

УДК 697.133

Аналіз відповідності вікон новітнім вимогам з енергоефективності

І.В. Клімова¹, В.В.Мойсеєнко²¹к.т.н, доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна klimova.iv@knuba.edu.ua
ORCID 0000-0001-5591-9952²к.т.н, доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна moiseienko.vv@knuba.edu.ua
ORCID 0000-0002-8659-9987

В зв'язку із наслідками енергетичної та екологічної криз зменшення споживання енергії у будівлях є актуальним завданням, як в глобальному вимірі, так і в національному. Саме ця мета обумовлює постійне зростання вимог до опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків в кліматичних умовах де розрахункова температура зовнішнього повітря знаходиться на рівні -20°C . У випадку світлопрозорих огорожувальних конструкцій підвищення опору теплопередачі має відчутні обмеження. Проведено аналіз конструкцій вікон, які пропонуються на будівельному ринку України, в контексті оприлюднення ДБН В.2.6.31-2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель". Результати аналізу показують, що виконання вимоги $R_{qmin} \geq 0,9 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ для першої температурної зони України потребує використання всіх технічних засобів, які є в наявності у виробників. Складність та збільшена вартість таких конструкцій може викликати додаткові заходи контролю при завершенні будівництва та під час експлуатації.

Ключові слова: енергоефективність будівель, опір теплопередачі, конструкція вікон.

Вступ. Зменшення споживання енергії у будівлях є нагальним завданням, що з'явилося в наслідок енергетичної та екологічної кризи (глобальне потепління). Екологічні кризові явища розгортаються буквально у нас на очах, внаслідок чого і світова спільнота і українське суспільство приймають рішення що до зменшення споживання паливних ресурсів. В Україні на даний час діють закони "Про енергетичну ефективність" та "Про енергетичну ефективність будівель" [1,2]. Перший з них спрямований на посилення енергетичної безпеки, скорочення енергетичної бідності, сталий економічний розвиток, збереження первинних енергетичних ресурсів та скорочення викидів парникових газів. Другий ставить метою підвищення рівня енергетичної ефективності будівель.

Актуальність дослідження. Одним з принципів положень в галузі енергетичної ефективності будівель є підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій до рівня не нижче мінімальних вимог. Ці вимоги визначаються ДБН "Теплова ізоляція будівель", який постійно оновлюється. В 2022 була оприлюднена остання редакція цього ДБН [3]. В таблиці 1 зведено мінімально допустимі вимоги до опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій для житлових та громадських будівель. Якщо порівняти наведені в таблиці 1 дані з вимогами 2016 року, то можна побачити, що збільшились вимоги до усіх видів огорожувальних конструкцій.

Формулювання цілей статті. У випадку непрозорих огорожувальних конструкцій (сті-

ни, перекриття тощо) існують досить доступні засоби підвищення опору теплопередачі, якими можна гарантовано досягти нормовані значення опору. У випадку світлопрозорих огорожувальних конструкцій резерви підвищення опору теплопередачі обмежуються як фізично, так і технологічно і за вартістю [4]. Саме тому ми звернули увагу на нові значення опору для вікон $R_{qmin}=0,9$ та $R_{qmin}=0,7 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ – відповідно для першої та другої температурної зони України. Метою роботи є експрес-аналіз вікон, що пропонуються на українському будівельному ринку з метою з'ясування реального стану справ і визначенню можливих проблем в зв'язку з новими вимогами до опору теплопередачі.

Основна частина. Першим кроком авторів було знаходження підтверджених даних стосовно опору теплопередачі різних конструкцій вікон. В таблиці 2 наведено опір теплопередачі вікон, що пропонуються на сьогодні в Україні сертифікованим і професійним виробником [5]. Вибірка є репрезентативною. Включає чотири серії вікон за конструкцією профільних систем, сімнадцять конструкцій склопакетів, два різновиди рамки (алюмінієва та утеплена), чотири товщини склопакетів (24, 32, 40, 44 мм), одна двокамерні склопакети, с заповненням аргонном та без заповнення, з використанням енергозберігаючого скла та звичайного. Для підтвердження сучасності технічних рішень виробника на рис.1 наведено конструктивну схему профільної системи серії WDS 7S.

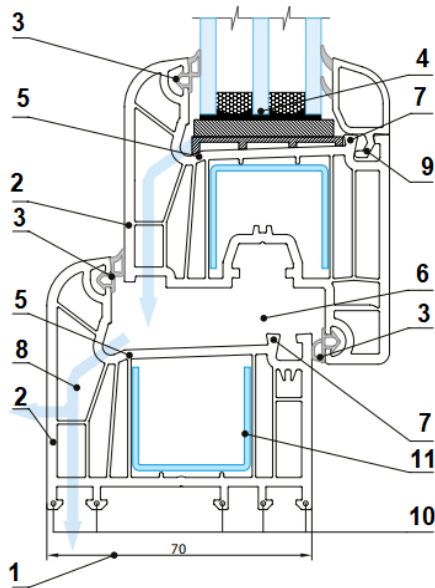


Рис. 1. Конструкція профіля серії WDS 7S [6]

1 – глибина вікон, 70 мм; 2 – товщина зовнішніх стінок; 3 – двокомпонентний ущільнювач; 4 – система шумо- та теплоізоляції; 5 – фальц; 6 – фурнітурна система; 7 – окантовка фальца; 8 – система відводу конденсату; 9 – штапик; 10 – система кріплення; 11 – армований профіль.

Загальна кількість розглянутих варіантів конструкцій вікон, які реально виробляються і пропонуються на ринку, склала 82 варіанти. Із загальної кількості варіантів, вимогам до опору теплопередачі для другої температурної зони відповідають 36 варіантів конструкцій вікон. Подальший розгляд даних показав, що з цих 36-и варіантів, 20 конструкцій вікон досягли значення $R_{qmin}=0.7 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ завдяки заповненню склопакетів аргоном. Всі інші 16 варіантів конструкцій вікон без заповнення аргоном, досягли згаданого результату завдяки використанню енергозберігаючого скла з м'яким покриттям (і-скло). За виключенням 5-ти варіантів (які є однокамерними), всі інші із згаданих 36 варіантів ($R_{qmin}\geq 0.7 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) мають двокамерне виконання. П'ять однокамерних склопакетів (з $R_{qmin}\geq 0.7 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) мають значення $R=\{0.73, 0.71, 0.77, 0.71, 0.76 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}\}$. Ці значення зовсім трохи перевищують допустиме значення 0.70 і досягнуті вони одночасним використанням і-скла та заповненню проміжку аргоном.

Кількість варіантів конструкцій вікон, які відповідають мінімальним вимогам ($R_{qmin}\geq 0.9 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$) для першої температурної зони України склала 14 конструкцій. Автори в цьому місці звертають увагу, що до першої температурної зони України відноситься переважна більшість областей країни. Роздивимось уважніше цю групу вікон. Отже перша конструкція вікон (склопакет 4i-10ar-4-10ar-4i в се-

ріях WDS 6S, 7S, 8S з утепленою рамкою). Друга - (склопакет 4i-14-4-14-4i в серіях WDS 6S, 7S з утепленою рамкою). Третя - (склопакет 4i-14ar-4-14ar-4i в серіях WDS 6S, 7S, 8S як з утепленою, так і з алюмінієвою рамкою). І до останньої групи ми віднесли конструкції з проміжком 16 мм - (склопакети 4i-16-4-16ar-4i, 4i-16-4-16-4i та 4i-16ar-4-16ar-4i). В усіх згаданих вище чотирьох групах значення R у більшості склало 0.91.. 0.94 $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$. І тільки декілька конструкцій досягли значень, що суттєво перевищують мінімально допустиме значення - $R=\{0.97, 1.02, 1.03, 1.04, 1.16 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}\}$.

Проведений авторами аналіз спрямований на виконання вимог що до енергоефективності та енергозбереження. Але вікна, як складовий елемент будинку, вирішують набагато ширше коло завдань. Для того, що би зрозуміти складність досягнення значення $R_{qmin}\geq 0.9 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$, автори наводять наприкінці статті повний перелік завдань, які покладаються на вікна:

- забезпечення необхідної стійкості до силових навантажень від вітру та вилому;
- забезпечення необхідного водонепроникнення;
- забезпечення необхідного паропроникнення;
- забезпечення необхідного повітропроникнення;
- забезпечення необхідної світлопропускнуї спроможності;
- забезпечення необхідної звукоізоляційної спроможності;
- забезпечення необхідної теплоізоляційної спроможності.

Потрібно також мати на увазі:

- надійність механічного кріплення віконних та дверних блоків та якість виконання примикань конструкцій блоків до стін будинків;
- стійкості конструктивних елементів вікон та дверей до прогинання під дією статичних та динамічних навантажень;
- розташуванню та кількості місць кріплення вікон та дверей залежно від матеріалу коробок та вітрових навантажень;
- величині температурних навантажень на елементи вікон та дверей з урахуванням коефіцієнтів теплового розширення окремих елементів;
- пружності (жорсткості) кріпильних елементів.

Тобто досягнення нормованих значення опору теплопередачі вікон ускладнюється необхідністю вирішувати завдання, в якому опір теплопередачі є частиною багатокритеріального завдання для виробника. Також в процесі будівельно-монтажних робіт та під час експлуатації складна конструкція вікон може підпадати під вплив деструктивних факторів.

Таблиця 1

**Вимоги до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій
житлових та громадських будівель [3]**

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалювальних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Таблиця 2

Фактичний опір теплопередачі вікон, що пропонуються будівельним ринком

Приведений опір теплопередачі вікон R_0 , $m^2 K/Вт$										
Склопакет	Товщина, мм	U_g , $Вт/м^2 K$	WDS 55		WDS 65		WDS 75		WDS 85	
			Алюмінієва рамка	Тепла рамка	Алюмінієва рамка	Тепла рамка	Алюмінієва рамка	Тепла рамка	Алюмінієва рамка	Тепла рамка
4-16-4i	24	1,39	0,61	0,65	0,63	0,68	0,63	0,68		
4-16ar-4i	24	1,15	0,68	0,73	0,71	0,77	0,71	0,76		
4-10-4-10-4	32	1,97	0,49	0,52	0,51	0,53	0,51	0,54	0,53	0,56
4-10-4-10-4i	32	1,40	0,60	0,65	0,63	0,68	0,63	0,68	0,65	0,71
4-10-4-10ar-4i	32	1,18	0,67	0,72	0,69	0,76	0,69	0,76	0,73	0,79
4i-10-4-10-4i	32	1,09	0,69	0,76	0,73	0,79	0,72	0,79	0,76	0,83
4i-10ar-4-10ar-4i	32	0,84	0,79	0,87	0,83	0,92	0,83	0,91	0,87	0,97
4-14-4-14-4	40	1,82			0,54	0,57	0,54	0,57		
4-14-4-14-4i	40	1,16			0,70	0,76	0,70	0,76		
4-14-4-14ar-4i	40	0,97			0,77	0,85	0,77	0,85		
4i-14-4-14-4i	40	0,85			0,83	0,92	0,82	0,91		
4i-14ar-4-14ar-4i	40	0,66			0,93	1,04	0,92	1,03		
4-16-4-16-4	44	1,77							0,56	0,60
4-16-4-16-4i	44	1,07							0,77	0,84
4-16-4-16ar-4i	44	0,90							0,84	0,94
4i-16-4-16-4i	44	0,77							0,91	1,02
4i-16ar-4-16ar-4i	44	0,60							1,02	1,16

Висновки. Відсоток конструкцій вікон, які відповідають новим вимогам до опору теплопередачі для першої температурної зони України у розглянутій виборці склав 17%. Новітні вимоги до опору теплопередачі вікон досягаються у більшості випадків використанням аргону для заповнення склопакетів та м'якого енергозберігаючого скла. Виконання умови $R_{qmin} \geq 0,9 m^2 \cdot K/Вт$ для першої температурної

зони України знаходиться (на сьогодні) на верхній межі технічних та технологічних можливостей виробників вікон (відповідно найвища вартість). Технічні рішення конструкцій вікон, що забезпечують вимоги ДБН [3], потребують доступних засобів інструментального контролю опору теплопередачі вікон, як при завершенні будівництва, так і під час експлуатації будівель.

Література

1. ЗАКОН УКРАЇНИ Про енергетичну ефективність (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2022, № 2, ст.8) {Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2392-IX від 09.07.2022}
2. ЗАКОН УКРАЇНИ Про енергетичну ефективність будівель (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 199-IX від 17.10.2019, ВВР, 2019, № 51, ст.377 № 2392-IX від 09.07.2022}
3. ДБН В.2.6-31:2021 “Теплова ізоляція та енергоефективність будівель” – Чинні з 2022-09-01. – Київ: Укрархбудінформ, 2022. – 23 с.
4. Іваненко П.П., Росковшенко Ю.К., Клімова І.В. Промислова теплиця з подвійним склінням // Будівництво України.-1998. №2.-с.33-34.

5. WDS. Приведений опір теплопередачі вікон. [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://wds.ua/pdf/tech_info/WDS_Opir_teploperedachi_Vikna_Dveri.pdf - Дата звернення 20-11-2022
6. Руководство по работе с профильной системой WDS 7 SERIES. [Електронний ресурс] - https://wds.ua/wp-content/uploads/2018/12/TechCat_WDS_7_SERIES_ru.pdf - Дата звернення 20-11-2022

References

1. Zakon Ukrainy pro energetychnu efektyvnist (Vidomosti Verhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2022, № 2, st.8) {Iz zminamy, vnesenymy zgidno iz Zakonom № 2392-IX від 09.07.2022}
2. Zakon Ukrainy pro energetychnu efektyvnist budivel (Vidomosti Verhovnoi Rady Ukrainy (VVR),), 2017, № 33, st.359) {Iz zminamy, vnesenymy zgidno iz Zakonomy № 199-IX від 17.10.2019, BBP, 2019, № 51, st.377 № 2392-IX від 09.07.2022}
3. DBN V.2.6-31:2021 “Теплова ізоляційна та енергоефективність будівель” – Чини з 2022-09-01. – Kyiv: Ukrarkhbudinform, 2022. – 23 s.
4. Ivanenko P.P., Roskovshenko Yu.K., Klimova I.V. Promyslova teplotshya z podviyininim sklinyam // Budivnytstvo Ukrainy.-1998. №2.-s.33-34.
5. WDS. Pryvedeniyyi opir teploperedachi vikon. [Electronic resource], URL: https://wds.ua/pdf/tech_info/WDS_Opir_teploperedachi_Vikna_Dveri.pdf - Accessed 20 November 2022.
6. Rukovodstvo po rabote s profilnoi sistemoi WDS 7 SERIES. [Electronic resource] - https://wds.ua/wp-content/uploads/2018/12/TechCat_WDS_7_SERIES_ru.pdf - Accessed 20 November 2022.

UDC 697.133

Analysis of the compliance of windows with up to day energy efficiency requirements

I. Klimova¹, V. Moiseienko²

¹PhD, associated professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
klimova.iv@knuba.edu.ua ORCID 0000-0001-5591-9952

²PhD, associated professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine
moiseienko.vv@knuba.edu.ua ORCID 0000-0002-8659-9987

Abstract. Due to the consequences of the energy and environmental crises, reducing energy consumption in buildings is an urgent task, both globally and nationally. It is this goal that causes a constant increase in the requirements for resistance to heat transfer of the external enclosing structures of buildings in climatic conditions, where the design temperature of the outside air is at the level of -20°C. Increasing the resistance of non-transparent enclosing structures is achieved by available means that allow guaranteed achievement of the designated resistance to heat transfer. Increasing the heat transfer resistance of transparent (or translucent) enclosing structures has limitations that limit the maximum values. The analysis of window designs that are offered on the construction market of Ukraine in the context of the requirements of DBN V.2.6.31-2021 "Thermal insulation and energy efficiency of buildings" was carried out. To increase the resistance to heat transfer of windows, the manufacturer has (today) three constructive means - an increase in the number of chambers, the use of selective coatings and filling the chambers with an inert gas argon. It should also be taken into account that the production of windows is a multicriteria task, in which the achievement of a certain level of resistance to heat transfer is one of the factors among others, no less important. The results of the analysis show that the fulfillment of the requirement $R_{qmin} \geq 0.9 \text{ m}^2 \cdot \text{°C}/\text{W}$ for the first temperature zone of Ukraine requires the use of all technical means available from manufacturers. A sample of eighty-two window designs that are actually offered on the Ukrainian construction market was analyzed. Compliance with the requirements for the second temperature zone was achieved for forty-three percent of window designs. Compliance with the requirements for the first temperature zone was achieved for seventeen percent of window designs. The complexity and increased cost of such structures may necessitate additional control measures at the completion of construction and during the operation of buildings.

Keywords: building energy efficiency, heat transfer resistance, windows construction.