджуваних конструкцій ПСК. Зазначені шляхи подальшого удосконалення конструктивно-технологічних рішень: спрощення виготовлення, транспортування і монтажу панелей; збільшення внутрішньої площі будівлі; підвищення герметичності і теплотехнічних характеристик вузлових з'єднань; підвищення точності кріплення і зручності коригування положення панелей при їх монтажі; можливість легкого демонтажу панелей і ремонту стиків без порушення нормальної експлуатації будівлі; скорочення тривалості і зниження трудомісткості монтажу.

Ключові слова: панелі зовнішніх стін, тонкостінні холодноформовані елементи, комплектність, вузлові з'єднання, примикання.

Постановка проблеми. За останні роки науковий інтерес до галузі позамайданчикового будівництва помітно зріс. Дослідження щодо впровадження збірних конструкцій заводського виготовлення активно проводяться у всьому світі, починаючи від стандартизації проєктування та виробництва, методів транспортування та завершуючи планування будівництва. Найпомітніше збільшення наукових праць з 1986 до 2018 року належить до досліджень збірних панельних

конструкцій житлових та цивільних будівель [1, с. 351].

Технології та матеріали у сфері каркасного домобудування постійно вдосконалюються. Все більш затребуваними в монолітному домобудівництві стають легкі швидкокомтовані огорожувальні конструкції. Застосування збірних панелей зовнішніх стін із сталевих тонкостінних холодноформованих профілів та енергоефективних утеплювачів дозволяють суттєво скоротити терміни

будівництва, забезпечує міцність, довговічність конструкцій, високі теплоізоляційні показники протягом усього терміну експлуатації споруди [2, с. 15].

Такі стінові панелі мають ідеальний баланс між легкістю монтажу та вартістю конструкцій. Невелика маса збірних панелей, висока точність їх виготовлення, можливість використання будь-яких облицювальних екологічно чистих матеріалів роблять застосування панелей з легких сталевих тонкостінних конструкцій одним із лідерів на ринку огорожувальних конструкцій.

Між тим аналіз досвіду застосування легких огорожувальних конструкцій в Україні та країнах ближнього зарубіжжя дозволив виявити низку проблем пов'язаних з поверхневим підходом проектувальників та будівельників до їх конструктивних деталей та технологічних особливостей.

Аналіз останніх досліджень. Результати обстежень стану будівель із зовнішніми стіновими огороженнями з тонкостінних холодноформованих профілів [3, с. 104; 4] дозволили виявити найпоширеніші дефекти в панелях і причини їх утворення.

Застосування в каркасі панелі профілів з великими відхиленнями геометрії, виготовлених на низькотехнологічному обладнанні за застарілими стандартами, призводить до великих зазорів у конструкції, що негативно позначається на роботі кріпильних елементів (гвинтів, заклепок), надійності та довговічності вузлів кріплення профілів між собою, листових обшивок до металевого каркасу.

Порушення технології перфорування при виробництві термопрофілів веде до пошкодження цинкового захисного покриття, що знижує довговічність конструкції.

Сколювання та відшарування обшивки панелей ще на етапі будівництва ілюструє загальну низьку культуру ручного виробництва на будівельному майданчику та підтверджує необхідність виключно заводського виготовлення стінових панелей з належним технічним контролем відповідної якості.

На основі аналізу наявних технічних рішень, у т. ч. винаходів, визначено недоліки зовнішніх багат шарових панелей, що вимагають удосконалення їх конструкції і способів їх монтажу:

- поелементне складання панелі безпосередньо на місці її встановлення, що збільшує трудомісткість будівництва [5];

- застосування при зведенні «мокрих» процесів з використанням в'язучих речовин викликає технологічні перерви [5];

- технічні рішення, що не передбачають заздалегідь розмічених місць кріплення панелі до колон та плит перекриттів, при якому точність складання залежить від кваліфікації робітника, збільшується трудомісткість та тривалість використання вантажопідіймального механізму [6];

- відсутність у профілях каркасу панелі посадкових місць під кріпильні елементи не забезпечує точності складання та герметичності панелі за рахунок можливості виникнення зазорів при монтажі панелі, що знижує її теплозахисні властивості, а також збільшує трудомісткість складання каркасу [7];

- технічні рішення, що не передбачають можливість коригування положення панелей відносно одна одної при монтажі, внаслідок чого не забезпечується точність монтажу стінового огороження [6; 8].

Метою статті є аналіз вузлів примикань збірних панелей зовнішніх стін із тонкостінних холодноформованих профілів (ПСК) часткової і повної комплектності до несучих конструкцій каркасів житлових і громадських будівель.

Результати досліджень.

Питання конструювання стиків бетонних панелей великопанельного домобудівництва розглядаються в послідовності, що відповідає значущості завдання – від забезпечення міцності до забезпечення ізоляційних якостей. Тоді як при розробці стиків легких стінових панелей на основі каркасу з тонкостінних холодноформованих елементів зазвичай пріоритетом є їх герметичність та ізоляційні властивості.

На ефективність вузлових з'єднань ПСК впливає їх ступінь комплектності виготовлення і постачання:

- панелі повної комплектності, що містять всі компоненти в зборі;

- панелі часткової комплектності, що складається з каркасу та зовнішньої обшивки;

- панелі базової комплектності, що являє собою металевий каркас.

У Європі одним із перших виробників огорожувальних конструкцій на основі тонкостінних холодноформованих профілів була фінська компанія Rannila (зараз RUUKKI), що запропонувала легкі зовнішні «термостіни». Продукція Ruukki для комерційного будівництва представлена в Україні інженерно-будівельною компанією Rauta.

Особливостями фінських рішень конструктивних вузлів примикань легких панелей Rauta повної комплектності (рис. 1) [9, с. 69] є виконання герметизації стиків із застосуванням еластичних мастик з подальшим нанесенням зовнішнього теплоізоляційного шару та фасадного захисно-декоративного покриття у будівельних умовах.

Торець перекриття ізолюють смугою мінеральної вати, покривають вітрозахисною плівкою і закривають смугою відповідного матеріалу обшивки.

До недоліків даного конструктивного рішення, що сьогодні є найпоширенішим, можна віднести підвищену кількість технологічних операцій, трудомісткість, технологічні простоти та наявність «мокрих» процесів, що призводить до неможливості виконання робіт у зимових умовах. Висотні фасадні роботи вимагають спеціальних навичок і культури виробництва, відтак залежність від «людського фактору» може негативно позначатися на якості виконання робіт.

Технічне рішення, що спрощує конструкцію вузлового з'єднання, збільшує надійність кріплення стінової панелі до міжповерхових перекриттів будівлі, підвищує міцність конструкції, а також передбачає коригування горизонтального рівня при вирівнюванні панелей, знайшло відображення в патенті Огурцова М. В. [10] (рис. 2).

Спосіб кріплення навісних ПСК полягає у тому, що верхню панель насаджують на металевий напрямний елемент кріпильної пластини нижньої панелі через заздалегідь вирізаний отвір в каркасі. Після фіксації положення верхньої панелі, зазор між верхньою та нижньою панелями заповнюють утеплювачем, після чого з внутрішньої сторони улаштовують пароізоляційну плівку та монтують оздоблювальні листи, а зовні монтують декоративний вентиляований фасад.

Науковцями РУП «Институт жилища – НИПТИС им. С.С. Атаева» запропоновано конструктивне рішення спеціальних додаткових

елементів призначених для з'єднання ПСК між собою та закриття несучих конструкцій каркасу будівель (крайні колони, торці плит перекриттів та зовнішні контурні балки) [3, с. 106; 11] (рис. 3).

Добірні елементи виконанні зі з'єднаннями шпунт і гребінь з утворенням так званого лабіринтового ущільнення. Простір примикання між додатковим елементом і несучими елементами каркаса будівлі заповнюється целюлозним утеплювачем (ековатою), що не утворює шовних порожнин при задувці. Її можна подавати для герметизації стиків під тиском навіть за негативних температур.

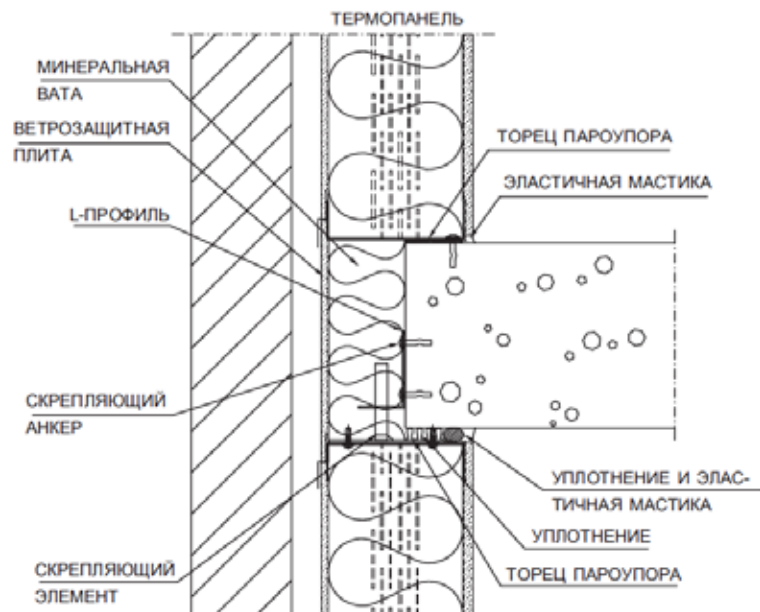
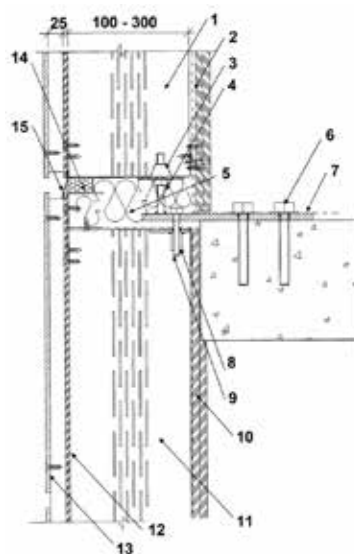


Рис. 1. Вузол примикання панелей Rauta до плити перекриття



- 1 – стінова каркасна багатопшарова верхня панель;
- 2 – пароізоляційна плівка;
- 3 – конусна шайба;
- 4 – металевий напрямний елемент;
- 5 – утеплювач;
- 6 – анкерне кріплення;
- 7 – кріпильна пластина;
- 8 – закладна деталь;
- 9 – болт;
- 10 – оздоблювальний лист;
- 11 – стінова каркасна багатопшарова нижня панель;
- 12 – вітрозахисний лист;
- 13 – оздоблювальний лист;
- 14 – ущільнювач;
- 15 – гідроізоляційна мембрана

Рис. 2. Вузол примикання навісних ПСК часткової комплектності до плити перекриття

Конфігурація стиків запроєктована таким чином, щоб установка герметиків не зустрічала труднощів, і зміна їх відбувалася зовні з навісних колисок, без порушення нормальної експлуатації будинку.

Конструктивні рішення ПСК передбачають її використання з поперковим

обпиранням або в якості навісної огорожувальної конструкції з усіма основними конструктивними системами будівель: сталевими каркасами з прокатних або зварних профілів, монолітними або збірними залізобетонними, а також комбінованими каркасами.

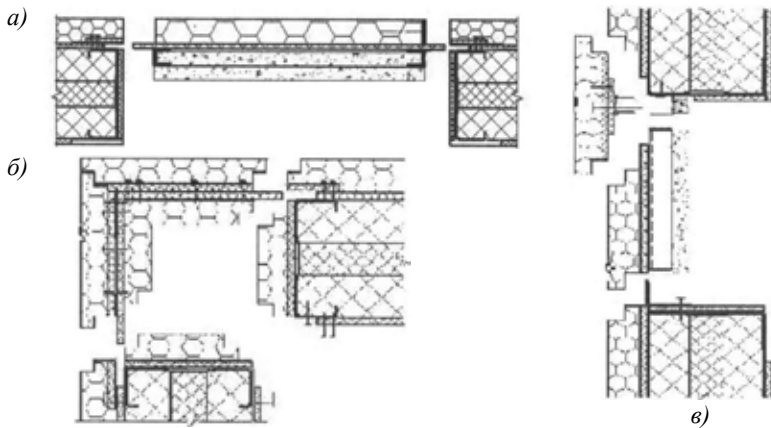


Рис. 3. Добірні елементи для сполучення ПСК:
а) вертикальні, б) кутові, в) рядові



Рис. 4. Схема встановлення панелі [12]



Рис. 5. Замкове з'єднання навісних стінових панелей

Перевага технічного рішення [12] полягає в улаштуванні в панелі заводського виготовлення повної комплектності випусків під внутрішньою обшивкою пароізоляційної плівки і під зовнішньою обшивкою – вітро-, гідроізоляційної плівки для захисту утеплювача від попадання вологи, що дозволяє спростити улаштування стяжки на підлозі і монтаж торця плити перекриття відповідно (рис. 4).

Технологія МЕТТЕМ [13] пропонує каркас для зовнішніх стінових панелей із спеціальних замкових U – профілів («гребінь») та Н – профілів («паз»), що утворюють замкове з'єднання по периметру панелі (рис. 5). Такі ПСК монтуєть на несучий каркас будівлі навісним способом, скріплюючи між собою через замкове з'єднання, у порожнині якого укладається ізоляційний матеріал.

Висновки

В останні роки чимало науковців і виробників доклало зусиль для удосконалення конструктивно – технологічних рішень улаштування зовнішніх стінових панелей з каркасом із тонкостінних холодноформованих профілів.

Незважаючи на безліч переваг не для всіх цих технологій мало місце впровадження шляхом комплектації відповідним технологічним обладнанням складальних виробництв.

Наступні дослідження і наукові розробки у цій сфері повинні мати на меті підвищення ефективності таких панелей шляхом:

- спрощення конструкції і полегшення виготовлення панелей;

- оптимальних масогабаритних характеристик, що полегшують їх монтаж, складування та транспортування;
- збільшення внутрішньої площі будівлі;
- підвищення герметичності вузлових з'єднань, теплотехнічних властивостей та вогнестійкості;
- обмеження повітропроникності та розкриття стиків під навантаженням;

- збільшення надійності і підвищення точності кріплення панелей до несучих конструкцій;
- зручності коригування положення панелей при їх вирівнюванні;
- можливості легкого демонтажу панелей і ремонту стиків без порушення нормальної експлуатації будівлі;
- скорочення тривалості монтажу і зниження трудомісткості монтажу.

Література

1. Jun Young Jang, Chansik Lee, Jung In Kim, and Tae Wan Kim (2019). Research Trends in Off-Site Construction Management: Review of Literature at the Process Level. *MOC SUMMIT*. P. 349–356.
2. Тимофеев, М., Шамрина, Г., & Хохрякова, Д. (2020). Обгрунтування вибору збірних систем зовнішніх стін з використанням цементних плит KNAUF AQUAPANEL® OUTDOOR за умов забезпечення енергоефективності будівлі. *Гірничий вісник*. Вип. 107. С. 11–15.
3. Дубатовка А.И. (2016). Современные конструктивные решения каркасных зданий с применением легких ограждающих конструкций. *Вестник Брестского государственного технического университета*. 2016. № 1. С. 102–108.
4. Бад'їн Г.М., Сычев С.А. Анализ дефектов монтажа и эксплуатации быстровозводимых конструкций. *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2–1. URL: science-education.ru/ru/article/view?id=21019.
5. Наружная многослойная стена здания и способ ее возведения: пат. RU 2335606 C1 РФ. № 2007101438/03 ; заявл. 15.01.2007 ; опубл. 10.10.2008. Бюл. № 28. 10 с.
6. Способ возведения наружной стены здания и многослойная строительная панель для его осуществления : пат. RU2440471C1 РФ. № 2010140134/03 ; заявл. 01.10.2010 ; опубл. 20.01.2012. Бюл. № 2. 13 с.
7. Многослойная строительная панель : пат. RU55393U1 РФ. № 2006112139/22 ; заявл. 13.04.2006 ; опубл. 10.08.2006. Бюл. № 22. 2 с.
8. Многослойная строительная панель : пат. RU2485260C1 РФ. № 2012112000/03 ; заявл. 28.03.2012 ; опубл. 20.06.2013, Бюл. № 17. 12 с.
9. Термопрофильные стены Rauta/ Rauta. 2017. 100 с. URL: https://rautagroup.com/wp-content/uploads/2017/04/rauta_termoprofile_walls.pdf
10. Способ крепления стенового ограждения, состоящего из навесных каркасных панелей : пат. RU2591315C2 РФ. № 2014147037/03 ; заявл. 21.11.2014 ; опубл. 20.07.2016. Бюл. № 20. 8 с.
11. Элемент многослойной легкой строительной панели и способ его изготовления : пат. RU2522359C2 РФ. № 2012135323/03 ; заявл. 17.08.2012 ; опубл. 10.07.2014. Бюл. № 19. 29 с.
12. Способ крепления наружной стены здания : пат. RU2498029C1 РФ. № 2012125727/03 ; заявл. 21.06.2012 ; опубл. 10.11.2013. Бюл. № 31. 11 с.
13. Стеновые панели для многоэтажных зданий. FRAMECAD. Каркасное строительство. URL: <https://fros.ru/products/stenovyie-paneli>

References

1. Jun Young Jang, , Chansik Lee, Jung In Kim, and Tae Wan Kim (2019). Research Trends in Off-Site Construction Management: Review of Literature at the Process Level. *MOC SUMMIT*. p. 349-356.
2. Tymofeyev, M., Shamrina, H., & Khokhryakova, D. (2020). Obgruntuvannya vyboru zbirnykh system zovnishnikh stin z vykorystannyam tsementnykh plyt KNAUF AQUAPANEL® OUTDOOR za umov zabezpechennya enerhoefektyvnosti budivli. *Hirnychyy visnyk*. Vyp. 107. pp. 11-15.
3. Dubatovka A.I. (2016). Sovremennyye konstruktivnyye resheniya karkasnykh zdaniy s primeneniyyem legkikh ograzhdayushchikh konstruksiy. *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2016. No. 1. P. 102–108.
4. Bad'in G.M., Sychev S.A. (2015). Analiz defektov montazha i ekspluatatsii bystrovovodimykh konstruksiy. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. No. 2-1. URL: science-education.ru/ru/article/view?id=21019.
5. Naruzhnaya mnogosloynnaya stena zdaniya i sposob yeye vozvedeniya: pat. RU 2335606 C1 RF. No. 2007101438/03; zayavl. 15.01.2007; opubl. 10.10.2008, Byul. No. 28. 10 p.
6. Sposob vozvedeniya naruzhnoy steny zdaniya i mnogosloynnaya stroitel'naya panel' dlya yego osushchestvleniya: pat. RU2440471C1 RF. No. 2010140134/03; zayavl. 01.10.2010; opubl. 20.01.2012, Byul. No. 2. 13 p.
7. Mnogosloynnaya stroitel'naya panel', pat. RU55393U1 RF. No. 2006112139/22; zayavl. 13.04.2006; opubl. 10.08.2006, Byul. No. 22. 2 p.
8. Mnogosloynnaya stroitel'naya panel': pat. RU2485260C1 RF. No. 2012112000/03; zayavl. 28.03.2012; opubl. 20.06.2013, Byul. No.17. 12 p.
9. Termoprofil'nyye steny Rauta/ Rauta. 2017. 100 s. URL: https://rautagroup.com/wp-content/uploads/2017/04/rauta_termoprofile_walls.pdf
10. Sposob krepneniya stenovogo ograzhdeniya, sostoyashchego iz navesnykh karkasnykh paneley: pat. RU2591315C2 RF. No. 2014147037/03; zayavl. 21.11.2014; opubl. 20.07.2016, Byul. No. 20. 8 p.

11. Element mnogoslownoy legkoy stroitel'noy paneli i sposob yego izgotovleniya: pat. RU2522359C2 RF. No. 2012135323/03; zayavl. 17.08.2012; opubl. 10.07.2014, Byul. No. 19. 29 p.
12. Sposob krepleniya naruzhnoy steny zdaniya: pat. RU2498029C1 RF. No. 2012125727/03; zayavl. 21.06.2012; opubl. 10.11.2013, Byul. No. 31. 11 p.
13. Stenovyye paneli dlya mnogoetazhnykh zdaniy. FRAMECAD. Karkasnoye stroitel'stvo. URL: <https://frros.ru/products/stenovyye-paneli>.

NODAL CONNECTIONS OF PREFABRICATED EXTERIOR WALL PANELS MADE OF THIN-WALLED COLD-FORMED MEMBERS

***Abstract.** Most of the scientific works of recent years are related to the research of prefabricated panel structures of residential and civil buildings. Lightweight, quick-mount fence structures are becoming more and more popular in monolithic house construction. Meanwhile, the analysis of the experience of using such structures in Ukraine and the neighboring countries revealed a number of problems related to the superficial approach of designers and builders to their structural details and technological features. Based on the analysis of the existing technical solutions, the shortcomings of wall panels made of thin-walled cold-formed elements (FWP – framed wall panel) have been determined, which require improvement of their design and methods of their installation. The element-by-element assembly of the panel directly at the place of its installation, the absence of pre-marked places for fastening the panel to the supporting structures, the presence of “wet” processes using binders increases the labor intensity and duration of construction. The absence in the profiles of the frame of the panel of seats for fasteners and the possibility of adjusting the position of the panels relative to each other during installation does not ensure the accuracy of the installation and, accordingly, the tightness of the panel due to the possibility of gaps. The efficiency of FWP nodal connections is influenced by the degree of completeness of their manufacture and supply: complete, partial or basic completeness. The article examines the connections to the load-bearing elements of the frame of the FWP building of the following structural solutions: lightweight external “thermal walls” Ruukki (Rauta), wall fencing made of frame hinged panels (patent RU2591315C2), special selected elements for connecting the FWP to each other and closing the supporting structures (patent RU2522359C2), a method of fastening the outer wall of the building (patent RU2498029C1) and wall-mounted thermal panels with a lock connection using the «METTЭM» technology. A comparison of the disadvantages and advantages of the studied constructions of FWP was carried out. The indicated ways of further improvement of structural and technological solutions: simplification of manufacture, transportation and installation of panels; increasing the internal area of the building; improvement of hermeticity and thermal characteristics of nodal connections; improving the accuracy of fastening and ease of adjusting the position of panels during their installation; the possibility of easy dismantling of panels and repair of joints without disturbing the normal operation of the building; shortening the duration and reducing the labor intensity of installation.*

***Key words:** external wall panels, thin-walled cold – formed members, completeness, nodal connections, adjoining.*

Khokhriakova D.O.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Construction Technologies, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv