



КОНСТРУКТИВНІ ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОПРОЗОРИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

О. М. Білоус^a, Є. С. Колесник^b

*^a Донбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.*

E-mail: us28@ua.ua

*^b Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»,
вул. Івана Клименко, 5/2, м. Київ, Україна, 03680.*

E-mail: kolesnyk@ndibk.gov.ua

Отримана 12 вересня 2011; прийнята 25 листопада 2011.

Анотація. У статті розглянута проблема забезпечення енергоефективності світлопрозорих огороджувальних конструкцій за рахунок вибору оптимального конструктивного рішення вузла примикання віконного (дверного) блока до непрозорої частини стіни. Визначені основні критерії енергоефективності, за якими необхідно здійснювати оптимізацію. До них віднесено: приведений опір теплопередачі світлопрозорої (непрозорої) огороджувальної конструкції, температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні стінової огороджувальної конструкції, мінімальна температура внутрішньої поверхні, величина лінійного коефіцієнта теплопередачі. Наведені конструктивні принципи щодо забезпечення обраних критеріальних показників. Дослідження проведені для вузлового з'єднання віконної конструкції на основі ПВХ-профілів Veka системи Softline 70 AD та п'ятнадцяти конструктивних типів зовнішньої непрозорої стінової конструкції. Для показника лінійного коефіцієнта теплопередачі визначено основні принципи розрахункової оцінки. За результатами проведених досліджень визначені деякі особливості та закономірності, що виникають при оцінці світлопрозорих огороджувальних конструкцій за вказаними критеріями.

Ключові слова: світлопрозора огороджувальна конструкція, енергоефективність, лінійний коефіцієнт теплопередачі, вікно, вузлове з'єднання, температурне поле.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

А. Н. Белоус^a, Е. С. Колесник^b

*^a Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.*

E-mail: us28@ua.ua

*^b Государственное предприятие «Научно-исследовательский институт строительных конструкций»,
ул. Ивана Клименко, 5/2, г. Киев, Украина, 03680.*

E-mail: kolesnyk@ndibk.gov.ua

Получена 12 сентября 2011; принята 25 ноября 2011.

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обеспечения энергоэффективности светопрозрачных ограждающих конструкций за счет выбора оптимального конструктивного решения узла примыкания оконного (дверного) блока к непрозрачной части стены. Определены основные критерии энергоэффективности, по которым необходимо осуществлять оптимизацию. К ним отнесены: приведенное сопротивление теплопередаче светопрозрачной (непрозрачной) ограждающей конструкции, температурный

перепад между температурой внутреннего воздуха и приведенной температурой внутренней поверхности стеновой ограждающей конструкции, минимальная температура внутренней поверхности, величина линейного коэффициента теплопередачи. Приведенные конструктивные принципы по обеспечению избранных критериальных показателей. Исследования проведены для узлового соединения оконной конструкции на основе ПВХ-профилей Veka системы Softline 70 AD и пятнадцати конструктивных типов внешней непрозрачной стеновой конструкции. Для показателя линейного коэффициента теплопередачи определены основные принципы расчетной оценки. По результатам проведенных исследований определены некоторые особенности и закономерности, возникающие при оценке светопрозрачных ограждающих конструкций по указанным критериям.

Ключевые слова: светопрозрачная ограждающая конструкция, энергоэффективность, линейный коэффициент теплопередачи, окно, узловое соединение, температурное поле.

STRUCTURAL CONSIDERATIONS OF ENERGY EFFICIENCY OF TRANSLUCENT ENCLOSING STRUCTURES

Oleksiy Belous ^a, Yevgen Kolesnyk ^b

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.

^b State-Run Enterprise «Research Institute of Building Structures»,
5/2, Ivana Klimenka Str., Kyiv, Ukraine, 03680.

E-mail: kolesnyk@ndibk.gov.ua

Received 12 September 2011; accepted 25 November 2011.

Abstract. The paper considers the problem of energy translucent walling by selecting the optimal constructive decision nodes window (door) to block non-transparent part of the wall. The basic criteria for energy efficiency, which is necessary to optimize. These consist of: resistance to heat brought translucent (opaque) enclosure design, the temperature difference between inside air temperature and reduced temperature of the inner surface of wall enclosing structure, the minimum temperature of the inner surface of the linear coefficient of heat transfer. These design principles to ensure the selected criteria indicators. Research conducted for the nodal connections window structure on the basis of PVC profiles of Veka Softline 70 AD and fifteen types of constructive external opaque wall construction. For the linear rate of heat transfer coefficient defined the basic principles of the estimated assessment. According to the results of the studies identified some of the features and patterns that arise in assessing the translucent walling the specified criteria.

Keywords: translucent fencing design, energy efficiency, linear coefficient of heat transfer window node connection, temperature field.

Актуальність теми

Світлопрозорі огорожувальні конструкції є одними із основних конструкцій будинку, без яких неможливо уявити архітектурного вигляду будь-якого цивільного будинку. В той же час ці конструкції мають найнижчу характеристику теплоізоляції серед усіх елементів зовнішньої оболонки будинку, що призводить до значних тепловтрат через їх поверхню. Таким чином, в умовах постійного зростання вартості енергоресурсів, проблема забезпечення енергоефективності вказаних конструкцій набуває досить важливого значення. На сьогодні основним показ-

ником енергоефективності світлопрозорих огорожувальних конструкцій є величина приведенного опору теплопередачі, що повинна відповідати нормативним вимогам [1]. Водночас, будь-яке світлопрозоре огороження є невід'ємним елементом зовнішніх вертикальних конструкцій будинку, що в комплексі з непрозорими стіновими конструкціями повинно забезпечувати енергоефективність усього будинку. Це, в свою чергу, потребує детального аналізу конструктивних рішень вузлів влаштування світлопрозорих огорожувальних конструкцій, з точки зору забезпечення оптимального значення критеріїв

енергоефективності для системи «непрозора стіна – світлопрозоре огороження». У цій роботі визначені критерії енергоефективності зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій та розглядаються конструктивні принципи по їх забезпеченню.

Мета роботи

Оцінка конструктивних рішень вузлів примикання віконної конструкції до непрозорої стіни з точки зору забезпечення показників енергоефективності.

Об'єкт дослідження

Стикове з'єднання віконної конструкції на основі ПВХ-профілів Veka системи Softline 70 AD та зовнішньої стінової конструкції.

Основна частина

Основним документом, в якому встановлені вимоги до показників енергоефективності зовнішніх огорожувальних конструкцій є ДБН В.2.6-31:2006 [1]. Основні вимоги представлені у вигляді:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}, \quad (1)$$

$$\Delta t_{\text{ пр}} \leq \Delta t_{\text{ cr}}, \quad (2)$$

$$\tau_{\text{ в min}} > t_{\text{ min}}. \quad (3)$$

де $R_{\Sigma \text{ пр}}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої чи світлопрозорої огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

$R_{q \text{ min}}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої чи світлопрозорої огорожувальної конструкції, встановлюється згідно з таблицею 1 [1];

$\Delta t_{\text{ пр}}$ – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t_{\text{ cr}}$ – допустимий за санітарно-гігієнічними умовами (умовами комфортності) температурний перепад, $^{\circ}\text{C}$; згідно з [1] для житлових будинків складає $4,0^{\circ}\text{C}$, для громадських – $5,0^{\circ}\text{C}$.

$\tau_{\text{ в min}}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ min}}$ – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, що при розрахункових параметрах повітря дорівнює $10,7^{\circ}\text{C}$. Забезпечення виконання вимоги (1) для світлопрозорих огорожувальних конструкцій не залежить від конструктивного принципу влаштування вузла їх примикання до непрозорої частини стіни, а характеризується лише конструкцією та теплоізоляційними властивостями елементів віконного (дверного) блока. Таким чином, аналіз даного критерію не є об'єктом здійснюваних досліджень.

Водночас, забезпечення вимог (2), (3) напряму залежить від конструктивного рішення вузлового з'єднання та співвідношення світлопрозорої та непрозорої частин стіни. Детальний аналіз критеріального виразу (2) здійснено у роботах [2, 3], на підставі яких встановлено, що при характеристиках опору теплопередачі окремих елементів зовнішньої оболонки будинку на рівні нормативних значень (непрозорі конструкції – $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, світлопрозорі – $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$), коефіцієнт скління фасаду не може бути більшим 0,5.

Питання, пов'язані із забезпеченням вимоги (3) за рахунок конструктивних особливостей стінової огорожі, частково відображені у [4]. Так, згідно з [4] віконні та дверні блоки треба розташовувати по товщині стінової конструкції залежно від проходження ізотерми $10,7^{\circ}\text{C}$. Можливі місця розташування віконних та дверних блоків залежно від конструкції й матеріалу стіни наведено на рисунку 1. На представлених рисунках величина x є необхідною конструктивною глибиною встановлення віконного блока, що забезпечуватиме виконання умови (3). Вказану величину для кожного конкретного випадку можна знайти з виразу [5]:

$$t(x) = t_g - \frac{t_g - t_3}{R_{\Sigma}} \left(\frac{1}{\alpha_g} + R_x \right), \quad (4)$$

де t_g – розрахункова температура зовнішнього повітря, що визначається згідно з [1], і дорівнює мінус $22,0^{\circ}\text{C}$;

R_{Σ} – опір теплопередачі всієї конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

α_g – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, згідно з [1] дорівнює $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

R_x – термічний опір частини огорожувальної конструкції від внутрішньої поверхні до перерізу x , $\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, що знаходиться за формулою:

$$R_x = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (5)$$

де δ_i – товщина i -го шару конструкції, м;
 λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, що приймають згідно з [1].
 За формулами (4)–(5), були здійснені розрахунки найбільш поширених у цивільній практиці конструктивних рішень. За розрахункові моделі були обрані наступні варіанти конструкцій розміщення вікон у стінах (табл. 1).

Таким чином, враховуючи, що $t(x) = 10,7^\circ\text{C}$, та розрахувавши приведений опір теплопередачі стіни, можна знайти опір теплопередачі фрагмента стіни від внутрішньої поверхні до перерізу з обумовленою температурою. Величину x можна знайти з формули (5). Результати розрахунків наведені в таблиці 2.

Як видно з табл. 2, схеми № 1, 2 та 10 не відповідають вимозі (1), за показником приведенного опору теплопередачі непрозорої частини стіни,

та є такими, що потребують обов'язкового утеплення. Для конструктивних схем № 3, 5, 8 та 12 отримане значення величини x є значно меншим за загальну товщину стінової конструкції, що свідчить про необхідність встановлення віконного (дверного) блока ближче до внутрішньої поверхні стіни. Це, в свою чергу, є неестетичним та непрактичним. Таким чином, для цих стінових конструкцій необхідно передбачати додаткові конструктивні заходи, що забезпечать виконання критеріальної вимоги (3) при іншому варіанті влаштування вузлового з'єднання світлопрозорої та непрозорої конструкцій.

Конструктивний принцип влаштування світлопрозорої конструкції впливає на енергоефективність непрозорої частини стіни, а саме на величину приведенного опору теплопередачі та, відповідно, забезпечення критерію (1). Ця залежність характеризується величиною лінійного коефіцієнта теплопередачі стикового з'єднання.

Визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі необхідно здійснювати на підставі результатів розрахунків двовірних температурних полів. У загальному випадку методика розрахунків наведена в [1, 6]. Для обраного об'єкта досліджень визначення лінійного коефіцієнта

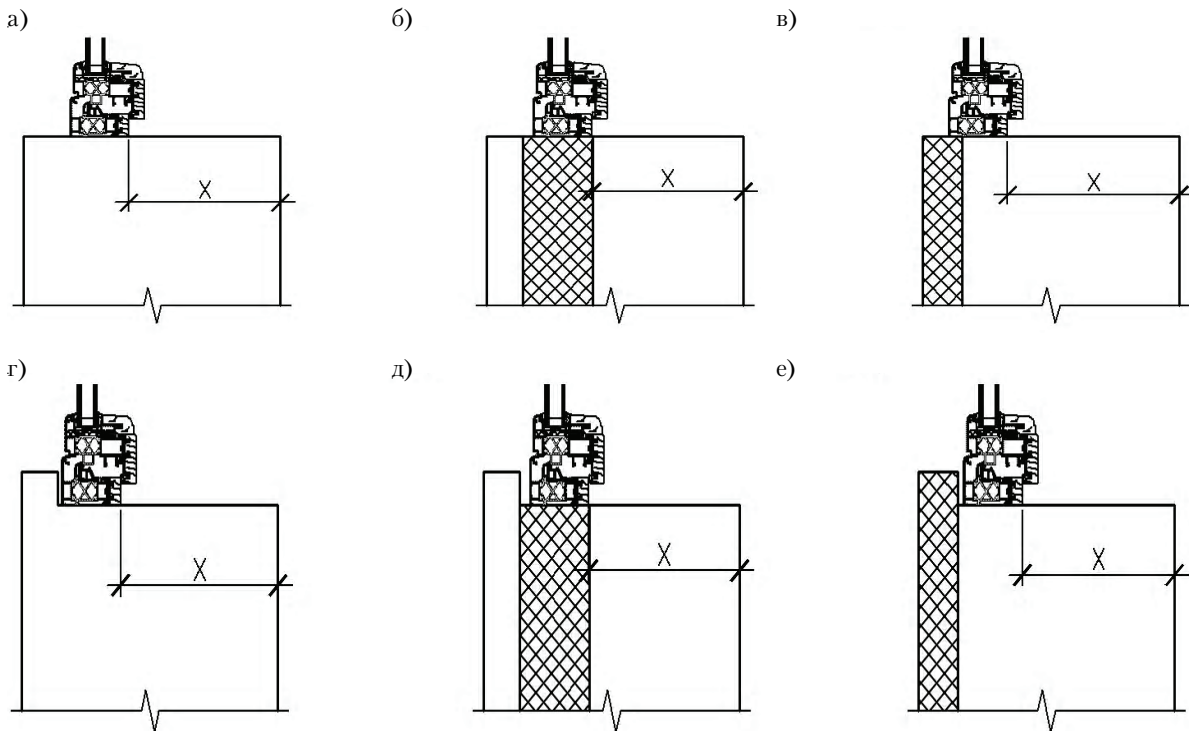


Рисунок 1. Конструктивний принцип влаштування бічного вузла примикання віконного (дверного) блока у прорізі.

теплопередачі k , Вт/(м·К) повинно здійснюватися наступним чином:

$$k = \frac{Q_{ТВ}}{L \cdot (t_b - t_3)}, \quad (6)$$

де $Q_{ТВ}$ – кількість теплоти, що проходить через теплопровідне включення (вузол, стик), Вт, визначається за формулою (7);

L – довжина розглянутого фрагмента конструкції огорожі з теплопровідним включенням або вузлом (стиком), м;

t_b, t_3 – відповідно внутрішня та зовнішня температура повітря, °С.

Кількість теплоти, що проходить через теплопровідне включення, $Q_{ТВ}$, визначається за формулою (рис. 2):

Таблиця 1. Розрахункові конструктивні рішення

№№	Схема за рис. 1	Характеристика
1	1а	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 510 мм
2		Кладка з керамзитошлакобетонних блоків (п. 79 табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм
3		Ніздрюватий бетон (п. 56, при $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм
4	1б	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 380 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 90 мм, цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) – 85 мм
5		Кладка з керамзитошлакобетонних блоків (п. 79 табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 70 мм, цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) – 85 мм
6		Залізобетон (п. 81 табл. Л.1 [1]) завтовшки 300 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 100 мм, цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) – 85 мм
7	1в	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 380 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 90 мм
8		Кладка з керамзитошлакобетонних блоків (п. 79 табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 80 мм
9		Залізобетон (п. 81 табл. Л.1 [1]) завтовшки 300 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 100 мм
10	1г	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 510 мм
11	1д	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 380 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 90 мм, цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) – 85 мм
12		Кладка з керамзитошлакобетонних блоків (п. 79 табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 70 мм, цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) – 85 мм
13	1е	Цегляна кладка (п. 91 табл. Л.1 [1]) завтовшки 380 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 90 мм
14		Кладка з керамзитошлакобетонних блоків (п. 79 табл. Л.1 [1]) завтовшки 400 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 80 мм
15		Залізобетон (п. 81 табл. Л.1 [1]) завтовшки 300 мм, утеплювач (п. 6, при $\rho = 70 \text{ кг/м}^3$, табл. Л.1 [1]) – 100 мм

Таблиця 2. Результати розрахунків за формулами (4) та (5)

№ схеми	1	2	3	4	5	6	7	8
R_{Σ} , м ² ·К/Вт	0,79	0,94	2,66	2,98	2,80	2,91	2,88	2,94
x , мм	48	48	76	421	257	327	420	274
№ схеми	9	10	11	12	13	14	15	
R_{Σ} , м ² ·К/Вт	3,91	0,79	2,98	2,80	2,88	2,94	2,81	
x , мм	327	48	421	257	420	453	326	

$$Q_{ТВ} = Q_{вх} - Q_{осн}, \quad (7)$$

де $Q_{вх}$ – загальна кількість теплоти, що проходить через огорожувальну конструкцію з теплопровідним включенням, Вт, визначається на підставі розрахунків двовимірного температурного поля;

$Q_{осн}$ – кількість теплоти, що проходить через термічно однорідну частину конструкції протяжністю L , м, з відомими однорідними теплотехнічними характеристиками.

За відомою величиною лінійного коефіцієнта теплопередачі здійснюється розрахунок приведенного опору теплопередачі за формулою:

$$R_{пр} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{\Sigma i}} F_i + \sum_{j=1}^m k_j L_j}, \quad (8)$$

де F_{Σ} – площа непрозорої огорожувальної конструкції, м²;

F_i – площа i -ої термічно однорідної зони, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі i -ої термічно однорідної зони, м²·К/Вт;

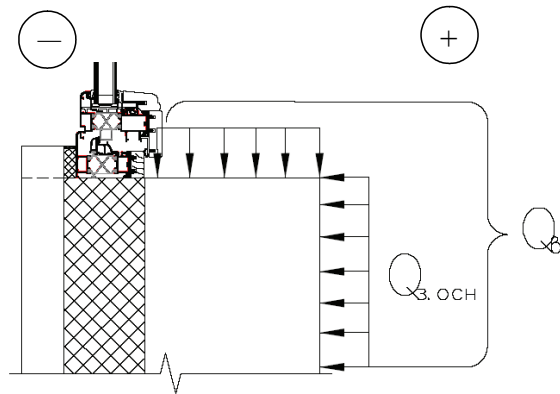


Рисунок 2. Розрахункова схема вертикального стику вікна з стіною для визначення лінійного коефіцієнта теплопередачі.

Результати розрахунків лінійного коефіцієнта теплопередачі для конструктивних рішень згідно з табл. 1 наведені у табл. 3. Приклади розрахунків температурних полів наведені на рис. 3, рис. 4. Розглядаючи отримані температурні поля, важливо відмітити, що у четвертях знаходяться дуже значні скривлення температурних ізотерм. При зміні конструктивного принципу влаштування

Таблиця 3. Результати визначення лінійного коефіцієнту теплопередачі

№ схеми	1	2	3	4	5	6	7	8
k , Вт/(м·К)	0,18	0,09	0,16	0,05	0,05	0,05	0,13	0,08
№ схеми	9	10	11	12	13	14	15	
k , Вт/(м·К)	0,16	0,162	0,054	0,046	0,103	0,063	0,124	

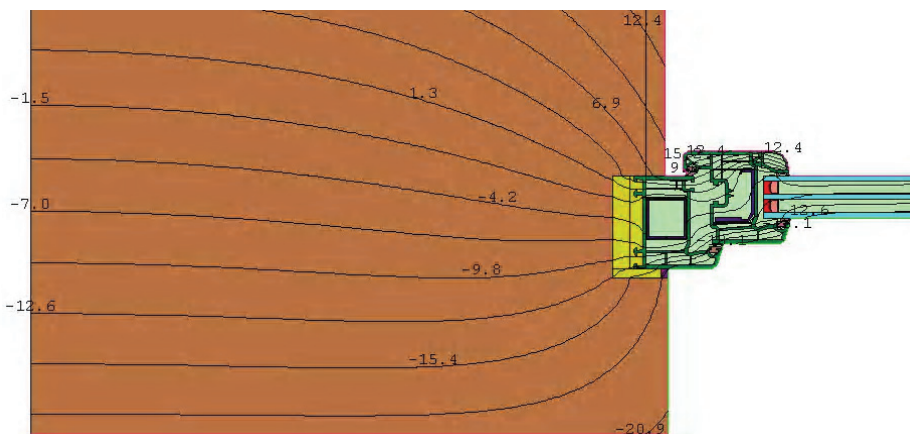


Рисунок 3. Результати розрахунку теплового поля за схемою № 10.

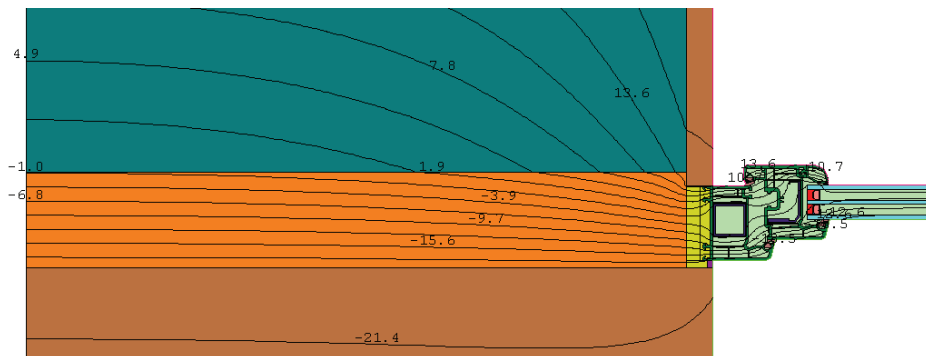


Рисунок 4. Результати розрахунку теплового поля за схемою № 12.

світлопрозорого огороження змінюється величина лінійного коефіцієнта теплопередачі, тим самим згідно з формулою (8) можливо змінювати величину приведенного опору теплопередачі непрозорої стіни.

При моделюванні температурного поля вузлів відкосів віконних проїомів було відмічено, що температура на внутрішній поверхні стіни у схемі № 1, 3 та 10 нижче ніж допустима температура, якою вважають точку роси (згідно з п. 2.7 [1]).

Висновки

Наведені методичні принципи дозволяють на стадії проектування обирати найбільш оптимальне, з точки зору енергоефективності, конструктивне рішення вузлового з'єднання світлопрозорої та непрозорої огорожувальних конструкцій.

Водночас, представлені положення потребують подальших комплексних досліджень для встановлення готових кінцевих технічних рішень.

Література

1. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель [Текст] : ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Колесник, Е. С. Особенности теплотехнических расчетов в свете новых строительных норм Украины в области энергосбережения [Текст] / Е. С. Колесник // Информационные материалы Международной конференции «Архитектурно-планировочные решения, конструктивно-технологические системы и энергосберегающее оборудование жилых и общественных зданий XXI века», 25–26 июня 2008 г. – Минск, 2008. – С. 33–37.
3. Колесник, Е. С. Забезпечення енергоефективності цивільних будинків зі світлопрозорими фасадними конструкціями [Текст] / Е. С. Колесник // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві : Науково-технічний збірник / Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця, 2010. – С. 148–154.
4. Конструкції будинків та споруд. Настанова щодо проектування і улаштування вікон та дверей [Текст] : ДСТУ Н Б В.2.6-146:2010. – [Чинний з 01.07.2011]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с. – (Державний стандарт України).

References

1. Building and construction structures. Heat insulation of buildings: State Rules and Regulations for Building B.2.6-31:2006. Kyiv: Ministry of Civil Engineering of Ukraine, 2006. 64 p. (in Ukrainian)
2. Kolesnik, Ye. S. Details of heating and thermal insulation analyses in the light of the latest rules and regulation for building of Ukraine in the field of energy conservation. In the compendium of the *International Conference Architectural and planning solutions, structural and processing systems and energy conservation equipment of residential and public buildings of the XXIst century*, on June 25–26, 2008. Minsk, 2008, p. 33–37. (in Russian)
3. Kolesnik, Ye. S. Power efficiency supply of residential buildings with translucent facades. In the compendium *Contemporary techniques, materials and structures in civil engineering of the Vinnytsya National Technical University*, Vinnytsya, 2010, p. 148–154. (in Ukrainian)
4. Building and construction structures. The directive for design and installation of window and door frames. State Rules and Regulations for Building B.2.6-146:2010. Kyiv: Ministry of Regional Building of Ukraine, 2010. 70 p. (in Ukrainian)
5. Bogoslovsky, V. N. Heating process conditions of building. Moscow: Stroyizdat, 1979. 248 p. (in Russian)

5. Богословский, В. Н. Тепловой режим здания [Текст] / В. Н. Богословский. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с.
6. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи [Текст] : ДСТУ ISO 10211-1:2005. – [Чинний з 01.03.2008 р.]. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 38 с. – (Національний стандарт України).
7. Строительная климатология и геофизика [Текст]: СНиП 2.01.01-82. – Взамен главы СНиП II–А.6-72 ; дата введения 1984-01-01. – М. : Стройиздат, 1983. – 137 с.
8. Фаренюк, Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій [Текст] / Г. Г. Фаренюк. – К. : Гама-принт, 2009. – 216 с.
9. Васильев, Б. Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима зданий [Текст] / Б. Ф. Васильев. – М. : Гос. изд-во лит. по стр-ву и архит., 1957. – 208 с.
10. Шкловер, А. М. Основы строительной теплотехники жилых и общественных зданий [Текст] / А. М. Шкловер, Б. Ф. Васильев, Ф. В. Ушков. – М. : Госстройиздат, 1956. – 350 с.
6. Heat conduction inclusions in building structures. Heat flux and surface temperature analysis. Part I. General techniques. ISO 10211-1:2005. Kyiv: State Consumption Standard of Ukraine, 2008. 38 p. (in Ukrainian)
7. Building climatology and geophysics: SNIP 2.01.01-82. Moscow: Stroyizdat, 1983. 137 p. (in Russian)
8. Farenjuk, G. G. Principles of supply of power efficiency of buildings and heat reliability of enclosing structures. Kyiv: Gamma-Print, 2009. 216 p. (in Ukrainian)
9. Vasilyev, A. M. Natural studies of temperature and humidity conditions of buildings. Moscow: State Publishing House of Literature on Civil Engineering and Architecture, 1957. 208 p. (in Russian)
10. Shklover, A. M. Fundamentals of structural heat engineering of residential and public buildings. Moscow: Gosstroyizdat, 1956. 350 p. (in Russian)

Білоус Олексій Миколайович – к.т.н., доцент кафедри архітектури промислових та цивільних будівель Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розвиток методики випробувань конструктивних елементів будівель; участь в розробці будівельних норм проектування.

Колесник Євген Сергійович – науковий співробітник відділу будівельної фізики та ресурсозбереження Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Наукові інтереси: розробка державних будівельних норм та стандартів, проведення комплексних експериментальних досліджень, розробка методик розрахункової оцінки теплотехнічних параметрів зовнішніх огорожувальних конструкцій та енергетичних параметрів будівель в цілому.

Белоус Алексей Николаевич – к.т.н., доцент кафедри архитектуры промышленных и гражданских зданий и сооружений Донбасской национальной академия строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие методики испытаний конструктивных элементов зданий; участие в разработке строительных норм проектирования.

Колесник Евгений Сергеевич – научный сотрудник отдела строительной физики и ресурсосбережения Государственного предприятия «Научно-исследовательский институт строительных конструкций». Научные интересы: разработка государственных строительных норм и стандартов, проведение комплексных экспериментальных исследований, разработка методик расчетной оценки теплотехнических параметров наружных ограждающих конструкций и энергетических параметров зданий в целом.

Oleksiy Belous – PhD (Eng.), an Assistant Professor of the Industrial and Civil Buildings Architecture Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: evolution and propagation of testing methods of building elements and participation in the structural designing rate development.

Yevgen Kolesnyk – a researcher of the Structural Physics and Resource Saving Department of the State-Run Enterprise «Research Institute of Building Structures». Research interests: development of state building rates and standards, carrying out of complex research, development of cost estimation techniques of heat engineering parameters of outdoor structures and structural power parameters as a whole.