



канд. арх. **Т. Ернст**, член Спільки архітекторів України, архітектор-практик з будівництва пасивних і енерговигідних будинків

УТЕПЛЕННЯ (ІЗОЛЯЦІЯ) БУДІВЕЛЬ



Якісно утеплений будинок дає змогу заощаджувати до 50% витрат на опалення будівлі зимою і охолодження його влітку. Крім того, теплоізоляція захищає несучі конструкції, які своєю чергою захищають від різких перепадів зовнішньої температури, збільшуючи таким чином термін служби самої будівлі. Але найголовніше — правильно виконана теплоізоляція зробить Ваш будинок більш комфортним і здоровим, оскільки вона виключить “висмоктування” тепла з тіла людини холодними огороджувальними конструкціями. Адже людина — це теплкровна істота, і, крім температури повітря навколо себе, вона також постійно відчуває температуру всіх твердих тіл на відстані 3-4 метрів навколо себе. При низькій температурі огороджувальних конструкцій людині буде холодно навіть у перегрітому до нездорового рівня в 25-26°C повітрі. Теплі стіни дають можливість підтримувати температуру повітря у приміщенні на невисокому, але здоровому рівні (19-20°C), створюючи при цьому комфортну атмосферу, без відчуття людиною холоду.

Для початку уточнимо, чим відрізняються будівельні матеріали від утеплювачів. Якщо порівняти теплопровідність (λ) найпоширеніших в Україні конструктивних матеріалів для зведення стін:

- залізобетон — 1,7 Вт/м·°C
- цегла — 0,4-1 Вт/м·°C
- важкий саман — 0,25 Вт/м·°C
- піноблок (пінобетон) — 0,2-0,3 Вт/м·°C
- арболіт — 0,17 Вт/м·°C
- комірчастий бетон — 0,3-0,6 Вт/м·°C
- керамзитобетон — 0,6 Вт/м·°C
- шлакобетон: 0,2-0,5 Вт/м·°C
- дерево (поперек волокон): 0,12-0,14 Вт/м·°C з утеплювачами:
- плити з очерету — 0,07 Вт/м·°C
- плити із силікату кальцію — 0,07 Вт/м·°C
- пробка (чорний агломерат) — 0,70 Вт/м·°C
- піноскло — 0,05 Вт/м·°C
- пінопласт — 0,04 Вт/м·°C
- піноізол — 0,035-0,05 Вт/м·°C
- мінеральна вата — 0,03-0,04 Вт/м·°C
- екструдований пінополістирол — 0,03 Вт/м·°C
- пінополіуретан — 0,04 Вт/м·°C
- целюлоза (ековата) — 0,03 Вт/м·°C, —

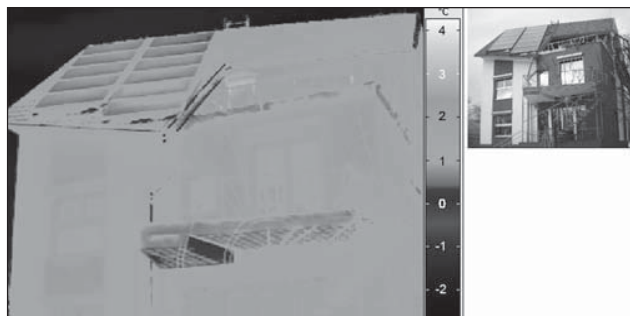
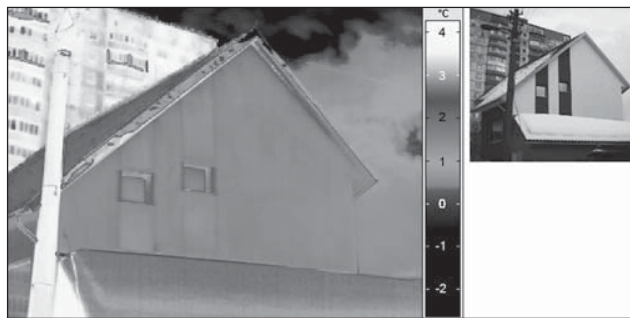
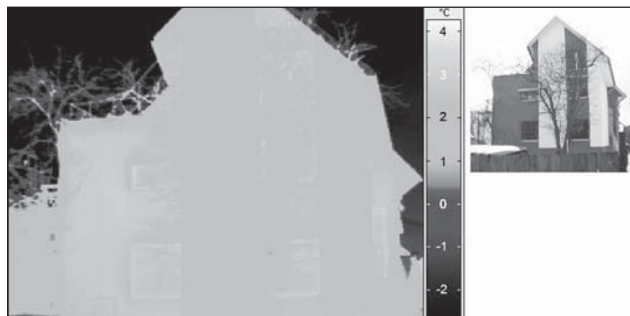
то можна побачити, що утеплювачі характеризуються як мінімум в 10 разів меншою теплопровідністю, ніж будь-який конструктивний матеріал, включаючи навіть дерево. Тобто, будуючи одношарову стіну (як усюди рекламують постачальники цих матеріалів: “тепла стіна в 2,5 цеглини”, або ж з “дуже теплої піноблоку”, або “найекологічніший, теплий і живий будинок з дерев’яного бруса”), потрібно розуміти, що будинок ніколи не буде по-справжньому теплим або, правильніше сказати, дійсно енергозберігаючим. Адже шар утеплювача лише в 5 см вже має кращі теплоізолювальні властивості, ніж у 10 разів товща стіна: 50 см цегли (у дві цеглини) або будь-якого іншого конструктивного матеріалу.

Ідеально правильна (тепла) стіна завжди буде двошаровою і складатиметься з конструктивного (бажано масивного) шару і утеплювального (легкого).

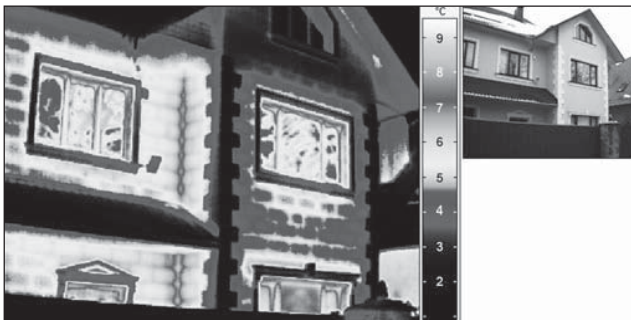
Конструктивний шар повинен бути масивним, тому що лише масивні конструкції мають акумулювальні властивості, до того ж тільки масивна стіна може запобігти втраті тепла будівлею шляхом випромінювання.

Наносячи на масивну конструкцію утеплювач зовні, ми, перше, захищаємо саму конструкцію несучої стіни від старіння і руйнування внаслідок безпосереднього зовнішнього середовища, по-друге, ми запобігаємо тепловтратам з будівлі шляхом теплопередачі.

При підборі ж утеплювача для зовнішньої теплоізоляції будівлі, слід також приділяти особливу увагу, крім теплозахисних характеристик, ще й параметрам вологостійкості й паропроникності матеріалу. З усіх відомих на сьогодні утеплювачів найвища паропроникність — у мінеральної вати (0,5 Мг/(м·год·Па),



Термографічне фото першого пасивного будинку в Києві (арх.Т.Ернст) з двошаровою конструкцією стіни (суцільне якісне зовнішнє утеплення спіненим склом, без містків тепла)



Термографічне фото звичайної будівлі з піноблоків – одношарова конструкція стіни (наочно видно містки тіла в кутках та швах між піноблоками)

дещо нижча — у пінопласту (0,25 Мг/(м·год·Па), набагато менша — у екструдованого пінополістиролу (0,01 Мг/(м·год·Па), який мав фактично закриті пори, а повністю відсутня — тільки у піноскла (0,00 Мг/(м·год·Па), оскільки скляні закриті комірочки повітря взагалі не можуть пропускати вологу.

Отже, підбираючи матеріал для утеплення будинку, слід враховувати, що в паропроникних матеріалах з часом накопичується дуже велика кількість вологи, що призводить до значного — до 99% — зниження їх опору теплопередачі (адже вода — найкращий теплопровідник!). Так, в Європі зараз намітилася тенденція до демонтажу всього мінераловатного й полімерного утеплювача, нанесеного на стіни в 80-90-і роки минулого століття і повністю промоклого за ці роки. В деяких випадках катастрофічне намокання утеплювача навіть стало причиною обвалу або загрози обвалу сильно намоклих і через це важких конструкцій перекриттів, як це сталося в будівлі олімпійського басейну в Люксембурзі (1982 року будівництва). Регулярний моніторинг роботи теплоізоляційного шару показав повну втрату теплозахисних характеристик мінеральної вати, яка утеплювала дах, вже через кілька років експлуатації будівлі. А невдовзі небезпечно збільшення навантажень на несучі конструкції через накопичену в них воду стало загрозувати стабільності будівлі. Тому в 2002 році проведено повний демонтаж існуючого утеплювача, який замінили на цілком парозакрите піноскло.

Коефіцієнт теплопровідності будь-якого утеплювача тим менший, чим більше в його складі повітря, що є найкращим ізолятором. Як вже зрозуміло з вищезазначеного, утеплювачі поділяються на такі, що мають відкриті або закриті повітряні комірочки (паропроникні та паронепроникні). Утеплювачі з відкритими повітряними комірочками слід або ж якісно “одягати” (з двох сторін) у паробар’єр (що часто дуже складно виконати на практиці), або ж розміщати тільки в тих місцях, де забезпечується їх постійна вентиляція (наприклад на вентфасаді).

При виборі утеплювача потрібно враховувати, крім теплопровідності та паропроникності, ще й термін служби теплозахисту. Є утеплювачі з терміном служби до чотирьох-шести років, наприклад пінопласт; є більш довговічні, з терміном служби до двадцяти-сорока років: базальтне волокно або мінеральна вата (тільки при правильному нанесенні!), екструдований пінополістирол, пінозол, очеретяні мати, ековата, пробка; є вічний утеплювач, тобто з необмеженим терміном служби, — тільки спінене скло.

Утеплювачі також поділяють на шкідливі для здоров'я людини (як при виробництві, так і при експлуатації) та безпечні. Так, скловата старого зразка (до 2002 р.) є небезпечним утеплювачем (забороненим до використання в Європі), оскільки її дрібні волокна дуже легко б'ються, відламуються і, потрапляю-

ючи в легені людини, викликають різні захворювання, в тому числі астму, ракові патології, алергії тощо. Пінопласт та пінозол, під час їх виготовлення і якийсь час після, виділяють в атмосферу шкідливі смоли (часто на формальдегідній основі), що також небезпечно для здоров'я людини.

Дуже важливо використовувати утеплювачі суворо за призначенням і строго у передбачених для цього конструктивних схемах. Адже кожен з них має свою сферу застосування, де він працює найефективніше.

Утеплювачі можуть бути органічного та неорганічного походження. Розглянемо їх окремо.

До органічних теплоізоляційних матеріалів відносяться тирса, повсть, очерет і ековата. Тирса і стружка використовуються для утеплення і шумозахисту насамперед перекриттів. Їх застосовують у сухому вигляді з просоченням в конструкції вапном, гіпсом або цементом.

Дерев'яні конструкції (в основному зруби) утеплюють будівельною повстю, яка виготовляється із грубої вовни. Випускають повсть у вигляді просочених антисептиком полотнищ завдовжки 1000-2000 мм, шириною 500-2000 мм і товщиною 10-12 мм.

Очеретяні плити (400-500 грн/м³) також використовуються для утеплення дерев'яних зрубів. Вони випускаються товщиною від 30 до 100 мм (дротове скріплення рядів пресованого очерету через кожні 10-15 см).

Ековата, або целюлозний утеплювач (200-800 грн/м³) використовується в перекриттях, в стінах і дахах як утеплювач, а також як шумозахисна ізоляція в міжкімнатних перегородках. Целюлозний утеплювач наносять на горизонтальні, вертикальні або похилі (між кроквами) поверхні за допомогою спеціального видувного устаткування. Існує два методи нанесення: вологе і сухе напilenня. В будь-якому випадку ізоляційний шар виходить цілісним, безшовним — в цьому його істотна перевага. Покриття з цього матеріалу повністю заповнює всі порожечки, утворюючи цілісну поверхню.

Ековата складається на 80% з обробленої целюлози (деревне волокно), на 12% — з антипіренів (борна кислота), що підвищує вогнестійкість матеріалу, і на 8% — з антисептика (бура), завдяки якому матеріал не “смакує” гризунам, в ньому не живуть комахи і не заводяться грибки. Всі складові матеріалу є нетоксичними, нелеткими, нешкідливими для людини природними компонентами. Завдяки тонковолокнистої структурі ековата характеризується низькою повітропроникністю і доброю ізолювальною здатністю.

До неорганічних теплоізоляційних матеріалів відносяться мінеральна і скловата, піноскло і всі пінополістироли.



Утеплення першого пасивного будинку в Києві (арх.Т.Ернст) спіненим склом під фундаментною подушкою



Утеплення цегляних стін першого пасивного будинку в Києві (арх.Т.Ернст) спіненим склом

Універсальним, найякіснішим і довговічним утеплювачем є піноскло (2200-2700 грн/м³). Його можна використовувати для зовнішнього утеплення практично будь-яких конструкцій. Для плоского даху, терас, цоколя, фундаменту і всієї підземної частини будівлі спінене скло підійде якнайкраще, оскільки воно відзначається високою механічною стійкістю, міцністю на стиск, цілковитою вологостійкістю, паронепроникністю і максимальною довговічністю. На шар піноскла можна поставити навіть цілий будинок, якісно утеплити таким чином весь фундамент.

Піноскло — пористий легкий матеріал, чорного кольору, отримуваний шляхом спікання суміші скляного порошку з газоутворювачами (вапняком, кам'яним вугіллям). Кульки повітря в цьому матеріалі нібито "запечатані" в маленькі закриті скляні комірки, що надає цьому матеріалу незаперечної першості. Якісне піноскло має дуже дрібні закриті пори однакового розміру.

Якщо ціна піноскла не закладена в бюджеті, то для утеплення тих же конструкцій можна застосувати і дешевшу альтернативу: екструдований пінополістирол або XPS (860-1000 грн/м³), який також є стійким, майже паронепроникним матеріалом, причому відзначається дуже незначною вагою. Екструдований пінополістирол — довговічний (до 50 років) і міцний, не піддається біологічному розкладанню, плити мають малу масу і зручні в установці: їх можна клеїти до будь-якої основи. Матеріал характеризується закритою пористою структурою, високою стійкістю до деформації стиску, тому може використовуватися для утеплення поверхонь, що несуть навантаження. До недоліків екструдованого пінополістиролу відносять його здатність руйнуватися при контакті з деякими хімічними речовинами (часто гідроізоляцією на бітумній основі) і горючість, хоча матеріал має властивість до самозагасання.

Пінополістирол (300-600 грн/м³) — дешевша і менш довговічна (до 15 років) альтернатива XPS. У фасадних системах мокрого типу (утеплювач + штукатурка) також доцільніше застосовувати найбільш довговічний і стійкий утеплювач: піноскло. Проте можна скористатися і пінополістиролом, бажано екструдованим (у нього термін служби буде набагато довшим!). Слід знати, що під тривалим впливом сонячних променів (наприклад на південному фасаді) пінополістирол може деформуватися, що призводить до розкриття швів, а надалі — й до утворення тріщин у штукатурці фасаду. Розміщуючи пінополістирол на південних фасадах, потрібно усвідомлювати, що під постійною дією сонячних променів (і високих температур)

він швидше руйнуватиметься, порушуючи гомогенність утеплення фасаду.

Екструдований пінополістирол доцільніше використовувати там, де він не піддаватиметься впливу прямих променів сонця, наприклад для теплоізоляції похилих покрівель. В цьому випадку утеплити покрівлю можна не тільки поміж, а й по кроквах, що конструктивно буде більш правильним рішенням, оскільки воно виключатиме містки тепла.

Якщо будівельники зобов'язуються забезпечити максимально якісне виготовлення паро бар'єра (тільки за такої умови!), можна в скатних покрівлях використовувати і дешевший, але паропроникний утеплювач — базальтове волокно (мінеральну вату). Але при цьому не слід забувати про необхідність якісного провітрювання цього утеплювача із зовнішнього боку, тобто під покриттям даху (під черепицею, шифером, профнастилом або будь-яким іншим матеріалом) і паровідкритим гідробар'єром. Потрібно завжди залишати зазор для забезпечення природного провітрювання плит мінвати.

Для навісних вентиляваних фасадів можна використовувати як утеплювач також найдешевший матеріал — мінвату (200 грн/м³). Цей волокнистий теплоізоляційний матеріал (діаметр волокна 5-12 мкм) отримують з неорганічної сировини — розплавленої маси гірських порід базальтової групи або шлаків з наступним додаванням органічного з'єднувального компоненту. Для мінеральної вати вентиляований фасад — це найоптимальніший варіант, що зумовлено її повністю відкритими комірками і дуже високою паропроникністю. Використовуючи мінеральну вату, слід обов'язково влаштовувати паробар'єр з внутрішнього боку будівлі, щоб вата не насичувалася вологою зсередини будинку. Краще застосовувати щільні марки вати — зі щільністю від 30 до 150 кг/м³.

Мінеральну вату часто плутають зі скловатою (100-150 грн/м³), волокно якої отримується таким же способом розпилення, але із розплавленого скла. Скловолокно має набагато менший діаметр і є більш крихким. Скловата, яка випускалася в Європі до 2002 року, була шкідливою для здоров'я, оскільки дрібні часточки скла могли відщеплюватися й потрапляти в дихальні шляхи людини, викликаючи рак легень, алергії і астму, тому ці часточки не підлягають розкладанню. Особливо небезпечним було скловолокно усередині приміщень. В останні роки



Утеплення стін з газоблоку пасивного будинку в Чернігові (арх.Т.Ернст) спіненим склом



Утеплення даху першого пасивного будинку в Києві (арх.Т.Ернст) екструдованим пінополістиролом (між стропилами і по стропилах)

розроблено нове покоління скло-і мінерального волокна. За всіма європейськими нормами його частинки тепер повинні розкладатися в тілі людини протягом максимум 40 днів. Таким чином виробники цього матеріалу гарантують, що небезпеки захворювання на рак легенів матеріал не створює. Купуючи його, треба переконається, що він виготовлений в Європі і в останні роки. Проте і зараз найдрібніші частинки цих волокон, потрапляючи на шкіру, в очі або дихальні шляхи, можуть викликати астматичні явища, алергії або свербіж. Тому рекомендується додатково просочувати клеєм місця, в яких ріжуться (при укладанні) волокно, щоб порізані частинки не потрапляли в повітря приміщень.

У нас часто також як утеплювач використовують пінопласт (100-150 грн/м³), хоча це взагалі не теплоізоляційний матеріал (а пакувальний). Його взагалі не рекомендується використовувати для утеплення будівель, оскільки він схильний до швидкого старіння і деструкції: відкриті комірки зумовлюють його намокання в закритих системах, у вентиляованих фасадах; його поїдають різні гризуни, а пряме потраплення сонячних променів або сильне нагрівання на південних фасадах викликають повне руйнування структури цього матеріалу. Таким чином термін служби пінопласту як утеплювача не перевищує п'яти років.

Піноізол або рідкий пінопласт (250-300 грн/м³) — це порівняно дешевий пористий полімерний матеріал білого кольору, який виготовляють за допомогою спеціальної установки безпосередньо на будівельному майданчику. Ним насамперед утеплюють порожнини каркасних конструкцій. Піноізол відноситься до нового покоління карбамідних теплоізоляційних пінопластів, відзначається високими теплоутримувальними властивостями, низькою об'ємною щільністю, стійкістю до дії мікроорганізмів і гризунів.

За зовнішнім виглядом і характеристиками піноізол є недорогим аналогом пінополістиролу. Його головна перевага полягає в тому, що він текучий, утворює безшовну поверхню, придатний до заливання у важкодоступні порожнини. Недоліком піноізолу є складність нанесення і велика кількість парів смол під час нанесення та висихання. Неприємний "хімічний" запах виділяється досить довго, тому проведення робіт можливе тільки в протига-

зі. Мешканці не повинні знаходитися в робочій зоні, доки теплоізоляція повністю не висохне і не полімеризується.

Термофол — це багатошаровий матеріал нового покоління, в якому застосовано принцип теплоізоляції за рахунок відбивного ефекту полірованої поверхні, нанесеної з одного або двох боків на шар спіненого поліетилену. Відбивна теплоізоляція є ефективним і екологічно чистим матеріалом, характеризується пароізоляційними і шумозахисними властивостями. Як правило, це не товста теплоізоляція (від 2 до 30 мм); застосовується перш за все в саунах, лазнях та інших дуже гарячих і мокрих приміщеннях, які потребують ефективного утримування високих температур.

Не слід утеплювати будівлі зсередини, тому що при такому способі точка роси переміщається всередину товщі стіни, що призводить до утворення конденсату на її внутрішній поверхні. Намокання ж стіни, своєю чергою, спричиняє утворення грибків і цвілі, а також зумовлює швидке старіння і руйнування самої несучої конструкції стін. В результаті зменшується термін служби всього будинку, до того ж атмосфера всередині будівлі стає шкідливою для людини.

У разі необхідності утеплити будинок-пам'ятку архітектури, де неможливо нанести теплоізоляційний шар зовні, можна для внутрішньої теплоізоляції стін застосовувати виключно один єдиний матеріал — плити силікат-кальцію. Цей матеріал виготовляється на основі мінеральних компонентів: оксиду кальцію і силіцію, цементу, целюлозного волокна високої якості, очищеного піску й води та утворюється з допомогою пари (як і пінобетон). В ньому немає азбесту або будь-яких інших отруйних чи канцерогенних речовин. Матеріал стійкий до вогню, до стиснення, зберігає стабільність розміри, відзначається тривалим терміном служби, стійкістю до впливу факторів навколишнього середовища, а найголовніше — придатний до застосування як внутрішня теплоізоляція без катастрофічних наслідків для здоров'я людей (тобто перешкоджає виникненню грибків та плісняви), оскільки характеризується дуже доброю здатністю поглинати надлишки вологи, "складувати" їх і віддавати назад у приміщення за необхідності.

Висновки

При виборі утеплювача слід звернути увагу на наступні показники:

- теплопровідність: чим менший коефіцієнт теплопровідності, тим кращі утеплювальні властивості матеріалу і тим меншою може бути товщина утеплювача;
- вологопоглинання: чим менший показник вологопоглинання, тим більша вологостійкість матеріалу і тим довговічнішим він буде;
- паропроникність: чим вологіша конструкція, тим менший її теплоопір, тому чим нижчий показник паропроникності, тим кращі теплоізоляційні властивості утеплювача і тим більший термін служби він матиме.
- вогнестійкість: чим вища вогнестійкість утеплювача, тим вища пожежобезпечність мешканців утепленого об'єкта
- довговічність: термін служби сучасних утеплювачів повинен бути не меншим за 15 років, а є і "вічні" утеплювачі.
- екологічність: безпека матеріалу для здоров'я людини — додатковий аргумент на користь утеплювача. Утеплювач у будь-якому разі не повинен виділяти жодних шкідливих речовин після завершення його виробництва, але бажано також і під час виробництва.
- вага: чим менша вага, тим дешевші кріплення і транспортування; при невеликій вазі немає потреби посилювати конструкції.