

УДК 624.012:454

Р.Я. Яким, к.т.н., доцент О.А. Ужегова,  
Луцький національний технічний університет

## ТЕХНОЛОГІЯ ОБЛАШТУВАННЯ ФАСАДІВ БУДИНКІВ НАВІСНИМИ ФАСАДНИМИ СИСТЕМАМИ З ВЕНТИЛЯЦІЄЮ

*Розглянуто технологію облаштування фасадів будівель та споруд навісними вентиляльованими системами, наголошено на їх перевагах та недоліках, що дозволить уникнути помилок при проектуванні та влаштуванні фасадної системи, а також обрати найоптимальніші параметри конструкції та конструктивні елементи, які забезпечать міцність та тривалу службу навісної фасадної системи з вентиляцією, проведено розрахунки вартості найбільш розповсюджених видів навісних вентиляльованих фасадів (НВФ) за 1 м<sup>2</sup>.*

**Ключові слова:** навісна фасадна система з вентиляцією, конструкція, теплоізоляція, лицевальний матеріал, кріплення, стіна, НВФ.

На даний час в Україні існує багато різних технологій облаштування фасадів, тому нелегко знайти та обрати те рішення, котре максимально наближалось б до ідеалу.

**Актуальність** нашого дослідження полягає у тому, що технологія облаштування будівель і споруд навісними вентиляльованими системами є важливою саме для України тому, що вона дозволить зменшити втрати теплової енергії, яка надходить до будівлі, покращити зовнішній вигляд будівель та їх експлуатаційні властивості (що є теж важливим, адже в Україні майже кожен будинок, зведений у минулому столітті, не має архітектурної виразності), захистити огорожуючу конструкцію від дії шкідливих атмосферних впливів та є ідеальною для нашого клімату, бо взимку не дозволяє стінам будівлі промерзати, а влітку захищає від високих температур.

**Новизна** дослідження полягає у тому, що технологія облаштування фасадів будинків навісними фасадними системами з вентиляцією є відносно новою і мало дослідженою.

Навісний фасад являє собою конструкцію (рис.1), яка складається з елементів облицювання – 1 (плит або листових матеріалів) і підоблицювального каркасу – 2, що, у свою чергу, кріпиться до стіни – 3 таким чином, щоб між захисно-декоративним покриттям і стіною залишався повітряний проміжок. Для додаткового утеплення зовнішніх конструкцій між стіною й облицюванням може встановлюватися теплоізоляційний шар – 4 – у цьому випадку вентиляційний простір залишається між облицюванням і теплоізоляцією.

Конструкція підоблицювального каркасу може кріпитися як на несучу, так і на самонесучу у каркасних будівлях стіну, виконану з різних матеріалів (бетон, цегла). Застосовують вентилязовані фасади не тільки у новому будівництві, але й при реконструкції існуючих будівель та споруд.

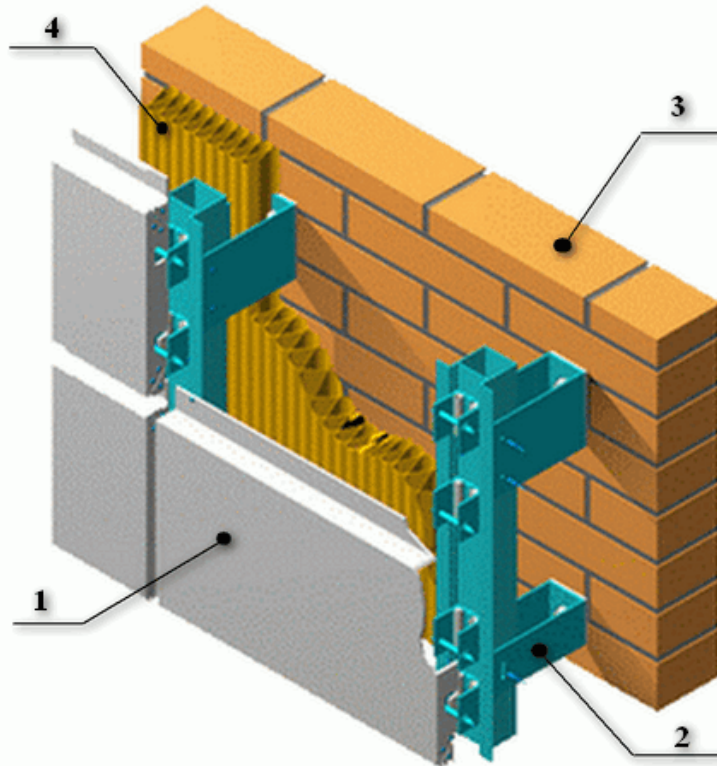


Рис. 1. Схема вентилязованого фасаду

У вентилязованому фасаді окремі шари конструкції розташовуються у такий спосіб: зовнішня стіна, теплоізоляція, повітряний прошарок, захисний екран. Така схема є оптимальною, тому що шари різних матеріалів розміщені по мірі зменшення показників їхньої теплопередачі, а опір паропроникності зростає зовні всередину.

Влаштування додаткової теплоізоляції зовні будівлі краще захищає стіну від змінного замерзання й відтавання. Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає появі деформацій. Точка роси зміщується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не сиріє, і не потрібно додаткової пароізоляції.

Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакумулюючої здатності масиву стіни. Так, за даними ЦНДІЕП житла, за умови раптового відключення джерела теплопостачання при зовнішній ізоляції, цегляна стіна буде охолоджуватися у 6 разів повільніше, ніж при внутрішньому шарі

теплоізоляції такої ж товщини. Установка теплоізоляції зовні дозволяє також знизити витрати на ремонт ушкоджених стін.

Спільне застосування навісного фасаду і теплоізоляційного шару істотно підвищують звукоізоляційні характеристики огорожуючої конструкції, оскільки фасадні панелі й теплоізоляція мають звукопоглинаючі властивості в широкому діапазоні частот (наприклад, звукоізоляція стіни з легкого бетону підвищується в 2 рази при облаштуванні навісного фасаду із застосуванням оздоблювальних панелей).

Наявність повітряного проміжку у вентилярованому фасаді принципово відрізняє його від інших типів фасадів, тому що завдяки перепаду тиску цей проміжок працює за принципом дії витяжної труби. У результаті чого з огорожуючої конструкції у навколишнє середовище видаляється атмосферна й внутрішня волога. Вентилюваний повітряний проміжок знижує також і тепловтрати, тому що він практично є температурним буфером. Температура повітря в ньому приблизно на три градуси вища, ніж зовні.

Зовнішній екран з оздоблювальних матеріалів захищає розташований за ним шар теплоізоляції, а також огорожуючу конструкцію від атмосферних впливів. Влітку він виконує функцію сонцезахисного екрану, що відбиває значну частину падаючого на нього теплового потоку.

До допоміжних елементів систем вентиляваних фасадів відносяться: ущільнювальні стрічки між облицювальною панеллю й профілем підоблицювальної конструкції, декоративні кутники та вставки для закриття торців і зазорів між панелями, перфоровані металоконструкції для вентиляції системи знизу й угорі: заклепки, клямери, гребінки, і т.п. для кріплення панелей до профілів.

Дана технологія має ряд беззаперечних переваг:

- широкі можливості використання в лицюванні природного каменю;
- висока тепло - і звукоізоляція;
- вентиляція теплоізоляційного шару – видалення вологи, що утворюється через дифузю водяної пари із середини споруди;
- захист стін та теплоізоляційного шару від атмосферних впливів;
- нівелювання термічних деформацій;
- можливість здійснення фасадних робіт у будь-яку пору року, оскільки технологія не потребує «мокрих» процесів;
- невисокі вимоги до рівності поверхні стін будинку, оскільки сама система дозволяє вирівнювати дефекти та нерівності поверхні;
- можливість реалізації різних архітектурних рішень;
- тривалий безремонтний термін експлуатації (у разі застосування анкерів з нержавіючої сталі та природного каменю – до 50 років).

Але також, як і будь які конструкції, система вентиляованих фасадів має певні слабкі місця.

Несучі елементи підоблицювального каркасу, на нашу думку, є найслабшим місцем вентиляованих фасадів. До них ставлять такі вимоги: вони повинні витримувати власну вагу, вагу захисно-декоративного екрану і вітрові навантаження, бути вогнестійкими, а також стійкими до атмосферних впливів, в т. ч. до корозії. Для будівель, розміщених у великих містах і промислових зонах потрібно враховувати агресивну дію навколишнього середовища на елементи кріплення. На даний час у вентиляованих фасадних системах використовують три види матеріалів для елементів кріплення:

алюмінієві сплави; вуглецеві сталі з захисними покриттями; корозійно стійку сталь.

Кожен з цих матеріалів має не лише переваги, а й суттєві недоліки. Алюмінієвий сплав – легкий матеріал, що має високу стійкість до дії агресивного середовища. Проте алюмінієві сплави мають схильних до місцевих руйнувань, котрі візуально не виявляються, адже поверхневий шар конструкції практично не пошкоджується, руйнування відбувається всередині. Значно підвищити стійкість сплаву до різних видів корозії дозволяє анодування, яке застосовують багато виробників підконструкцій. Існує ще один аспект, який не можна упускати при використанні алюмінієвих конструкцій – пожежна безпека. Температура при пожежі на внутрішній поверхні екрана може досягати 750°C. Під дією температур, які перевищують 630-670°C, алюміній починає плавитись і при пожежі може відбутись часткове або повне руйнування системи. В цьому плані навісні фасади з несучим каркасом із сталі, температура плавлення якої значно вища, надійніші.

Спеціалісти вважають що до оцинкованих сталей потрібно ставитись дуже уважно. Показники корозійної стійкості оцинкованої сталі значною мірою залежать від товщини цинкового шару, котрий повинен становити не менше 30 мкм. Товщина цинкового шару оцинкованої сталі, що поступає з металургійних заводів України зрідка досягає 20 мкм і при будівництві об'єктів, розрахованих на довгий термін експлуатації, оцинкований метал потрібно додатково захищати полімерним покриттям.

Корозійностійкими сталями вважають сплави заліза, що містять 12,5% хрому. Однак назвати сталь Х13 корозійностійкою досить складно. Її, звісно ж, можна використовувати в будівництві, але не для виготовлення конструкцій навісних фасадів. Для довговічного і безпечного будівництва необхідно застосовувати аустенітні-хромонікелеві, хромонікельтитанові або достатньо леговані сталі з додаванням титану. До речі, в Німеччині дозволяється використовувати лише аустенітні та хромонікельмолібдентитанові сплави.

Для виготовлення монтажних деталей для навісних фасадних систем в Україні використовують: оцинковану сталь, алюмінієві сплави, нержавіючу сталь. Зазвичай їх застосовують в одному кріпильному вузлі, хоча ще 60 років тому було відомо, що такий варіант з'єднання в атмосферних умовах здатен протриматись максимум 10 років, через 10 років, а може й раніше, почнеться руйнування. Російські вчені проводили досліди й встановили, що контакт анодованого алюмінієвого сплаву з оцинкованим кріпленням і нержавіючою сталлю повністю зруйнувався через 35 днів. Алюмінієвий сплав перетворився на труху, оцинкована сталь в місці контакту почала кородувати і саморіз просто "вискочив". Негативно відображається на довговічності і безпечності фасадної системи, перш за все, незадовільна якість кріплення. Дуже відповідальним моментом є вибір анкерних з'єднань. Економія на них може призвести до руйнування всієї системи. До них ставлять найвищі вимоги: міцність, корозійна стійкість, довговічність, збереження фізичних якостей в умовах екстремальних температур і т.д. Діаметр анкерів і глибина їх занурення підбирається згідно розрахунків з урахуванням матеріалу стіни, в яку встановлюється даний анкер. Спеціалісти стверджують, що використовувати саморізи на вентиляльованих фасадних конструкціях доволі небезпечно. Це пов'язане ще з тим, що знакозмінні вітрові навантаження призводять до постійних вібрацій навісних елементів, що розгойдує і руйнує всі з'єднання. Часто зустрічаються заклепки з комбінованих матеріалів, причому поєднання можливі самі різноманітні. Спеціалісти наголошують, що алюмінієві заклепки зі звичайним сталевим оцинкованим сердечником дуже швидко "течуть".

Ще є один нюанс. Опір теплопередачі стіни характеризує її теплозахисні властивості. Коефіцієнт теплотехнічної однорідності визначається впливом теплопровідних включень і показує ефективність використання теплоізоляції – чим він менший, тим більшою має бути товщина шару теплоізоляції. Усю товщу утеплювача пронизують неоднорідні металеві елементи кріплення, і чим вони масивніші, тим більша теплопровідність металу, чим більша їх кількість і площа перерізу тим більшою має бути товщина утеплювача. Необхідно також зауважити, що межа міцності алюмінію в 3 рази менша, ніж у нержавіючої сталі, тобто для досягнення тієї ж несучої здатності системи необхідно застосовувати матеріал у три рази більшої площі перерізу або в три рази частіше ставити кронштейни. Якщо некоректно врахувати ці параметри можна звести нанівець усі переваги вентиляльованого фасаду (можуть з'явитись промерзання по стінах, осідання конденсованої вологи).

У фасадних конструкціях, схильних до періодичного зволоження, існує ще один потенційно небезпечний момент – це контакт металевих конструкцій з утеплювачем. Вчені виявили, що різні теплоізоляційні матеріали дають

абсолютно різну величину рН конденсату. Оскільки кожен сплав по-своєму реагує на кислотність навколишнього середовища, то передбачити наслідки поки що не можливо.

Вибір утеплювача у фасадних системах з повітряним прошарком, на нашу думку, значною мірою повинен визначатись матеріалом, що використовується в підоблицювальному каркасі. Мінераловатні утеплювачі можна використовувати з будь-якими підконструкціями і облицювальними матеріалами. Складніша справа з використанням скловолокнистих негорючих виробів. У системах зі сталевими підконструкціями і негорючими (керамогранітними, азбестоцементними), або умовно негорючими (фіброцементними облицюваннями) можливе використання скловолокнистих матеріалів. У фасадних системах з алюмінієвим каркасом скловолокнисті плити використовувати не рекомендується. Справа в тому, що при температурі 550°C відбувається спікання скловолокон і в результаті цього скловолокнисті вироби осідають, оголюючи кронштейни. При проникненні полум'я у повітряний прошарок системи конструкція з алюмінію може вичерпати свою несучу здатність і втратити стійкість. Кашировані утеплювачі теж не рекомендується використовувати, вони мають високий ступінь горючості. Досить довгий час тривали дебати про більшу ефективність одно- чи двошарових утеплювачів. Проведені дослідження підтвердили, що одношарові утеплювачі кращі від двошарових, адже їх монтаж потребує менших трудозатрат, не потрібно вживати вітрозахисних заходів.

На пожежну безпеку впливає і наявність вологовітрозахисної мембрани. Не допускається застосовувати волого-вітрозахисну мембрану з мінераловатними плитами з кашированою зовнішньою поверхнею. Зовнішнє облицювання вентиляваного фасаду за рахунок повітряного прошарку і утеплювача є акустичним екраном для зовнішніх звуків. На даний момент існує два офіційно дозволених способи: – із застосуванням кашированих утеплювачів; – із застосуванням мембрани, яка натягується цілими полотнами більшої площі по некашированому утеплювачу при монтажі безпосередньо на стіні. Але потрібно зауважити, що натягнути пароізоляційну мембрану без відсутності "хлопків" практично не можливо.

На даний момент застосовується декілька варіантів захисно-декоративного екрану. За видом облицювання вентилявані фасади класифікують:

1. З використанням керамогранітних плит;
2. З композитних матеріалів на основі алюмінію (алюкобонд, рейнобонд, алполик);
3. У вигляді цементно-волокнистих листів (фіброцементних, азбестоцементних) або цементного каменю;

4. З металевим лицюванням у вигляді сайдингу, касет, панелей тощо.

Під час проведеного дослідження проаналізовано вартість систем навісних вентиляованих фасадів (табл.1):

Таблиця 1. Розрахунок вартості найбільш розповсюджених навісних вентиляованих фасадів (НВФ) за 1м<sup>2</sup> в грн. з урахуванням ПДВ

Вид НВФ	Вартість лицювальних матеріалів, грн.	Вартість утеплювача 50 мм, грн.	Вартість утеплювача 100 мм, грн.	Вартість підсистем, грн.	Вартість кріплень, грн.	Вартість робіт, грн.	Вартість 1м.кв. фасаду без утеплювача, грн.	Вартість 1м.кв. з утеплювачем 50мм, грн.	Вартість 1м.кв. з утеплювачем 100 мм, грн.
НВФ з керамограніту	112	47	85	66	18	261	457	504	542
НВФ з фібро-цементних плит	154	47	85	69	27	278	528	575	613
НВФ з композитних панелей	207	47	85	70	31	330	638	685	723
НВФ з металевих касет	112	47	85	63	18	291	484	531	569
НВФ з металосайдингу	67	47	85	27	18	174	286	333	371

Особливу стурбованість викликають види лицювань, виконаних із застосуванням алюмінію, адже виникає небезпека утворення гальванічних пар в точках з'єднання алюміній-сталь, вирішення цієї проблеми призводить до здорожчання конструкції.

Розповідаючи про лицювання, не можна не згадати ще одну річ: матеріали яких розмірів краще використовувати – дрібнорозмірні чи більш габаритні? Використання дрібних форматів збільшує кількість "металу" на фасаді, це знижує економію на 80%, але, якщо врахувати трудовитрати, то таке рішення навряд стане дешевшим. Керамограніт – твердий матеріал, тому велика кількість підрізок теж може призвести до загального здорожчання фасаду.

### Висновки

З вищевикладеного стає ясно, що вентиляований фасад є сучасним конструктивним рішенням, яке можна застосовувати як для нових, так і для реконструйованих будинків, якщо останні не вимагають збереження історичної архітектури. Використання вентиляованого фасаду виключає трудомістку і витратну роботу з підготовки застарілих стін до нової обробки. Як бачимо, нічого надскладного в системі навісних фасадів немає. Вартість облаштування фасадів навісними фасадними системами з вентиляцією є досить високою

(табл.1), але вона виправдана. Вентильовані фасади обходяться дешевше в експлуатації у порівнянні з іншими методами фасадної обробки. Крім того, вентильовані фасади забезпечують гарні експлуатаційні показники: висока тепло- та звукоізоляція, вентиляція зовнішніх шарів, захист стін та будівлі в цілому від атмосферних впливів, довговічність і надійність. Для вентильованих фасадів не вимагається попереднє вирівнювання несучої стіни. Більше того, сама система вентильованих фасадів дозволяє вирівнювати дефекти та нерівності поверхні завдяки профільній конструкції. Здійснювати монтаж можна в будь-яку пору року. Виходячи з ціни, найдоступнішим варіантом є НВФ металосайдингу, а от по якості, довговічності та стійкості до корозії найкращими є НВФ з керамограніту та композитних панелей. Золотою серединою і найкращим за якісно-ціновим співвідношенням є НВФ з керамограніту. Технологія облаштування фасадів навісними фасадними системами з вентиляцією, як і все геніальне, проста. Звичайно, ідеал, як і раніше залишився недосяжним, але тому, хто придумав систему навісних фасадів, вдалося наблизитися до нього дуже близько.

#### **Аннотация**

В статье рассмотрено технологию обустройства фасадов зданий и сооружений навесными вентилируемыми системами, отмечено их достоинства и недостатки, что позволит избежать ошибок при проектировании и устройстве фасадной системы, а также выбрать оптимальные параметры конструкции и конструктивные элементы, которые обеспечат прочность и долгую службу навесной фасадной системы с вентиляцией, проведены расчеты стоимости наиболее распространенных видов фасадов за 1 м. кв.

**Ключевые слова:** навесная фасадная система с вентиляцией, конструкция, теплоизоляция, облицовочный материал, крепление, стена, НВФ.

#### **Annotation**

The article deals with the technology of building facades arrangement with hinged ventilated systems. The advantages and disadvantages of these systems are also stressed and discussed. This will allow to avoid errors in the design and placement of facade system and choose the most optimum parameters of construction and structural elements, which will provide durability and long service of the hanging facade system with ventilation. The calculations of the cost of the most widespread types of facades for 1 m<sup>2</sup> are conducted in this article as well.

**Keywords:** hanging facade system with ventilation, construction, heat-insulation, material, fastening, wall, NVF.