

ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ СКЛОПАКЕТІВ У СВІТЛОПРОЗОРИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЯХ

Міщенко Р.А., *к.т.н.*

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка, Україна*

Вступ. Зростання вартості енергоносіїв стимулює споживачів до їх економного використання. Доцільність такого підходу показують провідні країни світу. Проектування й зведення будівель здійснюється таким чином, щоб зробити більш дешевим їх обслуговування без втрат і комфорту для життя. Проблема енергозбереження в будинках та спорудах – одна з найважливіших в наш час.

Теплоізоляція – невід’ємна частина сучасної енергетики, тому її вибір і застосування є важливою проблемою, яка потребує вирішення.

Світлопрозорі огорожувальні конструкції у будівлях призначені для забезпечення природного освітлення приміщень. З усіх елементів будівель вони мають найменший опір теплопередачі і створюють значний вплив на тепловий режим приміщення. Тому використання сучасних віконних систем з герметичними склопакетами, ущільненнями між рамою і стулками та іншими енергозберігаючими рішеннями є одним із шляхів до збереження теплової енергії в будинках.

Огляд останніх джерел досліджень. Склопакет – об’ємний виріб, що складаються з двох або трьох паралельно розташованих листів скла, з’єднаних між собою за контуром за допомогою дистанційних рамок із металу або пластику та герметиків, утворюючи одну чи більше ізольованих від зовнішнього повітря герметично замкнутих камер, що заповнені висушеним повітрям або іншим газом [1].

Встановлені вимоги до теплотехнічних показників світлопрозорих огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будинків і порядку їх розрахунку з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрівання, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час їх експлуатації. Теплотехнічні характеристики склопакетів повинні забезпечувати мінімальний приведений опір теплопередачі світлопрозорих конструкцій в цілому [2].

Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.

Одним із основних напрямків роботи по збереженню теплової енергії в будинках, є дослідження проблем, пов'язаних з втратами тепла через вікна, які можна розділити на трансмісійні та вентиляційні. Трансмісійні втрати через скло в 4-6 разів вищі, ніж через стіни. Вентиляційні втрати також можуть бути дуже великими, якщо вікна не досить ущільнені. Ці проблеми вирішуються при застосуванні віконних конструкцій зі склопакетами. Дослідження ефективності використання конструктивних рішень склопакетів на теплопровідність для різних типів будівель, з метою розробки рекомендацій щодо їх використання. Також необхідно визначити який склопакет більш ефективний.

Основний матеріал і результати.

Світлопрозорі конструкції – ділянки теплоізоляційної оболонки будинку (вікна, балконні та вхідні двері, вітражі, фасадні системи, вітрини, ліхтарі тощо), що пропускають видиме світло.

При проектуванні світлопрозорих огорожувальних конструкцій повинні бути вирішено наступні завдання шляхом забезпечення:

- звукоізоляційної здатності;
- теплоізоляційної здатності;
- світлопропускної здатності;
- повітропроникнення;
- паропроникнення;
- водонепроникнення;
- стійкості до силових навантажень від вітру та вилому.

Визначення опору теплопередачі вікна проводиться шляхом підбору комбінації прозорої (склопакет) і непрозорої частин вікна за виконання умови, що приведений опір теплопередачі вікна більший за мінімальне допустиме значення приведенного опору теплопередачі.

Після визначення теплотехнічних параметрів обирають конструкцію віконного блока (матеріал конструктивних елементів блока, тип склопакета, тип профілів чи конструкція брусів).

Класифікація склопакетів (табл. 1) дає можливість розглядати конструкцію в цілому і врахувати усі елементи при розрахунку опору теплопередачі.

Повітряний простір у склопакеті герметично, крім повітря, може бути заповнений повітрям, важкими інертними газами (криптон, аргон). Більша щільність, в'язкість і діаметр молекули криптона в порівнянні з аргонем і повітрям призводять до зниження конвекційних струмів всередині склопакета, що також призводить до збільшення опору теплопередачі. Ці ж фактори обумовлюють меншу дифузію

криптону в зовнішнє середовище і підвищують довговічність складу газового середовища всередині склопакета.

Застосування криптону актуально не тільки в регіонах з холодним, але і з жарким кліматом, де широко використовується кондиціонування приміщень. Склопакети з криптоном мають більш високий коефіцієнт опору теплопередачі, відповідно вони більш теплі і економічні. Також в'язкість криптону забезпечує більш високий коефіцієнт звуконепро-никності, відповідно склопакети – більш тихі. Завдяки більшому розміру молекул – природні втрати криптону менші, ніж аргону.

Табл. 1. *Класифікація склопакетів*

За кількістю камер:	- однокамерні; - двокамерні; - трьохкамерні.
Заповнення камер:	- висушеним повітрям; - аргоном; - криптоном; - ксеноном; - сумішшю газів
За призначенням:	- загально-будівельного призначення; - будівельного призначення із спеціальними вла-стивостями; - стійкі при механічній дії; - енергозберігаючі; - сонцезахисні енергозберігаючі; - морозостійкі; - шумозахисні.
За видом скла:	- звичайні (листоє); - енергозберігаючі (з твердим покриттям і з м'яким покриттям); - звукоізолюючі; - тоновані (забарвлене у масі); - рефлекторні, - безпечні (армоване, багат шарове ударостійке, тривке до пробивання); - протипожежні.
За шириною камер:	6 мм; 8 мм; 10 мм; 12 мм; 16 мм.

Приймаючи мінімальне допустиме значення опору теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій (табл. 2.) склопакет для житлових і громадських будівель може прийматися однокамерний із заповненням інертним газом і енергозберігаючими стеклами [2].

Найбільший опір теплопередачі мають двокамерні склопакети ви-готовлені із двох енергозберігаючих стекол із заповненням камер інертним газом (табл. 3) [2].

Табл. 2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій

Вид будинків	Значення $R_{q \min}$, $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони	
	I	II
Житлові та громадські будинки	0,75	0,6
Промислові будинки:		
- із сухим і нормальним режимом	0,45	0,42
- з вологим і мокрим режимом	0,5	0,45
- з надлишками тепла (більше ніж $23 \text{ Вт}/m^3$)	0,18	0,18

Табл. 3. Приведений опір теплопередачі склопакетів

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Товщина, мм	Повітря	Криптон	Аргон	Опір теплопередачі $m^2K/Вт$	Опір теплопередачі, %
1	4M1-16-4i	24		100		0,75	100,0
2	4M1-12-4M1-12-4i	36			100	0,75	100,0
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		25	75	0,78	104,0
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		25	75	0,78	104,0
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		50	50	0,8	106,7
2	4M1 -10-4M1 -10-4K	32		75	25	0,82	109,3
2	4M1 -10-4M1 -10-4K	32		100		0,85	113,3
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		50	50	0,85	113,3
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		75	25	0,9	120,0
2	4i-10-4M1 -10-4i	32	100			0,93	124,0
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		100		0,94	125,3
2	4i-10-4M1-10-4i	32		25	75	1,14	152,0
2	4I-10-4M1-10-4i	32		50	50	1,18	157,3
2	4Mг10-4K-10-4K	32		100		1,28	170,7
2	4i-10-4M1 -10-4i	32		75	25	1,28	170,7
2	4K-10-4M1-10-4K	32		100		1,32	176,0
2	4i-10-4M1-10-4i	32		100		1,35	180,0

Заповнення камер склопакетів інертним газом аргоном або криптоном (ефективне тільки в поєднанні з енергозберігаючим склом), яке зменшує втрати тепла за рахунок значно повільнішого руху молекул газу в порівнянні з молекулами повітря. Теплозахисні властивості склопакетів, що заповнені інертними газами збільшуються на 11-14%. Теплова ефективність тришарового скління основана на зниженні тепловтрат теплопровідністю (15%). Але більш ніж 70% теплоти витрачається через скло за рахунок випромінювання. Зниження променевої складової тепловтрат відбувається за рахунок нанесення на скло тепловідбивного покриття. Опір теплопередачі двокамерного склопакета майже відповідає теплопередачі однокамерного з нанесенням тепловідбивного покриття. Отже, вигідніше застосовувати не третє скло, а покриття, що відбиває тепло, оскільки застосування третього скла призводить до перевитрат матеріалу на віконну конструкцію, зменшенню світлопропускних властивостей за рахунок третього скла, збільшенню ваги вікна.

Тепловідбиваючі покриття на склі володіють низьким ступенем чорноти. Скло з таким покриттям на 5% менше пропускає світла та відбиває назад в приміщення до 90% тепла, що виходить за рахунок випромінювання. В літню пору таке покриття відбиває інфрачервоні промені на зовні тим самим не допускається перегрів приміщення.

Розроблені технології виготовлення склопакетів з вакуумом між стеклами, але вони не набули промислового застосування через свою дорожнечу та складність.

Висновок. Підбір ефективних конструктивних рішень склопакетів у світлопрозорих огорожувальних конструкцій, при досягненні нормативних показників теплопровідності, можливий при застосуванні порівняльного техніко-економічного розрахунку віконних блоків із різних матеріалів та різних комбінаційних типів склопакетів.

Summary

Discusses the effectiveness of energy-saving glass for saving cash and reducing costs of fuel resources. Analyzed reduced resistance to heat transfer of different structural types of glass.

1. ДСТУ Б В.2.7-107:2008. Склопакети клеєні. Будівельного призначення. Технічні умови. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua>.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua>.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 Конструкції будинків і споруд. Настава щодо проектування й улаштування вікон та дверей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua>.