

КРИТЕРІЇ ТЕПЛОВОЇ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ ПРИМИКАННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ

А.М.Карюк, *к.т.н., доц.*, **В.В.Ільченко**, *к.т.н., доц.*,
Р.А.Міщенко, *к.т.н., доц.*

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Забезпечення достатнього рівня теплової надійності огорожувальних конструкцій будівель є визначальним фактором економії енергоресурсів та комфортного перебування в приміщеннях. Найбільші проблеми виникають у вузлах, де можуть бути містки холоду, що обумовлюють підвищені енерговитрати на опалення, дискомфорт і порушення нормальної експлуатації будівель. Досвід експлуатації показує, що до найбільш проблемних вузлів відносяться примикання світлопрозорих конструкцій до стін, де можуть спостерігатися теплові відмови у формі конденсації вологи на поверхні стін. Це підкреслює актуальність детального аналізу критеріїв теплової надійності вказаних вузлів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вимоги до теплової надійності огорожувальних конструкцій встановлені нормами [1,2], які передбачають виконання трьох умов: достатній опір теплопередачі стіни; допустиму різницю між температурами внутрішнього повітря і внутрішньої поверхні стіни; неможливість утворення конденсату в зонах підвищеної теплопередачі. Результати досліджень теплової надійності, а також досвід експлуатації огорожувальних конструкцій різних видів узагальнено в монографії [3]. Необхідні для теплотехнічних розрахунків значення температури зовнішнього повітря в населених пунктах України наведені в Державному стандарті [4]. Відомі чисельні методи розрахунку теплових полів [5] є надто громіздкими для аналізу складних вузлів, але для розв'язання цієї задачі розроблено ряд програмних комплексів, одним з яких є THERM [6]. Одним з прикладів його використання є робота [7].

Виділення невирішених частин проблеми. Не дивлячись на наявність ефективних методів розрахунку теплових полів та окремих результатів аналізу огорожувальних конструкцій, системні дослідження широко вживаних вузлів примикання світлопрозорих огорожувальних

конструкції до стін цивільних будівель в широкому спектрі кліматичних умов України раніше не виконувалися.

Метою цієї роботи є аналіз теплової надійності вузлів примикання віконних блоків різної конструкції до огорожувальних конструкцій цивільних будівель за критерієм утворення конденсату в різних кліматичних умовах України.

Виклад основного матеріалу.

Розглядаються чотири типи віконних блоків та вузлів їх примикання до цегляних стін існуючих будівель товщиною 510 мм, які широко використовувалися та використовуються в сучасному будівництві:

- примикання дерев'яних вікон зі спареними стулками на цементному розчині, які виконувалися в другій половині минулого століття і ще перебувають в експлуатації;
- примикання дерев'яних вікон зі спареними стулками на монтажній піні, реалізовані при ремонтах будівель із заміною віконних блоків;
- примикання полівінілхлоридних вікон на монтажній піні, яке ще недавно було звичайним рішенням при заміні вікон в існуючих будівлях та при новому будівництві;
- примикання полівінілхлоридних вікон, виконане згідно з вимогами ДСТУ[8] яке повинно виконуватися при новому будівництві при термореконструкції існуючих будівель із заміною вікон.

Для усіх чотирьох варіантів конструктивних рішень розглядаються три вузли примикання:

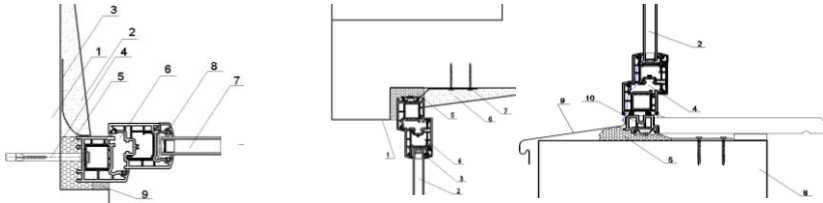
- примикання бічної грані вікна до цегляної стіни з чвертю;
- примикання верхньої грані вікна до залізобетонних перемичок;
- примикання нижньої грані вікна при наявності підвіконня.

Приклади конструктивних рішень розглянутих вузлів, виконаних згідно з ДСТУ Б В.2.6-79: 2009[8] наведені на рисунку 1.

При аналізі теплових полів усіх вузлів враховані значення середньої густини ρ та коефіцієнта теплопровідності λ основних будівельних матеріалів, визначені за [1] і наведені в таблиці 1.

Аналіз критеріїв теплової надійності вузлів примикання віконних блоків проведений для різних кліматичних умов України. За даними [4], окрім Південного берега Криму з субтропічним кліматом, розрахункові значення температури повітря на території України змінюються від -21°C до -29°C . Для охоплення різних кліматичних умов вибрані міста з такими розрахунковими значеннями температури повітря:

- 29°C – Луганськ, Суми;
- 27°C – Дніпропетровськ, Донецьк, Полтава;
- 24°C – Запоріжжя, Івано-Франківськ, Луцьк, Тернопіль, Чернівці;
- 21°C – Одеса.



- 1 – цегляна стіна; 2 – укіс; 3 –плівка; 4 – анкер;
 5 – монтажна піна; 6 –короб ПВХ; 7 – склопакет;
 8 – ущільнювач; 9 –стрічка
- 1 – кутик; 2 – склопакет; 3 – ущільнювач;
 4 – віконних короб з ПВХ профілю;
 5 – монтажна піна; 6 – укіс ; 7 – саморіз;
 8 – цегляна стіна ; 9 – відлив; 10 – монтажна пластина

Рис. 1 Конструктивні рішення вузлів примикання віконних блоків до цегляних стін

Таблиця 1. - Теплотехнічні характеристики матеріалів

Матеріал	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м °С
Цегляна кладка	1800	0,70
Деревина	500	0,18
Скло листове	2500	0,76
Цементно піщаний розчин	1600	0,81
Штукатурка з вапняно-піщаного розчину	1800	0,93
Залізобетон	2500	2,04
Пінополістирол марки ПСБ-С-25	25	0,043
Монтажна піна	25	0,036
Герметик	600	0,18

Розрахунок описаних вузлів примикання віконних блоків виконано в середовищі програмного комплексу THERM, який розроблений Лоуренс БеркліЛабораторії (LBNL) Каліфорнійського університету (США) для вільного використання[6]. Кожен з 12-ти розглянутих вузлів аналізувався при чотирьох вказаних вище розрахункових значеннях температури зовнішнього повітря та при температурі внутрішнього повітря +20°C, яка відповідає вимогам норм[1]. Це дало змогу оцінити виконання критеріїв теплової надійності вузлів різної конструкції в різних кліматичних умовах України.

В якості прикладу на рисунку 2 наведені результати оцінювання теплових полів у вузлах, зображених на рисунку 1 (примикання полівінілхлоридних вікон за ДСТУ [8]) при дії температури зовнішнього повітря -21°C.

а)

б)

в)

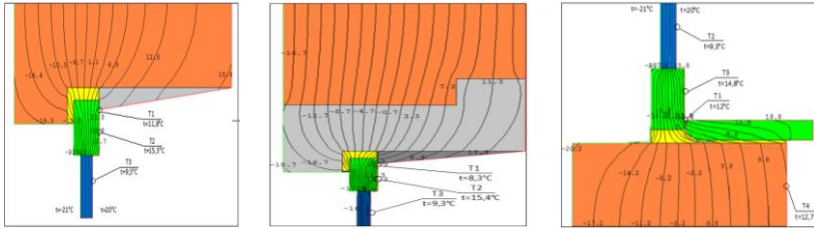


Рис.2. Теплові поля у вузлах примикання полівінілхлоридних вікон

Наведені ізотерми дозволяють виділити критичні точки з мінімальними значеннями температури:

- вузол примикання бічної грані вікна (рис. 2а) – поверхня внутрішнього відкосу поблизу віконної коробки – 11,8 °С;
- вузол примикання верхньої грані вікна до залізобетонних перемичок (рис. 2б) – поверхня внутрішнього відкосу поблизу вікна – 8,3 °С;
- вузол примикання нижньої грані вікна при наявності підвіконня (рис. 2в) – поверхня підвіконня поблизу віконної коробки – 12,0 °С.

Згідно з вимогами норм [1], в невеликих за площею зонах підвищеної теплопровідності досить забезпечити теплову надійність за критерієм утворення конденсату. Критерієм теплової відмови є падіння температури внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції нижче точки роси, яка при нормативних значеннях температури внутрішнього повітря +20°C і його відносної вологості 55% дорівнює +10,7°C. Теплова відмова реалізується у вузлі, наведеному на рисунку 2.б.

Аналогічні розрахунки виконані в середовищі THERM для кожного з чотирьох обраних конструктивних рішень трьох вузлів примикання при чотирьох значеннях температури зовнішнього повітря (усього 48 розрахунків). У результаті порівняння температур критичних точок з температурою точки роси +10,7°C визначені критичні значення температури зовнішнього повітря, при яких можуть реалізуватися теплові відмови. Ці температури наведені в таблиці 2.

З таблиці 2 видно, що вузли примикання дерев'яних віконних блоків на цементному розчині та на монтажній піні не відповідають вимогам норм. Металопластикові вікна мають кращі характеристики, а тому теплові відмови вузлів бічного та нижнього примикання реалізуються лише при найнижчій в межах території України температурі зовнішнього повітря -29°C. У верхньому вузлі примикання віконного блока до перемички, завдяки високій теплопровідності важкого бетону, теплова відмова спостерігається вже при температурі -21°C.

Таблиця 2. - Критичні температури зовнішнього повітря

для вузлів вікон

Тип конструктивного рішення	Критичні температури для вузлів примикання		
	збоку	зверху	знизу
Дерев'яні вікна на цементному розчині	-21	-21	-21
Дерев'яні вікна на монтажній піні	-24	-21	-29
Полівінілхлоридні вікна на монтажній піні	-24	-21	-29
Полівінілхлоридні вікна за ДСТУ	-29	-21	-29

Проаналізовані вузли існуючих будівель не відповідають вимогам до теплової надійності за критерієм утворення конденсату і потребують додаткового утеплення. Нижче розглянуті аналогічні вузли нових будівель, стіни яких відповідають вимогам ДБН [1, 2, 9]. Цегляні стіни товщиною 510 мм утеплені плитами з пінополістиролу товщиною 100 мм для першої температурної зони та 80 мм – для другої. Реальним конструктивним рішенням при новому будівництві є полівінілхлоридні вікна, примикання яких виконане згідно з вимогами ДСТУ [8]. Узагальнені результати аналізу критеріїв забезпечення теплової надійності цього конструктивного рішення в умовах більш холодної першої температурної зони наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. - Критичні температури зовнішнього повітря для нових вузлів

Тип конструктивного рішення	Критичні температури для вузлів примикання		
	збоку	зверху	знизу
Полівінілхлоридні вікна за ДСТУ[8]	нижче -29°C	-27°C	нижче -29°C
Полівінілхлоридні вікна за ДСТУ [8] з додатковим утепленням	нижче -29°C	нижче -29°C	нижче -29°C

З таблиці 3 видно, що в зонах примикання бічної та нижньої грані вікон теплової відмови в усьому діапазоні температур зовнішнього повітря є неможливими. В зоні примикання верхньої грані віконного блоку до залізобетонних перемичок теплової відмови реалізуються при температурах зовнішнього повітря -27°C і нижче. Можливість теплової відмови вимагає додаткового утеплення, яке пропонується виконати шляхом встановлення внутрішнього відкосу з пінопластової смуги трапецієвидного перерізу з найбільшою товщиною 30 мм.

Аналіз теплового поля такого вузла з додатковим локальним утепленням при найнижчій в межах території України температурі зовніш-

нього повітря -29°C показує, що температура в критичній точці дорівнює $+14,6^{\circ}\text{C}$. Таким чином, теплова надійність вузла з додатковим утепленням повністю забезпечена.

Висновки за результатами дослідження:

1. Аналіз вузлів примикання віконних блоків до цегляних стін, які наявні в існуючих цивільних будівлях та використовуються при новому будівництві, показав, що в кліматичних умовах України використання дерев'яних вікон призводить до теплових відмов. Полівінілхлоридні вікна зі склопакетами мають дещо кращі теплотехнічні характеристики, але в зонах контакту віконного блоку зі стіною температура внутрішньої поверхні також може бути нижчою від точки роси.

2. Фасадне утеплення стін згідно з вимогами чинних норм істотно підвищує теплову надійність вузлів, але верхній вузол примикання віконного блоку до залізобетонних перемичок залишається проблемним і вимагає додаткового утеплення.

3. Запропонована схема додаткового локального утеплення вузла примикання віконного блоку до перемичок шляхом встановлення смуги з пінополістиролу на внутрішньому відкосі забезпечує теплову надійність вузла в усіх кліматичних зонах України.

Summary

The author analyzed thermal reliability according to the criterion of sweating of diverse window units connections to walls of civil buildings in climatic conditions of Ukraine. The possibility of thermal failures was revealed, and the scheme of additional local warming of problem connection was proposed.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 66 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Зміна № 1.– К., 2013. – 11 с.
3. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К., 2010. – 101 с.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.
6. Lawrence Berkeley National Laboratory. THERM 6.3 Documentation. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://windows.lbl.gov/software/therm/6/THERM63_docs.htm.
7. Карюк А.М. Теплотехнічні характеристики вузлів стін типових цивільних будівель/ А.М. Карюк, О.В. Кошкалда //Матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції молодих учених і студентів «Проблеми і перспективи сталого розвитку та просторового планування територій». – Полтава, ПолтНТУ, 2015. – С. 272–275.
8. ДСТУ Б В.2.6-79:2009. Шви з'єднувальні місць примикань віконних блоків до конструкцій стін. Загальні технічні умови.– К., 2010. – 29 с.
9. ДБН В.2.6-33:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – К., 2009. – 23 с.