

ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ ОГЛЯД БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

В.А. Бакун, В.Є. Волкова Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Україна

Стаття присвячена одній з головних проблем для житлового будівництва в Україні, енергозбереженню. Так як недосконалість конструктивних рішень зовнішніх огорожувальних конструкцій є причиною великої витрати енергоресурсів, що інколи веде до величезних тепловтрат і досягає до 80% всіх тепловтрат будівлі. Тому рішення задач по підвищенню енергозбереження вкрай важливо на сьогоднішній день. Більш раціональному використанню енергії сприяють заходи щодо підвищення теплозахисту будинків отже ми вирішили розглянути різні будівельні матеріали за їх теплотехнічними властивостями і порівняти їх.

На сьогоднішній момент будівельні матеріали повинні відповідати багатьма показниками і забезпечувати економічну доцільність будівництва і подальшу експлуатацію будівлі. В даний час широке застосування в будівництві знайшли наступні види матеріалів: дерево, шлакоблок, газобетонні блоки, поризована цегла, мінеральна вата, пінополістирол, пустотіла глиняна цегла, пінобетон, керамзитобетон та інші. У даній статті розглянуті види та властивості деяких будівельних матеріалів та їх комбінацій, що набули широкого використання в будівництві.

Норми теплової ізоляції в Україні

З 2017 року набрав чинності новий нормативний документ «Теплова ізоляція будівель ДБН 2.6-31:2016» Виходячи з нововведень, територія України знаходиться тепер в двох кліматичних зонах, кожна з яких має погодні умови, характерні тільки для неї, а саме мінімальна та максимальна температура і різна вологість. Щоб самостійно і правильно розрахувати товщину утеплювача і несучих стін необхідно враховувати ці значення.

Уведений у дію з 01.05.2017 року ДБН В 2.6-31-2016 «Теплова ізоляція будівель» змінив підходи до визначення класу енергетичної ефективності будинку у порівнянні з ДБН В 2.6-31-2006. Він визначається вже не за питомими тепловитратами на опалення будинків, а за річною енергопотребою будівлі у опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні.

Ще однією принциповою відмінністю є застосування системного принципу проектування за вимогами до енергоефективності будівлі. Вимоги до опору теплопередачі елементів теплоізоляційної оболонки будівлі є альтернативними до системного принципу проектування огорожувальних конструкцій. При застосуванні системного принципу проектування за вимогами до енергоефективності будівлі вимоги до показників мінімально допустимої температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і наведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, вологісного режиму, повітропроникності огорожувальної конструкції, показників теплостійкості перевіряються обов'язково.

Опір теплопередачі

Одиниця: R ($m^2 \cdot K / W$). Для оцінки захисної конструкції з енергетичної точки зору є визначальним не те, яка кількість теплової енергії вона пропускає, а те наскільки великий її опір пропускання тепла

Чим більше опір теплопередачі конструкції, тим краще її теплоізолююча здатність

Якщо конструкція складається з декількох шарів, то опори теплопередачі окремих шарів можуть складатися

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на $3\text{ }^\circ\text{C}$ та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma pr} \geq R_{q \min} ,$$

$$\Delta t_{pr} \leq \Delta t_{cr} ,$$

τ в min > tmin

де $R_{\Sigma пр}$ - приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

$R_q \text{ min}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

$\Delta t_{пр}$ - температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

$\Delta t_{сг}$ - допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

τ в min - мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;

tmin - мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}C$.

Мінімально допустиме значення $R_q \text{ min}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будинків встановлюється згідно з табл. 1 залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається згідно з рис. 1.

Таблиця 1

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій промислових будинків ($R_q \text{ min}$)

№ по з.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_q \text{ min}$, $m^2 \cdot K/Вт$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ(Технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5

Мінімально допустиме значення $R_q \text{ min}$ опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій розраховується за формулою:

$$R = \sum \frac{\text{Товщина окремого шару}}{\text{Його коефіцієнт теплопровідності}}$$

$$R = \sum \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

де R - термічний опір i -го шару конструкції,

де d - товщина i -го шару конструкції, м;

λ - теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $Вт/(м \cdot K)$;

n - кількість шарів у конструкції за напрямком теплового потоку.



Рис. 1. Схема кліматичних зон України

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції дорівнює сумі термічних опорів шарів з однорідних матеріалів, що складають цю конструкцію.

Класифікація теплоізоляційних матеріалів

До теплоізоляційних відносяться матеріали, що застосовуються в будівництві житлових і промислових будівель, теплових агрегатів і трубопроводів з метою зменшення теплових втрат в навколишнє середовище. Теплоізоляційні матеріали характеризуються низькою теплопровідністю (коефіцієнт теплопровідності в межах $0,02-0,2 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$), високою пористістю (70-98%), незначною щільністю і міцністю (межа міцності при стисненні $0,05-2, 5 \text{ Н} / \text{м}^2$).

Використання теплоізоляційних матеріалів дозволяє зменшити товщину і масу стін та інших огорожувальних конструкцій, знизити витрату основних конструктивних матеріалів, зменшити транспортні витрати і, відповідно, знизити вартість будівництва. Поряд з цим при скороченні втрат тепла будівлями зменшується витрата палива на його обігрів. Багато теплоізоляційних матеріалів через високу пористість мають здатність поглинати звук, що дозволяє використовувати їх також в якості акустичних матеріалів для боротьби з шумом.

Теплоізоляційні матеріали та вироби класифікуються за:

- видом основної вихідної сировини (органічне, неорганічне);
- структурі (волокниста, зерниста, ячеїста, сипуча);
- змісту зв'язуючої речовини (що містять і не містять); протистоянню вогню (вогнетривкі, вогнестійкі, горючі);
- за формою і зовнішнім виглядом: плоскі (плити, мати, войлок); пухкі (вата, перліт); шнурові (шнури, джгути); фасонні (сегменти, циліндри, напівциліндри і ін.);
- щільності (особливо легкі, легкі, важкі);
- жорсткості (м'які, напівтверді, жорсткі, підвищеної жорсткості, тверді); теплопровідності (низьку теплопровідність, середньої теплопровідності, підвищеної теплопровідності).

За видом основної вихідної сировини теплоізоляційні матеріали діляться на 2 групи: органічні та неорганічні.

Органічні теплоізоляційні матеріали та вироби виробляють з різної рослинної сировини: відходів деревини (стружок, тирси), очерету, торфу, очосів льону, конопель, з вовни тварин, а також на основі полімерів. Органічні теплоізоляційні матеріали схильні до швидкого

загнивання, псування різними комахами і здатні до займання, тому їх попередньо піддають обробці. Оскільки використання органічних матеріалів як засипок малоефективно в силу неминучої осадки і здатності до загнивання, останні використовують в якості сировини для виготовлення плит. У плитах основний матеріал майже повністю захищений від зволоження, а отже, і від загнивання, крім того, в процесі виробництва плит його піддають обробці антисептиками і антипіренами, що підвищують його довговічність.

Серед великої різноманітності теплоізоляційних виробів з органічної сировини найбільший інтерес представляють плити деревоволокнисті, комишитові, фібролітові, торф'яні, пробкова теплоізоляція натуральна, а також теплоізоляційні пінопласти. Плити деревоволокнисті застосовують для тепло- і звукоізоляції огорожувальних конструкцій. Виготовляють їх з розушеної деревини або інших рослинних волокон: неділової деревини, відходів лісопереробної промисловості, багаття, соломи, очерету, бавовнику. Найбільшого поширення набули деревоволокнисті плити, одержувані з відходів деревини. Процес виробництва ізоляційних деревоволокнистих плит складається з наступних основних операцій: подрібнення і розлому деревної сировини, проклеювання волокнистої маси, формування і термічної обробки. Для збільшення вогнестійкості, деревоволокнисті плити просочують спеціальними вогнезахисними складами-антипіренами, а для додання водостійкості до складу волокнистої маси вводять парафінові, смоляні, масляні і інші емульсії.

До органічних теплоізоляційним виробів і матеріалів також відносяться: арболітові вироби, пінополівінілхлорид, пінополіуретан, піноізол теплоізоляційний, пінополістирол, поліетилен спінений, фіброліт, сотопласти і комірчасті пластмаси.

Сировиною для виробництва арболітових виробів служить портландцемент і органічні коротко-хвилясті компоненти (деревна тирса, січки соломи і очерету, подрібнена верстатна тріска або стружка), оброблені розчином мінералізатора.

Хімічні добавки для арболітових виробів - розчинне скло, сірчаноокислий глинозем, хлористий кальцій. У сучасному будівництві широке поширення отримав теплоізоляційний арболіт щільністю до 500 кг / м³ і конструкційно-ізоляційний арболіт щільністю до 700 кг / м³. Його теплопровідність - 0,08-0,12 Вт / (м · К), міцність при стисненні - 0,5-3,5 МПа, при згині - 0,4-1,0 МПа.

Буває пінополівінілхлорид еластичний і твердий. Твердий ППВХ є теплоізоляційним матеріалом з незначними коливаннями своїх характеристик у температурному режимі від +60 до -60 ° С.

Пінополіуретан - це результат хімічної реакції, яка відбувається при з'єднанні полієфіру, води, діізоціаніда, емульгаторів і каталізаторів. Існують два види ППУ - твердий і еластичний. Твердий ППУ використовується в широкому температурному діапазоні (від -50 до + 110 ° С), має високу механічну міцність, стійкий до хімічних і біологічних впливів, стійкий до зношування, легкий і економічний у обробці. З усіх матеріалів ППУ володіє найнижчою теплопровідністю - не більше 0,01 Вт / (м · К). Його максимальне водопоглинання - 2-5%.

Облицювання піноматеріалу конструкції (безрулонних покрівель) водостійкою алюмінієвою фольгою, плівкою та іншими покриттями сприяє запобіганню проникненню вологи. Завдяки своїй стійкості до впливу мікроорганізмів і грибкових утворень, матеріал не піддається гниттю і не розкладається.

Піноізол використовується в тепловій ізоляції як матеріал прокладки шару оберігають конструкцій, а також для утеплення підлог, стін, стель, дахів будівель, теплоізоляції трубопроводів (в формі м'якого або твердого покриття типу «шкаралупа»).

Для теплоізоляційного піноізолу характерні високі теплозахисні та звукоізоляційні характеристики. Плита піноізолу товщиною в 5 см з твердим зовнішнім покриттям відповідає за теплопровідністю 90-100 см цегляної кладки і поглинає до 95% звукових коливань.

Використання піноізолу товщиною в 10 см як утеплювача дозволяє в кілька разів знизити витрати на опалення в рамках одного опалювального сезону. Випускається теплоізоляційний піноізол в формі блоків і плит різних форм і розмірів. Може заповнювати заздалегідь підготовлені порожнини, де він полімеризується і висихає при нормальних умовах. До того ж

він не сприйнятливий до впливу агресивних середовищ, грибків, мікроорганізмів і органічних розчинників, не горючий, не утворює розплавів, а під впливом відкритого вогню не виділяє токсичних елементів. Є екологічно чистим матеріалом.

Пінополістирол (ППС) являє собою твердий пластик, вироблений з полістиролу з перетворювачем. Щільність ППС - до 25 кг / м³, має високу стійкість до стирання і низьким водопоглинанням, важкозаймистий але більш горючий в порівнянні з ПВХ. Один з його недоліків - велика усадка, яку можливо зменшити шляхом витримування матеріалу перед безпосереднім використанням.

ППС використовується в тришарових стінових панелях на гнучких зв'язках поряд з жорсткими мінераловатними плитами при теплоізоляції стін і покрівель.

Поліетилен спінений - матеріал із замкнутими порами. Його щільність становить 30 г / м³, теплопровідність - 0,04 Вт / (м · К). Допускається використання в температурному режимі від -45 до +100 ° С. Діаметр матеріалу - від 10 до 114 мм, товщина стінок ізоляції може бути 10, 15 і 20 мм, його довжина - 2 м.

Фіброліт є плитним матеріалом, отриманим з деревної вовни з додаванням неорганічного в'язучого речовини. Стружка завдовжки 200-500 мм, товщиною 0,3-0,5 мм і шириною 2-5 мм, виходить шляхом спеціальної обробки коротких колод ялини, липи або сосни на спеціальних верстатах. В якості в'язучого речовини використовують портландцемент і розчин мінералізатора (хлористого кальцію). Плити виробляються товщиною 25, 50, 75 і 100 мм. Їх теплопровідність становить 0,1-0,15 Вт / (м · К), щільність 300-500 кг / м³. Межа міцності фібролітових плит на вигині 0,4-1,2 МПа. Фіброліт легко піддається обробці, його можна свердлити, пиляти, забивати в нього цвяхи. Використовується в основному для теплоізоляції захисних конструкцій, зведення каркасних стін, перегородок, перекриттів в сухих умовах.

Сотопласти представляють собою матеріали, виготовлені методом склеювання між собою гофрованих листів паперу, бавовняної або скляної тканини, попередньо просоченої полімером. Теплоізоляційні якості сотопластів можна підвищити, заповнюючи осередку крихтою з міпори.

Ячеїсті пластмаси залежно від характеру пор підрозділяються на пінопласти - матеріали в основному з закритими порами у вигляді осередків, розділених тонкими перегородками, - і поропласти - пористі пластмаси зі сполученими порами.

Також виробляють і матеріали зі змішаною структурою.

У пористих пластмасах пори займають 90-98% загального обсягу матеріалу, на стінки доводиться всього лише 2-10%, що дозволяє ячеїстим пластмасам бути легкими і малотеплопровідними. Однією з особливостей теплопровідних пластмас є обмежена температуростійкість. Більшість з них горючі, тому необхідно передбачати заходи захисту пористих пластмас від безпосереднього впливу вогню.

Ячеїсті пластмаси водостійкі, не схильні до гниття, тверді поро- і пінопласти досить міцні, еластичні і гнучкі. Теплоізоляційний шар пінопласту завтовшки 5-6 см, що має щільність близько 2-3 кг / м³, еквівалентний шару 14-16 см з пористого бетону або мінеральної вати. Внаслідок цього маса 1 м² тришарової панелі, утепленої ячеїстою пластмасою, знижується на 20-50 кг. Ячеїсті пластмаси у вигляді шкаралуп і плит використовують для утеплення стін і покриттів, теплоізоляції трубопроводів при температурі до 60 ° С.

Пористі пластмаси легко пиляються, ріжуться звичайними способами, а також дротом, що нагрівається електричним струмом. Вони добре схоплюються з бетоном, металом, деревиною, азбоцементом тощо.

Неорганічні теплоізоляційні матеріали - це мінеральна вата і вироби з неї (серед останніх поширені мінераловатні плити - тверді і підвищеної жорсткості), легкі і ніздрюваті бетони (головним чином газобетон і пінобетон), піноскло, скляне волокно, вироби з спученого перліту і вермикуліту, теплоізоляційна кераміка, що містять азбест. Вироби з мінеральної вати отримують переробкою розплавів гірських порід або металургійних (головним чином доменних) шлаків в склоподібне волокно. Неорганічні теплоізоляційні матеріали, використовують в якості монтажних, виготовляють на основі азбесту (азбестовий картон,

папір, повсть), сумішей азбесту і мінеральних в'язучих речовин і на основі спучених гірських порід (вермикуліту, перліти). Для ізоляції промислового обладнання і установок, що працюють при температурах вище 1000 ° С (наприклад, печей, топків, котлів і т.д.), застосовують так звані легкі вогнеупори, що виготовляються з вогнетривких глин або високовогнетривких оксидів у вигляді штучних виробів (цегли, блоків різного профілю).

Існує група матеріалів, виготовлених з суміші органічного та неорганічного сировини (фіброліт, вироби з мінеральної вати на синтетичному сполучному, високопористі пластмаси, наповнені спученого перліту, легким керамзитом і ін.). Їх не виділяють в особливу групу, так як в залежності від переважання неорганічної або органічної частини відносять до однієї з двох згаданих груп (наприклад, мінераловатні вироби на синтетичному або бітумному в'язучому відносять до неорганічних матеріалів, а фіброліт - до органічних).

За структурою теплоізоляційні матеріали класифікують на волокнисті (мінераловатні, скловолокнисті), зернисті (перлітові, вермикулітові), пористі (вироби з пористих бетонів, піноскло), сипучі.

За змістом сполучного речовини теплоізоляційні матеріали діляться на ті, що містять і не містять.

За вогнестійкістю теплоізоляційні матеріали поділяються на вогнетривкі, вогнестійкими, горючі.

За формою і зовнішнім виглядом розрізняють теплоізоляційні матеріали штучні жорсткі (плити, шкаралупи, сегменти, цеглу, циліндри) і гнучкі (мати, шнури, джгути), пухкі й сипучі (вата, перлітовий пісок, вермикуліт).

За щільністю теплоізоляційні матеріали ділять на матеріали середньої щільності в сухому стані - на групи і марки: I група - особливо легкі (ОЛ), що мають марки 15, 25, 35, 50, 75, 100; II група - легкі (Л) - 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350; III група - важкі (Т) - 400, 450, 500, 600.

Теплоізоляційні матеріали по жорсткості (відносній деформації) діляться на:

М'які (М) - відносний стиск понад 30% при питомому навантаженні 1,96 кН / м² (мінеральна і скляна вата, вата з каолінового і базальтового волокна, вата з супертонкого скловолокна, мати і плити м'які з мінерального волокна і штапельного скловолокна).

Напівжорсткі (П) - відносний стиск 6-30% при питомому навантаженні 1,96 кН / м² (плити напівтверді мінераловатні на синтетичному сполучному і з штапельного скловолокна на синтетичному сполучному).

Жорсткі (Ж) - відносний стиск до 6% при питомому навантаженні 1,96 кН / м² (плити жорсткі з мінеральної вати на синтетичному або бітумному сполучному).

Підвищеної жорсткості (ПЖ) - відносний стиск до 10% при питомому навантаженні 3,92 кН / м² (плити мінераловатні підвищеної жорсткості на синтетичному сполучному).

Тверді (Т) - відносний стиск до 10% при питомому навантаженні 9,8 кН / м².

За теплопровідності теплоізоляційні матеріали поділяються на класи:

А - низької теплопровідності до 0,06 Вт / (м · ° С);

Б - середньої теплопровідності - від 0,06 до 0,115 Вт / (м · ° С);

В - підвищеної теплопровідності - від 0,115 до 0,175 Вт / (м · ° С).

За призначенням теплоізоляційні матеріали бувають теплоізоляційно-будівельні (для утеплення будівельних конструкцій) і теплоізоляційно-монтажні (для теплової ізоляції промислового обладнання і трубопроводів).

Теплоізоляційні матеріали повинні бути біостійкими, тобто не наражатися на загнивання і псування комахами і гризунами, сухими, з малою гігроскопічністю так як при зволоженні їх теплопровідність значно підвищується, хімічно стійкими, а також володіти тепло- і вогнестійкістю.

Використання теплоізоляційних матеріалів при будівництві житлових і промислових будівель, теплових агрегатів і трубопроводів є дуже актуальним і перспективним в майбутньому.

Розглянувши табл. 2, можна помітити деяку закономірність. У природних матеріалів, таких

як сосна термічний опір залежить майже прямо пропорційно від товщини шару матеріалу, а в штучних матеріалах таких як мінеральна вата такої закономірності не спостерігається.

Таблиця 2

Термічний опір деяких поширених будівельних матеріалів.

Силікатна цегла

Товщина шару, м	Термічний опір шару, (м ² ·°C/Вт)
0,25	0,287
0,38	0,437
0,51	0,586

Сосна

Товщина шару, м	Термічний опір шару, (м ² ·°C/Вт)
0,10	0,555
0,12	0,666
0,15	0,833

Мінеральна вата (плита)

Товщина шару, м	Термічний опір шару, (м ² ·°C/Вт)
0,05	1,389
0,10	2,778
0,15	4,166

Пінополістирол

Товщина шару, м	Термічний опір шару, (м ² ·°C/Вт)
0,03	0,882
0,05	1,471
0,10	2,94

В нашій місцевості популярністю користується такий матеріал як пінополістирол. На рис. 2 приведено конструкцію стіни утепленої пінополістиролом, а саме кутовий вузол. Утепленню кутів будівлі потрібно надавати особливої уваги, так як площа тепловіддачі на куті ззовні більша за площу нагріву зсередини і в цьому місці з будівлі виходить теплової енергії більше ніж може поступити зсередини.

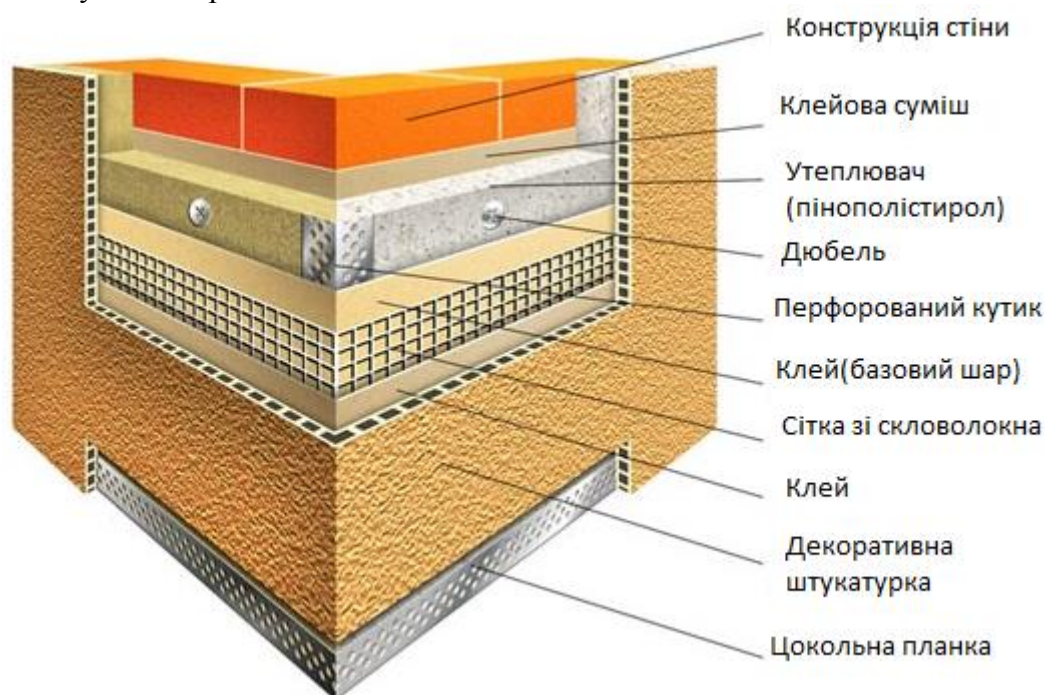


Рис. 2. Поширена у нашій місцевості конструкція утеплення будівлі

Теплотехнічний розрахунок

А зараз розглянемо розрахунок на тепловий опір панелі деяких комбінацій будівельних матеріалів та розглянемо як впливає порядок розміщення будівельних матеріалів на вихід точки роси.

Розглянемо на прикладі розрахунок товщини теплоізоляційного шару для будинку, що знаходиться в Дніпропетровській області, місто Дніпро

Температурна зона 1, мінімально допустиме значення коефіцієнта опору зовнішніх стін - 3,3. Стіна побудована з газобетону, її густина - 600 кг / м³, товщина 30 см, утеплена пінополістиролом товщиною 10 см ПСБС-25 по ГОСТ

У Таблиці теплопровідності будівельних матеріалів його показник (R) дорівнює 0.26 Вт / (м * К)

І пінополістирол товщиною 10 см щільністю ПСБС25 гості 15,5 кг / м³ 0,039 Вт / (м * К).

Проводимо обчислення, показник теплового опору R для шару пінопласту і газобетонної стіни, додаємо два отриманих значення і порівнюємо отримане до Таблиці 3 «Мінімального допустимого значення опору огорожувальної конструкції житлових та громадських споруд».

Маємо стіну з газоблоку товщиною 0,3 м, яку ділимо на коефіцієнт тепло провідність газобетону. В результаті отримуємо $R = 2,56 \text{ (м}^2 \cdot \text{° C) / Вт}$.

У наступній дії розраховуємо R для пінопласту, товщина шару якого 0,1 м і ділимо на коефіцієнт теплопровідності пінопласту, що дорівнює 0,039 Вт / (м * К). Наш результат - $R = 2,56 \text{ (м}^2 \cdot \text{° C) / Вт}$.

Далі потрібно скласти отримані величини R для пінопласту і газобетону, як підсумок маємо значення $R = 3,71 \text{ (м}^2 \cdot \text{° C) / Вт}$, можемо порівняти його з необхідним верхній таблиці. Для будинку в Дніпропетровській області воно дорівнює 3,3 згідно ДБН А.2.6-31:16.

Товщина теплоізоляції для фасаду будинку повинна бути не менше 10 см. У особливих випадках її можна зробити до 15 см, але потрібно враховувати дані теплопровідності матеріалу для утеплювача і зовнішньої стіни. Не варто забувати, що R може змінюватися, це залежить від технічних умов виробників, від особливостей використовуваних матеріалів.

А тепер розглянемо як впливає розміщення утеплювача на положення точки роси. Зазвичай у технічній літературі під терміном точка роси приймається така температура середовища, при якій вода, що знаходиться в повітрі, спостерігається перетворення з газу в рідину. Тобто утворюється конденсат.

Положення цієї точки визначається за двома показниками, а саме вологістю і температурою. Температура конденсату (точка роси) на теплоізоляційному шарі впливає на те, чи буде стіна мокрою або сухою всередині.

Місцезнаходження точки роси залежить від декількох факторів: товщини і щільності утеплюють всіх шарів фасаду; температура повітря в приміщенні; температура повітря на вулиці; вологість всередині приміщення; вологість на вулиці.

Для початку слід розібратися з усілякими місцезнаходження точки роси в стеновом пирозі: в стіні з зовнішнім утеплювачем; в стіні з внутрішнім утепленням.

У кожному варіанті, розглянемо результат такого місцезнаходження показника точки роси

Якщо утеплювач узятий потрібної з теплотехнічного розрахунку товщини, то положення точки роси - всередині утеплювача. Це правильне положення точки роси. Стіна в цьому варіанті суха.

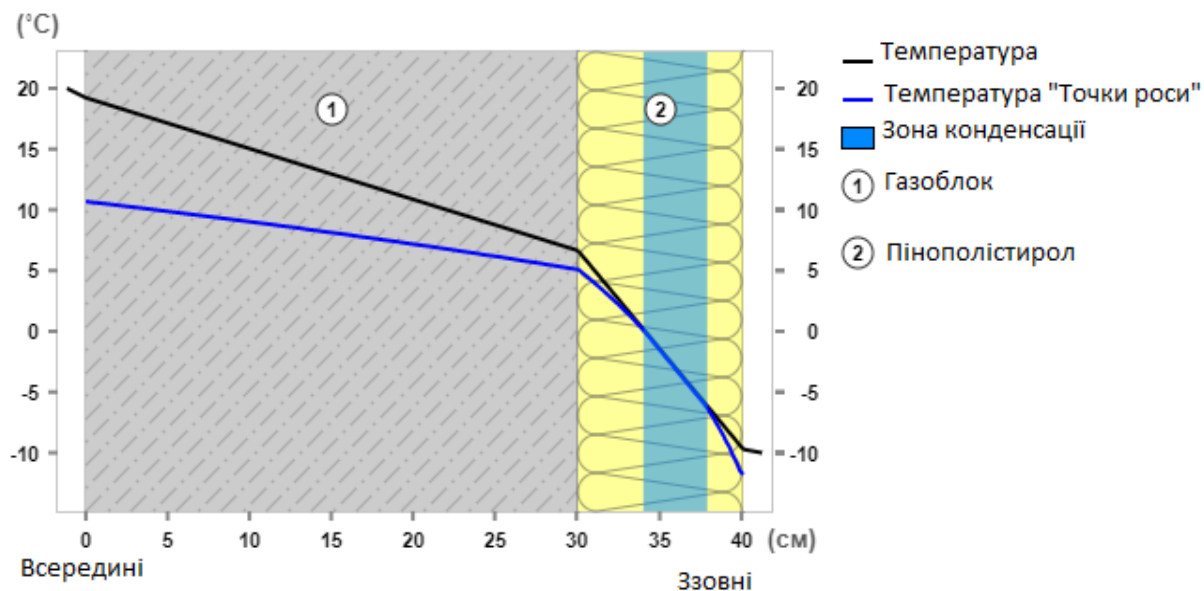


Рис. 3. Крива виходу «точки роси» при розміщенні тепловача ззовні огорожувальної конструкції

Коли ми утеплюємо стіну зсередини, ми її як би «відгороджуємо» від кімнатного тепла. Тим самим, ми зрушуємо положення точки роси всередину приміщення і знижуємо температуру самої стіни під утеплювачем. Тобто і точка роси (температура) і її положення стають такими, при яких утворення конденсату більш імовірно.

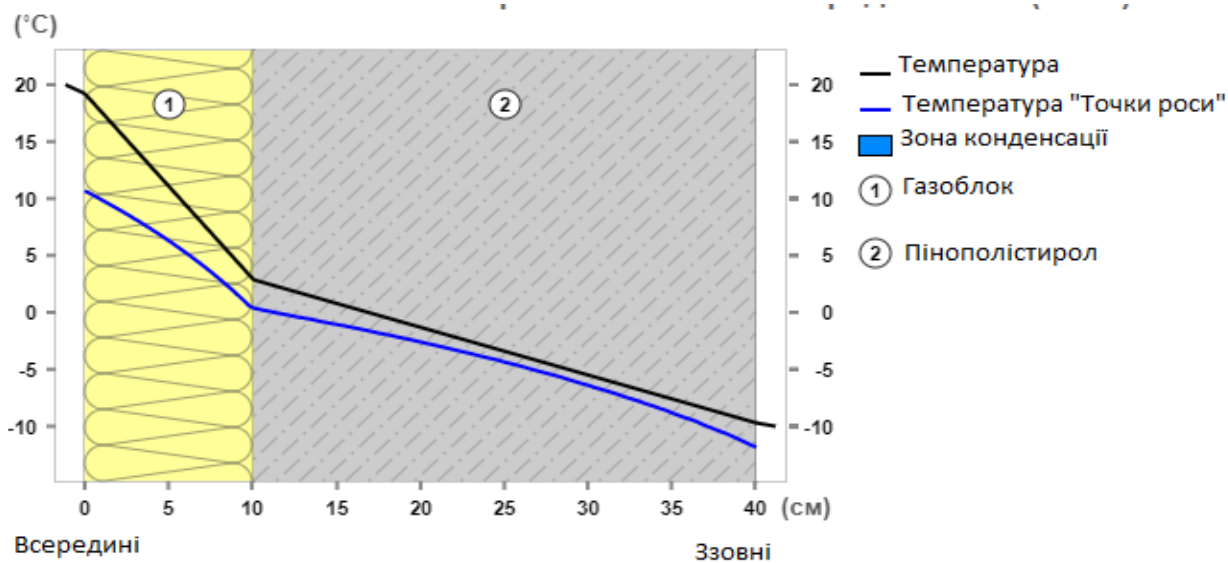


Рис. 4. Крива виходу «точки роси» при розміщенні тепловача зсередини огорожувальної конструкції

Розташування точки роси на внутрішній поверхні стіни, під утеплювачем.

Стіна в цьому випадку замокає під утеплювачем весь зимовий період.

У свою чергу, точка роси (температура) залежить від: вологості в приміщенні і температури в приміщенні. А вологість в приміщенні залежить від:

Режиму проживання (постійно або тимчасово);

Вентиляції (і припливу, і витяжки, чи достатньо їх за розрахунком).

А температура в приміщенні залежить від: якості роботи опалення; ступеня утеплення інших конструкцій будинку \ квартири, крім стін (стелі \ даху, вікон, підлоги).

Тепер, якщо зібрати всі фактори впливу на точку роси і положення точки роси, ми отримаємо список факторів впливу, які треба брати до уваги при вирішенні питання «можна чи не можна в конкретній ситуації утеплити зсередини конкретну стіну». Ось такий список

цих факторів: режиму проживання в приміщенні (постійно або тимчасово); вентиляції (і припливу, і витяжки, чи достатньо їх за розрахунком); якості роботи опалення в приміщенні; ступеня утеплення інших конструкцій будинку \ квартири, крім стін (стелі \ даху, вікон, підлоги); товщина і матеріал всіх верств стіни; температури всередині приміщення; вологості всередині приміщення; температури зовні приміщення; вологості зовні приміщення; кліматичної зони; що знаходиться за стіною, вулиця чи інше приміщення (його режим експлуатації).

Стає ясно, що двох однакових ситуацій з утеплення зсередини може і не бути. Подивимося, як (приблизно, без конкретики) виглядає ситуація, коли утеплення зсередини можливо: приміщення постійного проживання, вентиляція виконана згідно з нормою (для цього приміщення), опалення працює добре, і виконано згідно з нормою, інші конструкції утеплені згідно з нормою, стіна, яку планується утеплити, - товста, і досить тепла. За розрахунком для неї додаткового утеплення, його не повинно бути більш 50мм (пінопласт, вата, ЕППС). За опору теплопередачі стіна «не дотягує» до норми 30 і менше%.

Якщо зовсім спростити, то виходить так: чим тепліше регіон, чим краще опалення та вентиляція, чим товще і тепліше стіна, тим більше ймовірно, що утеплити зсередини можна. Зрозуміло, що в кожному конкретному випадку потрібно розглядати свої «вхідні дані» і тоді приймати рішення.

Список літератури

1. Монастырев П.В. Нормирование теплозащиты стен зданий // Жилищ, стр-во,- 1998.- № 7,- С. 9-10: ил.
2. Халиков Д.А. Классификация теплоизоляционных материалов по функциональному назначению // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-6. – С. 1287-1291
3. http://www.muratordom.com.ua/glavnaya-stranitsa/novosti-rynka/usilenie-trebovanij-k-energoeffektivnosti-zdanij,275_27249.html
4. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель»
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель»
6. <http://lutsk-ntu.com.ua/uk/news>