

УДК 692.231.3:699.86

О.В. Семко, д.т.н., професор

О.І. Юрін, к.т.н., доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ВПЛИВ ВЗАЄМНОГО РОЗТАШУВАННЯ ЗОВНІШНЬОГО КУТА БУДИНКУ ТА ВІКОННОГО ПРОРІЗУ НА ТЕМПЕРАТУРУ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ КУТА

Подано результати теоретичних досліджень впливу взаємного розташування вікна та зовнішнього кута цегляної стіни на розподіл температур по внутрішній поверхні стіни й відкосу вікна та їх відповідність нормам. Наведено можливі способи приведення ділянки стіни, що розглядається, у відповідність до норм.

Ключові слова: *зовнішній кут, відкос вікна, температурне поле.*

УДК 692.231.3:699.86

А.В. Семко, д.т.н., професор

О.І. Юрін, к.т.н., доцент

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ВЛИЯНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ НАРУЖНОГО УГЛА ЗДАНИЯ И ОКОННОГО ПРОЕМА НА ТЕМПЕРАТУРУ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ УГЛА

Представлены результаты теоретических исследований влияния взаимного расположения окна и внешнего угла кирпичной стены на распределение температур по внутренней поверхности стены и откоса окна и их соответствие нормам. Приведены возможные способы приведения рассматриваемого участка стены в соответствие с нормами.

Ключевые слова: *наружный угол, откос окна, температурное поле.*

UDC 692.231.3:699.86

A.V. Semko, ScD, Professor

O.I. Yurin, PhD, Associate Professor

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

EFFECT OF MUTUAL LOCATION OUTSIDE THE BUILDING AND ANGLE WINDOW ONTO THE INSIDE SURFACE OF ANGLE

The paper presents the results of theoretical studies of the influence the relative position of the windows and the outer corner of a brick wall on the temperature distribution on the inner surface of the walls and windows of the slope and according to regulations. The possible ways of bringing the considered section of wall in line with the standards.

Keywords: *outer corner windows slope, temperature field.*

Вступ. На відміну від однорідних ділянок зовнішніх стін, у місцях теплопровідних включень таких, як зовнішній кут, відкос вікна тощо, застосовують різноманітні способи додаткового утеплення. Виконується це для запобігання таким явищам, як поява конденсату, зниження температури внутрішньої поверхні стіни нижче нормованого значення або додаткові витрати тепла крізь ці ділянки.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Питанням дослідження теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій у місцях з теплопровідними включеннями присвячено роботи [1, 2]. Аналіз температурних полів у місцях примикання вікон до стін подано в нормах і праці [3 – 5]. Пропозиції щодо вдосконалення розрахунків приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій у місцях теплопровідних включень наведено у роботах [6, 7].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Автори, які займалися дослідженнями теплозахисних властивостей ділянок зовнішніх стін у місцях теплопровідних включень, розглядали їх окремо. У той же час близько розташовані такі ділянки здійснюють вплив одна на одну та погіршують загальні теплозахисні якості огороження в цілому.

Постановка завдання. Метою роботи було дослідити, який вплив на розподіл температури по внутрішній поверхні стіни, зокрема у її зовнішньому куту, на відкосі вікна та на ділянці стіни між кутом та вікном здійснюють близько розташовані кут та вікно. Дослідження виконувалися теоретично з використанням розрахунків двомірних температурних полів.

Основний матеріал і результати. Для дослідження було прийнято конструкцію цегляної стіни житлового будинку, утеплену шаром з мінераловатних плит на синтетичному зв'язуючому негофрованої структури щільністю 125 кг/м^3 . Товщина зовнішнього утеплення визначалася теплотехнічним розрахунком. Відстань від кута до краю розрахункової схеми прийнята у напрямку, де відсутнє вікно, – 1 м, що приблизно дорівнює подвоєній товщині стінового огороження. Мінімальна відстань від кута до вікна прийнята 0,1 м, максимальна 1,5 м. У розрахунках урахувалася половина ширини вікна, загальна ширина якого приймалася 2,1 м. Герметизація з'єднання віконної коробки та стіни виконана згідно з вимогами нормативного документа [8]. Утеплення з'єднання виконано з монтажного пінополіуретану щільністю 30 кг/м^3 за нормами [9]. Товщина цегляного шару приймалася 0,25; 0,38; 0,51; 0,64 м.

Дослідження виконувалися для кліматичних умов першої температурної зони.

Значення температур на внутрішній поверхні кута та мінімальної температури відкосу, отримані на основі розрахунків температурних полів, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Залежність температури на внутрішньої поверхні кута та мінімальної температури відкосу від відстані між ними

Відстань від вікна до кута стіни, м	Температура, °С							
	внутрішньої поверхні кута при товщині шару цегли, м				мінімальна відкосу вікна при товщині шару цегли, м			
	0,64	0,51	0,38	0,25	0,64	0,51	0,38	0,25
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1	16,8	16,1	14,8	12,1	10,3	10,5	10,7	11,4
0,2	16,2	15,5	14,5	13	10,5	10,8	11,2	12,1
0,3	15,9	15,3	14,7	14	10,7	11	11,5	12,4
0,4	15,7	15,3	15	14,8	10,9	11,2	11,7	12,6
0,5	15,7	15,4	15,2	15,4	11	11,3	11,9	12,7
0,6	15,7	15,5	15,5	15,7	11,1	11,4	12	12,7
0,7	15,7	15,6	15,7	16	11,2	11,5	12	12,8
0,8	15,7	15,7	15,8	16,1	11,2	11,6	12,1	12,8
0,9	15,8	15,8	15,9	16,2	11,3	11,6	12,1	12,8
1	15,8	15,8	16	16,3	11,3	11,7	12,1	12,8
1,1	15,8	15,9	16	16,3	11,4	11,7	12,1	12,8
1,2	15,8	15,9	16,1	16,3	11,4	11,7	12,1	12,8
1,3	15,9	16	16,1	16,3	11,4	11,7	12,2	12,8
1,4	15,9	16	16,1	16,3	11,4	11,7	12,2	12,8
1,5	15,9	16	16,1	16,3	11,5	11,7	12,2	12,8

Як видно з таблиці 1, при товщині цегляного шару 0,64 м та відстані від вікна 0,1 м температура внутрішньої поверхні кута найвища – 16,8 °С. При збільшенні відстані до вікна відбувається зниження температури, а потім її стабілізація на відстані 0,9 м, на величині, наближеній до 16 °С (комфортна температура).

При товщині цегляного шару 0,25 м температура кута найнижча – 12,1 °С. При збільшенні відстані до вікна вона підвищується. При відстані до вікна 0,7 м ця температура дорівнює комфортній. При більшій відстані вона стабілізується на позначці, дещо вищій за комфортну температуру.

На рисунку 1 наведено температурні поля розрахункової ділянки стіни при розташуванні вікна на відстані 0,1 м від кута та товщині шару цегли 0,64 і 0,25 м.

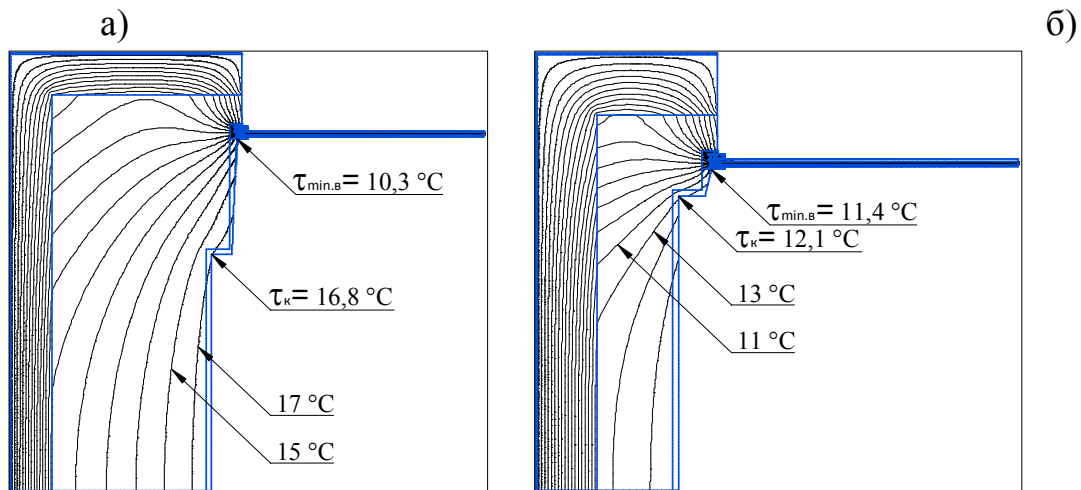


Рис. 1. Температурні поля при розташуванні вікна на відстані 0,1 м від кута стіни й товщині шару цегли: а) 0,64 м; б) 0,25 м

Як видно з рисунка 1, більша температура кута при товщині цегляного шару 0,64 м порівняно з товщиною 0,25 м пояснюється тим, що площа відкосу в першому випадку значно більша, ніж у другому. Це приводить до більших теплонадходжень у зону кута від відкосу, що сприяє підвищенню температури.

При товщині цегляного шару 0,38 та 0,51 м до відстані 0,3 м температура в куті різко знижується. Потім відбувається повільне її підвищення. На відстані кута від вікна 0,9 м температура внутрішньої поверхні кута стабілізується на температурі, наближеній до 16 °С.

Дослідження температурних полів показують, що розташування вікна відносно кута здійснює суттєвий вплив на температуру внутрішньої поверхні кута, якщо воно розташоване на відстані до 0,7 ÷ 0,9 м від кута. При більшій відстані вплив вікна не значний.

У всіх розглянутих варіантах мінімальна температура внутрішньої поверхні кута вища від температури точки роси, яка для житлових будинків становить $t_p = 10,7$ °С, але не в усіх випадках вища за комфортну температуру, котра для житлового будинку складе 16 °С. Якщо товщина шару цегли 0,25 м, то температура у куті досягає комфортної при розташуванні вікна від кута на відстані 0,7 м. Зі збільшенням товщини шару цегли ця відстань збільшується (таблиця 1). У той же час ширина ділянки стіни з температурою, нижчою від комфортної, зі збільшенням товщини цегляного шару зменшується (рисунок 2).

Дослідження показали, що, якщо товщина цегляного шару дорівнює 0,25 м, мінімальна температура внутрішньої поверхні стіни спостерігається, починаючи з відстані між кутом та вікном, більшої за 0,3 м, не в куті будинка, а на ділянці від кута до вікна (рисунок 3). Ця ділянка примикає до відкосу вікна.



Рис. 2. Ширина ділянки внутрішньої поверхні стіни з температурою, меншою ніж 16 °С

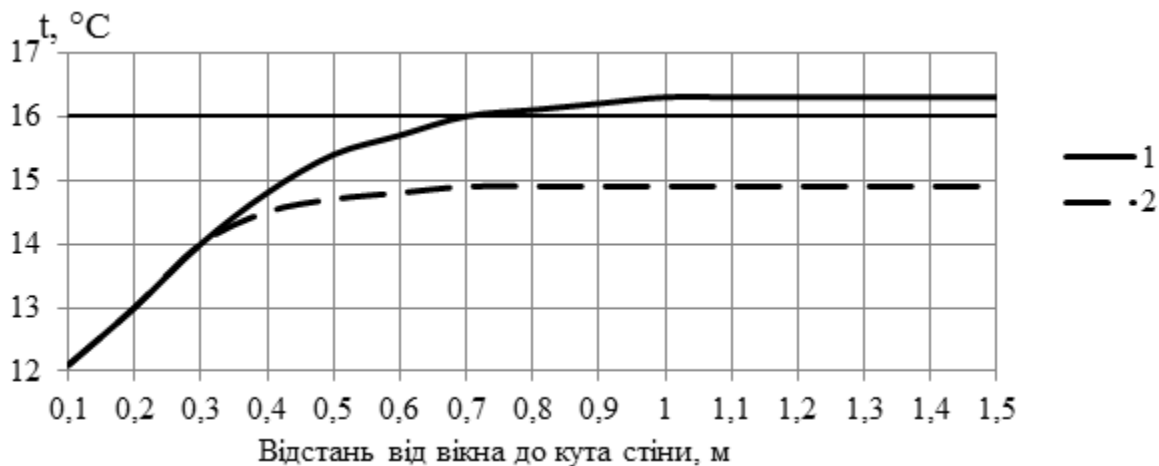


Рис. 3. Мінімальна температура внутрішньої поверхні стіни: 1 – у куті; 2 – на ділянці від кута до вікна

Пояснюється це тим, що вікно розташоване близько до внутрішньої поверхні стіни, тому опір теплопередачі між внутрішньою поверхнею стіни та перетином між рамою вікна і зовнішньою поверхнею огороження незначний. При цьому мінімальна температура на цій ділянці менша від комфортної температури (рисунок 4), тобто різниця між температурами внутрішнього повітря та внутрішньої поверхні огороження більша, ніж допустима за санітарно-гігієнічними вимогами $\Delta t_{cr} = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Виконати цю вимогу можна, змістивши вікно ближче до зовнішньої поверхні огороження або підвищивши теплозахисні властивості зони примикання вікна до стіни. На рисунку 5 наведено температурне поле після зміщення вікна до зовнішньої поверхні цегляного шару.

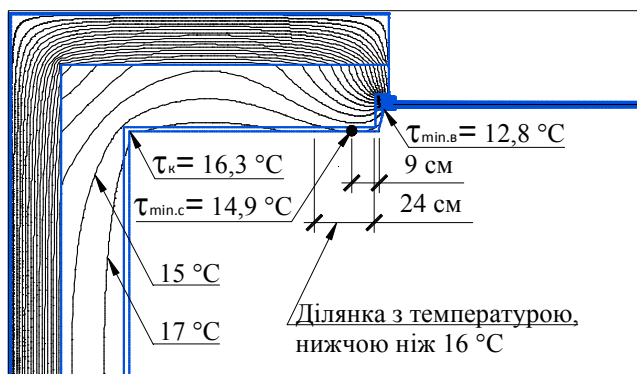


Рис. 4. Температурне поле при розташуванні вікна на відстані 1 м від кута стіни й товщині шару цегли 0,25 м

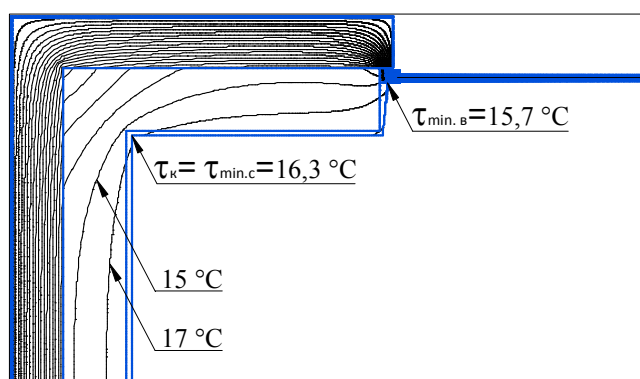


Рис. 5. Температурне поле після зміщення вікна до зовнішньої поверхні цегляного шару (відстань кута від вікна 1 м)

Підвищити теплозахисні властивості ділянки примикання зони промикання вікна до стіни можливо передбачивши додатковий шар утеплення відкосу вікна. На рисунку 6 наведено температурні поля при утепленні відкосу із зовнішньої та внутрішньої сторони вікна. Матеріал утеплювача аналогічний матеріалу утеплення стіни.

Як видно з рисунка 6, при утепленні відкосу із зовнішньої сторони вікна температура внутрішньої поверхні стіни між вікном та кутом збільшується, а при утепленні з внутрішньої сторони зменшується порівняно з варіантом без додаткового утеплення. Тобто додаткове утеплення відкосу з внутрішньої сторони погіршує температурний стан внутрішньої поверхні стіни між кутом та вікном. При утепленні із зовнішньої сторони достатньо 1 см утеплювача для підвищення мінімальної температури внутрішньої поверхні між вікном і кутом стіни вище 16 °C.

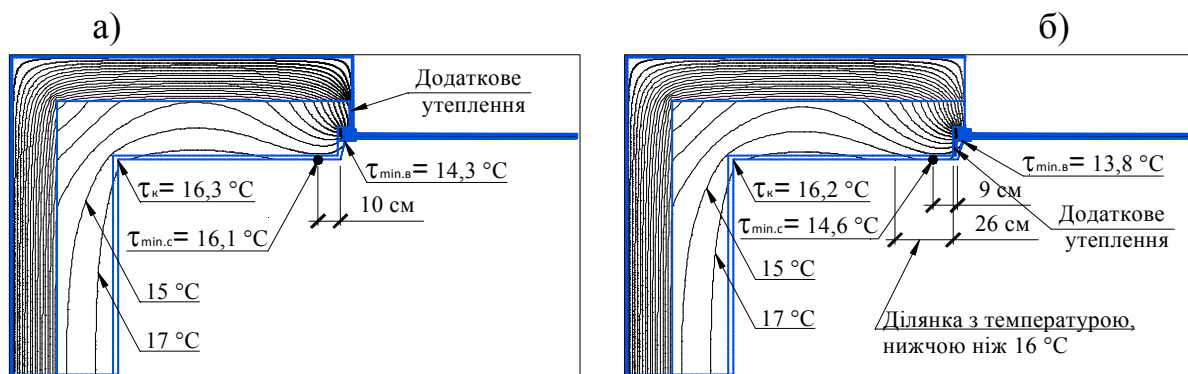


Рис. 6. Температурні поля при додатковому утепненні: а) із зовнішньої; б) з внутрішньої сторони вікна при товщині цегляного шару 0,25 м

Аналіз розрахунків температурних полів показав, що при товщині цегляного шару 0,38 та 0,51 м і відстані від вікна до кута до 0,1 м температура поверхні відкосу нижча від точки роси $\tau_p = 10,7 \text{ °C}$ (таблиця 1). При товщині цегляного шару 0,64 м температура поверхні відкосу нижча від точки роси при відстані вікна від кута до 0,3 м. Найнижча температура відкосу спостерігається при товщині цегляного шару 0,64 м і відстані від кута до вікна 0,1 м. Підвищити температуру відкосу можна за рахунок його утеплення. На рисунку 7 наведено температурні поля огорожувальної конструкції при утепненні відкосу з внутрішньої та зовнішньої сторін вікна для стіни з товщиною цегляного шару 0,64 м при відстані від кута до вікна 0,1 м.

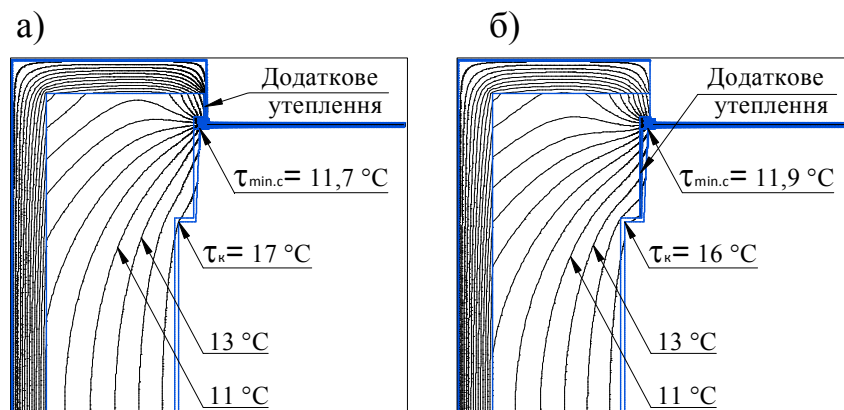


Рис. 7. Температурні поля при додатковому утепненні: а) із зовнішньої; б) внутрішньої сторони вікна при товщині цегляного шару 0,64 м та відстані від кута до вікна 0,1 м

Для підвищення мінімальної температури відкосу вікна вище температури точки роси достатньо виконати утеплення відкосу із зовнішньої або внутрішньої сторін вікна шаром товщиною 1 см. Таке

утеплення дозволяє підвищити мінімальну температуру відкосу вище точки роси. При утепленні із зовнішньої сторони вікна мінімальна температура відкосу підвищується до $11,7^{\circ}\text{C}$, а з внутрішньої – $11,9^{\circ}\text{C}$. Температура кута при обох варіантах утеплення більша ніж 16°C . При утепленні із зовнішньої сторони вона становить 17°C , а з внутрішньої – 16°C . При цьому утеплення із зовнішньої сторони вікна слід визнати більш раціональним, тому що воно потребує меншої кількості матеріалу додаткового утеплення.

Висновки:

1. У конструкції стіни, що розглядалася, розташування вікна відносно кута здійснює суттєвий вплив на температуру внутрішньої поверхні кута, якщо воно розташоване на відстані до $0,9$ м від кута. При більшій відстані вплив вікна не значний.
2. У всіх розглянутих варіантах мінімальна температура внутрішньої поверхні кута вища від температури точки роси, але не в усіх випадках вища за комфортну температуру, яка для житлового будинку становить 16°C .
3. Зі збільшенням товщини цегляного шару в стіні мінімальна температура в куті підвищується.
4. При збільшенні відстані між кутом та вікном відбувається зниження температури в куті, а потім її підвищення та стабілізація до величини, наближеної до 16°C .
5. Ширина ділянки стіни біля кута з температурою, нижчою ніж 16°C , зі збільшенням товщини цегляного шару зменшується.
6. Якщо товщина цегляного шару дорівнює $0,25$ м, а відстань від кута до вікна більша ніж $0,3$ м, мінімальна температура внутрішньої поверхні стіни спостерігається не в куті будинка, а на ділянці від кута до вікна. При цьому мінімальна температура на цій ділянці менша ніж 16°C .
7. Мінімальна температура відкосу менша від температури точки роси, яка складає $10,7^{\circ}\text{C}$ при товщині цегляного шару $0,38$ та $0,51$ м і відстані від вікна до кута до $0,1$ м. При товщині цегляного шару $0,64$ м – до $0,3$ м.
8. Підвищити температуру на внутрішній поверхні стіни та відкосу можна, змістивши за рахунок «чверті» вікно до зовнішньої поверхні стіни, або шляхом додаткового утеплення відкосу із зовнішньої сторони вікна. Товщина додаткового утеплення в 1 см з матеріалу, аналогічного до основного утеплювача, є достатньою для забезпечення нормативних температур на цих ділянках.
9. Утеплення відкосу з внутрішньої сторони вікна призводить до підвищення температури відкосу, але зменшує температуру на ділянці внутрішньої поверхні стіни від кута до вікна. При товщині цегляного шару $0,25$ м на ділянці стіни біля вікна вона знижується нижче 16°C .
10. Оскільки застосування «чверті» в цегляних стінах є більш раціональним рішенням, то додаткове утеплення із зовнішньої сторони вікна є більш доцільним.

Література

1. Кузнецова, О.О. Підвищення температури внутрішньої поверхні зовнішніх кутів огорожувальних конструкцій будівель у холодний період року / О.О. Кузнецова // Вісник КНУТД. – 2010. – Вип. 2(52). – С. 33 – 38.
2. Груздева, Л.В. Влияние конструктивных факторов на температурно-влажностный режим узловых сопряжений деревянных домов / Л.В. Груздева // Деревообрабатывающая промышленность. – 1993. – № 8. – С. 46 – 54.
3. Проект ДСТУ-Н Б В.2.6-XXX:200х. Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування та влаштування вікон і дверей у стінах будинків. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 89 с.
4. Стандарт организации. Узлы примыканий оконных и дверных блоков, витражных конструкций к внешним ограждающим конструкциям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru>.
5. Гныря, А.И. Экспериментальные исследования температурных полей наружного ограждения малоэтажных зданий, выполненных в несъемной опалубке / А.И. Гныря, С.В. Коробков, Р.А. Жаркой // Вестник ТГАСУ. – 2008. – № 2. – С. 92 – 99.
6. Малявина, Е.Г. Инженерная методика определения приведенных сопротивлений теплопередаче наружных стен со стержневыми связями / Е.Г. Малявина, М.В. Бирик // АВОК. – 2007. – №3. – С. 98 – 110.
7. Колесникова, А.В. Теплоперенос в неоднородных монолитно-возводимых наружных стенах зданий с фасадным утеплением : дис. канд. техн. наук: 05.23.03 / А.В. Колесникова. – Томск, 2006. – 207 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-79:2009. Шви з'єднувальні місць примикань віконних блоків до конструкцій стін. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 30 с.
9. ДСТУ Б В.2.7-150:2008. Пінополіуретани монтажні (монтажні піни). – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 11 с.

Надійшла до редакції 09.10.2013
© О.В. Семко, О.І. Юрін