УДК 666.328.63.055

ПЕРСПЕКТИВА ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛА У ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СТІНОВИХ ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В. С. Гвоздь

Проведений аналіз практичного досвіду влаштування та експлуатації теплоізоляції зовнішніх огороджуючих конструкцій – стін будівель, виконаних найбільш розповсюдженими способами. Сформовані основні напрямки удосконалення теплоізоляції будівель як окремого комплексного будівельного процесу, спрямовані на підвищення якості та надійності теплоізоляції.

Ключові слова: *енергоефективність, житлові будинки, теплоізолюючі елементи, теплопровідність,термічний опір, пінопласт, повітряний прошарок,вентильований фасад, дефекти теплоізоляції.*

Постановка проблеми. Проблема теплоізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій будівель є однією з головних у комплексі заходів з енергозбереження. На сьогоднішньому етапі розвитку будівельної галузі роботи з теплоізоляції будівель уже виділились в окремий будівельний процес, що здійснюється окремим відокремленим спеціалізованим потоком. Сформувались типові організаційно-технологічні рішення влаштування теплоізоляції, окремі спеціальні, будівельні підрозділи та організації, котрі займаються тільки роботами з утеплення. Такі підприємства обладнані спеціалізованими машинами та механізмами, мають підготовлених фахівців й обізнані в технології та організації кількох окремих способів влаштування теплоізоляції. Також на вітчизняному будівельному ринку сформувався асортимент будівельних матеріалів та конструкцій, що застосовуються при теплоізоляції будівель. Таким чином, склалися елементи технологічної системи, що включають засоби виробництва, матеріально-технічні ресурси, сировину та виконавців, що здійснюють технологічні процеси в заздалегідь встановлених умовах виробництва. Тобто роботи з влаштування теплоізоляції можна вважати окремим будівельним процесом, що стає обов'язковим при зведенні будівель різноманітного призначення.

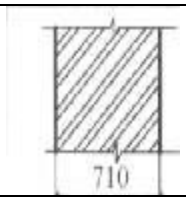
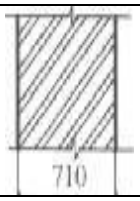
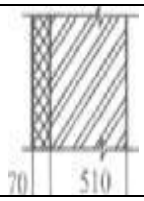
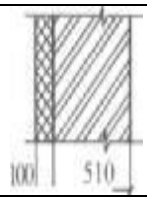
Аналіз останніх досліджень. Процес активного розвитку теплоізоляції нових та існуючих будівель почався в нашій країні близько 15 років тому. На початку 90-х років минулого сторіччя з'явились перші публікації щодо світового досвіду збереження тепла. Закордонний досвід вражав простотою технології та експлуатаційною ефективністю теплоізоляції. Але забудовники в силу певних економічних умов не дуже сприймали необхідність влаштування достатньо дорогої на той час теплоізоляції. Потужним поштовхом до втілення теплозберігаючих технологій в практику став наказ Мінбудархітектури України № 247 від 27.12.1993 р. про внесення змін та доповнень до СНиП II-3-79 «Строительная теплотехніка» щодо встановлення нормативних значень опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій громадських будівель. Це зобов'язало всіх учасників будівельних процесів на стадії проектування об'єктів нового будівництва, капітального ремонту та реконструкції будівель приймати технічні рішення щодо утеплення будівель. Практична оцінка фактичних значень опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій існуючих будівель показала, що майже всі вони не відповідають вимогам установлених норм (винятком стали тільки окремі будівлі храмового зодчества зі стінами завтовшки біля 1,5 м). Деякі фахівці проводили аналіз існуючого стану та давали практичні вказівки із приведення будівель у стан, що відповідає нормам з енергозбереження. Це стосувалось не тільки конструкцій стін, перекриттів над проїздами та неопалювальними підвалами й покриттів, але й вікон і зовнішніх дверей.

З метою державного регулювання процесу влаштування теплоізоляції будівельних конструкцій був розроблений ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель». У табл. 1 наведений аналіз еволюції цього процесу, що включав нормативні вимоги до зовнішніх огороджувальних конструкцій стін різних етапів протягом останніх 150 років.

Формулювання цілей статті. Провести аналіз практичного досвіду влаштування та експлуатації різних методів теплоізоляції зовнішніх огороджуючих конструкцій стін будівель та споруд. Систематизувати недоліки та дефекти теплоізоляційних систем в процесі їх експлуатації. Визначити основні напрямки удосконалення теплоізоляції будівель та споруд.

Виклад основного матеріалу. Теплові втрати через зовнішнє стінове огородження будинків становлять близько 80% їх загальних тепловтрат. Особливо актуальною ця проблема є для великопанельних житлових будинків, зовнішні стінові панелі яких із керамзитобетону не відповідають нормативним вимогам відносно термічного опору.

Таблиця 1: *Аналіз зміни конструкції зовнішніх стін із керамічної цегли згідно з діючими нормами в окремі періоди історії нашої країни*

Період історії та нормативний документ				
1850-1900 рр. «Устав строительний»	До 1928 р. «Иллюстрированное урочное положение…»	1930-1993 р. Зміни до СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника»	З 1993 р. Зміни до СНиП II-3-79 згідно з наказом Мінбудархітектури України № 247 від 27.12. 1993р	З 2007 р. ДБН В.2.6 - 31:2006 «Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель»
1	2	3	4	5
				
Фактичний опір теплопередачі R=1.0 м^{2}К/Вт «Все наружные и межевые стены жилых помещений каменных строений должны быть толщиной не мене 15 вершк.» (1 вершок = 4,45 см)	Фактичний опір теплопередачі R=0,72м^{2}К/Вт «В местностях, где температура понижается до -25°-30°по R, стены должны делаться не менее 0.69-0.70 м,т.е. = 2,1/2 кирпичам..»	Фактичний опір теплопе-редачі R=0,72м^{2}К/Вт	Фактичний опір теплопередачі R=2,2м^{2}К/Вт (I температурна зона) ефектив-ний утеплювач, λ = 0,05.Вт/м·К	Фактичний опір теплопередачі R=0,2,8м^{2}К/Вт (I температурна зона) ефектив-ний утеплювач, λ = 0,05. Вт/м·К

1. Устав строительный. (Св.Зак., Т.Х11, 4.1, Изд. 1857 г.) измененный и дополненный по Предложениям 1886 года (сводному) и 1887 года (очередному). Со включеним разъяснений,..Харьков. Издание книжного магазина В. и А. Бирюковых. 1888.
2. Рошефор Н.И. Иллюстрированное урочное положение. Пособие при составлении и проверне смет, проектировании и исполнении работ. Пересчитанное на метрические меры инж. В.В. Рабчинским. В обработке и под. общей ред. проф. С.М. Герольского. - М.:Гостехиздат, 1927. - 328 стр., 536 рис.
3. СНиП И-3-79 «Строительная теплотехника». - М.: Госстрой СССР.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будівель та споруд. Теплова ізоляція будівель». - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. - 65 с.

Враховуючи, що біля 50% усього житлового фонду України - це великопанельні житлові будинки, а в деяких обласних центрах і у великих промислових містах навіть більше, то збереження тепла і економія енергоносіїв є надзвичайно важливою економічною та екологічною проблемою.

Найбільш перспективною з погляду ефективності є зовнішня теплоізоляція стін будинків. Вона створює сприятливі температурно-вологі умови експлуатації стіни, захищає її від добових і сезонних температурних коливань, поперемінного замерзання і відтавання капілярної вологи, яка ініціює руйнування поверхневого шару стіни.

Деякі мешканці великопанельних житлових будинків за власної ініціативи почали утеплювати зовнішні стіни своїх квартир листами пінопласту, захищеними фарбою. Виконують ці роботи в Сумах та інших містах України альпіністи-верхолази. При цьому фасади окремих поверхів великопанельних будинків покриваються різнокольоровими латками пінопласту, що псують як естетично архітектурний вигляд самих будинків, так і цілих мікрорайонів. Слід зазначити, що такий спосіб утеплення не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31-2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» щодо стін житлових будинків відносно їх термічного опору, що введені в дію з 01.04.07 р. Згідно з цими ДБН величина термічного опору стінового огородження R повинна бути не меншою 2,8 (м^2 · K) / Вт,що значно вище попередньої норми 2,2.

Величина термічного опору *R* визначається за відомою формулою і залежить від товщини шару теплоізоляційного матеріалу та коефіцієнта його теплопровідності, (м^2 · K) / Вт

де bi- товщина *i*-го шару теплоізоляційного матеріалу, м; λ_i- теплопровідність 1-го шару теплоізоляційного матеріалу, $\frac{Вт}{м \cdot К}$; *n* - число шарів теплоізоляційного матеріалу, шт.

Після визначення величини термічного опору стінової панелі та утеплювача за різними варіантами утеплення, отримаємо результати, що наведені в таблиці 2, які показують, що гола керамзитобетонна стінова панель завтовшки 350 мм із теплопровідністю керамзитобетону в межах 0,35-0,4$\frac{Вт}{м \cdot К}$ має незначний термічний опір і становить близько 33% нормативного термічного опору 2,8(м^2 K) / Вт. Тому такі стіни легко промерзають, не тримають тепла взимку і швидко нагрівають приміщення влітку (вар. I).

Одношарове зовнішнє утеплення стін вели-

копанельних житлових будинків за ініціативою самих мешканців виконують листами пінопласту або пінополістиролу і закріплюють на підготовленій поверхні за допомогою мастики та пластмасових дюбелів із наступним наклеюванням полімерної або скловолокнистої сітки. Поверхня загладжується та фарбується. Таким чином перекриваються стики між стіновими панелями і, як наслідок, покращується естетично-архітектурний вигляд будинків, збільшується термін їх експлуатації.

Але одношарове утеплення листами пінопласту завтовшки 50 мм із коефіцієнтом теплопровідності 0,041 $\frac{Вт}{м \cdot К}$ забезпечує термічний опір стіни лише 2,14($м^2$·К) / Вт, що в 2,32 рази вище термічного опору голої керамзитобетонної стіни і становить всього 76% від величини нормативного термічного опору 2,8($м^2$·К)/Вт (вар. 2). При цьому вартість такого одношарового утеплення без накладних витрат становить 54,01 грн/$м^2$. Щоб забезпечити нормативну величину термічного опору стіни ($м^2$·К)/Вт*при одношаровому* утепленні необхідно було б використати пінопластові листи завтовшки 115 мм, що збільшило б вартість 1 $м^2$ утеплення з 54 грн. до 102 грн. Тому авторами запропонований стіновий теплоізолюючий елемент із повітряним прошарком між жорсткими листами з мінеральних і/або органічних теплоізоляційних матеріалів (мал. 1). Стіновий теплоізолюючий елемент складається із двох паралельних жорстких теплоізоляційних плит, з'єднаних між собою всередині взаємо-перпендикулярними рівновисокими рейками-ребрами, виконаними із того ж матеріалу, що і плити,а висота рейок-ребер відповідає товщині однієї із плит. Це дає можливість для збільшення величини термічного опору використати замкнутий повітряний прошарок, що має надзвичайно низький коефіцієнт теплопровідності - 0,023$\frac{Вт}{м \cdot К}$.Складання стінового теплоізолюючого елемента здійснюється в промисловому приміщенні на виробничому столі відповідних габаритів. З'єднання двох плит, наприклад із пінопласту, в стіновий теплоізолюючий елемент здійснюється шляхом склеювання через взаємопротилежні поверхні рейок-ребер із внутрішніми поверхнями обох плит. Можливо, заготовку доцільно здійснювати розрізанням на елементи певних розмірів відповідно до площі стіни, що підлягає теплоізоляції. Перед кріпленням заготовленого теплоізолюючого елемента поверхню стіни очищують, вирівнюють і наносять на неї шар клею або мастики з наступним кріпленням пластмасовими дюбелями. Після облицювання відповідної площі стіни будинку на поверхню закріплених теплоізолюючих елементів наносять шар мастики, на нього наклеюють полімерну армуючу сітку, мастику загладжують і після її затвердіння поверхню фарбують водостійкими фарбами для зовнішніх робіт. Утворення всередині стінового теплоізолюючого елемента замкнутого повітряного простору зумовлено виключно низькою теплопровідністю повітря 0,023, а розмежування замкнутогопростору рейками-ребрами на окремі, менші за об'ємом, замкнуті порожнини дає змогу зменшити теплопередачу стінового елемента за рахунок обмеження конвекції - переміщення теплого і холодного повітря («конвективного вітру»).

Як свідчать наведені результати розрахунків, при загальній товщині обох пінопластових листів 50 мм (20 мм + 30 мм) і замкнутому повітряному прошарку між ними завтовшки 10 мм термічний опір стінового огородження досягає 2,57($м^2$·К)/Вт, що майже в 2,79 рази більше від термічного опору незахищеної керамзитобетонної панелі завтовшки 350 мм, але одночасно майже на 9 % менше нормативного термічного опору 2,8($м^2$·К)/Вт (вар. 3).

При збільшенні товщини повітряного прошарку з 10 до 20 мм між листами при їх загальній незмінній товщині 50 мм отримаємо термічний опір стінового огородження понад 3,0($м^2$·К)/Вт,що в 3,26 рази перевищує термічний опір голої керамзитобетонної стіни і на 7% - нормативний термічний опір стіни. Це і є оптимальним варіантом утеплення стін великопанельних житлових будинків стіновими теплоізолюючими елементами із пінопласту (вар. 4).

Якщо в деяких місцях фасаду будинку товщина раніше виконаного одношарового утеплення із листів пінопласту становить 50 мм, то щоб при наступному облицюванні поверхня фасаду була в одній вертикальній площині, стіновий теплоізолюючий елемент із повітряним прошарком повинен мати товщину не більше 50 мм. А вона, як видно із вар.3-5, становить 60,70,80 мм. Досягти цього можна, використавши в замкнутому повітряному прошарку теплоізолюючого елемента додатковий тонкий шар рулонної теплоізоляції із пінополіетилену з шаром віддзеркалюючої поверхні із полірованої алюмінієвої фольги. Таким відомим теплоізолюючим матеріалом може бути рулонний однобічний самоклеючий «Алюфом» завтовшки 5 мм, що являє собою хімічно зшитий пінополіетилен із полірованою алюмінієвою фольгою. Він наклеюється на внутрішній бік зовнішньої плити пінопласту між рейками-ребрами всередині повітряного прошарку теплоізолюючого елемента і ефективно віддзеркалює всередину приміщення теплову променеву енергію (мал. 2).

Такий стіновий теплоізолюючий елемент (вар. 6) з повітряним прошарком 10 мм між пінопластовими плитами завтовшки 20 мм кожна та «Алюфомом» завтовшки 5 мм при коефіцієнті теплопровідності останнього 0,031забезпечує величину термічного опору стіни 2,27($м^2$·К)/Вт, що більше в 2,46 рази ніж термічний опір голої керамзитобе-

тонної стіни, але від нормативного термічного опору 2,8(м^2·К)/Вт, становить лише 81 %,що може бути достатнім, враховуючи додаткову віддзеркалювальну здатність теплової променевої енергії «Алюфомом». Згідно з вар. 7 для гарантійного забезпечення нормативної величини термічного опору пропонується стіновий теплоізолюючий елемент із двох плит пінопласту завтовшки 20 мм кожна із замкнутим повітряним прошарком між ними 20 мм і «Алюфомом» завтовшки 5 мм на внутрішній поверхні зовнішньої плити пінопласту.

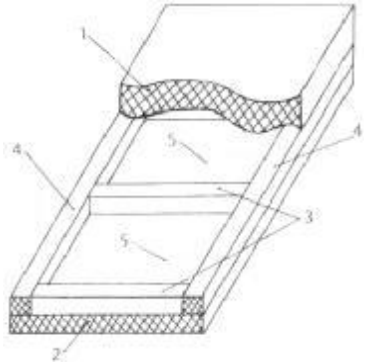


Рис. 1 Стіновий тепло ізолюючий елемент:
1 -зовнішня плита пінопласту; 2 - внутрішня плита пінопласту; 3 - поперечні рейки-ребра; 4 - поздовжні рейки-ребра; 5 - замкнутий повітряний простір.

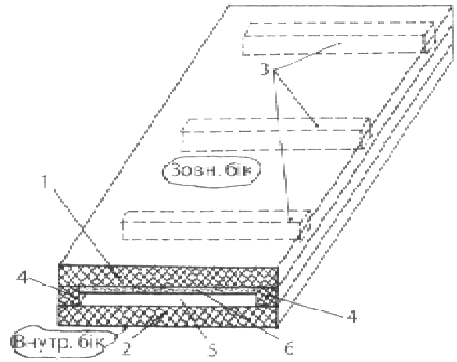


Рис. 2 Зовнішній стіновий теплоізолюючий елемент:
1 - зовнішня плита пінопласту; 2 - внутрішня плита пінопласту; 3 - поперечні рейки-ребра; 4- поздовжні рейки-ребра; 5 - замкнутий повітряний простір;
6 – «Алюфом».

Така конструкція стінового теплоізолюючого елемента забезпечує термічний опір стіни у2,94 рази більше ніж термічний опір голої керамзитобетонної стінової панелі і становить майже 97 % від величини нормативного термічного опору. Вартість утеплення стіни за варіантами 6 і 7 без накладних витрат становить 92,91 грн/м^2.

Використання у зовнішньому стіновому теплоізолюючому елементі, також запатентованому в Україні, композиційного матеріалу «Алюфом», що складається зі вспіненої основи і віддзеркалювального покриття - полірованої алюмінієвої фольги, що має ефективну здатність до повернення тепла всередину приміщення, значно зберігає тепло. Використання полірованої алюмінієвої фольги дає змогу віддзеркалювати до 98 % променевого тепла. Товщина «Алюфому» 2-10 мм, він є паро- і гідроізоляційним, має високу звукоізоляцію, забезпечує звукопоглинання не менше 32 дБ, допустима температура від - 60°С до + 100°С. Матеріал призначений як для зовнішнього, так і для внутрішнього використання.

Пінополістирольні (пінопластові) плити типу ПСБ-С марок 15,25,35 мають сертифікат відповідності та відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-8-94 (зареєстрований в реєстрі за № ТІА 1.090.0015283-08).

За висновками Державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02 - 04/4819 від 01.02.2008 пінополістирол (пінопласт) відповідає встановленим медичним критеріям безпеки.

Таким чином, можна дійти висновку, що оптимальним варіантом утеплення стін великопанельних житлових будинків є вар. 4 з використанням стінового теплоізолюючого елемента із двох листів пінопласту загальною товщиною 50 мм (20 мм + 30 мм) із замкнутим повітряним прошарком між ними завтовшки 20 мм. Цей варіант забезпечує термічний опір стіни понад 3,0·(м^2·К)/Вт, що в 3,26 рази перевищує термічний опір незахищеної керамзитобетонної стіни і на 7 % - величину нормативного опору за вимогами ДБН В.2.6-31-2006.

У порівнянні з одношаровим утепленням пінопластом завтовшки 50 мм (вар. 2), утеплення пінопластовими плитами загальною товщиною 50 мм (20 мм + 30 мм) із повітряним прошарком між ними завтовшки 20 або 30 мм (вар. 4 і 5) величина термічного опору зростає в 1,4-1,6 рази, тобто стіни стають теплішими в 1,5 рази,у стільки ж разів зменшуються тепловтрати будинків, що дає можливість економити дорогі енергоносії на опалення житла на 150 %.

Враховуючи специфічність способу утеплення теплоізолюючими елементами стін великопанельних житлових будинків та вимог до їх естетично-архітектурного вигляду, роботи повинні виконуватися спеціалізованою організацією за єдиними Технічними умовами і вимогами до якості робіт, за єдиною державною програмою за рахунок державного та міського бюджетів із частковою участю коштів мешканців будинків.

Як показує вибірковий аналіз, вимоги щодо конструкції зовнішніх стін з врахуванням нормативного опору теплопередачі дуже змінились. Це призвело до того, що зовнішні стіни розраховуються й влаштовуються, в основному,за несучою здатністю, а теплозахисні функції виконує шар теплоізоляційної системи. За останні роки на будівельному ринку України з'явились новітні технології з влаштування теплоізоляції стін, які безумовно використовувались у вітчизняному будівництві і раніше, але не знайшли широкого розповсюдження. Ці технології можна поєднати в кіль-

ка найбільш розповсюджених способів та груп:

- влаштування теплоізоляції по типу «вентильованого фасаду»;
- так звана «скріплена» теплоізоляція
- теплоізоляція стін, що виконана у вигляді колодязної кладки;
- навісні теплоізоляційні панелі типу «сандвіч», фарбувальна теплоізоляція та ін.

Теплоізоляція, що отримала назву «вентильований фасад», представляє собою влаштовану з зовнішнього боку стіни конструкцію, що складається з шару ефективного утеплювача та захисного декоративного шару.

При влаштуванні такого типу утеплювача, як правило, спочатку по поверхні стін влаштовуються направляючі - здебільшого металеві профілі. Потім накладається розрахунковий за товщиною та типом шар утеплювача. В якості теплоізоляційного матеріалу використовуються плитні чи рулонні утеплювачі, що приклеюються чи кріпляться до стін анкерними елементами або всім цим вкупі. Після кріплення утеплювача влаштовується так званий вітробар'єр та зовнішній захисний шар. При цьому між шаром утеплювача та зовнішній захисним шаром влаштовується повітряний прошарок для природної вентиляції утеплювача. Зовнішній шар може виконуватись із штучних матеріалів у вигляді плит, пластин, профільованих металевих листів, пластмаси, композитних, керамічних матеріалів тощо. Зовнішній шар є як захисним, так і декоративним. На мал. 3 показано варіант конструктивної схеми стіни з утеплювачем згідно з вказаною схемою.

Аналіз даного способу показав цілий ряд переваг та недоліків. Позитивним є те, що влаштування теплоізоляції може здійснюватись будь-якої пори року, тому що в його технології відсутні так звані «мокрі» процеси. Даний спосіб включає влаштування направляючих, що дає змогу «виправити» нерівності стін, що утеплюються. Позитивним є влаштування зовнішнього захисного шару з різноманітних матеріалів, що дає змогу отримати високоякісний захисний шар із яскравою архітектурною виразністю.

До недоліків даного способу можна віднести складність збереження на фасаді будівель елементів архітектурного оздоблення, що особливо важливо для «старої» забудови. При обстеженні багатьох будівель міст Харкова і Києва, на яких виконані роботи з влаштування теплоізоляції способом «вентильований фасад», було виявлено ряд окремих пошкоджень та деформацій конструкцій, а також погіршення теплозахисних властивостей зовнішніх огороджувальних конструкцій. Обстеження виконували методами натурного обстеження конструкцій та експертних оцінок (табл. 2). Дані таблиці вказують на те, що найбільш вагомими причинами пошкоджень та деформацій теплоізоляції є відхилення від технологічних вимог при її влаштуванні та якість будівельних матеріалів, конструкцій та деталей, що застосовуються при влаштуванні даного виду теплоізоляції.

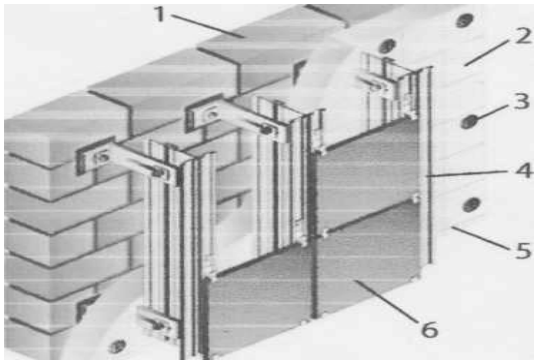


Рис. 3 Схема влаштування теплоізоляції способом «вентильований фасад»
1 - зовнішня стіна; 2 - утеплювач; 3- анкерний елемент; 4- направляючі конструкції; 5- вітробар'єр; 6- зовнішній захисний шар.

Влаштування так званої «скріпленої» теплоізоляції передбачає кріплення безпосередньо на зовнішню огороджувальну конструкцію шару плитного утеплювача з наступною його штукатуркою (тинькуванням) спеціальними розчинами захисного та декоративного призначення, цей метод ще називають «мокрим»!

Технологія влаштування даного типу утеплення передбачає послідовне виконання наступних операцій: установлення цокольних профілів; підготовка основи, включаючи очищення поверхні, можливе ґрунтування; наклеювання та механічне кріплення теплоізоляційних плит до поверхні; встановлення підсилюючих елементів та профілів; влаштування армуючого (сітки), захисного та декоративного шарів з штукатурки (тинькування); фарбування декоративно-захисного шару. Як утеплювачі використовуються жорсткі плитні матеріали, виготовлені як з ефективних волокнистих матеріалів (мінераловатні, скловатні), так і з полімерних (спінені чи екструдовані полістироли, поліуретан). Товщина шару утеплювача визначається теплотехнічними розрахунками. Кріплення утеплювача здійснюється шляхом приклеювання його до ізольованої поверхні спеціальними розчинами та додатковим механічним кріпленням металевими анкерами. Площа, що наклеюється, та кількість анкерних елементів визначаються в залежності від утеплюваних конструкцій та виду теплоізоляції. Армуючий шар представляє собою полімерну сітку, що забезпечує міцність та цілісність теплоізоляції, декоративно-захисний шар - оштукатурювання зовнішньої поверхні цементно-піщаним розчином, до складу якого додано спеціальні домішки, що покращують його надійність.

Таблиця 2: Пошкодження теплоізоляції, виконаної способом «вентильований фасад»

Виявлені пошкодження та деформації	Основні причини пошкодження	Примітки
Окремі викривлення направляючих та відхилення від проектного положення	Недостатнє кріплення направляючих до поверхні конструкцій через незначну глибину занурення анкерних елементів та їх кількості. Діаметр шпурів під анкери більший ніж діаметр анкерів	Відхилення в основному теплоізоляції стін від вертикалі
Вивітрювання волокнистого утеплювача з-під захисного шару	Відсутність вітробар'єрного шару. Недостатнє кріплення утеплювача до поверхні конструкції	
Часткове руйнування ; теплоізоляційного шару	Конденсація пари в товщі утеплювача та її замерзання призводило до відривання частинок утеплювача від його основного масиву за рахунок сили тяжіння під впливом збільшеної власної ваги. Зволоження утеплювача через дефекти гідроізоляції Неправильне влаштування вентиляції утеплювача	Характерно для волокнистих рулонних утеплювачів Неякісна гідроізоляція покриттів парапетів, виступних частин
Руйнування частини зовнішнього оздоблювально- захисного шару	Недостатня міцність захисного шару. Відсутність антивандальних заходів у цокольних поверхах будівель	

У цокольній частині будівель влаштовується додатковий захисний, так званий «антивандальний» шар. На мал. 4 показана конструктивна схема влаштування скріпленої теплоізоляції. Даний спосіб, як і «вентильований фасад», знайшов досить широке застосування на будівельному ринку України. Спосіб скріпленої теплоізоляції створює єдиний замкнутий контур без містків холоду. Цей спосіб дозволяє надати елементам будівель архітектурної виразності. Недоліками його вважається додаткова складність вирівнювання поверхні, що утеплюється, та наявність «мокрих» процесів. Оштукатурювання поверхні потребує послідовної технології пошарового його нанесення з відповідними технологічними перервами, аналогічно оштукатурюванню поверхонь будівельними розчинами. Роботи з водорозчинними матеріалами можуть виконуватись, як правило, в теплу пору року.

Досвід експлуатації будівель, що були утеплені способом скріпленої теплоізоляції, свідчить про появу на поверхні теплозахисних систем окремих пошкоджень та деформацій та погіршання теплозахисних властивостей зовнішніх огороджувальних конструкцій (табл.3). Як свідчать дані таблиці, найбільш поширеними причинами пошкоджень є порушення технологічних регламентів виконання робіт та якість використаних матеріалів та виробів.

Таблиця 3: Пошкодження та дефекти скріпленої теплоізоляції

Виявлені пошкодження та деформації	Основні причини пошкодження	Примітки
Тріщини, відшарування та здуття захисно-декоративного шару	Неякісне заповнення шпарин між теплоізоляційними плитами. Заповнення шпарин клеючим розчином. Замалий напуск армувальної сітки (менше 100 мм). Відсутня антивандальна сітка в цокольній частині будівель. Відсутні елементи укріплення елементів кутів, примикань до, вікон, дверей. Порушена технологічна послідовність влаштування теплоізоляції. Порушені вимоги щодо товщини покриваючих розчинів. Неякісні матеріали. Неякісна підготовка клеючих розчинів.Неправильно підібраний тип покриття. Відсутність деформаційних швів у теплоізоляційній системі.	Відсутність кутових елементів. Не влаштовані технологічні перерви для набору міцності наступних шарів. Можливі сторонні домішки у воді тощо. Покриття має нести функцію паробар'єра. За наявності деформаційних швів у конструкціях будівлі.
Відшарування теплозахисного шару	Неякісне приклеювання теплоізоляційних плит до поверхні. Неочищена та не підгото-влена поверхня, що утеплюється. Зволоження через неякісну гідроізоляцію вузлів парапету, виступних частин.	Менше ніж 40% площі
Здуття та руйнування цокольної частини стін	Відсутність гідроізоляції на межі фасад-цоколь. Довготривале зволоження в зимовий період. Зволоження утеплювача через неякісне влаштування вузлів підвіконних відливів	Відсутні заглушки відливу

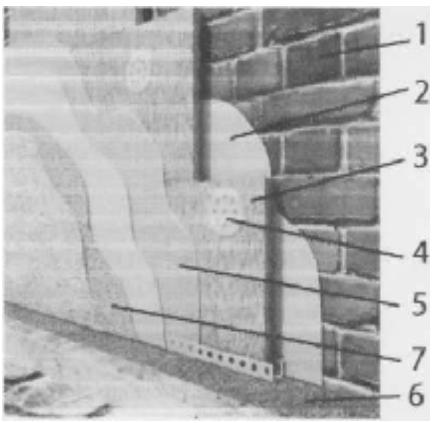


Рис. 4 Схема влаштування теплоізоляції способом «скріпленої» теплоізоляції: 1 - зовнішня стіна; 2 - ґрунтувальний шар; 3 - плита утеплювача; 4 - анкерний елемент; 5 - армувальна сітка; 6 - декоративно-захисний шар розчину; 7 - цокольний профіль.

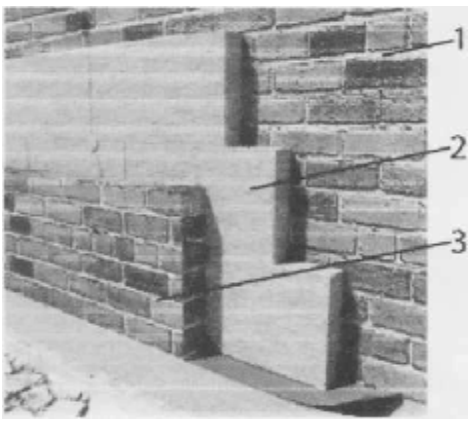


Рис. 5 Схема влаштування теплоізоляції способом колодязної кладки: 1 - внутрішня верста стіни; 2 - утеплювач (забутка); 3 - захисний шар (зовнішня верста кладки)

Надати зовнішнім стінам будівель надійних теплозахисних властивостей можна зведенням їх у вигляді колодязної кладки. Даний спосіб влаштування зовнішніх огороджувальних конструкцій стін давно застосовується в нашій країні. Як внутрішній теплоізоляційний шар використовують насипні матеріали типу керамзиту, котельних шлаків, легкобетонних матеріалів, каменю-черепашнику, іноді – пінополіуретанові матеріали та інших.

Останнім часом даний спосіб отримав нове життя завдяки застосуванню поряд із традиційними сучасних ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Найбільш розповсюдженими матеріалами для таких конструкцій стали мінераловатні та полімерні плити. Колодязна кладка стін – це багатошароваконструкція з кам'яних матеріалів та прошарком із утеплювачем, що знаходиться в товщі конструкції. Часто зовнішня частина такої стіни (зовнішня верста кладки) носить декоративний характер, для чого використовують оздоблювальну цеглу з різним кольоровим забарвленням. На (мал.5) показана конструктивна схема влаштування даного способу.

Практичний досвід експлуатації будівель свідчить, що конструкції, влаштовані цим способом, теж можуть втрачати частково чи повністю свої теплозахисні властивості (табл.4).

У процесі обстежень конструкцій виявлено зниження опору теплопередачі через зволоження утеплювача, що знаходиться в забутковій частині кладки стіни. Причинами зволожень можуть бути протікання різних трубопроводів, попадання атмосферної вологи та інше. Але в зв'язку з тим, що вказана частина конструкції не вентилюється, волога може залишатися в ній надовго, що й призводить до різкого зниження її опору теплопередачі. Також у багатьох випадках було виявлено часткове осідання волокнистих утеплювачів у нижній частині конструкції. Перевірити наявність вологи в конструкції,чи її осідання без часткового руйнування конструкції, неможливо.

Таблиця 4: Пошкодження та деформації колодязної кладки

Виявлені пошкодження та деформації	Основні причини пошкодження	Примітки
Плями на внутрішній і поверхні стін, що свідчить про зниження опору теплопередачі.	Осідання, ущільнення волокнистих утеплювачів. Зволоження теплоізоляційного шару через порушення гідроізоляції. «Містки» холоду в місцях суцільних ділянок кладки. Неякісні матеріали	Неправильне облаш-тування гідроізоляції виступних частин (парапети, пілястри тощо). Неправильна, неякісна гідроізоляція примикання стін до вікон, зовні-шніх дверей. Суціль-ність кладки потрібна для забезпечення міцності та цілісності конструкції стіни
Тріщини та випирання (здуття) кладки зовнішнього шару (зовнішньої версти)	Попадання води до внутрішньої порожнини (забутку), де розміщений утеплювач, через дефекти кладки або гідроізоляції	Вода, розширюючись при замерзанні, руйнує кладку. Незаповнені шви кладки. Порушена гідроізоляція окремих ділянок конструкції

Крім вказаних основних способів влаштування теплоізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій у вітчизняній практиці відомі й інші варіанти. Наприклад, зведення зовнішніх огороджувальних конструкцій з готових навісних панелей типу «сендвіч», що складаються з металевих зовнішніх та внутрішніх оболонок із ефективними утеплювачами всередині. Останнім часом застосовується фарбувальна теплоізоляція, що поєднує властивості зовнішнього захисного та деко-

ративного шару з теплозберігаючим наповненням тощо. Метою даного дослідження не є порівняльний аналіз переваг того чи іншого способу теплоізоляції, а констатація того, що вибір варіантів теплоізоляційних систем має бути широким й різностороннім. Процеси теплоізоляції еволюційно розвиваються та вдосконалюються, адже їх розвитку, як спеціалізованого потоку будівельного виробництва, поки що немає альтернативи.

Проведений аналіз технічного та теплотехнічного стану теплозахисних систем зовнішніх стін виявив наявність та ймовірні причини виникнення пошкоджень і дефектів теплоізоляційних систем, основні з яких можна об'єднати в такі групи:

- порушення технології влаштування теплоізоляції через недостатню кваліфікацію виконавців;
- застосування неякісних матеріалів та конструкцій.

Знизити або повністю виключити негативний вплив зазначених чинників можливо шляхом:

- розроблення нормативних документів із влаштування вказаних типів теплоізоляції, що стали майже типовими. Це могла б бути розробка частини ДБН з питань влаштування теплоізоляції;
- підвищення рівня ступеневого контролю якості виконання робіт як підрядниками при виконанні робіт, так і органами державного нагляду. Постійний моніторинг має за мету контроль проектної документації, матеріалів, що застосовуються, та якість робіт із безпосереднього влаштування теплоізоляції. Всі вказані етапи мають знаходити відображення в виконавчій документації;
- підвищення вимог до кваліфікації будівельних кадрів підрядників через регулювання при державному ліцензуванні даних видів робіт;
- широкого застосування при обов'язковій розробці проектів проведення робіт (ППР) детально опрацьованих технологічних карт типових рішень теплоізоляції;
- покращання підготовки фахівців для роботи в цій галузі, залучення до процесу підготовки кадрів фахівців як професійно-технічної, спеціальної технічної, так і вищої школи;
- вдосконалення організаційно-технологічних рішень влаштування теплоізоляції на основі детального аналізу теплоізоляційних матеріалів, що застосовуються, та технічного стану зовнішніх огороджувальних конструкцій, що утеплюються, умов виконання робіт.

У вказаному переліку рекомендацій щодо вдосконалення якості влаштування теплоізоляції не виділяються окремі, прерогативі пункти. Вони всі є взаємопов'язаними та взаємодоповнюючими. Втілення вказаних заходів у практику буде сприяти енергозбереженню в будівництві, зниженню витрат на експлуатацію будівель, дозволить створювати будівлі надійними, теплими та комфортними.

Висновок. В цій роботі описано аналіз практичного досвіду влаштування та експлуатації теплоізоляції зовнішніх огороджувальних конструкцій стін будівель, виконаних найбільш розповсюдженими способами. Систематизовані пошкодження та дефекти теплоізоляційних систем, виявлені в процесі експлуатації будівель. Сформовані основні напрямки вдосконалення теплоізоляції будівель як окремого комплексного будівельного процесу, спрямовані на підвищення якості та надійності теплоізоляції на основі вдосконалення державного регулювання, підготовки кадрів та покращання організаційно-технологічних рішень виробництва.

Гвоздь В.С. Перспектива сохранения тепла в крупнопанельных жилых домах с использованием стеновых теплоизолирующих элементов

Проведенный анализ практического опыта устройства и эксплуатации теплоизоляции наружных ограждающих конструкций - стен зданий, выполненных наиболее распространенными способами. Сформированы основные направления совершенствования теплоизоляции зданий как отдельного комплексного строительного процесса, направленные на повышение качества и надежности теплоизоляции.

Ключевые слова: *энергоэффективность, жилые дома, теплоизолирующие элементы, теплопроводность, термическое сопротивление, пенопласт, воздушная прослойка, вентилируемый фасад, дефекты теплоизоляции.*

Gvozd´ V.S. Perspective keep warm in large residential buildings with wall-proofing use elements

Use in external wall insulating element also patented in Ukraine, composite material «Alufom» consisting of foamed base and viddzerkalyuvalnoho coating - polished aluminum foil that has an effective ability to return heat into the room, much retains heat. The use of polished aluminum foil allows to reflect 98% of radiant heat. Thickness «ALUFOM» 2-10 mm, it is a vapor and waterproof, has a high sound insulation, sound absorption provides at least 32 dB, the maximum temperature of - 60 °C to 100 °C. The material is designed for external and internal use. Insulation, called «ventilated facade» is a arranged on the outside of the wall structure consisting of a layer of insulation and effective decorative protective layer. When the device of this type of insulation is usually first on the surface of walls arranged guides - mostly metal profiles. Then overlay the estimated thickness and type of insulation layer. As insulation material used in

plate or roll insulation that stick or attach to the walls with anchor or all of these elements together. After fastening the insulation gets called wind barrier and outer protective layer. This layer of insulation between the protective layer and the outer layer is arranged air for natural ventilation heater. The outer layer can be performed with artificial materials in the form of slabs, plates, profiled sheet metal, plastic, composite, ceramic materials, etc. The outer layer is both protective and decorative. Analysis of this method shows a number of advantages and disadvantages. The positive is that the placement of insulation can be done any time of year, because of its technology are no so-called «wet» processes. This method involves placing the guide that lets you «fix» inequality walls are insulated. On the positive placement of an external protective layer of different materials, allowing to obtain high-quality protective layer of bright architectural expression. The disadvantages of this method include the difficulty of preserving the facade of buildings of architectural decoration elements, which is especially important for the «old» building. An examination of many buildings in the city of Kharkiv and Kyiv, which made working with the device insulation means «ventilated facade», revealed a number of individual damage and deformation structures and the deterioration of the heat shielding properties of external walling. Survey methods perform full-scale survey designs and expert assessments (Table. 3). These tables indicate that the most important causes of damage and deformation insulation is a deviation from the technical requirements for its device and quality of building materials, structures and components used in the device of this type of insulation.

Keywords:*energy efficiency, houses, insulating elements, thermal conductivity, thermal resistance, foam, air layer, ventilated facade insulation defects.*

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.
Рецензент: д.т.н., професор Симоновський В.І.

УДК 666.3.21

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ ТА ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ТА ВІДЧИЗНЯНОГО ДОСВІДУ

В. С. Гвоздь,
С. Г. Білик

Проведено дослідження сучасної технології виробництва керамічних плиток. Застосування сучасної технології виробництва дало можливість суттєво зменшити енерговитрати.

Порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду показав, що питомі витрати енергії на виробництво керамічних плиток практично відповідають вимогам ЄС.

Ключові слова: *технологія, глина, сушіння, випалювання, оптимізація, енергоефективність, енерговитрати, керамічна плитка, добровільні стандарти, системи сертифікації.*

Постановка проблеми. Технологія керамічної плитки базується на трьох вимогах: збереження властивостей виробів на рівні нормативних, скорочення енерговитрат, оптимізація витрат сировини і технологічних параметрів. Отримати виріб з поліпшеними експлуатаційними властивостями при одночасній оптимізації енергетичних витрат можливо із застосуванням сучасних способів теплової обробки, до яких відносять і суміщення випалювальних процесів в одному технологічному агрегаті. Експлуатаційна стійкість виробів визначається одночасним впливом факторів, що характеризують властивості сировини, умови приготування прес-порошку, формування і теплову обробку.

Аналіз останніх досліджень. Керамічна плитка відноситься до групи оздоблювальних матеріалів, виготовлення яких передбачає значні енергетичні витрати на підготовку керамічних мас, пресування, сушку, утильний і политий випал [1, 2]. Водночас одним із завдань сучасного розвитку вітчизняних технологій є зниження енергоємності готового продукту. Часто в технологіях деяких видів будівельної кераміки це досягається шляхом суміщення сушіння та випалу. У результаті одержують вироби в цілому відповідні нормативним показникам, але вони мають невисоку морозостійкість [3, 4].

У технології керамічної плитки, умови роботи якої можуть бути досить жорсткими, такий шлях неприйнятний. Властивості виробу повинні повністю відповідати нормативним показникам, а параметри теплової обробки повинні бути оптимізовані за критерієм зниження енерговитрат. Цим умовам відповідає технологія, заснована на застосуванні баштової розпилювальної сушарки для зневоднення шлікеру та отримання керамічного порошку заданої вологості, а також поточних автоматизованих конвеєрних лініях, що забезпечують високу продуктивність і якість виробів [5, 6].

Застосовувана раніше існуюча технологія полягала в обезводненні глиняної суспензії на фільтр-пресах, досушуванні маси в барабанних або тунельних сушарках, помелі її в бігунах або дезінтеграторах і просіві порошку на ситах. Основними агрегатами для сушки були поличні камерні, конвеєрні та тунельні сушарки. Їх обслугову-