

## **ТИПИ І ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ СВІТЛОПРОЗОРИХ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ, ТА ЇХ МІСЦЕ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ**

**С.А. Гамаюнова**, *магістр гр. БІ 17МЗ*

**С.О. Джирма**, *доц., канд. техн. наук*  
*Центральноукраїнський національний технічний університет*

Сьогодні житлові будівлі є колосальними споживачами енергії, тому енергозбереження в будівництві набуло великого значення. В умовах зростання цін на енергоносії, теплоізоляція – одне з рішень збереження тепла, зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище і разом з тим економії грошових коштів.

Україна щорічно споживає близько 210 млн. умовних т паливно-енергетичних ресурсів. Будівельна галузь відноситься до найбільш енергоємних областей національної економіки, оскільки більше 30% усіх споживаних паливно-енергетичних ресурсів (близько 63 млн. т умовного палива) витрачається на утримання зводимих і існуючих будівель [1].

Аналіз досвіду різних країн у вирішенні проблеми енергозбереження свідчить, що одним з найбільш ефективних шляхів її рішення є скорочення втрат тепла через огорожуючі конструкції будівель та споруд [2, 3].

Рівень теплозахисту огорожувальних конструкцій повинен відповідати кліматичним умовам місця будівництва і забезпечувати санітарно-гігієнічні та комфортні умови в приміщеннях будівель. Огорожувальні конструкції повинні зберігати теплозахисні якості в процесі експлуатації, тобто бути довговічними. Це може бути досягнуто раціональним проектуванням і конструюванням з урахуванням процесів теплопередачі (виключення конденсації вологи на внутрішніх поверхнях огорожень), паропроникності (виключення накопичення конденсованої вологи в огороженні) і повітропроникності (виключення наднормативної інфільтрації через огорожу холодного зовнішнього повітря).

Особливе місце і вплив на рівень теплоефективності будівлі мають світлопрозорі огорожуючі конструкції, а саме вікна, вітражі, тощо.

У програмі енергозбереження при будівництві та експлуатації будівель світлопрозорим огорожуючим конструкціям відводиться важлива роль, оскільки вони мають термічний опір у 2-3 рази менший в порівнянні з глухими ділянками зовнішніх стін [4].

Чітке визначення світлопрозорої частини будівлі – вікна, дає нам ГОСТ 23166-99 (Додаток А): "Вікно – це елемент стінної або покрівельної конструкції, призначений для об'єднання внутрішніх приміщень з навколишнім простором, природного освітлення приміщень, їх вентиляції, захисту від атмосферних і шумових впливів, що складається з віконного прорізу з укосом, віконного блоку, система ущільнення монтажного шва, підвіконної дошки, деталі зливу і облицювання".

Конструктивним рішенням вікна підсумовується облік різноманітних вимог:

- рівень освітленості;
- міцність і довговічність світлопрозорих огорожень;
- додаткові функції: звуко- і теплоізоляція, вентиляція, системи відкривання, наявність захисних пристроїв – жалюзей, ґрат, ставнів, екранів.

Конкретні габарити вікна складаються виходячи з просторового рішення приміщення в цілому. Незалежно від висоти останнього, низ вікна (підвіконня) влаштовується, як правило, на висоті 80-100 см від рівня підлоги (у житлових будинках), а верх – нижче стелі що найменше на товщину перемички і з урахуванням місця підвіски карнизів для кріплення штор.

Основними елементами отвору є вертикальні зрізи стіни (відкоси) і перемички, що визначають розміри вікна, забезпечують конструктивну захищеність рами і компенсують зміну міцності стіни.

Останнім часом, в епоху розвитку нових технологій і поліпшення рівня життя населення нашої країни, все частіше виникає питання про комфорт і затишок у будинку. Тому сьогодні металопластикові вікна є невід’ємною частиною сучасного житла. Вони дійсно мають безліч переваг в порівнянні з дерев’яними вікнами і на сьогодні стали незмінним атрибутом численних будівель, квартир, будинків.

Одна з головніших переваг це довговічність. Довговічність дерева прямо залежить від якості його просушки й обробки антисептиками та лаками. Якщо технологія дотримана повністю, то сучасне дерев’яне вікно може прослужити без догляду до п’яти років, іноді навіть більше. Звичайні ж вікна з рамами потребують як мінімум фарбування вже через рік-два. Пластиковим вікнам це не загрожує [5]. Всі виробники стверджують, що пластикові вікна можуть прослужити до півстоліття, якщо правильно за ними доглядати, а серйозні компанії дають період гарантії на металопластикові вікна до десяти років [6].

Також однією з переваг пластикових вікон є герметичність. У кімнаті, де встановлено таке вікно, не буває протягів через щілини і не втрачається тепло. Крім того, такі вікна не вимагають додаткового ущільнення їх на зиму. У порівнянні зі стандартними дерев’яними вікнами пластикові вікна з однокамерним склопакетом зберігають в приміщенні на 20% більше тепла, у вікнах з двох і трикамерним склопакетом економиться до 50% тепла [6].

Перевага пластикових вікон, яку цінують всі жителі великих міст, це їх високі шумоізоляційні якості. Наприклад, вікно з однокамерним склопакетом зменшує проникаючий в приміщення шум на 25 дБ, а з двокамерним – 40 дБ.

Незалежно від виробника, по своїй конструкції усі ПВХ-системи утворені тонкостінними порожнистими профілями (як основними, так і додатковими), що мають декілька камер, заповнених повітрям. Залежно від вимог, що пред’являються, можуть використовуватися основні профілі з різним числом камер (як правило, трьох-, чотирьох- або п’ятикамерні) [4]. При цьому зі збільшенням числа камер росте значення термічного опору профілю, а також його жорсткість. Товщина стінок профілю, залежно від розташування, складає 1,5-3 мм. Найбільш поширені нині профілі мають три камери (рис. 1) – основна камера (поз. 1), дренажна камера (передкамера) (поз. 2) і камера для кріплення фурнітури (поз. 3).

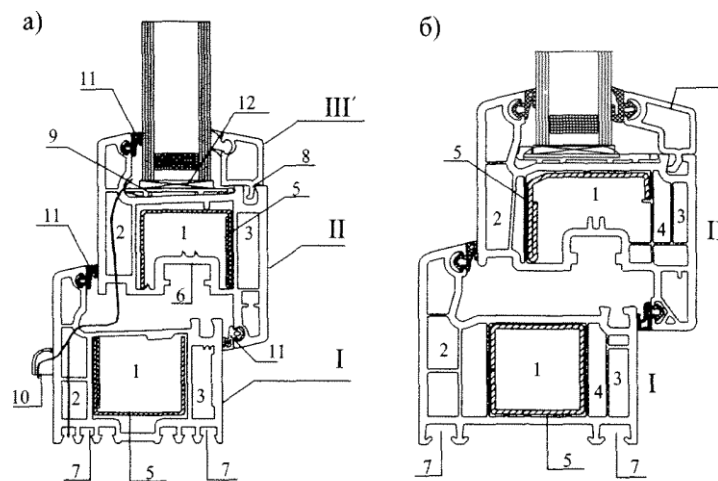


Рисунок 1 – Конструкція віконних профілів із ПВХ: а) трьохкамерна рама і стулка; б) багатокамерна рама і стулка; I – профіль коробки (рама), II – профіль стулки (стулка), III – штапик; 1 – основна камера; 2 – дренажна камера (передкамера); 3 – камера для кріплення фурнітури; 4 – додаткова камера для збільшення термічного опору; 5 – армування; 6 – паз для кріплення фурнітури; 7 – пази для кріплення додаткових профілів; 8 – паз для кріплення штапика; 9 – похилий фальц для відведення води; 10 – водовідведення; 11 – ущільнення; 12 – підкладка під склопакет.

При цьому трикамерний профіль застосовується далеко не завжди. Усі великі виробники пропонують варіації профілів, що розрізняються по кількості камер (рис. 1), що дає можливість гнучкіше адаптуватися до конкретних вирішуваних завдань. Так, наприклад, в профіль може бути додана додаткова камера для підвищення його термічного опору, або ж, навпаки, одна з камер

може бути ліквідована на користь потужнішого армування для сприйняття підвищених статичних навантажень.

Основна камера служить для установки підсилюючого вкладиша (армуючого профілю). Армуючі вкладиші, як правило, виконуються з оцинкованої сталі, рідше з алюмінію і склопластика, і оберігають профілі від надмірних прогинів, які можуть мати місце внаслідок низького значення модуля пружності ПВХ. Вітрове навантаження на армуючий вкладиш передається через горизонтальні ребра жорсткості в дренажній камері. Таким чином, здійснюється спільна робота ПВХ і сталі у віконному профілі.

За рахунок наявності армуючого вкладиша, вікна з ПВХ дістали свою другу назву – металопластикові вікна.

Полівінілхлорид (ПВХ) відноситься до старих штучних матеріалів. Уперше ПВХ був отриманий в лабораторних умовах в 1835 році французьким гірським інженером і хіміком Анри Віктором Реньо [7].

У 1878 році продукт полімеризації вінілхлориду уперше був досліджений детальніше, але результати досліджень так і не стали надбанням промисловості. У 1913 році німецький вчений Фриц Клатте отримав перший патент на виробництво ПВХ. Він припускав використати важко займистий ПВХ замість легко займистого целюлоїда.

Нині більшість профілів поставляються з Німеччини. Усі ці профілі виконані з різновидів ПВХ марки PVC-U в відповідності з німецькими стандартами DIN. Базові випробування для ПВХ німецького виробництва проводяться при температурі  $+20^{\circ}\text{C}$ . У зоні температур від  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  механічні характеристики майже не змінюються [8].

При використанні ПВХ в інтервалі температур від  $+40^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , силові навантаження, що діють на нього, мають бути понижені. При температурі вище  $+60^{\circ}\text{C}$  навантажений ПВХ може знаходитися лише дуже невеликий час. Точка розм'якшення знаходиться поблизу температури  $+80^{\circ}\text{C}$ .

У зоні негативних температур може використовуватися тільки так званий модифікований ПВХ, що містить спеціальні добавки, що збільшують його ударну в'язкість при температурах нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Такий ПВХ здатний добре приймати динамічні навантаження при температурі не нижчі  $-40^{\circ}\text{C}$  [9].

ПВХ-профілі отримують методом екструзії – безперервного витискування розм'яклого матеріалу через отвір певного перерізу, визначуваного типом фільтри (деталі машини для формування хімічних волокон у вигляді ковпачка або пластини) при температурі  $80-120^{\circ}\text{C}$ . При цьому для набуття необхідних властивостей профілів – світлостійкості, стійкості до атмосферних дій, колірної відтінку, якості поверхні, зварюваності і тому подібне, в ПВХ додають стабілізатори, модифікатори, пігменти і допоміжні добавки.

Профілі поставляються виробниками довжиною 6,5 м, а на складальних ділянках вони нарізуються під необхідний розмір. Потім профілі армуються стальними підсилюючими елементами, в них фрезеруються необхідні отвори (для відводу води і провітрювання, а також для кріплення фурнітури).

Потім заготовки потрапляють на наступний етап – зварювання. З'єднання окремих профілів рами і створки виконується зварюванням в стик за допомогою нагрівального елемента (зварного ножа). Закріплення імпоста здійснюється за допомогою кріпильних елементів, а штапик просто вставляється в відповідні пази рами або стулки.

Зачищення кутів виробів проводять вручну або на спеціальному верстаті. Після контролю якості зачищення, вироби встановлюються на спеціальні піраміди для проміжного зберігання.

Ущільнення в стулці конструкції виконується єдиним шматком ущільнювальної гуми. Ущільнювач ставиться без розривів, цілим шматком.

Тут же роблять свердлення отворів для вирівнювання тиску. Отвори свердлять по кондуктору у верхній горизонтальній частині рами в торці й бічній частині із внутрішньої сторони. В секторі установки й регулювання фурнітури виконують установку необхідної фурнітури.

Остаточне регулювання стулок виконується на спеціальному стенді скління та контролю, що дозволяє імітувати умови реальної установки вікна в проріз.

Важливе місце займають системи скління, яким необхідно приділити особливу увагу.

Скло є традиційним матеріалом, що використовується в якості заповнення світлового проїому. До недавнього часу для зменшення тепловтрат використовувались традиційні системи застосування двох і трьох скляних конструкцій з великими повітряними проміжками. В теперішній час невід’ємною складовою частиною вікон став склопакет.

Склопакети складаються з двох або декількох стекол, герметично з’єднаних по контуру і розділені між собою повітряними або заповненими інертними газами прошарками (рис. 2).

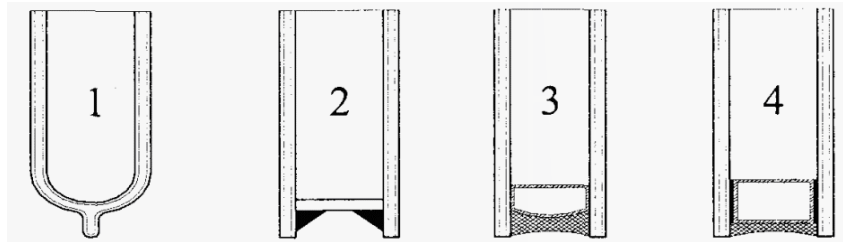


Рисунок 2 – Склопакети різної конструкції: 1 – заварений; 2 – паяний; 3 – клеєний з одинарною герметизацією; 4 – клеєний з подвійною герметизацією.

Склопакети можуть збиратися як із звичайного скла, так і спеціального, селективного, що зменшує тепловтрати. Використовуючи в склопакетах скло з різними покриттями, можна отримати заданий спектр проміння, що проникає в приміщення. Варіюючи різні види скла і плівок з різними покриттями, відстанями між склом і складом газозаповнення склопакетів можна отримати вікна з заданими характеристиками.

Переваги пластикових вікон:

- тривалий термін служби. Довговічність досягається завдяки використанню матеріалів, з яких виготовляється ця продукція. Якісно виготовлені і правильно встановлені вікна здатні прослужити мінімум 25-50 років;

- чудова герметичність. Ретельно підігнані гумові ущільнювачі сприяють герметичності, захищаючи приміщення від пилу, шуму і протягів;

- гарна теплоізоляція. Незважаючи на те, що на цей параметр впливає товщина віконного профілю, кількість камер у ньому, склопакети, тощо – пластикові вікна мають дуже низку теплопровідність;

- зручність в обслуговуванні. Відпадає потреба фарбування або лакування рам, прибирання здійснюється звичайними миючими засобами;

- високі естетичні якості й дизайн. При цьому можна не обмежуватися тільки білим кольором пластику, але й вибрати різнокольорову обробку профілю й фурнітури.

Таким чином, пластикові вікна набули великого попиту і розповсюдження в будівництві завдяки своїм якостям і перевагам в порівнянні з дерев'яними вікнами.

Впровадження в практику будівництва вікон з ПВХ спричинило ряд помилок при проектуванні зовнішніх стін будівель, а також при монтажі в них світлопроникних конструкцій, що полягають в неврахуванні при теплотехнічних розрахунках і розробці проектів особливостей розташування вікон в прорізах стін.

Одна із помилок первинного впровадження таких вікон пов'язана з малою шириною пластмасових коробок і стулок віконних блоків в межах 60 мм, у зв'язку з чим на внутрішніх поверхнях коробок і віконних укосів, як в одношарових, так і двошарових стінах виникають зони зі зниженими температурами, що призводять до випадання конденсату або у ряді випадків їх промерзання.

Крім визначення місця розташування вікон в отворі зовнішньої стіни при проектуванні і установці вікон слід враховувати тепловтрати через вузли їх примикання до стін. Заповнення зазорів між коробкою і стіною повинно виконувати одночасно три функції – захист від повітряпроникнення, утеплення коробки і запобігання вологонакопичення в місці примикання її до четверті.

Для вирішення поставлених задач потрібно дослідити яким чином розподілені теплові поля в товщі стіни, а точніше як розташовуються ізотерми в однорідних (одношарових стінах) і неоднорідних (трьохшарових стінах) для того щоб визначити місце розташування вікна по

товщині стіни. Також потрібно визначити конструкцію шва примикання для забезпечення теплоефективності вузлів примикання вікон до стіни.

Аналіз структури загальних тепловтрат в житлових і цивільних будівлях показує, що через віконні прорізи втрачається до 20%-30% тепла. При цьому значна його частина йде через місця примикання вікон до стін і через відкоси [10].

Враховуючи, що житловий фонд країни складає більше 1 млрд. м<sup>2</sup> загальної площі і на потреби житлово-комунального господарства витрачається майже 30% [11] від загального балансу енергоресурсів країни, з яких велика частина йде на опалення, питання скорочення тепловтрат через світлопрозорі конструкції і місця примикання їх до стін у будівлях, що будуються і експлуатуються, мають важливе значення.

Автором реалізується проект, спрямований на створення енергоефективних проектних і конструктивних рішень вузлів примикань світлопрозорих конструкцій в житлових і цивільних будівлях. Тому робота, присвячена розробленню методів вибору параметрів, дослідженню і конструюванню вузлів примикань світлопрозорих огорожувальних конструкцій, що дозволять підвищити енергоефективність житлових та громадських будівель – актуальна і відповідає сучасним вимогам будівельної галузі.

### Список літератури

1. Гертис К. Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии / К. Гертис // Энергосбережение. – 2007. – №3. – С. 34-36.
2. Правиленко, Н.М. Зниження тепловтрат будівель шляхом застосування енергоефективних проектних і технологічних рішень вузлів примикань сучасних світлопрозорих огорожувальних конструкцій / Н.М. Правиленко, С.О. Джирма // Збірник праць молодих науковців КНТУ. - Кіровоград: КНТУ, 2014. - Вип. III. - С. 800-801.
3. Кірюшин, В.М. Теплосбереження в п'ятиповерховому жилому фонді / В.М. Кірюшин // Будівництво України. – 2007. - №2. – С. 17-21.
4. Борискина, И.Г. Проектирование современных оконных систем гражданских зданий / И.Г. Борискина, А.А. Плотников, А.В. Захаров – К.: Изд. Домашевская О.А., 2005. – 320 с.
5. Оконная компания "Окна столичные". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://oknarehau.kiev.ua/news/id/5/perevagi-plastikovih-v-kon/>.
6. Все про ремонт та будівництво [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://vseproremont.com/?p=16>.
7. Полівінілхлорид як матеріал для вікон [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://okna-info.com.ua/book/export/html/25>.
8. Металопластикові вікна [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.repairhouse.ru/06.04.2007/1/comments>.
9. Модифікований пластик ПВХ [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://librar.org.ua/sections\\_load.php?s=building&id=505](http://librar.org.ua/sections_load.php?s=building&id=505)
10. Вплив положення віконних блоків по товщині стіни на теплотехнічні характеристики вузла їх примикання / В.А. Пашинський, В.А. Настоящий, С.О. Джирма та ін. // Sciences of Europe. - Praha : Global Science Center LP, 2017. - Vol 3, № 21. - С. 8-13.
11. Долголаптеп В.М. Проблемы теплозащиты зданий и задачи исследования энергоэффективных проектных решений жилых домов / В.М. Долголаптеп, И.Н. Симонова, Е.К. Николаева, С.И. Симонов // Коммунальное хозяйство городов. – 2008. – №84. – С. 159-162.