

В. Р. Сердюк
Т. В. Сердюк
С. Ю. Франишина

УДОСКОНАЛЕННЯ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗНИЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ СУЧАСНОЇ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

В статті висвітлена актуальна проблема підвищення енергетичної ефективності в будівельній галузі. Будівельний комплекс залишається одним із найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів в Україні. Напрямки ресурсо- та енергоефективності в будівельному виробництві активно обговорюються науковцями багатьох країн світу. Одним із основних способів підвищення енергетичної ефективності є удосконалення зовнішніх огороджуючих конструкцій будинку. Значна частина теплових втрат відбувається саме через зовнішні огороджуючі елементи, зокрема віконні конструкції. Висвітлено законодавче регулювання нормативних значень теплостійкості віконних конструкцій.

Проведено порівняння показника теплопередачі для зовнішніх огороджуючих конструкцій в Україні та близької за кліматичними умовами Фінляндії. Здійснено приведення вітчизняного показника термічного опору до коефіцієнта теплопередачі, що використовується в більшості країн світу. Проведено порівняння вітчизняних нормативних значень коефіцієнта теплопередачі із аналогічними значеннями інших країн. Представлені інноваційні напрямки підвищення термічного опору сучасних віконних конструкцій.

Ключові слова: віконні конструкції, термічний опір, теплові втрати, коефіцієнт теплопередачі, енергозбереження.

Вступ

Проблема підвищення енергетичної ефективності та питання ресурсо- та енергозбереження сьогодні не втрачають своєї актуальності та набувають ще більшого значення в умовах необхідності забезпечення сталого економічного розвитку окремої країни. У більшості розвинених країн світу до питання ресурсної ефективності прийнято підходити в комплексі з метою максимізації використання наявного потенціалу заощадження природних ресурсів, зокрема і паливно-енергетичних.

В європейських країнах близько 42% загального споживання енергетичних ресурсів, понад 35% обсягу викидів парникових газів та більше 30% водних ресурсів (в окремих регіонах) – припадає на будівельний комплекс. Комплексний підхід у вирішенні питань ресурсо- та енергоефективного споживання в країнах Європи базується на врахуванні усіх етапів життєвого циклу будівельного об'єкту (Life-cycle approach) [1]. Це дозволяє врахувати відповідні енергетичні витрати від видобутку окремого ресурсу, обсяг його споживання під час терміну експлуатації будівельного об'єкту, включаючи вартість його утилізації, що в свою чергу потребує розробки та впровадження цілої низки законодавчо-нормативних вимог до зниження енергоємності на кожному етапі життєвого циклу окремого об'єкту.

З урахуванням високої енергоємності економіки України, низького рівня ефективності споживання енергетичних ресурсів, в умовах постійного зростання їх вартості питання енергозбереження набувають стратегічного значення. Сьогодні енергетична потреба на опалення одного м² житлової площі в Україні майже втричі перевищує обсяг європейських країн. Крім того, вітчизняне виробництво будівельних матеріалів супроводжується високою енергоємністю, порівняно з європейськими показниками. Значні обсяги втрат теплової енергії крізь зовнішні конструкції існуючих будівель вимагають законодавчого врегулювання та переоцінки теплотехнічних показників огороджуючих конструкцій.

Мета роботи. Дослідити сучасні напрямки вдосконалення конструктивних рішень огороджуючих конструкцій, зокрема віконних систем будівлі з врахуванням новітніх технологій та інноваційних рішень. Провести порівняльний аналіз показників теплового захисту зовнішніх огороджуючих конструкцій в Україні та інших європейських країн. Привести у співрозмірність вітчизняні нормативні показники теплового опору до європейських значень коефіцієнта теплової передачі зовнішніх огороджуючих конструкцій.

Аналітичні дослідження.

Одним з найбільш вагомих напрямків зниження енерговитрат будівлі є підвищення термічного опору зовнішніх огорожуючих конструкцій. Вимоги по теплозахисту будівель і споруд в повній мірі відносяться і до віконних елементів, оскільки вони є основною причиною тепловтрат. Типові дерев'яні вікна займають 20-25% загальної площі фасаду будинку (середньостатистичний показник) і є причиною втрат близько 40% теплової енергії. Поряд із цим, віконні системи одночасно є основним джерелом надходження теплової енергії в будівлю за рахунок сонячної радіації, а тому потребують особливого підходу в енергозабезпеченні будівлі порівняно з іншими зовнішніми конструктивними елементами.

Ще в 70-х роках минулого століття провідні співробітники науково-дослідного інституту будівельної фізики (НДІБФ) за завданням Держбуду провели енергетичну оцінку існуючих будівель і прийшли до висновку, що в будівлях з природною вентиляцією кардинально збільшувати термічний опір зовнішніх стін зовсім не доцільно, оскільки в холодний період року, при підвищеній щільності заселення квартир, погіршувались санітарно-гігієнічні умови. В той час мала місце висока густина заселення квартир, коли на одного мешканця припадало близько 8 м² (порівняно із середньо європейською густиною 25–30 м²). Тому, серед напрямків рекомендаційного характеру необхідно було покращити якість дерев'яних вікон та зменшити площу скління в зовнішніх стінах будівель. [2].

Показники термічного опору віконних конструкцій на пострадянському просторі тривалий час складали 0,39–0,42 м²К/Вт. За короткий проміжок часу були розроблені та впроваджені в промислове виробництво вікна, опір теплопередачі яких зріс з 0,4 до 0,65 м²К/Вт, а на початку 90-х років – до 0,75-0,95 м²К/Вт. Рівень теплозахисту таких віконних конструкцій майже у 3–5 разів нижче показника теплозахисту стінових конструкцій. Крім того, через шпарини та нещільні віконні затвори у приміщення проникає холодне повітря, на підігрів якого додатково витрачається тепла енергія.

В більшості розвинених країн світу опір теплопередачі віконних систем, що найбільш масово використовуються в будівництві, становить 0,65 м²К/Вт. В США та країнах Західної Європи цей показник сягає 1,6–2 м²К/Вт. Останнім часом з'явилися так звані «супер вікна» опір теплопередачі яких, більше 2,0 м²К/Вт. В такому випадку віконна конструкція фактично слугує джерелом надходження теплової енергії, з огляду на формування теплового балансу будівлі в річному циклі[3].

На сьогодні українське законодавство встановлює мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожуючих конструкцій та зокрема віконних систем (світлопрозорі огорожувальні конструкції) житлових та громадських будівель на рівні 0,75–0,6 м²К/Вт для першої та другої кліматичної зони відповідно [4]. В 2009 році на заміну ДСТУ Б В.2.6-23-2001 (ГОСТ 23166-99) в Україні був введений більш прогресивний ДСТУ Б В.2.6-23-2009 «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та двері. Загальні технічні умови». Цим документом регулюється відповідність між класами віконних конструкцій та опором теплопередачі (табл. 1).

Таблиця 1

Відповідність між класами та термічним опором віконних конструкцій [5]

Класи	Опір теплопередачі
A1	0,80 м ² ·К/Вт та більше
A2	0,75 – 0,79 м ² ·К/Вт
B1	0,70 – 0,74 м ² ·К/Вт
B2	0,65 – 0,69 м ² ·К/Вт
B1	0,60 – 0,64 м ² ·К/Вт
B2	0,55 – 0,59 м ² ·К/Вт
Г1	0,50 – 0,54 м ² ·К/Вт
Г2	0,45 – 0,49 м ² ·К/Вт
Д1	0,40 – 0,44 м ² ·К/Вт
Д2	0,35 – 0,39 м ² ·К/Вт

Варто зазначити також, що існує певна розбіжність оцінки теплозахисних властивостей зовнішніх огорожуючих конструкцій будівель, що використовуються в Україні та інших країнах. Так, у західноєвропейських країнах нормування теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій здійснюється за показником коефіцієнта теплопередачі $U_{i(max)}$ (Вт/м²К). Натомість в

Україні прийнято використовувати показник термічного опору $R_{q \min}$ ($\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$), що є обернено пропорційною величиною до коефіцієнту теплопередачі. З метою забезпечення коректності співставлення основних теплозахисних показників авторами статті здійснено перерахунок нормативних значень вітчизняного законодавства відповідно до показників, що використовуються європейськими країнами. Провівши математичні перетворення, отримано значення коефіцієнта теплової передачі для зовнішніх огорожувальних конструкцій (табл. 2), де приведені значення коефіцієнта теплопередачі України та, для порівняння, близької за кліматичними умовами Фінляндії (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльні показники максимально-допустимих значень коефіцієнта теплопередачі для зовнішніх огорожувальних конструкцій (розраховано авторами на основі [4, 6, 7])

Вид конструкції	Україна (значення для двох кліматичних зон)				Фінляндія Коефіцієнт теплопередачі $U_{i(max)}$, $\text{Вт}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
	Значення термічного опору $R_{q \min}$, $\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$		Значення коефіцієнта теплопередачі $U_{i(max)}$, $\text{Вт}/(\text{m}^2\text{K})$		
	I	II	I	II	
Зовнішні стіни	3,3	2,8	0,3	0,357	0,17
Суміщені покриття	6,0	5,5	0,16	0,18	0,09
Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів)	4,95	4,5	0,2	0,22	-
Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5	0,2	0,20	0,17/0,16
Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3	0,266	0,3	-
Світопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6	1,33	1,66	1,0
Зовнішні двері	0,6	0,5	1,66	2,0	1,0

В результаті порівняння значень коефіцієнта теплопередачі для зовнішніх огорожувальних конструкцій, які встановлені в Україні із аналогічними значеннями, що діють у Фінляндії, видно, що максимально-допустимі значення коефіцієнта теплопередачі в Україні майже вдвічі нижчі за норматив Фінляндії та рівень інших країн Європи.

Хоча кліматичні умови європейських країн більш сприятливі, ніж в Україні, проте показники термічного опору огорожувальних конструкцій значно вищі. Аналогічна тенденція спостерігається і для віконних конструкцій, показник теплопередачі яких для західноєвропейських країн не перевищує $1,0 \text{ Вт}/(\text{m}^2\text{K})$ (табл. 3). Більше того, прийнята Директива ЄС 2010/31/EU «Про енергозабезпечення будівель» регламентує поетапне посилення значень коефіцієнта теплопередачі $U_{i(max)}$, для усіх зовнішніх огорожувальних конструкцій. Значення коефіцієнта теплопередачі для зовнішніх стін будівель в Європейському Союзі має бути встановлено на рівні [6]:

- для будинків, побудованих після **1 січня 2015**, – $0,25 \text{ Вт}/\text{m}^2\text{K}$; ($R = 4,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{Вт}$);
- для будинків, побудованих після **1 січня 2017**, – $0,23 \text{ Вт}/\text{m}^2\text{K}$; ($R = 4,35 \text{ m}^2\text{K}/\text{Вт}$);
- для будинків, побудованих після **1 січня 2021**, – $0,20 \text{ Вт}/\text{m}^2\text{K}$; ($R = 5,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{Вт}$).

Основним напрямком зниження втрат теплової енергії з внутрішніх приміщень будівлі та одночасно забезпечення можливості надходження холодного повітря, допомагають високоякісні віконні профілі. Вперше полівінілхлорид (ПВХ) був отриманий німецьким хіміком Ренгольдом, ще в 1835 році, а в 50-х роках ХХ століття цей полімерний матеріал став використовуватись у будівництві (килимові покриття, сайдинг, віконний профіль та інше).

ПВХ – високомолекулярний хлорвмісткий вуглевод, що отримують радикальною полімеризацією вінілхлорида, який синтезують з ацетилена і соляної кислоти або етилена і хлору. Завдяки високому вмісту хлору (56%) полівінілхлорид не горить, проте за температури $130-150^\circ\text{C}$ відбувається термічна деструкція полімера з утворенням соляної кислоти. Очевидно, що висока якість та теплостійкість віконних конструкцій є наслідком погіршення природної вентиляції, так як припиняється приплив зовнішнього повітря. Щільне мікроповітрявання приміщення за допомогою стулки склопакета, не лише не забезпечує необхідного обсягу надходження свіжого повітря, а призводить до витоку теплого повітря, а отже і до надмірних втрат теплової енергії.

Порівняльні показники максимально-допустимих значень коефіцієнта теплопередачі для віконних конструкцій окремих країн (розраховано авторами на основі [4, 6,7])

Країна	Мінімально допустиме значення термічного опору, $R_{q \min}$, $\text{м}^2\text{K/Вт}$		Максимально допустиме значення коефіцієнта теплопередачі, $U_{i(max)}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$	
	I	II	I	II
Україна (значення для двох кліматичних зон)	0,75	0,6	1,33	1,66
Данія	1,0		1,0	
Німеччина	1,1-1,25		0,8-0,9	
Фінляндія	1,0		1,0	
Росія	0,8-1,0		1,25	

Для забезпечення нормальних мікрокліматичних умов в приміщеннях в країнах Європи використовують спеціальні пристрої – провітрювачі. Конструктивно окремих провітрювач є трубкою з безшумним вентилятором, вбудованим теплообмінником та фільтром, який необхідно періодично замінювати. Такий провітрювач зазвичай встановлюється під віконною конструкцією і потребує електроживлення. За даними літературних джерел найбільш ефективні теплообмінники дозволяють повернути в приміщення до 75% теплової енергії, яка фактично втрачається з відпрацьованим повітрям. В окремих країн встановлення та експлуатація віконних систем без провітрювачів взагалі категорично заборонена.

Ринкова пропозиція енергоефективних технологій сучасних віконних конструкцій передбачає використання передового світового досвіду. Для зменшення втрат тепла в конструкціях склопакетів рекомендується застосовувати скло з низькоемісійними тепловідбиваючими покриттями (рис. 1). Скло з таким покриттям перешкоджає виходу з приміщення інфрачервоних променів – воно відбиває теплові промені у бік їх випромінювача. Це приводить до зменшення витрат на обігрів приміщення взимку. Влітку скло відбиває зовнішній тепловий потік сонячних променів, і приміщення менше нагрівається.

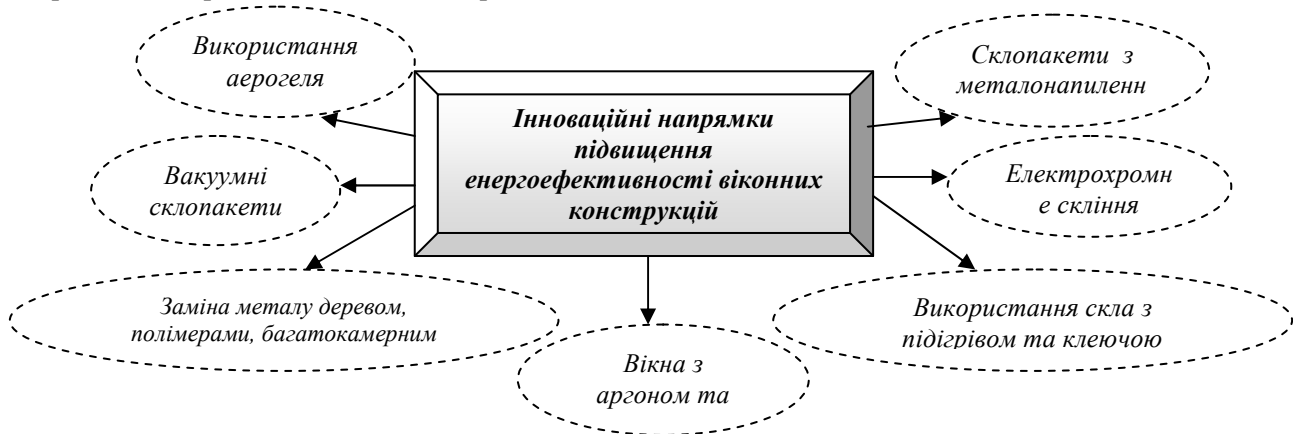


Рисунок 1 – Інноваційні напрямки підвищення енергоефективності сучасних віконних конструкцій

До енергоефективних технологій сучасних віконних систем варто віднести енергозберігаючі металопластикові вікна, камери склопакету яких заповнені аргоном, що дозволяє підвищити коефіцієнт опору теплової передачі на 5%. Також такі віконні конструкції мають високий рівень звукоізоляції та низький ризик утворення конденсату. Енергозберігаючі вікна, заповнені криптоном, зберігають тепло на 80% краще, ніж аналогічні з аргоном, і на 160% краще, ніж з повітрям. Криптон не горючий, не отруйний та абсолютно безпечний, адже міститься у повітрі. Звукоізоляційні характеристики металопластикових вікон з криптоном також вищі (звук розповсюджується на 30% повільніше, ніж в аргоні та на 36% повільніше, ніж у повітрі).

Вікна з електрохромним склінням [9], дають можливість керувати та регулювати рівень надходження сонячного світла із високою або низькою подачею, тим самим змінювати прозорість скла від 5 до 70%, із відповідним регулюванням теплових надходжень за рахунок сонячної радіації. Такі віконні системи дозволяють суттєво підвищити рівень енергоефективності світлопрозорих конструкцій, знижуючи витрати на освітлення та кондиціонування.

Вікна з аерогелем, забезпечують високий рівень прозорості та теплоізоляції. Аерогель – дуже легкий пористий напівпрозорий матеріал, що на 98 % складається з повітря, а решта – силікон. Цей матеріал має низьку щільність – в тисячу разів менше, ніж у скла та у 1,5 рази вище, ніж у повітря. Наразі, європейські промислові компанії визнають аерогель найкращим теплоізоляційним матеріалом. В окремих країнах Європи існують компанії, що випускають віконні конструкції з аерогелем, проте ця технологія на сьогодні залишається ще занадто дорогою.

Новий рівень розвитку віконних технологій забезпечують склопакети з вакуумною теплоізоляцією, коефіцієнт теплопередачі, яких складає близько 0,4, що на 80% краще, ніж двокамерний склопакет. Така вакуумна панель складається з поризованого наповнювача, при цьому відкачується повітря з панелі під тиском від 0,1 до 100 Па, після чого повністю герметизується. При цьому забезпечується порівняно із традиційними матеріалами, більша тонкість панелі. Сьогодні матеріалом для вакуумних панелей використовують пінополістирол, пінополіуретан, аерогель, димчатий кремнезем.

Висновки

Дослідження, проведене Голландським науковим інститутом TNO (Dutch scientific institute TNO) показало, що близько 20% загального енергоспоживання Європи на опалення та кондиціонування можна було б заощадити до 2030 року внаслідок оснащення цих будівель високопродуктивним склінням.

Значна частка теплових втрат будівель припадає на віконні конструкції, внаслідок чого зростають енергетичні витрати впродовж усього терміну експлуатації. Насамперед необхідним є підвищення нормативних вимог термічного опору огорожуючих конструкцій, розробка спеціальних програм економії енергії, проведення науково-дослідних і конструкторських розробок щодо виробництва та використання нових ефективних технологій зведення, енергоефективних конструктивно-теплоізоляційних матеріалів, використання нетрадиційних джерел енергії, пріоритетних напрямків зниження негативного впливу та екологічного навантаження на довкілля.

Вітчизняний житлово-будівельний комплекс на сьогодні є одним із найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів, а тому питання підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження є надзвичайно актуальними. Відповідно вітчизняна законодавчо-нормативна база висуває підвищені вимоги до усіх зовнішніх огорожуючих конструкцій, зокрема і до віконних систем. Проте, у співставленні відповідних коефіцієнтів теплового захисту конструкцій із показниками інших країн, вітчизняні допустимі значення майже вдвічі нижчі. Співставлення вітчизняних допустимих нормативних значень теплового захисту огорожуючих конструкцій із показниками європейських країн довели необхідність переходу від значень термічного опору до коефіцієнта теплової передачі.

Сучасні високоякісні металопластикові віконні конструкції забезпечують необхідний рівень термічного опору, проте паралельно загострюється проблема мікроклімату та якості повітря в такому приміщенні. Техніко-технологічний розвиток, пошук нових оптимальних рішень та напрямків збереження теплової енергії будівель і споруд сприяє появі інноваційних технологій зниження теплових втрат через віконні конструкції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Resource efficiency in the building sector. Final report. Copenhagen resource institute. 2014. – Електронний ресурс. – Доступний з: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Resource%20efficiency%20in%20the%20building%20sector.pdf>.
2. Горшков А. С., История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям / Горшков А. С., Ливчак В. И. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 3 (30). С. 7–37].
3. Спиридонов А. В. Современное состояние и перспективы совершенствования светопрозрачных ограждений / Строительные материалы. №7/98. – С. 4-6.
4. Теплова ізоляція будівель. Державні будівельні норми. ДБН В.2.6-31:2016. – Електронний ресурс. – Доступний з: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>
5. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови. Державний стандарт України. ДСТУ Б В.2.6-23-2009. – Електронний ресурс. – Доступний з: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1077>.

6. Нові вимоги до енергоефективності будівель в Україні та ЄС. Температурні зони України, порівняння та оцінка. – Електронний ресурс. – Доступний з: <https://www.maximuscentr.com.ua/temperaturni-zony-ukrainy>.
7. Ливчак В. И. Европейская тенденция повышения теплозащиты зданий / Журнал Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2011. – №6. –Електронний ресурс. – Доступний з: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5033.
8. Сердюк В. Р. Тенденції використання сучасних вікон для житлових будинків. –Електронний ресурс. – Доступний з: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22900>.
9. Табунщиков Ю. А. Окно как интеллектуальный элемент конструкции здания / Ю. А. Табунщиков.— Энергосбережение. – 2008. № 2. – С. 16–21.

REFERENCES

1. Efektyvnist' vykorystannya resursiv v budivel'nomu sektori. Zaklyuchnyy zvit. Kopenhagen resurs instytutu. 2014 roku - Elektronnyy resurs. - dostupnist' z: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Resource%20efficiency%20in%20the%20building%20sector.pdf>.
2. Horshkov A.S., Ystoryya, evolyutsiya i rozvytok normatyvnykh vymoh do ohorodzhuvail'nykh konstruksiy / Horshkov A.S., Lyvchak V.I. // Budivnytstvo unikal'nykh budivel' i sporud. 2015. № 3 (30). S. 7-37.].
3. Spyrydonov A. V. Suchasnyy stan ta perspektyvy vdoskonalennya svitloprozorykh ohorodzhen' / Budivel'ni materialy. №7 / 98. - s. 4-6.
4. Teplova izolyatsiya budivel'. Derzhavni budivel'ni normy. DBN V.2.6-31 diye do: 2016. - Elektronnyy resurs. - dostupnist' z: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>
5. Konstruksiyi budynkiv i sporud. Bloky vikonni ta dverni. Zahal'ni tekhnichni umovy. Derzhavnyy Standart UKRAYINY. DSTU B V.2.6-23-2009. - Elektronnyy resurs. - dostupnist' z: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1077>.
6. Novi vymohy do enerhoefektyvnosti budivel' v Ukrayini ta YES. Temperaturni zony Ukrayiny, porivnyannya ta otsinka. - Elektronnyy resurs. - dostupnist' z: <https://www.maximuscentr.com.ua/temperaturni-zony-ukrainy>
7. Lyvchak V. I. Evropeyskom tendentsiya pidvyshchennya teplozakhystu budivel' / Zhurnal Ventylyatsiya, opalennya, kondytsiyuvannya povitrya, teplopostachannya ta budivel'na teplofizyka. - 2011. - №6. -Elektronniy resurs. - dostupnist' z: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5033
8. Serdyuk V. R. Tendentsiyi yspol'zovanye SUCHASNYKH vikon dlya zhytlovykh budynkiv. -Elektronniy resurs. - dostupnist' z: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22900>
9. Tabunnykiv, YU.A. Vikno yak intelektual'nyy element konstruksiyi budivli / YU.A. Tabunshchikov.- Enerhosberezenie.- 2008. № 2.- S. 16-21.

Сердюк Василь Романович – д.т.н., професор кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: modser@i.ua, ORCID: 0000-0003-2927-6291.

Сердюк Тетяна Василівна – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: serdyuktanya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2988-4159.

Франішина Світлана Юріївна – аспірант кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: fransveta50@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8938-6936.

**V. Serdyuk
T. Serdyuk
S. Franyshina**

IMPROVEMENT OF EXTERNAL FENCING STRUCTURES AS A SOURCE OF HEAT LOSS IN BUILDING

Vinnitsa National Technical University

In this article the main problem of energy efficiency in building is discussed. Building sector is one of the most important and the great consumer of energy recourses not only in Ukraine but in the other countries. Many scientists in the world discuss this problem and look for ways to solve the problem of reduce resource and energy intensity in construction industry. Much of the heat energy loss occurs precisely because of the external enclosing structures. The legislative regulation of thermal stability normative values of window constructions is presented.

The development of modern construction in terms of energy efficiency and energy saving should take place in a comprehensive way covering various areas of structural elements of a building improvement. First of all, it concerns the introduction of new types enclosing structures that are characterized by an increased level of thermal resistance, according to State Building Codes (SBC) V.2.6- 31: 16 Thermal insulation of buildings. The new version of this document introduces the improved requirements for energy efficiency and thermal engineering indicators of building structural elements.

Also the comparison analyse of the heat transfer coefficient for external enclosing constructions in Ukraine and Finland has been made.

Key words: energy efficiency, external enclosing structures, windows construction, thermal indicator, building sector.

Vaciliy Serdyuk – d.t.c., professor, head of department of Urban Planning and Architecture of the Vinnytsya national technical university.

Tetyana Serdyuk - PhD, assistant of professor. Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University.

Svitlana Franyshina - postgraduate of the Department Vinnytsia National Technological University.

В. Р. Сердюк
Т. В. Сердюк
С. Ю. Франишина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КАК ИСТОЧНИК СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЗДАНИЯ

Винницкий национальный технический университет

В статье представлена актуальная проблема повышения энергетической эффективности в строительной отрасли. Строительный комплекс остается одним из крупнейших потребителей топливно-энергетических ресурсов, как в Украине, так и в других странах Европы. Основные тенденции ресурсо- и энергоэффективности в строительном производстве активно обсуждаются учеными многих стран мира. Одним из основных направлений повышения энергетической эффективности является совершенствование внешних ограждающих конструкций.

Значительная часть тепловых потерь здания приходится на ограждающие элементы, в частности оконные конструкции. Проведен сравнительный анализ коэффициента теплопередачи для внешних ограждающих конструкций в Украине и Финляндии. Проанализированы инновационные направления усовершенствования и повышения эффективности оконных конструкций.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, внешние ограждающие конструкции, оконные конструкции, коэффициент теплопередачи.

Сердюк Василий Романович – д.т.н., профессор кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета, электронная почта: modser@i.ua, ORCID: 0000-0003-2927-6291.

Сердюк Татьяна Васильевна – канд. экон. наук, доцент кафедры строительство, миськое хозяйство и архитектуры, Винницкий национальный технический университет, e-почта: serdyuktanya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2988-4159.

Франишина Светлана Юрьевна – аспирант кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета, электронная почта: fransveta50@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8938-6936.