

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:

« Використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд в процесі підготовки фахівців будівельного профілю »

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

Виконавець:

Казимірчук Роман Іванович
магістрант 62 М-Пр(б)з групи

Науковий керівник:

к.п.н., доц. Бондаренко Микола Іванович

Дата захисту: грудня 2024р.

Оцінка: _____

Підпис членів комісії:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ГЛУХІВ 2024

Зміст	
Вступ	3
Розділ I. Аналітична частина	
1.1 Історія розвитку нормативної бази теплоізоляції будинків.....	7
1.2 Теоретичні основи теплоізоляції.....	14
1.3 Аналітичний огляд шляхів вирішення проблеми енергозбереження та підвищення рівня теплового захисту будівель.....	20
Висновки до розділу I	34
Розділ II. Технологічна частина	
2.1 Причини та доцільність утеплення огорожувальних конструкцій будівель та споруд.....	36
2.2 Передові системи теплоізоляції будівель і споруд.....	42
2.3.3 Сучасні методи термоізоляції основних конструктивних елементів будівель	53
Висновки до розділу II	75
Розділ III Методична частина	
3.1 Методична розробка лекційного заняття «Передові системи термоізоляції будівель і споруд».....	77
3.2 Методична розробка теоретичного уроку «Теплоізоляційні матеріали і технології їх застосування».....	91
3.3 Методична розробка комбінованого уроку на тему: «Влаштування скріпленої теплоізоляції».....	98
Висновки до розділу III	109
Список використаних джерел	111

ВСТУП

Зменшення теплових втрат та збереження теплової енергії є надважливим завданням нашої держави, вирішення якого впливає на організацію роботи всіх галузей народного господарства, пов'язаних із роботою енергетичних систем. Для зменшення невиправдано великого експлуатаційного енергоспоживання будинків введені нові нормативи щодо теплозахисту будинків. Зниження енергоспоживання будинків, що експлуатуються, може бути досягнуте шляхом підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд.

Сучасне будівництво - це складний комплекс різноманітних інженерних систем, будівель та споруд, які підпорядковані досить суворим державним нормативним вимогам, та не лише традиційним, таким як стійкість до зовнішнього впливу, довговічність, а також новим, які відповідають сучасним уявленням про цілі та завдання будівництва. Серед них такі: енергоефективність - максимальне зниження споживання енергії під час експлуатації будівлі (мінімізація вартості питомих енергоресурсів на одиницю об'єму); екологічність - безпека експлуатації будівлі, комфорт життя в ньому, в поєднанні з економією паливних ресурсів та зниження шкідливих викидів в атмосферу [52]. Приведення до нормативних показників теплозахисних показників огорожувальних конструкцій дає значний ефект в економії енергетичних ресурсів, що йдуть на опалення будинків. Проте, це досягається лише в тому разі, якщо впроваджуються нові конструктивні й технологічні рішення огорожувальних конструкцій.

Статистика говорить про те, що до 75% виробленої теплової енергії витрачається на опалення будівель. Для зменшення невиправдано великого експлуатаційного енергоспоживання будинків введені нові нормативи щодо теплозахисту будинків. Зниження енергоспоживання будинків, що експлуатуються, може бути досягнуте шляхом використання передових систем теплоізоляції будівель і як наслідок - підвищення теплотехнічних

характеристик огорожувальних конструкцій. Новітні будівельні матеріали та сучасні технології їх застосування, займають важливе місце серед багатьох факторів, що визначають якість сучасного будівництва, архітектурну цінність будівель та споруд, їх техніко-економічні та теплофізичні показники.

Перед проєктантами, 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 з високими теплофізичними показниками.

Великий 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.

Світовими тенденціями у вирішенні проблеми теплоізоляції є використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд, впровадження енергоефективних заходів, використання високоефективних матеріалів. На цьому тлі актуальність теми магістерської роботи не може бути переоцінена, оскільки, ця робота може сприяти підвищенню енергоефективності житла за умови, що результати роботи будуть реалізовані на практиці.

Актуальність теми дослідження. Енергозбереження є гострою актуальною проблемою не тільки будівельної галузі, а й держави в цілому. Законодавчими актами України визначено заходи по енергозбереженню як

існуючих будівель, так і тих що проєктуються. Збільшення обсягів будівництва, підвищена увага до якості об'єктів, які будуються, вимагають поліпшення теплофізичних характеристик будівельних матеріалів, випуску будівельних матеріалів та конструкцій з покращеними теплофізичними властивостями. Скорочення витрат енергії як на стадії проєктування, так і на стадії експлуатації будівель, можуть бути досягнуті шляхом розробки і впровадження сучасних ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують виготовлення виробів високої якості з покращеними теплофізичними властивостями.

Аналіз та узагальнення проведених досліджень науковцями стану сучасного технічного рівня ведення теплоізоляційних робіт, розробки новітніх матеріалів з високим термічним опором, технологій їх використання, необхідність впровадження сучасних наукових досліджень у освітній процес, і визначили тему магістерської роботи: « **Використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд в процесі підготовки фахівців будівельного профілю** »

Мета та задачі дослідження.

Метою магістерської роботи є теоретичне дослідження застосування передових систем теплоізоляції будівель і споруд. Досягнення мети супроводжується розробкою методичних матеріалів і впровадження їх в освітній процес.

Для досягнення мети дослідження сформовано **наступні завдання:**

- дослідити теоретичні основи теплоізоляції;
- провести аналітичний огляд шляхів вирішення проблеми енергозбереження та підвищення рівня теплового захисту будівель;
- обґрунтувати причини та доцільність утеплення огорожувальних конструкцій будівель;
- дослідити сучасні передові системи теплоізоляції будівель і споруд;
- проаналізувати сучасні методи термоізоляції основних конструктивних елементів будівель;

- розробити методичні матеріали щодо використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд в процесі підготовки фахівців будівельного профілю.

Об'єкт дослідження: теплоізоляція будівель і споруд.

Предметом дослідження є передові новітні системи теплоізоляції будівель і споруд.

Методи досліджень. Комплексні дослідження включали традиційні методики за діючими нормативними документами для вивчення структурних, фізико-механічних, теплофізичних і експлуатаційних властивостей теплоізоляційних матеріалів, методи математичної статистики, наукові узагальнення та аналіз теоретичних та експериментальних даних.

При розробці окремих питань були використані результати наукових досліджень, виконаних на кафедрах будівельних матеріалів та технологій будівельного виробництва вищих навчальних закладів, НДІ, а також роботи вчених у галузі будівельних матеріалів.

Наукова новизна дослідження полягає у визначенні причин та змісту доцільності утеплення фасадів, теоретичному обґрунтуванні сучасних методів теплоізоляції. В дослідженні проаналізовано та уточнено переваги та недоліки внутрішньої та зовнішньої теплоізоляції, висвітлено особливості влаштування новітніх фасадних систем.

Практична значущість результатів дослідження: розроблене методичне забезпечення може бути використане в процесі підготовки фахівців будівельного профілю, при викладанні освітніх компонентів «Технологія будівельного виробництва», «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Енергозбереження в будівництві».

Розділ I. Аналітична частина

1.1 Історія розвитку нормативної бази теплоізоляції будинків

Важливість досконалої нормативної бази по енергозбереженню переоцінити неможливо. Саме вона регулює питання теплоізоляції та енергозбереження у всіх сферах нашого життя. Особливої актуальності такі законодавчі акти набувають у будівельній галузі. В цих документах чітко визначені вимоги на стадіях проектування будинків, їх зведення та експлуатації. При вивченні дисциплін будівельного профіля майбутнім фахівцям необхідно знати сучасні нормативи та вимоги по енергозбереженню, що дасть в подальшому їх застосовувати у своїй професійній діяльності.

Перші нормативні вимоги до рівня теплоізоляції були відображені в «Урочному положенні» 1896 р. Згідно цього документу, для північної і середньої кліматичних зон, до яких відносились переважна частина України, найменша товщина зовнішніх стін з цегли була узаконена у 2,5 цеглини або 15 вершків, або 0,30 сажнів, тобто приблизно 64-67 см. Для внутрішніх стін, які відокремлювали холодний простір від теплого, товщина повинна була бути у 2 цеглини або 12 вершків, або 0,25 сажнів, тобто 53 см.

Першими нормами в колишньому СРСР по теплозахисту будівель і будівельних конструкцій були «Технічні вказівки та норми» 1929 р. В них, зокрема, вказувалося, що «Ступінь теплозахисту, що забезпечується огорожею, визначається її опором теплопередачі і стійкістю теплового режиму всередині будівлі при періодичному опаленні останнього». Як еталон, для порівняльної оцінки різних огороджувальних конструкцій будівель в припущенні однієї топки печі на добу, була встановлена цегляна стіна з товщиною для середньої кліматичного зони (України) в 2,5 цегли (640 мм) з опором теплопередачі $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. Норми склалися з трьох частин:

- 1) теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій;
- 2) розрахунок теплових втрат;
- 3) розрахунок системи опалення.

Наступні зміни нормативних вимог відбулися тільки у 1954 році з виходом СНіП II-54. Цей норматив мав 5 розділів (А-Д). Вимоги до будівельної теплотехніки були сформульовані у главі 3 розділу В та стосувались опорів теплопередачі, провітропроникнення, паропроникнення огорожувальних конструкцій та теплостійкості приміщень та огорожень. Згідно них величина опору теплопередачі R_0 огорожі повинна була бути не менше необхідного опору oR . Величина опору теплопередачі багат шарових огорожень розраховувалась за формулою: $o \dots R = R_{R1} R_{R2} R_{Rn} R_{Rv} + + + + 1 2 n$ н, (1) де R_v і R_n – опір теплопереходу відповідно у внутрішній і зовнішній поверхонь; R_1, R_2, \dots, R_n – термічні опори окремих шарів огороження, що обчислюють за відомою формулою: $\delta_i R_i i = \lambda$, (2) де δ_i – товщина шару; λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

З 27 жовтня 1971 року була затверджена наступна редакція норм з будівельної теплотехніки – СНіП II-A.7-71 [13], в якому відбулися такі основні зміни:

1. Було вилучено коефіцієнт якості теплоізоляції. Причини його скасування невідомі.
2. Вперше були введені нормативні вимоги для заповнень світлових прорізів (для України в межах $0,3-0,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$).
3. Вперше з'являється вимога, пов'язана з економічним обґрунтуванням необхідного рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій.

З 14 березня 1979 набула чинності нова редакція норм з будівельної теплотехніки – СНіП II-3-79. У порівнянні з СНіП II-A.7-71 у новій редакції стандарту не відбулося принципових змін при виборі нормативних вимог. З документу зникла вимога економічного обґрунтування при виборі рівня теплоізоляції. Ще варто виділити появу нового терміна – приведений опір теплопередачі. Житлові і громадські будівлі цього періоду забудови мали опір теплопередачі зовнішніх стін $0,6-0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, дахів і покриттів і $0,9- 1,1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, вікон $0,32-0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

З 1.07.86 р. СНіП II-Л-71 був замінений на СНіП 2.08.01-85, який нічого не змінив в типології житлових будинків з точки зору енергоефективності.

З 1.01.90 р введено в дію нову редакцію цього документа – СНіП 2.08.01-89, до якого було розроблено довідковий посібник з проектування об'ємно-планувальних рішень житлових будинків. У цих документах з'явилися певні зміни, які стосувалися більш ретельного врахуванню кліматичних особливостей різних регіонів. Так, наприклад, у Криму рекомендувався сонцезахист вікон, звернених не тільки на південний захід і захід, але і на південь та схід (сектор 70-200°). Більше уваги приділено в документах організації природної вентиляції в багатоповерхових будинках за допомогою вентиляційних шахт, що дозволило отримувати ширококорпусні будівлі.

Слід сказати, що використання шахтного провітрювання на практиці зустрічалося дуже зрідка. В цей час світ вже відчув на собі енергетичну кризу 1973 р. і всі світові економіки були змушені перейти до режиму економії енергоресурсів зважаючи на значне зростання вартості енергетичних ресурсів, але в Радянському Союзі ці зміни ніяк не позначилися на структурі планової економіки. Вартість теплової енергії залишалася незмінною. Це аж ніяк не стимулювало до енергозбереження і, як наслідок, до впровадження законодавчих ініціатив і стандартів, спрямованих на енергозбереження.

Лише після розпаду СРСР в Україні почали запровадити певні кроки з енергозбереження та енергоефективності. Переломним моментом у підвищенні енергоефективності будівель став наказ Мінбудархітектури України № 247 від 27.12.1993 р., яким були встановлені нові, суттєво вищі, нормативні значення опору теплопередачі різних типів огорожувальних конструкцій.

Територія України була розділена на 4 температурні зони і для кожної зони встановлювались значення нормативного опору теплопередачі в залежності від виду огорожувальної конструкції. Виконання нових норм

гарантувало економію споживання енергоресурсів при експлуатації будівель більш ніж на 30% у порівнянні з нормами, які діяли до 1994 р. До недоліків цього нормування слід віднести те, що нормативний опір залежав від матеріалів з яких складалася конструкція.

З 1.04.2007 р в Україні введені норми з теплової ізоляції ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». У порівнянні з вимогами 1994 р. підвищено мінімальний рівень теплоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель в середньому на 15-40% для зовнішніх стін, на 20-25% – для покриттів і дахів, на 20% – для вікон. Але найбільш важливими відмінностями цього документу є:

- принципово нові вимоги при проектуванні теплозахисту будівель – вимоги до питомих тепловитрат будинку вцілому;
- введення поняття енергоефективності будівель та їхня класифікація за показником енергоефективності, що дозволяє на якісно новому рівні проводити комплексну оцінку енергетичних показників будинків;
- суттєво змінилася методика розрахунку вологісного режиму огорожувальних конструкцій – була прийнята методика, яка діє у країнах ЄС і яка дає змогу проектантам візуально оцінити вологісний стан конструкції;
- знову повернувся у норми розрахунок теплостійкості у зимовий період, що пов'язано з широким застосуванням у новому будівництві теплоакумуючих конструкцій.

З 1 липня 2013 р введено в дію Зміна № 1 ДБН В.2.6-31: 2006, яка ще більше підвищила вимоги до теплоізоляційної оболонки і до інтегральних характеристик енергоефективності будівель. В середньому по Україні опір теплопередачі стін зріс на 15%, перекриттів і дахів – на 25%, вікон – на 30%. Настільки різке збільшення нормативної теплоізоляції вікон пояснюється тим, що саме вони є найбільш «уразливими» місцями теплоізоляційної оболонки будинків. Динаміка збільшення значень опору теплопередачі вікон за останні півстоліття в Україні показана на рис. 1. Було введено нове

температурне зонування території України, яке уніфікує вимоги до теплоізоляції огорожувальних конструкцій.

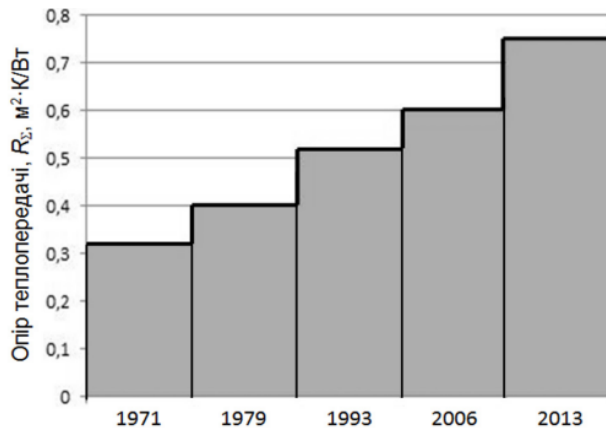


Рис. 1 Динаміка зростання нормативного опору теплопередачі вікон в Україні

З 1.05.2017 р. почала діяти нова редакція норм з теплової ізоляції будівель – ДБН В.2.6-31:2016. Територія України була розділена на 2 температурні зони і для кожної зони встановлювались нормативи енергозбереження [53].



Цей документ – імплементація Директиви Європарламенту і Ради ЄС 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель» і застосування єдиних з країнами ЄС стандартів для розрахунків показників енергоефективності.

Він базується на розроблений протягом останнього 10-річчя комплексу нормативних документів з енергоефективності, який охоплює близько 30 норм.

З 1 грудня 2018 року почали діяти оновлені будівельні норми які стосуються теплової ізоляції фасадів будинків "ДБН В. 2.6-33: 2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування" [54]. Ці державні норми повинні бути використані при проектуванні конструкцій зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією житлових, громадських і промислових будівель і споруд, при новому будівництві, реконструкції або капітального ремонту. Зміни створені на основі досвіду європейських країн щодо використання теплової ізоляції. Фактично цим документом нормативні вимоги в Україні стали приводитися до Європейських.

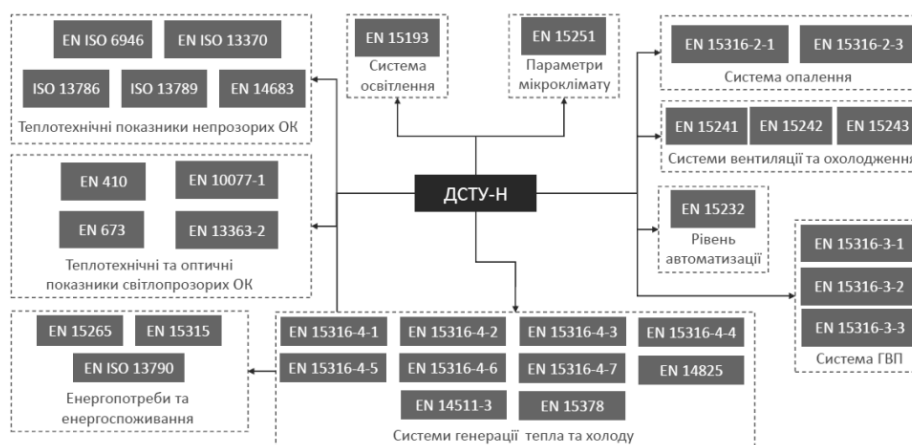


Рис. 2 Схема взаємозв'язку ДСТУ-Н Б А 2.2-12:2015 з міжнародними стандартами

Аналіз історії розроблення будівельних норм свідчить про врахування вимог з енергоефективності будівель ще у перших нормативних документах з будівництва. Значну увагу питанням енергоефективності будівель та енергозбереженню почали приділяти в Україні після отримання незалежності. Сучасні національні норми з теплоізоляції будівель та інші норми, пов'язаних з енергоефективністю, в цілому, відповідають вимогам

нормативної будівельної бази ЄС, однак є нагальні завдання, які ще треба виконати.

Важливим є регулювання питань енергозбереження в Україні на законодавчому рівні. Метою законодавства про енергозбереження є регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також між державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів, забезпечення зацікавленості підприємств, організацій та громадян в енергозбереженні, впровадженні енергозберігаючих технологій у будівництві, розробці і виробництві новітніх будівельних матеріалів з високими теплофізичними властивостями.

Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є:

а) створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження в будівництві та при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування проєктних рішень будівельних об'єктів у частині енергозбереження;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

е) обов'язковість державної експертизи з енергозбереження; (Пункт — статті 3 із змінами, внесеними згідно із Законом N 3260-IV (3260-15) від 22.12.2005);

є) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

ж) поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів діючих будівель шляхом проведення заходів по енергозбереженню.

Об'єктами правового регулювання законодавства про енергозбереження є відносини у сфері функціонування енергетичного господарства України, проектування, створення та впровадження наукових та конструкторських розробок, пов'язаних з підвищенням ефективності використання палива та енергії, інформаційного забезпечення населення з проблем енергозбереження та контролю за використанням паливно-енергетичних ресурсів.

1.2 Теоретичні основи теплоізоляції

Теплоізоляція, теплова ізоляція, термоізоляція - це захист будівель, теплових промислових установок (або окремих їх вузлів), холодильних камер, трубопроводів та іншого від небажаного теплового обміну з навколишнім середовищем. Так, наприклад, у будівництві та теплоенергетиці теплоізоляція необхідна для зменшення теплових втрат у навколишнє середовище, в холодильній і криогенній техніці - для захисту апаратури від припливу тепла ззовні. Теплоізоляція забезпечується пристроєм спеціальних конструкцій, виконуваних з теплоізоляційних матеріалів (у вигляді оболонок, покриттів і т. п.) які зменшують теплопередачу.

При конвективному теплообміні для теплоізоляції використовують огорожувальні системи, що містять шари матеріалу, непроникного для повітря; при променистому теплообміні - конструкції з матеріалів, що

відбивають теплове випромінювання (наприклад, з фольги, металізованої лавсановій плівки); при теплопровідності (основний механізм переносу тепла) - матеріали з розвиненою пористою структурою.

Ефективність теплоізоляції при перенесенні тепла визначається термічним опором (R) ізолюючої конструкції. Для одношарової конструкції $R = d / \lambda$, де d - товщина шару ізолюючого матеріалу, λ - його коефіцієнт теплопровідності. Підвищення ефективності теплоізоляції досягається використанням високопористих матеріалів і пристроєм багат шарових конструкцій з повітряними прошарками.

Завдання теплоізоляції будівель - знизити втрати тепла в холодний період року і забезпечити сталість температури в приміщеннях впродовж доби при коливаннях температури зовнішнього повітря. Застосовуючи для теплоізоляції ефективні теплоізоляційні матеріали, можна істотно зменшити товщину і знизити масу огорожувальних конструкцій і таким чином скоротити витрату основних будматеріалів (цегли, цементу, сталі та ін).

У теплових промислових установках теплоізоляція забезпечує значну економію палива, сприяє збільшенню потужності теплових агрегатів і підвищення їх ККД, інтенсифікації технологічних процесів, зниженню витрати основних матеріалів. Економічну ефективність теплоізоляції в промисловості часто оцінюють коефіцієнтом заощадження тепла $h = (Q_1 - Q_2) / Q_1$ (де Q_1 - втрати тепла без теплоізоляції, а Q_2 - з теплоізоляцією).

Теплоізоляційні матеріали

Теплоізоляційні матеріали характеризуються низькою теплопровідністю (коефіцієнт теплопровідності не більше $0,2 \text{ Вт} / (\text{м}^2 / ^\circ\text{C})$), високою пористістю (70-98%), незначними об'ємною масою і міцністю (межа міцності при стисненні $0,05\text{-}2,5 \text{ Мн}/\text{м}^2$).

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

одиницю товщини матеріалу. Вимірюється в Вт/м/К. Чим менший коефіцієнт теплопередачі тим краще, тобто витрати теплової енергії будуть менші.

Теплопровідність - це передача тепла через масу матеріалу, позначається літерою λ (лямбда). Або, теплопровідність - це явище передачі внутрішньої енергії від однієї частини тіла до іншої або від одного тіла до іншого за їхнього безпосереднього контакту. За явища теплопровідності не відбувається перенесення речовини. Теплопровідність рідин менша, ніж теплопровідність металів. Низьку теплопровідність мають хутро, вовна, пух, синтепон, оскільки пори в цих матеріалах заповнені повітрям і мало проводять тепло. Метали - відмінні провідники теплової енергії. Деревина та пластик - ні, тому вони служать ізоляторами. Поняття «опору» є протилежним до «провідності», і означає здатність матеріалу або набору матеріалів протидіяти передачі тепла. Опір може вважатися характеристикою ефекту ізоляції. Він залежить від двох основних параметрів: провідності й товщини матеріалу. Це означає, що ефект ізоляції буде залежати від характеристики матеріалу та його товщини. $R = t / \lambda$ R : тепловий опір ($\text{м}^2 \text{°C}/\text{Ватт}$) t : товщина матеріалу (м) λ : термальна провідність ($\text{Ватт}/\text{м}^{\circ}\text{C}$) Отже, якісний утеплювач має низьку провідність і високий опір [43].

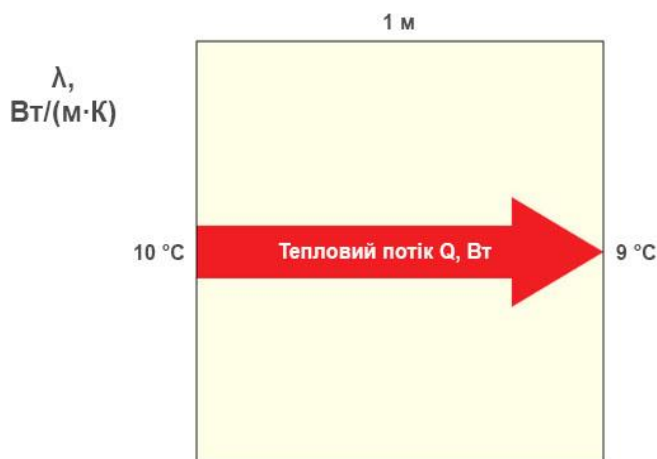


Рис. 3 Коефіцієнт теплопровідності λ

Основний показник якості теплоізоляційних матеріалів - коефіцієнт теплопровідності. Однак, його визначення вельми трудомістка робота й вимагає застосування спеціального обладнання, тому на практиці в якості такого показника використовують виражену у кг/м^3 величину їх об'ємної маси в сухому стані, яка в наближеній мірі характеризує теплопровідність теплоізоляційних матеріалів. 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. В експлуатаційних умовах теплоізоляційні матеріали повинні бути захищені від проникнення вологи; їх теплопровідність при насиченні водою зростає в декілька разів.

Витрати енергії вимірюються у кіловатах (кВт). Для характеристики будівельних матеріалів використовується такий показник як коефіцієнт теплопередачі – показник, що визначає яка кількість теплоти передається (втрачається) через площу 1 м^2 конструкції (стіна, підлога, дах, вікна) товщиною 1 метр за одиницю часу (1 годину), при різниці зовнішньої та внутрішньої температур в 1 Кельвін ($1 \text{ }^\circ\text{C}$).

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 конструкції вони визначають.

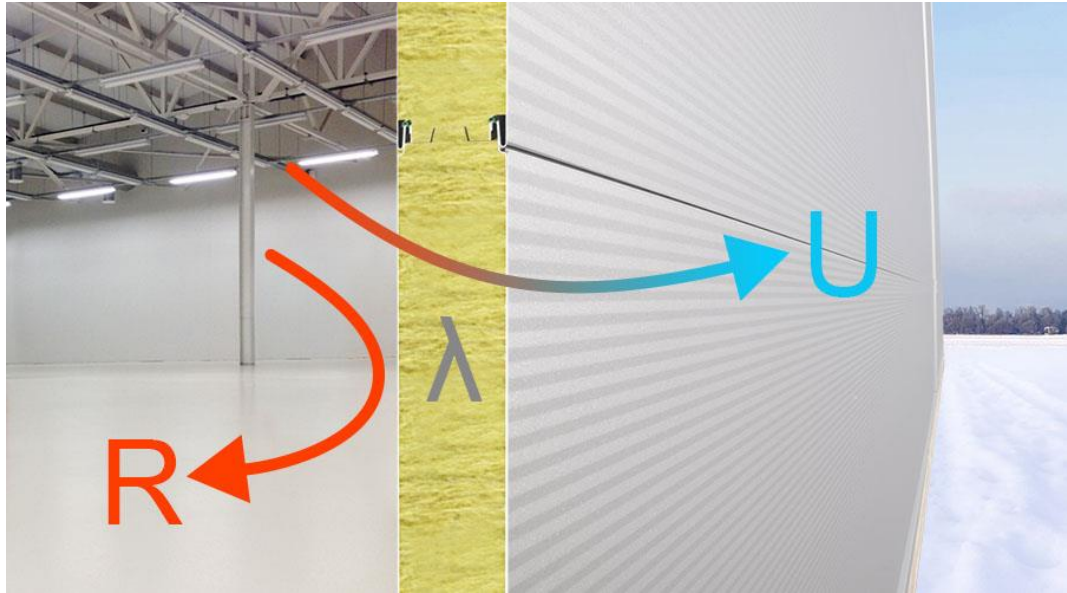


Рис. 4 Найважливіші показники (λ , R та U), які впливають на енергоефективність

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.

Сьогодні, коли потреба у теплоносіях постійно зростає, важливо проводити просвітницьку роботу серед населення з метою заощадливого використання енергоресурсів. Для майбутніх фахівців професійної освіти це питання є надважливим, адже вони через певний час вже самі будуть впроваджувати ідеї енергозбереження у своїй професійній діяльності.

Для викладання теми у закладах освіти розглянемо практичний приклад теплові втрати будинку.

Припустимо, що ми маємо будинок з силікатної цегли з товщиною стіни 52см, температуру повітря зовні -20°C , в приміщенні $+20^{\circ}\text{C}$. Коефіцієнт теплопередачі силікатної цегли складає $0,81 \text{ Вт/м}^2\text{К}$. Різниця температур складає 40°C .

Обчислюємо втрати теплової енергії:

$$0,81 / 0,52 \times 40 = 62,3 \text{ Вт.}$$

Отже, за вказаними умовами через 1 квадратний метр стіни за одну годину буде втрачатися 62,3 ват теплової енергії.

В такий же спосіб можна розрахувати теплові втрати всього будинку та підібрати відповідне опалювальне обладнання. Очевидно, що різниця температур протягом опалювального сезону, навіть протягом доби, змінюється. Тому для розрахунків використовується показник кількості градусо - діб для тієї місцевості, де розташований об'єкт. Для Києва він складає 3750. Перемноживши 62,3 на 3750 отримуємо 233625 Вт, або 233,6 кВт втрат теплової енергії через 1 квадратний метр стіни за опалювальний сезон.

На перший погляд, такий простий приклад підрахунку теплових втрат може стати першим поштовхом для усвідомлення здобувачами освіти важливості енергозбереження, а потім бути рушійною силою впровадження цих ідей у суспільство.

Навчальними планами підготовки фахівців будівельного профілю передбачено вивчення ряду освітніх компонентів в яких розглядаються питання енергозбереження. Серед них: «Будівельні матеріали і виробни», «Архітектура будівель і споруд», «Технологія будівельного виробництва», «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Енергозбереження у будівництві» та інші.

У наступних розділах нашого дослідження ми більш детально розглянемо питання енергозбереження та застосування передових сучасних технологій і матеріалів для їх ефективною реалізації. Але спочатку нам необхідно мати теоретичне підґрунтя, а саме знати основні теплофізичні властивості будівельних матеріалів. Одним з найважливіших показників яких є коефіцієнт теплопередачі.

Коефіцієнт теплопередачі різних матеріалів

Вакуум – 0 Вт/м²К

Пінопласт – 0,037 Вт/ м²К

Екструдований полістирол 0,032 Вт/ м²К

Деревина – 0,15 Вт/м²К
ПВХ – 0,19 Вт/м²К
Пінобетон – 0,3 Вт/м²К
Пінополізоціанурат (PIR) 0,022 Вт/м²К
Газобетон 0,23 Вт/м²К
Цегла пориста – 0,44 Вт/м²К
Цегла повнотіла – 0,67 Вт/м²К
Цегла силікатна – 0,81 Вт/м²К
Керамічна цегла 0,75 Вт/м²К
Скло – 1,15 Вт/м²К
Сніг – 1,5 Вт/м²К
Бетон – 1,75 Вт/м²К
Залізобетон - 2,04 Вт/м²К
Сталь – 52 Вт/м²К
Мінеральна вата 0,043 Вт/м²К

Якщо порівняти коефіцієнти теплопередачі пінопласту 0,037 Вт/м²К та силікатної цегли 0,81 Вт/м²К, то видно, що цегла у 22 (0,81 / 0,037) рази більше проводить тепла ніж пінопласт. Простими словами, пінопласт товщиною 5 см по теплоізоляції замінює цегляну стіну товщиною 1 м. Проте, це не означає, що будувати будинки можна з пінопласту. Для вибору матеріалів потрібно провести складні теплотехнічні розрахунки.

1.3 Аналітичний огляд шляхів вирішення проблеми енергозбереження та підвищення рівня теплового захисту будівель.

Енергозбереження в будівництві і архітектурі – один із найбільш актуальних та важливих напрямків наукових і практичних досліджень, що проводяться фахівцями будівельної галузі усіх прогресивних країн світу після енергетичної кризи 1973 року. Особливої уваги потребують питання вітчизняного енергозбереження, що в останні роки загострилися на фоні

складної політичної та економічно нестабільної ситуації в Україні. Нажаль, наша держава вкрай залежна від імпортованих енергоресурсів: газу, а в останні роки – і від вугілля.

Одним із можливих шляхів виходу із такої ситуації є поліпшення будівельної нормативної бази та її приведення у відповідність до Європейських та світових стандартів. Оскільки зміни норм – процес безперервний, тому важливим питаннями є їхня відповідність сучасному етапу розвитку країни, з одного боку, та нормам провідних країн світу, з іншого, та визначення шляхів їхнього подальшого розвитку.

У Західній Європі і США багато виробників будівельних матеріалів займаються розробкою теплоізоляційних матеріалів та технологій їх використання. Проблема теплоізоляції настільки важлива, що в деяких країнах Європи, наприклад в Німеччині, ще на початку 80-х років були прийняті постанови щодо обов'язкового теплозахисту будівель. Теплоізоляція вже давно стала проблемою державної політики, адже зменшення тепловтрат - це пряма економія енергії.

В даний час в Україні склалися передумови до того, щоб питаннями теплоізоляції почали займатися без виключення всі будівельні організації та виконавці робіт. Передумови ці полягають у наступному:

- Постійно підвищуються ціни на енергоносії.
- Складається ситуація, коли дешевше стає вкладати гроші в технології економії енергії, ніж купувати нафту, газ, вугілля.
- Виникла необхідність прораховувати не тільки витрати на будівельні роботи, а й експлуатаційні видатки на весь термін використання будівлі.

Сьогодні тепла енергія стала однією з найважливіших цінностей. Економія енергії є зараз пріоритетним напрямком економічного розвитку держави. При цьому, серед найбільш ефективних способів енергозбереження, слід звернути увагу на ефективні теплозберігаючі конструкції. Досконалість теплоенергетичної конструкції не тільки забезпечує економію енергії, а ще

дозволяє захистити і саму будівлю. Вона дозволяє також впливати на рівень вологості і температури таким чином, щоб створити комфортний внутрішній мікроклімат, незалежно від того, для якої мети було спроектовано будинок.

Доведено, що збільшення опору теплопередачі зовнішніх стін на 15% призводить до зменшення витрат теплової енергії на опалення будівель на 7 - 9%. Одним з напрямків зменшення вартості експлуатації житлового фонду є використання ефективних, з високим коефіцієнтом опору теплопередачі, конструкцій зовнішніх стін в будівлях різного призначення [42].

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 повинна 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 °С.

Головна увага приділялася скорочення капітальних витрат на будівництво, зниженню матеріаломісткості. Вартість опалення не враховувалася в зв'язку з низькими цінами на паливо і електроенергію. Необхідний опір теплопередачі огорожень в залежності від кліматичної зони знаходилося в межах 0,6 - 1,5 Вт/(м² °С). Аналіз структури і потенціалу енергозбереження в будівництві житлових і громадських будівель показав, що найбільший ефект енергозбереження може бути отриманий від підвищення теплозахисту огорожувальних конструкцій.

Архітектурно-планувальні заходи енергозбереження.

В результаті проведених досліджень експлуатаційних характеристик масових серій житлових будинків, побудованих за типовими проектами за останні 40 років, доведено, що середні значення питомої витрати тепла на 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%, стеля верхнього поверху - 1%, інфільтруються через віконні прорізи повітрям - 37% [26].

У зв'язку з тим, що переважна більшість експлуатованих в нашій країні будівель було побудовано за старими будівельним нормам, без урахування економії енергоресурсів, гостро постало питання про зниження витрати енергії за рахунок поліпшення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій на основі застосування систем додаткової теплоізоляції.

Важливим для нашої країни є досвід проведення енергозберігаючих заходів в зарубіжних країнах, адже там почали приділяти питанням енергоефективності в будівництві раніше і досягли значних успіхів. Економічний підхід до теплозахисної оцінки огорожувальних конструкцій знайшов відображення в нормах і стандартах розвинених зарубіжних країн, що призвело до зниження енергоспоживання. У Франції до 1973р будівлі характеризувалися порівняно низьким рівнем теплозахисту. З 1973р по 1976р мінімально допустимий опір теплопередачі збільшився приблизно вдвічі. У нормах 1982 році була поставлена задача зниження енергоспоживання будівель на 25%, в нормах 1989 року ще на 25%. При порівнянні стандартів США також спостерігається підвищення вимог до енергозбереження. Так, стандарт 1988 р ASHRAE 90.1P в порівнянні з попереднім стандартом 1985 намітив зниження енергоспоживання будівель на 16%, стандарт 1985 р порівнянні зі стандартом 1975 на 50%. З 1973 по 1986 р річне енергоспоживання будівель в США знизилося з 3,4 до 2,6 млрд. т умовного палива.

За нормами Великобританії 1989 р. вимоги до рівня теплозахисту стін будівель підвищилися на 25%, нормований коефіцієнт теплопередачі стін склав $0,45 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$. За рівнем теплозахисту в даний час лідирує Швеція, де, незважаючи на суворий клімат, енергоспоживання житлових будівель приблизно в 1,5 рази нижче, ніж в інших країнах.

Слід зазначити, що в зарубіжному будівництві широко практикується перевищення нормативного рівня теплозахисту і доведення його до оптимально рекомендованого. Підраховано, що така супер ізоляція економічно виправдана. Наприклад, в Австрії за діючими нормами теплоізоляції щорічні витрати на опалення односімейного будинку складають 12-34 тис. у.о при підвищеній теплоізоляції 3,5 - 5,5 тис. у.о.. Додаткові витрати на пристрій теплоізоляції складають 6 - 7% від загальних капітальних витрат і повністю амортизуються через 6-7 років за рахунок енергозбереження. Крім того, підвищення рівня теплоізоляції впливає на довговічність будівлі: термін експлуатації збільшується з 25 до 40 років, що призводить до економії коштів при експлуатації будівлі. Пристрій підвищеної теплоізоляції для вже експлуатованих будівель вимагає кілька вищих додаткових витрат, ніж при новому будівництві. Час амортизації додаткових витрат в цьому випадку становить 8 - 12 років.

Ще більш значний економічний ефект досягається при введенні підвищеної теплоізоляції багатоповерхового житлового будинку: щорічні витрати на опалення знижуються в кілька разів. Практика підвищеної теплоізоляції широко застосовується в скандинавських країнах - Швеції, Фінляндії, а також в Німеччині, Франції та ін. У Франції, наприклад, введена державна програма яка заохочує ініціативу будівельних фірм впроваджувати енергозбереження. При зниженні енергоспоживання на 25 - 34% в порівнянні з необхідними нормами 1982 р. будівлі привласнюють дві зірочки якості, при зниженні на 35 - 44% - три зірочки, на 45% і більше - чотири зірочки.

Найбільш високих результатів досягають при використанні всіх можливих способів заощадження тепла: від підвищення теплоізоляції стін, перекриттів, світлопрозорих огорожень до пасивного використання сонячної енергії та енергії внутрішніх джерел тепла.

У багатьох країнах проблема енергозбереження вирішується глобально, шляхом зниження енергоспоживання всіх будівель, як тих що будуються, так вже існуючих. Такий підхід закріплений державними нормами і реалізується

на практиці. Для нового будівництва та реконструкції існуючих будівель розробляється безліч енергозберігаючих рішень із застосуванням багатошарових конструкцій. Частка багатошарових стінових конструкцій, вироблених в Данії, становить 60%, в Швеції - 80%, у Фінляндії - 90%, в Угорщині та Югославії - 95%, в Норвегії - 100%.

У новому будівництві застосовують індустріальні конструкції: тришарові панелі з гнучкими зв'язками, тришарові блоки та ін. Для фонду існуючих будівель, а також частини нових, що зводяться з цегли, каменю, залізобетону, розробляються системи додаткової теплоізоляції. В результаті проведення енергозберігаючої економічної політики за останні 10 років в 15 розвинених капіталістичних країнах досягнуто скорочення енергоспоживання на експлуатаційні потреби будівель на 20% на м² підлоги.

Важливим є застосування *системного принципу проектування* за вимогами до енергоефективності будівлі. Вимоги до опору теплопередачі елементів теплоізоляційної оболонки будівлі є альтернативними до системного принципу проектування огорожувальних конструкцій. При застосуванні системного принципу проектування до енергоефективності будівлі є вимоги до показників мінімально допустимої температури внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і наведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, вологісного режиму, повітропроникності огорожувальної конструкції, показників теплостійкості перевіряються обов'язково [44].

До введення поправок до будівельних норм у вітчизняній індустрії переважав випуск одношарових стінових панелей з легкого бетону над випуском багатошарових з ефективним утеплювачем, а питання виробництва систем додаткової теплоізоляції одношарових кам'яних конструкцій взагалі не підлягав розгляду. На частку легкобетонних конструкцій припадало 70% обсягу випущених панелей. Причому, в більшості випадків (до 80%) вони не задовольняли вимогам діючих на той час нормам через підвищену (на 10 -

15%) щільності керамзитобетону. З усього обсягу випущених багатошарових панелей, панелі найбільш передової конструкції - з гнучкими зв'язками становили лише невелику частину.

Слід зазначити, що одношарові зовнішні огороження доцільно використовувати при проектуванні в тих випадках, коли це не призводить до значного збільшення їх матеріаломісткості. Однак нові, більш високі вимоги до рівня теплозахисту будинків значно обмежують сферу застосування одношарових огорож і спонукають проектувальників до використання в проєктах більш ефективних багатошарових огорожувальних конструкцій.

Застосування багатошарових огорожувальних конструкцій

В даний час в усьому цивілізованому світі актуальна тенденція переходу на ефективні багатошарові конструкції зовнішніх огорожень. Теплова ефективність багатошарової конструкції визначається, перш за все, правильним підбором виду, розміру і розташування теплопровідних зв'язків, а не збільшенням товщини утеплювача, оскільки при розробці гнучких зв'язків стінових конструкцій необхідно прагнути до зменшення діаметра металевих зв'язків. Це потрібно не тільки для економії металу, але, в основному, і для зниження непотрібних тепловтрат, обумовлених наявністю таких зв'язків. У процесі опрацювання конструктивного рішення багатошарового огороження необхідно враховувати, що послідовність розташування конструктивних шарів різної щільності впливає на вологісний режим, теплову інерцію, характер загасання амплітуди коливання температури в товщі конструкції і на її теплоакумлювальні властивості. Останні враховуються при виборі огорожувальних конструкцій будівлі, які можуть використовувати енергію навколишнього природного середовища [13].

Значного зменшення тепловтрат в будівлі можна досягти, використовуючи в проєктах такі ***конструктивні рішення*** зовнішніх огорожень, які б забезпечували високий рівень герметичності конструкцій і

їх стикових з'єднань, особливо в районах з сильними зимовими вітрами, а також допустимий стан вологості матеріалу. Чіткий поділ несучої і теплоізолюючої функцій по конструктивним шарам дозволяє використовувати в багатошарових огорожах ефективний утеплювач низької щільності. Істотне зростання рівня теплозахисту в цих конструкціях може бути забезпеченим за рахунок незначного збільшення товщини ефективного утеплювача, що має малу величину коефіцієнта теплопередачі ($\lambda = 0,04 \dots 0,1$ Вт/(м · °С)).

Застосування ефективного утеплювача успішно вирішує завдання значного підвищення рівня товщини огорожувальних конструкцій без помітного збільшення їх ваги і витрати енергоємних матеріалів. Необхідний опір теплопередачі багатошарової конструкції огорожі досягається завдяки лише незначного потовщення шару найлегшого теплоізоляційного матеріалу, що вимагає в порівнянні, наприклад, з керамзитобетоном або керамічною цеглою набагато менших витрат енергії на їх виготовлення, транспортування та монтаж.

Перехід на виробництво енергоефективних огорожувальних конструкцій зажадав внесення істотних коректив в практику їх проектування і виготовлення. Говорячи про панельні конструкції, слід зазначити, що новим теплотехнічним вимогам повною мірою відповідають тільки тришарові панелі з гнучкими зв'язками, або в окремих випадках з залізобетонними шпонками. На першому етапі в деяких регіонах, при відповідному обґрунтуванні, можуть застосовуватися тришарові панелі з ребрами. При цьому, як правило, товщина панелі повинна відповідати 400 - 450 мм. Тришарові панелі з гнучкими зв'язками товщиною 450 мм мають приведений опір теплопередачі в разі використання важкого бетону до 4 (м²°С)/Вт.

Істотно змінюється *конструкція зовнішніх стін з цегли*. За нашими даними, цегляна стіна товщиною 770 мм, при використанні утеплювача з $\lambda = 0,04$ Вт/(м °С) забезпечує наведений термічний опір теплопередачі не більше $2,85$ (м² °С)/Вт і задовольняє для більшості регіонів тільки вимогам першого

етапу. При цьому товщина внутрішнього шару становить 380 мм. Для другого етапу впровадження така стіна придатна для використання тільки при ГСОП <4500, що відноситься тільки до південних регіонів країни. Аналогічна шарувата цегляна стіна з гнучкими зв'язками забезпечує теплозахист, рівний $5,05 \text{ (m}^2 \text{ °C)/Вт}$, що достатньо для всіх регіонів України. Однак несучі шаруваті цегляні стіни можуть застосовуватися тільки в будинках висотою не більше 4-5 поверхів. Тому в багатоповерхових будинках необхідно застосовувати тришарові цегляні стіни з поповерхово-навісним фасадним шаром, або цілком навісні зовнішні стіни [23].

Тришарові залізобетонні панелі з плитним утеплювачем (пінополістирол, жорсткі мінераловатні плити) і гнучкими зв'язками є універсальним економічно ефективним конструктивним рішенням зовнішніх стін багатоповерхових повнозбірних і збірно-монолітних житлових будинків, що зводяться у всіх кліматичних районах України, які забезпечують виконання підвищених вимог до теплового захисту будівель. Одним із прикладів може бути фінська фірма «ThermiSol Finland Oy» з виробництва великопанельних будівельних елементів типу Isora. Конструкція цих панелей складається з декількох шарів. Основний шар - з пінополістиролу. З двох сторін він облицьований тонколистовою сталлю, товщиною 0,5мм з полімерним покриттям. Також в якості матеріалу для облицювання поверхонь панелей застосовують: нержавіючу сталь, алюміній, гіпсокартон, вологостійку ДСП, ДВП, фанеру або спеціальну фольгу. Сендвіч-панелі Isora застосовуються в якості несучих стінових конструкцій, внутрішніх перегородок, утеплення існуючих стін.

Використання будівельного пінополістиролу покладено в основу технології ТЕРМОМУР - зведення несучих стін за допомогою незнімної опалубки з спеціального будівельного пінополістиролу (термоблоки). При цьому можливе використання будь-яких видів перекриттів, зовнішня і внутрішня обробки можуть виконуватися з будь-якого матеріалу. Стіни з блоків ТЕРМОМУР мають коефіцієнт опору теплопередачі $R_0 = 3,6 \text{ (m}^2 \text{ °C)/}$

Вт, без зовнішньої і внутрішньої обробки. ТСП (термоструктурні панелі), випускає ЗАТ «Термобудсистема» з вузького полістиролу методом спінювання, армуючи металевим каркасом. Ці панелі мають високу міцність, опір навантаженням, мають коефіцієнт теплопровідності - $0,036 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C})$.

Для більшої надійності конструкцій і забезпечення гідро- і пароізоляції матів і плит URSA рекомендується застосовувати разом зі скловатою *захисні плівки*, наприклад, "Ютафол", які випускаються різних модифікацій: "ЮтафолД" - для гідроізоляції, "Ютафол-Н" - для пароізоляції . Першу поміщають із зовнішнього боку утеплювача, а другу - з внутрішньої. Паронепроникні плівки знижують до мінімуму проникнення водяної пари в конструкцію.

Підвищення вимог до теплоізоляційних властивостей огороджувальних конструкцій будівель та їх довговічності є одним із шляхів вирішення проблеми енергозбереження в будівельній галузі. Аналіз методологічних основ оцінювання організаційно-технологічних чинників впливу на енергоефективність огороджувальних конструкцій свідчить про необхідність еволюційного вдосконалення методичних принципів їх оптимізації з використанням сучасних методів багатокритеріального аналізу та з урахуванням особливостей розвитку будівельної науки та практики. Для подальшого розвитку інструментарію з визначення критеріїв оцінки організаційно-технологічних рішень із підвищення енергоефективності огороджувальних конструкцій запропоновано алгоритм дослідження чинників впливу на прийняття управлінських рішень при виборі оптимального шляху їх реалізації (рис. 5).

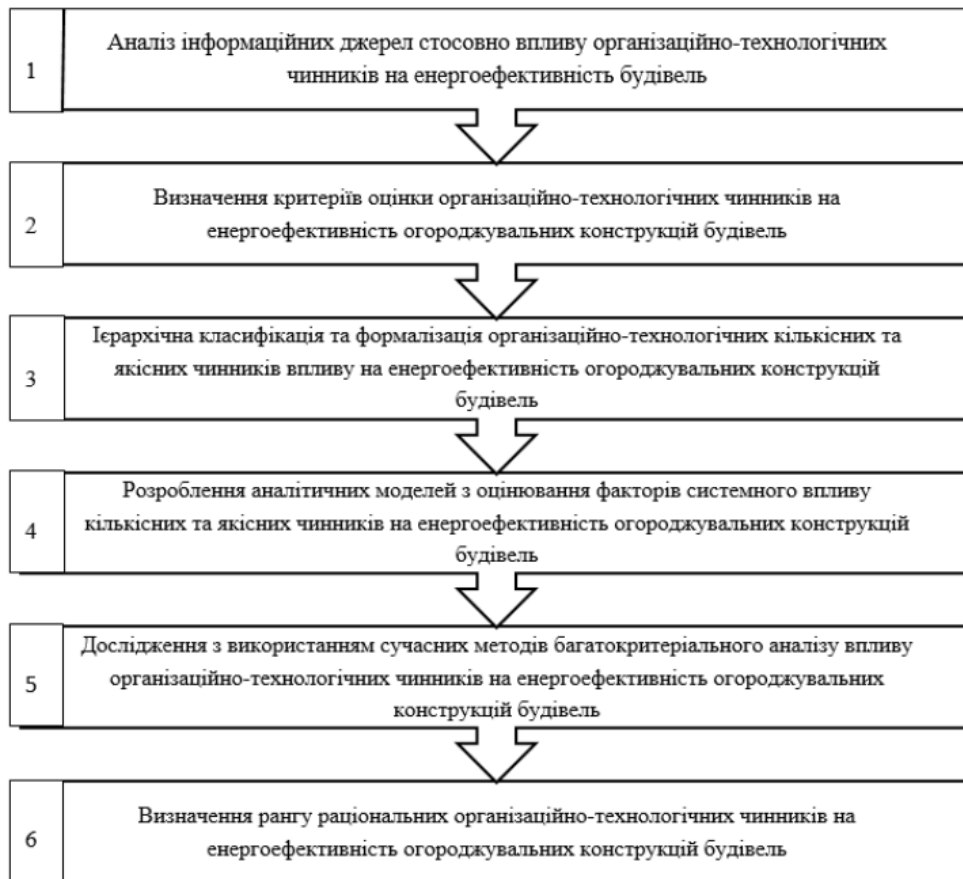


Рис. 5 Алгоритм досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель

Відповідно до алгоритму досліджень впливу організаційно-технологічних чинників на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель (рис. 5) визначальним є обґрунтування критеріїв для їхньої оцінки, так як будівельний комплекс із всіх секторів економіки має системо утворювальні та інтегральні функції. При виборі критерію енергоефективності домінантою є принцип забезпечення максимальної енергоефективності будівлі при мінімальних сумарних затратах енергії на всіх етапах її життєвого циклу. Аналітична модель із оцінювання факторів системного впливу на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівлі повинна базуватися на сучасних методах багатокритеріального аналізу, що впливають на цільову функцію.

Методологія організаційно-технологічного забезпечення влаштування енергоефективних огорожувальних конструкцій будівель з врахуванням

специфічних умов їх подальшої експлуатації повинна враховувати системоутворювальні фактори. Енергоекономічна модель витрат енергії природних ресурсів та результатів людської діяльності при будівництві й експлуатації огорожувальних конструкцій будівель передбачає такі основні фактори:

- природно-кліматичні, які формулюють територіальний благоустрій поселень та витрати ресурсів й енергії на забезпечення санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях будівель і споруд;

- мікроклімат приміщень з оптимальним тепловим, повітряним і світловим режимами, що формується параметрами огорожувальних конструкцій будівель, тобто раціональним співвідношенням між розмірами площ прозорих та непрозорих огорожувальних конструкцій та їх теплозахисними властивостями;

- надійність теплоізоляційної оболонки будівель при якій теплозахисна здатність огорожувальних конструкцій повинна забезпечувати максимальну енергоефективність при мінімальних сумарних затратах енергії протягом життєвого циклу будівлі;

- енергоємність будівлі включно з затратами енергії на виготовлення матеріалів, виробів, елементів огорожувальних конструкцій та інженерно-технічних засобів забезпечення санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях, а саме систем вентиляції й кондиціонування, теплопостачання та гарячого водопостачання;

- архітектурно-планувальні рішення будівель і споруд з врахуванням їх призначення, а саме промислові, громадські, сільськогосподарські, житлові, лікувальні заклади тощо, що забезпечують мінімізацію сумарних енергетичних затрат для створення оптимальних параметрів мікроклімату шляхом зменшення тепловтрат через огорожувальні конструкції; - довговічність як здатність протягом терміну експлуатації будівлі забезпечувати міцність, теплозахист й інші фізико-технічні властивості за умови зменшення енергетичних ресурсів на протязі життєвого циклу будівлі в цілому та особливо зовнішніх огорожувальних конструкцій при дії на них

руйнівних природно-кліматичних факторів та внутрішніми негативними впливами, що можливі при недотриманні вимог технологічних процесів в приміщеннях;

- екологічність для зменшення негативного навантаження на природне середовище на протязі життєвого циклу будівлі шляхом декарбонізації енергетичних ресурсів та раціонального використання не відновлювальних та альтернативних джерел енергії, особливо для створення оптимальних санітарно-гігієнічних параметрів в приміщеннях, тобто сталий розвиток будівельного комплексу повинен ґрунтуватися на гармонії людини і природи [12].

Важливим чинником на обмін теплом (холодним повітрям) має конвекція. Конвекція - це передача тепла шляхом руху молекул у рідинах та газах. Шляхом конвекції газу та рідини рухаються з холодної зони до більш теплої. У будівлі також відбувається рух тепла за рахунок конвекції: всередині кімнати (рис. 6), між внутрішнім повітрям і стіною, між стіною і зовнішнім повітрям. Конвекція є одним чинників ефективного використання наявного тепла в кімнатах, шляхом їх перерозподілу в середині будівлі. Під час конвекції енергія переноситься потоками газу чи рідини. У твердих тілах цей спосіб теплообміну неможливий. Конвекція зумовлює виникнення таких явищ природи, як вітер, теплі й холодні течії у океанах тощо. Розрізняють природну конвекцію, і вимушену конвекцію, що відбувається, коли, наприклад, нерівномірно нагріту рідину перемішують мішалкою.

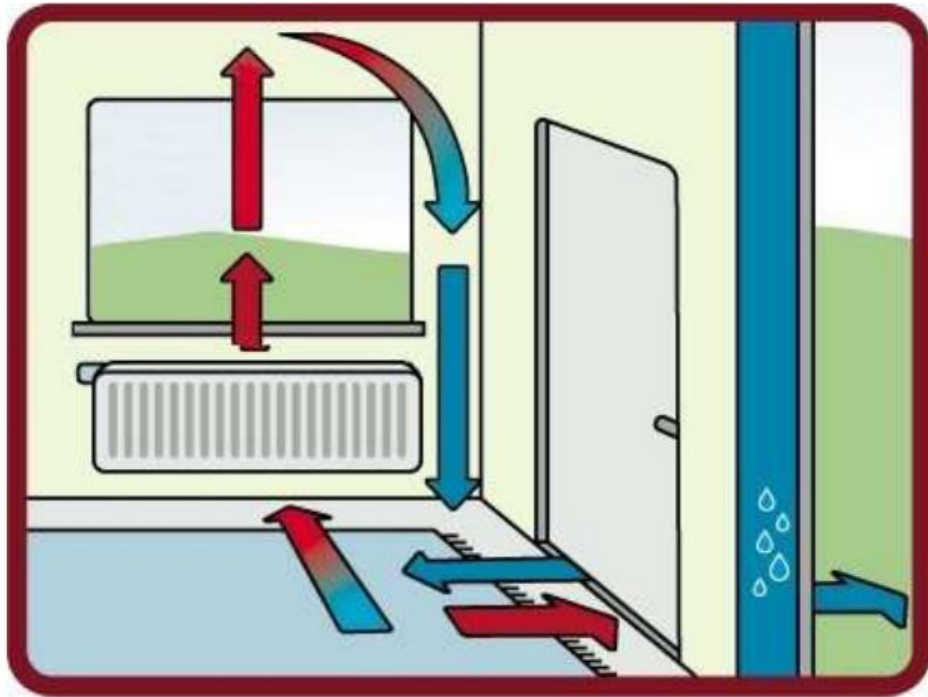


Рис. 6 – Конвекція всередині кімнати

Конвекція, як і теплопровідність, широко використовується у побуті. Саме завдяки конвекції нагрівається рідина у посудині, яка стоїть на гарячій плиті, обігріваються приміщення. Чим сильніший вітер, тим швидше відбувається передача тепла шляхом конвекції. Тому взимку сильний вітер збільшує втрати тепла. У більшості споруд кути між двома стінами або місця з'єднання недосконалі. Це означає, що на таких ділянках можуть утворюватися незначні потоки повітря. Як зазначено вище, чим більше доступ до зовнішнього потоку повітря, тим скоріше втрачається тепло. Зменшення кількості слабких місць (менше кутів у будівлі) та увага до деталей при оновленні вікон і використанні ізоляційних матеріалів виправдовується у довготривалій перспективі, враховуючи збереження енергії і термальний рівень комфорту.

Аналіз основних систем утворювальних факторів витрат енергії та природних ресурсів на формування теплоізоляційної оболонки будівлі дозволяє здійснити в подальшому на системному рівні їх детальну ієрархічну класифікацію та формалізацію для багатокритеріальної оцінки чинників впливу на енергоефективність огорожувальних конструкцій будівель.

Підвищення енергетичної ефективності огорожувальних конструкцій в окремі періоди за весь період їхнього життєвого циклу неможливе без зменшення витрат енергії з врахуванням всіх системо утворювальних кількісних та якісних факторів при оптимізації управлінських організаційно-технологічних чинників.

Висновки до розділу I

Питання утеплення фасадів стає дедалі актуальнішим. Нові нормативні вимоги мають бути спрямовані на енергозаощадження та ефективне використання палива та енергії.

Зниження енергоспоживання будинків може бути досягнуте шляхом підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій та використання передових систем теплоізоляції будівель і споруд.

Сучасне будівництво має передбачати комплекс різноманітних інженерних систем теплового захисту будівель та споруд, які підпорядковані досить суворим державним нормативним вимогам, таким як стійкість до зовнішнього впливу, довговічність, а також новим, які відповідають сучасним уявленням про цілі та завдання будівництва. Серед них такі: енергоефективність - максимальне зниження споживання енергії під час експлуатації будівлі (мінімізація вартості питомих енергоресурсів на одиницю об'єму); екологічність - безпека експлуатації будівлі, комфорт життя в ньому, в поєднанні з економією паливних ресурсів та зниження шкідливих викидів в атмосферу. 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 нові конструктивні й технологічні рішення огорожувальних конструкцій.

Досконалість нормативної бази по енергозбереженню в Україні дозволить регулювати питання теплоізоляції та енергозбереження у всіх сферах нашого життя. Особливої актуальності такі законодавчі акти набувають у будівельній галузі. В цих документах чітко визначені вимоги на стадіях проектування будинків, їх зведення та експлуатації. При вивченні дисциплін будівельного профіля майбутнім фахівцям необхідно знати сучасні нормативи та вимоги по енергозбереженню, що дасть в подальшому їх застосовувати у своїй професійній діяльності.

З 1 грудня 2018 року почали діяти оновлені будівельні норми які стосуються теплової ізоляції фасадів будинків "ДБН В. 2.6-33: 2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадні теплоізоляцією. Вимоги до проектування". Ці державні норми повинні бути використані при проектуванні огорожувальних конструкцій громадських і промислових

будівель і споруд, при новому будівництві, реконструкції або при проведенні капітального ремонту. Зміни, створені на основі досвіду європейських країн, щодо використання теплової ізоляції, дозволяють привести нормативні вимоги в Україні до Європейських.

Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є:

а) створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження в будівництві та при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування проєктних рішень будівельних об'єктів у частині енергозбереження;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

е) обов'язковість державної експертизи з енергозбереження; (Пункт — статті 3 із змінами, внесеними згідно із Законом N 3260-IV (3260-15) від 22.12.2005);

є) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері.

Розділ II. Технологічна частина

2.1 Причини та доцільність утеплення огорожувальних конструкцій будівель та споруд

Загальноновизнано, що традиційна енергетика найбільше впливає на навколишнє середовище і спричиняє значні зміни клімату, наслідки якої стають все більш помітними в різних частинах планети. Найбільша частка втрат теплової енергії припадає на житлово-комунальні послуги щодо утримання та експлуатації будівель і споруд.

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 житлових будівель та виробничих об'єктів, що суттєво впливає на вартість комунальних послуг та кличе зростання цін на вироблену продукцію. 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.

Утеплення будинку – це комплексний захід, що включає різні рішення щодо підвищення енергоефективності будівлі та запобігання втратам тепла. Утеплення будинку – важливий етап, який не варто відкладати. Чим раніше це буде зроблено, тим швидше можна буде знизити вартість комунальних платежів наявної нерухомості і таким чином покращити житлові умови.

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 [21].

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.

Якщо будівля відносно нова і в хорошому стані, то часто не потрібно утеплювати всю будівлю. Старі будівлі, навпаки, зазвичай вимагають загальної ізоляції, яка включає як фундаменти і підвали, так і стіни і горища. Також може знадобитися заміна вікон, дверей та інших конструкцій. Ці ділянки покриваються теплоізоляційними, гідроізоляційними та іншими матеріалами відповідно до сучасних будівельних норм, а також за необхідності монтується додаткова вентиляція та проводяться інші технічні рішення.

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.

Термоізоляція 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 огорожувальні конструкції будівель, теплові характеристики, яких не забезпечують необхідного рівня теплозахисту [3, с. 9].

Забезпечити сучасні вимоги до зниженої резистентності теплопередачі зовнішніх стін будинків, використовуючи одношарові та однорідні структури, при дотриманні прийнятної товщини не є можливим. Тому очевидним є необхідність розробки нових технічних рішень неоднорідних зовнішніх стін будинків із використанням штучних елементів.

Енергозбереження - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, техніко-економічних заходів, спрямованих на ефективне

(раціональне) використання (і економічне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів. Витік тепла відбувається через огороджувальні 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%. 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. Переваг в ізоляції будинку багато, і всі вони працюють у довгостроковій перспективі, бо згодом фінансові вкладення виправдовують себе, а саме:

- Зниження витрат на споживання тепла на понад 30%.
- Зниження витрат на утримання будівлі,
- Збільшення терміну служби будівлі.
- Збільшення вартості нерухомості.
- Більш привабливий зовнішній вигляд нерухомості.
- Покращення комфорту.
- Збереження здоров'я (поліпшення мікроклімату, якості повітря, зниження шуму).

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 більшого переконання необхідності проведення заходів по енергозбереженню, розглянемо декілька практичних прикладів з практичних завдань при вивченні теми «Енергозбереження».

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 відчувати комфортну температуру 19°C потрібно нагріти повітря в приміщенні до 26°C , (рис. 7).

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.

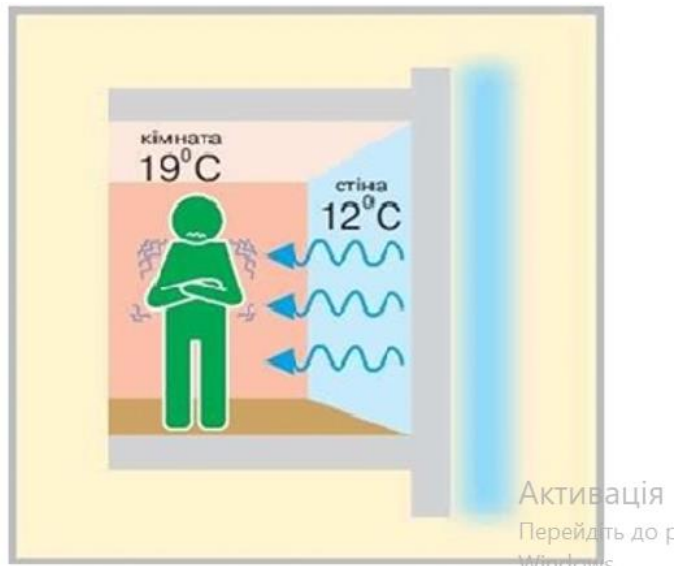


Рис.7 Вплив температури в приміщенні та холодної стіни на комфорт

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. 8).

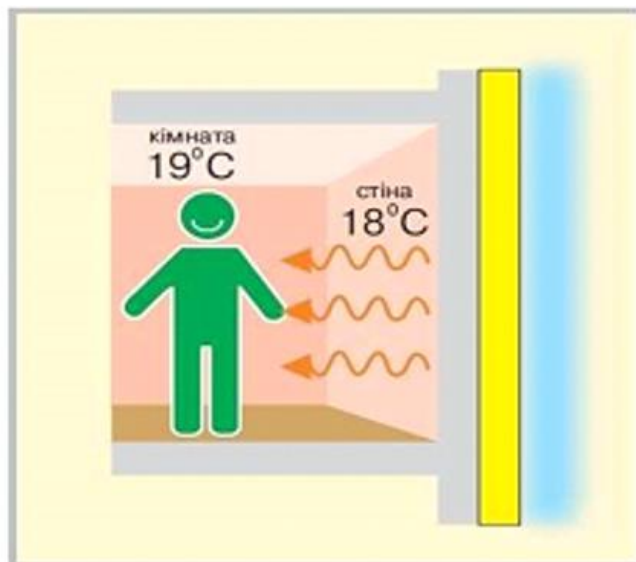


Рис.8 Залежність комфортної температури в приміщенні від холодної стіни

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 вологому 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.

Отже, загальний стан глобальної температури показує, що його середньорічний темп щоразу зростає. Це пов'язано з збільшенням викидів парникових газів, що, в свою чергу, обумовлено зростанням населення. За рахунок раціонального використання енергетичних послуг можна зменшити споживання енергії. Одним з рішень цієї проблеми є теплоізоляція будівель,

яка, крім екологічних причин, має й інші аргументи на свою користь: це енергозбереження, менша необхідність нагрівання повітря усередині приміщення та підвищення комфорту.

2.2 Передові системи теплоізоляції будівель і споруд

Ретельно продумана система теплоізоляції дозволить значно зменшити втрати тепла в холодну пору року, а в теплі місяці року – зменшити видатки на кондиціонування повітря в приміщеннях. Від якості утеплення огорожувальних конструкцій, перекриттів, дахів та інших конструктивних елементів залежить і комфортний мікроклімат в будинку.

Статистика тепловтрат будівлі говорить:

- 30-40% тепла йде через стіни;
- 10-15% - через вікна;
- 15-20% - через дах;
- 5-10% - через холодний неутеплений фундамент, сходові клітини та холодні підвали.

Односімейний будинок

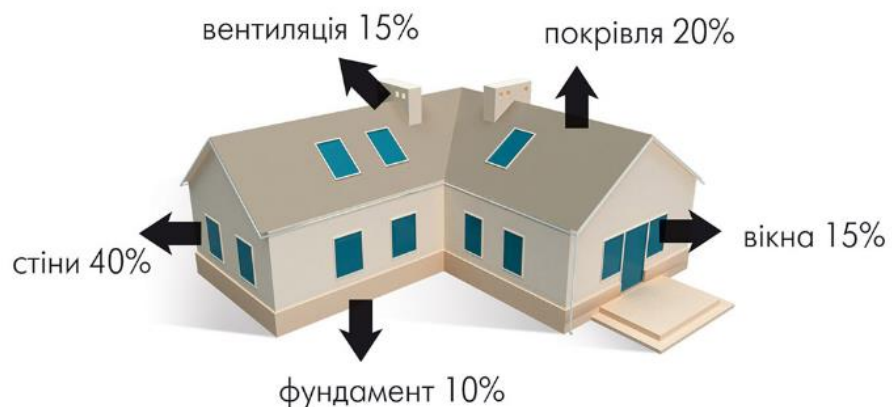


Рис. 9 Втрати тепла в одноповерховому будинку

Багатоквартирні будинки

(10-поверховий будинок із залізобетонних конструкцій)



Рис. 10 Втрати тепла в багатоповерховому будинку

Аналізуючи можливі теплові втрати, напрашується простий висновок: треба утеплювати будинок. У багатоповерхових будинках спостерігається повсюдно: фасади і стіни багатоквартирних будинків, часто-густо, покриті «латками» утеплювача. Таке вибіркоче утеплення малоефективне, тобто, витрачені гроші і зусилля не виправдовуються отриманим не значним ефектом. Існує поняття «комплексна термомодернізація» будівлі. Тільки в результаті термомодернізації будівлі, можна досягти бажаного ефекту: практично, повної ліквідації витоків тепла. Можна сказати, що комфорт проживання в таких будинках і квартирах значно підвищується, а, отже, зростає вартість такого житла, де влітку не жарко, а взимку - тепло. У будівельній галузі пропонується кілька технологій утеплення. Ми розберемося в трьох, найбільш поширених, технології утеплення.

Перед початком робіт з теплоізоляції важливо чітко визначитися з типом робіт по утепленню: зовні або зсередини. Спосіб утеплення покличе за собою вибір необхідних, найбільш ефективних, технологічно можливих у застосуванні, будівельних матеріалів.

Внутрішнє утеплення будинків

Внутрішня термоізоляція не так популярна, застосовується в окремих випадках, якщо утеплення зовнішніх стін неможливо з ряду причин. Наприклад, з ліцевої сторони будинку є декоративне оздоблення, яке недоцільно демонтувати, або квартира знаходиться в будинку, зарахованому до історичної спадщини. Матеріали, які часто використовуються при такому утепленні – мінвата і пінополістирол, звичайний або екструдований. Переваги останнього вражають – при мінімальному вбиранні вологи і теплопровідності (0,03–0,035 Вт/м*К) він легкий, компактний, міцний, легко ріжеться, на відміну від мінвати не вимагає використання засобів спецзахисту під час роботи.

Кожен матеріал може бути класифікований відповідно до його здатності до нагрівання або термостійкості. У будівництві провідник, наприклад, метал, використовується для забезпечення стійкості зведених конструкцій, але для досягнення гарних теплових результатів він не має торкатися інших частин будівлі, які є хорошими провідниками тепла.

Теплоізоляція будівлі всередині дозволяє швидко нагріти приміщення. Це означає, що для досягнення комфортної температури приміщення будуть менші витрати енергії. Та це не дасть змоги забезпечити так званої термальної маси і призведе до того, що зовнішні стіни будуть швидко охолоджуватися вночі. Тепло пробиватиметься через неізольовані стіни, які поєднуються з зовнішніми, доки не зможе "втєкти" через теплові мости (рис. 11).

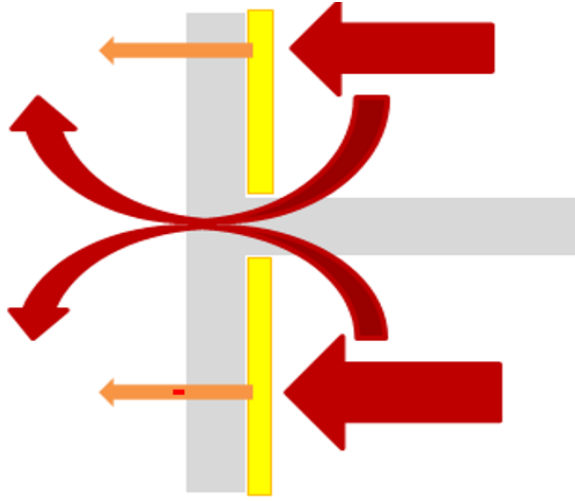


Рис. 11 Вихід тепла через тепловий міст при теплоізоляції із середини

Внутрішнє утеплення застосовується коли в архітектурних пам'ятках не може бути змінений фасад, інколи необхідно здійснити теплоізоляцію лише кількох приміщень, або виконати додаткову ізоляцію підвалів.

Професійне утеплення приміщень із середини може швидко і без додаткових проблем приносити економію. У цьому випадку важливий правильний вибір матеріалів для запобігання утворенню грибків між стінкою і шаром ізоляції.

Існує ряд переваг внутрішнього утеплення:

- не змінює зовнішній вигляд будівлі;
- не вимагає шару водостійкої штукатурки;
- кімната швидко прогрівається;
- не вимагає великих фінансових затрат;
- можна використовувати для додаткової ізоляції підвальних приміщень.

Недоліки внутрішньої ізоляції:

- приміщення, де встановлена така ізоляція, не може використовуватися під час ремонту;
- зменшує розмір приміщення;
- нижча здатність ізоляції;
- підвищені витрати на опалення;

- швидке охолодження приміщень після вимкнення системи опалення;
- морозна небезпека для водопостачання [42].

Внутрішні конструкції включають внутрішні стіни будівлі, перегородки, стелі. В окремій групі необхідно виділяти підлоги, тому що їх ізоляція є несучою конструкцією, тоді як вищезгадані конструкції не є несучими. Для їх ізоляції необхідно застосовувати матеріали з легкої мінеральної вати з невеликою товщиною.

Зазвичай, використання теплоізоляційних плит з мінеральної вати товщиною 50 мм і щільністю 35 кг на кубічний метр дозволить помітно поліпшити внутрішній температурний режим у приміщенні - збільшить теплоізоляційну здатність і не допустить накопичення вологи в середині будівлі. Надлишок вологи, як правило, може призвести до утворення цвілі, заморожування несучих конструкцій і, відповідно, їх швидкого руйнування.

Теплоізоляція внутрішніх конструкцій, звичайно, трохи зменшує внутрішній простір приміщень, але переваги для комфортного проживання є важливішими.

Монтаж систем ізоляції внутрішніх конструкцій можна виконувати при будь-яких погодних умовах. Крім того, теплоізоляція мінеральною ватою ефективна та безпечна для ізоляції балконів та лоджій, що збільшить житловий простір приміщень.

На рис. 12 показано влаштування ізоляційного шару із середини стіни.

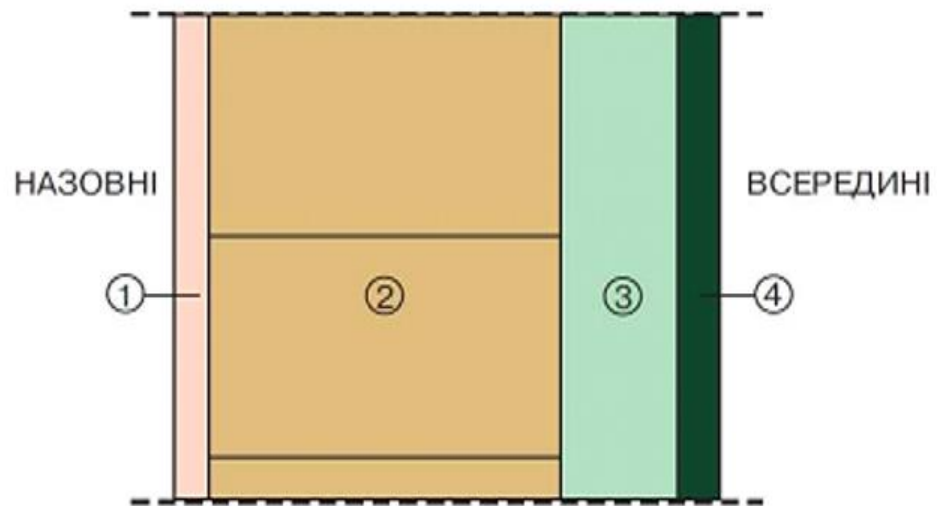


Рис. 12 Установка ізоляційного шару із середини стіни.

1 - зовнішня штукатурка, 2 – стіна, 3 – ізоляційний матеріал, 4 - штукатурка

Отже, теплоізоляція внутрішніх конструкцій має такі переваги: значно знижується вартість обігріву будівлі; надійне теплозбереження всередині кімнати; забезпечується якісний паровий бар'єр без щілин і дефектів; підвищується звукоізоляція стін, стель і перегородок. Але присутній істотний недолік – термальний міст.

Зовнішнє утеплення фасадів

Більш поширене зовнішнє утеплення стін – дозволяє захистити їх від охолодження і промерзання, що збільшує термін використання та експлуатаційної корисності будівлі.

Для зовнішнього утеплення частіше, ніж інші матеріали застосовуються пінопласт, плити екструдованого пінополістиролу та мінеральна вата. На питання про пріоритетність якогось одного виду матеріалу фахівці відповідають по-різному: у кожного з них свій досвід, кожен господар будинку розраховує на свій бюджет. Основні вимоги до утеплювачів – це мінімальна вологопоглинальність, екологічна безпека, пожежостійкість (існує поділ на класи – від НГ і Г1 до класу Г4, чим нижче,

тим краще), низька теплопровідність (0,025–0,045 Вт /м*К), підвищена міцність, низький рівень взаємодії зі сплавами кріпильних елементів.

Оскільки в Україні зовнішнє утеплення використовується частіше внутрішнього, дослідимо три найбільш популярних способи зовнішнього утеплення огорожувальних конструкцій. Багато що залежить саме від обраної технології утеплення фасаду. Вибір визначають технічні особливості споруди, навички роботи з різними будматеріалами, виділений бюджет. На сьогоднішній день поширені три способи – під штукатурку («мокрый» метод), «вентильований фасад» («сухий» метод), багат шаровий («колодязний» метод).

Утеплення під штукатурку – один з найпоширеніших способів утеплення стін. Найчастіше для нього застосовуються мінеральна вата та пінополістирольні плити. Метод ще називають «мокрим», тому що штукатурка та допоміжні елементи змішуються з водою. Окрім підвищення енергоефективності, теплової інерційності будівлі, зниження витрат на опалення та кондиціонування, власник будівлі отримує можливість не обмежуватися, підбираючи варіант дизайну екстер'єру. Існує величезна кількість декоративних штукатурок, що дозволяють оформити фасад в будь-якому кольорі і фактурі.

Розрізняють два підвиди цього способу теплоізоляції стін: «легка» і «важка» штукатурні системи. Суть технології в першому випадку – в полегшеній конструкції і зменшеній вартості. Утеплювач фіксується клеєм і дюбелями-парасольками, для захисту поверхонь від пошкоджень застосовуються алюмінієві профілі. Рекомендується використовувати матеріали щільністю більше 30 кг/м³ (мінвата, пінопласт, екструдований пінополістирол), підійдуть і «екологічні» термоізолятори – солом'яні, коркові, водоростеві.

«Важка» система утеплення фасадів – це кріплення утеплювача арматурною сіткою і збільшеними дюбелями, накладання поверх шарів штукатурки великої товщини, близько 50–55 мм. Це гарантує непорушність

ізоляційної багатошарової конструкції і підвищену стійкість до коливань температур і різних погодних явищ. При утепленні фасадів за «микрою» технологією треба пам'ятати, що стіна повинна бути міцною, добре тримати навантаження 35–38 кг/м².

Сухий спосіб утеплення стін або «вентильований фасад»

У цьому випадку взагалі не застосовується штукатурка: утеплювач кріпиться до стіни дюбелями-парасольками і клеєм, поверх укривається спеціальною паропроникною мембраною, яка додатково захищає від вітру. Між термоізолятором і облицюванням передбачається просвіт у 20–50 мм – для вільного проходження повітря та своєчасного позбавлення від конденсату. Щоб залишити просвіт, оздоблювальний матеріал кріпиться на каркас з алюмінію або сталі (оцинкованої, нержавіючої). Для цієї системи можна використовувати мінеральну вату, екструдований пінополістирол.

Проект утеплювання за таким методом дорожче, ніж по двом іншим – через використання металевих каркасів і матеріалів для облицювання, які зазвичай дорожче за штукатурку. Але, якщо заходи енергозбереження проводити при зведенні будинку, можна заощадити на зменшеній товщині стін, тому «суха» система утеплення все ж залишається актуальною.

Багатошарова технологія утеплення стін будинків – має безліч позитивних чинників завдяки тришарової кладці, яку ще називають «колодязною». У цьому випадку утеплювач використовують як прошарок між несучим і лицьовим шаром (облицюванням), який найчастіше викладається з керамічної, силікатної, клінкерної цегли. Цей спосіб утеплення фасадів дає мінімальне навантаження на фундамент будівлі, але є й істотний недолік – велика ймовірність появи рясного конденсату між шарами термоізоляційних матеріалів. Тому для цієї системи утеплення важливо обирати матеріал, не поглинаючий воду. Підійдуть екструдований пінополістирол, сипучі утеплювачі. Будь-які роботи з термоізоляції різними видами матеріалів, зовнішнє утеплення стін або внутрішнє проводяться при температурі +5 – +25 градусів.

За умови зовнішнього утеплення фасадів для досягнення комфортної температури в приміщенні потрібні більші витрати часу. Але спостерігається збільшення термальної маси, яка, якщо вона правильно улаштована, зменшує можливість виникнення термальних мостів (рис. 13).

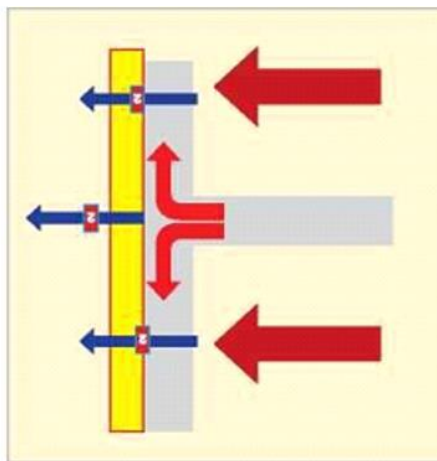


Рис. 13 Зовнішнє утеплення стін з відсутністю термальних мостів

Завдяки цьому створюється більш герметична оболонка будівлі та покращується загальна енергоефективність, оскільки, стіни зберігатимуть тепло в приміщенні довше.

Зовнішнє утеплення фасадів значно зменшує передачу тепла від внутрішнього середовища будівлі доквіллю. Внутрішнє тепло проникає до стіни і гальмується в її конструкції. Після вимкнення системи опалення спрацьовує "нідерландський ефект печі". Стіни подають тепло назад в кімнату. Тобто внутрішні приміщення будівлі не відразу охолонуть. Клімат усередині будівлі буде збалансований. Тепла кам'яна стіна, крім того, запобігає пошкодженню промерзанням водопровідної системи, встановленої у кам'яній стіні. Влітку утеплення захищає стіни від дії сонячних променів. Неприємне тепло не проникає в середину будівлі.

Теплоізоляція може бути активна та пасивна. У даному дослідженні розглядаємо лише пасивну - це неперервна теплоізоляційна оболонка навколо пасивного будинку, яка максимально мінімізує втрати тепла[27].

Зовнішнє утеплення фасадів будівель складається з ізолюючого шару на зовнішній стороні стіни.

Переваги зовнішньої ізоляції:

- протидіє утворенню термальних мостів;
- будинок залишається теплим протягом тривалого часу;
- забезпечує більш стабільну температуру;
- високий ступінь ізоляції;
- високий рівень економії витрат на опалення;
- захист стін від коливань температури;
- захист від спеки влітку.

Недоліки зовнішньої ізоляції:

- змінює зовнішній вигляд будівлі;
- вимагає більше часу на прогрів [42].

Основні способи зовнішнього утеплення фасадів показано нижче.

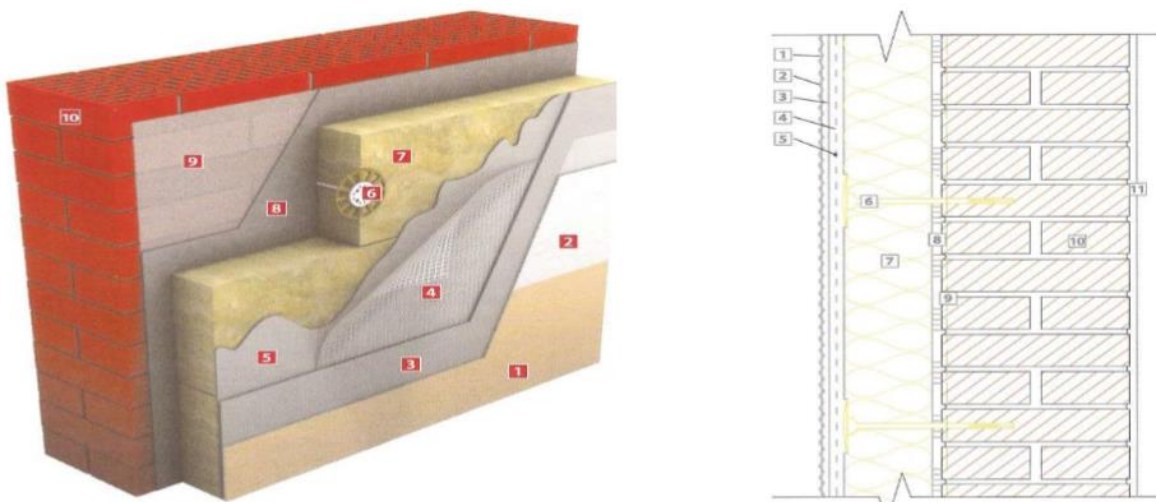


Рис. 14 Система штукатурного фасаду з матеріалом-утеплювачем по кам'яній основі:

1 – фасадна фарба (за необхідністю); 2 – декоративна штукатурка; 3 – кварцева ґрунтівка; 4 – склотканева сітка; 5 – базовий армуючий шар; 6 – тарільчастий фасадний анкер; 7 – утеплювач; 8 – клей для теплоізоляційних робіт; 9 – зміцнююча ґрунтівка; 10 – зовнішня стіна

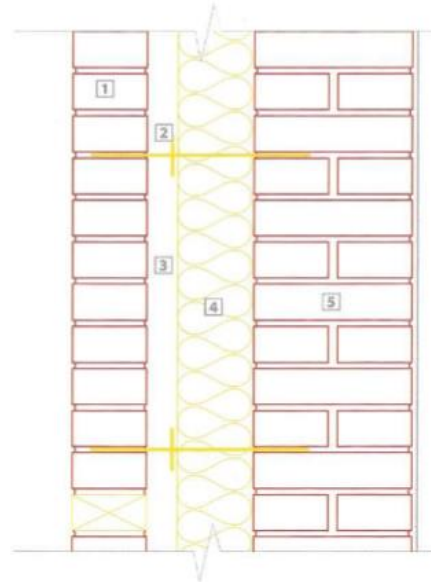
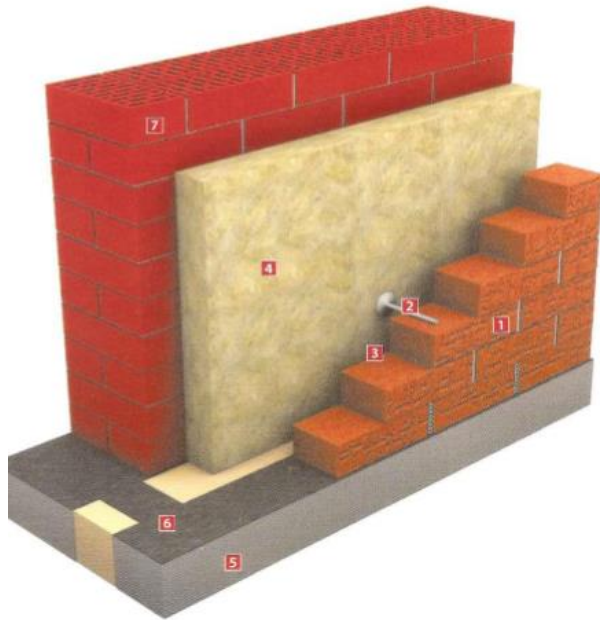


Рис. 15 Фасадна система з використанням шаруватої кладки з облицюванням декоративною цеглою:
 1 – облицювальна цегла; 2 – гнучкі зв'язки; 3 – вентиляємий зазор; 4 – утеплювач; 5 – опорне перекриття з системою «термовкладкишів»; 6 – гідроізоляційна відсічка; 7 – несуча/самонесуча частина стіни (цегла, «легкі блоки» густиною не нижче 600 кг/м³, монолітний залізобетон)

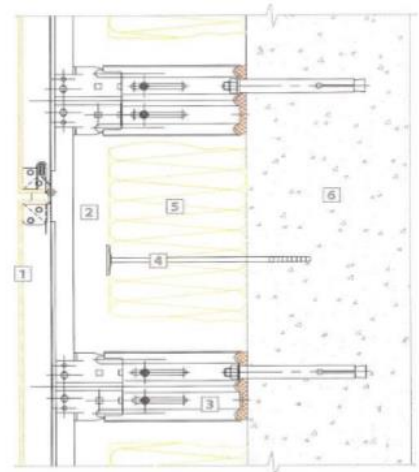
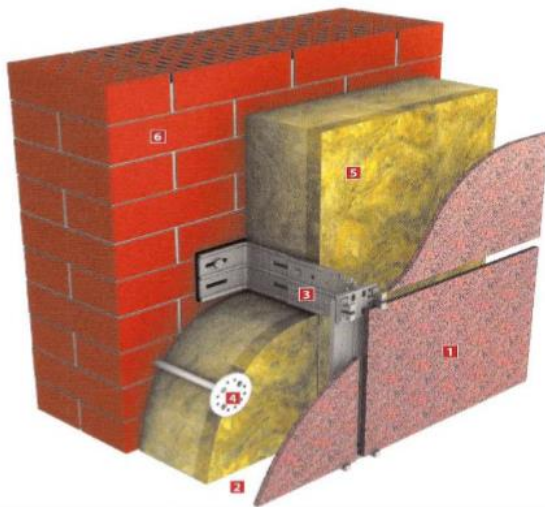


Рис. 16 Система навісного вентиляваного фасаду:
 1 – облицювальна панель; 2 – вентиляований зазор; 3 – несуча підсистема; 4 – тарільчастий фасадний анкер; 5 – утеплювач ПЕРВОЛІН; 6 – несуча/самонесуча частина стіни (цегла, «легкі блоки» густиною не нижче 800 кг/м³, монолітний залізобетон)

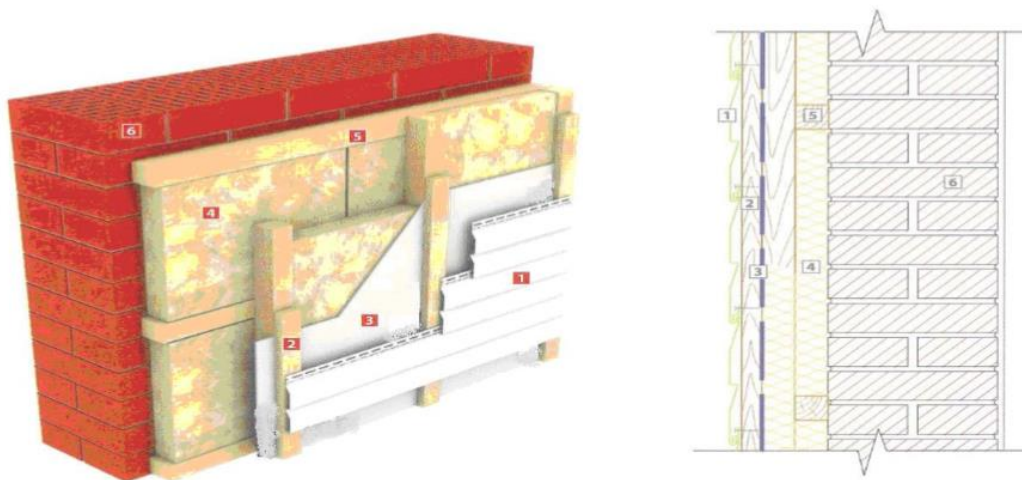


Рис. 17 Фасадна система з облицюванням вініловим сайдінгом:

1 –вініловий сайдінг; 2 –контррейка товщиною 3-5 см; 3 –плівка гідро-вітрозахисна для скатної покрівлі; 4 –утеплювач ПЕРВОЛІН; 5 –каркас під теплоізоляцію; 6 –кам'яна кладка

Виробники будівельної продукції приділяють особливу увагу формуванню широкого кола матеріалів, які будуть відповідати усім нормативним вимогам, задовольнятимуть потреби в утепленні. Відповідно, фахівці, що виконують монтажні роботи, повинні ретельно та з відповідальністю підійти до вибору матеріалів та визначення технології утеплення фасадів. Для цього створені спеціальні схеми та таблиці ефективного використання необхідної продукції для утеплення фасадів будівель та споруд.

Втрати тепла через зовнішні стіни будівель можуть скласти 60%, тому потрібно ретельно вибрати матеріал і технологію утеплення стін. Найпоширеніші технології: легкі та важкі системи штукатурного («мокрого») типу, утеплення з колодязною кладкою та тришаровими системами, вентилявані фасади [24, ст. 270].

Таким чином, найпоширенішим методом теплоізоляції зовнішніх стін в Україні є зовнішнє утеплення, оскільки даний метод дозволяє поліпшити теплотехнічні характеристики будівлі, продовжити термін її використання, запобігти усадці та механічним деформаціям зовнішньої стіни за рахунок мінімальних температурних коливань у структурному шарі, забезпечує

підвищення гідрофобних властивостей стін, поліпшення зовнішнього вигляду фасаду, зниження проникнення повітря та звуку, найвищий рівень енергозбереження та, як наслідок, зниження вартості опалення будівлі. При застосуванні цього методу необхідно також проводити теплоізоляцію навколо вікон, щоб запобігти утворенню конденсату. Зовнішня теплоізоляція виключає можливість утворення термальних мостів.

2.3 Сучасні методи термоізоляції основних конструктивних елементів будівель

Термоізоляція вікон

Якісне вікно - надійний захист від холоду, шуму, пилу. Проблемні вікна можуть призвести до значних втрат тепла. У середньому 15 - 30% тепла втрачається через вікна. Для запобігання втрат, можна модернізувати вікна, встановивши склопакети, або дешево і легко ізолювати дерев'яні вікна за допомогою силіконової стрічки. Переваги та недоліки цих методів ізоляції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Переваги та недоліки встановлення склопакетів та відновлення старих вікон

Переваги	Недоліки
Встановлення склопакета	
<ul style="list-style-type: none"> • герметичні, дозволяють знизити втрати тепла; • довговічні; • доступні на ринку. 	<ul style="list-style-type: none"> • можливі проблеми з вентиляцією приміщення; • можуть бути виготовлені із шкідливих речовин; • висока вартість.
Відновлення старих вікон	
<ul style="list-style-type: none"> • легко та доступно зробити власноруч; • зберігається вентиляція приміщення. • екологічно та безпечно для 	<ul style="list-style-type: none"> • відновити дуже пошкодженні старі вікна неможливо, вони потребують заміни.

- | | |
|------------------------|--|
| здоров'я;
● дешево. | |
|------------------------|--|



Рис. 18 Утеплення пластикових вікон

Від правильного і якісного монтажу вікон залежить, наскільки тепло буде в приміщенні. Віконні отвори бувають з “чвертю” і без. Важливо знати як відсутність або наявність “чверті” впливає на подальшу експлуатацію вікна і які є способи утеплення віконного отвору.

Для утеплення віконних рам використовують різні ущільнювачі та герметики. Для ущільнення стиків ефективним є силіконовий герметик. Він позбавить від протягів і ефекту «холодних вікон». Якщо причина недостатнього теплозбереження полягає у зносі теплоізоляційного шару, необхідно провести його заміну. Достатньо зняти пластикові укуси, очистити від старої піни, обробити щілину водою з пульверизатора, заповнити новою піною і встановити укуси. Це один з найбільш ефективних і економічних способів, що гарантують якісне утеплення вікон. Для проведення заходів утеплення вікон можна використовувати теплозберігаючу плівку. Залежно від виду плівки, вона може мати клеєву основу або спеціальне термопокриття для монтажу із застосуванням гарячого повітря. При оклеюванні скла при низьких температурах необхідно прогріти поверхню, щоб уникнути появи бульбашок або інших дефектів плівки.

Для дерев'яних вікон є більш широкий арсенал утеплювачів. Від традиційного поролону до високотехнологічного силіконового ущільнювача трубчастої форми. Найбільше поширення набули такі утеплювачі [43]:

- **Вата.** З її допомогою закладають щілини між віконним проемом і рамою. Недоліком даного матеріалу є його висока гігроскопічність. Вата довго утримує вологу, яка негативно впливає на дерев'яні рами, сприяючи утворенню цвілі і гнилі.
- **Папір або газети.** Найекономічніший спосіб утеплення. Ефективно справляється з протягами і тепловтратою, проте даний метод не передбачає можливості вільного переміщення віконних створок.
- **Гумовий ущільнювач.** Добре герметизує вікна, перешкоджає проникненню холодного повітря і скорочує тепловтрати. Сучасні утеплювачі виготовляються на клеєній основі, що значно спрощує їх монтаж.
- **Силіконовий герметик.** Підходить однаково як для дерев'яних, так і пластикових конструкцій. Надійно герметизує стики, позбавляє від протягів на кілька сезонів.
- **Парафін.** Даний матеріал являє собою імпровізований герметик, який якісно заповнює щілини, проте швидко приходиться в непридатність, іноді навіть до закінчення холодного сезону. Крім того, частинки парафіну важко знімати зі скла і дерев'яних елементів.
- **Трубчастий утеплювач.** Використовується для професійного утеплення вікон, відрізняється високим терміном служби. Силіконовий утеплювач, що застосовується для реставрації віконних рам за шведською технологією володіє високими експлуатаційними характеристиками: не втрачає еластичності при тривалій експлуатації, витримує різкі температурні перепади, відповідає вимогам екологічності та безпеки.

При виконанні заходів по утепленню вікон, можна скористатися перевіреним напрацюванням скандинавів: шведська технологія утеплення вікон залишається найбільш ефективною серед інших методів.

Можна поєднувати кілька способів для отримання найбільш якісного результату. Використання силіконового ущільнювача в поєднанні з герметизуючими складами і теплозберігаючою плівкою дозволить значно скоротити тепловтрати на довгі роки.

Зовнішнє утеплення вікон також сприяє скороченню тепловтрат у холодну пору року. Утеплення вікон зовні включає кілька послідовних кроків:

- обстеження та виявлення зовнішніх пустот і тріщин;
- закладення зовнішніх швів;
- багат шарове утеплення віконних укосів.

Найпростіше робити зовнішнє утеплення в приватному або малоповерховому будинку, але таким способом можна утеплити вікна і в звичайній квартирі. Робота з теплоізоляції зовнішньої частини рами буде вельми кропіткою, проте результат перевершить всі очікування і позбавить від проблеми «холодних вікон» на кілька років.

Для проведення якісного утеплення віконних проємів, необхідно керуватися наступним алгоритмом робіт:

1. Обстежити рами та укоси з зовнішнього боку.
2. Видалити штукатурний шар та фрагменти монтажної піни, яка відслужила свій термін.
3. Заповнити порожнечі і щілини новою піною.
4. Нанести на укоси ґрунтовку.
5. Встановити утеплювач.
6. Відокремити відкоси штукатуркою, попередньо зміцнивши їх металевою сіткою.
7. Встановити відливи.

Як утеплювач для зовнішніх укосів може бути використаний звичайний пінопласт. Він простий і економічний в роботі і володіє високими теплоізоляційними властивостями. Відсутність якісної теплоізоляції зовні призводить до швидкого зношування утеплювача, промерзання віконного проему і, як наслідок, деформації рами. Зовнішнє утеплення необхідне як для дерев'яних, так і металопластикових вікон. Причому останні потребують його особливо гостро. Наявність так званого «містка холоду», в ролі якого виступає металева основа, значно зменшує показники теплозбереження, що призводить до утворення конденсату і льоду на стерлах. Щоб уникнути подібних явищ слід приділити особливу увагу зовнішній теплоізоляції та герметизації віконних рам.

Зовнішнє і внутрішнє утеплення вікон дозволить поліпшити мікроклімат в будинку, скоротити тепловтрати і позбутися від протягів з мінімальними витратами коштів. Комплексний підхід допомагає досягти найбільш ефективного і довговічного результату.

При втраті тепла через вікна справа, не завжди в протягах, які проникають через мікроазори прилягаючих дерев'яних рам. Саме скло є провідником тепла, оскільки воно передає його зсередини на вулицю через свою поверхню.

Для ізоляції вікон використовують теплозберігаючу плівку. Для цього буде потрібен двосторонній скотч, канцелярський ніж, ножиці та домашній фен для ущільнення плівки після вклеювання. Перш ніж монтувати його, потрібно видалити ручки з вікна. Якщо плівка роздувається то десь всередині рами є протяги. Плівку необхідно зняти, розібрати рамку та з обох боків поздовж скла нанести полосу силіконового герметика та повторити приклеювання плівки.

Термоусадочна плівка збільшує кімнатну температуру на 4-5 градусів і зберігає її на постійному рівні протягом восьми годин. Це один з найпростіших та ефективних способів зменшити тепловтрати, теплозберігаюча плівка іноді називається "третім склом".

Найкраще буде виконувати ізоляцією віконної системи на етапі її встановлення. Звичайно, це вплине на загальну вартість вікна - ціна утеплювача й роботи, якщо не планується його монтувати власними руками. Але цей підхід дозволить продовжити термін експлуатації віконної конструкції. Варто звернути увагу на ширину підвіконня – воно не повинно повністю покривати радіатори, розташовані під вікном. Широке підвіконня - зручне, але не правильне.

Найбільшого ефекту по енергозбереженню можна досягти при правильній експлуатації та обслуговуванні віконних систем. Важливим є необхідний догляд за герметиками на вікнах. Вони повинні залишатися еластичними, щоб забезпечити ідеальне ущільнення. І для цього їм потрібно змащувати один раз на рік силіконовою олією. Двічі на рік необхідно проводити профілактику приладдя. Всі рухомі елементи змащуються олією (без кислот і смол). Не розбирайте фітинги для такої операції. Зрештою, для цих процедур виробники залишають спеціальні отвори на передній частині механізмів.

Термоізоляція дверних проємів

При проведенні термоізоляції будинків, насамперед, слід проаналізувати причини втрати тепла у приміщеннях. Дослідження показують, що більша частина втрат відбувається через віконні та дверні конструкції. Через дверні проєми виходить до 30% тепла. Сьогодні ми розглянемо основні методи утеплення вхідних дверних конструкцій.

Значні теплові втрати можуть виникнути завдяки нещільному закриттю дверей та вікон. Для ізоляції дверей використовують спеціальні герметики.

Більшість сучасних металевих та дерев'яних вхідних дверей виготовляються з високоякісною внутрішньою ізоляцією, тому зменшити теплопровідність дверей можна просто замінивши їх утеплювач. Причиною поганої ізоляції дверей може бути не герметичність дверної коробки.

Дерев'яні або металеві двері можна утеплити оббивши їх з зовнішньої сторони деревостружковою, деревоволокнистою плитою та деревними

матеріалами. Оскільки, деревина має гарні теплоізоляційні властивості, закривши дверний лист зовні матеріалом на основі деревини, двері через себе зменшать втрати тепла на вулицю.

Найпоширеніші способи теплоізоляції дверей:

1. Встановити на дверній коробці ущільнювач.
2. Обшити двері утеплювачем.
3. Зробити герметизацію отворів валиками.

Сучасні матеріали для утеплення дверей:

- паролон - це дуже практичний синтетичний матеріал, який ідеально підходить для утеплення дверей, і з ним легко працювати. Але цей матеріал має властивість поглинати вологу, тому через деякий час він почне руйнуватися та потребуватиме заміни;
- мінеральна вата - це матеріал, виготовлений з базальту та синтетичних волокон, не викликає процесу гниття. Недоліком є те, що мінеральна вата буде працювати під оббивкою і не забезпечить бажаного візуального вигляду;
- ізолон – є синтетичним матеріалом, має малу товщину та прекрасні ізоляційні властивості;
- пінопласт зручний, тому що він легкий і зберігає свою форму.

З вищесказаного, можемо зробити висновок, що зменшити втрати тепла через вікна можна замінивши їх на нові або ж ремонтуючи старі. Звичайно, установка склопакета вимагає більшої витрати коштів, але вона забезпечить в декілька разів більшу теплоізоляцію.

Особливості утеплення вхідних дверей

Утеплення дверей залежить від матеріалу з яких виготовлені конструкції. В більшості випадків це – метал, дерево та металопластик.

На ринку будівельних матеріалів представлений широкий асортимент матеріалів для утеплення дверей. При виборі утеплювачів необхідно враховувати не лише матеріал, з якого вони виготовлені, а й будову конструкції.

Утеплення металевих вхідних дверей

Металеві конструкції складаються з двох полотен з'єднаних між собою. В дешевих моделях пустота між ними заповнюється картоном. Тому утеплення для таких дверей – це наповнення утвореної пустоти між полотнами теплоізоляційними матеріалами. Для цього використовують мінеральну вату, пінопласт або пінополістирол (щільніший і тонший від пінопласту).



Рис. 19 Утеплення металевих дверей

Утеплення дерев'яних вхідних дверей

Утеплення дерев'яних дверей залежить від їх конструкції. Якщо двері складаються з двох полотен і в середині утворена пустота, то метод буде аналогічний металевим. Якщо ж це одинарне полотно, то використовують технологію оббивки дверного полотна дерматином. Для підвищення теплоізоляційних властивостей конструкцій використовують поролон. Його наклеюють з внутрішньої або зовнішньої сторони дверей. Приклеюючи поролон, необхідно залишити по 1 сантиметру від кожного краю, щоб було зручніше потім обклеювати дерматином. А також рекомендуємо залишити відстань біля замкового прорізу і вічка.



Рис.20 Технологія оббивки дверного полотна дерматином

Вимірюючи площу дерматину для дерев'яних дверей, необхідно враховувати, що через поролон розміри будуть більшими, ніж розмір самого дверного полотна. Обшиваючи дерматином, відступають по 5мм по периметру від країв – для правильного і безпроблемного їх відкривання та закривання. Для фіксації використовують цвяхи з декоративними шапками або пристрілюють його степлером.

Використання ущільнювачів

Утеплення дерев'яних та металевих дверей ущільнювачами – це найпростіший варіант. Для цього по периметру дверного полотна наклеюється спеціальний ущільнювачем. Він може мати різне забарвлення та товщину, а також бути врізним або самоклеючим.



Рис. 20 Утеплення дерев'яних та металевих дверей ущільнювачами

Перед тим, як кріпити ущільнювач до дверей, місце клеєння необхідно знежирити для кращої фіксації. Врізний ущільнювач не потребує приклеювання – він втискається у спеціальний паз на дверях.

Технічні характеристики вхідних дверей, зокрема показник теплоізоляції, є дуже важливими для кожної квартири чи будинку. Можна утеплити стіни, підлогу, стелі, поставити нові вікна, але якщо ви не приділите належну увагу вхідним конструкціям – всі проведені заходи утеплення будинку зведуться нанівець. Теплоізоляцію оселі потрібно проводити комплексно для отримання максимального показника теплозбереження.

Утеплення дахів

Утеплення даху ділиться на кілька кроків і категорій. Широко застосовується утеплення не тільки зовнішньої частини даху, а й внутрішньої, в тому числі і горищне приміщення. Утеплення зовнішньої сторони даху здійснюється методом установки теплоізоляційних плит. Потрібно так само подбати і про внутрішню ізоляції даху. Утеплення даху з використанням мінвати призначене, в основному, для скатних дахів. При цьому над термоізоляцією створюються вентиляційні продухи, які

забезпечуються монтуванням кондуктора, висота якого дорівнює висоті продуху.

Необхідно передбачити можливе застосування рулонних матеріалів. Матеріали для утеплення, зроблені з мінеральної вати, укладаються між кроквами разом з жорсткими плитами з пінополістиролу. Це забезпечує досягнення найвищого ступеня термоізоляції, при цьому відчувається значна економія як при будівництві, так і при ремонті або реконструкції старого даху. За допомогою рулонної термоізоляції заповнюються усі проміжки, які є між кроквами [48].

Пінополістирольний теплоізолятор дозволяє закрити усі «містки холоду». Пінополістирол вважається матеріалом, який має властивості дуже низької паропроникності, що дозволяє самостійно забезпечувати характеристики пароізоляції або бути потрібним доповненням для неї. Новітні розробки в сфері утеплення і гідроізоляції - це безшовні напилувальні полімери, термін експлуатації яких перевищує 30 років.

Одним з найбільш ефективних матеріалів для теплоізоляції покрівель є пінополіуретан (ППУ). Пінополіуретан (ППУ) володіє дуже низьким коефіцієнтом теплопровідності ($0,022 \text{ Вт / м * К}$), що дозволяє використовувати шар теплоізоляції в 1,5-2 рази тонше, ніж при використанні традиційних утеплювачів. Шар пінополіуретану не пропустить крізь себе таку кількість тепла, яке може розтопити сніг, а його звукоізоляційні властивості не дадуть проникнути стороннім звукам в будинок. Щільність ППУ дозволяє по ньому ходити і обслуговувати обладнання, розташоване на покрівлях.

За останні 25 років утеплення покрівель з використанням пінополіуретану одержало широке поширення в державах Західної Європи і в США. Незаперечною перевагою утеплення покрівлі пінополіуретаном є те, що наплення одного шару цього матеріалу достатньо для забезпечення повної герметизації даху. На сьогоднішній день цей матеріал один має властивості паро, волого та теплоізоляції, дозволяючи істотно знизити

вартість проведення робіт і трудовитрати в порівнянні з іншими видами робіт з теплоізоляції. Утеплення даху з використанням технології напилення пінополіуретану має цілий ряд переваг:

- немає необхідності в демонтажі старої покрівлі;
- пінополіуретан володіє одним з найменших коефіцієнтів

теплопровідності, що дозволяє зменшити товщину утеплювача; • не вимагає спеціальної підготовки поверхні даху;

• ППУ має високий показник адгезії до більшості будматеріалів; • легко обтікає поверхню будь-яких форм і вигинів;

• заповнює тріщини і дефекти і утворює рівне суцільне покриття без швів і стиків;

- висока швидкість робіт (до 300 м² в день).

Від правильного утеплення покрівлі залежать такі важливі для людини параметри як комфортна температура в приміщенні в літню пору й економія тепла в опалювальний період.

Варіанти утеплення даху розрізняють залежно від властивостей використовуваних матеріалів. Вони можуть бути наступними:

- теплий дах;
- холодне горище.

У першому випадку, коли при будівництві під дахом розташовані житлові кімнати, мансарда, кабінет, без утеплення ніяк не обійтись. Такий вид нагадує пиріг, тому що складається з декількох шарів сировини різних технічних параметрів. Важливо дотримувати певної послідовності при укладанні матеріалів для досягнення найкращої експлуатації. Другий варіант простіший, конструкція будується із застосуванням гідроізоляційних матеріалів. Дослідимо, як і чому можна краще утеплити дах будинку.

У випадку утеплення скатного даху враховуються такі вимоги як відсутність порожнеч, заощадження теплоізоляції. Крім цього, матеріал не повинен втрачати форму протягом усього періоду експлуатації.

Перед тим як почати теплоізоляційні роботи, важливо проаналізувати сучасні матеріали-утеплювачі. На ринку будівельних матеріалів найбільший попит мають матеріали:



Рис. 21 Мінеральна вата

1. **Мінеральна вата.** Застосовується для скатної й плоскої покрівлі. Має такі незаперечні переваги як екологічність, відсутність тепловтрат, простота монтажу, відмінні звукоізоляційні характеристики. Якщо ви не знаєте, як правильно утеплити покрівлю, щоб узимку в кімнатах не було холодно, а тепло й затишок, мінвата - гарний вибір у якості утеплюючої сировини.



Рис. 22 Скловата

2. **Скловата,** технологія виробництва якої здійснюється методом переплавлення кварцового піску або склобою. Вона добре тримає форму, не

пропускає прохолоду і шум. Матеріал здатний витримувати температуру до +500 °С без загоряння. Форма випуску - плити або рулони.

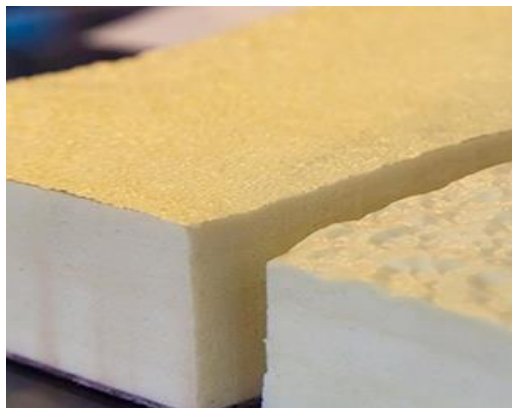


Рис. 23 Пінополіуретан

3. **Пінополіуретан** являє собою рідку субстанцію, яка завдяки хімічній реакції й дотриманню умов інструкції піниться й твердне у вигляді ніздрюватої твердої сировини, яка й утворює шар утеплювача. З переваг цього матеріалу виділяють високі теплоізоляційні властивості, герметичність, відмінну клейкість, відсутність шкідливих домішок.



Рис.24 Керамзит

4. **Керамзит** - це сипуча суміш гранул різного розміру, пориста, легка. Якщо ви не знаєте, як правильно утеплити дах приватного будинку, горищні й міжповерхові перекриття - керамзит стане відмінним варіантом. Він не горючий, екологічний і має високий рівень звукопоглинання. Але важливо розуміти, що керамзит дає додаткове навантаження на дах.

Крім того, у якості утеплювачів виступають різні модифікації пінопласту. Пінополіуретан з ніздрюватою структурою використовують для скатного даху. А от пінобетоном необхідно проводити роботи на плоских покрівлях.

Як правильно утеплити дах будинку зсередини

Усередині будинку утеплюють переважно дах скатного типу. Алгоритм утеплення даху зсередини:

- установити рейки решетування з вуличної сторони й укласти гідроізоляційний шар, щоб захистити утеплювач від вологи. Монтаж решетування проводиться перпендикулярно кроквам з метою забезпечення вентиляційного зазору для відведення конденсату;

- на наступному етапі проводиться установка утеплювача, наприклад, якщо це мінеральна вата, слід проводити монтаж у два шари в шаховому порядку;

- за допомогою будівельних матеріалів прикріпити пароізоляційну плівку знизу утеплювача;

- стики склеюються стрічкою;

- передостаннім етапом, як зробити теплий дах у приватному будинку, є прикріплення контррейок для забезпечення вентиляційного зазору між пароізоляцією й внутрішньою обробкою.

Виконавши ці кроки, можна виконувати роботи із внутрішньої обробки.

Як правильно утеплювати покрівлю зовні

Зовнішні варіанти утеплення даху відрізняються залежно від її призначення - використовується або невикористовувана покрівля. У першому варіанті зверху шару утеплювача робиться цементна стяжка, яку необхідно армувати металевою сіткою. Після цього приклеюється бітумна мастика й укладається захисний шар геотекстилю. У другому випадку спочатку необхідно очистити поверхню від сміття й бруду, забрати нерівності й гострі виступи, потім приступати до укладання пароізоляції й монтажу утеплювача.



Рис. 25 Утеплення даху ззовні

Основні рекомендації утеплення даху ззовні

Сьогодні існує достатня кількість варіантів, як правильно утеплювати дах приватного будинку, тому можна вибрати оптимальний. Щоб правильно і якісно зробити роботу, слід дотримуватися основних рекомендацій, зокрема:

- приділити особливу увагу місцям біля віконних блоків, труб, кутів і вигинів;
- встановити пароізоляцію зсередини, щоб зберегти властивості утеплювача від пари;
- щільно заповнюйте простір між кроквами.

Крім того, необхідно виміряти глибину крокв, і якщо вона відрізняється від товщини утеплювача, потрібно прибити бруски або рейки.

Утеплення підлоги

Крім утеплення даху, важливою складовою теплоізоляції будівлі є підлога. Підлога - це основа будь-якого приміщення, саме з нею людина має найчастіший тілесний контакт, і якщо підлога холодна, то такий контакт не може бути приємний. Не утеплені підлоги - це як мінімум 20% від загальних тепловтрат будівлі, а отже і збільшення витрат на опалення. На сьогоднішній день найпоширеніші методи утеплення підлог - це утеплення мінеральними

ватами і пінопластом. Дані методи, навіть якщо роботи виконувалися фахівцями і за всіма правилами, мають ряд загальних недоліків:

- значні витрати на доставку великої кількості кубометрів теплоізоляційних матеріалів;
- тривалий час монтажу;
- утворення щілин при монтажі утеплювача;
- виникнення містків холоду в місцях кріплення теплоізоляції;
- додатковий шар пароізоляції через здатність деяких утеплювачів вбирати вологу, що значно зменшує термін їх служби.

Усіх цих недоліків позбавлений новий метод утеплення підлоги - наплення пінополіуретану (ППУ). Пінополіуретан - це сучасний утеплювач, що наноситься методом розпилення, і забезпечує безшовне, монолітне теплоізоляційне покриття, а це незаперечна перевага перед всіма збірними утеплювачами.

Крім безшовності, метод утеплення підлог напленням пінополіуретана має безліч переваг:

- велика швидкість виконання робіт (бригада з 2-х чоловік за 8-ми годинну зміну напилують до 300 м²);
- компоненти для наплення пінополіуретана привозяться на об'єкт в залізних бочках, в рідкому вигляді. З двох 200 літрових бочок виходить до 10 м³ готового утеплювача, яким можна заповнити значну площу термоізоляції, а це зменшує витрати на доставку;
- через дуже низький коефіцієнт теплопровідності пінополіуретану, товщина утеплювача від 50 до 100 мм, що дозволяє економити корисну площу;
- пінополіуретан волого і паронепроникний, тому не потрібна додаткова пароізоляція;
- пінополіуретан перешкоджає утворенню конденсату;
- утеплення підлоги в будинку як всередині, так і зовні (з підпілля), але при висоті підпільного приміщення не нижче 80см;

- термін служби пінополіуретану понад 50 років.

Теплоізоляція підлог методом наплення пінополіуретану - це швидко, екологічно і довговічно. Пінополіуретан не схильний до гниття, в ньому не поширюються мікроорганізми (цвіль і грибок), ППУ не їдять гризуни через його міцності і структури, яка не розпадається на гранули і волокна. Теплоізоляція бетонних підлог напленням пінополіуретану дозволяє виключити витрати на гідроізоляцію, тому пінополіуретан не пропускає воду. ППУ має високу щільність (від 30-70 кг/м³), це дозволяє робити кінцеву стяжку прямо на нього, а шорстка поверхня ППУ покращує адгезію [26].

До сучасних матеріалів для теплоізоляції індивідуальних житлових будівель відноситься Isover Класік - легкі універсальні теплоізоляційні мати (рулони), виготовлені зі скловолкна за запатентованою технологією волокнуутворення TEL. Застосування: для використання в ненавантажуваних конструкціях.

Компанія Isover випустила новий продукт - плити Isover Класік Плюс. Переваги плит Isover Класік Плюс: - зручність установки (плити вже нарізані, їх легко використовувати в обмеженому просторі, де не можна розкати рулон. Встановлювати плити може одна людина); - можливість застосування в будь-яких конструкціях: покрівлях і мансардах, підлогах, перегородках, стінах; - підвищена теплозахист (теплопровідність $\lambda = 0,038$). Плити Isover Класік Плюс розфасовані в компакту упаковку по 5 і 10 кв. метрів у кожній (7 і 14 плит відповідно). Це полегшує розрахунок потрібної кількості матеріалу і вартості одного квадратного метра. Isover Класік Плюс є: довговічний, негорючий і екологічно безпечний матеріал [43].

Ековата укладається або наплюється на будь-яку поверхню: дерево, метал, бетон, цегла, скло, може наноситися на старий утеплювач (наприклад, керамзит). Переваги технології використання ековати полягають в тому, що тепло-звукоізолюючий шар виходить безшовним, що гарантує відмінні показники ізоляції і відсутність небажаних "містків холоду" (відсутність конденсату і точок роси). При цьому геометрична складність конструкції, що

захищається не впливає і не створює додаткових перешкод для нанесення ізоляції. Шар рівномірно покриває поверхню, заповнюючи всі щілини, тріщини і порожнечі. При цьому в багатьох випадках немає необхідності в спеціальному кріпленні, обрешітці, парозахисті, не виникає додаткових витрат при ізоляції складних поверхонь.

Ековата володіє відмінними адгезійними властивостями і прилипає до горизонтальних і вертикальних поверхнях з будь-якого матеріалу. Технічні характеристики:

- щільність ізоляції - 30-60 кг / м³ (залежить від області застосування);
- теплопровідність - 0,032-0,040 Вт / мс (залежить від технології монтажу);
- класи горючості: Г2 – умовно горючі (ГОСТ 30244), Д1 - з малою димоутворювальною здатністю.

Утеплення підлоги мінеральною ватою і пінопластом - найпоширеніші способи. Проте в даний час є багато не менш ефективних варіантів. Наприклад, поліуретан теж використовують для ізоляції підлоги, а ще цей матеріал вологостійкий і не пропускає сторонніх звуків. Дуже хорошим варіантом ізоляції підлоги є Isover Класік - теплоізоляційні рулони, що укладаються дуже швидко і добре утримують тепло.

Обираючи утеплювач на підлогу, необхідно керуватися такими складниками:

- ✓ місце та умови застосування матеріалу;
- ✓ його вартість;
- ✓ теплопровідність.

Крім того, має значення покриття підлоги. Під плитку, лінолеум, під ламінат та паркет застосовуються різні за характеристиками типи утеплювачів.

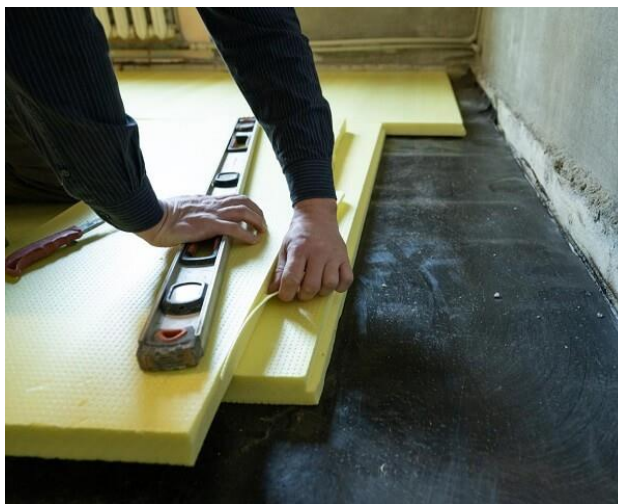


Рис. 26 Утеплення підлоги пінопластом та його різновидами

Поряд з високоефективними новітніми теплоізоляційними матеріалами, широко застосовуються вже перевірені роками матеріали, а саме:

Пінопласт. Найпростіший та найдешевший варіант. Його переваги — широкий вибір розмірів плит, зручність монтажу та низька теплопровідність. Якщо поверхня нерівна, потрібно зробити бетонну стяжку.

Екструдований пінополістирол. Цей матеріал становить собою різновид пінопласту, проте він є більш міцним та стійким до вологи, має тривалий термін експлуатації.

Мінеральна вата. Зручний в укладанні та недорогий утеплювач, який легко переносить перепади температур та є цілком пожежобезпечним. Єдиний мінус — здатність до поглинання вологи, що негативно впливає на теплоізоляційні характеристики. Також потрібен додатковий захист від гризунів.

Керамзит. Керамзитові гранули різного розміру виготовляються з глиняної породи та є екологічно чистим та пожежобезпечним матеріалом. Для забезпечення якісної теплоізоляції рекомендується використовувати гранули різного розміру. Мінімальний шар — 10 см. Матеріал насипається на абсолютно рівну поверхню, вкриту гідроізоляційним прошарком.

Дещо рідше застосовують перліт, коркове полотно, вермикуліт.

Утеплення дерев'яної підлоги

Різновидами дерев'яної підлоги є:

- ✓ паркет;
- ✓ паркетна дошка;
- ✓ ламінат;
- ✓ дошка з масиву дерева.

Особливість перелічених видів покриттів полягає у необхідності забезпечення низького рівня вологи поверхні — до 10–12%. Стяжка має вистояти від 2 до 4 тижнів.



Рис.27 Утеплення дерев'яної підлоги

Монтаж теплоізоляції здійснюється у кілька етапів:

1. Підготовка поверхні основи: ґрунтування, шпаклювання, обробка герметиком.

2. Укладення гідроізоляції. Для першого поверху найкраще підійде бітумне або полімерно-бітумне покриття. Між поверхами ізоляція здійснюється поліетиленовою плівкою (по бетону) або пергаміном (по дереву).

3. Встановлення лаг.

4. Укладення теплоізоляційного покриття. Якщо для утеплення використовується листовий матеріал, додатково потрібно здійснити герметизацію стиків між лагами та листами утеплювача.

5. Укладення вологозахисної мембрани.

Далі монтується безпосередньо чистова поверхня або чорнове разом із чистовим покриттям.

Утеплення бетонної підлоги

Утеплення може здійснюватися:

- ✓ за допомогою рулонного утеплювача — коркового, поліетиленового або спіненого поліетилену з фольгою;
- ✓ по обрешітці;
- ✓ під стяжку.

Перший варіант є найпростішим та може здійснюватися навіть людиною, яка не має досвіду в будівництві. Утеплювач розкачується по рівній та чистій поверхні та укладається нахлестом у 15 см. Під плитку додатково кладеться водостійка фанера.



Рис. 28 Утеплення бетонної підлоги

Утеплення бетонної підлоги на першому поверсі будинку з підвалом, якщо є така можливість, варто суміщати з утепленням стелі підвального приміщення. Для цього поверхню стелі варто очистити від елементів, які можуть осипатися, обробити антисептиком або ґрунтовкою. Далі під листи пінопласту просвердлюються отвори для дюбелів, пінопласт фіксується кріпленнями та клеєм. Наступний крок — приклеювання армувальної сітки, після висихання якої можна нанести шар штукатурки. Загалом технологія є схожою на утеплення зовнішніх стін методом «мокрого» фасаду.

Висновки до розділу II

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 житлових будівель та виробничих об'єктів, що суттєво впливає на вартість комунальних послуг та кличе зростання цін на вироблену продукцію. 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. Утеплення будинку – це комплексний захід, що включає різні рішення щодо підвищення енергоефективності будівлі та запобігання втратам тепла.

Термоізоляція 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 і технологій. Особливе місце у вирішенні даної проблеми мають огорожувальні конструкції будівель, теплові характеристики, яких не забезпечують необхідного рівня теплозахисту. Витік тепла відбувається через огорожувальні конструкції. Це горища, дахи, стелі, вікна та двері на входах, підвали.

Енергозберігаючі рішення в будівлі в цілому можуть забезпечити скорочення втрат тепла на 55-60%. Переваг в ізоляції будинку багато, а саме:

- Зниження витрат на споживання тепла на понад 30%.
- Зниження витрат на утримання будівлі,
- Збільшення терміну служби будівлі.
- Збільшення вартості нерухомості.
- Більш привабливий зовнішній вигляд нерухомості.
- Покращення комфорту.

- Збереження здоров'я (поліпшення мікроклімату, якості повітря, зниження шуму).

Від якості утеплення огорожувальних конструкцій, перекриттів, дахів та інших конструктивних елементів залежить і комфортний мікроклімат в будинку.

Статистика тепловтрат будівлі показує теплові втрати:

- 30-40% тепла йде через стіни;

- 10-15% - через вікна;

- 15-20% - через дах;

- 5-10% - через холодний неутеплений фундамент, сходові клітини та холодні підвали. Отже, аналізуючи наведену статистику, приходимо до висновку, що термоізоляцію необхідно проводити комплексно, на всіх конструктивних елементах будівлі, які виконують функції огорожувальних конструкцій. Найбільшої ефективності при проведенні енергозберігаючих заходів по утепленню будівель можна досягти, використовуючи передові системи теплоізоляції будівель.

Розділ III Методична частина

3.1 Методична розробка лекційного заняття «Передові системи термоізоляції будівель і споруд»

Навчальним планом підготовки фахівців спеціальності 015 Професійна освіта. Будівництво та зварювання за ОС «Магістр» передбачено вивчення здобувачами освіти освітнього компоненту (ОК) «Сучасні будівельні матеріали і технології».

Важливими складниками при вивченні ОК «Сучасні будівельні матеріали і технології» є:

- питання розроблення та впровадження методів утеплення фасадів будівель;
- створення комплексних конструктивних рішень, призначених для забезпечення нормативних значень теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій;
- захисту конструкцій від впливу навколишнього середовища;
- забезпечення нормативного мікроклімату приміщень та надання фасадам будинків та споруд привабливого естетичного вигляду;
- інші питання, що пов'язані із створенням та експлуатацією фасадної теплоізоляції будівель.

Освітній контент професійно–практичної підготовки (ППП) розглядає виконання термоізоляційних робіт при улаштуванні за технологіями AEROC Energy – одного зі світових лідерів по виробництву теплоізоляційних матеріалів та технологій їх застосування. Для вирішення актуальних питань енергоефективності будівель і споруд компанія AEROC пропонує інноваційну систему ізоляції AEROC Energy — екологічно чисту, з високим рівнем вогнестійкості, теплоізоляцію на мінеральній основі, з високими показниками довговічності. Пропонована система — це комплексний підхід до вирішення питань теплоізоляції.

Передові системи термомодернізації будівель і споруд застосовуються як в нових, так і в існуючих будівлях і спорудах. У систему AEROC Energy

входять мінеральні панелі AEROC Energy D150 і супутні матеріали: анкера, армована сітка, композиційна суха суміш (клейовий/штукатурний розчин).

Викладання теми

Викладання теми ОК «Сучасні будівельні матеріали і технології» сплануємо поетапно, по мірі виконання технологічних процесів. При виконанні певного виду робіт, особливу увагу будемо звертати на застосовані при цьому матеріали, технології виконання робіт, інструментарій, вимоги державних нормативів. Важливою частиною проведення заняття є демонстрація слайдів технічними засобами, що більш наочно підкріпить розповідь викладача.

Підготовка поверхні для термоізоляції

Підготовка поверхні для ізоляції проводиться згідно з ДСТУ–НБА.3.1–23:2013, ДСТУ–НБВ.2.6–212:2016, для чого необхідно:

а) видалити неміцні ділянки поверхні стін, розшити тріщини, відчистити від бруду, пилу, масла, алкідної фарби, продуктів корозії і т.д.;

б) виступи більше 10 мм усунути за допомогою ручного або електроінструменту;

в) тріщини відремонтувати сумішшю розчину;

г) перепади поверхні більше 20 мм на 1 м.п. вирівняти:

- поверхню щільних матеріалів (цегла, бетон і т.д.) — цементно–піщаною штукатуркою;

- поверхню з пористого бетону — полегшеною штукатуркою для пористих основ; д) прогрунтувати поверхню:

- для щільних матеріалів (цегла, бетон і т.д.) — універсальною ґрунтовкою /фото 1/;

- для поверхні з пористого бетону–контактною ґрунтовкою з вмістом кварцевого піску /фото 2/.



фото 1



фото 2

Монтаж цокольного профілю

Для зручності монтажу нижніх рядів панелей ізоляції та забезпечення їх точної початкової фіксації під час набору міцності універсальної суміші AEROC Energy необхідно використовувати цокольний профіль. Монтаж цокольного металевого профілю слід виконувати відповідно до проекту, горизонтально в одній площині, прикріплюючи його до основи дюбелями. Стартовий профіль рекомендується встановлювати на висоті не менше 500 мм над рівнем землі /фото 3, 4/.



фото 3



фото 4



фото 5

Відстань між дюбелями не повинна перевищувати 300 мм. Між сусідніми профілями необхідно залишати простір 2–3 мм за допомогою пластикових сполучних елементів. На кутах будинку встановити цокольний профіль, який формується за допомогою двох косих надрізів і подальшого згину /фото 5/. При нерівній стіні профіль встановлюється на вирівнюючі

пластикові підкладки. При цьому простір між профілем та стіною необхідно заповнити монтажною піною.

Монтаж ізоляційних панелей AEROC Energy D150

Кріплення ізоляційних панелей AEROC Energy D150 необхідно виконувати з використанням розчину, приготованого з універсальної сухої будівельної суміші AEROC Energy. Клейовий розчин готують відповідно до рекомендацій, вказаних в технічній документації виробника сухої суміші, на упаковці. Послідовність приготування /фото 6, 7, 8/.



фото 6

фото 7

фото 8

Перед приклеюванням теплоізоляційну плиту необхідно встановити в проектне положення, переконатися, що ширина швів між сусідніми панелями становить не більше 2 мм /фото 9/, за необхідності межі панелі підігнати за допомогою терки AEROC /фото10, 11/. Клейовий розчин нанести на поверхню теплоізоляційних панелей на відстані 20 мм від краю панелі суцільним шаром і розподілити зубчастим шпателем з розміром зубців10x10мм /фото 12, 13/.

Можливі інші схеми нанесення клейової суміші в залежності від типу та рівності основи і рекомендацій виробників клейових розчинів. При цьому площа адгезійного контакту клейової суміші з основою після установки теплоізоляційної панелі в проектне положення повинна становити не менше 50%.



фото 9



фото 10



фото 11



фото 12



фото 13

Для забезпечення щільного прилягання панелі, її спочатку потрібно прикласти до поверхні стіни на відстані 2–3 см від проектного положення, а потім притиснути зі зміщенням в проектне положення, поки її площина не зрівняється з рівнем сусідніх панелей. Видалити виступи та надлишки клею, що виступили, — на торцях панелей не повинно бути залишків клею.

Приклеювання теплоізоляційних панелей виконується знизу–вгору в шаховому порядку, не допускаючи збігу вертикальних швів /фото 14, 15/.



фото 14



фото 15

У випадку, якщо після встановлення плит залишається простір понад 2 мм, його необхідно заповнити смужками утеплювача AEROC Energy або поліуретановою піною. Після установаження першого ряду теплоізоляційних панелей на опорний (цокольний) профіль простір між основою та опорним профілем заповнюється поліуретановою піною, фасадним герметиком або ущільнювальною стрічкою. Відхилення площини ізоляції від заданого ухилу допускається в розмірі не більше 0,2 %. Відхилення від вертикалі та горизонталі допускається не більше ± 2 мм /фото 16, 17/.



фото 16



фото 17

У теплоізоляційному шарі для AEROC Energy передбачають температурні деформаційні шви по осьовим позначках існуючих деформаційних швів будівлі з інтервалом 24м.

Механічне кріплення панелей AEROC Energy D150 фіксуючими елементами

Не раніше ніж через 3 доби після приклеювання ізоляційних панелей AEROC Energy D150 необхідно провести їх механічну фіксацію за допомогою фасадних дюбелів зі сталевим осердям та термоізоляційною головкою /фото 18/. Кількість анкерних елементів на 1 м^2 визначається у залежності від поверховості будівлі та зони кріплення з розрахунку (табл. 1). Дюбелі у звичайній зоні розміщуються по периметру плити та всередині, при цьому охоплюють перпендикулярно розміщені шви двох рядів плит.

Висота будівлі	Кількість дюбелів	
	У звичайній зоні	У крайовій зоні (1 м)
До 5 поверхів	6	6
5–9 поверхів	6	8

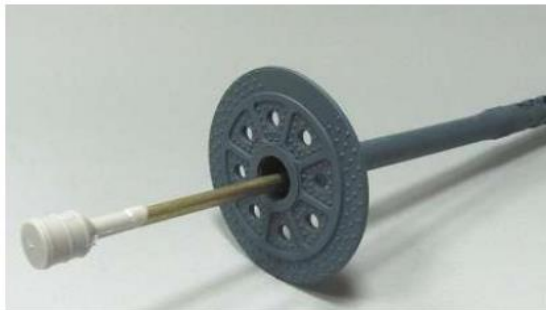


фото 18



Схема розміщення дюбелів в звичайній зоні: 6 дюбелів на 1 м²

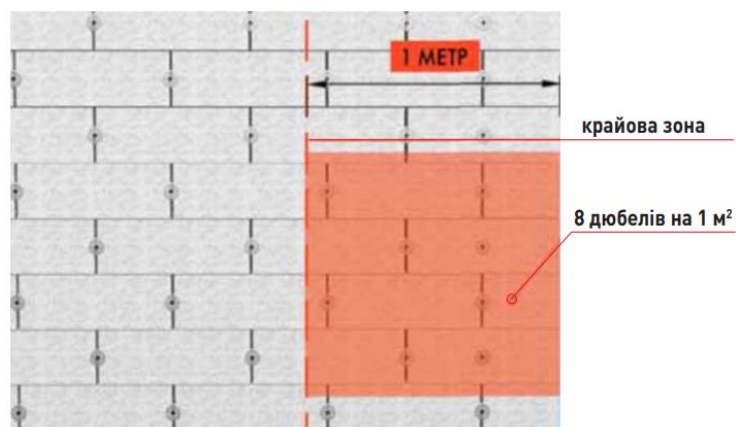


Схема розміщення дюбелів в крайовій зоні: 8 дюбелів на 1 м²

Отвори для кріплення анкерів робляться електромеханічним інструментом / фото 19 / з урахуванням несучої основи матеріалу стіни:

- ударним режимом засвердлювання в міцних повнотілих несучих основах: монолітний бетон, бетонні блоки, кладка повнотілої силікатної або керамічної цегли;
- безударним режимом засвердлювання в пустотілих і пористих блоках (в пористих матеріалах свердління в ударному режимі може призвести до розбивання отвору або кришінню матеріалу основи).

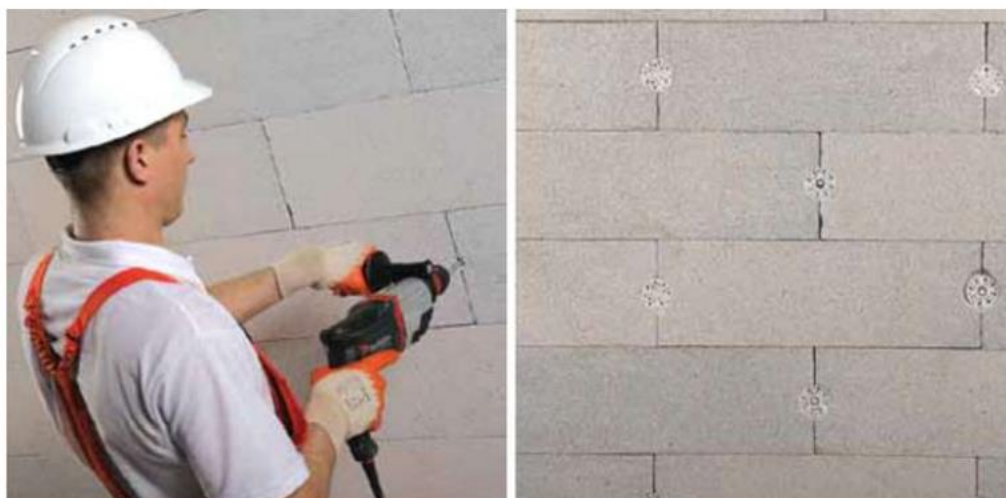
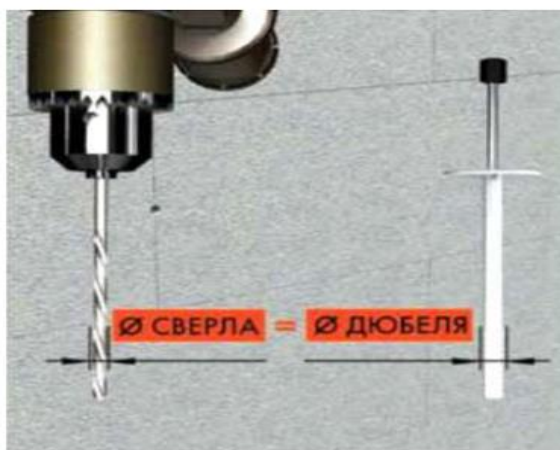


фото 19



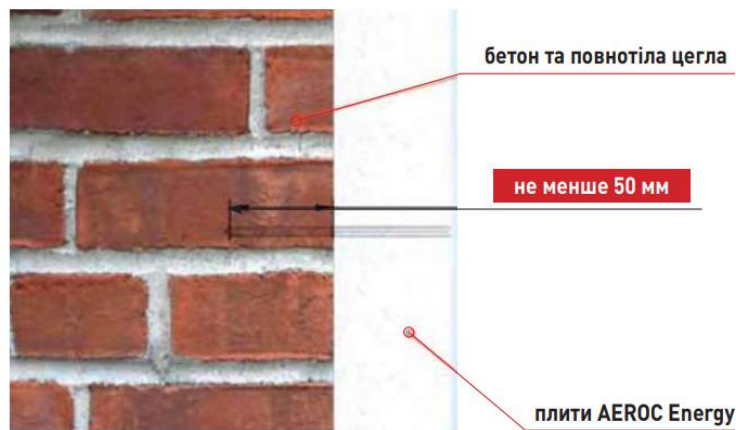
Номінальний діаметр бура (свердла) повинен дорівнювати діаметру анкерної зони кріплення виробу (за винятком монтажу пластикових дюбелів

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:

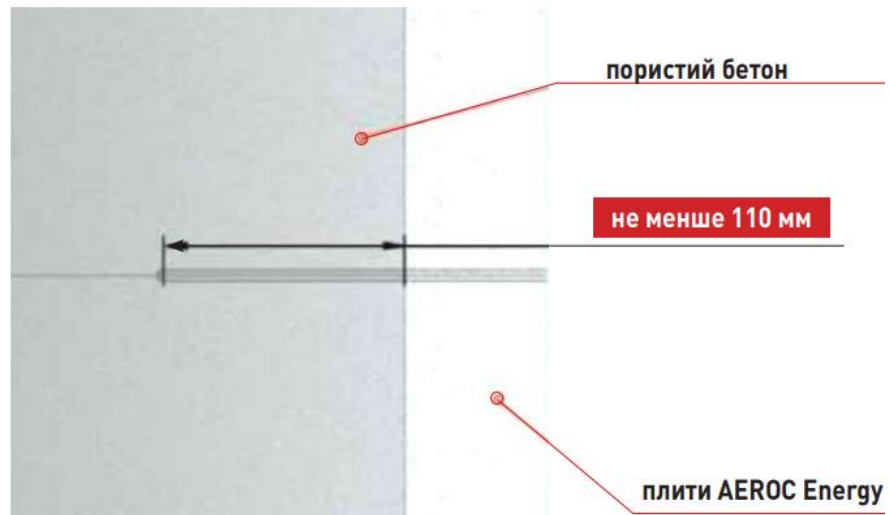
- не менше 50 мм — для бетону та повнотілої цегли;
- не менше 90 мм — для пористої цегли, керамоблоків, блоків з легкого бетону;
- не менше 110 мм — для пористого бетону.



Глибина анкерування для бетону та повнотілої цегли



Глибина анкерування для пористої цегли, керамоблоків, блоків з легкого бетону



Глибина анкерування для пористого бетону

Для фіксації ізоляційних панелей до щільних матеріалів стіни (цегла, бетон тощо) необхідно використовувати гвинтові або забивні дюбелі зі звичайною розпірною зоною. Для фіксації до порожнистих матеріалів стіни необхідно використовувати гвинтові дюбелі з подовженою розпірною зоною. Для фіксації ізоляційних панелей до пористих матеріалів стіни необхідно використовувати гвинтові дюбелі для пористих бетонів /фото 20, 21/.



фото 20



фото 21

Фіксуєть плити дюбель повинен бути втоплений таким чином, щоб його капелюшок був врівень з поверхнею теплоізоляційної панелі /фото 22/. Після проведення механічної фіксації, вирівняти можливі нерівності за

допомогою тертки AEROC. Шліфування поверхні теплоізоляційних панелей роблять при вирівнюванні перепадів навколо країв плит, терткою або напівтерткою, обмотаною грубим наждачним папером, через 3 дні після приклеювання /фото 23/.

Утеплювач AEROC Energy має високу залишкову вологість, яка пов'язана з технологією його виробництва. Для більш швидкого процесу висихання плит AEROC Energy рекомендуємо зробити 30–денну технологічну перерву у весняно–осінній період між закінченням монтажу утеплювача на стіну та його подальшою зовнішньою обробкою.



фото 22



фото 23

Улаштування базового штукатурного армованого шару

Перед нанесенням штукатурного шару поверхню утеплювача необхідно знепилити та погрунтувати контактною ґрунтовкою з вмістом кварцового піску /фото 24, 25/.



фото 24



фото 25

Після висихання ґрунтовки (4–6 годин) нанести перший шар універсальної сухої будівельної суміші AEROC Energy товщиною 3–5 мм /фото 26/.

Склотканинну фасадну сітку втопити в шар універсальної суміші та розрівняти так, щоб не утворювалися складки /фото 27/.



фото 26

фото 27

З'єднання наступних полотен робити в напуск шириною не менше 100 мм /фото 28/.



фото 28

Після приклеювання сітки нанести другий шар легкої суміші товщиною 3–5 мм, таким чином, щоб сітка не проглядалася на поверхні, після чого

остаточно вирівняти поверхню. Загальна товщина базового штукатурного шару повинна складати 6–10 мм /фото 29, 30/.



фото 29

фото 30

Улаштування кутів та укосів

На кутах віконних і дверних прогонів слід встановлювати теплоізоляційні панелі AEROC Energy D150 з кутовим вирізом таким чином, щоб стики швів з сусідніми панелями знаходилися на відстані не менше 100 мм від кута прогону. Якщо віконні та дверні блоки змонтовані в площині фасаду, то теплоізоляційні панелі AEROC Energy слід встановлювати з напуском на коробку блока не менше 20мм. Попередньо по периметру коробки повинна бути наклеєна ущільнювальна поліуретанова стрічка або спеціальний примикаючий профіль.

У випадку, якщо віконні та дверні блоки втоплені по відношенню до площини фасаду, і необхідно виконати теплоізоляцію укосу, то спочатку встановлюються плити AEROC Energy основної площини фасаду з необхідним напуском усередину прогону, а потім підготовлені за розміром заготовки приклеюються на укоси. Попередньо по периметру коробки повинна бути наклеєна ущільнювальна поліуретанова стрічка або спеціальний профіль. Ущільнювальна стрічка в проектному положенні повинна бути стиснута не менше, ніж на 1/3 від своєї товщини у вільному

стані. На всіх кутах коробки ущільнювальну стрічку необхідно розрізати. Не допускається обгинання кута суцільною стрічкою без з'єднання встик.

Для оброблення кутів та укосів споруд рекомендується використовувати пластиковий кутник з приклеєною склотканиною фасадною сіткою. Ці кутники необхідно монтувати на тонкий шар універсальної сухої будівельної суміші AEROC Energy товщиною 2–3 мм під час нанесення базового шару штукатурки /фото 31, 32/.



фото 31



фото 32

З'єднання полотен склотканиної фасадної сітки з кутником

Для оброблення кутів та укосів здійснюється поверх з напуском шириною не менше 100 мм, після чого наноситься другий шар універсальної суміші товщиною 3–5 мм, таким чином, щоб сітка не проглядалася на поверхні /фото 33, 34, 35/.



фото 33



фото 34



фото 35

Нанесення декоративного оздоблення

Витримати поверхню базового шару перед нанесенням декоративної штукатурки не менше 7 діб. Погрунтувати поверхню застиглого захисного покриття контактною ґрунтовкою з вмістом кварцового піску (під мінеральні штукатурки) або силіконовий ґрунт фарбою (під тонкошарові декоративні силіконові штукатурки) /фото 36/. Після висихання ґрунтовки (4–6 годин) на поверхню нанести декоративну штукатурку в кольорі або з подальшим фарбуванням /фото 37, 38/. Для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщенні, рекомендується використовувати паропроникні декоративні покриття з низьким водопоглинанням (силіконові або мінеральні штукатурки). Наступне фарбування мінеральних декоративних штукатурок виконувати паропроникними (клас VI) силіконовими фарбами.



фото 36



фото 37



фото 38

Розроблені методичні матеріали можуть бути використані, також, при вивченні ОК «Технологія будівельного виробництва».

3.2 Методична розробка теоретичного уроку «Теплоізоляційні матеріали і технології їх застосування»

Здобувач вищої освіти при опануванні освітнього компоненту (ОК) «Сучасні будівельні матеріали і технології» повинен володіти знаннями щодо новітніх будівельних матеріалів і технологій їх застосування. Вивчення теми

«Теплоізоляційні матеріали» включає опанування знаннями в сфері енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності будівель, а саме:

- вимоги ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання»;
- ДБН В.2.6–33: 2018 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»;
- ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Після вивчення теми, здобувач освіти повинен знати:

- загальні відомості про основні види систем теплоізоляції будівель, клейових розчинів, кріпильних деталей;
- перелік матеріалів й виробів, їх характеристики, що забезпечують експлуатаційну надійність і довговічність систем теплоізоляції;
- правила, послідовність та умови виконання робіт із монтажу, підготовчих робіт;
- основні вимоги до якості матеріалів та технологічну послідовність виконання робіт;
- основні види, призначення та правила користування ручним, механізованим, пневматичним, електричним інструментом, монтажними пристроями, устаткуванням, механізмами.

Викладання теми

Викладання теми **«Теплоізоляційні матеріали і технології їх застосування»** будемо проводити, розглядаючи передові системи термомодернізації будівель і споруд на прикладі використання утеплювача Айсінін.

Ісупене (Айсінін) — утеплювач канадського виробництва, розроблений з урахуванням найжорсткіших вимог до екологічної безпеки та збереження довкілля. Це утеплювач, що наноситься шляхом розпилення, та після цього

збільшується в об'ємі, орієнтовно, у 100 разів, створюючи шар кремового кольору, заповнюючи усі шпарини, тріщини, порожнини.



Утеплення Айсініном припиняє потоковий рух повітря між внутрішніми приміщеннями будинку і зовнішнім середовищем. При цьому матеріал залишається дихаючим. Екологічність утеплювача Ісунене підтверджена сертифікатами спілок «зеленого» будівництва Канади, США та міжнародних будівельних організацій. Цей матеріал не порохиться, не пліснявіє, не гниє, не виділяє ніяких шкідливих сполук у зовнішнє середовище, не має шкідливих складників. Для створення шару утеплення не потрібні паро– та гідробар'єр, підготовка поверхні, клейкі суміші та кріпильні матеріали, що суттєво знижує собівартість утеплення та збільшує швидкість виконання робіт (100–150 м² /день).

Термопіна здатна набирати будь–яку форму, не створюючи навантаження на конструкції. Система герметичного утеплення надає необмежені можливості архітекторам, проектувальникам, будівельникам та власникам споруд будь–якого призначення та конструктивної складності. Розширення матеріалу одразу після нанесення виключає будь–який вплив людського фактору на якість виконання робіт. Матеріал відповідає всім європейським вимогам, він сертифікований в Україні.



Область застосування:

1. Обробка підлог мансард, горищних приміщень.

Переваги для теплоізоляції горищних приміщень, що розширюється піною Icynene. Рівномірна герметичність і теплоізоляція досягається одним проходом, включаючи місця з незвичайною конфігурацією. Збільшення довговічності конструкції і зменшення містків холоду, що не осідає згодом. Зменшення потоку вологи і ризику утворення конденсату, зокрема на металевих поверхнях. Матеріал не становить ніякої харчової цінності для бактерій, комах і гризунів і, так як повітря не проходить через піну, тому не є благодатним ґрунтом для того, щоб вони там оселилися, на відміну від теплоізоляційних матеріалів на основі волокон або пластівців.

Рекомендовані матеріали:

H2Foam LITE (повинна бути захищена, так як піддається стисненню).
H2Foam LITE + (повинна бути захищена, так як піддається стисненню).
H2Foam FORTE (тверда піна для підлог і плит горищних приміщень).

2. Теплоізоляція стін (бетонні, кам'яні і дерев'яні стіни, металеві каркаси).

Переваги: щільно прилягає до всіх поверхонь під час розширення, ніколи не осідає згодом (дуже легка, приклеюється до підкладки). Проникна для вологи і повністю герметична до проникнення зовнішнього повітря. Може бути розпорошена, як усередині приміщень, так і по зовнішньому периметру (із застосуванням гідробар'єрних фасадних плівок). Ніякого запаху, ніякого отруйного випаровування (клас А +). Залишається еластичним (прилягає до всіх нерівностей). Значно зменшує зовнішній шум завдяки своїй еластичною комірчастій структурі. Гарантія 25 років.



Проблеми, що виникають при теплоізоляції:

- Близько 40 % теплових втрат відбуваються в наслідок неконтрольованих витоків повітря. Чим більш повітря вологе, тим більше воно переносить тепла.

- Більше 99 % вологи переноситься в навколишнє середовище і може ще збільшитися, коли готується їжа або приймається душ. Якщо волога, що переноситься в навколишнє повітря, проходить через стіни, вона може там конденсуватися, викликаючи появу цвілі.

- Небажані шуми проникають в основному ззовні: від працюючого водопроводу, з боку сусідніх кімнат тощо.

- Повітряні протяги викликають утворення холодних і теплих зон. Холодні зони знаходяться в зовнішніх погано утеплених стінах або в важкодоступних місцях і сприяють утворенню конденсату.

Рекомендовані матеріали: H2Foam LITE, H2Foam LITE+



Теплоізоляція покрівлі

Може наноситися на дерев'яні або металеві балки, приклеюється до плівок і до бетону.



Переваги:

- Теплоізоляція, яка прилягає до всіх поверхонь, дозволяє дістатися до важкодоступних місць під час розпилення.
- Теплоізоляція не осаджується, що не відклеюється з часом (дуже легка, приклеюється до підкладки).
- Водопроникна теплоізоляція прекрасно перекриває місця попадання зовнішнього повітря.
- Теплоізоляція без запаху, без шкідливих випарів (клас А+).
- Залишається еластичною (прилягає до всіх нерівностей будови).
Значно зменшує зовнішній шум завдяки своїй еластичною коміркою структурі.
- Не є харчовим продуктом для бактерій, комах і гризунів.
- Гарантія - 25 років.



Проблеми, які вирішуються піною Ісупене:

- Складні архітектурні рішення деяких покрівлею, є справжнім викликом для нанесення теплоізоляції. Звичайні ізоляційні матеріали не можуть проникнути в порожнині, як це робить розширюється піна Ісупене. З

іншого боку, теплоізоляційні матеріали на основі волокон або пластівців швидко осідають з плином часу через свою вагу, що зменшує їх теплові характеристики. У разі надмірної вологості, і особливо витоків в покрівлі, традиційні ізоляційні матеріали поглинають воду і втрачають всі свої теплофізичні властивості, які не відновлюються після висихання.

- Більшість теплоізоляційних матеріалів поставляються в рулонах або плитами і повинні бути розрізані, оброблені або стиснуті для того, щоб заповнити обмежений простір або важкодоступні місця (наприклад, навколо електричних ящиків), що зменшує величину їх теплового опору (λ) і вимагає використання оздоблювального матеріалу для ізоляції, ефективність якої зменшується з роками.

- Теплоізоляцію каркаса також важко проводити, так як звичайні теплоізоляційні матеріали повинні бути вирізані в розмір, точно повторюючи контур конструкції, що не часто вдається.

Рекомендовані матеріали: H2Foam LITE, H2Foam LITE +H2Foam FORTE (тверда піна для підлог і плит горючих приміщень).

3.3 Методична розробка комбінованого уроку на тему: «Влаштування скріпленої теплоізоляції»

Підготовча робота до проведення заняття

Подано теоретичний матеріал з теми уроку «Влаштування скріпленої теплоізоляції». Вміщено завдання на закріплення вивченого матеріалу. Визначена загальна мета уроку. Викладено принципіві поняття та навички, якими повинен володіти учень. Проведено планування самостійної роботи учнів, матеріал згруповано за технологічною послідовністю виконання робіт, наведені ключові питання, на які слід звернути особливу увагу. Викладено загальні теоретичні положення. Викладені контрольні питання для поглибленого вивчення предмета і самоперевірки. Наведено критерії оцінювання знань учнів.

План-конспект уроку

Предмет: «Технологія будівельного виробництва»

Професія: муляр-опоряджувальник

Тема програми № 6 Технологія виконання теплоізоляційних робіт

Тема уроку: Влаштування скріпленої теплоізоляції

Мета уроку:

Навчальна: сформувати теоретичні і практичні знання про необхідність утеплення будинків, принципи, етапи та правильність влаштуванні теплоізоляції.

Розвиваюча: розвиток логічного мислення та творчої активності учнів для більш глибокого розуміння та осмислення змісту навчального матеріалу щодо термоізоляції будівель; створити умови для розвитку розумових здібностей, професійних навичок, спонукати до самостійного набуття знань.

Виховна: бережне ставлення до використання енергоресурсів, гордість учнів за виконану роботу, економне використання матеріалів, наполегливість у досягненні мети, любов до обраної професії.

Методична мета: активізація пізнавальної діяльності учнів шляхом використання Інформаційно – комунікативних технологій навчання.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу

Вид уроку : Комбінований з елементами бесіди та використанням ІКТ

Міжпредметні зв'язки:

- *виробниче навчання;*
- *технологія будівельного виробництва;*
- *будівельні матеріали та вироби.*

Методично-дидактичне забезпечення : теплоізоляційні матеріали, дидактичні матеріали, тестові матеріали, електронні носії інформації.

Обладнання: мультимедіа, відео – проектор.

Очікувані результати:

учні повинні знати: принципи, етапи та правильній дій при влаштуванні скріпленої теплоізоляції та технологічну послідовність виконання робіт.

учні повинні вміти: називати основні операції виконання теплоізоляції підбирати необхідний інструмент та матеріали.

Хід уроку

I. Організаційна частина

- перевірка наявності учнів;
- перевірка готовності учнів до уроку.

II. Вступне слово викладача, повідомлення теми уроку, визначення його мети

За останні роки на Українському будівельному ринку з'явилися десятки нових теплоізоляційних матеріалів, завдяки чому стався значний прорив в першу чергу в сфері енергозбереження. З розвитком нових технологій, сучасні ізоляційні матеріали стали більш ефективними, екологічно безпечними і різноманітними, і відповідають конкретним технічним завданням будівництва - можливість будівництва висотних будівель, зменшення товщини огорожувальних конструкцій, зниження маси будівель, витрат будівельних матеріалів, а також економії паливно-енергетичних ресурсів при забезпеченні в приміщеннях нормального мікроклімату. Процес теплоізоляції індивідуальних житлових будинків починається з визначення поняття теплоізоляція, що є обов'язковим складовим елементом будь якої сучасної будівлі.

На сьогоднішньому уроці ми ознайомимось з принципами, етапами та послідовністю дій при влаштуванні теплоізоляції

Отже, тема нашого уроку : «Влаштування скріпленої теплоізоляції».

III. Актуалізація опорних знань

Яким би ви хотіли бачити свій будинок?

Але перш ніж приступити до вивчення нового матеріалу, давайте поміркуємо про ефект від впровадження заходів по теплоізоляції будинків,

бо питання утеплення стає все більш актуальним. Нові нормативні вимоги розроблені для того, щоб в майбутньому не допускати погіршення екологічного середовища і раціонально витратити паливно-енергетичні ресурси, хоча проблема стрімкого зростання населення стає все гострішою. Досвідчені виробники вже сьогодні пропонують замовникам оптимальні рішення щодо вибору систем утеплення, відповідальним створенню комфортних умов для робочого процесу та проживання.

Будинки з залізобетонних панелей або цегли мають високу теплопровідність, тому вони швидко вистигає взимку і прогріваються влітку. Щоб знизити теплопровідність і збільшити енергоефективність квартири застосовують різні методи теплоізоляції, що забезпечують якість повітря, оптимальну вологість, стабільність температури повітря, потік повітря, зменшення залежності від енергії.

З усіх елементів будівлі стіни мають найбільшу площу зіткнення із зовнішнім середовищем і, відповідно, вносять найбільший вклад у теплообмін. Таким чином, більша частина теплової енергії йде на те щоб перекрити втрати тепла. Тому якісна теплоізоляція стін здатна значно скоротити «обігрів» вулиці. На цьому тлі актуальність розглянутої теми є великою, оскільки дозволяє вивчити проблему з середини, а як наслідок усунути її. Теплоізоляція забезпечує економію і збереження енергії, зберігає здоров'я, та підвищує комфорт.

Так, будинок повинен бути екологічно здоровим і комфортним для проживання, швидко будуватися та бути економним в будівництві та експлуатації, а саме основне – теплим.

А зараз ми з вами ознайомимося з відео – сюжетом. Зверніть увагу, де здійснюються найбільші витоки тепла і яка основна причини тепловтрат?

(Перегляд відео – сюжету «Теплова модернізація будівель»)

Викладач після перегляду:

- Давайте тепер поміркуємо: які основні причини тепловтрат?

IV. Формування нових знань

Відомо, що одним із основних завдань теплозахисту будинку є економія енергії, яка з кожним роком стає дорожчою. Для зменшення втрат її практикується мурування стін полегшених конструкцій, засипка перекриття легкими заповнювачами, а тепер використовують нові технології утеплення фасадів, перекриттів, дахів і перегородок.

Щоб будинок справді був комфортним з погляду теплозахисту, він має відповідати цілій низці вимог, а саме:

- температура повітря всередині житлового приміщення повинна бути 20-22°C;
- температура поверхні стін - 16-18°C, а підлоги 22-24°C;
- відносна вологість повітря 55-65%;
- рухомість повітря не більше 0,2м/с (відсутність протягів).

(робота з презентаційними слайдами).

Технологія і послідовність виконання робіт по теплоізоляції включає такі роботи :

- підготовка поверхонь зовнішніх огороджувальних конструкцій до виконання робіт з утеплення;
- прикріплення перфорованих цокольних профілів до нижньої частини будинку по його периметру;
- ґрунтування поверхні зовнішніх огороджувальних конструкцій;
- приготування клейової розчинової суміші із сухої суміші Ceresit Ст85 і Ст190 або ферозіт 110;
- нанесення клейової розчинової суміші на поверхні теплоізоляційних плит і приклеювання їх до поверхні огороджувальної конструкції;
- влаштування деформаційних швів у теплоізоляційному покритті за наявності їх у кладці фасаду;
- контроль за відхиленнями плит;
- через 2-3 доби шліфування поверхні пінополісти-рольних плит;
- закріплення плит утеплювача на огороджувальних конструкціях за допомогою дюбелів, гвинтів із гайками і шайбами через 3 доби після

приклеювання плит до поверхні стіни. Кількість дюбелів використовують, як правило, за кількістю, кутів і один посередині.

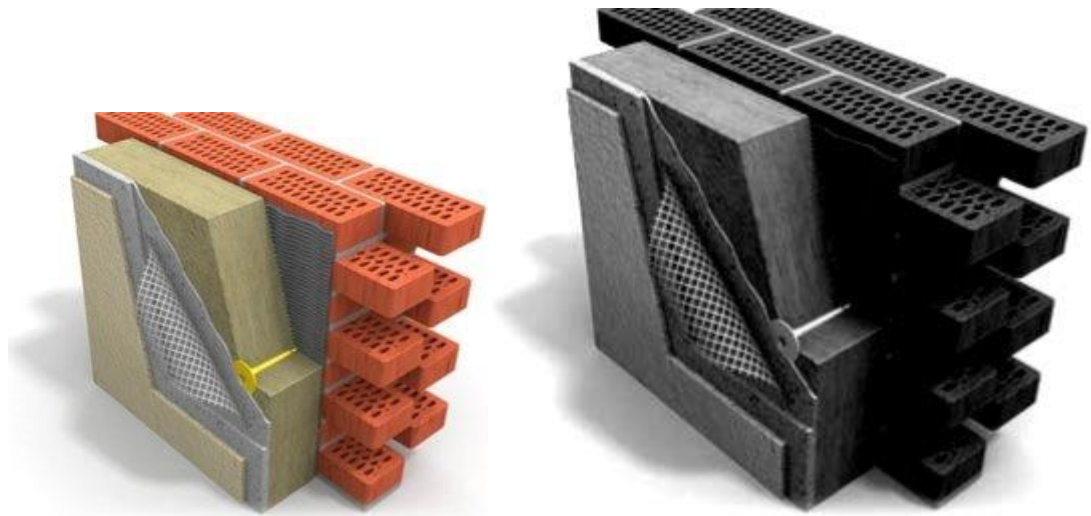


Рис 1 Загальна схема утеплення цегляної стіни

Роботи по прикріпленню плит і оздоблювання утеплювача до огорожувальних конструкцій дюбелями виконують у такій послідовності:

- розмітка отворів, свердління отворів і їх очищення, встановлення дюбелів у отвори, угвинчування кріпильного стержня або забивання розпірного елемента (штифта), щоб не виступав над поверхнею плити більш, ніж на 1 мм;

- приготування гідрозахисної розчинової суміші із сухої суміші

- нанесення на поверхню утеплювача завтовшки 2 мм;

- зміцнення торців, у т.ч. по периметру віконних прорізів, за допомогою перфорованих алюмінієвих кутників;

- приклеювання склосітки та нанесення шар розчину смугами;

- нанесення другого шару гідрозахисної розчинової суміші;

- ґрунтування, нанесення декоративного шару і оздоблювання фасаду.

При перегляді відео – сюжету послідовності виконання робіт при влаштуванні теплоізоляції нам необхідно з'ясувати:

- наскільки просто працювати за технологією скріпленої теплоізоляції;
- яка послідовність виконання робіт;

- які інструменти та матеріали використовуються;
- які порушення вимог охорони праці?

(Показ відео фрагменту з коментарями викладача:

Для створення гарного мікроклімату в приміщенні необхідна гарна теплоізоляція.

Тепло із будинку виходить різними шляхами: через стіни, вікна, дах. Для того, щоб зрозуміти скільки тепла ми втрачаємо у не утепленому будинку – достатньо уявити, що на кожному квадратному метрі стіни вашого будинку горить лампочка потужністю 60 Ват.

Утеплення знижує витрати тепла в 2 – 2,5 рази

Перевіримо ефективність декількох способів утеплення:

• ***I спосіб – Теплоізоляція виконана в середині приміщення.*** В даному випадку точка роси буде знаходитися на з'єднанні внутрішньої поверхні стіни і зовнішньої поверхні теплоізоляції – звідси постійна сирість стіни і утеплення, що призводить до появи плісняви, грибків та руйнування теплоізоляції, крім того теплоізоляція займає частину приміщення, зменшуючи його корисну площу. Досить багато незручностей.

• ***II спосіб – Нарощування шару зовнішньої штукатурки,*** але його товщину не можна нарощувати безкінечно, відповідно, трати тепла залишаються досить високими. Окрім того, штукатурки такого типу мають високу гігроскопічність і, як наслідок, незначну довговічність.

• ***III спосіб значно міняє вигляд фасаду.*** Ізоляційний шар укладають між вертикальними рейками, які прикріплені до зовнішньої стіни спорудження, а до них кріпляться панелі, які захищають ізоляцію від атмосферних опадів.

• ***IV спосіб – утеплення огорожувальних конструкцій скріпленою теплоізоляцією.***

Утеплюючи таким чином будинок, ми не економимо на комфорті проживання, а економимо енергію і кошти. Витрати палива, під час опалювального сезону, значно зменшуються на квадратний метр зовнішньої

стіни (до 40 %), що дозволяє зменшувати розміри і кількість опалювальних приладів.

Розглянемо схему утеплення.

Скріплена теплоізоляція являється конструктивною частиною будівлі і являє собою багат шарову систему.

Перед початком виконання робіт необхідно підготувати поверхню:

- Видалити напливи бетону.
- Видалити надлишки розчину, який виступає зі швів.
- Пофарбовані поверхні необхідно перевірити на міцність зчеплення фарби з основою (нанести лезом сітку і приклеїти на неї клеючу стрічку, а потім відірвати, в тому випадку, якщо фарба відшаровується її необхідно видалити) оздоблювальний шар, який втратив міцність з поверхнею стіни необхідно видалити.
- Також видаляються надлишки розчину з дерев'яних та віконних відкосах – це обумовлено необхідністю їх утеплення.
- Необхідно очистити стіни від фарби, бруду, корозії, плісняви.
- Наступним кроком є ґрунтування поверхні.

До цоколю будівлі по всьому периметру на 300 – 400 мм нижче підвального перекриття потрібна прикрутити перфорований профіль за допомогою дюбелів діаметром 6 мм

Потім готуємо клеєву суміш.

Якщо поверхня стіни має нерівності від 5 до 10 мм клеєву суміш наносять на пінополістирольні плити утеплювача полосами по периметру плити на відстані 20 мм від краю і по середині плити. Полоси повинні мати розриви, щоб запобігти утворенню повітряних пробок при наклеюванні плит.

Якщо поверхня стіни має нерівність до 15 мм, то використовується маячкові спосіб нанесення розчину з розрахунку 5 – 8 штук на плиту товщиною 100 мм. При нерівності стіни до 5 мм розчина суміш наноситься суцільним шаром за допомогою зубчастого шпателя.

На мінераловатні плити розчинникова суміш наноситься тільки суцільним шаром. Відразу після нанесення розчину на поверхню плити її потрібно наклеїти на стіни.

Перший ряд плит встановлюється на перфорований профіль. На початку необхідно плиту прикласти до поверхні стіни на відстані 2 – 3 см., а потім притиснути.. Ширина шва не повинна перевищувати 2мм. Якщо шов вийшов ширшим – його необхідно заповнити будівельною піною або половою, вирізаної з плити утеплення.

Не припустимо потрапляння клеєної суміші у шов утеплювача. На кутах будівель плити утеплювача повинні виступати за кут на ширину плити. З метою запобігання пожеж на першому поверсі необхідно влаштовувати мінераловатні плити при висоті будівлі два поверхи, також опоряджувати віконні та дверні відкоси та місця прилягання до даху.

Плити утеплювача необхідно притиснути біля дверних і віконних відкосів та попередньо зрізати їх під кутом 45° на 10 – 15 мм. Між віконною чи двірною рамою і плитою утеплювача укладається шар герметичного матеріалу. При з'єднанні теплоізоляції з дахом краї плит підганяються з кутом даху, вони обробляються клеєною сумішшю на якій кріпиться скло сітка, таким спосіб обробляються краї плит у місцях прилягання до балконних плит. Якщо на плитах виявлені нерівності їх слід видалити і очистити поверхню щіткою.

Фрагмент склосітки розміром 250 x350 мм влаштовують під кутом 45° по підношенню до прорізів у стінах. Така операція запобігає виникненню тріщин. Для забезпечення більшої надійності та стійкості теплоізоляції плити утеплювача закріплюються дюбелями після затвердіння клеєної суміші, але не раніше ніж через 72 години. Кількість дюбелів визначається проектом.

Одночасно з приклеюванням сітки необхідно прикріпити перфоровані кутові профілі по вертикальним торцям будівлі і накрити скло сіткою у нахлест 100 мм.

Тепер на захисний шар наноситься перший шар гідрозахисної суміші не менше ніж 2 мм. Відразу після нанесення та розрівнювання розчину необхідно накласти полотно скло сітки не допускаючи складок і натягування сітки.

У верхній частині будинку сітку запускають на край, який розташований біля парапету або карнизної плити, у нижній частині будинку – на край плити або цокольного перфорованого профілю.

Потім наноситься другий шар гідрозахисної клеєної суміші. По походженню семи діб, після нанесення розчину можна видалити нерівності. Потім проводять фінішне ґрунтування поверхні.

Через добу можна облицьовувати будівлю. Необхідно пам'ятати, що роботи по влаштуванню скріпленої теплоізоляції потрібно проводити при температурі від +5 до + 30⁰.

V. Виявлення ступеня розуміння вивченого матеріалу

Викладач після перегляду:

Я сподіваюсь при перегляді відео фрагменту, у кожного з вас виникло бажання навчитися влаштовувати теплоізоляційні роботи. Ми повинні максимально поглибити отримані знання для їх подальшого застосування в практичній роботі.

Тепер дайте відповідь на тестові завдання (***робота з презентаційними слайдами***).

Після перевірки порахуйте кількість правильних відповідей та оцініть свої знання в листі самооцінки.

IV. Підбиття підсумків уроку, повідомлення домашнього завдання

Слово викладача:

Отримані вами бали та результативність вашої активності на уроці будуть враховані при виставленні оцінок за урок. Дуже добре, що байдужих на уроці сьогодні не було. Кожен з вас брав активну участь у вивченні даної теми.

1. Рефлексія

Що ми вчили сьогодні на уроці?

Що ви дізналися нового сьогодні на уроці?

Чи зможете ви застосовувати на практиці отримані знання?

2. Домашнє завдання (на екрані)

Пропонується домашнє завдання по темі уроку різного рівня складності

Середній рівень – заповнити таблицю.

Інструмент	Матеріал
------------	----------

Достатній рівень - Заповнити таблицю з описом інструментів та матеріалів

Інструмент	Матеріал
------------	----------

Високий рівень - Створити інструкційну картку на урок виробничого навчання

Висновки до розділу III

Навчальними планами підготовки фахівців будівельного профілю передбачено вивчення ряду освітніх компонентів в яких розглядаються питання енергозбереження. Серед них: «Будівельні матеріали і вироби», «Архітектура будівель і споруд», «Технологія будівельного виробництва», «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Енергозбереження у будівництві» та інші.

ОПП підготовки фахівців спеціальності 015 Професійна освіта. Будівництво та зварювання за ОС «Магістр» передбачено вивчення здобувачами освіти освітнього компоненту (ОК) «Сучасні будівельні матеріали і технології».

Важливими складниками при вивченні ОК «Сучасні будівельні матеріали і технології» є:

- питання розроблення та впровадження методів утеплення фасадів будівель;
- створення комплексних конструктивних рішень, призначених для забезпечення нормативних значень теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій;
- захисту конструкцій від впливу навколишнього середовища;
- забезпечення нормативного мікроклімату приміщень та надання фасадам будинків та споруд привабливого естетичного вигляду;
- інші питання, що пов'язані із створенням та експлуатацією фасадної теплоізоляції будівель.

Освітній контент професійно–практичної підготовки (ППП) розглядає виконання термоізоляційних робіт при улаштуванні теплоізоляції огорожувальних конструкцій за сучасними технологіями передових

світових розробників. Здобувач вищої освіти при опануванні освітнього компоненту (ОК) «Сучасні будівельні матеріали і технології» повинен володіти знаннями щодо новітніх будівельних матеріалів і технологій їх застосування. Вивчення теми «Теплоізоляційні матеріали» включає опанування знаннями в сфері енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності будівель, а саме:

- вимоги ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання»;
- ДБН В.2.6–33: 2018 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»;
- ДБН В.2.6–31:2016 «Теплова ізоляція будівель»;
- ДБН В.1.1–7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Після вивчення теми, здобувач освіти повинен знати:

- загальні відомості про основні види систем теплоізоляції будівель, клейових розчинів, кріпильних деталей;
- перелік матеріалів й виробів, їх характеристики, що забезпечують експлуатаційну надійність і довговічність систем теплоізоляції;
- правила, послідовність та умови виконання робіт із монтажу, підготовчих робіт;
- основні вимоги до якості матеріалів та технологічну послідовність виконання робіт;

Важливим аспектом нашого дослідження є впровадження новітніх технологій ведення теплоізоляційних робіт огорожувальних конструкцій будівель в освітній процес. Сучасний викладач, майстер виробничого навчання, мають досконало знати тенденції розвитку заходів по енергозбереженню і в майбутній своїй професійній діяльності передавати

свої знання учням. Розроблене методичне забезпечення може бути використане в процесі підготовки фахівців будівельного профілю, при викладанні освітніх компонентів «Технологія будівельного виробництва», «Сучасні будівельні матеріали і технології», «Енергозбереження в будівництві».

Список використаних джерел

1. Антонюк Н.Р. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: сб. науч. тр. УНТУВХ. – Ровно, 2013. – С. 9- 15.
2. Бабунова Л.М. Актуальні проблеми практичного навчання / Л.М. Бабунова // Освіта, технікум, коледж.-2006.- №1.-С. 81-90.
3. Батініч Р. Вентильовані фасади будівель: Проблеми будівельної теплофізики систем забезпечення мікроклімату та енергозбереження в будівлях. Сб. докл. IV науково-практич. конф. М.: НИИСФ, 2009.
4. Береговий, А. М. Будівлі з енергозберігаючими конструкціями Текст. / А. М. Берегової // Автореф. дис.: канд. техн. наук. Київ, 2005р.
5. Бобров ЮЛ., Гранев В.В., Ягупова Л.Г. Легкі огорожувальні конструкції промислових будівель з мінераловатної тепловою ізоляцією: Навч. посібник. -К, 2018.
6. Гавриляк А.І. Викладання будівельних дисциплін / А.І. Гавриляк А – Львів : Оріяна-Нова, 1997. - 175с.
7. Галузинський В. М. Педагогіка. Теорія та історія : навч. посібник / В.М. Галузинський.- Київ : Вища школа, 1995. – 237с.
8. Гнип І.Я., Кершулис В.И., Веялис С.А. Теплофізичні властивості ековати//Будівельні матеріали, №11,2000.
9. Гончаренко С.У. Методика як наука : монографія / С.У. Гончаренко.- К.: Либідь, 2000. – 156с.
10. Гончаренко С.У. Фундаментальність чи вузький професіоналізм освіти: монографія / С.У. Гончаренко.- Хмельницьк : Світовид, 2004. - 208с.

11. Горбач С.М. Урок у системі функціонального аналізу, або сучасний урок // Завуч. – 2006. - № 35 (293) – с. 5 – 8
12. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко О.А. Технологія теплоізоляційних матеріалів: Підручник. - К, 2020.
13. Гранік, Ю. Р. Конструкції зовнішніх огорожень та інженерні системи в нових типах енергоефективних житлових будинків Текст. / Ю. Р. Гранік, А. А. Магай, В. С. Беляєв // Енергозбереження. 2023. - № 3. с.
14. Дворкін Л.Й. Опоряджувальні матеріали і виробли: Навч. посібник. — 2-ге вид., перероб. — К.: Вища школа.
15. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство. (Навчальний посібник). – Рівне: Видавництво РДТУ, 2019. – 477 с.
16. 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.
17. Добровольський Г.М. Штукатурні і облицювальні роботи. — К.: Техніка, 1997.
18. Єзерський Ст. А., Монастирьов П. В. Кріпильний каркас вентиляваного фасаду і температурне поле зовнішньої стіни // Житлове будівництво. 2003. № 10.
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: ПОППО, 2005.- 160 с.
21. Карапузов Є.К. Матеріали і технології в сучасному будівництві. - К.: "Вища освіта", 2015 р.
22. Коваленко О.Е. Методика професійного навчання : підручник для студентів вищ. навч. закл. / О.Е. Коваленко. - Х. : Видавництво НУ А, 2005. - 360с.

23. Конструктивно-технологічні рішення вентилязованих фасадних / О.П.Конончук // [Електронний ресурс] –2013. - Режим доступу:<http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137213>

24. Крушельницька О.В. Методологія і організація наукових досліджень студентів : навч. посібник / О.В. Крушельницька. - К.: Кондор, 2003.- 251с.

25. Кузема, Р. П. Температурний режим зовнішніх стін в місцях сполучення з плитами перекриттів Текст. Р. П. Кузема // Проблеми архітектури та будівництва: зб. матер. XXII регіон, наук.-техн. конф. – К., 2004. С. 149-150

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. Галузяк, М. І. Сметанський, В.І. Шахов. - Вінниця: РВВ ВАТ "Віноблдрукарня", 2001. – 200с.

34. Перспективні технології та обладнання для виробництва пінобетону//Будівельні матеріали, обладнання, технології XXI століття, №10,2001.

35. Пехота О. М. Освітні технології : навчально - методичний посібник / О.М. Пехота. - К.: А.С.К., 2002.- 255с.

36. Поліщук О.П. Сучасний урок // Завуч. – 2008. - № 33 (363) – с. 9 – 13

37. Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. Посібн. – К.: А.С.К., 2006. – 192с.

38. Пуховська Л.П Професійна підготовка викладачів : монографія / Л.П. Пуховська.- К.: Вища шк., 1997.- 180с.

39. Решетовська Л.М. Сучасні технології виробничого навчання в ПТНЗ: методичний посібник / Л.М. Решетовська.- Львів : СПОЛОМ, 2008. – 148с.

40. Рунова Р.Ф., Шейнин Л.О., Гелевера О.Г., Гой, В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. — К.: КНУБА, 2001.

41. Саницький М.А. Мікроструктура та міцність будівельних розчинів з комплексними модифікаторами / М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька, Т.Є. Марків // Будівельні матеріали та вироби. – 2010. - № 1. – С. 6-9.

42. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення / О.П. Конончук // [Електронний ресурс] –2013. - Режим доступу: <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137214>

43. Сучасні теплоізоляційні матеріали [Електронний ресурс] -Режим доступу: «Термолайф»<http://www.termolife.com.ua/pages/89/>

44. Теплоаудит [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ua.polifasadkiiev.com/teploaudit.html>

45. Тимошенко С.А. Особливості композиційної побудови керамзитобетонів з активованою в'язучою складовою / С.А.Тимошенко, В.І.Гоц, О.Г.Гелевера, О.М.Петропавлівський // Науково-технічний збірник “Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка”. – 2016. – №22. – С.118-124.

46. Туркот Т.І. Основи педагогіки вищої школи : навчальний посібник / Т.І. Туркот. - К.: Знання, 2005.- 301с.
47. 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.
48. УкрТеплоізоляція [Електронний ресурс] – Режим доступу:<http://ukrteploizolyatsiya.com.ua>
49. Черненко В.К., Ярмоленко М.Г., Батура Г.М. та ін. Технологія будівельного виробництва. (Підручник) – К.: “Вища школа”, 2012. – 429 с.
50. Шевчук С.С. Урок теоретичного навчання в закладах ПТНЗ: методичні рекомендації / С.С. Шевчук.- Д.: Парус, 2002.-142с.
51. Шейко В. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник / В.М. Шейко. - К.: Знання-Преса, 2003.-202с.
52. Якісна Теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://passivehouse-igua.com/passivehouse/passive-house-integrated-thermal-protection/>
53. ДБН В.2.6-31:2016.
54. ДБН В. 2.6-33: 2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування "