

О. Д. Панкевич  
В. В. Миколаєнко  
В. В. Панкевич

## ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ВУЗЛОВИХ З'ЄДНАНЬ (МІСЦЬ ПРИМИКАННЯ КОНСТРУКЦІЙ) НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

*Забезпечення нормативного рівня енергоефективності будинків житлового та громадського призначення є основним завданням сучасного проектування і будівництва в Україні.*

*Найбільш проблемними на жаль залишаються вузлові з'єднання стін з міжповерховим перекриттям, конструкціями віконного заповнення, кути тощо. Вузлові з'єднання продовжують виступати в якості так званих «містків холоду», які помітно знижують значення приведенного опору теплопередачі стіни.*

*Ключові слова: енергоефективність, вузли, конструкція, утеплення, будівлі, тепловтрати.*

### Вступ

Енергоефективність – застосування меншої кількості енергії для підтримання того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві, тобто ефективне використання енергетичних запасів. Дане питання перебуває на стику інженерії, економіки, юриспруденції та соціології.

Енергозбереження – стосується зменшення споживання енергії за рахунок використання меншої кількості енергетичних послуг.

Вірне визначення теплозахисних якостей огорожувальних конструкцій будівлі та приведення їх до нормативних показників, за рахунок конструктивних рішень відноситься як до питання енергоефективності та і до питання енергозбереження будівлі.

Як відомо, значний обсяг тепловтрат відбувається через: стіни, вікна, дах, підлогу на першому поверсі та підвальні приміщення. По оцінкам як вітчизняних, так і закордонних експертів, потенціал економії електроенергії в житлових та громадських будинках дорівнює 30–40 %, а теплової енергії – близько 50 % [1]. Витрати теплової енергії житлових та громадських будинках, а також потенціал енергозбереження має наступний розподіл:

- зовнішні стіни – 30 % (потенціал 50 %);
- вікна – 35 % (потенціал 50 %);
- вентиляція – 15 % (потенціал 50 %);
- гаряча вода – 10 % (потенціал 30 %);
- дах, підлога – 8 % (потенціал 50 %);
- трубопроводи, арматура – 2 % (потенціал 5 %).

Відповідно, це передбачає створення технічних передумов, що становлять основу для розроблення та впровадження дієвих заходів покращення енергетичної ефективності будівельних технологій, згідно з вимогами охорони довкілля і з урахуванням особливостей повного циклу життя виробів та об'єктів [1, 2].

Проблеми ефективного теплоспоживання та теплообміну будинку частково вирішується за допомогою теплоізоляції. Стіни і дах утеплюють спеціальними матеріалами (ізоляційні склади для стиків, різні види утеплювачів). На сьогодні, в ДБН В.2.6-31:2016 [15] визначена методика, за якою визначаються теплозахисні якості огорожувальних конструкцій і це дозволяє виконати конструктивний підбір зовнішніх огорожувальних конструкцій, але відсутній цілісний підхід проектування будівель із врахуванням принципів архітектурно-конструктивного енергозбереження.

Метою дослідження є огляд енергозберігаючих конструктивних рішень зовнішніх огорожувальних конструкцій, встановлення основних принципів розробки таких рішень, а також визначення місць потенційно можливого збільшення термічного опору зовнішніх стін та інших огорожувальних конструкцій (місць примикання).

Щоб досягнути поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- проаналізувати конструктивні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій стіни та вузлових з'єднань за останні роки;
- дослідити особливості конструктивних рішень теплової ізоляції будівель в місцях примикання конструкцій.

### **Огляд конструктивних рішень енергозберігаючих зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель**

Дослідження по розробці конструктивних рішень енергозберігаючих зовнішніх стін, проводяться в різних напрямках. Проектуванню енергозберігаючих конструкцій стін будівлі в місцях примикання конструкцій присвячені роботи: Опекунова В. В., Семка В. О., Лещенко М. В., Кроленко Ю. Я., Конюхова О. В., Ратушняк Г. С., Очеретного А. М. та інших.

В основі роботи Опекунова В. В. [3] покладена задача покращення теплозахисних властивостей огорожувальної конструкції та зменшення матеріаломісткості.

Поставлена задача вирішується тим, що співвідношення поміж товщиною основної частини стіни та товщиною додаткової частини стіни складає 2,1-12,0, а співвідношення висоти та ширини додаткової частини стіни та товщиною несучих конструкцій, наприклад плити перекриття або колони, складає 1,0-5,0. Дана огорожувальна конструкція стіни, яка включає в собі несучий основний шар без консольних виступів та розміщений зовні додатковий шар з теплоізоляційного матеріалу. Основна частина стіни виконана або збірною, або збірно-монолітною, або монолітною, або армованою, або неармованою із природних або штучних матеріалів із загальною пористістю 60-90 %. Додаткова частина стіни виконана або збірною, або збірно-монолітною, або монолітною, армованою або неармованою із природних та штучних матеріалів із загальною пористістю 80-98 %. Примикає щільно або із повітряним прошарком щодо несучих конструкцій або основної частини стіни. В основній частині стіни, яка примикає щодо несучих конструкцій, наприклад щодо плити перекриття або колони, виконано звуження, наприклад ступінчастого вигляду.[3].

У роботі Семка В. О. та Лещенко М. В. [4] розроблені методи в яких головною задачею є створення конструкції стіни на вузлових з'єднаннях зі збільшеним термічним опором несучих конструкцій та підвищеною енергоефективністю будівлі. Суть даної роботи полягає в розробці енергоефективної стінової огорожувальної конструкції із сталевих холодноформованих елементів, за рахунок конструктивного вирішення теплоізоляції теплопровідного включення (сталевий профіль). Теплоізоляція сталевий профіль виконана полістеролбетоном, який є комплексним теплоізоляційним матеріалом для огорожувальної конструкції в цілому. Для розрахунку опору теплопередачі стінової огорожувальної конструкції з теплопровідними включеннями враховується лінійний коефіцієнт теплопередачі. Для даної конструкції цей коефіцієнт визначається експериментальним шляхом. Встановлено, що чим менше значення даного коефіцієнта, тим вище значення приведенного опору теплопередачі. Зменшення впливу теплопровідного включення шляхом його теплоізоляції призводить до зниження лінійного коефіцієнта теплопередачі і як результат до вищого значення приведенного опору теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції.

Також розробка ефективної огорожувальної конструкцій розглянута в роботі Нікуліна В. Б., Кроленка Ю. Я., Конюхова О. В. [5]. Ефективність полягає в спрощенні конструкції, підвищенні надійності вузлів з'єднань та збільшенні несучої здатності і міцності конструкції, та зменшенні витрат матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів. Суть в тому, що в огорожувальній конструкції, яка містить вертикальний лицевальний шар і встановлену перпендикулярно до нього плоску плиту, що з'єднані між собою металевими кріпильними елементами, лицевальний шар виконаний у вигляді цегляної кладки, яка примикає до зовнішнього торця плоскої монолітної залізобетонної плити. При даному рішенні цегляна кладка виконана з двох рядів - першого лицьового ряду половинок цеглин, покладених поперечниками прямо на опалубку вертикально фасадів, і другого ряду цеглин з вертикальними зв'язками, кратними довжині цегли, і армованими зверху сіткою. А металеві кріпильні елементи, що жорстко зв'язують плоску плиту і лицевальний шар, виконані Г-подібної форми або у вигляді пластини і встановлені горизонтально з одного боку в порожнині цеглин і між ними, а з іншого боку – частиною з вигином у монолітну залізобетонну плиту, і замонолічені. Дана огорожувальна конструкція при використанні дозволяє забезпечити спрощення конструкції і її монтажу, підвищення жорсткості, надійності вузла сполучення, збільшення несучої здатності і в цілому міцності конструкції, зменшення витрат

матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів. Впровадження пропонованої огорожувальної конструкції дозволяє знизити трудомісткість і в цілому її собівартість, а також підвищити технологічність процесу зведення цієї конструкції і її довговічність, та поліпшити архітектурно-естетичний вигляд фасаду будинку, що зводиться.

Автори Старчук Я. В., Старчук Т. В., Старчук В. Н., Фаренюк Г. Г. [6] в своїй роботі розкрили задачу створення енергоефективної огорожувальної конструкції багатоповерхового будинку без "містків" холоду з високим коефіцієнтом теплотехнічної однорідності, високою довговічністю, архітектурною виразністю та екологічно безпечно. Суть – огорожувальна конструкція багатоповерхового будинку складається з несучої частини конструкції, зовнішнього декоративно-оздоблювального, середнього теплоізоляційного і внутрішнього оздоблювального шарів. Внутрішній і середній шари спираються на закріплені в стіні виступаючі рамки. Виступаючі несучі елементи розташовані по висоті будинку на нижньому поверсі, а вище-через один-дванадцять поверхів, на які укладають середній теплоізоляційний шар, що повністю окутує несучі конструкції багатоповерхового будинку. Виступаючі несучі елементи виконують як продовження монолітних чи збірних, чи збірно-монолітних ненапружених, чи попередньо напружених плит перекриття, або у вигляді металевих елементів. Для влаштування самонесучого теплоізоляційного шару пропонують використовувати жорсткі пористі блоки на мінеральному, органомінеральному чи органічному в'язучому із ніздрюватого (або пористого) бетону.

Автори Кузич Р. В., Кузич Р. Р., Кузич О. Р. [7] розглянули моделі, які повинні забезпечити зменшення потреб енергії в опаленні та підвищити рівень комфорту у будівлі за рахунок удосконалення конструкції зовнішньої стіни. Запропонована конструкція зовнішньої стіни будівлі з тепловим і теплоінерційним бар'єрами. Конструкція зовнішньої стіни включає фасадний шар панельного утеплення, несучий конструкційний шар, внутрішній шар панельного утеплення, згідно з корисною моделлю. Між фасадним шаром панельного утеплення і несучим конструкційним шаром додатково встановлено тепловий бар'єр з труб-змійовиків. В тепловому бар'єрі, з труб-змійовиків, за допомогою циркуляційної помпи подають рідину з підґрунтового теплообмінника, а між внутрішнім шаром панельного утеплення і несучим конструкційним шаром встановлено теплоінерційний бар'єр. Як несучий конструктивний шар може бути використано енергоефективні збірні блоки з трубами-змійовиками, з'єднаними з підґрунтовим теплообмінником. Це призводить до підвищення теплоізоляційних властивостей зовнішньої стіни.

В роботі Чудо І. Г. [8] розкрито моделі удосконалення теплоізоляційної конструкції зовнішньої стіни будівлі шляхом підбору матеріалів в багатошаровій її конструкції таким чином, щоб забезпечити виведення точки роси за межі стіни будівлі і забезпечити значну енергоефективність і довговічність конструкції.

Підвищення ефективності будівлі за рахунок вдосконалення багатошарової стіни представлено в роботі авторів Меньлюк О. І., Черепашук Л. А. [10]. Суть поставленої задачі полягає в тому, що в конструкцію стіни включаються додаткові елементи у вигляді вкладок. Дані вкладки являють собою протипожежні відсічки, що встановлюються до залізобетонних стійок-колон, перемичок, перекриттів, навколо віконних та дверних прорізів із зовнішньої сторони, завдяки чому забезпечується протипожежна безпека конструкції в цілому. Особливість такого конструктивного рішення при улаштуванні стін полягає в монтажі конструкції, який здійснюється без додаткових робіт на влаштування вкладок, що дозволяє також і скоротити трудомісткість по зведенню стін. Матеріалом протипожежних відсічок є вкладки із твердого негорючого матеріалу (мінеральної вати), що розташовуються із зовнішньої сторони залізобетонних стійок-колон, перемичок, перекриттів, навколо віконних та дверних прорізів. Таке вдосконалення багатошарової стіни, направлено як на підвищення протипожежної безпеки, так і на енергоефективність стінової конструкції.

### **Аналіз конструктивних вузлових з'єднань в місцях примикання огорожувальних конструкцій будівлі**

При проведенні тепловізійних досліджень визначається, що до місць з найбільшими тепловитратами зовнішніх огорожувальних конструкцій відносяться вузлові з'єднання. Наведена на рисунку 1 термограма червоним кольором вказує на тепловитрату місця по контуру вікон, дверей та перекриття [13].



Рисунок 1 – Демонстрація тепловізійних досліджень тепловитратних місць вузлових з'єднань при фасадній системі теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою [13]

Виявлення ступеня впливу вузлових з'єднань у забезпеченні енергоефективності будинків в Україні розроблялись під керівництвом Г. Г. Фаренюка і вперше знайшло втілення в ДБН В.2.6-31 [12]. Потім з'явилися стандарти на складання енергетичного паспорту розробки окремого розділу в проектуванні під назвою «Енергоефективність».

Проаналізуємо основні місця тепловтрати у вузлових з'єднаннях зовнішніх огорожувальних конструкцій. При розгляді місць, де є найбільші тепловитрати через вузлові з'єднання, виділимо ті, що є більш досліджені. Такими з'єднаннями є стики стіни з підлогою, карнизною частиною, стики з прорізами, стики з перекриттям, виступаючі горизонтальні та вертикальні елементи та зовнішні кути. До області можливих досліджень віднесені зовнішні кути, перерізи отвори та стики стін з перекриттям, так як в даних вузлах є найбільші тепловтрати що продемонстровано на рисунку 2 [13].

Основні місця тепловтрати у вузлових з'єднаннях зовнішніх стін					
Цоколі	Парапети, карнизи	Виступаючі горизонтальні та вертикальні елементи	Зовнішній кут	Стики з прорізами	Стики з перекриттям
					
Враховується в підлозі	Враховується в покритті	Додаткове утеплення зовнішні та термовкладніші	Потребує уточнення	Потребує уточнення	Потребує уточнення

Рисунок 2 – Визначення місць зовнішньої стіни для мінімізації лінійних коефіцієнтів теплопередачі (межі досліджень)

Дослідження Ратушняка Г. С., Очеретного А. М., Материнської О. Ю. [9] присвячені утепленню вузла примикання перекриття на горищі. Улаштування утеплення вузла примикання перекриття на горищі, забезпечує збільшення термічного опору теплопередачі в місці примикання конструктивних елементів будинків. Для цього зверху плити перекриття укладають горизонтальний шар пароізоляції і утеплювач з мінеральної вати, захищений зверху шаром з поліетиленової плівки. А на вертикальній поверхні внутрішньої сторони стіни розміщують утеплювач, захищений шпаклівкою по сітці із скловолокна. Такий спосіб утеплення підвищує приведений опір теплопередачі та температуру всередині приміщення, що запобігає утворенню конденсату в місці примикання перекриття до зовнішньої стіни огорожувальної конструкції будівлі

Спосіб здійснюється наступним чином: теплоізоляційно-оздоблювальну систему 2 огорожувальних конструкцій зовнішньої сторони стіни 1 будівлі з додатковим шаром утеплювача на рівні плити перекриття 3, з внутрішньої сторони стіни 1 в місці примикання до неї плити

перекриття 3. На горизонтальну плиту перекуття 3 укладають шар пароізоляції 4, потім утеплювач у вигляді мінераловатної плити 5, захищеної зверху роздільним шаром з поліетиленової плівки, поверх якої наноситься армована стяжка із цементно-піщаного розчину 6. Крім цього на вертикальній поверхні внутрішньої сторони стіни 1 розміщують утеплювач 7, захищений зверху шпаклівкою по сітці із скловолокна 8 [9].

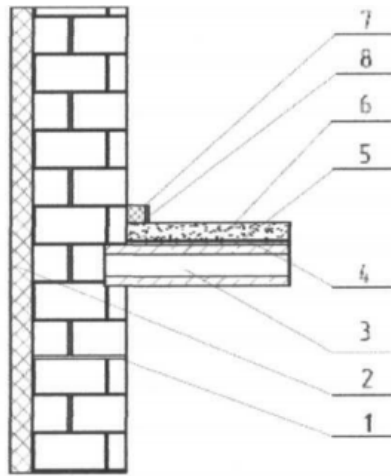


Рисунок 3 – Загальна схема утеплення вузла примикання перекуття на горіщі. 1- зовнішня стіна; 2 – теплоізоляційно-оздобувальний шар; 3 – плита перекуття; 4 – пароізоляція; 5 – мінеральна плита; 6 – армована стяжка із цементно-піщаного розчину; 7 – утеплювач

Також в іншій роботі цих авторів [11] розроблено спосіб утеплення вузла примикання цоколя технічного підпілля, що включає утеплення зовнішніх стін в декілька шарів, до яких входять утеплювач, армувальна сітка, фінішний шар. На зовнішній стороні стіни цоколя технічного підпілля влаштовують шар утеплювача з екструдованого полістиролу, на фінішний шар наносять ґрунтовку, що пофарбована фасадними фарбами, а на внутрішній стороні стіни цоколя технічного підпілля влаштовують гідроізоляцію у вигляді шару наплавленого руберойду, захищеного цементно-піщаною штукатуркою, між стіною цоколя технічного підпілля, плитою перекуття підвалу й стіною першого поверху, захищеною багатшаровим утеплювачем, влаштовують горизонтальну гідроізоляцію шаром руберойду. Дана задача вирішується тим, що утеплюють зовнішні стіни в декілька шарів, до яких входять утеплювач, армувальна сітка, фінішний шар. На зовнішній стороні стіни цоколя технічного підпілля влаштовують шар утеплювача з екструдованого полістиролу, а на фінішний шар наносять ґрунтовку, що пофарбована фасадними фарбами, а на внутрішній стороні стіни цоколя технічного підпілля влаштовують гідроізоляцію у вигляді шару наплавленого руберойду, захищеного цементно-піщаною штукатуркою. Між стіною цоколя технічного підпілля та плитою перекуття підвалу й стіною першого поверху, захищеною багатшаровим утеплювачем влаштовують горизонтальну гідроізоляцію шаром руберойду

Спосіб здійснюють наступним чином див. рис. 4: на зовнішній стороні стіни цоколя технічного підпілля 1 влаштовують шар утеплювача з екструдованого полістиролу 2, захищеного армувальною сіткою 3 та шпаклівкою 4. На цей шар утеплювача наносять ґрунтовку 5, що пофарбована фасадними фарбами. На внутрішній стороні стіни 1 цоколя технічного підпілля влаштовують гідроізоляцію у вигляді шару наплавленого руберойду 6, захищеного цементно-піщаною штукатуркою 7. Між стіною цоколя технічного підпілля 1 та плитою перекуття підвалу 8 й стіною першого поверху 9, захищеною багатшаровим утеплювачем зовнішньої стіни 10, передбачено влаштування горизонтальної гідроізоляції шаром руберойду 11 [11].

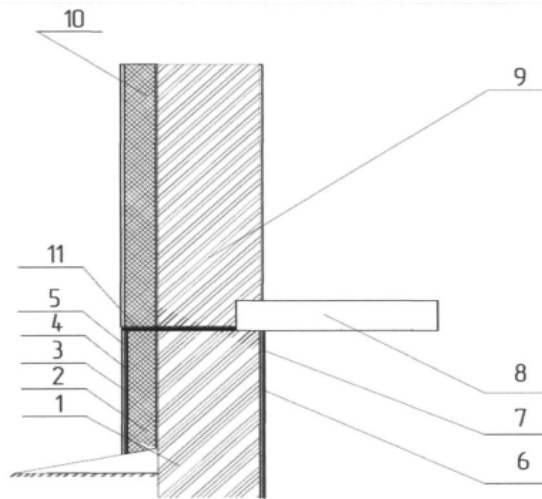


Рисунок 4 – Загальна схема утеплення вузла примикання козоля технічного підпілля [11]. 1 – стіна козоля; 2 – утеплювач з екструдованого полістиролу; 3 – армована сітка; 4 – шпаклівка; 5 – ґрунтовка; 6- шар наплавленого руберойду; 7 – цементно-піщана штукатурка; 8 – плита перекриття підвалу; 9 – стіна першого поверху; 10 – багат шаровий утеплювач зовнішньої стіни; 11- горизонтальний гідроізоляційний шар руберойду

А також дані автори розкрили спосіб утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу [17]. Спосіб утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу, в якому на зовнішню стіну накладають утеплювач, потім армувальну сітку та фінішний шар, поверх утеплювача наносять теплоізоляційну штукатурку, на фінішний шар наносять енергозберігаючу фарбу, а на внутрішній стороні стіни. В місці примикання віконного блока, влаштовують утеплення укосу у вигляді теплоізоляційної штукатурки, на яку накладають армувальну сітку, потім шпаклівку, поверх якої влаштовують пластикову панель, яку закріплюють кутовою лиштвою. На рис.5 представлена загальна схема, за допомогою якої реалізується спосіб утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу.

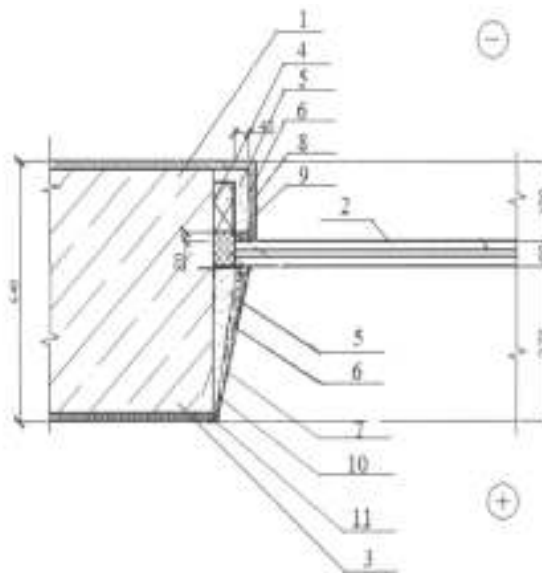


Рисунок 5 – Загальна схема утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу [19]. 1 – зовнішня стіна; 2 – примикання віконного блока; 3 – внутрішня сторона зовнішньої стіни; 4 – утеплювач; 5 – теплоізоляційна штукатурка; 6 – армувальна сітка; 7 – шпаклівка; 8 – фінішний шар теплоізоляційної штукатурки; 9 – енергозберігаюча фарба; 10 – пластикова панель; 11 – кутлова лиштва.

Спосіб здійснюється наступним чином: на зовнішню стіну 1 накладають утеплювач 4, потім армувальну сітку 6 та фінішний шар 8, поверх утеплювача 4 наносять теплоізоляційну штукатурку 5, на фінішний шар 8 наносять енергозберігаючу фарбу 9, а на внутрішній стороні стіни 3, в місці

примикання віконного блока 2, влаштовують утеплення укосу у вигляді теплоізоляційної штукатурки 5, на яку накладають армувальну сітку 6, потім шпаклівку 7, поверх якої влаштовують пластикову панель 10, яку закріплюють кутовою лиштвою 11.

В роботі [16] авторів Пріщенка А. М., Пріщенка М. Г., Тимофєєва М. В. була поставлена задача збільшення опору теплопередачі та температури у внутрішньому куті за рахунок встановлення додаткового утеплення. Поставлена задача вирішується тим, що в простір, що утворюється по зовнішній поверхні кута у перерізі для цегли та дрібних каменів, збірних та монолітних бетонних конструкцій у вигляді Г-подібної форми розміром  $b_n$  завтовшки  $\delta_n$  (рисунк 6), а для монолітних бетонних конструкцій у вигляді прямокутного трикутника із катетами по  $b_n$ , встановлюється додатковий шар утеплювача. Цей шар утеплювача перекриває кут, підвищує приведений опір теплопередачі та температури у внутрішньому куті та запобігає утворенню конденсату, розмір  $b_n$  уточнюють чисельним моделюванням температурних полів, але приймають не меншим за  $2b_{ут}$ .

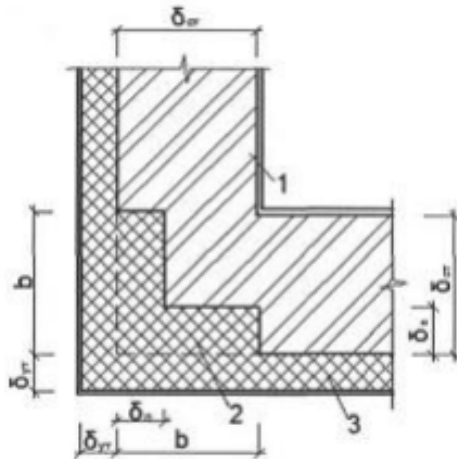


Рисунок 6 – Конструкція кута стіни, загальний вигляд із зовнішнього боку. 1 - зовнішня стіна; 2 - поглиблення в стіні з додатковим утеплювачем; 3 - система фасадна теплоізоляційно-оздоблювальна

Запропонований спосіб передбачається як для нового будівництва, так і для реконструкції будинків, якщо в них застосовуються системи фасадні теплоізоляційно-опоряджувальні та є можливість улаштування відповідних поглиблень по зовнішній поверхні кута [16].

Проектуванням та розробкою енергетично ефективних вузлових з'єднань займаються і за кордоном. Досвід німецьких вчених Інституту пасивного будинку м. Дортмунда (Passiv Haus Institut), що у відповідності до європейської Директиви з енергозбереження згідно настанови DIN 4108 виконують проектування пасивних будинків. За даними чисельного моделювання при теплопровідності стін від 0,13 до 0,21 Вт/(мК) термовкладиші з теплопровідністю меншою за 0,05 Вт/(мК) отримуються від'ємні значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі, що демонструє рис. 7.

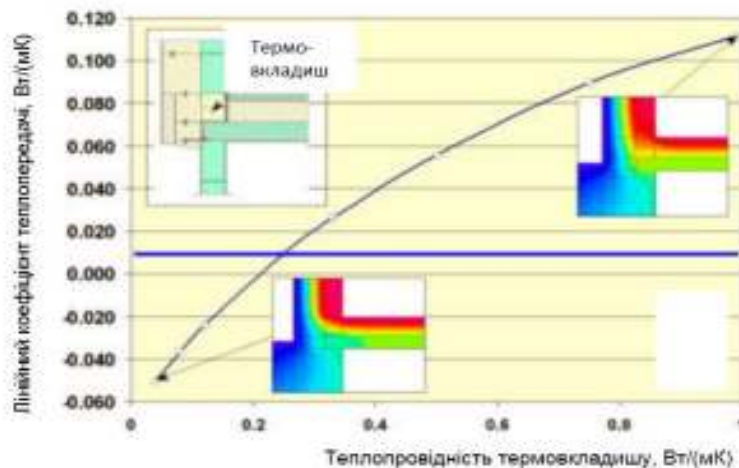


Рисунок. 7 – Залежність лінійного коефіцієнту теплопередачі цоколю від теплопровідності термовкладишу [13]



Наведені на рис. 7 від'ємні значення лінійних коефіцієнтів показують, що за рахунок розміщення термовкладишів приведений опір теплопередачі може перевищувати значення опору теплопередачі по основному полю.

З проведеного огляду видно, що вузлові з'єднання відносяться до місць з найбільшими тепловитратами зовнішніх огорожувальних конструкцій. Для підвищити значення коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, в тому числі у вузлових з'єднаннях, застосовують зміну товщини та виду утеплювача [11, 16, 17] за рахунок встановлення додаткового утеплення збільшується опір теплопередачі та температури у внутрішньому куті [16].

Зміну співвідношення товщини між конструктивними прошарками зовнішньої огорожувальної конструкції [4, 6], конструктивна зміна вузлового з'єднання [3, 5, 7, 9]. Для забезпечує збільшення термічного опору теплопередачі в місці примикання конструктивних елементів будинків. За рахунок зміни конструкцій, а саме зверху плити перекриття укладають горизонтальний шар пароізоляції і утеплювач з мінеральної вати, який захищений зверху шаром з поліетиленової плівки. А на вертикальній поверхні внутрішньої сторони стіни розміщують утеплювач, захищений шпаклівкою по сітці із скловолокна [9]. Даний спосіб підвищує опір теплопередачі та температуру всередині приміщення, та запобігає утворенню конденсату в місці примикання перекриття до зовнішньої стіни огорожувальної конструкції будівлі.

### Висновок

Підвищення показників енергоефективності будівлі, можливо за рахунок використання ефективних технічних рішень огорожувальних конструкцій будівель.

В роботі проведено огляд конструктивних рішень зовнішніх огорожувальних конструкцій стіни [3, 4, 6-8, 10], а також визначені особливості конструктивних рішень теплової ізоляції будівель в місцях примикання конструкції [5, 9, 11, 16, 17].

Встановлені основні принципи розробки таких рішень, а саме зміна матеріалу утеплювача огорожувальної конструкції, його товщини місця розташування, влаштування додаткового шару утеплення, зміна способу утеплення, зміна конструктивного рішення огорожувальної конструкції [3, 4, 6-8, 10], а також ефективне утеплення вузлових з'єднань огорожувальної конструкції [5, 9, 11, 16, 17] – вікон, горищ, цоколя, зовнішніх кутів. Також при аналізі конструктивних рішень вузлових з'єднань зовнішніх огорожувальних конструкцій (місць примикання) чітко видно їх суттєвий вплив на енергоефективність будівлі.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергоефективність [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=17896](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=17896).
2. Енергоефективність в будівництві [Електронний ресурс] – Режим доступу: [elartu.tntu.edu.ua/bitstream](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream).
3. Конструкція стіни [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/5-77488-konstrukciya-stini.html>.
4. Енергоефективна стінова огорожувальна конструкція із сталевих холодноформованих елементів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/4-102289-energoefektivna-stinova-ogorodzhualna-konstrukciya-iz-stalevikh-kholodnoformovanikh-elementiv.html>.
5. Огорожувальна конструкція [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/2-8220-ogorodzhualna-konstrukciya.html>.
6. Огорожувальна конструкція багатоповерхової будівлі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/5-82730-ogorodzhualna-konstrukciya-bagatopoverkhovo-budivli.html>.
7. Конструкція зовнішньої стіни будівлі з тепловим і теплоінерційним бар'єрами [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/2-41188-konstrukciya-zovnishno-stini-budivli-z-teplovim-i-teploinercijnim-barehrami.html>.
8. Енергозберігаюча конструкція зовнішньої стіни будівлі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/6-122342-energozberigayucha-konstrukciya-zovnishno-stini-budivli.html>.
9. Спосіб утеплення вузла примикання перекриття на горищі [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22149?show=full>.
10. Багатошарова стіна [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/7-123125-bagatosharova-stina.html>.
11. Спосіб утеплення вузла примикання цоколя технічного підпілля [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22370/126455.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
12. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 2007-04-01]. – К.: Держбуд України, 2006. – 71 с. (Національний стандарт України). Зі Зміною №1 від 01.07.2013 р.
13. Вузлові з'єднання зовнішніх стін з підвищеними теплотехнічними показниками як засіб забезпечення енергоефективності будівель [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.niisk.com/spezrada/Prishenko\\_dis.pdf](http://www.niisk.com/spezrada/Prishenko_dis.pdf).
14. Актуальність проблеми зниження тепловтрат через підлогу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/21082/1/73-77.pdf>.



15. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с. – (Державні будівельні норми).
16. Спосіб утеплення кута стіни з поглибленням з зовнішнього боку [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uapatents.com/4-80039-sposib-uteplennya-kuta-stini-z-pogliblenniam-z-zovnishnogo-boku.html>.
17. Спосіб утеплення вузла примикання віконного блока до стінового прорізу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ratushnyak.vk.vntu.edu.ua/file/Patents/1b2010105b38e175797b1c86ca1e1eda.pdf>.

## REFERENCES

1. Enerhoefektyvnist [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: [http://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=17896](http://esu.com.ua/search_articles.php?id=17896).
2. Enerhoefektyvnist v budivnytstvi [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: [elartu.tntu.edu.ua/bitstream](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream).
3. Konstruktsiia stiny [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/5-77488-konstrukciya-stini.html>.
4. Enerhoefektyvna stinova ohorodzhuvalna konstruktsiia iz stalevykh kholodnoformovanykh elementiv [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/4-102289-energoefektivna-stinova-ogorodzhuvalna-konstrukciya-iz-stalevykh-kholodno-formovanykh-elementiv.html>.
5. Ohorodzhuvalna konstruktsiia [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/2-8220-ogorodzhuvalna-konstrukciya.html>.
6. Ohorodzhuvalna konstruktsiia bahatopoverkhovoi budivli [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/5-82730-ogorodzhuvalna-konstrukciya-bahatopoverkhovo-budivli.html>.
7. Konstruktsiia zovnishnoi stiny budivli z teplovym i teploinertiinym barieramy [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/2-41188-konstrukciya-zovnishno-stini-budivli-z-teplovim-i-teploinercijnim-barehrami.html>.
8. Enerhozberihaiucha konstruktsiia zovnishnoi stiny budivli [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/6-122342-energozberigayucha-konstrukciya-zovnishno-stini-budivli.html>.
9. Sposib uteplennia vuzla prymykannia perekryttia na horyshchi [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22149?show=full>.
10. Bahatosharova stina [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/7-123125-bahatosharova-stina.html>.
11. Sposib uteplennia vuzla prymykannia tsokolia tekhnichnoho pidpillia [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22370/126455.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
12. Konstruktsii budynkiv i sporud. Teplova izoliatsiia budivel: DBN V.2.6-31:2006. – [Chynni vid 2007-04-01]. – К.: Derzhbud Ukrainy, 2006. – 71 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy). Zi Zminoi №1 vid 01.07.2013 r.
13. Vuzlovi ziednannia zovnishnikh stin z pidvyshchenymy teplotekhnichnymy pokaznykamy yak zasib zabezpechennia enerhoefektyvnosti budivel [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: [http://www.niisk.com/spezhada/Prishenko\\_dis.pdf](http://www.niisk.com/spezhada/Prishenko_dis.pdf).
14. Aktualnist problemy znyzhennia teplovtrata cherez pidlohu [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://eprints.kname.edu.ua/21082/1/73-77.pdf>.
15. Teplova izoliatsiia budivel: DBN V.2.6-31:2016 - [Chynni vid 2016-04-01]. - К.: Ministerstvo budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2016 r. – 72 s. – (Derzhavni budivelni normy).
16. Sposib uteplennia kuta stiny z pohlyblenniam z zovnishnogo boku [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://uapatents.com/4-80039-sposib-uteplennya-kuta-stini-z-pogliblenniam-z-zovnishnogo-boku.html>.
17. Sposib uteplennia vuzla prymykannia vikonnogo bloka do stinovoogo prorizu [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu: <http://ratushnyak.vk.vntu.edu.ua/file/Patents/1b2010105b38e175797b1c86ca1e1eda.pdf>.

**Панкевич Ольга Дмитрівна** – доцент, кандидат технічних наук кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету. ORCID: 0000-0001-9319-3435, e-mail: [pankevich@vntu.edu.ua](mailto:pankevich@vntu.edu.ua).

**Миколаєнко Вадим Валерійович** – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету.

**Панкевич Володимир Вячеславович** – інженер ТОВ «Подільський проектний інститут». ORCID: 0000-0002-1929-8172, e-mail: [pankova82@gmail.com](mailto:pankova82@gmail.com).

**V. Mykolaenko  
O. Pankevych  
V. Pankevych**

## THE INFLUENCE STRUCTURAL DECISIONS OF NODE CONNECTIONS (PLACE CONNECTION CONSTRUCTIONS) ON THE ENERGY EFFICIENCY OF THE BUILDING

Vinnitsa National Technical University

*Ensuring the normative level of energy efficiency of residential and public buildings is the main task of modern design and construction in Ukraine.*

*Unfortunately, the most problematic are the node joints of the walls with the floor, windows, fillings, corners and more. Node connections continue to act as so-called "bridges", which significantly reduce the value of the reduced heat transfer resistance of the wall.*

*Keywords: energy efficiency, units, design, insulation, buildings, heat losses.*

**Olga Pankevych** – Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Engineering Systems in Construction of Vinnitsa National Technical University.

**Vadym Mykolaenko** – Postgraduate Student of the Department of Engineering Systems in Construction of Vinnitsa National Technical University.

**Volodymyr Pankevych** – Engineer "Podilsky Design Institute".

**О. Д. Панкевич**  
**В. В. Николаенко**  
**В. В. Панкевич**

## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ (МЕСТ ПРИМЫКАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ) НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЯ**

Винницкий национальный технический университет

*Обеспечение нормативного уровня энергоэффективности зданий жилого и общественного назначения является основной задачей современного проектирования и строительства в Украине.*

*Наиболее проблемными сожалению остаются узловые соединения стен с межэтажных перекрытий, конструкциями оконного заполнения, углы и т. Узловые соединения продолжают выступать в качестве так называемых «мостиков холода», которые заметно снижают значение приведенного сопротивления теплопередаче стены.*

*Ключевые слова: энергоэффективность, узлы, конструкция, утепление, здания, теплопотери.*

**Панкевич Ольга Дмитриевна** – доцент, кандидат технических наук кафедры инженерных систем в строительстве Винницкого национального технического университета.

**Николаенко Вадим Валерьевич** – аспирант кафедры инженерных систем в строительстве Винницкого национального технического университета.

**Панкевич Владимир Вячеславович** – инженер «Подільський проектний інститут».