

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет
ім. О. Довженка

Факультет технологічної та професійної освіти
Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Визначення необхідності застосування ефективних
матеріалів для огорожувальних конструктивних елементів
будинків з методикою викладання теми»**

Спеціальність: *015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)*
ОП «Професійна освіта (Будівництво)»
Освітній ступінь: “*Магістр*”

Виконавець:

Нанка Сергій Миколайович
магістрант 62 М-Пр(б) групи

Науковий керівник:

к.п.н., доц. **Бондаренко М.І.**

Дата захисту: 24 лютого 2024 р.

Оцінка: _____

Підпис членів комісії:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ГЛУХІВ 2024

Зміст

Вступ	3
Розділ I. Аналітична частина	
1.1 Причини доцільності утеплення фасадів будівель.....	8
1.2 Основні показники енергоефективності будівельних матеріалів та конструкцій.....	14
1.3 Основи положення нормативно–правової бази, що відображають сучасні вимоги до термомодернізації будівель.....	23
Висновки до розділу I	30
Розділ II. Конструктивно-технологічна частина	
2.1 Вплив теплофізичних властивостей матеріалів огорожувальних конструкцій на енергетичні характеристики будівель та їх окремих конструктивних елементів.....	32
2.2 Визначення найбільш енергоефективних будівельних матеріалів і виробів для огорожувальних конструкцій.....	44
2.3 Матеріали та вироби для утеплення основних конструктивних елементів будинків.....	53
Висновки до розділу II	70
Розділ III. Методична частина	
3.1 Методична розробка відкритого уроку.....	72
3.2 Методична розробка уроку на тему: «Передові системи термоізоляції будівель і споруд».....	82
3.3 Методична розробка «Визначення рівня засвоєння начального матеріалу» на прикладі матеріалів магістерської роботи.....	97
Висновки до розділу III	106
Список використаних джерел	108

Вступ

Від теплофізичних властивостей огорожувачих конструкцій залежить кількість теплоти, що втрачається будинком у холодну пору року і входить до нього в теплу пору року. Це, в свою чергу, визначає навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, їхню вартість, впливає на сталість температурного режиму в приміщеннях. Зведення до нормативних показників теплозахисних якостей огорожувальних конструкцій дає значний ефект в економії енергетичних ресурсів, що йдуть на опалення будинків. Проте, це досягається лише в тому разі, якщо впроваджуються зовсім нові конструктивні й технологічні рішення зовнішніх стін, які пристосовані не тільки до кліматичних умов, а й до будівельної бази.

У всіх розвинених країнах енергозбереження та енергетична ефективність є важливими завданнями і основою економічного розвитку. Зарубіжні країни вже досить давно займаються цим питанням, розробляючи і впроваджуючи енергозберігаючі технології.

Для більш ефективного вирішення існуючих проблем деякі країни впроваджують енергозбереження комплексно. Також, в країнах Європейського Союзу держава підтримує субсидіями і пільгами інвесторів, які вкладають кошти в енергоефективність та енергозбереження. Екологічний ефект від енергозбереження також є значним в сучасному світі.

В європейських країнах і США поширюється будівництво «пасивних» будинків з низьким споживанням теплової та електричної енергії, використовуючи сучасні інженерні рішення і технології. В скандинавських країнах будівельні норми і стандарти, що враховують енергозбереження та енергетичну ефективність, були розроблені і затверджені раніше інших країн.

Сьогодні Україна є прикладом того, що наша держава є однією з найбільш енергоспоживаючих країн в світі. Заощадження енергії і поліпшення енергетичної ефективності вважається одним з стратегічно важливих напрямків розвитку економіки народного господарства. Впродовж останніх кількох років з боку уряду України приділяється підвищена увага розвитку енергетичної ефективності: розробляються і приймаються різні

державні програми, закони, нормативні та правові акти з метою зменшення обсягу споживаних енергетичних ресурсів.

Більшу частину комунальних витрат складають витрати на теплову енергію, з яких понад 60% є витрати на опалення будівель і споруд. Згідно з оцінкою Світового банку, існує можливість економії до 70 млрд. грн. в рік бюджетних коштів при реалізації наявного потенціалу заощадження енергії. Отже, при такій великій енергоемності поліпшення ефективності споживання теплової та електричної енергії є важливою і актуальним завданням, що вимагає продуманих рішень.

Зниження енергоспоживання будинків, що експлуатуються, може бути досягнуте шляхом підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій. Будівельні матеріали займають дуже важливе місце серед багатьох факторів, що визначають якість сучасного будівництва, архітектурну цінність будівель та споруд, їх техніко-економічні показники. Асортимент, якість та властивості виробів будівельної індустрії визначають безпосередній вплив на технічні та естетичні характеристики об'єкта.

Значний внесок у розвиток будівельного матеріалознавства внесли вчені В.А. Афанасьєв, Ю.І. Беляков, В.І. Большаков, С.М. Булгаков, П.П. Олійник, Б.В. Прикіна, Сивко, В.І.Торкатюк. У розробку теплофізичних властивостей матеріалів та основ їх виробництва вагомий внесок зробили праці О.М. Лівінського, М.В. Савицького, І.Г. Малюги, М. М. Ляміна, С.А. Ушацького, М.О. Белелюбского, Д.Ф. Гончаренка, О.О. Байкова та інших вчених.

Актуальність теми. Перед технологами і виробниками ставляться задачі, які охоплюють як економічні, так і еколого-технологічні аспекти виробництва та впровадження будівельних матеріалів. Вимоги до будівельної продукції, обумовлені інтересами споживачів, що враховують актуальні питання економічної доцільності і конкурентоздатності сучасних матеріалів і виробів, а також технологій їх застосування. Рішення даних питань ґрунтується на розробці і впровадженні ресурсозберігаючих технологій, що

забезпечують задані експлуатаційні властивості матеріалів високої надійності і довговічності.

Поліпшення теплофізичних показників будівництва в значній мірі залежить від рішення проблеми одержання і застосування матеріалу із заданими технологічними та експлуатаційними властивостями. З розвитком науково-технічного прогресу змінилися властивості та склад будівельних матеріалів і як наслідок способи та технології будівництва. Велике значення для здійснення капітального будівництва у відповідності до сучасних вимог має виробництво будівельних матеріалів із новими більш якісними теплофізичними властивостями. Технологи, інженери та вчені наполегливо працюють над удосконаленням існуючих будівельних матеріалів та виробів з більш високими теплотехнічними показниками. Досягти прогресу у цьому напрямку неможливо без аналізу властивостей вже існуючих будівельних матеріалів.

Глибокий аналіз та узагальнення проведених досліджень науковцями стану сучасного технічного рівня виробництва будівельних матеріалів, технологій їх використання, обумовлюють актуальність теоретичних досліджень у галузі будівельного комплексу України з метою визначення шляхів покращення його розвитку, дали змогу визначити тему магістерської роботи: **«Визначення необхідності застосування ефективних матеріалів для огороджувальних конструктивних елементів будинків з методикою викладання теми».**

Об'єкт дослідження: енергозберігаючі заходи в сучасному будівництві.

Предмет дослідження: шляхи використання енергозберігаючих матеріалів і технологій для огороджувальних конструкцій.

Метою магістерської роботи є теоретичне дослідження теплофізичних властивостей будівельних матеріалів та технологій їх застосування. Досягнення мети супроводжується розробкою методичної частини і впровадження у освітній процес отриманих результатів.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні задачі:

- дослідити причини та доцільності утеплення фасадів будівель;
- провести дослідження щодо визначення теплофізичних характеристик та властивостей новітніх будівельних матеріалів і виробів з урахуванням їх основних показників енергоефективності;

- визначити вплив теплофізичних властивостей матеріалів огорожувальних конструкцій на енергетичні характеристики будівель та їх окремих конструктивних елементів

- визначити найбільш енергоефективні будівельні матеріали і вироби для огорожувальних конструкцій;

- проаналізувати можливі технологічні аспекти утеплення конструктивних елементів будівель.

Методи досліджень. Комплексні дослідження включали традиційні методики за діючими нормативними документами для вивчення структурних, фізико-механічних, теплофізичних і експлуатаційних властивостей матеріалів, методи математичної статистики, наукові узагальнення та аналіз теоретичних та експериментальних даних, експериментально-теоретичний пошук та натурні дослідження. В роботі використані результати наукових досліджень провідних вчених та інженерів в будівельній галузі.

Наукова новизна одержаних результатів:

- досліджено причини та доцільності утеплення фасадів будівель;
- проаналізовано основні положення нормативно-правової бази, що відображають сучасні вимоги до термоізоляції будівель;

- визначено вплив теплофізичних властивостей матеріалів огорожувальних конструкцій на енергетичні характеристики будівель та їх окремих конструктивних елементів

- розроблено методику викладання теми при вивченні спецдисциплін та на уроках з професійно-практичної підготовки у закладах освіти будівельного профілю.

Практичне значення отриманих результатів:

- здійснено класифікацію новітніх утеплювальних будівельних матеріалів за певними ознаками, систематизовано їх групування з урахуванням їх властивостей;

- проведено визначення теплофізичних характеристик та властивостей сучасних будівельних матеріалів і виробів, що дає можливість використання узагальненої систематизованої інформації у будівництві та освітянській галузі;

- розроблені методичні матеріали по темі дослідження можуть бути використані у закладах освіти під час проведення лекційних і практичних занять, написанні курсових, дипломних та магістерських робіт.

Розділ I. Аналітична частина

1.1 Причини доцільності утеплення фасадів будівель

Загальноновизнано, що традиційна енергетика найбільше впливає на навколишнє середовище і спричиняє значні зміни клімату, наслідки якої стають все більш помітними в різних частинах планети. Звичайно, найбільша відповідальність полягає в енергоспоживанні промисловості, але житлово-комунальні послуги також швидко збільшують споживання природних ресурсів та шкідливих викидів в атмосферу.

Доцільність проведення дослідження базується на швидкому зростанні цін на енергоносії, що зробило проблему енергозбереження та енергоефективності актуальною та близькою кожному громадянину України. Особливо гострою проблемою це є для власників приватних будинків - зростання цін на газ все більше відбивається на сімейних бюджетах. У результаті з'являється попит на енергозберігаючі заходи, включаючи ізоляцію будівель. Однак, ізоляція виконана з порушенням спеціальних технологічних вимог, може призвести до сумних наслідків: від зниження комфорту життя в будинку до руйнування будинку.

Незалежно від типу житла, в якому ми живемо (приватний будинок чи квартира), усі ми в опалювальний сезон вмикаємо батареї та обігрівачі на повну, щоб відчувати такі необхідні в холодну пору тепло та комфорт. Однак, багато хто помічав, що хоч опалення увімкнено на максимум, в кімнаті все ще лишається холодно. Причиною цього є тепловтрати: через вікна, двері, дах, стіни будівлі (особливо в кутах) тепло «виходить» з квартири. Як результат, ви платите великі суми грошей в опалювальний сезон, однак не отримуєте бажаного тепла.

Доцільність утеплення

Захист фасаду будівлі теплоізоляційними матеріалами забезпечить збереження тепла саме всередині приміщення та мінімізує тепловтрати.

Продумана та правильно влаштована теплоізоляція здатна зекономити кошти на опалення.

У наш час ринок продуктів для теплоізоляції представлений матеріалами різної товщини, щільності та складу. Ми розглянемо утеплювачі, котрі найбільш часто використовуються у будівництві у наступних розділах нашого дослідження.

Сучасна цивілізація не може відмовитися від споживання енергії, тому єдиним виходом із цієї ситуації є її раціональне споживання. Сьогодні житлові будинки є величезними споживачами енергії, тому енергозбереження в будівництві стало дуже важливим. У контексті зростання цін на енергію, теплоізоляція є одним із рішень для підтримки тепла, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище та, в той же час, економії. При використанні того чи іншого ізоляційного матеріалу слід пам'ятати, що цей захід повинен бути ефективним та економічно обґрунтованим [4].

Для створення комфортних умов у приміщенні, а також для економії енергії та бюджету все більше використовується внутрішня та зовнішня теплоізоляція. При ізоляції будівлі, як зовні, так і зсередини, використовуються різні теплоізоляційні матеріали.

Надзвичайно важливими є питання взаємодії сучасної теплоізоляції з навколишнім середовищем (зовнішня ізоляція повинна бути захищена від несприятливого впливу дощу, снігу, сонячної радіації та інших атмосферних впливів), пошук матеріалів, які будуть відповідати екологічним вимогам та вимогам соціального комфорту.

Ізоляція є невід'ємною частиною сучасної енергії, тому її вибір і застосування є важливою проблемою, яка потребує вирішення. Питання збереження енергії є одним з пріоритетних напрямків у розвитку будівельної науки, технологій. Особливе місце у вирішенні даної проблеми мають зовнішні стіни будівель, дахи, вікна і двері, перекриття, теплові характеристики, яких не забезпечують необхідного рівня теплозахисту [3,с.9].

Енергозбереження – це реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, техніко-економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економічне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів [17].

Витік тепла відбувається через огорожувальні конструкції. Це горища, дахи, стелі, вікна та двері на входах, підвали. Велика кількість тепла проходить через вентиляцію. Крім того, самі стіни, більшості багатоквартирних будинків мають низький тепловий захист. Слід зазначити, що стіни виготовляються з різних матеріалів, тому вони мають різні властивості, в тому числі теплотехніку. Основною характеристикою цього є стійкість до теплопередачі. Взагалі, теплопередача показує, скільки тепла пройде через квадратний метр захисної структури при заданій різниці температур.

Енергозберігаючі рішення в будівлі в цілому можуть забезпечити скорочення втрат тепла на 55-60% [17]. Вважається, що 80% всієї енергії витрачається на "паливо" для нашої повсякденної діяльності: приготування їжі, освітлення, миття, нагрівання води, і понад 60% з них йдуть на опалення наших будинків. Тому утеплення є найважливішим пунктом енергозбереження.

Окрім природоохоронних міркувань, є й інші аргументи на користь вдосконалення стандартів утеплення, тобто:

- зниження споживання енергії;
- збереження здоров'я;
- покращення комфорту.

Дослідження показали, що енергія споживає до 25-40% від середнього доходу української родини. Кількість споживаної енергії для опалення, в основному, залежить від ізоляції будівлі. Чим краще ізоляція будівлі - тим менше споживання енергії. Зниження споживання енергії на опалення у домашніх умовах показує, що можна придбати менше деревини, вугілля, газу.

Інвестування в теплоізоляцію дасть можливість заощаджувати кошти щороку в довгостроковій перспективі та навіть збільшить економію, якщо врахувати заплановане підвищення цін на енергоносії в найближчі роки.

Зростання цін на паливо вже змусило більшість сімей відмовитися від центрального опалення та перейти на індивідуальні системи опалення. Такі системи для твердих видів палива (дрова, торф, кам'яне вугілля тощо), як правило, неефективні та порушують екологію приміщення, принаймні під час займання, а іноді й довше.

У той же час, утеплення робить приміщення теплішим та менш вологим, що значно покращує життєві умови та знижує ризик багатьох захворювань. Теплоізоляція будинку дає можливість не тільки заощаджувати енергію, але і підвищує комфорт, збільшуючи температуру повітря та стін, уникаючи притоку повітря ззовні, нагрівати більше кімнат взимку. Для більш переконливих доказів, розглянемо декілька практичних прикладів із нашого життя.

Приклад 1. Температура в приміщенні становить 19°C , температура зовнішньої стінки становить 12°C , температура, яку відчуває людина становить $15,5^{\circ}\text{C}$. Як наслідок, щоб відчути комфортну температуру 19°C потрібно нагріти повітря в приміщенні до 26°C , (рис. 1.2.1).

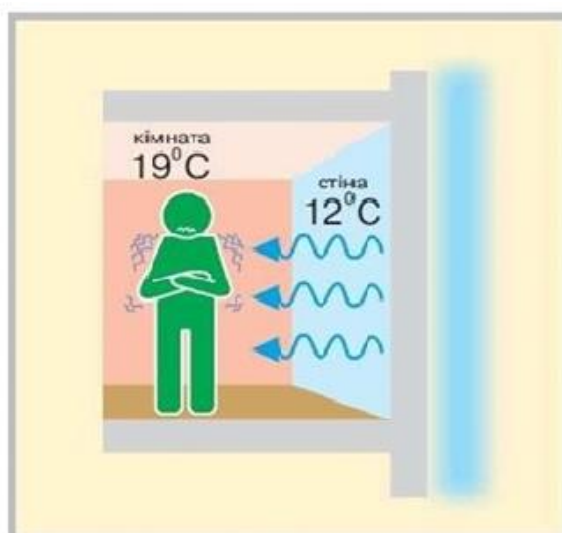


Рис. 1.2.1. Вплив температури в приміщенні та холодної стінки на комфорт

Температура, яку відчуває людина, залежить від теплообміну з навколишнім середовищем. Тому, навіть якщо повітря в приміщенні

нагрівається до 19°C , а стіни холодні, людина відчуває нижчу температуру і замерзає.

Приклад 2. Температура повітря в кімнаті становить 19°C , температура зовнішньої стінки становить 18°C , температура, яку відчуває людина - $18,5^{\circ}\text{C}$. Температура утепленої стінки вище, тому температури 19°C достатньо аби людина відчувала себе комфортно (рис. 1.2.2).

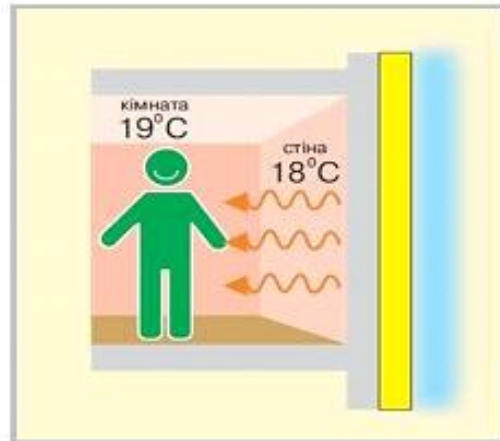


Рис. 1.2.2. Залежність комфортної температури в приміщенні від холодної стіни

Інші параметри комфорту - якість повітря, вологість, стабільність температури повітря, витрата повітря, зменшення залежності від енергії. Якщо у приміщенні приміщення не вистачає свіжого, збагаченого киснем повітря, то воно стає застарілим, перевантажене запахами та вуглекислим газом. Тому будинок повинен регулярно провітрюватися. У той же час вентиляція дозволяє позбутися вологи, яка разом із забрудненням становить небезпеку для здоров'я мешканців.

Занадто мокрий внутрішній режим повітря як правило є порушенням комфортності. Надмірна вологість впливає як на наші тіла, так і на наші будинки. Це змінює уявлення про температуру в теплі та холодні сезони. У дуже вологому приміщенні холодніше взимку і спекотніше влітку, тому що вода впливає на здатність потіти, яка є природною системою охолодження організму. Тривале зволоження може послабити термічну стійкість і структурні характеристики будівельних матеріалів. Деякі матеріали в

вологодому середовищі створюють сприятливе середовище для бактерій та грибків, які небезпечні для здоров'я мешканців.

Повітряні потоки збільшують теплопередачу через конвекцію. Чим більший потік, тим більше людей відчує холод. Віконна рама, через яку «виходить» тепле повітря взимку, це негативний приклад. Можливість перехресної вентиляції влітку – позитивна ознака. У неопалюваному будинку з неконтрольованою системою опалення температура часто змінюється, до того ж, температура в кожній точці будинку може бути різною. Обидва явища викликають дискомфорт.

Оскільки більшість споживачів не виробляють енергію самостійно і не володіють первинними енергетичними ресурсами, вони повинні купувати паливо (деревина, вугілля, торф) для опалення своїх будинків. Така ситуація робить споживача залежним від постачальника енергії та ринку. Якщо ціни зростають або паливо стає недоступним, споживач фінансово страждає.

Підводячи підсумок наших досліджень, можна узагальнити основні аргументи про необхідність проведення термоізоляції будівель.



5 причин утеплити фасад

Щоб мінімізувати витрати коштів на опалення упродовж довгих років потрібно знайти альтернативний варіант економії тепла у власному домі. Одним із найефективніших рішень теплозбереження — це утеплення фасаду. Фахівці запевняють, що існує безліч переваг на користь такого рішення, об'єднуючи які можна виділити 5 основних причин утеплити оселю.

1 Економічність

Як вже зауважувалось у вище сказаному, питання економії у наш час повстає чи не щодня, тому даний випадок не є виключенням. Аналізуючи та досліджуючи інтенсивність тепловтрати будинку без утеплення було встановлено, що саме через стіни відбувається найбільша втрата тепла, а отже — ваших коштів витрачених на нього.

Простіше кажучи, тепло, яке втрачається через стіни обігріватиме вулицю, а не будівлю. І не залежно від того, який вид палива ви використовуєте для опалення дому — економія коштів у такий спосіб є найефективнішою.

2 Оптимальний клімат вдома

Утеплений фасад дає змогу підтримувати комфортний та стабільний клімат вдома у будь-яку пору року, за рахунок збереження тепла взимку та теплонепроникність влітку.

3 Непроникність морозу

Завдяки утеплюючому матеріалу, будинку стануть не страшні низькі температури за вікном; мінеральна вата, пінополістирол та інші будівельні матеріали для теплоізоляції забезпечують морозостійкість для стін .

4 Відсутність грибка

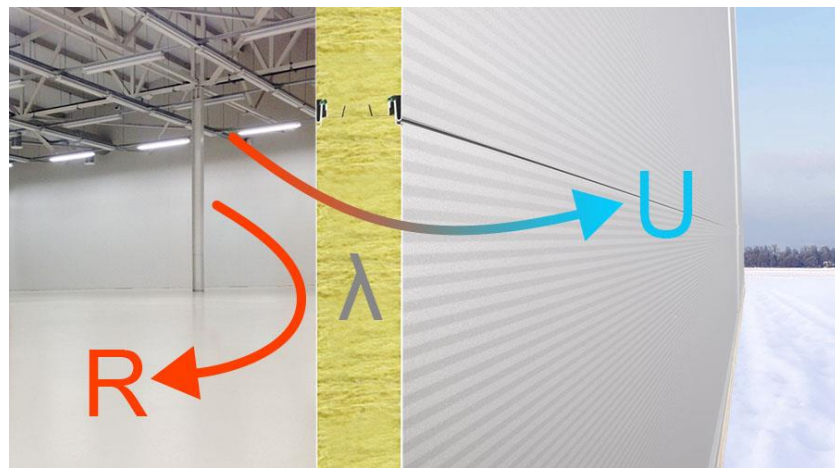
Це ще один вагомий плюс до рахунку на користь утеплення фасаду. У місцевостях з підвищеною вологістю не рідко на стінах з'являється грибок, який є шкідливим для здоров'я мешканців, та псує естетичний вигляд кімнати. Утеплення фасаду є відмінним рішенням у нейтралізації грибка.

5. Зміни вигляду фасаду

Внаслідок утеплення фасаду послідовно змінюється і його зовнішній вигляд. Такі зміни дозволяють вам підійти до оформлення фасаду з креативом, втілюючи сучасні дизайнерські ідеї. Тоді будинок буде створювати добробуд та позитивні емоції.

1.2 Основні показники енергоефективності будівельних матеріалів та конструкцій

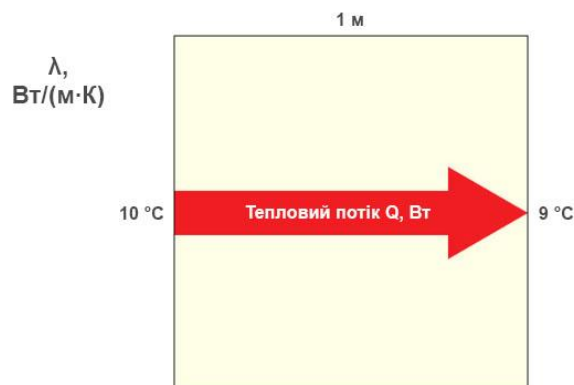
Теплотехнічні властивості будівельних матеріалів та конструкцій мають три найважливіші показники (λ , R та U), які впливають на енергоефективність будівель. Для вибору технології будівництва, яка найкраще відповідає сучасним вимогам до енергозбереження, необхідно розуміти відмінності між цими показниками і те, які властивості матеріалів та конструкції вони визначають.



Ці три параметри тісно пов'язані між собою. При цьому коефіцієнт теплопровідності λ є характеристикою матеріалу, в той час як опір теплопередачі R і коефіцієнт теплопередачі U залежать від λ та відносяться до властивостей будівельних конструкцій.

Теплопровідність – це здатність тіл проводити теплову енергію від більш нагрітих частин до менш нагрітих. Теплопровідність визначається кількістю теплоти, яка проходить за одиницю часу через одиницю товщини матеріалу.

Коефіцієнт теплопровідності λ – це міра, яка виражає здатність матеріалу товщиною 1 метр пропускати кількість теплоти в Джоулях за 1 секунду при різниці температур на протилежних поверхнях матеріалу 1 градус Кельвіна або Цельсія та вимірюється у $Вт/(м \cdot К)$.



У більшості випадків коефіцієнт теплопровідності λ визначається експериментально шляхом вимірювання теплового потоку і градієнта температур у досліджуваному матеріалі. Він залежить не лише від типу матеріалу, а й від температури, вологості, щільності та ін [50].

Усереднені показники λ для різних матеріалів

Матеріал	λ , Вт/(м·К)
Залізобетон	2,04
Керамічна цегла	0,75
Газобетон	0,23
Деревина	0,14
Мінеральна вата	3 0,04
Спінений полістирол (пінопласт)	7 0,03
Екструдований полістирол	2 0,03
Пінополіізоціанурат (PIR)	2 0,02

Матеріали з кращими теплоізоляційними властивостями мають нижчі значення коефіцієнту теплопровідності λ . Варто зазначити, що існує декілька

способів визначення λ , які дозволяють за різних умов для одного й того ж матеріалу отримувати різні значення Ω].

Порівняння коефіцієнтів теплопровідності λ для пінополізоціанурату (PIR) в стіновій конструкції з сендвіч-панелей товщиною 100 мм

Коефіцієнт теплопровідності	λ , Вт/(м·К)	R, (м ² ·К)/Вт	U, Вт/(м ² ·К)
λ_0 розрах	79	5,75	0,173
$\lambda_{10, 0}$ розрах	81	5,68	0,176
$\lambda_{25, 0}$ розрах	86	5,54	0,180
$\lambda_{25, A}$ експ	3	4,51	0,221
$\lambda_{25, A}$ еф експ	4	4,33	0,231
$\lambda_{25, B}$ експ	1	3,38	0,295
$\lambda_{10, A}$ декл	2	4,70	0,212
$\lambda_{25, B}$ розрах	0	2,66	0,375

Порівняння коефіцієнтів теплопровідності λ для мінеральної вати (W) в стіновій конструкції з сендвіч-панелей товщиною 150 мм

Коефіцієнт теплопровідності	λ , Вт/(м·К)	R, (м ² ·К)/Вт	U, Вт/(м ² ·К)
λ_0 розрах впоперек	0,03 17	4,89	0,204 5
λ_{10} , А розрах впоперек	0,03 37	4,61	0,216 9
λ_{25} , А експ впоперек	0,03 70	4,21	0,237 5
λ_{25} , А експ вздовж	0,03 80	4,11	0,243 3
λ_{25} , А експ вздовж	0,03 90	4,01	0,249 4
λ_{10} , Б експ вздовж	0,04 06	3,85	0,259 7
λ_{10} , А декл вздовж	0,04 30	3,64	0,274 7
λ_{25} , Б розрах вздовж	0,04 90	3,22	0,310 6

1. λ_0 розрах / λ_{10} , А розрах впоперек – мінімально можлива розрахункова теоретична PIR – в абсолютно сухому стані (вологість 0%) W – орієнтація волокон впоперек напрямку поширення теплового потоку, в абсолютно сухому стані (вологість 0%).

2. $\lambda_{10, 0 \text{ розрах}} / \lambda_{10, A \text{ розрах впоперек}}$ – для однієї сендвіч-панелі, розрахункова при 10 °С PIR – в абсолютно сухому стані (вологість 0%) W – орієнтація волокон впоперек напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації А (вологість до 0,5%)
3. $\lambda_{25, 0 \text{ розрах}} / \lambda_{25, A \text{ експ впоперек}}$ – для однієї сендвіч-панелі при 25 °С PIR – розрахункова в абсолютно сухому стані (вологість 0%) W – експериментальна, орієнтація волокон впоперек напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації А (вологість до 0,5%)
4. $\lambda_{25, A \text{ експ}} / \lambda_{25, A \text{ експ вздовж}}$ – для однієї сендвіч-панелі експериментальна при 25 °С PIR – режим експлуатації А (вологість до 2%) W – орієнтація волокон вздовж напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації А (вологість до 0,5%)
5. $\lambda_{25, A \text{ еф експ}} / \lambda_{25, A \text{ еф експ вздовж}}$ – ефективна, для стінової конструкції з сендвіч-панелей при 25 °С PIR – режим експлуатації А (вологість до 2%) W – орієнтація волокон вздовж напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації А (вологість до 0,5%)
6. $\lambda_{25, B \text{ експ}} / \lambda_{10, B \text{ експ вздовж}}$ – експериментальна, для стінової конструкції з сендвіч-панелей PIR – при 25 °С, режим експлуатації Б (вологість до 5%) W – при 10 °С, орієнтація волокон вздовж напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації Б (вологість до 1%)
7. $\lambda_{10, A \text{ декл}} / \lambda_{10, A \text{ декл вздовж}}$ – декларована (максимально можливий гірший результат), для стінової конструкції з сендвіч-панелей при 10 °С PIR – режим експлуатації А (вологість до 2%) W – орієнтація волокон вздовж напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації А (вологість до 0,5%)
8. $\lambda_{25, B \text{ розрах}} / \lambda_{25, B \text{ розрах вздовж}}$ – розрахункова, максимально можлива нормативна при 25 °С PIR – режим експлуатації Б (вологість 5%) W – орієнтація волокон вздовж напрямку поширення теплового потоку, режим експлуатації Б (вологість 1-2,5%)

Для стінової конструкції з сендвіч-панелей визначальним є показник $\lambda_{25, A \text{ еф експ}}$, тому в деклараціях відповідності на панелі завжди зазначається

саме цей коефіцієнт. Обов'язкове використання в розрахунках енергоєфективності конструкцій будівель саме $\lambda_{25, A_{\text{еф експ}}}$ обумовлене тим, що ДСТУ Б В.2.7-182:2009 регламентує стандартні умови випробувань характеристик теплопровідності саме за температури 25°C та вологості матеріалу до 0,5% (W) і до 2% (PIR).

Водночас в країнах Євросоюзу прийнято визначати характеристики теплопровідності за температури 10°C, тому в Україні для продукції виробництва ЄС необхідно додатково отримувати ці показники, визначені за температури 25°C.

Варто зазначити, що для розрахунку термоопору зовнішньої огорожувальної конструкції застосування інших показників, окрім $\lambda_{25, A_{\text{еф експ}}}$ є хибним, тому для вибору оптимальної товщини сендвіч-панелей дуже важливо розуміти, який саме показник λ має на увазі виробник. Для прикладу: ДБН В.2.6-31:2021 регламентує мінімально допустимі значення опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель для I температурної зони $R_{q\text{min}}=4,0$ (м²·К)/Вт. Для відповідності стінових конструкцій вимогам цього ДБН, якщо приймати в розрахунок визначальний $\lambda_{25, A_{\text{еф експ}}}$, необхідно застосовувати мінераловатні сендвіч-панелі товщиною 150 мм.

Опір теплопередачі R

Опір теплопередачі R – це здатність конструкції перешкоджати поширенню теплового руху молекул. Величина R показує як конструкція певної товщини чинить опір передачі тепла крізь себе і визначається різницею температур в градусах Кельвіна або Цельсія на протилежних поверхнях конструкції, необхідної для перенесення 1 Вт потужності енергії через 1 м² площі цієї конструкції та вимірюється в (м²·К)/Вт.

Для розрахунку опору теплопередачі багатошарової термічно однорідної огорожувальної конструкції R_{Σ} використовується формула, що враховує різні матеріали цієї конструкції і коефіцієнти $\alpha_{\text{в}}$ (внутрішня) та $\alpha_{\text{з}}$ (зовнішня).

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}} + \frac{1}{\alpha_3}$$

Задля спрощеного розуміння можна сказати, що опір теплопередачі R – це товщина матеріалу в метрах, поділена на його коефіцієнт теплопровідності λ , що відображає наскільки добре він опирається теплопередачі при певній товщині. Отже, чим товще конструкція та чим нижчі коефіцієнти теплопровідності її матеріалів, тим вона більш енергоефективна.

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma пр}$ враховує всі фактичні втрати тепла через огорожувальну конструкцію, в тому числі в зонах замкових з'єднань і стиків, кутових сполучень, теплових включень, точкових втрат, через кріпильні елементи та інше. На основі експериментальних даних з вимірювання приведенного опору теплопередачі конкретної конструкції обчислюється λ_{25} , A_{ef} експ, який в подальшому використовується для розрахунку $R_{\Sigma пр}$ аналогічних конструкцій, що проєктуються.

Розрахунок $R_{\Sigma пр}$ термічно неоднорідної непрозорі огорожувальної конструкції здійснюється за формулою:

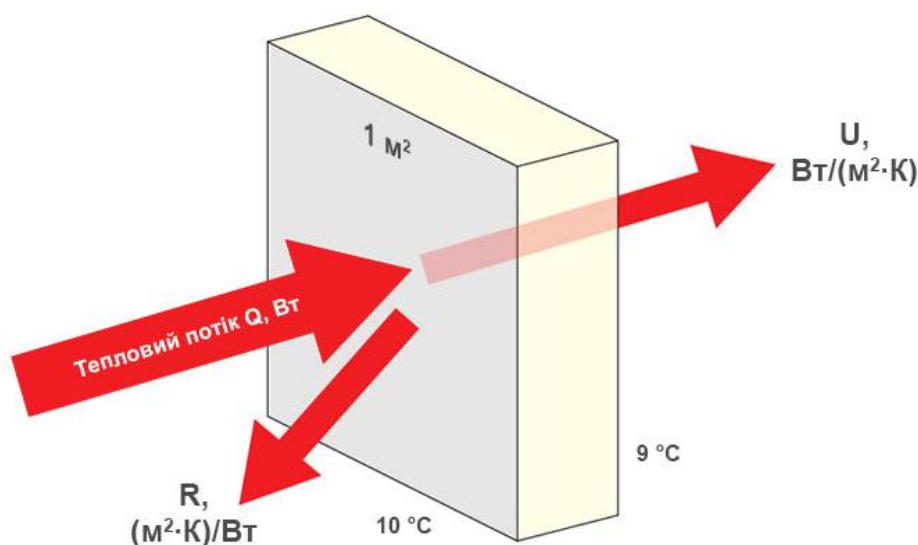
$$R_{\Sigma пр} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \phi_k N_k}$$

ДСТУ Б В.2.6-189:2013 регламентує, що при проєктуванні огорожувальних конструкцій обов'язковим є виконання умови $R_{\Sigma пр} \geq R_{q_{min}}$.



Розрахункова товщина стінових конструкцій з різних матеріалів для досягнення опору теплопередачі $R=4,0$ ($\text{м}^2\cdot\text{К}$)/Вт

Конструкція з кращою теплоізоляцією забезпечує необхідне значення R при мінімальній товщині та зберігає тепло так само, як і товстіші конструкції, при цьому дозволяє отримувати більше простору всередині будівлі.



Опір теплопередачі R та коефіцієнт теплопередачі U

Коефіцієнт теплопередачі U – це кількість теплоти в Джоулях, яка передається через конструкцію площею поверхні 1 м² за 1 секунду при різниці температур на протилежних поверхнях 1 градус Кельвіна або Цельсія.

Величина U зворотно пропорційна опору теплопередачі та вимірюється у $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

$$U = \frac{1}{R}$$

Коефіцієнт теплопередачі показує здатність конструкції передавати тепло від більш нагрітого до менш нагрітого приміщення, або між зовнішнім середовищем і внутрішнім приміщенням будівлі. Чим нижче значення U , тим краща теплоізоляція будівлі.

Також існує більш розширена формула визначення U , яка додатково передбачає всі фактичні втрати тепла через зовнішні огорожувальні конструкції, проте результати такого обчислення ідентичні розрахунку за скороченою формулою.

$$U = \frac{1}{R_{si} + \frac{t_{ni}}{\lambda_{fi}} + \frac{d_c + \Delta_e}{\lambda_{design}} + \frac{t_{ne}}{\lambda_{fe}} + R_{se}} + \frac{\phi}{B}$$

Виробники теплоізоляційних будівельних конструкцій мають надавати інформацію про λ , R та U в описі продукції, який є у відкритому доступі, або в деклараціях відповідності, якщо їх наявність передбачена чинним законодавством. Наприклад, коефіцієнт теплопровідності λ , приведений опір теплопередачі R та коефіцієнт теплопередачі U для сендвіч-панелей мають бути зазначені в деклараціях. Задекларовані теплоізоляційні характеристики панелей повинні підтверджуватися протоколами сертифікаційних випробувань, які також мають бути в наявності у виробника.

Окрім визначення параметрів огорожувальних конструкцій при проєктуванні, показники λ , R та U також використовуються для розрахунку енергоефективності будівель та контролю теплових параметрів в процесі експлуатації. В окремих випадках огорожувальні конструкції можуть мати складну конфігурацію і тому параметри теплоізоляції визначити важко. Тоді рекомендується звертатися до виробника матеріалів за допомогою в розрахунку енергоефективності будівлі.

1.3 Основи положення нормативно–правової бази, що відображають сучасні вимоги до термомодернізації будівель

Сьогодні в Україні питання раціонального використання енергетичних ресурсів набуває вирішального значення для розвитку національної економіки. Суттєва частина цих ресурсів витрачається на опалення будівель — за різними оцінками від 20 % до 30 % від загальної кількості.

Будівлі, крім головної вимоги безпечної експлуатації — міцності, повинні також відповідати вимогам, пов'язаним з раціональним використанням енергії та тепловим комфортом. Відповідна теплова ізоляція будівлі гарантує збереження в його середині зручних та гігієнічних умов для перебування людей. Оптимальна теплова ізоляція об'єкта дозволяє: — захистити об'єкт;

- знизити експлуатаційні витрати;
- зберегти тепловий комфорт (як при дії зовнішніх низьких, так і підвищених температур);
- досягти економії природних енергоносіїв;
- обмежити забруднення довкілля.

Близько 90% всіх багатоповерхівок потребують термомодернізації, згідно висновкам експертів Міністерства регіонального розвитку України, які проаналізували стан існуючого житлового фонду. Із будинків, що експлуатуються сьогодні, 60–70 % зведено ще у роки індустріального будівництва за типовими серіями. За оцінками фахівців, у першу чергу потребують термомодернізації будинки 1970–1980 років забудови. По всій Україні їх нараховується 18140 (105,1 млн. кв м), серед них — 13240 п'ятиповерхівок, 4170 дев'ятиповерхових будинків та 730 шістнадцяти поверхових будинків.

У будинках 1981–1990 років забудови має бути проведена термомодернізація у другу чергу. Загалом таких будинків по Україні 22270 (134,5 млн. кв м), серед них 11140 будинків 5–ти поверхових, 8480 будинків 9–ти поверхових, 2200 будинків 16–ти поверхових та 450 будинків понад 16–

ть поверхів. Кількість будинків приватної забудови, що підлягає термомодернізації взагалі не підлягала дослідженню.

Показники питомої витрати енергії на опалення в нашій країні значно вищі, ніж в європейських країнах. Це пов'язано з тим, що ще 30 років тому не було масового виробництва ефективних утеплювачів і вважалось, що створити комфортні температурні умови в будинку легше за рахунок його опалення, ніж за рахунок зменшення втрат тепла крізь огорожувальні конструкції. Але сьогодні запаси природних енергетичних ресурсів (газ, нафта, вугілля), які витрачаються на опалення, скорочуються і вони швидко дорожчають. В той же час швидкими темпами зростає виробництво ефективних утеплювачів, застосування яких дозволяє значно скоротити втрати тепла крізь огорожувальні конструкції.

Державні будівельні норми (ДБН) — обов'язкові до виконання нормативні акти, які використовуються під час проектування нових та реконструкції існуючих будівель, кварталів, мікрорайонів, вулиць і доріг відповідно до їх призначення.

З 1 грудня 2018 діють оновлені державні будівельні норми з теплоізоляції фасадів. Новий ДБН В. 2.6-33:2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування" затверджено наказом Мінрегіону від 2 серпня 2018 № 199. Оновлені будівельні норми передбачають впровадження європейських вимог до енергомодернізації фасадів. Очікується, що утеплення фасадів за новими нормами дозволить заощадити до 15 % тепла та підвищити строк експлуатації будівель майже на 20 років.

У ДБН наведені конструктивні схеми збірних систем. Зокрема, конструктивна схема збірної системи з обробкою тонкошаровою штукатуркою (від 2 до 3 мм): несуча частина стіни, вирівнюючий штукатурний шар, клейовий шар, шар теплової ізоляції, елемент механічного кріплення (дюбель), армуючу склосітку і опоряджувальне покриття.

Конструкції з фасадною теплоізоляцією також повинні відповідати вимогам пожежної безпеки об'єктів будівництва (ДБН В. 1.1-7) та вимогам

енергоефективності (ДБН В. 2.6-31). При проектуванні збірної системи утеплення розраховується здатність несучих конструкцій, теплотехнічні показники і тепловологісний стан. Збірні системи мають забезпечувати ізоляцію повітряного шуму і не створювати шумових ефектів.

Конструктивні рішення відливів, парапетів, вікон і дверей повинні забезпечувати запобігання потрапляння вологи у теплоізоляційний шар. Строк служби несучих конструкцій систем теплоізоляції повинен становити не менше 30 років для об'єктів з відповідними класами наслідків.

Діючі ДБН В. 2.6-33:2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією [49]. Вимоги до проектування" зобов'язують виконавців будівельних робіт перед початком монтажних робіт проводити обстеження поверхні на наявність пошкоджень, нерівностей, забруднень та відхилень по вертикалі. Поверхня має бути підготовлена для початку робіт (очищена від штукатурки і фарби), а зовнішня сторона будівлі обладнана сіткою або плівкою для захисту від падіння предметів на людей. Монтажні роботи мають виконуватися згідно з проектом і відповідно до будівельних норм.

При улаштуванні теплоізоляційного шару має бути забезпечено щільне прилягання плит одна до одної, до стіни і до елементів несучого каркасу. Загальна площа повітропроникних щілин має не перевищувати 3 % від площі поверхні фасаду.

Ключові положення регламентуючих документів щодо фасадної термомодернізації будівель передбачені також, нормативно-правовими актами: ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання», ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель», ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Проектування житлових будинків з класом енергоефективності не нижче «С» дозволить заощаджувати до 40% на енергії, цю обов'язкову норму закріплено у нових ДБН В.2.2–15:2019 «Житлові будинки. Основні положення», які вступили в дію з 01.12.2019 року і стосуються нового будівництва та реконструкції.

Із 23.07.2018 року набули чинності зміни до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», у якому впроваджено європейські вимоги до енергоефективності та введено класи енергоефективності будівель від А до G. Відповідно ці принципи було враховано під час оновлення ДБН щодо житлових будинків. Ці якісні зміни дадуть можливість гріти помешкання людей, а не повітря. Згідно з новими ДБН житлові будинки та вбудовані в них приміщення громадського призначення слід проектувати класом енергоефективності не нижче «С» з урахуванням вимог ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та враховувати відповідні норми при здійсненні термомодернізації будівель і споруд.

Нові ДБН В.2.2–15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» розроблені фахівцями ПАТ «КиївЗНДІЕП» на заміну застарілих ДБН 2005 року. Для термомодернізації будівель використовують будівельні матеріали, які також регламентуються державними документами:

- суміші будівельні сухі «Суміші будівельні сухі модифіковані виробляють на основі в'язучих, модифікуючих добавок, заповнювачів (наповнювачів) крупністю до 5 мм та, за потреби, барвників (пігментів)» [ДСТУ Б В.2.7–126:2011 Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови], до цих сумішей відносяться «Матеріали для приклеювання та армування утеплювача» та «Полімерцементні декоративні штукатурки»;
- суміші будівельні рідкі «Суміші будівельні рідкі модифіковані являють собою готові до застосування композиції із зв'язуючих на основі водних дисперсій синтетичних полімерів, в'язучих, наповнювачів (заповнювачів), барвників (пігментів) та модифікуючих добавок» [ДСТУ Б В.2.7–233:2010 Суміші будівельні рідкі модифіковані. Загальні технічні умови], до цих сумішей відносяться «Матеріали для підготовки поверхні»
- лакофарбовий матеріал (полімерні декоративні штукатурки, фасадні фарби) «Продукт (матеріал) у рідкій або пастоподібній формі, який після нанесення на поверхню утворює плівку із захисними, декоративними та /або іншими спеціальними властивостями» [ДСТУ EN 1062–1:2012 Лакофарбові матеріали та системи покриттів для зовнішніх мінеральних і бетонних

поверхонь. Частина 1. Класифікація (EN 1062-1:2004, IDT)], до цих матеріалів відносяться «Полімерні декоративні штукатурки» та «Фасадні фарби»

- розчинова суміш «Розчинова суміш — це суміш в'язучих, дрібних заповнювачів, води та необхідних добавок, ретельно перемішана і готова до використання» [ДСТУ Б В.2.7- 23-95 Розчини будівельні. Загальні технічні умови]

- ґрунтувальна суміш — це суспензія пігментів або їхніх сумішей з наповнювачами в розчині плівкотвірної речовини

Основні підходи до термообстеження та аналізу тепловтрат, технологічних характеристик матеріалів у нормативних положеннях

Один з інструментів досягнення енергоефективності — впровадження заходів на рівні кінцевих споживачів, якими можуть бути як власники приватних будинків, так і ОСББ, ЖБК та інші форми об'єднання. За типами споживачів це можуть бути житлові будівлі, громадські, промислові та ін.

Аналіз стану кожного окремого об'єкту можливий лише за умови застосування певних методик оцінювання та аудиту, а також за наявності засобів для інструментального визначення характеристик будівель. Значну частину житлового фонду (близько 75%) України було зведено до 90-их років, коли вимоги щодо енергоефективності будівель не були чітко сформовані і рівень теплового захисту огорожень був значно нижче, ніж це встановлено сучасними нормами.

Також потрібно враховувати відсутність належного догляду як за будинком, так і за інженерними системами, людський фактор (наприклад, втручання в систему опалення, заміна радіаторів).

Для модернізації житлового фонду необхідно проаналізувати ситуацію та рівень енергоефективності кожного будинку, розробити та впровадити заходи з енергозбереження у відповідності до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель». Отже утеплення існуючих будівель зазвичай починають з виконання таких операцій:

1) проведення теплофізичних розрахунків для кожного конкретного типу конструктиву (обчислення потрібної товщини утеплювача, яку слід додати до існуючої огорожувальної конструкції для отримання нею унормованого опору теплопередачі);

2) оцінювання фактичного стану несучих елементів будівлі (фундаменти, стіни, перекриття) з метою визначення їх спроможності витримати додаткові навантаження від розрахованих фасадних систем утеплення (згідно з ДСТУ Б В.2.6–36 кожен квадратний метр такої системи з використанням плит ППС має масу в межах 25 кг, з використанням плит МВ — до 40 кг);

3) оцінювання фактичного стану поверхні огорожувальних конструкцій, на яку буде наклеюватись утеплювач, з метою визначення її спроможності забезпечити необхідну міцність зчеплення утеплювача з основою.

На етапі аналізу необхідно визначити стан огорожувальної оболонки будівлі та оцінити рівень її теплового захисту. На сьогодні є наступні шляхи оцінки цього параметру: розрахунковий та інструментальний. Розрахунковий метод викладено у відповідних нормативних документах. Досить розповсюдженим є випадки, коли під час енергообстежень будівель коефіцієнти теплопередачі конструкцій визначаються для однорідного огороження, тобто спрощено, без урахування теплопровідних включень, хоча навіть для будівель без складних архітектурних форм вплив таких «теплових містків» є досить суттєвим.

Тепловізійне обстеження конструкцій є ефективним інструментом для виявлення температурних аномалій та слугує основою для порівняння тепловтрат непрозорих огорожень із урахуванням різних методів оцінки теплозахисних властивостей зовнішніх стін, а саме:

- без урахування теплопровідних включень, тобто зовнішніх стін в теплотехнічному розрахунку;
- із урахуванням теплопровідних включень згідно діючих в Україні стандартів;

- або із урахуванням теплопровідних включень згідно європейського стандарту та інструментальне визначення характеристик теплового захисту.

Енергоаудит поділяють на простий (огляд енергоспоживання, заснованого на даних лічильників будинку) та комплексний і трудомісткий (визначення та ідентифікація всіх напрямів витрат енергії і передбачення установки нового стаціонарного вимірювального устаткування його тестування), після проведення якого видаються обґрунтовані рекомендації.

Важливим нормативним документом є оновлений Перелік будівельних робіт, затверджений 18 грудня 2018 року Кабінетом Міністрів України, які не потребують документів на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію. Відповідний проект постанови був розроблений Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Зокрема, тепер для проведення будівельних робіт з комплексної теплоізоляції вже введених в експлуатацію житлових будинків (стін, даху, горища, технічного поверху, цоколя чи підвалу) не потрібно отримувати такі дозвільні документи. Це стосується індивідуальних житлових будинків, які належать до об'єктів із незначними (СС1) наслідками, та багатоквартирного житла висотою до 100 м - об'єктів із середніми (СС2) наслідками.

Раніше, щоб провести утеплення житлового будинку, наприклад, стін, даху чи горища, потрібно було отримувати обов'язковий дозвіл ДАБІ. Це могло затягувати проведення таких робіт на декілька місяців. Тому, оновлюючи перелік нескладних будівельних робіт, які можуть виконуватися без дозволу і які не потребують введення в експлуатацію, ми включили до нього роботи з теплоізоляції приватних та багатоквартирних житлових будинків.

Проведення таких заходів дозволить українцям заощаджувати до 15% тепла щороку, а для всієї країни ця економія може скласти близько 3 млрд грн за умови термомодернізації 3% всіх будівель щороку.

Висновки до розділу I

Сучасна цивілізація не може відмовитися від споживання енергії, тому єдиним виходом із цієї ситуації є її раціональне споживання. Сьогодні житлові будинки є величезними споживачами енергії, тому енергозбереження в будівництві стало дуже важливим. У контексті зростання цін на енергію, теплоізоляція є одним із рішень для підтримки тепла, зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище та, в той же час, економії.

Енергозбереження – це реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, техніко-економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економічне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів. Надзвичайно важливими є питання взаємодії сучасної теплоізоляції з навколишнім середовищем (зовнішня ізоляція повинна бути захищена від несприятливого впливу дощу, снігу, сонячної радіації та інших атмосферних впливів), пошук матеріалів, які будуть відповідати екологічним вимогам та вимогам соціального комфорту.

Теплотехнічні властивості будівельних матеріалів та конструкцій мають три найважливіші показники (λ , R та U), які впливають на енергоефективність будівель. Для вибору технології будівництва, яка найкраще відповідає сучасним вимогам до енергозбереження, необхідно розуміти відмінності між цими показниками і те, які властивості матеріалів та конструкції вони визначають.

Ці три параметри тісно пов'язані між собою. При цьому коефіцієнт теплопровідності λ є характеристикою матеріалу, в той час як опір теплопередачі R і коефіцієнт теплопередачі U залежать від λ та відносяться до властивостей будівельних конструкцій.

Державні будівельні норми (ДБН) — обов'язкові до виконання нормативні акти, які використовуються під час проектування нових та реконструкції існуючих будівель, кварталів, мікрорайонів, вулиць і доріг відповідно до їх призначення. Оновлені будівельні норми передбачають впровадження європейських вимог до енергомодернізації фасадів. Очікується, що утеплення фасадів за новими нормами дозволить заощадити до 15 % тепла та підвищити строк експлуатації будівель майже на 20 років.

Конструктивні рішення відливів, парапетів, вікон і дверей повинні забезпечувати запобігання потрапляння вологи у теплоізоляційний шар. Строк служби несучих конструкцій систем теплоізоляції повинен становити не менше 30 років для об'єктів з відповідними класами наслідків.

Ключові положення регламентуючих документів щодо фасадної термомодернізації будівель передбачені також, нормативно–правовими актами: ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання», ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель», ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Згідно з новими ДБН житлові будинки та вбудовані в них приміщення громадського призначення слід проектувати класом енергоефективності не нижче «С» з урахуванням вимог ДБН В.2.6– 31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та враховувати відповідні норми при здійсненні термомодернізації будівель і споруд.

Для модернізації житлового фонду необхідно проаналізувати ситуацію та рівень енергоефективності кожного будинку, розробити та впровадити заходи з енергозбереження у відповідності до Закону України «Про енергетичну ефективність будівель».

Проведення таких заходів дозволить українцям заощаджувати до 15% тепла щороку, а для всієї країни ця економія може скласти близько 70 млрд грн за умови термомодернізації 3% всіх будівель щороку.

Розділ II. Конструктивно-технологічна частина

2.1 Вплив теплофізичних властивостей матеріалів огорожувальних конструкцій на енергетичні характеристики будівель та їх окремих конструктивних елементів

Пріоритетом розвинутої держави є енергетична безпека, тому вимоги до енергетичних характеристик будинків є обов'язковою складовою системи загальної безпеки будівельних об'єктів. Необхідність зниження енерговитрат на експлуатацію будинків збіглась в часі із зростанням вимог користувачів до якості умов експлуатації будинків і, відповідно, рівня забезпеченості комфортних тепловологісних параметрів в приміщеннях житлових та громадських будинків. За останнє десятиріччя значно змінилася номенклатура як будівельних матеріалів так і огорожувальних конструкцій, що застосовуються при новому будівництві, реконструкції та модернізації житлових будинків.

За останні роки проблема поліпшення теплофізичних якостей огорожувальних конструкцій будівель стала одною з найважливіших у будівельній індустрії. Більшість будівель, що експлуатуються, вимагають великої кількості теплоти на опалення, бо вони зводились у період, коли низькі ціни на енергоносії і занижені нормативи опору теплопередач огорожувальних конструкцій поєднувались з вимогами прискорення темпів, зниження матеріалоємності будівництва та підвищення продуктивності праці. В наш час, в умовах необхідності жорсткої економії енергоресурсів, неможливе просте збільшення теплової та електричної потужності на опалення будинків. Підвищення теплозахисту будівель та споруд є найбільш ефективним шляхом економії паливно-енергетичних ресурсів.

Експлуатація житлових будинків здійснюється протягом багатьох десятиріч і найважливішою є проблема надійності теплоізоляційної оболонки, її спроможності забезпечувати прийнятий рівень теплоізоляції та, відповідно, показники тепловтрат на забезпечення необхідних тепловологісних параметрів приміщень [46].

Енергетичні характеристики будинків є показниками безпеки з відповідним встановленням нормативних вимог. При визначенні конструктивних принципів, які дозволяють кардинально поліпшити енергетичний статус сучасних житлових та громадських будинків необхідно одночасно вирішувати дві принципові задачі - зниження енергетичних витрат на опалення та підвищення рівня забезпеченості теплового комфорту в приміщеннях. Це обумовлює необхідність перегляду існуючих принципів та розробки нових методів проектування теплоізоляції будинків при новому будівництві, реконструкції та модернізації.

Проведений аналіз методів оцінки теплотехнічних показників конструкцій на стадії їх проектування –опору теплопередачі, теплостійкості, допустимої повітропроникності, вологісного режиму дозволив сформулювати принципи проектування теплоізоляції будинків з визначенням елементних теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та методів інтегральної оцінки енергетичних показників будинку. До недоліків практики проектування теплоізоляції будинків з проведенням розрахунків теплотехнічних показників відноситься відсутність необхідної оцінки процесів зміни показників огорожувальних конструкцій в часі. Проведений аналіз стандартних методів випробувань теплотехнічних показників продукції показав, що результати цих випробувань не в повній мірі характеризують експлуатаційні властивості теплоізоляційних виробів та конструкцій.

Аналіз показників теплової надійності ізоляційної оболонки житлових будинків.

Енергоефективність проектних рішень оцінюється за ступенем їх відповідності нормативним питомим показникам споживання тепла на одиницю загальної площі житлових будинків. Однак, з попереднього аналізу діючої в Україні нормативно-технічної бази для житлових будівель, виявлені недоліки в нормах, що регламентують рівень енергоспоживання будинків, а саме:- інтегральні нормативні показники (питоме теплоспоживання) і поелементні нормативні показники (опір теплопередачі огорожуючих

конструкцій) житлових будівель не погоджені між собою і тому мають потребу в коригуванні;- у нормах відсутні залежності енергоефективності від архітектурно-конструктивних систем будівель. Проведення досліджень з вивчення надійності направлені на встановлення нового поняття –теплової надійності конструкцій та виробів, як властивості об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, тобто зберігати свої теплотехнічні показники в допустимих межах у заданий термін експлуатації будинку.

Теплова надійність огорожувальних конструкцій є обов'язковою характеристикою енергоефективності будинку – будинок не може бути ефективним в експлуатації при ненадійній теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Такий підхід до розгляду енергоефективності потребує розроблення нових методів експериментального та теоретичного оцінювання конструктивних рішень теплоізоляційної оболонки будинків.

В основу теплотехнічного проектування огорожувальних конструкцій будівель за кордоном і в нашій країні до енергетичної кризи 70-х років був покладений принцип санітарно-гігієнічної придатності до експлуатації, згідно з яким температура на внутрішній поверхні огороження для запобігання випаданню конденсату не має опускатися нижче точки роси для промислових будівель, а для цивільних будівель температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні зовнішніх стін не повинен був перевищений за $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Головна увага приділялася скороченню капітальних витрат на будівництво, зниженню матеріаломісткості. Вартість опалення не враховувалася у зв'язку з низькими цінами на паливо і електроенергію. Необхідний опір теплопередачі огорожень в залежності від кліматичної зони був у межах $0,6\text{--}1,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C})$.

Аналіз структури і потенціалу енергозбереження в будівництві житлових і громадських будівель показав, що найбільший ефект енергозбереження може бути отриманий від підвищення теплозахисту

огороджувальних конструкцій [25]. У результаті проведених досліджень експлуатаційних характеристик масових серій житлових будинків, побудованих за типовими проектами за 40 років, показано, що середні значення питомої витрати тепло та опалення зросли з 66–85 Вт м² в 5-поверхових будинках – до 80–100 Вт/м² в будівлях підвищеної поверховості, що відповідає опору теплопередачі стін $R_{tr} = 1,25–0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Встановлено також, що тепловтрати через стіни складають 36 % від розрахункової витрати тепла на опалення, через вікна – 24 %, підлогу 1-го поверху – 2 %, стелю верхнього поверху – 1 %, інфільтруються через віконні прорізи повітрям – 37 %.

У зв'язку з тим, що значна більшість експлуатованих в нашій країні будівель була побудована за старими будівельними нормами без урахування економії енергоресурсів, гостро постало питання про зниження витрати енергії за рахунок поліпшення теплозахисних властивостей огороджувальних конструкцій на основі застосування систем додаткової теплоізоляції та використання будівельних матеріалів з високими теплофізичними показниками. Економічний підхід до теплозахисної оцінки огороджувальних конструкцій знайшов відображення у нормах і стандартах розвинених зарубіжних країн і нашої країни: вимоги до рівня теплозахисту посилилися, це уже сьогодні призвело до зниження енергоспоживання.

У результаті проведення енергозберігаючої економічної політики за останні 10 років у розвинених країнах Західної Європи та Америки досягнуто скорочення енергоспоживання на експлуатаційні потреби будівель на 20 % на 1 м² підлоги. Економії енергії передбачено приділяти увагу і в майбутньому, це є статтею підвищення національного багатства і сприяє вирішенню проблеми збереження навколишнього середовища. Від теплофізичних властивостей огороджувальних конструкцій залежить кількість теплоти, що втрачається будинком у холодну пору року і входить до нього в теплу. Це, в свою чергу, визначає навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря і їхню вартість, впливає на сталість температурного режиму в об'ємі приміщення з часом

(при зміні температури, швидкості повітря зовні будинку, тепловіддачі системи опалення, температури на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції).

Вибір оптимальних теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій дозволяє виключити утворення конденсату на внутрішній стороні, а також установити вологісний режим, що сприятливо впливає на теплозахисні властивості огороження. До основних експлуатаційних характеристик цивільних і промислових будинків відносяться довговічність, надійність та економічність, які багато в чому обумовлені особливостями тепловологісного стану їхніх конструктивних елементів.

Необхідність дослідження та врахування *тепловологісного стану* виникає при проєктуванні, у процесі експлуатації, при модернізації та перебудові будинків під інші режими експлуатації, інтенсифікації технологічних процесів, тощо. При цьому охоплюється широке коло завдань, основні з яких – тепловий розрахунок, у результаті якого знаходять температурні поля й опір теплопередачі, а також вологісний розрахунок, виходячи з якого, оцінюють вологісний стан огорожувальних конструкцій, розраховують повітропроникнення і теплосасвоєння.

Процедура дослідження тепловологісного стану конструктивних елементів будинків і споруд зводиться до завдання оптимізації та керування системами з розподіленими параметрами. Її основні етапи наступні:

- виявлення фізичних особливостей процесу теплопереносу;
- складання та обґрунтування математичної моделі;
- розроблення й вибір методів і засобів вирішення та реалізації сформульованих завдань;
- дослідження математичної моделі, перевірка спроможності (адекватності) запропонованої математичної моделі;
- розрахунок тепловологісного стану реального об'єкта; – оцінка одержуваних рішень за сукупністю вимог до досліджуваних процесів, станів і методів керування ними;

– вибір раціональних конструктивних рішень і режимів експлуатації, а також визначення оптимальних параметрів досліджуваної системи.

Саме вони й становлять сутність теплового проектування та теплофізичних розрахунків. Вивчення законів тепло-вологопереносу і повітропроникнення дуже важливе для фахівців із проектування зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, що з урахуванням усіх факторів, які можуть вплинути на експлуатацію цих конструкцій.

Особливо велике значення мають знання і застосування теплофізичних законів в умовах широкого використання в сучасному будівництві нових будівельних матеріалів і технологій. При проектуванні зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків необхідно вирішувати завдання взаємозв'язаного нестационарного тепло-масо-переносу ускладненого нелінійністю теплофізичних характеристик матеріалу конструкцій (найчастіше багатошарових), фільтрацією вологого повітря, фазовими перетвореннями вологи при змішаних граничних умовах [20].

Будівельні матеріали мають такі теплофізичні характеристики: **Пористість** p , % – процентне відношення об'єму пор до загального об'єму матеріалу. Більшість матеріалів, що застосовуються в будівництві, є пористими.

Густина матеріалу ρ характеризується масою матеріалу в об'ємі 1 м^3 , $\text{кг}/\text{м}^3$. Питома маса матеріалу g виражається масою одиниці об'єму речовини, з якої складається матеріал, за умови, що в матеріалі зовсім немає пор. Густина матеріалу залежить від питомої маси матеріалу й пористості, а для сипучих матеріалів – від ступеня ущільнення. Для будівельних матеріалів густина може коливатися від 40 до $7800 \text{ кг}/\text{м}^3$, пористість – від 5 до 98 %. Чим більша пористість матеріалу при фіксованій питомій масі, тим менша його густина і навпаки.

Вологість. З ряду причин волога може накопичуватися в капілярах будівельних матеріалів і упродовж тривалого часу залишатися там. Від ступеня вологості матеріалу суттєво залежать його теплоємність і теплопровідність, у меншій мірі – густина.

Теплопровідність – це властивість матеріалів проводити тепло через свою масу. Для будь-якого матеріалу вона характеризується коефіцієнтом теплопровідності, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, що показує, яка кількість теплоти (Вт) передається через шар матеріалу в 1 м при різниці температур на поверхнях шару в один градус. Величина коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів змінюється в досить широких межах – від $\lambda = 0,025$ (мінеральна вата) до $\lambda = 3,49$ (граніт, гнейс, базальт). Теплопровідність металів, що застосовуються у будівництві, ще вище: для чавуну – 50, сталі – 58, алюмінію – 221, міді – 407 $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$. Величина коефіцієнта теплопровідності для одного й того ж матеріалу не є постійною величиною і залежить від його вологості та температури, а також напрямку теплового потоку. Для одного й того ж виду будівельного матеріалу з різною густиною коефіцієнт теплопровідності не постійний. Для матеріалу з меншою густиною він менший, з більшою густиною – більший. Зміна коефіцієнта теплопровідності пов'язана зі зміною пористості будівельного матеріалу. Більшість будівельних матеріалів складаються з основи (кварцу, глинозему, кальциту і т.д.) і повітря, що міститься в порах.

Крім того, на теплопровідність матеріалу впливає величина контактних площадок між окремими частками матеріалу: чим більше площа таких площадок, тим вище коефіцієнт теплопровідності. Це актуально і для сипучих матеріалів. При зменшенні щільності й величини зерен зменшується величина повітряних прошарків між зернами і, як наслідок, знижується коефіцієнт теплопровідності. При збільшенні розмірів зерен коефіцієнт теплопровідності підвищується.

Залежність коефіцієнта теплопровідності матеріалу від його вологості. Як зазначено вище, будівельні матеріали в експлуатаційних умовах мають певну вологість. Волога, що потрапила у матеріал, утримується в порах. Коефіцієнт теплопровідності води $\lambda = 0,55 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, тобто в 20 разів більший, ніж коефіцієнт теплопровідності повітря в порах середнього розміру. Крім того, вода в порах збільшує розміри контактних площадок, що збільшує ефективний коефіцієнт теплопровідності. Механізм

заповнення матеріалів вологою такий, що більш інтенсивно заповнюються дрібні капіляри. Чим дрібніші капіляри, тим інтенсивніше відбувається капілярне всмоктування рідини. Тому якщо розглядати залежність теплопровідності від вологості, то найбільш інтенсивне збільшення коефіцієнта теплопровідності відбувається на початковій стадії зволоження, коли заповнюються дрібні капіляри, які є найбільш ефективними теплоізоляторами матеріалу в сухому стані.

При температурі нижче температури початку замерзання рідини в порах матеріалу утворюється кріофаза (іній, лід), що призводить до збільшення теплопровідності системи основа – рідина – кріофаза. Відбувається це тому, що коефіцієнт теплопровідності льоду становить $\lambda = 2,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$, тобто в 5 разів більше ніж коефіцієнт теплопровідності води і в 100 разів більше коефіцієнта теплопровідності повітря в порах середнього розміру. При утворенні в порах матеріалу інею величина коефіцієнта теплопровідності системи може знижуватися, оскільки теплопровідність пухкого інею менша за теплопровідність води і льоду і становить $\lambda = 0,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$. При малій вологості матеріалу волога в порах може не замерзати і при мінус 40°C .

Залежність коефіцієнта теплопровідності матеріалу від температури. Теплопровідність будівельних матеріалів зростає при підвищенні температури, що пов'язано зі збільшенням кінетичної енергії молекул основи матеріалу. Крім цього, при збільшенні температури також зростає теплопровідність повітря, що міститься в порах будівельних матеріалів, а також інтенсивність передачі тепла в порах матеріалу випромінюванням. Зміна теплопровідності внаслідок коливань температури має невелике значення в будівельній практиці, тому що перепади температур при експлуатації конструкцій не перевищують 100°C . При застосуванні ж будівельних матеріалів для теплоізоляції поверхонь, що мають високу температуру, вплив температури на коефіцієнт теплопровідності доводиться враховувати.

У нашій країні з 2017 року набрав чинності новий нормативний документ «Теплова ізоляція будівель ДБН 2.6-31:2016». Згідно з ним, територія України перебуває тепер в двох кліматичних зонах, кожна з яких має погодні умови, характерні тільки для неї, а саме мінімальна та максимальна температура і різна вологість.



Рис. 2.1. Карта-схема температурних зон України

Щоб правильно розрахувати товщину утеплювача огорожувальних конструкцій, необхідно враховувати ці значення. Також у цьому документі було змінено підходи до визначення класу енергетичної ефективності будинку у порівнянні з ДБН В 2.6-31-2006, які визначаються вже не за питомими тепловитратами на опалення будинків, а за річною енергопотребою будівлі в опаленні, охолодженні та гарячому водопостачанні. Ще однією принциповою відмінністю є застосування системного принципу проєктування за вимогами до енергоефективності будівлі. Вимоги до опору теплопередачі елементів теплоізоляційної оболонки будівлі є альтернативними до системного принципу проєктування огорожувальних конструкцій.

До змін будівельних норм у вітчизняній індустрії переважав випуск одношарових стінових панелей з легкого бетону над випуском багатшарових з ефективним утеплювачем, а питання виробництва систем додаткової теплоізоляції одношарових кам'яних конструкцій взагалі не підлягало розгляду. На частку легкобетонних конструкцій

припадало 70 % обсягу випущених панелей. Причому, в більшості випадків (до 80 %), вони не задовольняли вимоги діючих на той час норм через підвищену (на 10–15 %) щільність керамзитобетону. З усього обсягу випущених багат шарових панелей панелі найбільш передової конструкції – з гнучкими зв'язками – становили лише невелику частину. Отже, однією зі значних проблем у процесі проведення проектування і будівництва є захист будівель від втрати тепла і, відповідно, теплоізоляція важливих огорожувальних конструкцій.

Недостатня товщина утеплювача загрожує промерзанню утеплювача і перенесенню «точки роси» на поверхню стіни, що викличе утворення конденсату на стінах і в подальшому призведе до плісняви між стіною і утеплювачем.

Точка роси – температура, за якої повітря досягає стану насиченості при певному вмісті водяної пари. У такому випадку надлишок води в повітрі починає конденсуватися, утворюючи крапельки на холодних поверхнях. Температура «точки роси» повинна бути в утеплювачі, для цього потрібно розрахувати його правильну товщину. Точка роси в стіні може переміщатися по її товщині при зміні температур всередині приміщення і зовні. Наприклад, якщо всередині приміщення стабільна температура, а на вулиці похолодало, то точка роси пересунеться по товщині стіни ближче до приміщення. Числове значення точки роси перебуває в прямій залежності від таких показників: відносної вологості і температури на вулиці і в приміщенні. Наприклад, якщо за вікном $t = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в будинку $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносна вологість 45 %, то на зовнішній стіні утворюється конденсат.

Існують і додаткові фактори, що формують точку роси, а саме: особливості регіонального клімату, ступінь утеплення всіх огорожувальних поверхонь, якість і тип системи опалення, період проживання – може бути постійним (будинок, квартира) або тимчасовим, наприклад, дача або гараж, наявність вентиляції. Для будівельників дуже важливо знати число точки роси, щоб обчислити точну локалізацію конденсату на стінах, а також, щоб визначити необхідну товщину утеплювача. Адже саме завдяки цим знанням

можна максимально мінімізувати втрату тепла в період холодів. Положення точки роси може блукати по товщині стіни. Воно залежить від товщини і типу матеріалів самої стіни і утеплювача, від показників температури і вологості в приміщенні і на вулиці.

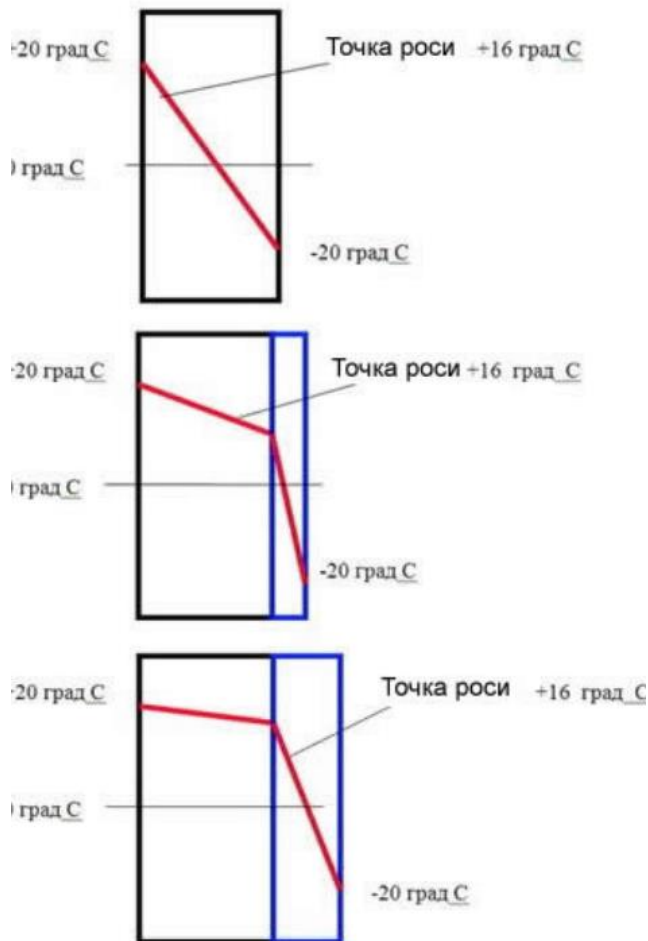


Рис. 2.1 Приклади розміщення точки роси при різних схемах утеплення
1 – стіна без утеплювача; 2 – недостатній шар утеплення – точка роси розміщена всередині стіни.

У такому разі її постійне перебування викличе намокання нещільної стіни, нездоровий мікроклімат, небезпеку руйнування, якщо шар утеплення має більший опір руху пари, ніж сама стіна (неправильне утеплення); 3 – достатнє утеплення, точка роси в утеплювачі, нормальне збереження матеріалів стіни і тепла в будинку, якщо тепловий опір конструкції не менше нормативного, адже для дуже холодних стін змістити точку роси з них

можна і маленьким шаром утеплення; 4 – внутрішнє утеплення – найгірше рішення. Точка роси на поверхні стіни або близька до цього, призводить до намокання стіни і шкоди здоров'ю мешканців, можливе мокре заморожування і руйнування конструкцій. Тобто утворення конденсату неможливе через вологість близькою до 0.

Кожен матеріал, який використовується для будівництва та опорядження стін, крім металу, має свій ступінь паропроникності. Цей показник, з точки зору фізики, показує кількість пари, яку може пропустити будь-який матеріал за певний час.

Паропроникність – один з вирішальних факторів, який впливає на вибір матеріалів для утеплення, також цей параметр важливий для аналізу стану зовнішніх стін. Коефіцієнт паропроникності μ (мг/м·год·Па) – це фізичний параметр, що визначає кількість вологи, яка передається у вигляді пари через одиницю площі (м²) шару матеріалу за одиницю часу (год.) при стаціонарному градієнті перепаду парціальних тисків водяної пари (1 Па/м) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Коефіцієнт паропроникності матеріалів

Матеріал	Щільність (кг/м ³)	Паропроникність (μ, мг/м·год·Па)
Залізобетон	2500	0,03
Бетон	2400	0,03
Цегла червона глиняна	1800	0,11
Пінобетон	1000	0,11
Газобетон	1200	0,075
Дерево	500	0,21
Гіпсокартон	800	0,075
Мінеральна вата	100	0,56
Пінополістирол	15-35	0,05
Керамзит	800	0,21
Скло	2500	0
Сталь	7850	0

Баланс вологонакопичення в стіні можна зміщувати в бік видалення вологи двома шляхами:

- зменшувати паропроникність внутрішніх шарів стіни, скорочуючи тим самим кількість пари в стіні;
- і (або) збільшувати випарну здатність зовнішньої поверхні на кордоні конденсації.

Отже, при виборі будівельних матеріалів і виробів для огорожувальних конструкцій, необхідно враховувати їх властивості, передбачити заходи щодо їх захисту від впливу негативних факторів, які можуть змінити їх теплозахисні показники.

2.2 Визначення найбільш енергоефективних будівельних матеріалів і виробів для огорожувальних конструкцій

Будівельні матеріали є основоположними серед багатьох факторів, що визначають якість сучасного будівництва, архітектурну цінність будівель та споруд і техніко-економічні показники будівельних проектів. Асортимент і якість виробів будівельної індустрії безпосередньо впливають на технічні, естетичні переваги об'єкта та його довговічність. Проблема підвищення загального рівня якості будівництва та архітектури безпосередньо обумовлюється з поліпшенням якості будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, упровадженням широкого асортименту нових ефективних матеріалів, які повною мірою відповідають архітектурно-будівельним вимогам. Від правильного вибору будівельних матеріалів та конструкцій залежить не тільки фізична, а й моральна довговічність будівлі або споруди.

Види огорожувальних конструкцій

Розрізняють огорожувальні конструкції вертикальні (наприклад, стіни, перегородки) і горизонтальні (перекриття, покриття, дахи). Вони бувають: монолітні, збірні й збірно-монолітні; прості, або одношарові, й комплексні, або багатшарові; з дрібних (наприклад, плит, щитів, настилів) і великорозмірних елементів.

Виготовляють огорожувальні конструкції з бетону (у тому числі легкого бетону), залізобетону, азбесто- і армоцементу, сталі, сплавів алюмінію, цегли, каменю, деревини, скла, пластмас, повітронепроникних тканин і плівок тощо. Основні характеристики огорожувальних конструкцій — міцність, жорсткість, стійкість, волого-, вогне- і морозостійкість, довговічність, архітектурна виразність.

Огорожувальні будівельні конструкції часто є водночас і тримальними (несучі стіни й перегородки в цивільних будинках, резервуари для зберігання нафти і газу, оболонки, склепіння тощо).

Вимоги до огорожувальних конструкцій Серед огорожувальних конструкцій важливе значення мають зовнішні стіни, що визначають архітектурний вигляд будівлі. Часто матеріал стін характеризує і конструктивний тип будівлі: великоблоковий, великопанельний, дерев'яний (рубаний або щитовий), цегляний. Стіни виконують паралельно роль вертикальних діафрагм жорсткості.

1. Експлуатаційні характеристики зовнішніх огорожувальних конструкцій мають бути відповідними до місцевих кліматичних умов й забезпечувати необхідні теплоізоляційні, санітарно-гігієнічні вимоги та комфортні умови у приміщеннях [49].

До внутрішніх огорожувальних конструкцій ставлять вимоги відповідної ізоляції від повітряних та ударних шумів, від тепла й вологи суміжних приміщень. Огорожувальні конструкції мають мати високу міцність, механічну жорсткість, стійкість, вогнестійкість. Необхідним є також, щоб фактура, колір та інші декоративні характеристики поверхонь огорожувальних конструкцій відповідали призначенню будівель та приміщень, сприяли досягненню їх архітектурної виразності.

Важливою властивістю огорожувальних конструкцій є їх довговічність, ступінь якої встановлюється залежно від класу будівлі та матеріалів, що використовуються, з врахуванням реальних умов зношування огорожувальних конструкцій в результаті зовнішніх впливів. При використанні збірних конструкцій особлива увага приділяється

конструктивним вирішенням з'єднувальних вузлів і якості виконання спржень (стиків, в'язей, кріпильних і закладних деталей), щоб виключити можливість руйнування з'єднувальних елементів протягом терміну експлуатації, встановленого для будівлі (споруди) в цілому.

На ринку будівельних матеріалів є великий вибір теплоізоляційних матеріалів від різних виробників та з великим спектром їх теплофізичних показників. Розглянемо деякі з них.

Найбільш ефективні та популярні теплоізолюючі матеріали

Мінеральна вата – волокнистий безформний матеріал, що складається з тонких склоподібних волокон діаметром 5-15 мкм, які отримують з розплаву легкоплавких гірських порід (мергелів, доломітів, базальтів та ін), металургійних і паливних шлаків і їх сумішей. Найкращим видом мінерального волокна є ***базальтове волокно***, яке витримує температуру до 1000 °С, володіє стійкістю до корозії. Широко використовуються скляні волокна. Мінераловатні вироби на основі зазначених волокон розрізняються як за структурою та зовнішнім виглядом (плити, мати, шкаралупи і т. д.), так і за експлуатаційними властивостями (міцності, щільності, теплопровідності, стійкості та ін). Мінеральна вата (в залежності від виду вихідної сировини), може мати різну структуру волокнистості, задану технологічно: горизонтально-шарувату, вертикально-шарувату, гофровану або просторову, що розширює можливості її застосування в тих або інших конструкціях.

Вона характеризується значною стійкістю до високих температур і дії хімічних речовин. Мінеральна вата володіє також відмінними тепло-і звукоізоляційними властивостями. В даний час виробляється значна кількість мінеральної вати, що знаходить широке застосування в будівництві. Області її застосування - це теплова ізоляція стін і перекриттів, дахів. Так само мінеральна вата широко використовується для ізоляції високотемпературних поверхонь (печі, трубопроводи тощо), вогнезахисту конструкцій і як звукоізоляційного матеріалу в перегородках, акустичних екранах.

Вата мінеральна призначена для виготовлення теплоізоляційних і звукоізоляційних виробів, а також в якості теплоізоляційного матеріалу в

будівництві та промисловості для ізоляції поверхонь з температурою до + 700 °С. Необхідно пам'ятати, що у виробках з мінеральної (кам'яної) вати на синтетичному зв'язуючому (фенолформальдегідні смоли) при температурі близько 300-350 °С починається процес деструкції сполучної, що призводить до неможливості її використання при вібраційних навантаженнях, так як вона буде розсипатися на волокна без зв'язуючого.

Скловата – волокнистий теплоізоляційний матеріал у вигляді вати. Технологія виробництва та обладнання для виробництва скловати аналогічні виробництва мінеральної вати. Сировина для виробництва - силікатні породи і склобій, внаслідок цього в кінцевий продукт потрапляє менше волокнистих включень і бруду. Сполучні – ті ж фенолформальдегідні смоли.

Згідно ДСТУ на виробництво скловати, товщина нитки може досягати до 17 мкм (максимальна товщина мінеральної вати – 12 мкм). Одержувані волокна ширше і довше ніж волокна у мінераловатного утеплювача, тому скловата володіє підвищеною пружністю і міцністю, а також високою вібростійкістю.

Скловолотно пружне і м'яке, тому вважається одним з кращих шумоізоляційних матеріалів внаслідок великої кількості пустот між волокнами, які заповнені повітрям, а також утеплювачем з скловати можна облицьовувати нерівні поверхні, конструкції будь-якої форми та конфігурації.

Скловата застосовується для рішення задач теплової, звукової (акустичної), технічної і протипожежної захисту. Теплоізоляційні матеріали з скловати не мають запаху, стійкі до процесів гниття, а також перешкоджають зростанню цвілі і бактерій. Скловата є хімічно нейтральним утеплювачем і не містить шкідливих речовин. Скловата відповідає самим високим вимогам, що пред'являються до теплоізоляційних матеріалів: низька теплопровідність, стійкість до навантажень, паропроникність, водовідштовхувальні властивості, якість матеріалу, який гарантує стабільність всіх характеристик протягом всього життєвого циклу конструкції.

Кам'яна вата сьогодні – це надзвичайно популярний вид теплоізоляційних матеріалів. Сировиною для виробництва кам'яної вати служать гірські породи, тому такі утеплювачі поєднують в собі міцність і довговічність каменю і ізоляційні властивості вати. При цьому виявляються відмінними звуко-, так і теплозберігаючі властивості. Цей матеріал має відмінні показники тепло-і звукоізоляції. Як вже було сказано вище, кам'яну вату отримують з базальтових порід, обробляючи їх у спеціальних центрифугах при максимальній температурі приблизно в 1500°C. Волокна кам'яної вати утворюються в процесі плавлення під дією потужного повітряного потоку. Одночасно з цим в центрифуги додаються і допоміжні, сполучні і гідрофобні речовини, необхідні при виробництві кам'яної вати. Після цього волокнам надається хаотичне напрям, за рахунок чого матеріал і набуває необхідну щільність. Остаточне ж формування кам'яної вати відбувається в процесі полімеризації, коли волокна тверднуть при температурі приблизно в 200°C. Потім матеріалу надають необхідну форму і упаковують його в спеціальну термоусадочну поліетиленову плівку. В такому вигляді вона і надходить у продаж.

Кам'яна вата має температуру спікання понад 1000 градусів, перешкоджає поширенню полум'я, тобто є стійкою до займання, що і дозволяє застосовувати її в якості протипожежної ізоляції. Також вона є негігроскопічним матеріалом, тобто не вбирає вологу, а завдяки високій паропроникності дозволяє підтримувати сприятливий мікроклімат. За рахунок високої гнучкості, еластичності і невеликої ваги м'які плити і мати з кам'яної вати прості в монтажі і відмінно зберігають форму. Сьогодні в Україні відомі десятки найменувань виробів з кам'яної вати, нерідко вона також носить назву «мінеральна вата».

Полістирольний пінопласт - сучасний, екологічно чистий матеріал, що дозволяє не тільки забезпечити високу теплоізоляцію, але і принести економічну вигоду. Пінопласт (пінополістирол) являє собою вологостійкі гранули невеликих розмірів від 1 до 5 мм, спечені між собою під впливом

високих температур. Виробництво пінопласту здійснюється методом термального спучування гранул полістиролу при впливі газотворювача.

Пінопласт став народним термоізоляційним матеріалом, бо значна кількість приватних малоповерхових будинків та квартир у багатоповерхівках утеплюються цим теплоізолятором.

Гранули полістирольного пінопласту мають величезну кількість (мільйони) тонкостінних мікрочеек неоднорідних за структурою, що істотно збільшує загальну площу зіткнення пінопласту з повітрям. Тому пінополістирольні плити майже повністю складаються з повітря (понад 90% від обсягу), що і зумовило їх основні теплоізоляційні властивості. Пінопласти мають низьку щільність, але при цьому високі тепло - і звукоізоляційні характеристики. Пінопласт (пінополістирол) зручний у застосуванні, його легко переміщати, складувати, різати. Температура навколишнього середовища не чинить негативного впливу на фізичні і хімічні властивості пінопласту.

Пінопласти мають переважно закриті пори у вигляді комірок, розділених тонкими перегородками. До поропластам відносяться комірчасті пластмаси з сполученими порами. Є матеріали зі змішаною структурою. В пористих пластмасах пори займають 90-98 % обсягу матеріалу, тому комірчасті пластмаси дуже легкі і малотеплопровідні. Їх щільність становить всего 15-45 кг/м³, а теплопровідність – 0,026-0,058 Вт/(м × °С).

Пінополіуретан отримують в результаті хімічних реакцій, що протікають при змішуванні вихідних компонентів (полієфіру, диізоціанита, води, каталізаторів і емульгаторів). Виготовляють жорсткий і еластичний поліуретан. Щільність 25-45 кг/м³, міцність при 10 %-ному стисненні - 0,3-0,7 МПа. Жорсткий пінополіуретан відрізняється високою механічною міцністю, стійкістю до зносу і хімічною та біологічною стійкістю. Може бути використаний при температурі від - 50°С до + 110°С. Жорсткий пінополіуретан застосовують у вигляді плит і шкаралуп. Еластичний пінополіуретан служить для герметизації стиків панелей. Розроблені

рецептури заливальних композицій, які можуть спінюватися навіть на холоді. По вогнестійкості відноситься до самозатухаючих матеріалів.

Пінополістирол виготовляється з полістиролу з порообразователем. Безпресовим пінополістирол (ПСБ) має щільність 20-40 кг/м³ і теплопровідність 0,035-0,04 Вт/(м ×°С). Його водопоглинання може досягати відносно великих значень, що погіршує теплоізоляційні та фізико-механічні властивості і обмежує термін служби цього матеріалу.

Пінополівінілхлорид – теплоізоляційний матеріал, незначно змінює свої властивості при зміні температури від - 60 до +60°С. менше горючий порівняно з пінополістиролом.

Далеко не всім відомо, що саме пінополістирол найчастіше використовується для створення теплої і затишної атмосфери в кожному будинку. Цей матеріал, зазвичай білого кольору, найчастіше називають пінопластом.

Екструзионний пінополістирол (ЕППС) – практично не вбирає вологу, і тому його теплотехнічні властивості не погіршуються при експлуатації. Його щільність знаходиться в межах від 30 до 50 кг/м³, а теплопровідність становить 0,03-0,035 Вт/(м ×°С). Пінополістирол знаходить застосування в самих різних сферах діяльності людини. З його допомогою оберігають від ударів при транспортуванні складну побутову техніку та обладнання.

Пінополістирол– матеріал дуже легкий, він вільний від виділення якихось шкідливих речовин. Ця екологічна чистота дозволяє використовувати пінополістирол для виробництва стельової плитки, плінтусів та інших оздоблювальних матеріалів. Пінополістирол – матеріал пористий, а значить, в змозі забезпечити хорошу звукоізоляцію. Пінополістирол практично не піддається впливу різних мікроорганізмів. Для нього не страшні низькі температури і велика вологість. Водою пінополістирол, практично, не змочується. Саме тому, що пінополістирол легкий, довговічний, добре піддається обробці, його широко використовують і в будівництві. Пінополістирол у вигляді плит або спеціальних гранул –

відмінний матеріал для теплоізоляції. Плити з пінополістиролу складаються з гранул розміром від одного до п'яти міліметрів, які досить міцно з'єднані між собою.

Пінополістирол – це фактично отверділа піна, яка виходить в результаті термального спучування полістирольних гранул при певній температурі і з допомогою спеціального газоутворювача. Незважаючи на наявність багатьох переваг, пінополістирол нестійкий до впливу високих температур. Майже на 90% пінополістирол складається з повітря. Саме тому він такий повітряний, легкий. Ця пористість і забезпечує пінополістиролу дуже низьку теплопровідність і відмінні здібності до звукоізоляції, а також дозволяє його використовувати в якості матеріалу для робіт з термічної ізоляції.

Пінополістирол - матеріал майже вічний. Для теплоізоляції може застосовуватися навіть крихта, яка отримана з різних виробів на основі пінопласту. Але для професійного використання краще все-таки застосовувати його у вигляді плит. Найчастіше ці плити, які залежно від варіанта виготовлення можуть мати різні габаритні розміри і товщину. Пінополістирол в плитах застосовується для теплоізоляції стін, перекриттів, утеплення балконів.

Пінополістирол - матеріал легкий і податливий до обробки. Його легко підігнати до потрібних розмірів, з ним просто легко працювати завдяки дуже малій вазі. Ну, а інші властивості – такі як вологостійкість, біологічна стійкість та інші якості, що дозволяють застосовувати пінополістирол в самих різних кліматичних умовах. Він з однаковим успіхом може захистити і від холоду, і від спеки. Для забезпечення ще більш високих експлуатаційних якостей пінополістирол виробляється і поліпшених варіантах, таких як, скажімо, екструзійний пінополістирол. Він відрізняється тим, що технологія спінювання полістирольних гранул дозволяє отримувати матеріал з закритими від зовнішнього середовища і більш дрібними осередками. Це забезпечує поліпшені характеристики по міцності.

Мінераловатні плити

Напівтверді і м'які плити виготовляють з синтетичним, бітумним і крохмальним сполучною. Вироби (плити, мати) з синтетичним сполучною мають меншу щільність, більш міцні і привабливі на вигляд порівняно з виробами на бітумному сполучному. Щільність плит 35-250 кг/м³, теплопровідність 0,041-0,07 Вт/(м ×°С). Для підвищення міцності і зниження кількості сполучної до складу виробів вводять азбест. Плити завтовшки 40-100 мм випускають щільністю 100-300 кг/м³ і теплопровідністю 0,051-0,135 Вт/(м ×°С).

Тверді плити, мають знижену щільність, виготовляють на синтетичному зв'язуючому (фенолоспирті, розчині або дисперсії карбамідного полімеру та ін). Міцність на стиск мінераловатних виробів підвищується із зростанням кількості вертикально орієнтованих волокон. Мінераловатні вироби з гофрованою структурою, що містять до 30 % орієнтованих у вертикальному напрямку волокон, мають щільність 140-200 кг/м³. У порівнянні з плитами з горизонтальною орієнтацією волокон гофровані плити відрізняються меншою деформативністю і підвищеною в 1,7-2,5 рази міцністю.

Мінеральна вата і мінплита марки П-125 використовуються в якості утеплювача в легких огорожувальних конструкціях каркасного типу. Також мінплити П-125 застосовуються в якості тепло-, звукоізоляції горизонтальних, вертикальних і похилих будівельних огорожувальних конструкцій всіх типів будівель, у тому числі для влаштування підлог, стель, внутрішніх перегородок. Мінераловатні плити цього типу використовуються в якості середнього теплоізоляційного шару в тришарових полегшених стінах малоповерхових будівель з цегли, керамзитобетонних, газобетонних та інших блоків. Мінеральна плита П-125 застосовується в якості тепло-, звукоізоляції резервуарів та промислового обладнання при температурі ізолюючої поверхні від -60°С до +400°С.

Мінеральна вата і мінплита ПЖ-175 (плита жорстка) застосовуються для теплової ізоляції будівельних конструкцій, стінових панелей, перекриттів, виконаних з профільованого металевого настилу або

залізобетону без улаштування цементної стяжки і вирівнює прошарку в житлово-цивільному та промисловому будівництві, для теплової ізоляції зовнішніх стін (проект типу "Шуба"), для теплової ізоляції стін (кладка типу "Колодязь").

2.3 Матеріали та вироби для утеплення основних конструктивних елементів будинків

Утеплення фундаментів

Фундамент є основою будь-якої споруди, тому від того, наскільки грамотно він спроектований, а також від якості виконання робіт залежить подальша доля будинку – довговічність, зовнішній вигляд та комфортність проживання. Досить часто фундаменти поєднують із стінами підвалів. Їх надійна експлуатація може бути забезпечена тільки за наявності теплоізоляції зовнішніх конструкцій, дотичних до ґрунту.



Необхідність утеплення фундаменту обумовлена тим, що втрати тепла через підземну частину будинку в деяких випадках складають до 20% від загальних тепловтрат. За наявності опалювального підвального приміщення

теплоізоляція фундаменту захистить підвал від промерзання, допоможе запобігти утворенню конденсату, появі вогкості та розвитку плісняви.

Слід зазначити, що утеплення фундаменту будинку надає можливість ліквідувати або істотно зменшити дію на фундамент сил морозного здуття. При їх промерзанні на фундамент, що знаходиться в ґрунті, починають діяти сили морозного здуття, що призводять до деформації підстав та захисних конструкцій.

Утеплення стін неопалювальних підвалів, на перший погляд, позбавлене практичного сенсу, але це не зовсім так. Річ у тому, що температура ґрунту на глибині 2м ніколи не опускається нижче 5-10°C, тому правильно виконана теплоізоляція підвалу дозволяє в зимовий період підтримати температуру 5-10°C без додаткового опалювання підвалу.

Значні втрати тепла відбуваються і через цокольні перекриття, розташовані над неопалювальними підвалами та підпіллям. В цьому випадку від якості теплоізоляції цокольного перекриття залежать не лише витрати на опалювання будинку, але і можливість створення комфортного місця проживання.



Ця умова здійснима лише при належній теплоізоляції цокольного перекриття будинку, що відповідає вимогам сучасних нормативних документів. У зв'язку з цим, при будівництві або ремонті будинку необхідно звернути особливу увагу на теплоізоляцію перекриття першого поверху та простежити, щоб його теплозахисні характеристики були досить високими.

Теплоізоляції перекриттів

При утепленні перекриттів над холодними підвалами та підпіллям слід враховувати, що через них, як і через усі конструкції, що захищають, розділяють зони теплого та холодного повітря, відбувається дифузія водяної пари.



Для захисту утеплювача від зволоження його необхідно ізолювати шаром пароізоляційного матеріалу, але на відміну від горищних перекриттів, пароізоляція розташовується над утеплювачем (а не під ним), оскільки водяні пари дифундують із теплих (верхніх) приміщень в холодніші (нижні). Щоб запобігти зволоженню утеплювача перекриттів та уникнути появи вогкості, грибка та плісняви, необхідно забезпечити вентиляцію підпілля та підвалів. З цією метою влаштовуються спеціальні отвори та продухи, через які водяні пари видалятимуться назовні з вентиляційним повітрям [25].

При теплих підвалах роблять утеплення цоколя. Цокольна частина будівлі знаходиться в досить несприятливих умовах вологості: вона постійно стикається з ґрунтом та зволожується дощем, талими водами і бризками крапель, що падають з даху. З цієї причини для утеплення цоколя використовують матеріали, що мають нульове водопоглинання і здатні зберігати теплозахисні властивості у вологому середовищі. Цим вимогам повністю задовольняють пінопласти екструзій, що мають замкнуті пори.

Поверх утеплювача влаштовують пароізоляцію, що перешкоджає зволоженню теплоізоляції водяними парами внутрішнього повітря.

Полотнища пароізоляційного матеріалу розкочують із перехлестом не менше 100мм, після чого шви проклеюють спеціальною стрічкою або скотчем для забезпечення герметичності. При використанні фольгированих пароізоляційних матеріалів їх встановлюють блискучою поверхнею у бік теплого приміщення. В цьому випадку між пароізоляцією та основою підлоги треба передбачити невеликий повітряний прошарок. Для вентиляції підвалу влаштовують отвори розміром (100x100) – (150x150) мм, розташовуючи їх по периметру цокольної частини будівлі через кожні 4-5м (рис. 2). Волога матиме можливість випаруватися назовні, і в підвалі не з'являться пліснява і запах вогкості.

Балочні перекриття.

При утепленні цокольних перекриттів по дерев'яних балках теплоізоляцію укладають на дошки або дерев'яні щити, що спираються на черепні бруски З «теплої» сторони утеплювач захищають пароізоляційним матеріалом. Кінці дерев'яних балок (120-180 мм), що спираються на цоколь, обгорнули руберойдом, поліетиленовою плівкою або іншим гідроізоляційним матеріалом, а торці балок залишають відкритими. Крайню балку, паралельну зовнішній стіні, укладають не впритул до поверхні стіни, а з не великим проміжком. Простір, що утворився, між балкою та стіною заповнюють теплоізоляційним матеріалом.

В процесі експлуатації будинку може виникнути необхідність в утепленні існуючого цокольного перекриття. Краще утеплювати перекриття з боку підвалу. Для цього до існуючої підшивки стелі за допомогою тонких дерев'яних рейок прикріплюють пароізоляційний матеріал, забезпечуючи накладання полотнищ на 100мм. Потім монтують дерев'яні бруски з кроком, відповідним розміру утеплювача. Плити утеплювача встановлюють в розпір між брусками та закріплюють дерев'яними рейкам або дротяною сіткою. З боку підвалу стелю можна обшити дошками або обштукатурити по сітці.

Утеплення цоколя

Цоколь – це верхня частина фундаменту, виступаюча над поверхнею землі приблизно на 0,5м, на яку, як правило, спирається перекриття першого

поверху. У цоколі влаштовують горизонтальну гідроізоляцію, що перешкоджає капілярному підйому вологи, що викликає зволоження стіни та цокольного перекриття. Цоколь знаходиться в умовах постійного зволоження, тому для його зведення використовують щільні матеріали – блоки з важкого бетону, обпалену цеглина і тому подібне, для облицювання – кам'яні плити, керамічну плитку або штукатурний розчин на цементній основі. Для утеплення цоколя (за наявності опалювального підвалу) найчастіше застосовують екструдований пінополістирол, який має близьке до нуля водопоглинання та високі теплоізоляційні характеристики у вологому середовищі. До теплозахисту цоколя пред'являють ті ж вимоги, що і до зовнішніх стін: опір теплопередачі зовнішньої частини цоколя має бути не менше $3,16 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

При утепленні цоколя теплоізоляційний матеріал розташовують із зовнішнього боку. Для монтажу пінополістирольних плит слід використовувати клей та мастики, що не містять компонентів, розчинювальних полістиролом (ацетон, сольвент і тому подібне). Гарячі бітумні мастики також непридатні для утеплення цоколя будинку пінополістиролом. Встановлені плити екструдованого пінополістиролу із зовнішнього боку мають бути захищені від руйнівної дії доквілля і, зокрема, сонячних променів шаром штукатурки по сітці.

Утеплення фундаментів та стін підвалів

При будівництві будинку доцільно провести утеплення стін підвалу. Теплоізоляція опалювальних підвалів дозволяє значно понизити невиправдані втрати тепла, а утеплення неопалювальних підвалів дає можливість круглий рік підтримувати постійну температуру $5-10^{\circ}\text{C}$, а також виключити утворення конденсату на внутрішніх поверхнях заглибленого приміщення в літній час. Річ у тому, що влітку температура поверхні стін, що на межі з ґрунтом, часто виявляється нижчою за точку роси, тому при попаданні на них теплого повітря створюються умови для випадання конденсату, розвитку плісняви, гнилі та появи неприємного запаху.

Найбільш ефективним матеріалом для утеплення стін підвалів є плити з екструдованого пінополістиролу, які кріпляться до зовнішньої поверхні стін поверх гідроізоляційного шару. Для приклеювання плит застосовують бітумну мастику МБК-Г – 75, бітум нафтової БН – 70/30 або БН – 90/10 та інші склеювальні склади, що не містять ацетону та розчинників, що руйнують матеріал утеплювача. Монтаж утеплювача починають не раніше чим через 5-7 днів після закінчення гідроізоляційних робіт; цього часу цілком достатньо для повного випаровування розчинників, що містяться в гідроізоляційному складі.

З боку ґрунту екструдований пінополістирол захищають спеціальними дренажними плитами, після чого виїмку знову заповнюють ґрунтом, заздалегідь видаливши з нього великі камені та металеві предмети. При високому рівні стояння ґрунтових вод для утеплення підвалів бажано застосовувати плити пінопластів, що мають профільований край із ступінчастою кромкою. В цьому випадку приклеювання утеплювача повинне робитися не точково, а по усій поверхні.



у
теп
лен
ня
фун
дам
ент
у по

периметру будинку

Багато прикостей власникам будинків доставляють тріщини в стінах та перекоси конструкцій, що захищають, які зазвичай з'являються у весняний період. Це неприємне явище обумовлене деформацією фундаментів, викликаною силами морозного здуття ґрунту.

Традиційні заходи, спрямовані на зменшення дії сил морозного здуття, передбачають пристрій під фундаментом піщаної подушки завтовшки не менше 100 мм і використання для зворотної засипки непухкого ґрунту – піску. Ці заходи дозволяють частково розв'язати вказану проблему, але повністю виключити появу сил морозного здуття можна тільки шляхом ліквідації причини їх виникнення – промерзання ґрунту, утеплює фундамент по усьому периметру будівлі.

Для цього на дно виїмки завглибшки 400-500мм, відритої по периметру будинку, насипають шар піску завтовшки 200 мм, після чого на утрамбований пісок майже горизонтально (з невеликим нахилом від стіни або фундаменту) укладають плити екструдованого пінополістиролу. Виходячи з глибини промерзання ґрунту вибирається необхідна ширина теплоізоляційного матеріалу. Не слід забувати, що рівень втрат тепла через зовнішні кути значно перевищує тепловтрати через плоскі поверхні, тому в зоні кутів товщина шару утеплювача має бути в 1,4-1,5 разів більша, ніж уздовж стін. Згори утеплювач засипають шаром піску завтовшки не менше 300 мм.

Периметральне утеплення зони, що примикає до фундаменту, не лише перешкоджає промерзанню ґрунту і, як наслідок, запобігає виникненню виштовхуючих сил у пухких ґрунтів, але і сприяє зниженню тепловтрат через стіни підвалу. Ця технологія може бути рекомендована і для утеплення підвалу. Якщо виникла необхідність переобладнувати холодне приміщення підвалу в опалювальне, зовсім не обов'язково відривати ґрунт на усю глибину фундаменту та обклеювати його утеплювачем. Досить укласти теплоізоляційний матеріал вказаним способом і підвал буде захищений від зайвих втрат тепла та сил морозного здуття.

Утеплення даху

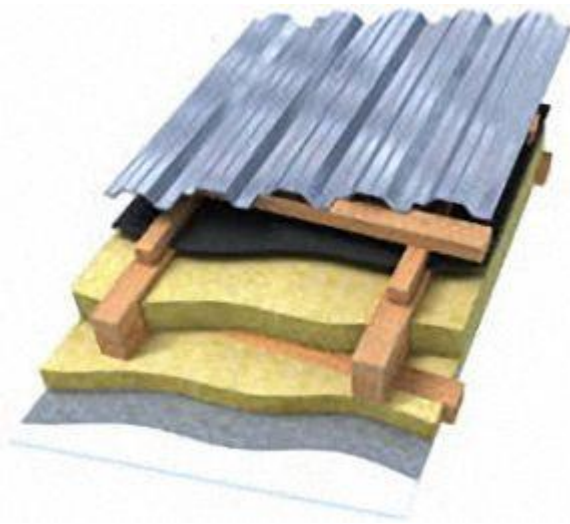


В середньому будинку тепловтрати через дах складають близько 20% всіх втрат тепла через елементи конструкцій будівлі. Застосування утеплювача забезпечує зниження тепловтрат в опалювальний період і зниження перегріву підпокрівельних приміщень в жаркий період. Крім того, теплоізоляція скатних дахів дозволяє створити утеплену мансарду і з мінімальними витратами збільшити площу приватного будинку до 40%.

В сучасній практиці використовуються три схеми утеплення:

- **укладання утеплювача між кроквами** - найбільш простий спосіб, якщо товщина шару утеплювача, отримана в результаті теплотехнічного розрахунку, менша або відповідає товщині крокв
- **укладання утеплювача між кроквами і в каркасі під кроквами** - схему зазвичай вибирають, якщо висока ймовірність несприятливих погодних умов і пріоритетним є завдання максимально швидкої установки покрівельного покриття, щоб уберегти будинок від опадів
- **укладання утеплювача між кроквами і в каркасі над кроквами** - використовується, якщо товщини крокв недостатньо для установки утеплювача необхідної товщини і потрібно максимально збільшити корисний об'єм мансарди.

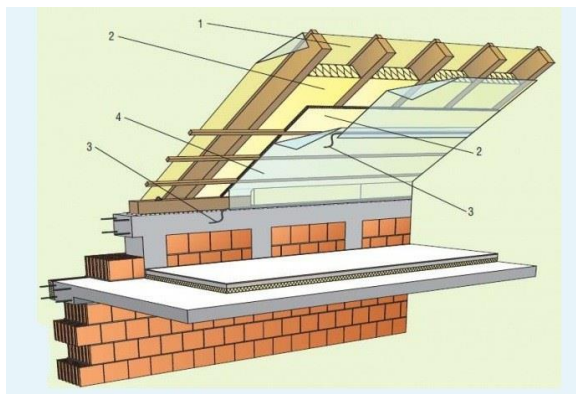
Конструкція утепленого даху: утеплювач між і під кроквами



1. Покрівельне покриття
2. Підпокрівельний вентиляований повітряний зазор
3. Гідроізоляційна плівка або
4. Супердифузійна мембрана
5. Вентилюваний зазор над теплоізоляцією
6. Мінеральна вата
7. Пароізоляційна плівка
8. Внутрішнє оздоблення

Матеріали для утеплення даху

Для утеплення скатних дахів застосовуються негорючі плитні або рулонні матеріали з кам'яної вати та скловолокна (мінеральна вата). Зазвичай вони не піддаються великим механічним навантаженням, але важливо, щоб утеплювач не давав усадку і не просідав під власною вагою. Цей ефект нерідко виникає при використанні скловолокнистої вати невеликої щільності.



Застосування пінополістиролу або плит з екструдованого пінополістиролу як утеплювача для похилих дахів вимагає проведення

протипожежних заходів, що включають антипіренове просочення дерев'яних конструкцій, влаштування вогнезахисних шарів і т.д.

Монтаж теплоізоляції

Монтаж утеплювача можна робити як зовні, так і зсередини, в залежності від погодних умов і умов монтажу. Необхідною умовою забезпечення високих ізоляційних якостей покриття є забезпечення щільного прилягання утеплювача до крокв. Крок крокв проектується рівним 60 см, що дорівнює ширині плит утеплювача всіх відомих виробників.

Теплоізоляційні плити не вимагають кріплення. Їх слід встановлювати в розпір між кроквами або в контробрешітку. Монтаж необхідно вести знизу вгору, щільно притискаючи теплоізоляційні плити один до одного. Для запобігання утворенню «містків холоду» утеплювач рекомендується встановлювати в два шари. Це дозволяє перекривати місця стиків плит утеплювача нижнього шару плитами верхнього шару.

Пароізоляція даху

У зимовий період більш легке тепле повітря переміщається з нижніх частин будівлі в мансарду, переносючи з собою велику кількість вологи. Волога, яка потрапляє через шар паропроникної внутрішньої обробки в утеплювач, може накопичуватися в ньому, знижуючи його теплозахисні властивості і руйнуючи його структуру. Для захисту утеплювача і кроквяної конструкції від впливу вологи, що надходить зсередини приміщення, застосовують пароізоляційні плівки.

Утеплення даху є важливою частиною комплексу по утепленню будинку. При виборі матеріалу для утеплення покрівлі зсередини необхідно обов'язково врахувати в яких умовах експлуатується дах: чи то перепади температури та опади, чи сильні механічні навантаження.

Теплоізоляція даху залежить від того, як використовується приміщення горища. Це важливо для розрахунку необхідних матеріалів і складання схеми теплоізоляції даху. Якщо горище не є житловим, то утепляти покрівлю зсередини не потрібно. Ретельно утеплюються лише підлога горища. Якщо ж

горище або мансарда використовуються в якості житла, то обов'язково утеплити покрівлю зсередини.

Ревізія і ремонт конструкцій перед початком утеплення покрівлі – це важлива умова. Перевіряється стан крокв на предмет наявності гнилі, вогкості. Проводиться обов'язкова антисептична обробка або заміна частин конструкції. Таким самим чином діємо і з комунікаціями: електропроводка або водопровід. Після цих заходів можна приступати до самого утепленню даху.

Схема теплоізоляції даху зсередини практично повторює технологію утеплення вентиляованого фасаду, за винятком способу монтажу утеплювача і матеріалу зовнішньої обробки. Ця технологія – найбільш прийнятний і оптимальний варіант для утеплення даху. Як в плані фінансових інвестицій, так і в плані трудовитрат.

Монтаж гідробар'єра, він обов'язковий, зсередини покрівлі проводиться таким чином, щоб він «обволікав» кроквяні ноги до яких гідробар'єр кріпитися за допомогою степлера. Для теплоізоляційного шару рекомендована мінеральна вата в плитах або рулонна. Товщина її не повинна перевищувати товщину кроквяних ніг, але і не бути менше 100 мм. Укладання плит виконується знизу від ската. Кріпити мінераловатні плити можна за допомогою рейок набитих перпендикулярно на кроквяні ноги, або за допомогою звичайного капронового шнура. Пароізоляція проводиться паробар'єром поверх теплоізоляційного шару і кріпитися до крокв. В якості паро- і гідроізоляції рекомендується використовувати будівельну мембранну плівку, але не пластикову плівку, яка не має перфорації.

Перевагою плоскої покрівлі є те, що в експлуатованому будинку, утеплення плоскої покрівлі можна проводити і зсередини і зовні. Утеплення плоскої покрівлі доцільно проводити зовні. Найбільш підходячим за своїми експлуатаційними характеристиками матеріалом для утеплення плоского даху зовні є базальтова мінераловата. Вона довговічна, має низьку теплопровідність, гарну паропроникність і опірність до механічних навантажень.

Загальні конструктивні принципи зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією

Конструкції фасадної теплоізоляції зовнішніх стін будинків являють собою комплект, який складається з набору виробів, що з'єднуються у збірну систему під час монтажу споруди. Комплект повинен мати характеристики, які дозволяють споруді після її встановлення забезпечувати необхідні енергетичні показники. Збірна система складається з несучої частини зовнішньої стіни, включає такі вироби та компоненти, як шар теплової ізоляції, опоряджувальний шар, засоби їх кріплення на несучій частині. Перелік типів і склад виробів і компонентів є строго фіксованим у комплекті, а їх кількість може змінюватися відповідно до конкретного об'єкта застосування. Вимоги до збірної системи встановлюються ДБНВ.2.6-33:2008, а також вимогами ДСТУ Б В.2.6-34, ДСТУ Б В.2.6-35, ДСТУ Б В.2.6-36 та технічних умов у залежності від конструктивних класів комплектів.

Класифікація збірних систем

Класифікація збірних систем за конструктивними рішеннями приймається відповідно до ДСТУ Б В.2.6-34 та наведена у таблиці 3.1

У залежності від конструктивного рішення застосовують збірні системи з опорядженням: –штукатурками або дрібноштучними елементами (клас А); –цеглою або стіновими каменями (клас Б); –індустріальними елементами (клас В); –прозорими елементами (клас Г). При проектуванні збірних систем слід враховувати конструктивно-технологічні особливості їх застосування та експлуатації.

Таблиця 3.1 Класи та підкласи збірних систем

Класи	Найменування класів	Найменування підкласів
Клас А	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою	А1 З опорядженням тонкошаровими штукатурками А2 З опорядженням товстошаровими штукатурками А1 З опорядженням дрібнорозмірною плиткою

Клас Б	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою
Клас В	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією з вентиляльованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами	<p>В1 З опорядженням керамічними плитками</p> <p>В2 З опорядженням плитками з природного каменю</p> <p>В3 З опорядженням металевими дрібно штучними та крупно розмірними панелями</p> <p>В4 З опорядженням плитками цементно-волокнистих матеріалів</p> <p>В5 З опорядженням композитними алюмінієвими матеріалами</p> <p>В6 З опорядженням виробами із дрібнозернистого бетону</p> <p>В7 З опорядженням полімер-бетонними панелями</p> <p>В8 З опорядженням ламінованими панелями</p> <p>В9 З опорядженням керамогранітом</p> <p>В10 З опорядженням іншими індустріальними елементами</p>
Клас Г	Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами	<p>Г1 З опорядженням склом будівельним</p> <p>Г2 З опорядженням склом загартованим будівельним</p> <p>Г3 З опорядженням склом з енергозберігаючим покриттям</p> <p>Г4 З опорядженням склом сонцезахисним</p> <p>Г5 З опорядженням склом фасадним з нанесеним</p>

		мемалевим покриттям Г6 З опорядженням склом візерунковим Г 7 З опорядженням склом армованим Г 8 З опорядженням ламінованим склом (триплексом) Г 9 З опорядженням склом забарвленим у масі Г10 З опорядженням гідрофобним склом Г11 З опорядженням іншими видами скла, що дозволені до застосування в будівництві
--	--	---

Енергозберігаючі вікна

Сучасні енергозберігаючі вікна — це конструкції, які відрізняються мінімальними показниками теплопровідності. Підвищення опору теплопередачі забезпечується за рахунок комбінації різних чинників:

- Багатокамерного профілю з низькою теплопровідністю.
- Енергозберігаючого скління.
- Використання фурнітури, яка забезпечує гарне притискання.
- Правильного монтажу.

І все ж зазвичай, коли згадують енергозберігаючі ПВХ-вікна, мають на увазі конструкції, в яких встановлено енергозберігаючі склопакети. Це логічно — саме скління займає більшу частину площі вікна (60-80%), і саме через нього відбувається основний теплообмін.

Види енергозберігаючого скла

Енергозберігаючим називають склопакет, в якому встановлено як мінімум одне скло зі зниженою теплопровідністю. Сьогодні використовуються такі різновиди енергоефективних стекол:

- К-скло, або скло з твердим покриттям. Це скло, яке виробляється за застарілою піролітичною технологією (покриття розплавом на основі

оксиду олова). Отримане тверде покриття досить міцне, але за енергоефективністю поступається більш сучасним матеріалам.

- і-скло, або скло з м'яким покриттям. М'яке енергозберігаюче покриття наноситься магнетронним способом і добре відбиває інфрачервоне випромінювання назад до приміщення, не випускаючи назовні більшу частину тепла. Для захисту м'якого покриття від пошкоджень скло встановлюють так, щоб і-покриття знаходилося всередині склопакета.

- Мультифункціональне скло — працює і як енергозберігаюче, і як сонцезахисне. Мультифункціональний склопакет пропускає видиме світло, але відбиває інфрачервоні (теплові) хвилі з обох напрямків. В результаті взимку він захищає приміщення від переохолодження, а влітку — від перегріву.

В цілому ж *склопакет з напиленням* — енергозберігаючим або мультифункціональним — зберігає значно більше тепла, ніж конструкція на основі звичайних стекол.

Склопакет з аргоном

Енергозберігаюче скло доволі ефективно, але воно — це не єдиний елемент, що знижує теплопровідність вікна. Щоб додатково зменшити тепловтрати, повітря, яке знаходиться всередині герметичної камери між шарами скла, замінюють інертним газом — найчастіше аргоном:

- По-перше, аргон за рахунок низької у порівнянні з повітрям теплопровідності краще зберігає тепло.

- По-друге, в аргоновому середовищі енергозберігаюче покриття не окислюється — і тому служить набагато довше.

Аргон — інертний газ, який не вступає у хімічні реакції. Він повністю безпечний як для людей.

Плюси і мінуси енергозберігаючих вікон

Вибір на користь енергозберігаючих вікон роблять з кількох причин:

- По-перше, такі конструкції зберігають тепло в приміщенні, тому власникам легше підтримувати комфортний мікроклімат. У будинках і квартирах з автономною системою обігріву економія буде очевидною. У

приміщеннях з центральним опаленням при встановленні енергозберігаючих вікон зазвичай відпадає потреба в додатковому обігріві — тому зменшуються витрати електроенергії.

- По-друге, мультифункціональні склопакети захищають не тільки від холоду, але і від спеки. Використання мультифункціонального скління дає можливість зменшити витрати на кондиціонування у спекотні літні місяці.

- Зрештою, потрібно враховувати і вимоги ДСТУ та ДБН. Згідно до діючих будівельних нормативів, використовувати при склінні житлових приміщень конструкції без енергозбереження не можна — вони не відповідатимуть мінімальним нормам щодо опору теплопередачі.

Єдиний мінус, характерний для енергозберігаючих вікон — ціна. Такі конструкції коштують дорожче за звичайні. Проте за рахунок більшого комфорту і економії на обігріві та кондиціонуванні вибір на користь енергоефективних конструкцій окупається досить швидко.

Як перевірити енергозберігаючі вікна

Перевірити, чи дійсно вікно енергозберігаюче, можна двома способами:

- По-перше, напилення на склопакет поглинає частину інфрачервоних хвиль. Через це одне з відображень піднесеного до вікна вогнику запальнички або полум'я свічки буде відрізнятися за кольором.

- По-друге, енергозберігаюче покриття містить іони металів (олова і срібла). Тому воно визначається спеціальним приладом, який працює за принципом металодетектора.



Енергозберігаючі вікна - це світлопрозорі конструкції, що застосовуються для скління опалювальних приміщень, що відповідають вимогам ДСТУ щодо теплоізоляції. Говорячи простими словами, це вікна для запобігання втрати тепла з квартири (будинку) і норми таких втрат визначені державними стандартами.

Для різних областей України характеристики енергоефективних вікон відрізняються: для першої кліматичної зони мінімальний коефіцієнт теплового опору повинен бути $0,75 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$, для іншої- $0,60 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$.



З даної інфографіки ми бачимо що для південних областей України та Закарпатської області вимоги трохи нижче ніж для інших регіонів, але є рекомендації орієнтуватися на коефіцієнт теплового опору $0,75 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$.

Підсумовуючи аналіз енергозберігаючих вікон можна зробити висновки:

- Показник енергоефективності металопластикового вікна - коефіцієнт теплового опору. Чим він вищий, тим "тепліше" Ваше вікно.
- Енергозбереження в більшій мірі залежить від склопакета, ніж від профілю.
- Найефективніше застосовувати вікна з коефіцієнтом теплового опору вище $0,75 \text{ м}^2 \text{ С/Вт}$

Висновки до розділу II

Необхідність зниження енерговитрат на експлуатацію будинків збіглась в часі із зростанням вимог користувачів до якості умов експлуатації будинків і, відповідно, рівня забезпеченості комфортних тепловологісних параметрів в приміщеннях житлових та громадських будинків.

Фізико-технічні властивості використовуваних в будівництві теплоізоляційних матеріалів справляють визначальний вплив на теплотехнічну ефективність і експлуатаційну надійність конструкцій, трудомісткість монтажу, можливість ремонту в процесі експлуатації. Основними показниками, що характеризують властивості матеріалів, є: щільність (не більше $200\text{-}250 \text{ кг/м}^3$), теплопровідність (розрахунковий коефіцієнт теплопровідності не вище $0,06\text{--}0,07 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$), теплоємність, паропроникність, міцність на стиск при 10% деформації для жорстких виробів, щільність і пружність для м'яких і напівжорстких матеріалів,

горючість, морозостійкість, гідрофобність і водостійкість, біостійкість і відсутність токсичних виділень при експлуатації.

За останні роки проблема поліпшення теплофізичних якостей огорожувальних конструкцій будівель стала одною з найважливіших у будівельній індустрії. Більшість будівель, що експлуатуються, вимагають великої кількості теплоти на опалення, бо вони зводились у період, коли низькі ціни на енергоносії і занижені нормативи опору теплопередач огорожувальних конструкцій поєднувались з вимогами прискорення темпів, зниження матеріалоемності будівництва та підвищення продуктивності праці.

Проведений аналіз методів оцінки теплотехнічних показників конструкцій на стадії їх проектування – опору теплопередачі, теплостійкості, допустимої повітропроникності, вологісного режиму дозволив сформулювати принципи проектування теплоізоляції будинків з визначенням елементних теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій та методів інтегральної оцінки енергетичних показників будинку.

Проведення досліджень з вивчення надійності направлені на встановлення нового поняття – теплової надійності конструкцій та виробів, як властивості об'єкта зберігати у часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, тобто зберігати свої теплотехнічні показники в допустимих межах у заданий термін експлуатації будинку.

Теплова надійність огорожувальних конструкцій є обов'язковою характеристикою енергоефективності будинку – будинок не може бути ефективним в експлуатації при ненадійній теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Такий підхід до розгляду енергоефективності потребує розроблення нових методів експериментального та теоретичного оцінювання конструктивних рішень теплоізоляційної оболонки будинків.

Аналіз структури і потенціалу енергозбереження в будівництві житлових і громадських будівель показав, що найбільший ефект

енергозбереження може бути отриманий від підвищення теплозахисту огорожувальних конструкцій.

При виборі будівельних матеріалів і виробів для огорожувальних конструкцій, необхідно враховувати їх властивості, передбачити заходи щодо їх захисту від впливу негативних факторів, які можуть змінити їх теплозахисні показники. Особливо велике значення мають знання і застосування теплофізичних законів в умовах широкого використання в сучасному будівництві нових будівельних матеріалів і технологій.

Кожен із досліджених конструктивних елементів має безпосередній вплив на загальний показник енергоефективності будівлі в цілому.

Розділ III. Методична частина

3.1 Методична розробка відкритого уроку

«УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ БУДИНКІВ»

(урок узагальнення та систематизації знань)
з використанням ІКТ

Розробив:

Нанка С.М. - магістрант

Глухівського НПУ

ім. О. Довженка

Глухів 2023 р.

Активация Windows

Вступ

Підвищення загальноосвітнього рівня, забезпечення студентів глибокими знаннями й практичними вміннями повинні базуватися на ґрунті активізації навчально-пізнавальної діяльності. За цих умов використання комп'ютерної техніки для активізації навчально-пізнавальної діяльності є природним результатом розвитку суспільства.

Проблема пізнавальної діяльності в освітньому процесі у ВНЗ сьогодні є однією з найактуальніших. Теоретична озброєність і якість практичної підготовки, розвиток творчої активності та самостійності насамперед залежать від того, як організований пізнавальний процес, якими засобами навчання користуються при цьому вчителі. Усі компоненти навчання вимагають пізнавальної діяльності. Для цілеспрямованої організації навчального процесу необхідно визначити її внутрішню природу, яка обумовлює ефективність пізнавання навчального матеріалу.

Різноманітність підходів до вирішення цієї проблеми, запропонованих сучасними психологами, педагогами й методистами, свідчить не тільки про її багатогранність, але й про недостатню вивченість структури пізнавальної

діяльності, а ті результати, що здобуті в цій галузі, ще не посіли належного місця в розробці науково обґрунтованої системи знань.

У Державній національній програмі "Освіта. Україна XXI століття" відзначається багатокладність і варіативність освіти, яка передбачає створення можливостей для широкого вибору форми освіти, засобів навчання і виховання, які б відповідали освітнім вимогам особистості, застосування диференціації й індивідуалізації навчально-виховного процесу.

Характерною рисою освіти сьогодення є впровадження сучасних інформаційних технологій у практику навчально-виховного процесу. Саме інформатизація освіти, котру можна віднести до однієї з головних складових загальної інформатизації суспільства, вирішить проблему підготовки молодого покоління нашої держави до реалій сучасного життя.

Впровадження в навчальний процес сучасних інформаційних, зокрема, комп'ютерних і телекомунікативних технологій, відкриває нові шляхи і надає широкі можливості для подальшої диференціації навчання, всебічної активізації творчих, пошукових, особистісно - орієнтованих комунікативних форм навчання, підвищення його ефективності, мобільності й відповідності запитам практики.

Нині у розвинутих країнах світу вміння використовувати в усіх сферах діяльності інформаційно-комунікативні технології перебувають на одному рівні з вміннями читати й писати. Отже, вміння користуватися інформаційно-комунікативними технологіями (ІКТ) стає невід'ємною складовою інформаційної культури сучасного педагога.

Використання ІКТ у навчальному процесі позитивно впливає на:

- способи подання змісту навчання;
- управління навчально-пізнавальною діяльністю;
- стимулювання цієї діяльності, контроль та перевірку засвоєння навчального матеріалу.

Технологічна карта конструювання уроку з використанням

Організаційна структура уроку «Утеплення фасадів будинків»

1 етап	Організаційна частина		
Тема уроку	Утеплення фасадів будинків		
ПІБ викладача	Нанка С.М.		
Актуальність використання засобів ІКТ	Розвиток наочно-образного мислення за рахунок підвищення рівня наочності.		
Мета уроку:	навчальна	розвивальна	виховна
	- узагальнити та закріпити знання раніше вивченого матеріалу	- розвивати логічне та системне мислення при виборі вірних рішень, пам'ять.	- виховувати ініціативність, відповідальність, самостійність у роботі, допитливість, повагу до обраної професії
Тип та форма уроку	Урок узагальнення та систематизації знань.		
Обладнання	- презентація в PowerPoint; - комп'ютер, телевізор.		
Необхідне апаратне та програмне забезпечення	Телевізор, програмне забезпечення.		
Тривалість етапу	2 хвилин.		
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Перевірка присутніх ▪ Призначення асистента 		
2 етап	Актуалізація опорних знань учнів		

<i>Тривалість етапу</i>	<i>5 хвилин.</i>
<i>Основний вид діяльності з засобами ІКТ</i>	Демонстрація слайдів проблемного матеріалу.
<i>3 етап</i>	<i>Повідомлення теми і мети уроку</i>
<i>Тривалість етапу</i>	<i>5 хвилин.</i>
<i>Основний вид діяльності з засобами ІКТ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Демонстрація слайдів. ▪ Повторення та аналіз теми.
<i>4 етап</i>	<i>Презентація учнями домашнього завдання</i>
<i>Тривалість етапу</i>	<i>8 хвилин .</i>
<i>5 етап</i>	<i>Узагальнення знань.</i>
<i>Тривалість етапу</i>	<i>20 хвилин.</i>
<i>Функції викладача</i>	Контролюючі, аналітичні.
<i>Основний вид діяльності викладача</i>	Демонстрація слайдів з завданнями та необхідне пояснення.
<i>Перелік завдань для учнів</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ «Питання-відповіді» . ▪ Завдання «Чому невірно». ▪ Презентація «Техніка безпеки при утепленні фасадів»
<i>5 етап</i>	<i>Підсумки уроку, домашнє завдання</i>
<i>Тривалість етапу</i>	<i>5 хвилин.</i>
<i>Функції викладача</i>	Інформаційні, виставлення оцінок.
<i>Домашнє завдання</i>	Підготувати реферат: « Енергоощадний будинок»
<i>Заключна частина уроку</i>	Висновки уроку, рефлексія.

1. Організаційна частина

- Привітання з учнями.
- Перевірка присутніх.

2. Актуалізація опорних знань учнів

Викладач: На попередніх уроках ми з вами вивчали основні види систем теплоізоляції будинків та їх призначення. Необхідно відзначити, що утеплення будинків буває двох видів. Давайте пригадаємо яких саме.

Учень 1: Теплоізоляція будинку зсередини;

Утеплення будинку зсередини виконують при ремонті, найбільш часто для цього використовують пінопласт або мінвату, які після закривають листами гіпсокартону. Проте, варто сказати, що даний вид утеплення відбирає багато житлової площі. Крім цього, з точки зору теплоізоляційних якостей та інших параметрів даний метод поступається зовнішньому утепленню.

Утеплювати будинки всередині вигідно тільки в тих випадках, коли будівля собою представляє важливу історичну цінність, фасад рельєфний і виконаний з великою кількістю декоративних елементів. У таких випадках виконати зовнішні теплоізоляційні роботи не вийде.

Учень 2: Скріплена система теплоізоляції (зовнішнє утеплення)

Утеплення фасаду будівлі виконується із застосуванням різних матеріалів і різними технологіями. Колись утеплення будинків здійснювалося виключно збільшенням товщини стін (використовували для цього облицювальна цегла, колоди та інші матеріали).

Сучасну технологію утеплення фасадів будинків називають «скріпленою». Оскільки, вона передбачає установку утеплювача на шар ґрунту, після чого наноситься шар штукатурки. В якості утеплювача тут виступає пінополістирол чи мінеральна вата.

Викладач: Сучасні системи утеплення сприяють підтримці оптимальної температури і мікроклімату всередині приміщення. Стіни будівель вони захищають від надмірної вологи і конденсату, запобігаючи тим

самим появі грибків і плісняви. Крім того утеплення будинку забезпечить додаткову звукоізоляцію, що для багатьох є важливим чинником.

3. Повідомлення теми, мети, завдань уроку та мотивація навчально-трудової діяльності

Викладач: У зимовий період Україна витрачає значні матеріальні кошти на закупівлю та видобуток енергоносіїв (газ, нафта, вугілля, електроенергія та інше). При цьому значна частина (до 30 %) витрачається на опалення будинків. Пошук способу зменшення витрат на опалення може значно покращити економічний стан України.

Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики нашої країни. Тому з першими холодами, ми починаємо думати про те, якби утеплити свій будинок, оскільки комунальні платежі тільки ростуть, а разом з ними і витрати на опалення. Ми постійно боремося за те, щоб в будинку зберегти тепло, так як у більшості будівель радянської архітектури втрати тепла просто величезні. Зараз втрати теплової енергії через стіни в середньому становлять 21,6%, через вікна - 26,6%. Саме тому для житла найбільш часто застосовуються системи скріпленої теплоізоляції. До того ж, для старих будівель даний вид утеплення є найбільш оптимальним, оскільки одночасно оновлюється і фасад будинку.

У майбутньому ви повинні стати гарними спеціалістами, а весь спектр послуг, які ви будете надавати, як на сучасному етапі так і в майбутньому буде затребуваний. Але, це можливо, якщо на ринку послуг ви будете конкурентно спроможними працівниками. Тому, тема нашого уроку є актуальною: **«Утеплення фасадів будинків»**.

4. Презентація учнями домашнього завдання

Викладач: Учні підготували у якості домашнього завдання дослідження: «переваги і недоліки зовнішньої системи теплоізоляції та утеплюючих матеріалів» (учнівська презентація).

Дякую за підготований матеріал.

5. Узагальнення знань

Викладач: А тепер давайте пригадаємо технологію монтажу «скріпленої» системи теплоізоляції. Дайте відповіді на такі питання.

Завдання №1

Технологія монтажу скріпленої системи теплоізоляції

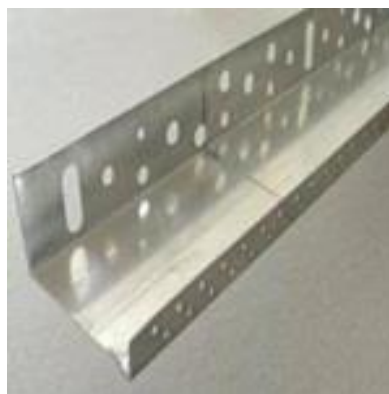
Проблемне питання № 1: Так у чому ж полягає метод «скріпленої» системи теплоізоляції?

Відповідь: Утеплення фасадів за методом "скріпленої теплоізоляції" полягає у приклеюванні до попередньо вирівняної поверхні стіни теплоізоляційних матеріалів у вигляді плит певної товщини (пінопласт, мінеральна вата), захисту їх поверхні полімер-цементними сумішами, армованими спеціальною скло-сіткою та нанесенні шару декоративної штукатурки.

Проблемне питання № 2: Як ви вважаєте, яку товщину пінопласту доцільно використовувати для утеплення будівель? Чому? Що вплинуло на ваше рішення ?

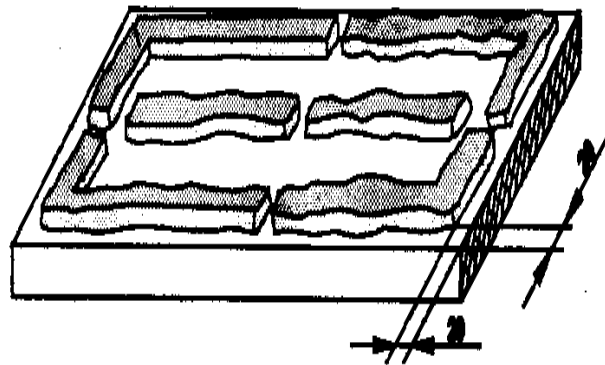
Відповідь: товщина пінопласту може бути різною, найбільш користується попитом пінопласт товщиною 5 - 7 см, який у більшості випадків підходить для багатьох об'єктів. Товщину пінопласту можна збільшувати до 10 см для стін з підвищеною необхідністю утеплення, наприклад: з великими навантаженнями від сильних вітрів або стіни схильні до враження грибками. Товщина пінопласту може бути важлива для вирівнювання стіни.

Проблемне питання № 3: Як називається елемент, зображений на фото? Яка його функція? Охарактеризуйте технологію кріплення до основи.



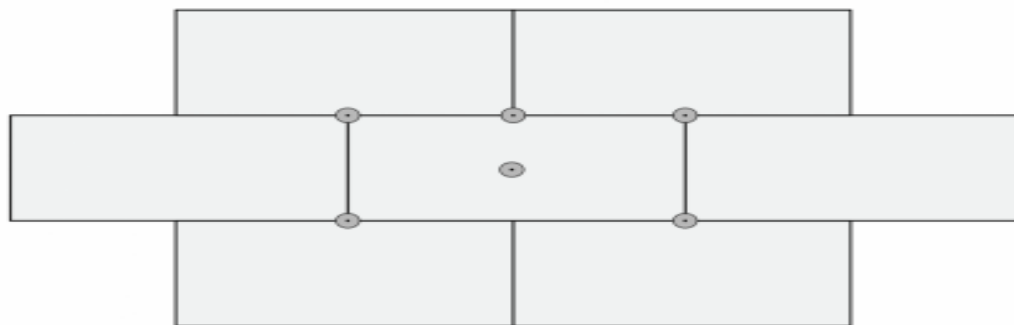
Відповідь: Щоб перший ряд утеплювача був максимально рівним, необхідно по низу фасаду (по всьому периметру) прикріпити цокольний профіль. Іншими словами, це - цокольна планка, яка призначена в якості основи для першого ряду утеплювача і як захист від проникнення гризунів. Щоб встановити металевий профіль правильно, використовують рівень. Завдяки цьому пристосуванню по всьому периметру будинку відбивається «0» - точка, від якої почнеться установка плит. Проставлені позначки з'єднуються за допомогою відбивного шнура у суцільну лінію, по якій за допомогою дюбелів 6x4 мм і буде кріпитися профіль.

Проблемне питання №4: Як називаються ці способи нанесення клею на утеплювальні плити ? За яких обставин застосовують кожен з них?



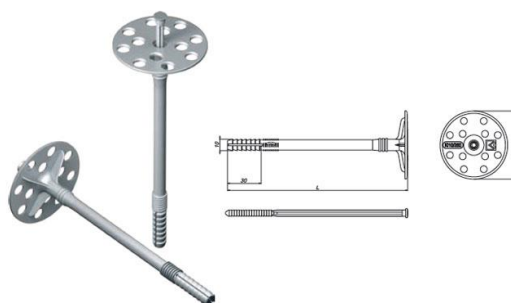
Відповідь: Маячковий, суцільний, смуговий. Суцільний метод нанесення клею застосовують при утепленні максимально рівних поверхонь. Маячковий та смуговий метод нанесення клею дає можливість прикріпити утеплювач до більш криволінійних поверхонь.

Проблемне питання № 5: Який називається цей метод кріплення утеплювача ? Чому його виконують саме так?



Відповідь: Кожен наступний ряд пінопласту приклеюють у шаховому порядку (врозгін). Оскільки суміщення стиків утеплювача приводить до появи тріщин в місцях стиків пінополістиролу. Саме монтаж плит врозбгг захистить фасад від появи тріщин.

Проблемне питання № 6: Чим додатково закріплюють плити утеплювача до основи? Яке правильне розміщення додаткового закріплення?



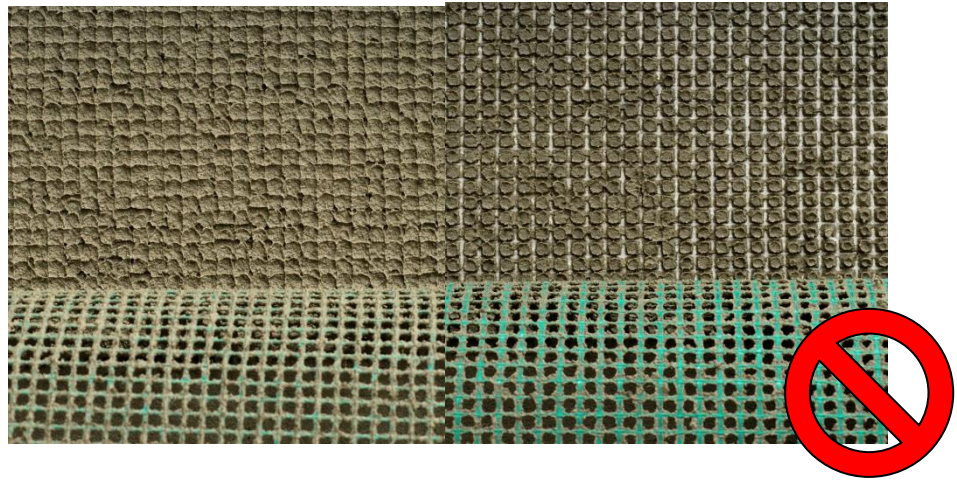
Відповідь: Приклеєний утеплювач кріпиться до стіни спеціальними кріпильними дюбелями («грибками», «парасольками»). «Грибок» являє собою пластмасовий стрижень з великою круглою головкою, і цвях, що забивається в цей стрижень. Вірно кріпити чотири дюбеля в кутах стиків, і одного - в центрі панелі. Таке розташування краще тому, що при цьому додатково підтискається стик, він стає рівніше і щільніше прилягає до стіни. Плюс, такий спосіб дає гарантію того, що краї утеплювача не покоробляться, якщо вони раптом відстануть від стіни.

6. Перевірка знань учнів викладачем

Завдання №2 «Ціна помилки»

Викладач: А зараз погляньте на екран. Перед вами фото дефектів утеплення. Як ви гадаєте у чому їх причина?

1. Чому невірно?



Причина виникнення цього дефекту?



Причина виникнення цього дефекту?

Викладач: Дякую за змістовні відповіді. Але будь-який виробничий процес неможливий без дотримання правил техніки безпеки. Які ці правила при утепленні фасадів? (учнівська презентація «Техніка безпеки при утепленні фасадів»)

7. Підсумок уроку

- виставлення оцінок за роботу на уроці;
- домашнє завдання: підготувати реферати: «Енергоощадний будинок».

Викладач: Сьогодні на уроці ми повторили і закріпили тему: «Утеплення фасадів будинків», у процесі якого я побачив, що в учнів почала вироблятися звичка зосереджуватися, думати самостійно та розвивати увагу. Захопившись уроком, хлопці, ви не помітили, що вчитеся: пізнаєте, запам'ятовуєте нове, орієнтуєтесь в нестандартних ситуаціях. Я гадаю, що

провівши урок такого типу ми отримали можливість виділити з усього фактичного матеріалу найбільш важливі моменти.

3.2 Методична розробка уроку на тему:

«Передові системи термоізоляції будівель і споруд»

Тема: «Сучасні системи фасадної термоізоляції» (слайд № 1)

Тема уроку: «Система теплоізоляції Polimin THERMO FACADE»

Мета:

Навчальна: формування знань у здобувачів освіти, щодо систем теплоізоляції.

Розвиваюча розвивати вміння самостійно приймати рішення, вирішувати конфліктні ситуації; організаторські здібності, лідерство; необхідність раціоналізаторської і творчої діяльності.

Виховна: виховувати у здобувачів освіти здатність отримувати задоволення від якісно виконаної роботи, почуття колективізму, відповідальності.

Тип уроку: бінарний.

Дидактичне забезпечення: план-конспект, відео, роздатковий матеріал, картки – завдання, тестові завдання в Google, презентація.

Обладнання: комп'ютер, проектор, телевізор, мультимедійна дошка, платформа Google Meet.

Між предметні зв'язки: виробниче навчання, виробнича практика, охорона праці, математика, ОК Основи матеріалознавства, ОК Архітектура будівель і споруд.

ХІД УРОКУ:

1. Організаційна частина.

1. Привітання.
2. Перевірка наявності здобувачів освіти в групі.
3. Організація готовності здобувачів освіти до уроку.

2. Актуалізація знань.

Форма організації навчальної діяльності – «БЛІЦ-ОПИТУВАННЯ».

(слайд № 2) Правила проведення «БЛЩ-ОПИТУВАННЯ»:

- говорить тільки той, кого запитали;
- коли хтось говорить інші не мають права перебивати, говорити, аналізувати, критикувати;
- свої відповіді Ви даєте з місця.

Після обговорення уточнюється правильна відповідь.

ЗАПИТАННЯ ЗДОБУВАЧАМ ОСВІТИ:



1. Який ручний інструмент застосовується для нанесення клейової суміші на плити утеплення?(слайд №3)



Відповідь: Для нанесення клейової суміші на плити утеплення застосовують зубчастий шпатель.(слайд №4)

2. Які контрольні-вимірні інструменти та пристосування застосовують при влаштуванні теплоізоляційних плит?(слайд №5)

Відповідь: При влаштуванні теплоізоляційних плит використовують наступні інструменти: рулетку, рівень, лазерну установку.(слайд №6)



3. Який інструмент застосовують для нарізання плит утеплення за розмірами?



(слайд №7)



Відповідь: Для нарізання плит утеплення за розмірами застосовують пилку з дрібними зубцями, ніж. (слайд № 8)

4. Яким матеріалом виконують додаткове механічне кріплення при влаштуванні системи скріпленої теплоізоляції?



(слайд № 9)

Відповідь: Додаткове механічне кріплення при влаштуванні системи скріпленої теплоізоляції застосовують дюбеля.

Яким механізованим інструментом виконують отвори на поверхні?

Відповідь: Отвори на поверхнях виконують за допомогою перфоратора. (слайд № 10)



3. Мотивація навчальної діяльності.

Утеплення будинку - головний засіб збереження тепла в будинках. Використання правильних матеріалів і дотримання технології дозволить економити на опаленні до 50%. Так Ви зможете підтримувати комфортну температуру за будь-якої погоди.

4. Повідомлення теми, цілей та плану уроку. (слайд № 11)

Переходимо до вивчення теми уроку: «Система теплоізоляції Polimin THERMO FACADE». (слайд № 12)

Питання, які розглядаються на уроці:(слайд № 13)

1. Загальні відомості, виробни і матеріали для влаштування системи теплоізоляції Polimin THERMO FACADE.
2. Технологічна послідовність виконання робіт системи теплоізоляції Polimin THERMO FACADE.

3. Вимоги безпеки та охорони довкілля. (слайд № 14) Згідно з ДСТУ БВ.2.6–36, система зовнішнього утеплення складається з таких елементів:

1. Підготовлена зовнішня стіна.
2. Ґрунтувальний шар.
3. Клейовий шар.
4. Теплоізоляційний матеріал.
5. Механічно фіксуючий елемент.
6. Захисний шар по теплоізоляційному матеріалу.
7. Армувальна склосітка з лугостійкого скловолокна.
8. Адгезійний ґрунтувальний шар.
9. Декоративне покриття.
10. Фасадна фарба.

При утепленні існуючих будівель оцінювання їх несучої спроможності є найбільш складним завданням.

Різні системи фасадної теплоізоляції мають масу квадратного метра від **25 кг до 40 кг**. В перерахунку на площі фасадів, які планується утеплити, це може скласти дуже великі додаткові навантаження несучі елементи будівлі (фундаменти, стіни, перекриття). Тому після проведення теплофізичних розрахунків і вибору конструктивну утеплення слід провести розрахунки додаткових навантажень на несучі елементи будівлі. Рішення полегшується, якщо є проектна документація на будівлю — там наявні усі необхідні дані. Якщо проектної документації немає, слід виконати декілька шурфів по периметру будівлі (аж до ґрунтів, на яких змонтовано фундамент), провести необхідні заміри. Крім того, слід обстежити стіни та перекриття. З використанням отриманих даних фахівці повинні провести необхідні розрахунки щодо здатності існуючих конструкцій будівлі витримати додаткові навантаження від СЗУ. Ні в якому разі проводити роботи з утеплення без перевірки несучої спроможності елементів будівлі не можна. Це може призвести до руйнування будівлі.

(слайд № 15) Якщо систему планується монтувати на новому об'єкті, що споруджується, на ньому повинно бути виконано:

- монтаж віконні дверей в утеплювальній зоні;
- герметизацію швів між стіновими панелями (блоками) на фасаді будівлі, а також місць примикання віконних, балконних, дверних та воротних блоків до огорожувальної конструкції стіни;
- всі роботи із улаштування покрівлі;
- закладення всіх отворів на фасаді будівлі для проходження інженерних мережі комунікацій;
- засклення вітражів, вікон,балконних дверей та інших елементів фасаду згідно з проектом;
- улаштування вимощень та гідроізоляції терас, лоджій і балконів.

(слайд № 16) Якщо систему планується монтувати на об'єкті, що був в експлуатації, потрібно попередньо перевірити технічний стан огорожувальних конструкцій фасаду будівлі і виявити:

- спроможність несучих елементів будівлі витримати додаткові навантаження від системи;
- спроможність поверхні огорожувальних конструкцій забезпечити необхідну міцність зчеплення утеплювача з основою;
- наявність пошкоджень на поверхні стін, цоколю, парапету, у місцях примикання віконних, дверних і ворітних блоків до огорожувальної конструкції стіни;
- наявність пошкоджень у конструкціях покрівлі, що примикають до поверхні стіни;
- наявність нерівностей (виступів та/або западин), плям хімічних речовин, забруднень іншого походження на поверхні стіни, цоколю та парапету;
- можливість потрапляння води у простір між стіною, що утеплюється, і плитами утеплювача, ліквідувати цю можливість за її наявності.

(слайд № 17) Для улаштування системи зовнішнього утеплення (СЗУ) необхідно виконати такі операції:

1. Провести теплофізичні розрахунки для кожної конкретної будівлі (обчислити потрібну товщину і вид утеплювача, який слід додати до існуючої огороджувальної конструкції для забезпечення нею необхідного опору теплопередачі).
2. Оцінити фактичний стан несучих елементів будівлі (фундаменти, стіни, перекриття) з метою визначення їх спроможності витримати додаткові навантаження від розрахованої СЗУ.
3. Оцінити фактичний стан поверхні огороджувальної конструкції, на яку буде наклеюватись утеплювач, з метою визначення її спроможності забезпечити необхідну міцність зчеплення утеплювача з основою.
4. Встановити риштування та вантажопідіймальне обладнання (за потреби).
5. Підготувати (очистити, знепилити, знежирити, за потреби відремонтувати) поверхню основи, на яку буде встановлена СЗУ.
6. Підготувати ґрунтувальну суміш та нанести ґрунтувальний шар на підготовлену поверхню
7. Встановити профільні елементи кріплення по периметру цоколя будівлі для фіксації першого (знизу) ряду утеплювача.
8. Приготувати та нанести клейову розчинову суміш на поверхню плит утеплювача.
9. Приклеїти плити утеплювача до поверхні огороджувальних конструкцій.
10. Заповнити ущільнюючим матеріалом місця примикання плит утеплювача до віконних і дверних рам, до карнизних плит.
11. Улаштувати деформаційні шви у теплоізоляційному шарі(за їх наявності у будівлі).
12. Закріпити плити утеплювача на огороджувальних конструкціях за допомогою механічно фіксуючих елементів (за потреби).
13. Приготувати та нанести перший шар клейової (гідрозахисної) розчинової суміші на поверхню плит утеплювача.
14. Встановити перфоровані кутові профілі по торцях (кутах) стін будівлі, а також по периметру віконних, дверних та інших прорізів будівлі.

15. Встановити підсилюючі елементи типу «косинок» навколо віконних, дверних та інших рорізів будівлі.
16. Втопити в перший нанесений клейовий (гідрозахисний) шар армувальну сітку з лугостійкого скловолокна.
17. Приготувати та нанести другий шар клейової (гідрозахисної) розчинової суміші на поверхню плит утеплювача (до якої вже приклеєна армуюча сітка з лугостійкого скловолокна).
18. Приготувати та нанести адгезійний ґрунтувальний шар на затверділий, армована сіткою клейовий (гідрозахисний) шар.
19. Приготувати та нанести декоративне покриття.
20. Підготувати фарбувальну суміш та нанести фарбу на фасад (за потреби).

(слайд № 18) Конструкція системи зовнішньої теплоізоляції будівель Polimin THERMO FACADE передбачає використання наступних матеріалів:

- ґрунтовки;
- клеї для кріплення утеплювача;
- плити утеплювача;
- термодюбеля;
- клеї для армування;
- лугостійку фасадну склосітку;
- декоративне оздоблення на вибір.

(слайд № 19) Система PoliminTHERMO FACADE також пропонує вдосконалені теплоізоляційні матеріали:

- Пінополістирольні плити POLIMIN EP SFASADE–STANDA RD;
- Термодюбель полімерний POLIMINT DP та термодюбель полімерний з металевим цвяхом і термоголовкою POLIMINT DM;
- Армуючу фасадну склосітку POLIMIN AS–150, AS–160 та AS–165PRO.

(слайд № 20) Підготовка поверхні основи, на яку буде змонтовано систему.

Необхідна міцність поверхні основи досягається видаленням неміцних ділянок:

- великі за площею ділянки поверхні обробляють дробоструминним методом або промивають водою під високим тиском;
- невеликі за площею ділянки поверхні очищають за допомогою ручного будівельного інструменту (зубила, сталі щітки тощо);
- існуючу штукатурку або облицювання перевіряють простукуванням дерев'яним молотком на наявність порожнин.

У разі виявлення порожнин штукатурку або облицювання видаляють, очищені ділянки відновлюють розчиновими сумішами Polimin P-20 (П-20) або Polimin P 21.

Ділянки основи, які не можна видалити, для зміцнення старих або слабких основ та просочення сильно поглинаючих основ, обробляють відповідними глибокопроникаючими сумішами Polimin AC-5 (AC-7) та витримують до нанесення клею не менше 24 годин. Незначні (до 2 мм) тріщини розчищають металевою щіткою від залишків зруйнованого матеріалу і ґрунтують сумішшю Polimin AC-5 (AC-7).

Якщо отримане покриття має дефекти, їх виправляють наступного дня (після затверднення вирівнювальної розчинової суміші), використовуючи дрібний наждачний папір для видалення виступів або додаючи розчинову суміш для вирівнювання западин, що залишилися. Чистове доведення поверхні виконують шпателем. Якщо вирівнювання необхідно виконати декількома шарами, кожен наступний шар слід наносити на затверділий та сухий попередній шар.

Вирівнювальний шар до його затвердіння слід захищати від дії прямих сонячних променів та від дощу. Поверхні, покриті лакофарбовими покриттями, перевіряють на міцність зчеплення з основою.

У разі низької адгезії покриття видаляють за допомогою піскоструминного, дробоструминного методів або ручним інструментом, поверхню промивають струменем води під тиском і просушують. Гладенькі бетонні поверхні для поліпшення адгезії ґрунтують сумішшю Polimin AC-4 або зачищають металевою щіткою та очищають від пилу. Якщо зі швів цегляного мурування виступає розчин, його слід видалити, забезпечивши

отримання поверхні без виступів. Якщо вологість основи підвищена, її слід висушити (з використанням сушильного обладнання або природним шляхом). Мох, поросль, грибки, що з'явилися в процесі експлуатації будівлі, очищають щітками, обробляють антисептичним препаратом і просушують.

Нанесення ґрунтувального шару на підготовлену для улаштування системи поверхню виконують для зміцнення основи (PoliminAC-5(AC-7)) і підвищення міцності зчеплення клейового розчину з поверхнею конструкції (Polimin AC-4).

Якщо обсяги робіт значні, використовують такі механізми, як електрофарбопульти, пневматичні ручні фарбопульти або агрегати безповітряного розпилення. При невеликих обсягах використовують ручні щітки – макловиці або махові щітки. Після нанесення ґрунтовки поверхня основи має висохнути. Свіжопроґрунтовані поверхні необхідно захищати від зволоження та занадто швидкого висихання. До виконання наступної операції — приклеювання утеплювача — зазвичай приступають **не раніше ніж через 8 годин** після ґрунтування поверхні основи.

(слайд № 21) Кріплення профілів для фіксації першого (нижнього) ряду утеплювача.

Встановлення систем зовнішньої теплоізоляції стін слід розпочинати із закріплення на проектній відмітці профільних перфорованих елементів із легких нержавіючих металів. Ширина полиці, на яку буде встановлено плиту утеплювача, повинна дорівнювати його розрахунковій товщині, вказаній в проекті. Профільний елемент повинен мати на своїй нижній полиці крапельник, що забезпечить сток води.

(слайд № 22 ВІДЕОПРЕЗЕНТАЦІЯ) Профільні елементи кріплять на такій висоті, щоб полиця, на яку буде встановлено плиту утеплювача, розташовувалась **не менше ніж на 50 см** нижче перекриття неопалювального підвалу. Якщо підвал опалювальний, необхідно виконати теплоізоляцію стіни підвалу з наступною її гідроізоляцією.

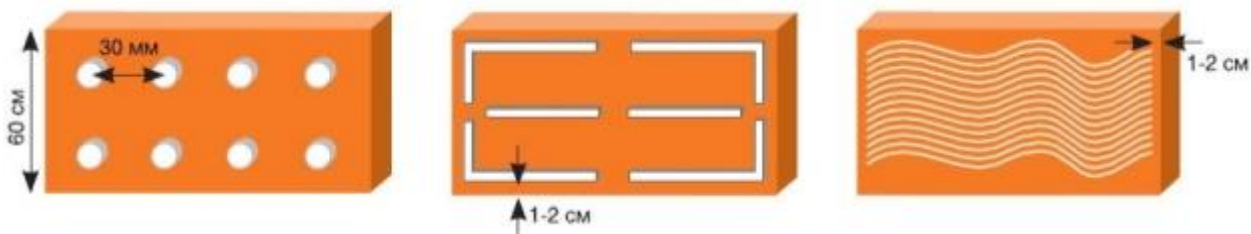
Прикріплювати профілі до низу стіни будівлі слід по всьому її периметру за допомогою дюбелів діаметром 6 мм, які розміщують на відстані

(0,35–0,4) м один від одного. Встановлення профільних елементів доцільно розпочинати з кутів будинку. Перед встановленням торці профілів, якими вони з'єднуюватимуться на куті будинку, обрізають. Полицю профілю, яка буде розташована перпендикулярно до стіни, обрізають **під кутом 45**, а полицю, яка буде розташована паралельно до стіни - **під кутом 90°**. Після цього профіль загибають і прикріплюють до кута стіни.

(слайд № 23) Закріплення плит утеплювача на поверхні основи.

Як правило, спосіб нанесення клейової розчинової суміші на плиту утеплювача визначає проектне рішення по конкретній будівлі. Це рішення базується перш за все на врахуванні стану поверхні стіни. Якщо поверхня стіни не має видимих відхилів, обирають суцільний спосіб нанесення, тобто клейова суміш наноситься на всю поверхню плити зубчатим шпателем з розміром зубця **10 x10 мм** на відстані **10–15 мм** від крайок. Для **мінераловатних плит застосовують тільки цей спосіб**. При цьому в волокна плит спочатку необхідно провести втирання клейової розчинової суміші тонким шаром до 1 мм. Якщо поверхня стіни має нерівності **до 5 мм**, обирають смуговий спосіб нанесення, тобто клейова суміш наноситься смугами **шириною 50–60 мм** і **висотою 15–20 мм** по периметру плити **на відстані 15–20 мм** від крайок та посередині плити. Смуги по периметру повинні мати розриви для запобігання утворення повітряних пробок.

Якщо поверхня стіни має нерівності від 5 до 10мм, обирають маяковий спосіб нанесення, тобто клейова суміш наноситься окремими маяками (кругами діаметром **100–120 мм** і товщиною **20 мм**) **через 150–200 мм**. На плиту розміром **0,5x1,0 м** — 6–8 маяків.



На бокові грані плити утеплювача клейову суміш не наносять. Об'єм клейової розчинової суміші, яку наносять на плиту, слід розраховувати. Як правило, після притиснення плити утеплювача до основи клейова суміш

повинна покривати не менше 70% її поверхні, але вона не повинна видавлюватись і накопичуватись в швах між плитами.

Якщо після встановлення плити утеплювача в проектне положення відбулось видавлювання клейової суміші за межі поверхні, на яку вона була нанесена, суміш слід негайно видалити без залишку. Зазвичай цю суміш до її затвердіння видаляють водою. Час, що минув з моменту нанесення клейової розчинової суміші на поверхню плити до її приклеювання до основи, не повинен перевищувати 20 хвилин (так званий «відкритий час»).

Приклеювати плити утеплювача до стіни потрібно знизу вгору. **Перший ряд плит** встановлюють на профільні перфоровані елементи, які прикріплені на необхідній відмітці внизу огорожувальної конструкції. Для забезпечення перев'язки швів плити утеплювача приклеюють в шаховому порядку, тобто встановлення першого ряду плит розпочинають цілою плитою від рогу будівлі, а **встановлення другого ряду** розпочинають з половини плити від рогу.



Установлення третього ряду плит знову починається з цілої плити від рогу будівлі. На розі будівлі плиту утеплювача необхідно висунути за межу площини суміжної стіни на її товщину для того, щоб зв'язати ряди на обох стінах. Плиту утеплювача з нанесеною на неї клейовою розчиновою сумішшю прикладають до поверхні стіни **на відстані 2–3 см від проектного положення**. Після цього притискають її до поверхні за допомогою дерев'яного напівтерка і зміщують в проектне положення, постукуючи плиту напівтерком для зрівняння її з рівнем сусідніх плит.

Рештки клейової маси, які вийшли за межі плити, необхідно негайно видалити, тому що залишений і затверділий між плитами клей може утворити «місток холоду», знизивши ефективність утеплення. Плити повинні щільно прилягати одна до одної. Ширина швів між плитами повинна бути не більше 2 мм. У разі виникнення щілини **понад 2 мм** її слід заповнити смужкою утеплювача. Після того, як плита утеплювача установлена в проектне положення, її не можна рухати, щоб не послабити зчеплення з основою.

За наявності на стиках суміжних пінополістирольних плит нерівностей їх видаляють дерев'яною теркою, робоча поверхня якої обгорнута наждаковим папером. Поверхня мінераловатних плит не шліфується, тому їх слід встановлювати дуже ретельно. В разі потреби влаштування деформаційного шву між плитами утеплювача(за звичай він має бути **шириною 10–12мм**) в нього вставляють пінополіетиленовий джгут круглого перерізу такого діаметру, щоби він був обтиснутий **на 30 %** і набував за перерізом форму овалу.

Додаткове кріплення плит утеплення за допомогою дюбелів

Механічне кріплення фіксуючими елементами виконують не раніше ніж **через 3 доби** після приклеювання плит утеплення. Необхідно провести їх механічну фіксацію за допомогою фасадних дюбелів зі сталевим осердям та термоізоляційною головкою. Кількість анкерних елементів на 1 м² визначається у залежності від поверховості будівлі та зони кріплення з розрахунку (табл. 3.1).

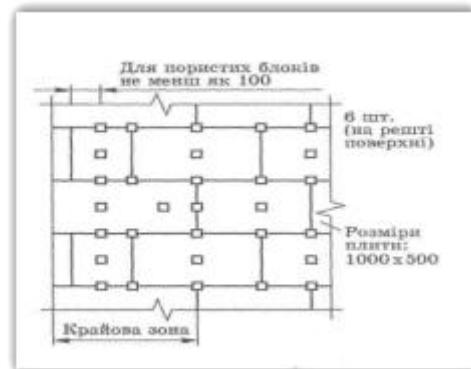
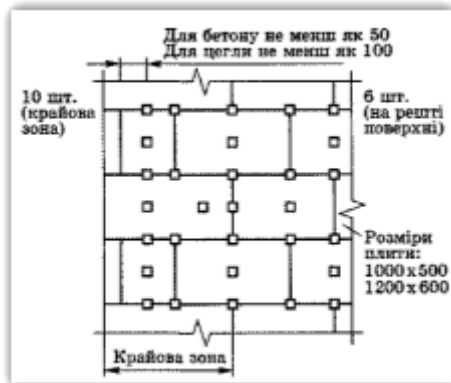
Таблиця 3.1. *Кількість дюбелів на 1 м² у звичайній зоні.*

Кількість поверхів	Пінополістирольні плити	Мінеральноватні плити
До 5	4	6
5-16	6	8
16-25	8	10

Таблиця 3.2. *Кількість дюбелів на 1 м² у крайовій зоні.*

Вітровий район (згідно зі СНиП 2.01.07-85)	Висота будинку, м, поверхів			
	До 5	5-9	9-16	16-25
I	5	8	10	12
II	8	10	12	14

Дюбелі у звичайній зоні розміщуються по периметру плити та всередині, при цьому охоплюють перпендикулярно розміщені шви двох рядів плит.



Номінальний діаметр бура (свердла) повинен дорівнювати діаметру анкерної зони кріплення виробу (за винятком монтажу пластикових дюбелів в пористих бетонах, в цих випадках допускається застосування бура (свердла) з номінальним діаметром на 1 мм менше діаметра дюбеля).

При свердлінні бур (свердло) необхідно направляти та утримувати строго перпендикулярно площині будівельної основи. Глибина отвору повинна перевищувати глибину анкерування кріпильного виробу **на 10 мм**.

Глибина анкерування повинна бути:

- не менше 50 мм — для бетону та повнотілої цегли;
- не менше 90 мм — для пустотілої цегли, керамоблоків, блоків з легкого бетону;
- не менше 110 мм — для пористого бетону.

Фіксує плиту дюбель повинен бути втоплений таким чином, щоб його капелюшок був врівень з поверхнею теплоізоляційної панелі.



Після проведення механічної фіксації, вирівняти можливі нерівності за допомогою тертки з наждачним папером. Шліфування поверхні теплоізоляційних панелей роблять при вирівнюванні перепадів навколо країв плит, терткою або напівтерткою, обмотаною грубим наждачним папером, **через 3 дні** після приклеювання.

Улаштування основного армованого гідрозахисного шару (слайд № 24)

**СЛОВО МАЙСТРУ
ВИРОБНИЧОГО НАВЧАННЯ**

Улаштування основного армованого гідрозахисного шару слід розпочинати не раніше **ніж через 3 доби** після приклеювання плит утеплювача і після висихання додатково зміцнених шарів. Перед початком роботи заготовляють полотна армувальної лугостійкої склосітки необхідної довжини. Спочатку на утеплювач вертикальною смугою на 100 мм ширше склосітки рівномірно наносять перший гідрозахисний шар із клейової армувальної розчинової суміші завтовшки 2 мм і розрівнюють його по площині сталеву теркою згори вниз. Вертикальною смугою завширшки близько 1,1м. В верхній точці стіни тимчасово закріплюють край склосітки. Полотнище поступово розкручують і укладають сітку в нанесений та розрівнений шар розчинової суміші, одночасно втоплюють її в цей шар сталеву теркою та забезпечують перекриття сусідніх смуг сітки не менше ніж на 100 мм. При втоплюванні сітки слід уникати утворення складок, надмірного її натягнення та заглиблення до плити утеплювача.

Улаштування декоративного покриття

До улаштування декоративного покриття приступають після повного закінчення робіт з отримання теплоізоляційного контуру, тобто монтажу плит утеплювача, нанесення основного армованого гідрозахисного шару та адгезійного ґрунтувального шару. Улаштування декоративного покриття починають з верху стіни і ведуть горизонтальними смугами висотою, яка дорівнює відстані між помостами будівельних лісів. Як правило, ця висота складає близько 2 м.

Покриття з штукатурок Polimin на полімерцементній основі.

Приготування штукатурної розчинової полімерцементної суміші виконують на будівельному майданчику із сухих полімерцементних сумішей і води. Штукатурну розчинну суміш наносять на поверхню товщиною шару в 1,5–2 мм величини наповнювача шпателем, теркою (напівтеркою) або гладилкою, тримаючи інструмент під кутом (40–50) до поверхні.

Нанесення шару штукатурної розчинової суміші.

Інструменти, які застосовують при отриманні фактури, повинні бути чистими і сухими, тобто в ході роботи їх потрібно регулярно очищати від залишків розчинової суміші, що осідають на робочій поверхні. Змінюючи інтенсивність та напрямки руху терки, можна отримати найрізноманітніші фактури. Під час формування фактур терку слід тримати паралельно оброблюваній поверхні.

Покриття з штукатурок Polimin на полімерній основі.

Штукатурні розчинні полімерні суміші поставляють на будмайданчик в готовому до застосування вигляді. Перед використанням їх перемішують в транспортній ємності або в розхідній тарі низькообертливим дрилем з відповідною насадкою. Операції з нанесення суміші на поверхню та отримання необхідної фактури виконують таким же чином, як і вищевказані операції з полімерцементними декоративними штукатурками. Улаштування декоративного покриття на одній виділеній поверхні фасаду доцільно вести безперервно, щоб уникнути нерівномірності структури і кольору покриття, використовуючи суміші з одної партії, яка вказана на кожній упаковці.

Нанесення декоративного покриття протягом **2–3 діб** необхідно оберегати від дощу, морозу і надмірного висихання.

(слайд № 24) Фарбування фасаду будівлі

За необхідності декоративному покриттю надають потрібного кольору, покриваючи його спеціальними фасадними фарбами. Фарби повинні бути стійкі до стирання, атмосферо стійкі, з необхідною паропроникністю. Колір фарби має відповідати паспорту фасаду, затвердженому у відповідних інстанціях. Фарби на водній основі слід наносити не раніше ніж **через 3 дні** після улаштування декоративного покриття. Фарби на органічній основі — не раніше ніж **через 7 днів**.

Фарбування поверхні системи зовнішнього утеплення.

Нанесення фарби виконують зверху вниз, починаючи з кутів, які ретельно фарбують щіткою. Ґрунтувальний (перший) шар фарби наносять в поперечному або поздовжньому напрямку по всій площині виділеної ділянки без пропусків. Після висихання першого шару (**через 8–12 годин**) тим же безперервним методом наносять фінішний (другий) шар фарби в напрямку, перпендикулярному першому шару.

Час до повного висихання фарби — **не менше 24 год** (за нормальних умов — температура + **20°C**, відносна вологість повітря **60 %**).

Фарбування фасадів не виконують за таких умов:

- температура в тіні більше **+25 °C**;
- прямий вплив сонячних променів;
- під час дощу і після дощу на мокрих поверхнях;
- швидкість вітру перевищує **10 м/с**.

Домашнє завдання:

1. **Опрацювати конспект уроку в Classroom.**
2. **Опрацювати навчальний посібник «Передові системи термомодернізації будівель і споруд» Н. Іволжатова та ін. с.42-50.**

3.3 Методична розробка «Визначення рівня засвоєння начального матеріалу» на прикладі матеріалів магістерської роботи

Україна чітко визначила орієнтири на входження в освітній і науковий простір Європи та удосконалює освітню діяльність в контексті європейських вимог. Тому підвищення якості вищої освіти як одного з вагомих чинників такого рівня набуває все більшої актуальності, а вдосконалення процесів управління якістю вищої професійної освіти передбачає підвищення ефективності контролю та оцінки рівня підготовки юристів вищих навчальних закладів на всіх етапах навчання.

У зв'язку з цим кожен етап заняття вимагає контролю, тому що без нього втрачається сенс процесу навчання. Одним з досягнень сучасної методики оцінювання при реалізації рейтингових систем вважається тестовий контроль, який допомагає більш чітко прослідкувати структуру знань здобувачів вищої освіти на підставі цього переоцінити методичні підходи до вивчення навчальної дисципліни, індивідуалізувати процес навчання та активізувати самостійну роботу.

На відміну від інших завдань, тести є науково-емпіричним методом дослідження і відрізняються своєю технологічністю. Тестовий контроль приваблює тим, що ставить всіх здобувачів вищої освіти однакові умови; може використовуватися як для формального оцінювання (залік, іспит тощо), так і для самоконтролю під час вивчення певної теми; виключає суб'єктивізм викладача (екзаменатора), що сприяє зменшенню вірогідності стресу від контрольних заходів. У зв'язку з цим тестовий контроль стрімко розвивається та поширюється у навчальному процесі, посідаючи особливе місце у розробці та впровадженні нових підходів до оцінювання досягнень здобувачів вищої освіти та виявлення рівня знань, вмінь і навичок.

Таким чином, тестування є зручним та оперативним методом контролю та оцінки якості підготовки юристів у вищому навчальному закладі, без якого керувати навчальним процесом, особливо в технологічному варіанті,

неможливо. Саме введення тестового контролю істотно підвищує мотивацію навчання та зацікавленість здобувачів вищої освіти.

Метою тестування у процесі поточного та підсумкового контролю знань, вмінь і навичок у здобувачів вищої освіти є:

- навчання здобувачів вищої освіти (самостійне вивчення навчального матеріалу);
- поточний контроль знань здобувачів вищої освіти (діагностика засвоєння окремих тем та розділів);
- підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти (діагностика засвоєння матеріалу з усієї навчальної дисципліни);
- контроль залишкових знань здобувачів вищої освіти з однієї навчальної дисципліни чи циклу навчальних дисциплін.

При проведенні тестування необхідно дотримуватися певних правил, зокрема:

1) здобувач освіти має бути впевненим, що тестування є найбільш об'єктивним способом визначення рівня знань, вмінь і навичок у здобувачів вищої освіти, оскільки зменшується рівень суб'єктивізму порівняно з традиційними методами контролю (для формування переконання здобувачів у об'єктивності необхідно ознайомити їх з процедурою підготовки та проведення тестування: як відбувається добір завдань і підрахунок балів, якими критеріями керуються викладачі у визначенні оцінок тощо);

2) здобувача варто попередити, як він може виконувати тестові завдання – у строгій послідовності чи у будь-якій зручній для нього послідовності (можливість виконання завдань у зручній послідовності сприяє зниженню емоційного стресу в процесі тестування, бо коли точніше здобувач передбачає свій результат, тоді вищий рівень його знань і менша тривожність);

3) при тестуванні варто попереджати здобувачів про обмежений час;

4) здобувач має бути переконаний у конфіденційності тесту, тобто його відповіді не будуть відомі іншим, непричетним до тестування особам;

5) доцільно звернути увагу здобувачів на низьку ймовірність випадкового вгадування.

Запропонований тест дасть можливість кожному перевірити свої знання щодо енергозбереження, як одного із важливих складників нашого життя, буде спонукати до пошуку шляхів раціонального використання енергоресурсів.

Сподіваємося, що після проходження тесту, Ви зможете оцінити свій власний рівень пізнання актуальних проблем сьогодення.

Зразок тестових завдань

1. Клас енергоефективності інженерних систем будинку відповідно ДБН повинен бути не нижчим за:

- а) А;
- б) В;
- в) С;
- г) D.

2. Значення мінімального опору теплопередачі зовнішніх огорожень споруди залежать від:

- а) призначення споруди;
- б) температурної зони міста будівництва;
- в) періоду року;
- г) висоти споруди.

3. До енергетичних показників споруди належить:

- а) опір теплопередачі зовнішніх огорожень;
- б) показник компактності будівлі;
- в) розрахункова питома енергопотреба;
- г) внутрішня теплоємність будівлі.

4. Від чого не залежить нормативна питома енергопотреба для житлових та громадських будівель:

- а) температурної зони місця будівництва;
- б) поверховості споруди;

- в) призначення будинку;
- г) класу енергетичної ефективності споруди.

5. Від чого залежить клас енергетичної ефективності споруди:

- а) розрахункового значення питомої енергопотреби;
- б) кваліфікації енергоаудитора;
- в) тривалості енергетичного обстеження;
- г) кратності повітрообміну у приміщеннях.

6. Для порівняння будівель між собою в Європі було запропоновано критерій для створення класифікації будівель залежно від рівня їх енергетичної ефективності на потреби систем опалення та охолодження. Цей критерій дорівнює:

- а) кількості теплової енергії, яку за рік споживає 1 м^2 будинку;
- б) кількості теплової енергії, яку за місяць споживає 1 м^2 будинку;
- в) кількості теплової енергії, яку за рік споживає система опалення будинку;
- г) кількості теплової енергії, яку виробляють альтернативні джерела енергії за рік для будинку.

7. Дані щодо площі зовнішніх огорожувальних конструкцій визначаються за:

- а) внутрішніми розмірами відповідно до наявної проектної документації;
- б) зовнішніми розмірами відповідно до наявної проектної документації;
- в) укрупненими показниками.

8. Внутрішня висота будинку визначається як:

- а) від поверхні стелі підвалу до поверхні стелі останнього поверху;
- б) від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху;
- в) від поверхні підлоги першого поверху до підлоги горища поверху;
- г) від поверхні підлоги першого поверху до підлоги горища.

9. В опалювальну площу будинку не включається площа:

- а) мансардного поверху;
- б) опалювальні сходові клітки;
- в) теплого горища;

г) опалювального цокольного поверху.

10. Нормативні санітарні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі приймаються залежно від:

а) місця будівництва споруди;

б) функціонального призначення будівлі;

в) опалювального об'єму будинку;

г) вологісних умов експлуатації матеріалу в огороджувальних конструкціях.

11. Отримані результати розрахунку теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій повинні бути за їх мінімально допустимі значення:

а) меншими;

б) більшими;

в) рівними;

г) не меншими.

12. До безвтратних енергоощадних заходів не належить:

а) ощадливе використання наявних ресурсів;

б) навчання персоналу;

в) закупівля палива з дешевшого джерела;

г) дотримання температурного графіку підготовки теплоносія.

13. До низьковитратних енергоощадних заходів належить:

а) контроль та оперативне планування;

б) модернізація енергетичних установок;

в) вимикання освітлення;

г) впровадження когенераційних установок.

14. До низьковитратних енергоощадних заходів не належить:

а) поліпшення процедур експлуатації та обслуговування інженерних систем;

б) контроль та оперативне планування;

в) доповнення системи автоматичного контролю;

г) встановлення комплексних систем керування.

15. До високо витратних енергоощадних заходів не належить:

- а) утилізація теплової енергії;
- б) утеплення огорожувальних конструкцій;
- в) впровадження джерел відновлюваної енергії;
- г) модернізація системи автоматичного контролю.

16. Визначений рівень енергетичної ефективності за інтервалом значень енергетичних характеристик будівлі це:

- а) енергетична характеристика будівлі;
- б) клас енергетичної ефективності будівлі;
- в) енергетична ефективність будівлі;
- г) питома енергопотреба.

17. Розрахунковий показник, що визначається відношенням загальної площі внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій до кондиціонованого об'єму будівлі, яка обігривається (охолоджується) – це:

- а) коефіцієнт скління;
- б) коефіцієнт паро проникності;
- в) коефіцієнт тепло засвоєння;
- г) показник компактності.

18. Відношення площі світлопрозорих огорожувальних конструкцій до загальної площі фасадної частини будинку – це:

- а) коефіцієнт скління;
- б) коефіцієнт паро проникності;
- в) коефіцієнт тепло засвоєння;
- г) показник компактності.

19. Властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікуваного життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її передування в ній за нормативно допустимого (оптимального) рівня витрат енергетичних ресурсів на опалення, вентиляцію, кондиціонування повітря, гарячого водопостачання з урахуванням кліматичних умов – це:

- а) енергетична характеристика будівлі;
- б) клас енергетичної ефективності будівлі;

в) енергетична ефективність будівлі;

г) економічно обґрунтований рівень енергетичної ефективності будівлі.

20. Показник енергетичної ефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної (кондиціонованої) площі або об'єму будинку – це:

а) енергетична характеристика будівлі;

б) клас енергетичної ефективності будівлі;

в) енергетична ефективність будівлі;

г) питома енергопотреба.

21. Комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівлі, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами та забезпечення енергетичної ефективності будівлі на рівні не нижчому ніж встановлено мінімальними вимогами до енергетичної ефективності будівель, що здійснюються під час виконання робіт з реконструкції, капітального ремонту – називається:

а) реконструкція;

б) капітальний ремонт;

в) термомодернізація;

г) поточний ремонт.

22. Процес сумісного виробітку електричної та теплової енергії називається:

а) теплофікація;

б) когенерація;

в) низькотемпературна сепарація;

г) регенерація.

23. Обов'язковій сертифікації енергоефективності не підлягають:

а) об'єкти будівництва, будівель і частин будівель, що здаються в оренду на термін понад рік;

- б) будівлі з опалювальною площею понад 250 кв. м, у яких розташовані державні органи і проводиться прийом громадян;
- в) будівлі, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка і яка спрямована на досягнення класу енергоефективності будівлі не нижче мінімальних вимог;
- г) будівлі сільськогосподарського призначення;

24. Термін дії енергетичного сертифікату становить:

- а) 2 роки;
- б) 5 років;
- в) 10 років;
- г) 15 років.

25. Чи необхідно проводити обов'язкову сертифікацію індивідуального будинку відповідно до законопроекту №4941 «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 р.:

- а) так;
- б) ні.

Ми сподіваємося на те, що питання на які було складно дати відповідь, зацікавлять і будуть спонукати Вас до їх вирішення.

Висновки до розділу III

Характерною рисою освіти сьогодення є впровадження сучасних інформаційних технологій у практику освітнього процесу. Саме інформатизація освіти, котру можна віднести до однієї з головних складових загальної інформатизації суспільства, вирішить проблему підготовки молодого покоління нашої держави до реалій сучасного життя.

Впровадження в навчальний процес сучасних інформаційних, зокрема, комп'ютерних і телекомунікативних технологій, відкриває нові шляхи і надає широкі можливості для подальшої диференціації навчання, всебічної активізації творчих, пошукових, особистісно - орієнтованих комунікативних форм навчання, підвищення його ефективності, мобільності й відповідності запитам практики.

Нині у розвинутих країнах світу вміння використовувати в усіх сферах діяльності інформаційно-комунікативні технології перебувають на одному рівні з вміннями читати й писати. Отже, вміння користуватися інформаційно-комунікативними технологіями (ІКТ) стає невід'ємною складовою інформаційної культури сучасного педагога.

Отже, готуючи навчальний епізод і розглядаючи його як дидактичну одиницю, розробник повинен чітко уявляти, яку навчальну мету він цим переслідує, якими чином він досягне реалізації поставленої мети.

Як би ретельно не було розроблено мультимедійний урок, багато що залежить від підготовки викладача. Проведення такого заняття схоже на роботу ведучого телевізійної передачі. Викладач мусить не тільки впевнено володіти комп'ютером, знати зміст уроку, а й вести його в хорошому темпі, невимушено, постійно залучаючи учнів до пізнавального процесу. Необхідно продумати зміну ритму, урізноманітнити форми навчальної діяльності, як забезпечити позитивний емоційний фон уроку.

Отже, для розв'язання багатьох навчальних та виховних завдань нам необхідно будувати свою педагогічну діяльність так, щоб на запитання про доцільність використання інформаційних технологій у навчально-виховному процесі відповідей «Так» було більше, ніж відповідей «Ні».

Одна з істотних змін в структурі освіти може бути охарактеризована як перенесення центру тяжіння з навчання на учення. Це не звичайне «натаскування» учнів, не екстенсивне збільшення знань, а творчий підхід до навчання всіх учасників освітнього процесу, і перш за все, його основного традиційного тандему: викладач - учень. Необхідність створення ситуації взаємодії і взаємної відповідальності. Тільки за наявності високої мотивації всіх учасників освітньої взаємодії можливий позитивний результат мультимедійного уроку.

Список використаних джерел

2. Ананьєв А. І. та ін. На захист вітчизняного будівництва і промисловості теплоізоляційних матеріалів//Будівельний експерт, №11,12, 2001.
3. Антонюк Н.Р. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: сб. науч. тр. УНТУВХ. – Ровно, 2003. – С. 9- 15.
4. Бабунова Л.М. Актуальні проблеми практичного навчання / Л.М. Бабунова // Освіта, технікум,коледж.-2006.- №1.-С. 81-90.
5. Бобров ЮЛ., Гранев В.В., Ягупова Л.Г. Легкі огорожувальні конструкції промислових будівель з мінераловатної тепловою ізоляцією: Учеб. посібник. -К, 2008.
6. Васильчук М.В., Вінокурова Л.Е. Основи охорони праці. — К.: Просвіта, 1997
7. Гавриляк А.І. Викладання будівельних дисциплін / А.І. Гавриляк А – Львів : Оріяна-Нова, 1997. - 175с.
8. Галузинський В. М. Педагогіка. Теорія та історія : навч. посібник / В.М. Галузинський.- Київ : Вища школа, 1995. – 237с.
9. Гнип І.Я., КершулисВ.И., Веялис С.А. Теплофізичні властивості ековати//Будівельні матеріали, №11,2000.
10. Гончаренко С.У. Методика як наука : монографія / С.У. Гончаренко.- К.: Либідь, 2000. – 156с.

11. Гончаренко С.У. Фундаментальність чи вузький професіоналізм освіти: монографія / С.У. Гончаренко.- Хмельницьк : Світовид, 2004. - 208с.
12. Горбач С.М. Урок у системі функціонального аналізу, або сучасний урок у школі// Завуч. – 2006. - № 35 (293) – с. 5 – 8
13. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко О.А. Технологія теплоізоляційних матеріалів: Підручник. - К, 2000.
14. Горяйнов К.Е., Коровникова В.В. Технологія виробництва полімерних і теплоізоляційних виробів: Підручник. -К: Вища школа, 1995.
15. Дворкін Л.Й. Опоряджувальні матеріали і вироби: Навч. посібник. — 2-ге вид., перероб. — К.: Вища шк., 1996.
16. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство. (Навчальний посібник). – Рівне: Видавництво РДТУ, 1999. – 477 с.
17. Дипломна робота у вищих педагогічних закладах освіти (Положення про організацію і виконання) із спеціальності « Педагогіка і методика середньої освіти». « Трудове навчання » напряму підготовки « Педагогічна освіта » / В.К. Сидоренко, В.П. Курок. - Київ, 2002. - 48 с.
18. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»
19. Єрмоленко М.Г. Технологія будівельного виробництва : монографія / М. Г. Єрмоленко.- К. : Вища школа, 1993. – 225с.
20. Інновації як основа змін освітньої практики. Інформаційно-методичний збірник / Упорядник Г.О. Сиротенко. - Полтава: ПОІППО, 2005.- 160 с.
21. Карапузов Є.К. Матеріали і технології в сучасному будівництві. - К.: "Вища освіта", 2005 р.
22. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання : підручник для студентів вищ. навч. закл. / О.Е. Коваленко. - Х. : Видавництво НУ А, 2005. - 360с.
23. Кропивницька Т.П. Модифіковані малоенергомісні цементы для будівельних розчинів / Т.П. Кропивницька // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. “Хімія та хімічна технологія”. – 2009. – № 644. - С. 237-242.

24. Крушельницька О.В. Методологія і організація наукових досліджень студентів : навч. посібник / О.В. Крушельницька. - К.: Кондор, 2003.- 251с.
25. Леонченко СВ., Овчаренко О.Г. Вироби з тонкого базальтового волокна за новою технології//ГиТеК, № 7,2001.
26. Лівінський О.М. Технологія будівельного виробництва : підручник / О.М. Лівінський. - К.: Українська академія наук (УАН), «МП Леся», 2011. - 272с.
27. Лівінський О.М., Дудар І.Н., Терновий В.І., Петровський А.Ф., Манюк О.В. Активні форми методичної роботи / О.М. Лівінський // Освіта, технікум, коледж №1 2004 - 30с.
28. Муравицький А.В. Проблеми профтехосвіти освіти / А.В. Муравицький // Профтехосвіта у регіоні.- 2005.- №4. - 11с.
29. Навчально-дослідна робота у вищих педагогічних навчальних закладах: навчально-методичний посібник / Укладачі: В.П.Зінченко, В.Б.Харламенко, І.М.Коренева. – Глухів: РВВ ГДПУ, 2006. – 23 с.
30. Нікуліна А.С. Розвиток ділової активності учнів ПТНЗ під час професійної та загальноосвітньої підготовки. Навчально – методичний посібник для педагогічних працівників ПТНЗ. – Донецьк-2003. – 407с.
31. Ничкало Н.І. Педагогічна книга майстра виробничого навчання / за редакцією Н.І. Ничкало. - К.: Вища шк., 1994 -307с.
32. Овчаренко Є.Г Утеплювачі на основі спученого перліту в будівництві//Будівництво, додаток до довідника «Будівельник», № 2,
33. Педагогіка: навчальний посібник / за редакцією В. М. Галузьяк, М. І. Сметанський, В.І. Шахов. - Вінниця: РВВ ВАТ "Віноблдрукарня", 2001. – 200с.
34. Педагогічна книга майстра виробничого навчання: навч. метод. посібник / за ред. Н.Г.Ничкало.- К.: Вища шк., 1994. - 383с.
35. Педагогічна книга майстра виробничого навчання: навч. метод. посібник: 2- ге вид. допов. / за ред. Н.Г. Ничкало. - К.: Вища шк., 1994.- 383с.

36. Перспективні технології та обладнання для виробництва пінобетону//Будівельні матеріали, обладнання, технології ХХІ століття, №10,2001.
37. Пехота О. М. Освітні технології : навчально - методичний посібник / О.М. Пехота. - К.: А.С.К., 2002.- 255с.
38. Поліщук О.П. Сучасний урок // Завуч. – 2008. - № 33 (363) – с. 9 – 13
39. Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. Посібн. – К.: А.С.К., 2006. – 192с.
40. Пуховська Л.П Професійна підготовка викладачів : монографія / Л.П. Пуховська.- К.: Вища шк., 1997.- 180с.
41. Решетовська Л.М. Сучасні технології виробничого навчання в ПТНЗ: методичний посібник / Л.М. Решетовська.- Львів : СПОЛОМ, 2008. – 148с.
42. Рунова Р.Ф., Шейнин Л.О., Гелевера О.Г., Гой, В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. — К.: КНУБА, 2001.
43. Тимошенко С.А. Вдосконалення технології виготовлення огорожувальних конструкцій на основі цементно-зольних керамзитобетонів / В.І. Гоц, О.Г. Гелевера, О.М. Петропавловський, С.А. Тимошенко, О.О. Гричанюк // Будівельні матеріали та вироби. – 2006. – №3. – С.26-30.
44. Туркот Т.І. Основи педагогіки вищої школи : навчальний посібник / Т.І. Туркот. - К.: Знання, 2005.- 301с.
45. Тхоржевський Д.О. Методика трудового і професійного навчання та викладання загально технічних дисциплін: навч. посібник.- 3-тє видання / Д.О. Тхоржевський. - К.: Вища шк., 1992. - 334с.
46. Харламов І. Ф. Педагогіка : монографія / Ф. І. Харламов.- М.: Высшая школа, 1990. - 356с.
47. Черненко В.К., Ярмоленко М.Г., Батура Г.М. та ін. Технологія будівельного виробництва. (Підручник) – К.: “Вища школа”, 2002. – 429 с.

48. Шевчук С.С. Урок теоретичного навчання в закладах ПТНЗ: методичні рекомендації / С.С. Шевчук.- Д.: Парус, 2002.-142с.
49. Шейко В. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник / В.М. Шейко. - К.: Знання-Преса, 2003.-202с.
50. ДБН В. 2.6-33:2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування"
51. ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель», ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».
52. ДБН В.2.2–15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»
53. Якісна теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-integrated-thermal-protection/>.