

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ZUSAMMENFASSUNG.....	10
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	14
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. Теоретичні та методичні основи теплоізоляції індивідуальних житлових будинків.....	18
1.1 Стан наукової задачі з питання теплоізоляції.....	19
1.2 Доцільність проведення дослідження, зміст, цілі та завдання теплоізоляції.....	25
Висновки до розділу 1.....	37
РОЗДІЛ 2. Основи теплового розрахунку.....	39
2.1 Теплопровідність, як здатність речовини переносити теплову енергію.....	40
2.2 Конвекція та її вплив на обмін теплом .....	46
2.3 Сонячна радіація, як передача тепла через електромагнітні хвилі.....	47
2.4 Термальна маса матеріалів .....	50
Висновки до розділу 2.....	52
РОЗДІЛ 3. Сучасні методи теплової ізоляції індивідуальних житлових будинків.....	55
3.1 Внутрішня ізоляція, її різновиди та переваги.....	56
3.2 Зовнішня ізоляція як засіб боротьби з «термальним мостом».....	61
3.2.1 Особливості конструктивно-технологічних рішень фасадних систем мокрого типу з утепленням.....	65
3.2.2 Вентильовані фасади у загальній класифікації сухих способів улаштування фасадів.....	73
3.3 Розподілена ізоляція та її можливості.....	78

Висновки до розділу 3.....	80
РОЗДІЛ 4. Заходи для інтенсифікації теплоізоляції.....	82
4.1 Способи і сучасні методи утеплення стін.....	83
4.2 Утеплення вікон, та входних дверей індивідуальних житлових будинків.....	88
4.3 Утеплення даху та підлоги.....	92
4.4 Контроль вологості у приміщеннях .....	98
4.5 Рекомендації по теплоізоляції індивідуальних житлових будинків.....	100
Висновки до розділу 4.....	104
РОЗДІЛ 5. Обґрунтування економічної ефективності.....	106
5.1 Кошторисна документація для будівництва.....	107
5.2 Економічний ефект від впроваджених заходів.....	108
Висновки до розділу 5.....	109
РОЗДІЛ 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	110
6.1 Охорона праці.....	111
6.1.1 Законодавча та нормативна база України з охорони праці .....	111
6.1.2 Охорона праці під час проведення робіт із теплоізоляції.....	112
6.1.3 Вентиляція приміщень з теплоізоляцією, і її важливість для здоров'я людини.....	114
6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	115
6.2.1 Нормативна база щодо захисту працівників в надзвичайних ситуаціях.....	115
6.2.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою цеху будматеріалів.....	116
Висновки до розділу 6.....	117
РОЗДІЛ 7. Екологія .....	121
7.1 Енергетичні проблеми сучасності.....	122
7.2 Аналіз збереження тепла та енергії в будівництві.....	123
7.3 Заходи по збереженні тепла та енергії в будівництві.....	124
Висновки до розділу 7.....	125

РОЗДІЛ 8. Порівняння варіантів утеплення горища індивідуальних житлових будинків.....	127
8.1 Розрахунок вартості утеплення горища будівлі різними методами.....	128
8.2 Порівняння двох методів теплоізоляції житлових будинків.....	129
Висновки до розділу 8.....	129
ВИСНОВКИ.....	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	134
ДОДАТКИ .....	138
ДОДАТОК А. Екологічні та синтетичні матеріали.....	139

## РЕФЕРАТ

**Актуальність теми.** Рівень теплового комфорту індивідуальних житлових будинків є одним із основних факторів забезпечення життєво необхідних санітарно-гігієнічних умов перебування людини у приміщенні. Забезпечення таких умов неможливо без витрат енергії, отримання якої не може бути безкоштовним. В умовах постійно зростаючих цін на основні види енергоресурсів та значної зовнішньоекономічної залежності нашої країни від постачальників енергоносіїв, питання покращення показників енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у житлових будинках розглядається все частіше і набувають особливої актуальності у зв'язку із нагальною необхідністю економії коштів на їх утримання. Проблемами теплоізоляції займалися такі вчені: Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова, А.П. Врагов, К.Ф. Фокін, В.Н. Богословський, О.Д. Самарін, І.С. Каммерер, Н.І. Умнякова, Л.П. Зарубіна, К.К. Пушкарьова, Г.М. Бадьїна, С.М. Кочергіна. Проте несистематизованими залишилося питання методів теплоізоляції, мало інформації є про сучасні матеріали. На цьому тлі актуальність теми дослідження важко переоцінити, оскільки вона може допомогти підвищити енергоефективність житла за умови впровадження результатів роботи у практику.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема роботи відповідає напрямку державних досліджень та програм, зокрема таким як:

1. Тернопіль. Програма енергоефективності, енергозбереження та термомодернізації житлового фонду і об'єктів соціальної інфраструктури міста Тернополя на 2012-2015 роки. Рішення міської ради від 16.02.12 р. №6/19/1 «Про затвердження Програми енергоефективності, енергозбереження та термомодернізації житлового фонду і об'єктів соціальної інфраструктури міста Тернополя на 2012-2015 роки».

2. Рішення Івано-Франківської міської ради від 07.03.2013р. № 984-34 Про програму теплової модернізації житлового фонду Івано-Франківська на 2013-2015 роки

3. Три роки поспіль в Кам'янці-Подільському реалізується масштабна програма «Теплий дім», метою якої є енергозбереження житлових будинків. Проект передбачає співфінансування міської влади та громади у відношенні 50% на 50%. 3. МКП «Вінницький фонд муніципальних інвестицій».

4. Вінниця. Програма стимулювання впровадження енергозберігаючих заходів у будинках ОСББ «Енергоефективний будинок. Крок за кроком» на 2012-2020 рр.

5 вересня група StarLightMedia, в яку входять телеканали СТБ, Новий, ICTV, M1, M2, QTV, запустила соціальну кампанію з енергозбереження «Збережи своє тепло». На домені svoeteplo.org (також своетепло. укр) запущено сайт, на якому надаються прості інструкції, як кожен українець, незалежно від доходів, може зберегти тепло. Від найдоступнішого (поставити тепловий екран за батареєю) до найскладнішого (провести енергоаудит будинку, поставити лічильник тепла і погодний регулятор на багатопверхівку).

Використання цих науково дослідних праць має місце у магістерській роботі у достатній мірі.

**Мета й завдання дослідження.** Мета даної роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні сучасних методів теплоізоляції індивідуальних житлових будинків.

Мета визначає основні завдання, що підлягають вирішенню в даній роботі:

- розкрити зміст, визначити цілі та завдання теплоізоляції індивідуальних житлових будинків;
- розглянути теоретичні та методичні основи теплоізоляції індивідуальних житлових будинків;
- описати основи теплового розрахунку;
- розглянути методи теплової ізоляції сучасності;
- розробити заходів з метою інтенсифікації теплоізоляції;

- обґрунтувати економічну ефективність теплоізоляції індивідуальних житлових будинків;
- описати особливості охорони праці при роботах по теплоізоляції;
- обґрунтувати безпеку в надзвичайних ситуаціях;
- розглянути екологічні проблеми теплоізоляції.

**Об'єкт дослідження.** Об'єкт дослідження – теплоізоляція індивідуальних житлових будинків

**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є використання сучасних методів і матеріалів для теплоізоляції індивідуальних житлових будинків.

**Методи дослідження.** Використані такі методи дослідження: бібліографічний пошук, системно - структурний аналіз, виробничі спостереження, порівняльний аналіз.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в теоретичному обґрунтуванні сучасних методів теплоізоляції індивідуальних житлових будинків та розвитку науково - методологічних підходів і практичних рекомендацій з формування механізмів щодо її реалізації. Теоретично обґрунтовано науково - методологічний підхід до оцінки економічного ефекту від теплоізоляції індивідуальних житлових будинків.

Удосконалено теоретичні положення теплоізоляції індивідуальних житлових будинків, зокрема: уточнено поняття енергоефективності (раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища).

**Практичне значення одержаних результатів** роботи полягає у виявленні сучасних методів теплоізоляції індивідуальних житлових будинків. Практичне значення мають обґрунтування економічної ефективності; розрахунок протиконденсаційних заходів; визначення втрат тепла через різні частини будівлі, рекомендації для впровадження запропонованих заходів.

Практичне використання результатів роботи і впровадження запропонованих у ній заходів може дати позитивний ефект, підвищити рівень енергоефективності і сприяти збільшенню економії ресурсів.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення дослідження було викладено на VI Всеукраїнській студентській науково - технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (м. Тернопіль, 24 - 25 квітня 2014 р).

**Публікації.** Результати магістерської роботи опубліковано у одній праці - збірнику тез доповідей науково-технічної конференції. За результатами досліджень опубліковано тези доповідей загальним обсягом 0,38 др. арк.

**Структура роботи.** Дипломна робота містить вступ, 7 розділів, висновки, загальним обсягом 137 сторінок основного тексту, а також 3 таблиці, 54 рисунки, 11 формул, список використаних джерел з 36 найменувань і 1 додаток (обсягом 6 сторінок).

**Ключові слова:** *теплоізоляція, енергоефективність, індивідуальні житлові будинки, зовнішня теплоізоляція, внутрішня теплоізоляція.*

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund.** Die thermische Behaglichkeit von Privathäusern ist einer der Schlüsselfaktoren für die Gewährleistung wesentlichen sanitären Bedingungen der menschlichen Präsenz im Raum. Mit einer ständig steigenden Preise für Grund Energie und erhebliche Außenhandels unseres Landes hängt davon ab, Energieversorger, ist die Frage der Verbesserung der Energieeffizienz und Senkung des Energieverbrauchs in den Haushalten als mehr und erhalten eine besondere Bedeutung aufgrund der dringenden Notwendigkeit, Geld für ihren Unterhalt zu sparen. Probleme wie Wissenschaftler engagiert Isolierung: Y.L. Bobrov, E.G. Ovcharenko, B.M. Shoyhet, E.Y. Petukhov, A.P. Feinde, K.F. Fokin, V.N. Theologie, O.D. Samarin, I.S.Kammerer N.I. Umnyakova, L.P. Zarubin, K.K. Pushkarev, G.M. Badyina, S.M. Kochergina. Allerdings bleibt die Frage unstrukturierten Methoden der Isolierung, nur wenige Informationen über die moderne Materialien. Vor diesem Hintergrund Hintergrund Forschung überbetont, weil es kann dazu beitragen, die Energieeffizienz von Wohnbedingungen für die Durchführung der Arbeiten in der Praxis zu erhöhen.

**Beziehungen zu akademischen Programme, Pläne, Themen.** Theme entspricht der Richtung der öffentlichen Forschung und Programme, einschließlich beispielsweise:

1. Ternopil. Das Programm der Energieeffizienz, Energieeinsparung und thermo Wohnen und soziale Infrastruktur der Ternopil 2012-2015. Die Entscheidung des Stadtrates von 16.02.12 p. №6 / 19/1 "Über die Genehmigung der Energieeffizienz, Energieeinsparung und thermo Wohnen und soziale Infrastruktur der Ternopil 2012-2015".

2. Die Entscheidung der Iwano-Frankiwsk Stadtrat von 07.03.2013r. № 984-34 Über thermische Modernisierung Gehäuse Ivano-Frankivsk für 2013-2015.



3. Drei Jahre in Folge in Kamenez-Podolsk umgesetzt groß angelegtes Programm "Warm-Haus", das bei energiesparenden Häusern soll. Das Projekt umfasst die Kofinanzierung Kommunen und Gemeinden gegen 50% bis 50%. 3. INC "Vinnitsa kommunalen Fondsanlage."

4. Vinnitsa. Programm für Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden stimulieren Eigentumswohnungen "energieeffizientes Bauen. Schritt für Schritt "auf dem Zweijahreszeitraum 2012-2020.

5. September Gruppe StarLightMedia, die das STB, Novy, ICTV, M1, M2, QTV umfasst, startete eine Sozialkampagne zum Energiesparen "Speichern Sie die Hitze." Domain svoeteplo.org (auch svoyeteplo.ukr) hat eine Website, die einfach den Anweisungen für jeden ukrainischen vorgesehen, unabhängig von Einkommen, kann warm zu halten. Von der günstigste (Put-Hitzeschild für die Batterie) an den komplexesten (Verhalten von Energieaudits Haus, legte Wärmezähler und Regler für Wetterhäuser).

Die Verwendung von wissenschaftlichen Forschungsarbeiten in der Master-Arbeit findet ausreichend.

**Der Zweck und die Ziele der Studie.** Das Ziel dieser Arbeit ist theoretische Rechtfertigung moderner Methoden der Isolierung von Privathäusern.

Der Zweck definiert die Aufgaben, die in diesem Papier gelöst werden:

- zeigen, den Inhalt, die Ziele und Aufgaben Isolierung von Privathäusern;
- betrachten die theoretischen und methodischen Grundlagen Dämmung von Privathäusern;
- beschreiben die Grundlagen der thermischen Berechnung;
- prüfen, Methoden der vorhandene Wärmeisolierung ;
- Entwicklung von Maßnahmen, um die Isolierung zu verstärken;
- rechtfertigen die Kosteneffizienz der Wärmedämmung von Privathäusern;
- Beschreiben Eigenschaften Sicherheit bei Arbeiten an Isolierung;
- untermauern die Sicherheit in Krisensituationen;

- prüfen, Umweltfragen Isolierung.

**Der Gegenstand der Untersuchung.** Der Gegenstand der Untersuchung - Isolierung von Privathäusern

**Zweck der Studie.** Das Ziel der Studie ist es, die Verwendung von modernen Verfahren und Materialien zur Isolierung von Privathäusern.

**Methods. Verwendet** die folgenden Methoden: Literatursuche , System - Strukturanalyse, Produktionsüberwachung, vergleichende Analyse.

**Wissenschaftliche Neuheit der Ergebnisse** ist die theoretische Begründung der modernen Methoden der Isolierung von Privathäusern und der wissenschaftlichen - methodische Ansätze und Empfehlungen zu den Bildungsmechanismen für ihre Umsetzung. In der Theorie, die wissenschaftlich - methodischer Ansatz den wirtschaftlichen Effekt der Isolation der einzelnen Häuser zu bewerten.

Verbesserte Dämmung theoretischen Grundlagen der einzelnen Häuser, darunter: ein Konzept der Energieeffizienz (die rationelle Nutzung der Energieressourcen zu erreichen ökonomisch rational Effizienz bestehender Energieressourcen in den tatsächlichen Umfang der Technik und Technologie und mit der Umwelt zu erfüllen).

**Die praktische Bedeutung der Ergebnisse** der Arbeit ist es, die modernen Methoden der Isolierung von Privathäusern zu identifizieren. Wie wichtig sind Wirtschaftlichkeitsgründen; Berechnung protykondensatsiynyh Maßnahmen; Bestimmung der Wärmeverlust durch die verschiedenen Teile des Gebäudes, Empfehlungen für die vorgeschlagenen Maßnahmen.

Praktische Anwendung der Arbeiten und die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen kann einen positiven Effekt haben, die Energieeffizienz verbessern und dazu beitragen, die Wirtschaft der Ressourcen zu erhöhen.

**Testen Ergebnisse der Master-Arbeit.** Fachtagung "Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften - Die wichtigsten Bestimmungen der Studie wurde auf der VI ukrainischen Studenten wissenschaftliche geschrieben. Aktuelle Themen "(. M Ternopil, 24-25 April 2014).

**Publikationen.** Die Ergebnisse der Masterarbeit in einem veröffentlichten - das Buch der Zusammenfassungen von wissenschaftlichen und technischen Konferenz. Nach Recherchen veröffentlicht Zusammenfassungen von insgesamt 0,38 dr. F.

**Struktur der Arbeit.** Thesis enthält Einführung 7 Kapitel, Schlussfolgerungen, insgesamt 137 Seiten aus dem Haupttext und 3 Tabellen, 54 Abbildungen, 11formul Liste der Quellen mit 36 Items und 1 Anwendung (bis zu 6 Seiten).

**Stichworte:** Isolierung, Energieeffizienz, einzelne Häuser, Außendämmung, Innendämmung.

## ВСТУП

Сучасна будівля – це складний комплекс різних інженерних систем, конструкцій і матеріалів, до якого пред'являються досить жорсткі вимоги, не лише такі традиційні, як стійкість до зовнішніх дій, естетичність і довговічність, але й нові, що відповідають сучасним уявленням про цілі та завдання будівництва. Серед них перш за все виділяють: енергоефективність – максимальне зниження енергоспоживання при експлуатації будівлі (мінімізація витрат питомої енергії на одиницю об'єму); екологічність – безпека експлуатації будівлі, комфортність мешкання в ній у поєднанні з економією паливних ресурсів і зниженням шкідливих викидів в атмосферу [1].

З метою зниження експлуатаційних витрат та підвищення комфортності приміщення застосовується конструкція теплоізоляції, в якій шар утеплювача кріпиться до несучої частини конструкції за рахунок клейових і механічних засобів.

Оцінюючи сучасний стан проблеми теплоізоляції індивідуальних житлових будинків, варто зазначити, що перший етап забезпечення енергоефективності об'єктів будівництва в Україні було здійснено в 1993-1995 роках, коли значно зросли нормативні вимоги до рівня опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель і споруд різного призначення, що призвело до переходу на енергоефективні багат шарові огорожувальні конструкції, а також були введені вимоги до обов'язкового обліку енергоспоживання в будівлях, що забезпечило зниження експлуатаційних витрат енергоресурсів при експлуатації нових та реконструйованих будівель до 30%. Практично розв'язаними є питання особливостей конструктивно-технологічних рішень фасадних систем мокрого типу з утепленням, проте прогалини проявляються у несистематизації методів

теплоізоляції, мало інформації у науковій літературі про сучасні матеріали. Світовими тенденціями у розв'язанні проблеми теплоізоляції є впровадження енергозберігаючих та енергоефективних заходів, використання екологічних матеріалів. На цьому тлі актуальність теми «Сучасні методи теплоізоляції індивідуальних житлових будинків» важко переоцінити, оскільки вона може допомогти підвищити енергоефективність житла за умови впровадження результатів роботи у практику.

Провідними є фірми Термолайф, Ceresit, Хантер-Стар, Optiroc, Isover. Проблемами теплоізоляції займалися такі вчені: Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова, А.П. Врагов, К.Ф. Фокін, В.Н. Богословський, О.Д. Самарін, І.С. Каммерер, Н.І. Умнякова, Л.П. Зарубіна, К.К. Пушкарьова, Г.М. Бадьїна, С.М. Кочергіна, що є фахівцями даної галузі.

Мета даної роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні сучасних методів теплоізоляції індивідуальних житлових будинків. Галузь застосування – цивільне будівництво.

Об'єкт дослідження – теплоізоляція індивідуальних житлових будинків. Предметом дослідження є використання сучасних методів і матеріалів для теплоізоляції індивідуальних житлових будинків. Використані такі методи дослідження: бібліографічний пошук, системно - структурний аналіз, виробничі спостереження, порівняльний аналіз.

Тема роботи відповідає напрямку державних досліджень та програм, зокрема таким як:

1. Тернопіль. Програма енергоефективності, енергозбереження та термомодернізації житлового фонду і об'єктів соціальної інфраструктури міста Тернополя на 2012-2015 роки. Рішення міської ради від 16.02.12 р. №6/19/1 «Про затвердження Програми енергоефективності, енергозбереження та термомодернізації житлового фонду і об'єктів соціальної інфраструктури міста Тернополя на 2012-2015 роки».

2. Рішення Івано-Франківської міської ради від 07.03.2013р. № 984-34 Про програму теплової модернізації житлового фонду Івано-Франківська на 2013-2015 роки

3. Три роки поспіль в Кам'янці-Подільському реалізується масштабна програма «Теплий дім», метою якої є енергозбереження житлових будинків. Проект передбачає співфінансування міської влади та громади у відношенні 50% на 50%. 3. МКП «Вінницький фонд муніципальних інвестицій».

4. Вінниця. Програма стимулювання впровадження енергозберігаючих заходів у будинках ОСББ «Енергоефективний будинок. Крок за кроком» на 2012-2020 рр.

5 вересня група StarLightMedia, в яку входять телеканали СТБ, Новий, ICTV, M1, M2, QTV, запустила соціальну кампанію з енергозбереження «Збережи своє тепло». На домені svoeteplo.org (також своетепло. укр) запущено сайт, на якому надаються прості інструкції, як кожен українець, незалежно від доходів, може зберегти тепло. Від найдоступнішого (поставити тепловий екран за батареєю) до найскладнішого (провести енергоаудит будинку, поставити лічильник тепла і погодний регулятор на багатопверхівку).

Використання цих науково дослідних праць має місце в магістерській роботі в достатній мірі.

## **РОЗДІЛ 1**

# **ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

## 1.1 Стан наукової задачі з питання теплоізоляції

Процеси теплообміну і теплопередачі відіграють важливу роль в природі, різних галузях техніки та побуті. В побуті нас оточує велика кількість теплообмінних приладів, пристроїв і машин, що забезпечують комфортні умови життя сучасного суспільства. Практично немає такої галузі промислового виробництва, де більшою чи меншою мірою не використовуються процеси та апарати для перенесення теплоти і виробництва енергоємної продукції. А.П. Врагов у своїй праці «Теплообмінні процеси» розкрив ці питання.

Ю.Л. Бобров, Е.Г. Овчаренко, Б.М. Шойхет, Е.Ю. Петухова у роботі «Теплоизоляционные материалы и конструкции» дали інформацію про стан виробництва, класифікацію, будову, властивості основних теплоізоляційних матеріалів і конструкцій, а також області їх раціонального застосування. Значну увагу приділено фізичним властивостям ефективних теплоізоляційних матеріалів, методам їх контролю, екологічної та технологічної безпеки, а також дослідженню і прогнозуванню довговічності в умовах експлуатації. В особливий спосіб виділено опис теплоізоляційних конструкцій, дано принципи їх розрахунку і проектування. У розділі, що стосується технології та обладнання теплоізоляційних робіт, описані основні практичні прийоми і засоби ведення цих робіт, а також способи контролю якості теплової ізоляції. У роботі викладено основні відомості про властивості і технології традиційних і нових теплоізоляційних матеріалів і конструкцій, які застосовуються в сучасному будівництві, вперше комплексно розглянуті питання виробництва, контролю якості та застосування теплоізоляційних матеріалів і конструкцій не тільки для цілей житлового та промислового будівництва, але також і в конструкціях теплової ізоляції інженерних мереж та промислового обладнання. В особливих розділах виділені описи не тільки нових теплоізоляційних конструкцій і принципи проектування, а й основи дослідження та прогнозування їх довговічності. Крім



того, по методологічним міркуванням розглянуто дані, які, з одного боку, сприяють розширенню теоретичного кругозору в областях, на яких базуються основи технології виробництва, проектування та раціонального застосування теплоізоляційних матеріалів і конструкцій в сучасному і перспективному будівництві, а з іншого боку, дозволять отримати необхідні практичні знання [5].

Теплопередачу для традиційного конструктивного рішення без додаткового утеплення вивчали К.Ф. Фокін та В.Н. Богословській, О.Д. Самарін [6], А.І.Бородін [7]. Авторами запропоновано новий спосіб влаштування прорізу в зовнішніх стінах з поглибленням із зовнішнього боку [8]. На запропоноване конструктивне рішення одержано патент України на корисну модель [9].

Наведений принцип додаткового утеплення потрібно застосувати у зовнішньому куті стіни при фасадній теплоізоляції. Ефективність запропонованого рішення залежить від конструкції стіни і можливостей виконання додаткового поглиблення, а також виду та товщини утеплювача.

У посібнику «Теплоізоляція в промисловості та будівництві» І.С.Каммерера охоплені практичні проблеми теплоізоляції в промисловості та будівництві. З його допомогою успішно вирішуються практичні завдання, що зустрічаються при проектуванні, влаштуванні та дослідженні теплоізоляції. Автор розглядає основи теорії і техніку розрахунку теплоізоляції, види сучасних теплоізоляційних матеріалів і конструкцій, вплив на їх властивості вологи і температури, процес переносу в них вологи; наводяться формули, таблиці і діаграми, гранично спрощують практичне вирішення задач теплоізоляції промислових будівель і споруд; наводяться сучасні норми і гарантії. Праця призначена для виробників і проектувальників, аспірантів, студентів, викладачів вищих навчальних закладів будівельної та інших спеціальностей, а також працівників енергетичної, хімічної та інших галузей промисловості.

Автор пропонує спрощення інженерного розрахунку теплоізоляції та тепловтрат. На відміну від інших посібників з теплоізоляції показані формули для розрахунку тепловтрат з урахуванням впливу торців і кутів в стінах, наприклад,

печей і будівель.

До переваг роботи треба віднести наявність допоміжних таблиць для визначення втрат тепла через теплоізоляцію в приміщеннях, на відкритому повітрі і при безканалних прокладках в ґрунті. Таблиці дозволяють не робити теплових розрахунків в багатьох випадках типового проектування теплоізоляції промислових трубопроводів і апаратів. При цьому досягається цілком достатня надійність, якщо ще врахувати, що, як правило, дійсні величини коефіцієнта теплопровідності конструкцій рідко відомі або гарантовані з похибкою, меншою ніж 10%.

У праці можна знайти також практичні рекомендації на ті випадки, коли звичайною теплоізоляцією не можна досягти необхідного гальмування теплообміну з навколишнім середовищем. Такі випадки можуть зустрітися при перекачуванні застиглих рідин по трубах малих перерізів. Особливо корисні дані про вплив вологи на теплопровідність, про теплоємності матеріалів при різних температурах, про температуропровідності і теплові активності, про рівноважні вологість матеріалів при різному ступені насичення повітря.

Труднощі при проектуванні будинків виникають через нестачу даних про фактичну вологість матеріалів в огорожувальних конструкціях. Автор в деякій мірі заповнює цю прогалину. Зроблена спроба виразити практичну вологість органічних матеріалів в огороженнях як функцію максимальної рівноважної вологості в повітрі.

Належне місце в праці відведено опису методів економічної оцінки теплоізоляції. Запропоновано метод наближеного розрахунку теплоізоляції паропроводів силових установок. Наводяться таблиці, графіки для спрощення обчислення економічно вигідних товщин теплоізоляції.

Велика заслуга дослідника в аналізі численних експериментальних і практичних даних по впливу на коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів вологи, температури, різнорідних включень, необхідних для виконання конструкцій. Такий аналіз дозволив йому рекомендувати найбільш ймовірні

величини коефіцієнта теплопровідності за групами матеріалів, встановити залежності цих величин від різних факторів. Ці рекомендації легко застосовувати на практиці: вони представлені у вигляді таблиць і найпростіших графіків. Треба віддати належне автору в оцінці експериментальних методів визначення коефіцієнтів теплопровідності будівельних матеріалів і теплових потоків через стіни будівель і теплоізоляцію трубопроводів. Особливо докладно він зупиняється на дослідженні вологих матеріалів і відзначає неминучість спотворень результатів при застосуванні для цієї мети приладів стаціонарної теплопровідності.

З вичерпною повнотою описана техніка виміру потоків тепла через теплоізоляцію трубопроводів і стіни будівель. З нестационарних методів визначення коефіцієнта теплопровідності описані тільки два: метод Крішер (при квазістационарному режимі) і метод з лінійним джерелом тепла в варіанті Хельда. Більш повно представлені лічильники теплоти на принципі допоміжної стінки з різноманітних матеріалів товщиною від 30 до 0,1 мм. Автором використані результати нових досліджень, виконаних в різних країнах [10].

Питанням щодо конструкції житлових будинків, що дозволяють знизити тепловтрати в приміщенні займалась Н.І. Умнякова у дослідженні «Як зробити дім теплим». Розглянуто сучасні будівельні тепло-, гідро- і пароізоляційні матеріали, які можуть бути використані при будівництві індивідуальних будинків і для додаткового утеплення квартир.

Ця праця допоможе з мінімумом затрат побудувати сучасний теплий будинок, раціонально використовуючи будівельні матеріали. У ній розглянуто питання передачі тепла через різні будівельні конструкції, запропоновані варіанти вибору типу стін, перекриттів, дахів, вікон в залежності від кліматичних умов району будівництва.

Знання основ тепло- і вологопередачі дозволить не тільки вибрати матеріали, але і правильно встановити тепло-, паро-і гідроізоляцію, захистити будинок від відсирівання і грибків, зробити його надійним, довговічним, теплим.

Крім порад, як звести ту чи іншу конструкцію будинку, в книзі дані

рекомендації з утеплення існуючих стін, вікон, перекриттів, викладені також можливі варіанти опалення садових будиночків - від використання сонячної енергії за допомогою досить простих конструкцій до традиційних печей і камінів. Усе це автор пропонує зробити своїми руками. Витрати, пов'язані із створенням теплового комфорту в приміщеннях в зимовий час і в холодну, непогожу погоду, незабаром себе виправдають, бо дозволять зберегти значні кошти на опалення [11].

"Теплоізоляція будівель і споруд. Матеріали та технології" - це праця Зарубіної Л.П., де узагальнено та систематизовано багаторічний досвід роботи провідних наукових, проектних і виробничих організацій, які займаються проблемою теплоізоляції будівель і споруд; наведені класифікація і властивості теплоізоляційних матеріалів (неорганічних, органічних), область їх застосування; розглянуто технології теплоізоляції покрівель, огорожувальних конструкцій, фундаментів, стін підвалів, підлог, дорожнього полотна та магістральних трубопроводів; дано відомості про механізми та обладнання для виробництва теплоізоляційних робіт [12].

Пушкарьовою К.К. досліджено основні положення сучасного матеріалознавства, які базуються на принципах композиційної побудови будівельних матеріалів [13]; розглянуто втілення будівельних матеріалів в архітектурні рішення минулого, а також показано вплив матеріалів та нових технологій на архітектуру майбутнього; наведено основні види будівельних матеріалів та виробів, їх склад, структуру, властивості, особливості отримання та застосування в екстер'єрі та інтер'єрі будівель і споруд. Особлива увага приділена будівельним матеріалам різного функціонального призначення – конструкційним, теплоізоляційним, покрівельним і гідроізоляційним, оздоблювальним, акустичним, а також матеріалам для проведення ремонтних та реставраційних робіт з урахуванням їх переваг та недоліків [14].

У праці Г. М. Бадьїна «Будівництво та реконструкція малоповерхового енергоефективного будинку» узагальнено та систематизовано практичні

рекомендації та науково-методичні поради з будівництва та реконструкції малоповерхового енергоефективного будинку відповідно до вітчизняних та зарубіжних стандартів і норм споживання енергії; розглянуто архітектурно-планувальні та інженерні рішення будівництва котеджів та будинків замиського типу з максимально комфортними умовами проживання; описана теплоізоляція стін і дахів, герметизація і гідропароізоляція, установка енергозберігаючих вікон, захист фундаментів і підвалів від промерзання, утеплення стін та ін.; приділено увагу влаштуванню систем опалення, енергопостачання та вентиляції; показано використання екологічно чистих будівельних матеріалів, конструкцій і технологій [15].

На сьогоднішній день на вітчизняному ринку пропонується широка гамма теплоізоляційних матеріалів, що включає в себе вироби з мінерального і скляного волокон, вироби з спінених полімерів, ніздрюваті бетони та ін. Слід зазначити, що волокнисті теплоізоляційні матеріали як в Україні, так і за кордоном становлять понад 65 % загального обсягу застосовуваних теплоізоляційних матеріалів. У довіднику «Забудовник. Ізоляція. Матеріали і технології» автора С.М. Кочергіна наводиться оглядова інформація по продукції найбільш великих на вітчизняному ринку виробників і постачальників теплоізоляційних матеріалів. Наводяться технічні характеристики найбільш широко застосовуваних у вітчизняній практиці видів і марок волокнистих теплоізоляційних матеріалів і теплоізоляційних пінопластів із зазначенням їх призначення і області застосування в будівництві, промисловості. При складанні довідника використані як нормативні документи, так і рекламні матеріали різних виробників, а також дані, опубліковані на сайтах компаній в Інтернеті, тому наведені в довіднику технічні характеристики матеріалів в деяких випадках можуть відрізнятися від даних, зазначених в технічних свідоцтвах (ТС) і сертифікатах відповідності [16].

Як показує дослідження, на даний час питання теплоізоляції розглядалося з різних кутів і багатьма українськими і зарубіжними вченими [5 -16]. Багато літератури є про матеріали для утеплення, зокрема синтетичні [5. 10 -13], проте,

по натуральних матеріалах - мало, що за даних умов є дуже актуальним, оскільки допоможе в повній мірі оцінити різноманітність і переваги природного утеплення.

Питання опису методів економічної оцінки теплоізоляції потребує особливої уваги, оскільки за даної ситуації в країні ця проблема постає гостро. За даного стану наукових досліджень це питання необхідно більше вивчати.

Велика заслуга дослідників в аналізі численних експериментальних і практичних даних по впливу на коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів вологи, температури, різнорідних включень, необхідних для виконання конструкцій [10], але не до кінця висвітлено питання теплоізоляції саме індивідуальних житлових будинків. Інформація про сучасні методи утеплення будівель потребує систематизації.

## **1.2 Доцільність проведення дослідження, зміст, цілі та завдання теплоізоляції**

Загально визнано, що саме традиційна енергетика найбільше впливає на довкілля і спричинює зміни клімату, наслідки яких стають все відчутнішими в різних куточках планети. Звичайно, найбільша відповідальність лежить на енергоспоживанні у промисловості, однак житлово - комунальне господарство також високими темпами нарощує споживання природних ресурсів та шкідливі викиди у атмосферу.

Доцільність проведення дослідження базується на стрімкому зростанні цін на енергоресурси, що зробило питання енергозбереження та енергоефективності актуальним і близьким для кожного жителя України. Особливо гострим воно є для власників приватних будинків - зростання цін на газ усе суттєвіше відбивається на сімейних бюджетах. У результаті формується попит на енергозберігаючі заходи, зокрема утеплення будинків. Однак утеплення, виконане

з порушенням спеціальних технологічних вимог, може призвести до сумних наслідків: від зниження комфорту проживання в оселі аж до руйнування будинку.

Загальна тенденція глобальної температури за період геологічних змін показує, що клімат був переважно спекотним за винятком п'яти льодовикових періодів. Останній з них відбувся у Четвертинному періоді, в якому ми зараз живемо. Але сучасні зміни у кліматі не можуть вважатися звичайними. Через масштабність та швидкість нинішнє потепління можна описати як екстраординарне в історії нашої планети [5, ст. 13].

На рисунку 1.1 показано кількість радіації що надходить на земну поверхню і відбивається нею.



Рисунок 1.1 - Кількість сонячної радіації що надходить і відбивається від земної поверхні

Стиль нашого життя та характер щоденного споживання призводить до викидів великої кількості парникових газів. Парникові гази, які утворюються у результаті діяльності ТЕС, транспорту, сільського господарства, промисловості, а

також лісових пожеж, викликають посилення парникового ефекту в атмосфері, що веде до підвищення середньої температури на планеті. Посилення парникового ефекту відіграє важливу роль у зміні клімату. Кожен із нас повинен зрозуміти, що викиди парникових газів необхідно зменшити. Сучасна зміна клімату, в основному, пов'язана саме з викидами парникових газів, що є результатом діяльності людини. Стрімке зростання населення з першої половини XX століття було справжнім стрибком у історії людства (рисунок 1.2). Демографічна проблема зачіпає інтереси всього людства. До проблем народонаселення слід віднести також неконтрольовану урбанізацію в країнах, що розвиваються, кризу великих міст у деяких розвинутих країнах.



Рисунок 1.2 – Зв'язок зростання кількості населення і збільшенням викидів парникових газів

Дуже швидко зростає глобальне споживання енергії на душу населення. Цей процес пов'язаний із винаходом палива з нафти. Кожен мешканець Заходу споживає у 1000 разів більше енергії ніж у інших частинах світу (рисунок 1.3).



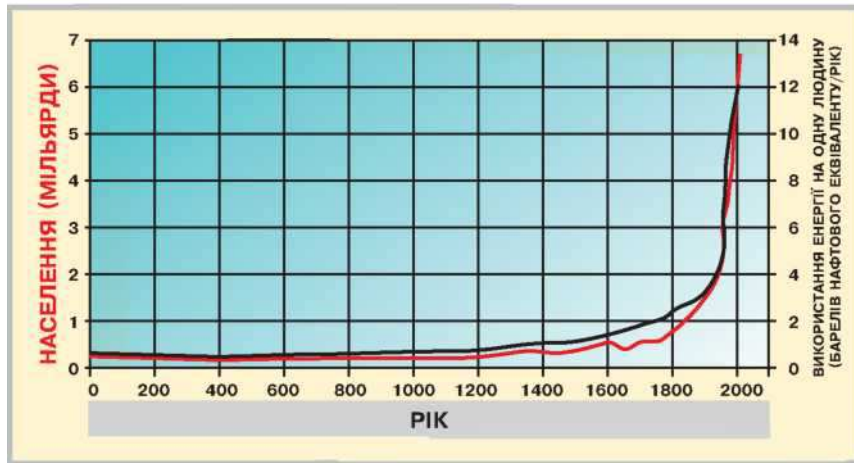


Рисунок 1.3 – Зв’язок між кількістю населення та використанням нафти

Враховуючи зростання кількості населення вдвічі та обсягів споживання енергії на людину, можна зробити логічний висновок про вагоме зростання загального споживання енергії в світі (рисунок 1.4).

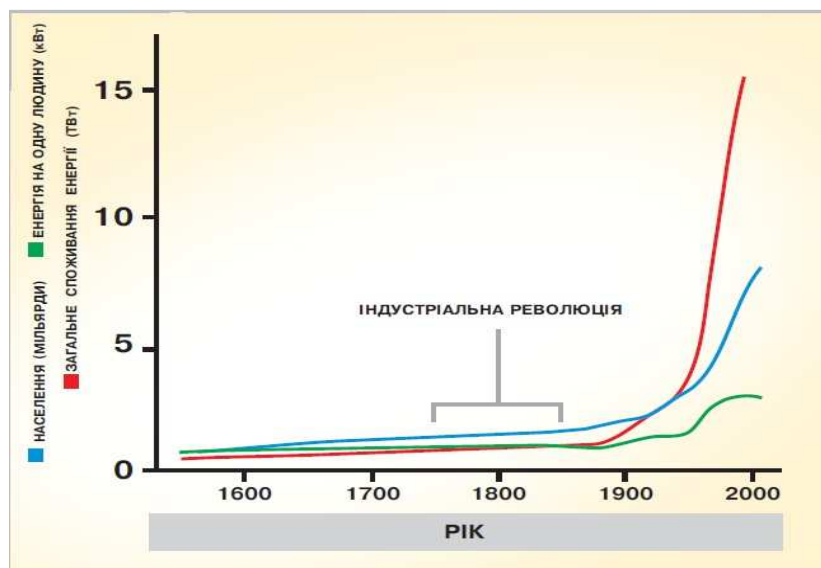


Рисунок 1.4 - Зв’язок між кількістю населення та споживанням енергії

За два останніх покоління споживання енергії в світі збільшилося у 10 разів (рисунок 1.5).

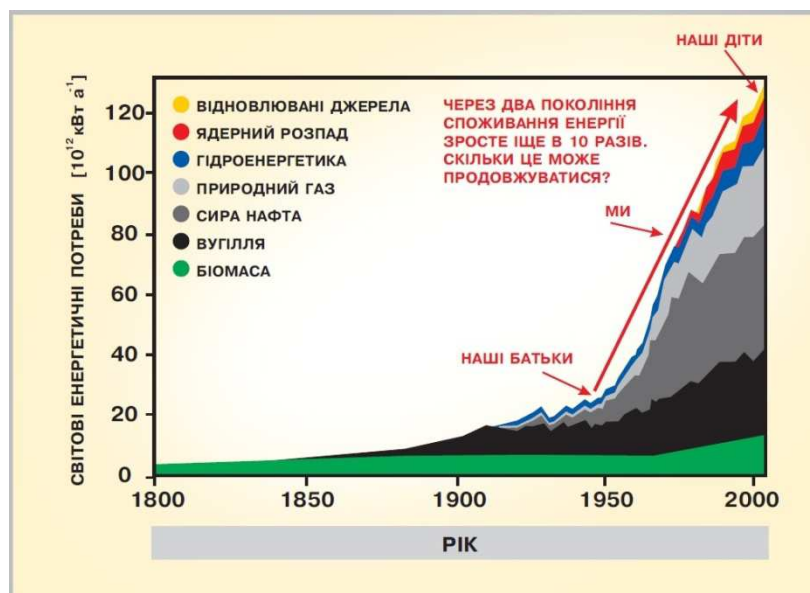


Рисунок 1.5 – Світові енергетичні потреби у різні періоди розвитку людства

У результаті стрімкого зростання споживання викопного палива викиди парникових газів збільшуються у тій самій пропорції, що показано на рисунку 1.6.

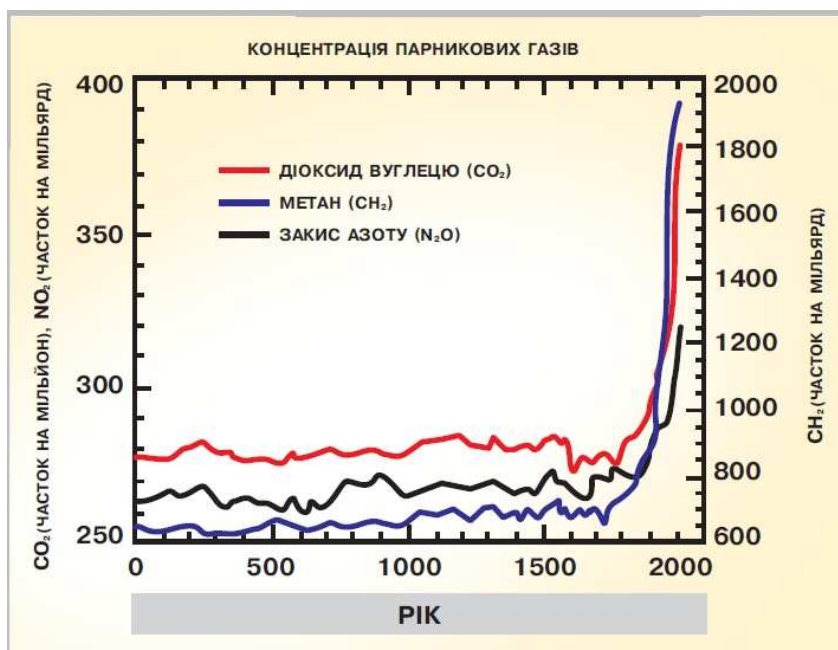


Рисунок 1.6 – Співзалежність між використанням викопного палива та кількістю парникових газів

Викиди антропогенного походження відповідають за більш як 3/4 викидів діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>). Споживання викопного палива (виробництво енергії, паливо для транспорту, опалення домівок, промисловість) є основною причиною цього явища. Зміни в землекористуванні, включаючи знеліснення, посідають друге місце серед причин, що відповідають за всесвітнє підвищення викидів парникових газів (17% від загальної кількості) [17, с. 140].

Глобальне потепління поглиблює нерівність між різними географічними регіонами планети. Населення найбільш бідних країн світу є більш вразливим до змін клімату, незважаючи на те, що воно найменш відповідальне за нього. Країни, що розвиваються, не здатні захистити себе від впливу цього феномена або пристосуватися до нього. Зміна клімату підвищує небезпеку для найбіднішого населення (території проживання, доступність харчових продуктів, медичного обслуговування, води й енергії, житла...), збільшуючи соціально-економічну прірву [17, с. 256].

Жителі найбідніших країн стають першими жертвами сучасних та майбутніх кліматичних змін. Це пов'язано з розташуванням, низькими доходами, браком ресурсів та інституційної спроможності, а також із тим, що економіка цих країн найбільше спирається на сектори, залежні від клімату, як-от, сільське господарство.

Навіть для Європи наслідки будуть різними для кожної окремої території. Загалом, наслідками можна вважати наступні зміни: підвищення рівня океану, танення льодовиків, збільшення сили та частоти природних катастроф, спустелювання.

У Східній Європі вчені передбачають зникнення льодовиків, зменшення снігового періоду, зсунення ареалів розповсюдження дерев на північ, значну втрату біорізноманіття, зростання кількості зсувів, зменшення врожайності, збільшення ерозії ґрунтів, підвищення рівня моря, підвищення солоності внутрішніх морів [18, с. 140]. Ще одним наслідком підвищення споживання викопного палива є його вичерпування. Між цими даними існує зв'язок. Нафта,

газ та вугілля, які називають викопним паливом, формувалися протягом усього періоду існування нашої планети та не можуть бути відтворені людиною. Земля має певну кількість такого палива, але за сучасного рівня споживання ці ресурси скоро не зможуть задовольнити потреб людства. Енергетичну кризу постачання у майбутньому визнають не лише вчені, але й експерти нафтових та енергетичних компаній. У цьому контексті часто вживають термін «пік нафти», яким називають максимальну кількість нафти, що ми можемо добути [17, с. 134]. Нафтові компанії наводять різні оцінки того, коли вони досягли свого піку нафти, але наблизивши ці дані до середнього, можна сказати, що зараз ми знаходимося саме на піку (див. рисунок 1.7).

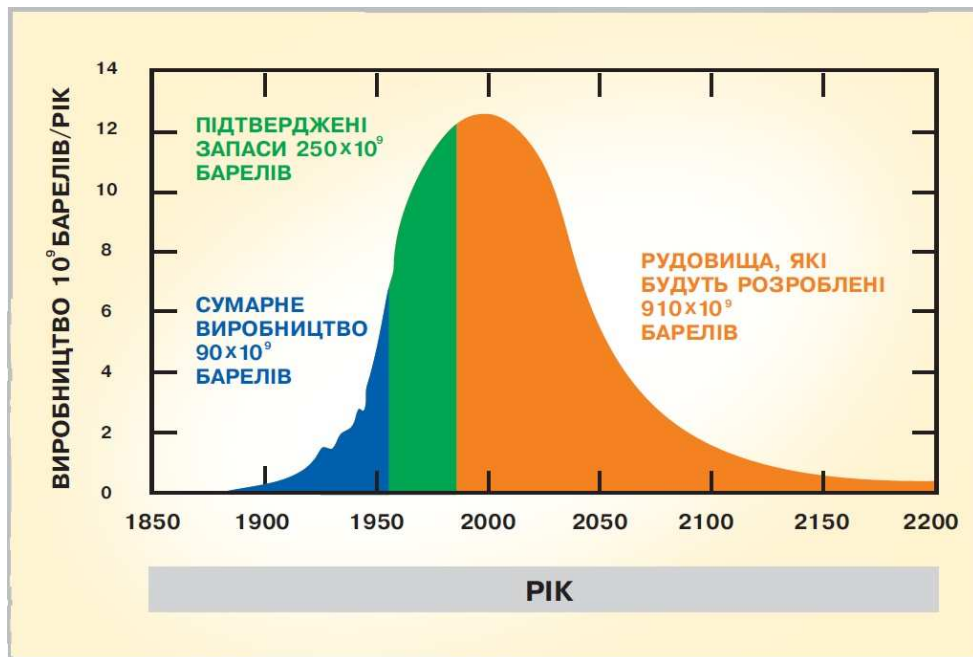


Рисунок 1.7 – «Пік» видобування нафти

Сучасна цивілізація не може відмовитися від споживання енергії, тому єдиним виходом з цієї ситуації є її раціональне споживання. Сьогодні житлові будівлі є колосальними споживачами енергії, тому енергозбереження в будівництві набуло великого значення. В умовах зростання цін на енергоносії, теплоізоляція - одне з рішень збереження тепла, зниження шкідливого впливу на

навколишнє середовище і разом з тим економії грошових коштів. При використанні того чи іншого теплоізоляційного матеріалу, необхідно пам'ятати, що даний захід має бути ефективним і економічно вигідним [12, с. 25].

Для створення комфортних умов у приміщенні, а також для економії енергії і грошових коштів, все частіше використовують внутрішню і зовнішню теплову ізоляцію. При утепленні будинку, як із зовнішньої, так і з внутрішньої сторони використовуються різні теплоізоляційні матеріали.

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

Теплоізоляція - невід'ємна частина сучасної енергетики, тому її вибір і застосування - важлива проблема, яка потребує вирішення. Проблема енергозбереження належить до пріоритетних напрямів розвитку науки, технологій і техніки. Особливе місце у вирішенні даної проблеми відводиться зовнішнім стінам будинків, теплотехнічні характеристики яких не забезпечують необхідний рівень теплозахисту [15, с. 9].

Забезпечити сучасні вимоги по приведеному опору теплопередачі зовнішніх стін будівель, використовуючи одношарові і однорідні конструкції, при дотриманні прийнятно товщин не є можливим. Тому стає очевидним необхідність у розробці нових технічних рішень неоднорідних зовнішніх стін будівель з штучних елементів.

Енергозбереження - реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, спрямованих на ефективне (раціональне) використання (і економне витрачання) паливно-енергетичних ресурсів [16, с. 56].

Витік тепла відбувається через огорожувальні конструкції. Це горища, дахи, перекриття, вікна та двері в під'їздах, підвали і підлоги. Значна кількість

тепла йде через вентиляцію. Крім того, самі стіни, більшості багатоквартирних будинків володіють низьким теплозахистом. Слід зазначити, що стіни виконані з різних матеріалів, отже, вони мають різні властивості, в тому числі і теплотехнічні. Основною такою характеристикою є опір теплопередачі. Загалом, опір теплопередачі показує яка кількість тепла піде через квадратний метр захисної конструкції при заданому перепаді температур. Істотні втрати йдуть на підігрів що потрапляє всередину приміщення зовнішнього повітря (по-науковому інфільтрація, в народі протяг).

Енергозберігаючі заходи у будинку в цілому можуть забезпечити зниження втрат тепла на 55-60% [11, с. 325].

Парникові гази, утому числі  $CO_2$ , є основним фактором прискореного підвищення глобальної температури.  $CO_2$  утворюється під час виробництва енергії з викопного палива, такого як вугілля, газ і нафта. Щоб досягти значного скорочення викидів  $CO_2$ , необхідно:

- зменшити споживання енергії;
- розвивати та використовувати відновлювані енергоносії.

Вважається, що 80% усієї енергії витрачається на «паливо» для нашої щоденної діяльності: керування автомобілем, приготування їжі, освітлення, прання, підігрівання води та інше, і більше ніж 60% з них іде на опалення наших будинків. Тому опалення є найвагомим пунктом енергозбереження.

Окрім екологічних причин, існують також інші аргументи на користь поліпшення стандартів утеплення, а це:

- зменшення витрати енергії;
- збереження здоров'я;
- підвищення комфорту.

Дослідження показали, що на енергію витрачається до 25% доходів середньостатистичної української родини. Кількість енергії, що витрачається на опалення, в основному, залежить від утеплення будівлі. Чим краще утеплена споруда - тим менше споживання енергії. Зменшення витрат енергії на опалення

будинку означає, що можна купувати менше деревини, вугілля, газу чи нафти.

Інвестиція в теплоізоляцію дозволить економити гроші кожного року в довготривалій перспективі і навіть збільшити економію, якщо врахувати заплановане підвищення цін на енергоносії в наступні роки.

Підвищення цін на пальне вже примусило більшість родин відмовитися від центрального опалення та перейти на індивідуальні печі. Такі печі на твердому паливі (дрова, торф, вугілля тощо) зазвичай є низькоефективними і задимлюють приміщення, принаймні при розпалюванні, а іноді й довше. Цей дим шкідливий, тому чим його менше - тим здоровіші мешканці.

Водночас утеплення робить приміщення теплішим і менш вологим, що значно поліпшує житлові умови і зменшує ризик багатьох захворювань.

Теплоізоляція будинку дозволяє не лише економити енергію, але й підвищує комфорт за рахунок підвищення температури повітря й стін, уникнення потоків повітря із зовні, можливості опалювати більше кімнат взимку.

Приклад 1: температура повітря в приміщенні  $19^{\circ}\text{C}$ , температура зовнішньої стіни  $12^{\circ}\text{C}$ , температура, яку ми відчуваємо -  $15,5^{\circ}\text{C}$ . Наслідок: прогріти повітря до  $26^{\circ}\text{C}$ , щоб відчути комфортну температуру  $19^{\circ}\text{C}$  (рисунок 1.8).

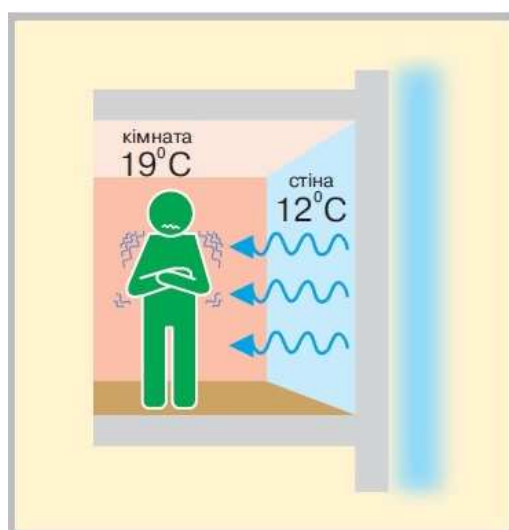


Рисунок 1.8 – Вплив температури в кімнаті і холодної стіни на комфорт

Температура, яку відчуває людина, залежить від теплообміну із середовищем. Тому навіть якщо повітря в кімнаті прогріте до  $19^{\circ}\text{C}$ , а стіни холодні, людина відчуватиме більш низьку температуру і мерзнутиме.

Приклад 2: температура повітря в приміщенні  $19^{\circ}\text{C}$ , температура зовнішньої стіни  $18^{\circ}\text{C}$ , температура, яку ми відчуваємо -  $18,5^{\circ}\text{C}$ . Температура ізолюваної стіни вища, тому  $19^{\circ}\text{C}$  достатньо, щоб людина почувалася комфортно (рисунок 1.9).

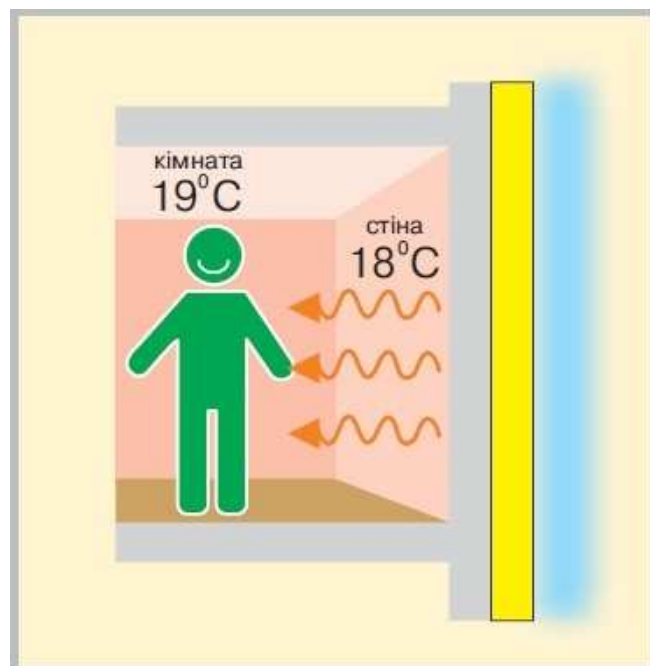


Рисунок 1.9 - Залежність комфортної температури в кімнаті від холодної стіни

Іншими параметрами комфорту є якість повітря, вологість, стабільність температури повітря, потік повітря, зменшення залежності від енергії.

Якщо в закриті приміщення потрапляє недостатньо свіжого, збагаченого киснем, повітря, то воно стає несвіжим, перевантаженим запахами та вуглекислим газом. Тому будинок необхідно регулярно провітрювати. Водночас провітрювання дозволяє позбутися вологості, яка разом із забрудненням становить небезпеку для здоров'я мешканців.



Занадто вологе повітря в приміщенні не є комфортним. Надмірна вологість впливає, як на наші організми, так і на будинки. Вона змінює сприйняття температури в теплі й холодні пори року. У надто вологому приміщенні нам холодніше взимку і спекотніше влітку, через те, що волога впливає на здатність потіти, яка є природною охолоджуючою системою організму. Тривала вологість може послабити тепловий опір та структурні показники будівельних матеріалів. Деякі матеріали у вологості створюють сприятливе середовище для бактерій та грибків, небезпечних для здоров'я мешканців.

Потоки повітря підвищують теплообмін за рахунок конвекції. Чим більший потік, тим більше людина буде відчувати холод. Віконна рама, крізь яку «витікає» тепле повітря взимку, це негативний приклад. Можливість перехресної вентиляції влітку - позитивний.

У неутепленому будинку із неконтрольованою системою опалення температура буде змінюватися часто, більше того, у кожній точці будинку температура може бути різною. Обидва явища викликають дискомфорт.

Оскільки більшість споживачів не виробляють енергію самостійно і не є власниками первинних енергоресурсів, вони повинні купувати паливо (деревину, вугілля, торф) для опалення своїх будинків. Ця ситуація робить споживача залежним від постачальника енергії та ринку. Якщо ціни піднімаються або паливо стає недоступним, споживач страждає.

Отже, загальна ситуація глобальної температури показує, що середній її річний показник щоразу підвищується. Це пов'язано зі збільшенням викидів парникових газів, що у свою чергу є через зростання кількості населення. За рахунок раціонального використання енергетичних послуг можливе зменшення споживання енергії. Одним із рішень цієї проблеми є теплоізоляція будівель, що окрім екологічних причин, має також інші аргументи на свою користь а це: збереження енергії, менша необхідність обігрівати повітря всередині приміщення й підвищення комфорту.

Іншими параметрами комфорту є якість повітря, вологість, стабільність

температури повітря, потік повітря, зменшення залежності від енергії. Якість повітря досягається вентиляцією, що в свою чергу забезпечить оптимальну вологість. Стабільність температури повітря досягається при усуненні потоків холодного повітря та зрівноваженні температур стіни і повітря у приміщенні. Те, що більшість споживачів купує енергію робить їх залежними від постачальника, тому чим менше споживається, тим більша незалежність.

## **Висновки до розділу 1**

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.

На даний час питання теплоізоляції розглядалося у різноманітних працях протягом багатьох десятиліть. Багато літератури охоплює практичні проблеми теплоізоляції в промисловості та будівництві. З її допомогою можна успішно вирішувати практичні завдання, що зустрічаються при проектуванні, влаштуванні та дослідженні теплоізоляції. Багато інформації про синтетичні матеріали, а от про екологічні матеріали - мало, що за даних умов є дуже необхідним. Поза увагою залишилося питання специфіки утеплення індивідуальних житлових будинків. Також мало уваги у джерелах приділено екологічним та сучасним матеріалам. Матеріал по сучасних методах теплоізоляції потребує систематизації.

Індивідуальні 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.

## **РОЗДІЛ 2**

# **ОСНОВИ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ**

## 2.1. Теплопровідність, як здатність речовини переносити теплову енергію

Теплопровідність - це передача тепла через масу матеріалу, позначається літерою  $\lambda$  (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 ( $\text{m}^2\text{°C}/\text{Ватт}$ )

t : товщина матеріалу (м)

$\lambda$ : термальна провідність ( $\text{Ватт}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ )

Отже, якісний утеплювач має низьку провідність і високий опір.

Втрату тепла крізь різні будівельні матеріали можна побачити за допомогою тепловізора. Тепловізор (інфрачервона камера) - оптико-електронний прилад для візуалізації температурних полів та вимірювання температури, який переважно працює в інфрачервоній частині електромагнітного спектру.

Тепловізори поділяють за принципом дії на сканувальні та з

багатоелементним приймачем випромінювання. Приймач випромінювання може бути охолоджуваним або неохолоджуваним. Принцип дії тепловізора базується на перетворенні випромінення інфрачервоного спектру в видимий діапазон світлового випромінення. Спектральний діапазон, в якому працюють тепловізори, визначається інтервалами довжин хвиль в області максимуму енергії випромінення об'єктів спостереження в відповідних параметрах прозорості атмосфери. Зазвичай це інтервали довжин хвиль від 3,5 до 5,5 мкм або від 8 до 13,5 мкм. Сучасні тепловізори дозволяють виявити об'єкти, які мають температурні контрасти до десятих і навіть до сотих долей градусів, і формують зображення високої якості.

Сучасні промислові тепловізори дозволяють вимірювати температури в діапазоні від -50 до 2 000 °С.

Основними технічними параметрами тепловізорів є:

- діапазон вимірюваних температур
- роздільна здатність по температурі (різниця температур, еквівалентна шуму)
- поле зору
- миттєве поле зору (просторова роздільна здатність)
- робочий спектральний діапазон
- кількість елементів у приймачі випромінювання.

На основі теплового розрахунку і даних по окремих теплоізоляційних матеріалах WECF (міжнародна організація по збереженню довкілля) провела дослідження. На прикладі нижче зображено будинок, який було частково модернізовано із покращенням теплоізоляції. Камера надає кольорове зображення різних температур: більш теплі ділянки позначені «теплыми» кольорами (від жовтого до червоного). Холодні ділянки позначені на рисунку 2.1 «холодними» кольорами (від зеленого до синього).



Рисунок 2.1 – Фото тепловізором утепленого будинку [30]

У цьому випадку синій колір означає, що добре ізольовані стіни ззовні холодні і тепло не виходить у зовнішній простір. Жовтий колір показує гарячі стіни, які не було утеплено, тому тепло виходить назовні.

На рисунку 2.2 можна бачити теплограму будинку у якому основні втрати тепла йдуть крізь стіни (забарвлені світлим), у той же час втрати тепла скрізь покрівлю лишаються мінімальними (забарвлено синім).



Рисунок 2.2 – Знімок тепловізором будинку з великими втратами тепла [31]

Знімок старого будинку тепловізором зображено на рисунку 2.3.

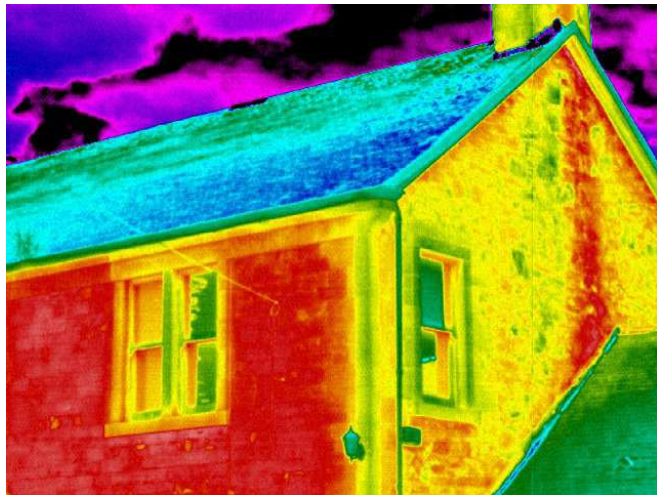


Рисунок 2.3 - Знімок старого будинку теплові зором [32]

Через бокову стіну будинок втрачає тепло. У старих будівлях стіни легко пропускають холод. Так як термін служби будівлі вже закінчився, оскільки їй більш 50 років, стіна, як правило, набирає вологість, деє осипається, значить, потрібно робити оновлення фасаду, утеплювати додатково стіни будинків.

На рисунку 2.4 можна бачити теплограму будинку, фасад якого був облицьований продукцією фірми Поліфасад.



Рисунок 2.4 – Знімок тепловізором фасаду, що був облицьований продукцією фірми Поліфасад [31]



Із вищенаведеного видно, що утеплений будинок це енергоефективний будинок.

У цегляному будинку ситуація гірша. Правда, через вікна є незначна втрата тепла (рисунок 2.5). Станом на сьогодні неякісний монтаж вікон справа звичайна.

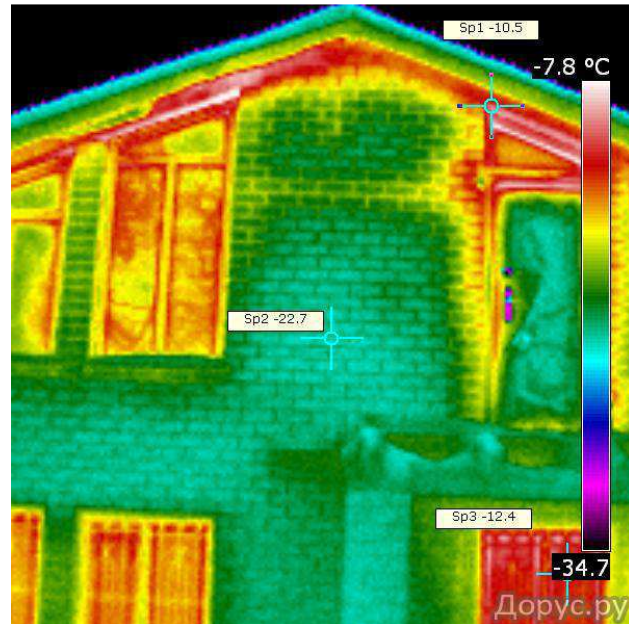


Рисунок 2.5 - Знімок цегляного будинку теплові зором [32]

У будинках, де тепловізор показує тепловтрати, може бути цілком комфортна для мешканців температура. Питання у іншому - скільки можна економити на опаленні, якщо привести всі будинки у порядок.

Тепло завжди проходить крізь будівельний матеріал із найнижчим R-показником (опором). У зв'язку з цим стіна завжди складається із декількох різних матеріалів (рисунок 2.6). Потрібно уникати матеріалів, які мають низький R-показник.

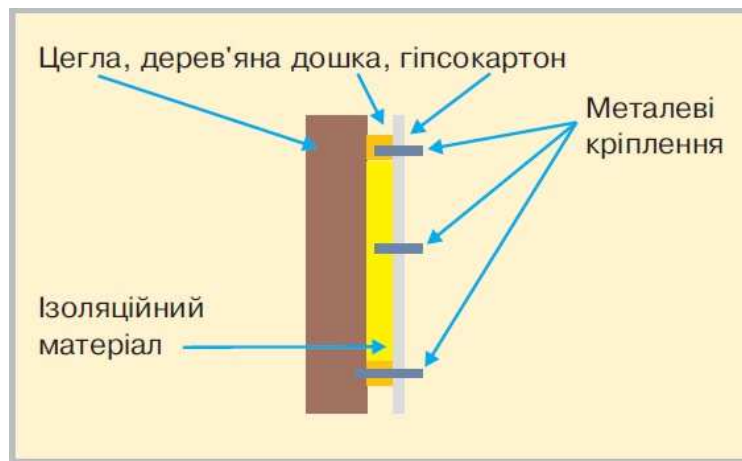


Рисунок 2.6 – Орієнтовна схема теплової ізоляції

Серед використаних матеріалів саме металеві кріплення спричиняють появу термального мосту і втрати тепла. Декілька металевих деталей не завдадуть багато втрат, але якщо їх більше, це може стати проблемою. Теплоізоляційні матеріали повинні мати коефіцієнт теплопровідності, не більший, ніж  $0,18 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  і середню густину, не більшу за  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Із вищесказаного випливає, що при виборі матеріалу для утеплення необхідно обирати той, де показник теплопровідності найменший. За допомогою тепловізора можна оприділити ті місця, які спричиняють найбільші втрати тепла.

На знімках тепловізором видно що витік тепла відбувається переважно через неутеплені стіни. У старих будівлях стіни швидко пропускають холод. Якщо будинок утеплений, втрати тепла практично відсутні. Ще одну проблему створює неякісний монтаж вікон через які тепло тікає з приміщення.

Для уникнення тепловтрат слід використовувати матеріали з високим  $R$  - показником, такі як деревина, гіпсокартон та ін.

## 2.2. Конвекція та її вплив на обмін теплом

Конвекція - це передача тепла шляхом руху молекул у рідинах та газах. Шляхом конвекції гази та рідини рухаються з холодної зони до більш теплої. У будівлі також відбувається рух тепла за рахунок конвекції: всередині кімнати (рисунок 2.7), між внутрішнім повітрям і стіною, між стіною і зовнішнім повітрям.

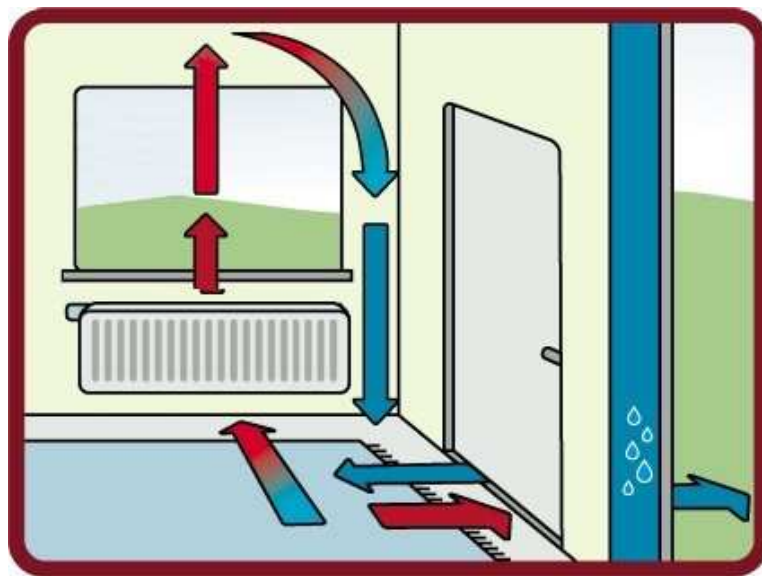


Рисунок 2.7 – Конвекція всередині кімнати

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. 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.

### **2.3. Сонячна радіація, як передача тепла через електромагнітні хвилі**

Усі об'єкти з температурою випромінюють тепло. Випромінення (променевий теплообмін), подібно до теплопровідності та конвекції, є видом теплообміну.

Випроміненням енергія може передаватися на великі відстані і не потребує наявності речовини між тілами. Яскравий приклад - випромінення Сонця, яке досягає Землі, проходячи відстань 149 000 000 км крізь майже безповітряний простір.

Енергію випромінюють усі тіла - і сильно, і слабо нагріті. Чим вища температура тіла, тим більше енергії воно випромінює. Тіла з темною поверхнею поглинають і випромінюють енергію краще, ніж тіла зі світлою поверхнею, а тому швидше нагріваються і охолоджуються. Променевий теплообмін, як і інші види теплообміну, поширений у природі та використовується у побуті.

Радіації не потрібна ніяка матеріальна основа для передачі, її випромінюють багато різних джерел. Найбільш важливі для помешкань типи

радіації - це сонячне теплове й світлове випромінювання, зокрема парниковий ефект, який воно спричинює.

Радіація може поглинатися й відбиватися. Ці параметри залежать від характеристики матеріалів, особливо від кольору та типу поверхні.

Сонячний цикл змінюється протягом усього року. Влітку сонце стоїть високо у небі, а взимку знаходиться низько (рисунок 2.8).

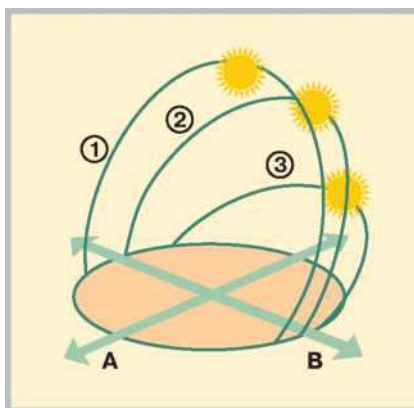


Рисунок 2.8 - Сонячний цикл

А – північ, В – захід, 1 – червень, 2 - вересень / березень, 3 – грудень

Взимку сонце знаходиться нижче, і сонячні промені можуть потрапляти у будинок крізь вікна (рисунок 2.9).



Рисунок 2.9 – Використання сонячної радіації взимку

Сонячна радіація - це безкоштовний енергетичний ресурс, що допомагає

обігрівати помешкання.

Влітку сонце знаходиться вище, тому до будівлі потрапить менша його кількість. Оскільки обігрів не потрібен, захист від сонця поверх вікон дозволить обмежити доступ сонячних променів і запобігти перегріву (рисунок 2.10).

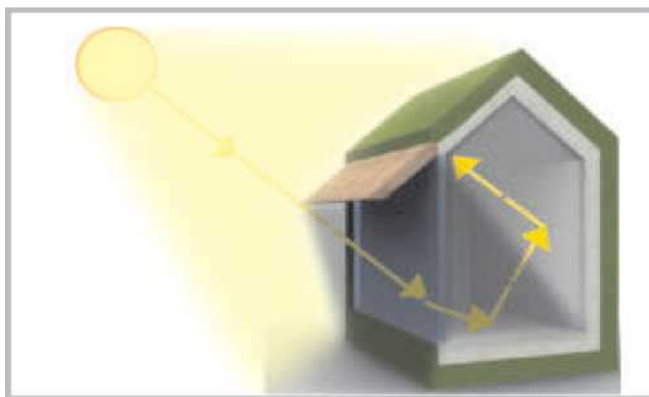


Рисунок 2.10 – Вплив сонячної радіації літку

Сезонні рослини, наприклад широколисті дерева, це іще одна можливість створити тінь влітку. Коли дерева втратять листя взимку, для сонячного світла не залишиться ніяких перепон.

Вночі перенесення тепла шляхом радіації здійснюється від теплого будинку до холодного зовнішнього середовища крізь вікна. Це також прояв втрати тепла. Цьому легко можна запобігти, якщо використовувати жалюзі або непрозорі штори, щоб закрити вікна вночі (таблиця 2.1). Це заощадить до 10% енергії.

Таблиця 2.1 – Втрати тепла з шторами і без (ватт/М<sup>2</sup>°С)

$U_w$ (ватт/М <sup>2</sup> °С)	Немає штор	Є штори
Звичайне скло	5	4
Подвійне скло	2,9	2,3

Якщо вікно має звичайне скло, то втрати тепла дорівнюватимуть 5

ватт/М<sup>2</sup>°С, а якщо є штори – то 4. Тобто економія тепла суттєва.

Отже, застосування принципів дії сонячної радіації для підвищення енергоефективності будівлі необхідне при проектуванні. Показники радіації залежать від характеристики матеріалів, особливо від кольору та типу поверхні. Слід встановлювати під певним кутом козирки на вікна, оскільки влітку це допоможе вберегти приміщення від перегріву, взимку - промені можуть потрапляти у будинок без перешкод, оскільки сонце знаходиться нижче.

#### 2.4. Термальна маса матеріалів

Термальна маса - це термін, що характеризує здатність зберігати тепло у матеріалі. Цей параметр може бути використано для регулювання рівня температури всередині будівлі (рисунки 2.11, 2.12). Чим більша термальна маса, тим триваліше вона може протидіяти втраті тепла. Ця здатність майже повністю залежить від маси матеріалів та їхньої питомої ваги. Чим більша питома вага, тим вища термальна маса.

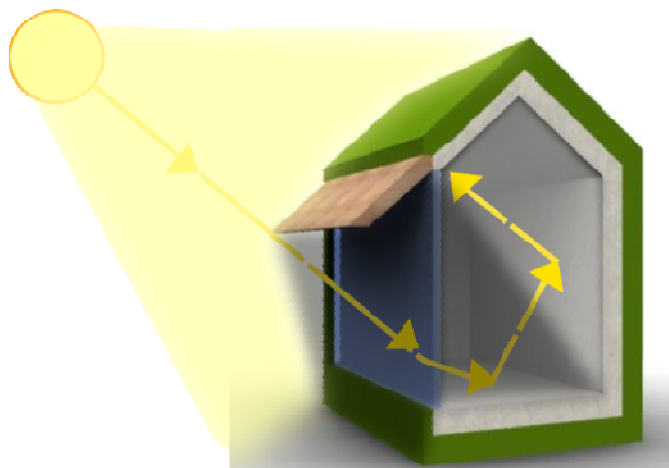


Рисунок 2.11 – Накопичення тепла в матеріалі у день



Рисунок 2.12 - Вивільнення збереженого тепла з матеріалу у ночі.

Це стає особливо актуальним у спекотні літні місяці, коли додаткове сонячне тепло створює навантаження на огорожуючі конструкції будівлі. Вдень тепло накопичується у матеріалах, а всередині приміщення зберігається комфортна температура. Вночі температура у приміщенні знижується, і тепло, що зберігалось у матеріалах, вивільняється й підтримує комфортну температуру. Чим більша термальна маса, тим пізніше буде вивільнена додаткова теплова енергія. Термальна маса - концепція у будівництві, яка описувала процес того, як маса будівлі згладжує приплив і відтік тепла при зміні добової температури, званий також ефектом маховика [19].

Термальна маса є еквівалентом теплоємності, здатності зберігати енергію тепла. Позначається символом  $C_{th}$  і вимірюється в Дж / °С або Дж / К (рівнозначно). Термін «термальна маса» застосовується для резервуарів з водою, машин та їх частин, живих організмів та інших об'єктів у техніці та біології. У таких випадках говорять про «ємності теплоти».

Із сказаного вище випливає, що при коливанні зовнішньої температури протягом доби, велика термальна маса всередині покритої ізоляцією будівлі може згладжувати їх за допомогою того, що термальна маса здатна



поглинати енергію тепла, коли навколишня температура вища, ніж самої будівлі, і, відповідно, віддавати тепло, коли навколишня температура нижче, не досягаючи при цьому теплової рівноваги. У цьому відмінність від ізоляційної характеристики матеріалу, яка знижує теплопровідність і просто продовжувати утримання енергії всередині будівлі.

## **Висновки до розділу 2**

У розділі 2 ми досліджували поняття тепла, та шляхи його передачі. Тепло - це енергія, яка переходить від одного джерела до іншого, якщо їхня температура відрізняється. Передача тепла відбувається трьома шляхами: теплопровідністю, конвекцією і радіацією. Характер і якість передачі тепла будуть залежати від різних параметрів кожного зі шляхів передачі: рівня температури, характеристики матеріалів, вітру тощо. Тепло гарячого джерела завжди передається холодному.

Гарячі предмети у прохолодній кімнаті охолонуть до кімнатної температури. Холодні предмети у теплій кімнаті нагріються до кімнатної температури. Теплопровідність - один з найважливіших показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визначають їхню належність до групи теплоізоляційних або конструктивно-теплоізоляційних. Теплопровідність це здатністю матеріалу передавати енергію у вигляді теплоти від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Така здатність характеризується коефіцієнтом теплопровідності, який залежить від ступеня пористості й характеру пор, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу.

Конвекція - переніс теплоти у рідинах, газах або сипких середовищах потоками речовини. Розрізняють природну, або вільну, і вимушену конвекцію.

Природна конвекція виникає при нерівномірному нагріві (нагріві знизу) речовин, що знаходяться у полі сили тяжіння. Речовина, нагріта сильніше, має меншу щільність і під дією сили Архімеда  $F_A$  переміщається відносно менш нагрітої речовини.

Сонячна радіація — випромінювання Сонця, яке поширюється у вигляді електромагнітних хвиль.

Електромагнітна радіація поширюється у вигляді електромагнітних хвиль зі швидкістю світла і проникає у земну атмосферу. До земної поверхні сонячна радіація доходить у вигляді прямої і розсіяної радіації. До 47% загальної кількості радіації, що надходить на верхню межу атмосфери, досягає поверхні Землі й поглинається нею, 25% затримується атмосферою — розсіюється молекулами газів та домішками. Всього Земля одержує від Сонця менше однієї двомільярдної його випромінювання.

Сонячна радіація — головне джерело енергії для всіх фізико-географічних процесів, що відбуваються на земній поверхні і у атмосфері. Кількість сонячної радіації залежить від висоти Сонця, географічної широти місцевості, пори року, прозорості атмосфери. Для вимірювання сонячної радіації використовують актинометри і піргеліометри.

Концепція у будівництві, яка описувала процес того, як маса будівлі згладжує приплив і відтік тепла при зміні добової температури, званий також ефектом маховика.

При коливанні зовнішньої температури протягом доби, велика термальна маса всередині покритого ізоляцією будівлі може стабілізувати ці коливання за допомогою того, що термальна маса здатна поглинати енергію тепла, коли навколишня температура вища, ніж самої будівлі, і, відповідно, віддавати теплоенергію, коли навколишня температура нижче, не досягаючи при цьому теплового рівноваги. У цьому відмінність від ізоляційної характеристики матеріалу, яка знижує теплопровідність і дозволяє нагріватися і остигати практично без зовнішнього впливу і просто продовжувати утримання енергії

всередині будівлі.

Правильне проектування будинку допомагає мінімізувати втрату тепла і максимізувати ефективний розподіл сонячної енергії що надходить. Кількість необхідної теплової маси (матеріали, що акумулюють тепло) у великій мірі залежить від клімату. Важкі будівлі з великою тепловою масою комфортніші у спекотному сухому або холодному кліматі, але у спекотному і вологому кліматі такі будівлі малоефективні. У прохолодному кліматі тепла маса діє як теплової резерв на випадок холодної погоди, покращуючи, таким чином, комфортність і скорочуючи потребу у допоміжному обігріві.

**РОЗДІЛ 3**

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ**  
**ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЖИТЛОВИХ**  
**БУДИНКІВ**

### 3.1. Внутрішня ізоляція, її різновиди та переваги

Кожен матеріал може бути класифіковано за його здатністю проводити тепло або чинити тепловий опір. При будівництві провідник, такий як метал, використовують для забезпечення стійкості конструкції, але для досягнення добрих термальних результатів він не повинен торкатися інших частин будівлі, які є добрими провідниками тепла. Пряме поєднання будівельних елементів, внутрішньої частини приміщення із зовнішньою, що мають високу провідність, називають термальним мостом, тому що він у прямому сенсі допомагає теплу переходити із одного місця у інше (рисунок 3.1).

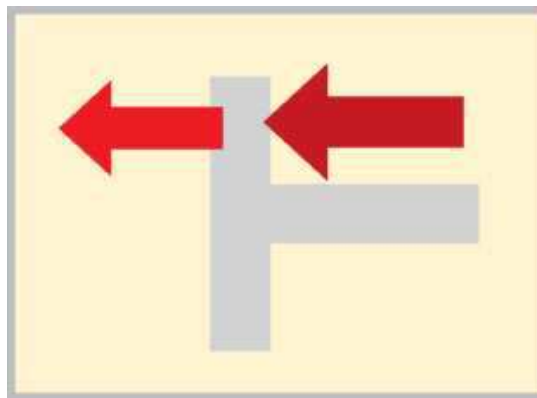


Рисунок 3.1 – Приклад виходу тепла із будинку шляхом провідності через неізольовану стіну.

За Умняковою Н.П. [11, с.160] методи теплоізоляції діляться на внутрішній і зовнішній, розподілений.

Внутрішня теплоізоляція будівлі допомагає швидше обігріти приміщення. Це означає, що для досягнення комфортної температури у кімнаті буде потрібно менше енергії. Але це не забезпечує так званої термальної маси і призводить до того, що зовнішні стіни швидко охолоджуються вночі. Тепло буде шукати свій шлях крізь неізольовані стіни, що поєднанні із зовнішніми, доки не «втече» через

термальні мости (рисунок 3.2).

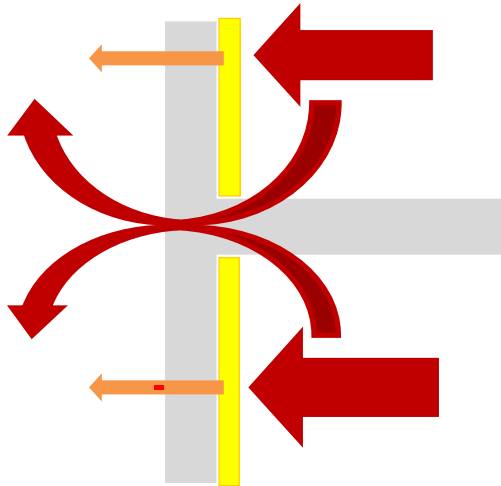


Рисунок 3.2 – Вихід тепла через термальний міст при внутрішній теплоізоляції

Внутрішня теплоізоляція використовується коли у пам'ятки архітектури фасад змінювати не можна, іноді треба утеплити лише кілька приміщень, або для додаткової ізоляції підвальних приміщень.

Професійна теплоізоляція внутрішніх приміщень може швидко, і не викликаючи додаткових проблем, принести економію. При цьому важливий вибір матеріалів, щоб запобігти утворенню грибка між стіною і шаром ізоляції [5, ст. 87].

Існує цілий ряд переваг внутрішньої теплоізоляції:

- не змінює зовнішнього вигляду будівлі;
- не потребує шару стійкої до води штукатурки або облицювання;
- кімнати швидко прогріваються;
- не потребує великих фінансових витрат;
- може використовуватися для додаткової ізоляції підвалів.

Недоліки внутрішньої ізоляції:

- приміщення, де встановлюють таке утеплення, неможливо використовувати за призначенням протягом ремонту;
- зменшує розмір кімнати;
- нижча ізоляційна здатність;
- вищі витрати на опалення;
- швидке охолодження приміщень після вимкнення системи опалення;
- морозо-небезпечності для водопроводу [10, ст. 157].

До внутрішніх конструкцій відносяться внутрішні стіни будівлі, міжкімнатні перегородки, стелі. У окрему групу слід виділити підлоги, оскільки їх утеплення є навантажувальною конструкцією, тоді як вище перелічені конструкції відносяться до не навантажувальних. Для їх утеплення необхідно застосовувати легкі мінераловатні матеріали з невеликою товщиною.

Як правило, застосування теплоізоляційних мінераловатних плит завтовшки 50 мм і щільністю 35 кг на куб. м дозволяє помітно поліпшити внутрішній температурний режим у приміщенні - збільшується теплоізолююча здатність утеплювача і не допускається скупчення вологи. Надлишки вологи, як правило, можуть привести до утворення цвілі, промерзання несучих конструкцій і, відповідно, до швидкого їх руйнування.

Теплоізоляція внутрішніх конструкцій, безумовно, дещо зменшує внутрішній простір приміщень, але отримані переваги щодо комфортності проживання є більш важливими.

Роботи з монтажу утеплювальних систем внутрішніх конструкцій можна проводити за будь-яких погодних умов. Крім того, мінераловатні утеплювачі ефективні і безпечні для утеплення балконів і лодж, що розширюють життєвий простір приміщень.

На рисунку 3.3 зображено встановлення ізоляційного шару з внутрішньої частини стіни

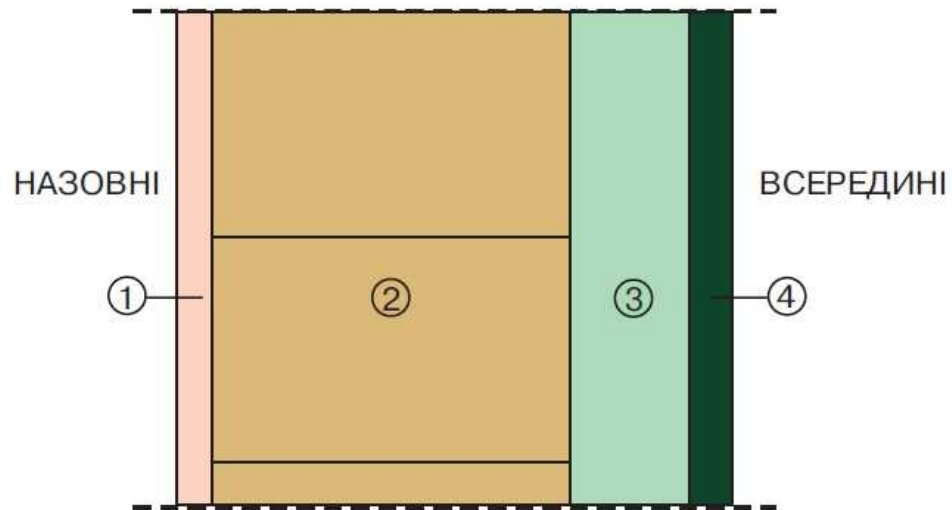


Рис. 3.3 - Встановлення ізоляційного шару з внутрішньої частини стіни

1. зовнішня штукатурка; 2. стіна; 3. ізоляційний матеріал;
4. штукатурка або гіпсова панель.

Приклади внутрішньої теплоізоляції пінопластом з фанерою, панелі з очерету + гіпсові дошки показані на рисунках 3.4 – 3.5.



Рис. 3.4 - Приклад внутрішньої теплоізоляції пінопластом з фанерою





Рис. 3.5 – Приклад утеплення стіни панелями з очерету

На рисунках 3.6 – 3.8 наведені приклади утеплення різних елементів помешкання від ТМ «Термолайф» [20].

Схема утеплення міжкімнатних перегородок

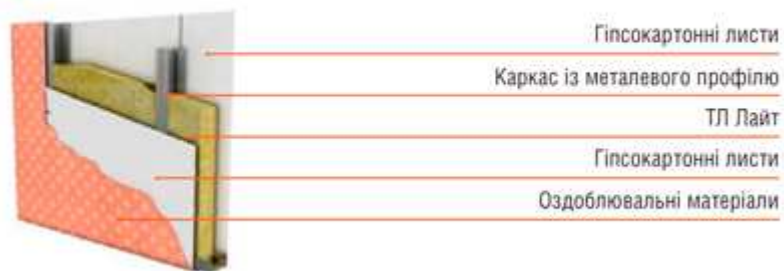


Рисунок 3.6 – Внутрішнє утеплення міжкімнатних перегородок

Схема утеплення каркасних стін

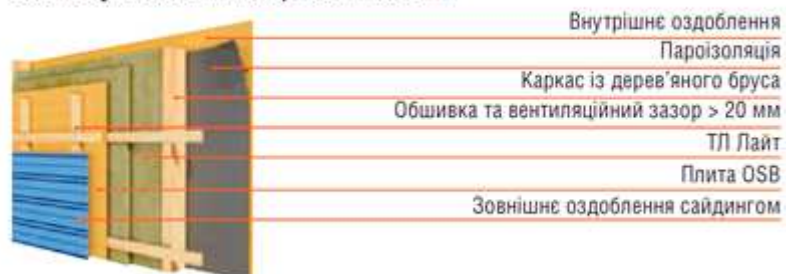


Рисунок 3.7 – Внутрішнє утеплення стін

Схема утеплення горизонтальних перекриттів, стелі

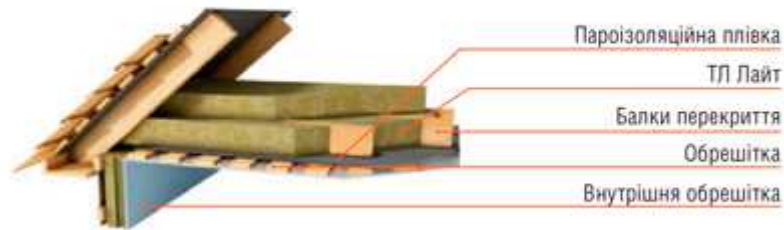


Рисунок 3.8 – Внутрішнє утеплення стелі на горизонтальних перекриттях[20]

Видом продукції ТМ Термолайф що застосовуються для внутрішнього утеплення є:

ТЛ Лайт / Еколайт- для звуко- і теплоізоляції легких стін і покрівельних конструкцій, у тому числі для вертикальних і похилих стін у мансардах, міжповерхових перегородок і перекриттів, для підлогових покриттів. У той же час такі плити не повинні піддаватися значним навантаженням [20].

Отже, теплоізоляція внутрішніх конструкцій має такі переваги: суттєво знижуються витрати на опалювання будівлі; надійно зберігається тепло всередині приміщення; забезпечується якісна пароізоляцію без щілин і дефектів; покращується звукоізолююча здатність стін, стель і перегородок. Але має суттєвий недолік – термальні мости.

### **3.2. Зовнішня ізоляція як засіб боротьби з «термальним мостом»**

За умови зовнішньої теплоізоляції для досягнення комфортної температури у кімнаті потрібно більше часу. Але відбувається підвищення термальної маси, що, за умови правильного облаштування, залишає менше можливостей для термальних мостів (рисунок 3.9). Це призводить до більш герметичної оболонки

будівлі ікращої загальної енергоефективності, оскільки стіни будуть тримати тепло всередині довше.

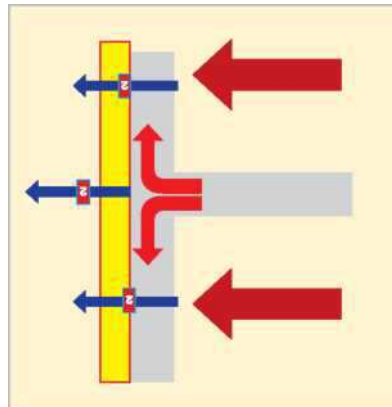


Рисунок 3.9 – Зовнішня теплоізоляція і відсутність термального мосту

Зовнішня теплоізоляція помітно скорочує перенесення тепла з внутрішніх приміщень назовні. Тепло кімнати проникає у стіни і там гальмується. Після вимикання системи опалення спрацьовує «ефект голландської печі». Стіни віддають тепло назад у приміщення. Тобто кімната не відразу остигає. Клімат всередині приміщення врівноважується. Тепла кам'яна стіна, крім того, запобігає шкоду, що наноситься морозом системі водопроводу, розташованої у кам'яній стіні. Влітку теплоізоляція захищає стіни від сонця. Непереносна спека зовні не проникає у приміщення. І ще одне маленьке «але»: при зовнішній ізоляції не втрачається житлове внутрішній простір.

Теплоізоляція буває активна і пасивна. У даній роботі розглядається лише пасивна – це безперервний теплоізоляційний конверт (оболонка) навколо пасивного будинку, який зводить до мінімуму втрати тепла [33].

Зовнішня ізоляція (рисунок 3.10) будівель складається з ізоляційного шару на зовнішній стороні стіни.

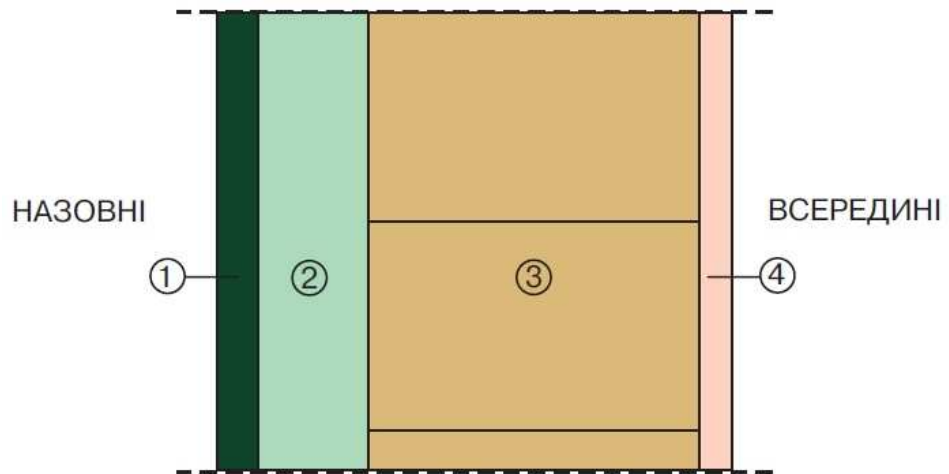


Рисунок 3.10 - Зовнішня ізоляція:

1. Зовнішня штукатурка; 2. ізоляційний матеріал; 3. стіна; 4.штукатурка або гіпсова панель.

Переваги зовнішньої ізоляції:

- нейтралізує термальні мости;
- будівля лишається теплою більш тривалий час;
- забезпечує більш стабільну температуру;
- висока ступінь ізоляції;
- висока економія витрат на систему опалення;
- використання тепло зберігаючої здатності стін на повну;
- захист стін від перепадів температур;
- захист від спеки влітку.

Недоліки зовнішньої ізоляції:

- може змінити зовнішній вигляд будівлі;
- потребує більш тривалого часу на розігрів [10, ст. 189].

На рисунках 3.11 – 3.13 наведені приклади зовнішнього утеплення різними способами.

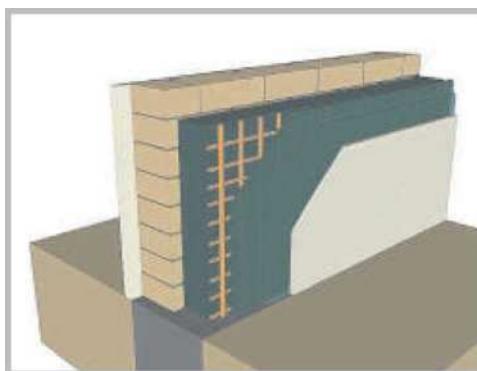


Рис. 3.11 - Зовнішня ізоляція понопластом з шаром штукатурки



Рис. 3.12 - Зовнішня ізоляція соломою з шаром глини

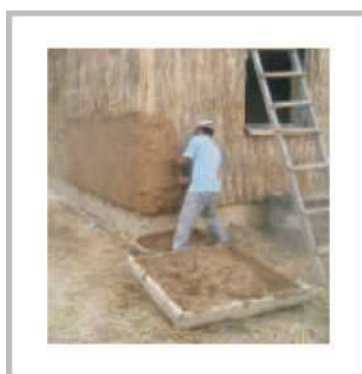


Рис. 3.13 - Зовнішня ізоляція очеретом з шаром глини

Виробники мають надавати особливого значення формуванню широкого асортименту продукції, що відповідає всім нормативним вимогам і має

задовольняти всі потреби у теплоізоляції. Відповідно фахівцям, які виконують монтажні роботи, необхідно ретельно підходити до вибору матеріалів і визначення технології утеплення. Для цього існують спеціальні схеми для ефективного застосування продукції.

Втрати тепла через стіни будівлі можуть складати до 60%. Необхідно ретельно вибирати матеріал і технологію утеплення зовнішніх стін. Найпоширеніші технології: легкі та важкі штукатурні системи, фасадні системи з колодязною кладкою і тришарові системи, вентильовані фасади [17, ст. 270].

Отже, найбільш поширений метод утеплення стін в Україні – зовнішній, оскільки цей метод дає можливість покращити теплотехнічні характеристики оболонки будинку, продовжити термін її експлуатації, запобігти усадочним і механічним деформаціям зовнішніх стін за рахунок малих коливань температур у конструктивному шарі, підвищити гідрофобні властивості стін, покращити зовнішній вигляд фасаду, знизити повітря- і звукопроникність, забезпечити високий рівень енергозбереження і як наслідок знизити витрати на опалення будівлі. При застосуванні цього методу також необхідно провести теплову ізоляцію навколо вікон, щоби запобігти утворенню конденсату. При зовнішній теплоізоляції не утворюються термальні мости.

### **3.2.1. Особливості конструктивно-технологічних рішень фасадних систем мокрого типу з утепленням**

Існують різні варіанти підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх стін. Найбільш ефективно - це утеплення їх із зовнішнього боку. Таке утеплення проводиться двома основними методами. Перший, так званий мокрий, - із застосуванням штукатурних розчинів. Другий - сухий - з використанням конструктивних навісних елементів, що передбачають наявність повітряного

прошарку між облицюванням (зовнішнім екраном) і утеплювачем. Такі конструктивно-технологічні рішення отримали назву вентилявані фасади. Кожен з цих методів вимагає використання конкретного набору матеріалів (елементів), що у сумі утворюють єдину багатошарову систему.

На сучасному ринку теплоізоляції є такий вид продукції від ТМ «Термолайф», що застосовуються при зовнішньому утепленні (мокрый спосіб): ТЛ Фасад - для створення теплоізоляції у фасадних системах з тонким зовнішнім штукатурним шаром (рисунок 3.14).

Схема утеплення штукатурних фасадів

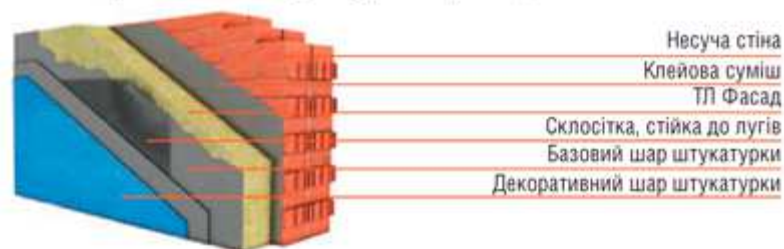


Рисунок 3.14 - Конструктивно-технологічне рішення зовнішнього утеплення цегляної стіни ТМ «Термолайф»

Висока якість продукції «Термолайф» підтверджується міжнародними сертифікатами [20].

Фізико-технічні характеристики продукції ТМ «Термолайф»:

- пожежобезпечність - відноситься до класу негорючих матеріалів;
- теплопровідність - не більше 0,040 Вт / (м x К);
- міцність - витримує вертикальне навантаження до 65 кПа і не деформується з часом;
- ефективні водовідштовхувальні властивості завдяки застосуванню гідрофобних масляних і кремнійорганічних композицій;
- паропроникність забезпечує надійний захист від руйнівної дії конденсуючої

ВОЛОГИ;

- висока екологічна безпечність;
- не руйнується під впливом агресивних середовищ і не викликає корозію металів, з якими контактує;
- ефективний термін експлуатації продукції становить мінімум 25 років, що підтверджено випробуваннями та протоколом ДП «НДІБК», Київ.

Продукція набуває вищезазначених характеристик завдяки тривимірної, хаотичної орієнтації волокна і застосування спеціальних в'язучих і модифікованих добавок. Широкий асортимент виробів (плити, рулони різної щільності і товщини) застосовується при утепленні фасадів, внутрішніх конструкцій, покрівлі, підлоги, виробництві сендвич - панелей, а також для виконання робіт з технічної ізоляції [20].

У теперішній час добре зарекомендували себе дві системи з рухомими елементами кріплення утеплювача. Перша система - "Термофасад" розроблена у Швеції. Розробник системи і власник прав фірма ЗАТ "Хантер-Стар". Система "Serporock" представлена фірмою "Optiroc" (Фінляндія).

Приклади конструктивно-технологічних вирішень утеплення мокрого типу приведені на рисунках 3.15-3.17.

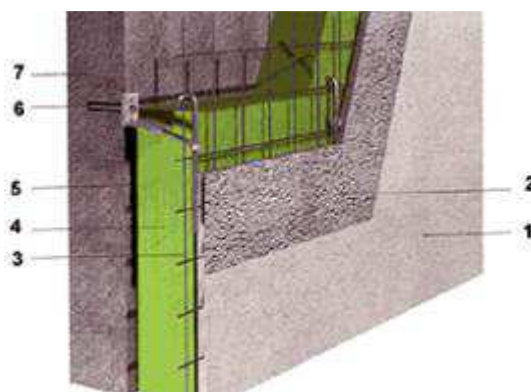


Рисунок 3.15 - Конструктивно-технологічне вирішення системи зовнішнього утеплення стіни з подальшим товстошаровим обштукатурюванням і використанням металевої сітки



1 - обробний штукатурний шар; 2 - ґрунтуючий та вирівнюючий шар; 3 - металева армуюча сітка; 4 - теплоізоляційний шар; 5 - клейовий шар; 6 - елемент кріплення сітки; 7 - несуча стіна.

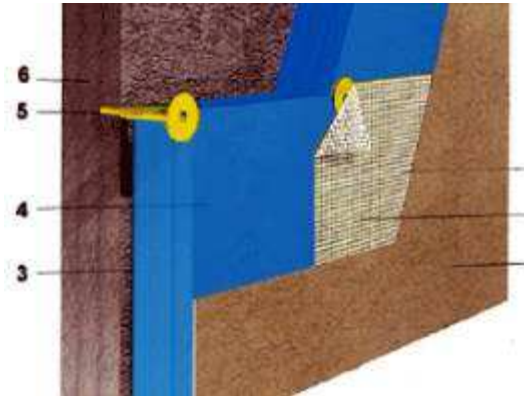


Рисунок 3.16- Конструктивно-технологічне вирішення системи зовнішнього утеплення стіни з подальшим тонкошаровим обштукатурюванням та використанням склоткана сітки

1-обробний штукатурний шар; 2-склоткана армувальна сітка; 3-клейовий шар; 4-теплоізоляційний шар; 5-кріплення-дюбель; 6-несуча стіна (бетон, цегла, блоки)

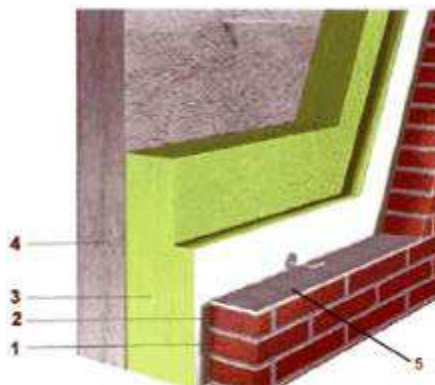


Рисунок 3.17 - Конструктивно-технологічне вирішення системи утеплення несучої стіни з з/б блоків із захисно-декоративним облицюванням з цегли

1 - декоративна облицювальна цегла; 2 - вентиляційний проміжок; 3 - теплоізоляційний шар; 4 - несуча стіна з бетону або блоків; 5 - анкер, зв'язуючий облицювання з несучою стіною [34]

На рисунку 3.18 зображено конструктивно-технологічне вирішення системи утеплення несучої стіни з цегли фірми «Термрлайф»

Схема утеплення штукатурних фасадів

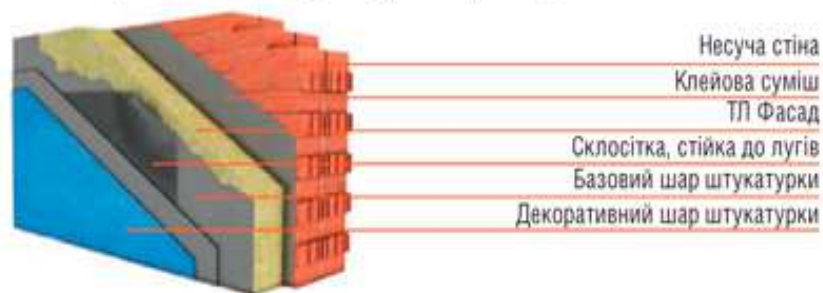


Рисунок 3.18 - Конструктивно-технологічне вирішення системи утеплення несучої стіни з цегли фірми «Термрлайф» [20]

Фасадні системи Atlas Stopter і Atlas Roker (продукція Польського концерну) понад 15 років поставляється на ринок будівельних матеріалів країн СНД, у тому числі і до України. Концерн є найбільшим у Європі виробником сухих сумішей, керамічної плитки і систем утеплення будівель.

Система Atlas Stopter (рисунок 3.17) це різновид легкого методу утеплення зовнішніх стін будівель. Цей метод полягає у прикріпленні до зовнішньої стіни декількох фасадних шарів. Пінополістирольні плити у них служать ізоляційним шаром, а тонкий штукатурний розчин з підкладковою масою і армуючою сіткою із склволокна - захисним фасадним шаром.

Допоміжними матеріалами системи служать пластикові дюбелі для кріплення пінополістиролу, кутові та цокольні профілі, а також елементи для обробки окремих місць фасаду.

Система Atlas Stopter класифікується як незгоряюча і гарантує хорошу теплову та акустичну ізоляцію й паропроникність зовнішньої стіни.

Система утеплення Atlas Roker (рисунок 3.19) відрізняється від системи Atlas Stopter тим, що як утеплювач застосовуються плити з мінеральної вати, а не пінопласту. Вони прикріплюються до основи за допомогою клейової суміші Atlas Roker W-20. При такій системі мінеральні плити повинні бути твердими ( $\rho > 150 \text{ кг/м}^3$ ) [34].

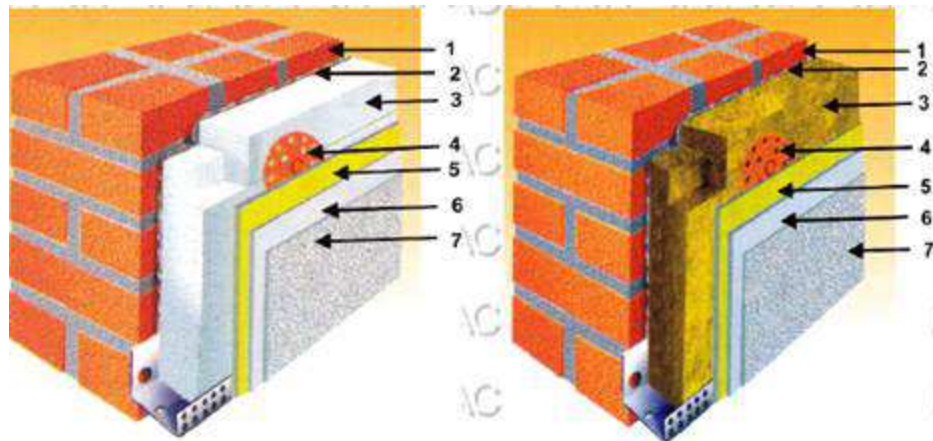


Рисунок 3.19 - Системи утеплення і облаштування Atlas Stopter і Atlas Roker

1 - стіна; 2 - клейова суміш Atlas Stopter K-20 або Atlas Roker W-20; 3 - пінопласт або мінеральна вата; 4 - пластиковий дюбель; 5 - сітка зі скловолокна; 6 - штукатурна підкладкова маса Atlas Cerplast; 7 - шар високоякісної штукатурки

Технологія виконання робіт при використанні системи утеплення Atlas Roker така ж, як і для системи Atlas Stopter.

Під час виконання робіт велику роль грають атмосферні умови. Всі роботи повинні виконуватися при температурах від  $+50^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ . Крім того, під час обштукатурювання потрібно захищати фасад від сонячних променів, вітру і дощу.

Одним з найбільш характерних прикладів опорядження будівлі мокрими способами є оздоблювальні системи Ceresit фірми Хенкель Баутехник (Україна). Їх іноді називають системами, що скріплюють. Більша частина матеріалів для таких систем випускається в Україні. Вони можуть включати утеплення або бути тільки опоряджувальними системами.

Використовувані у системах утеплення Ceresit WM і Ceresit VWS пінополістирол і минераловатні плити за своїми теплоізолюючими властивостями практично однакові. Мінплита чинить незначний опір парам води. Тому при утепленні фасаду мінплитою оздоблення можна проводити тільки мінеральними штукатурками або полімерними штукатурками з високою паропроникністю, наприклад, Ceresit СТ 74, СТ 75. Пінополістирол навпаки, має дуже низьку паропроникність та створює великий опір проникненню пари води. Небажано застосовувати цю систему на будівлях з підвищеною вологістю внутрішніх приміщень (басейни, лазні, водолікарні, автомийки тощо). При цьому паропроникність опоряджувальних матеріалів вже не грає такої істотної ролі.

Пінополістирол, на відміну від мінплити має дуже низьку щільність. Це означає, що при утепленні пінополістиролом збільшення навантаження на фундамент і стіни будівлі буде значно менше, ніж при утепленні мінплитою. У ряді випадків це буває важливо, наприклад, якщо мова йде про реконструкції старих будівель з існуючим гранично допустимим навантаженням на конструкції (наприклад, фундаменти) [15, ст. 367].

Система утеплення Ceresit VWS (на пінополістиролі) дешевша, але її застосування обмежене протипожежними вимогами. Крім того, існує ряд об'єктів, на яких застосування системи Ceresit VWS взагалі не допускається. Це будівлі з підвищеними протипожежними вимогами і відповідальністю (наприклад, лікарні, дитячі установи тощо).

Вибір типу фасадної системи здійснюється з урахуванням їх властивостей та особливостей конкретного об'єкту.

Декоративними фасадними штукатурками цієї системи є тонкошарові (до 2

мм) покриття, що мають визначену структуру. Структура покриття визначається розміром та формою зернистого наповнювача, використанням інструментом, а також технологічними прийомами нанесення.

За допомогою декоративних штукатурок і фарб (як мінеральних, так і полімерних), використовуючи різні системи фарбування фасадів, а також комбінації матеріалів, можна надати поверхні фасаду будь-якого кольору та різноманітної фактури. Все це і робить мокрі системи зовнішнього утеплення і облаштування фасадів по суті незамінними при вирішенні певних архітектурних завдань.

Два типи фасадних систем Ceresit зображені на рисунку 3.20 – 3.21.

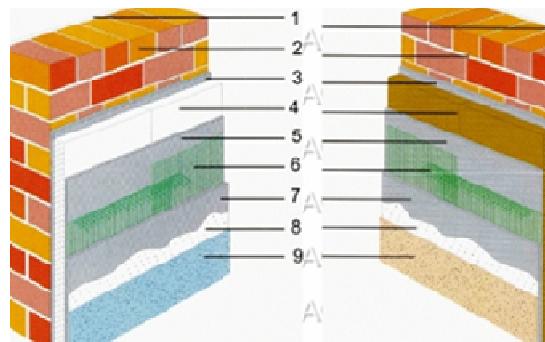


Рисунок - 3.20. Мокра фасадна система Ceresit VWS

Рис. 3.21 - Мокра фасадна система Ceresit WM

1 - внутрішня штукатурка, 2 - кладка, 3 - розчин VWS Ceresit кладка, 3 - розчин WM Ceresit СТСТ 83, 4 - пінополістирол, 4 - мінеральний утеплювач, 5 - розчин VWS Ceresit СТ 85, 6 - розчин WM Ceresit СТ 190, 6 - сітка з скловолокна, 7 - розчин сітка з скловолокна, 7 розчин VWS Ceresit СТ 85, 8 - ґрунтуюча фарба WM Ceresit СТ 190, 8 ґрунтуюча фарба Ceresit СТ 16, 9 - зовнішня фарба Ceresit СТ 16, 9 [34]

Слід зазначити, що ці системи розроблені при використанні прогресивних технологічних рішень. Вони відповідають ТУУ В.2.7-21685172.002-2001 Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції будівель і споруд [23], а також вимогам ДБН

В.2.6-31:2006 Конструкції будівель та споруд [21]. Теплоізоляція будівель, а також вимогам ДБН В. 1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва [21]. Всі використовувані матеріали Ceresit відповідають ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006 [24]. Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. Ці та багато інших мокрих систем називають ще скріпленою теплоізоляцією будівель. Лише за цієї умови фірми гарантують якість таких систем. Роботи з облаштування фасадів будівель з сухих сумішей необхідно виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.6-22-2001 Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей [25].

Виконаний огляд різних варіантів мокрого опорядження фасадів, зокрема з утепленням, показує наступне: технологічна послідовність робіт при будь-якому з них практично однакова. Відрізняються лише матеріали, використовувані кожною фірмою. При цьому, необхідно відзначити обов'язкову умову сумісності всіх елементів системи. Лише у цьому випадку можлива нормальна експлуатація. Саме тому фірми пропонують різні, але сумісні між собою матеріали для кожного шару.

На ринку теплоізоляції є такі сучасні види продукції: від ТМ «Термолайф» ТЛ Фасад, система - "Термофасад", "Serpoporock", системи Atlas Stopter і Atlas Roker, Ceresit WM і Ceresit VWS, Ceresit СТ 74, СТ 75.

Наведений вище перелік сучасних фасадних систем говорить про можливу різноманітність технологій утеплення та опорядження огорожувальних конструкцій.

### **3.2.2. Вентильовані фасади у загальній класифікації сухих способів улаштування фасадів**

Сухі системи - це зовнішній захисно-декоративний екран, що утворюється плитковими або листовими виробами. Обов'язковою умовою при цьому є

закріплення таких виробів без розчину або клею, досуха, за допомогою спеціальних пристосувань (клямок, клямерів, затискачів, кліпс, заклепок тощо) [17].

Як правило, для таких систем характерна наявність повітряного проміжку між екраном і утеплювачем. Фасадні системи з повітряним проміжком отримали назву вентильованих фасадів. Зараз існує великий вибір сучасних сухих способів опорядження фасадів.

Серед сухих фасадних систем технології улаштування вентильованих фасадів мають ширшу гамму матеріалів. На сьогоднішній день вони упродовжуються частіше у порівнянні з технологіями сухого закріплення опоряджувальних елементів безпосередньо на стіну.

Сухі способи улаштування фасадів відрізняються між собою, у основному, за способом кріплення облицювальних елементів до опоряджуваної поверхні і матеріалу, з якого ці елементи виготовлені.

В Україні багато відомих проектів було реалізовано з використанням фасадних систем. Їх архітектурні можливості привернули до себе увагу фахівців-будівельників у нашій країні і за кордоном.

Збільшені за останні роки розміри інвестиційних вкладень у комерційне і муніципальне будівництво викликали помітне зростання обсягів нового будівництва і масштабів реконструкції.

Відомо, що асортимент і номенклатура матеріалів повинні відповідати платоспроможності замовника. У приведеній класифікації сучасних технологій улаштування фасадів можна знайти можливість задовольнити будь-які вимоги, від найскромніших до найвишуканіших.

На рисунку 3.22 показано зразок вентильованого фасаду від ТМ «Термолайф»

Схема утеплення фасадів з повітряним зазором  
огорожувальних конструкцій (система «Вентфасад»)

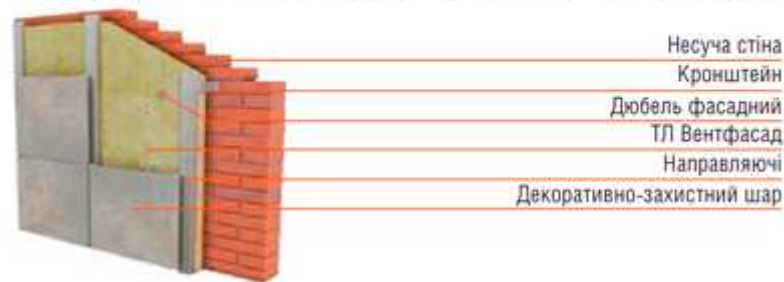


Рисунок 3.22 – вентиляований фасад від ТМ «Термолайф»

ТЛ Вентфасад - для створення одношарової теплоізоляції фасадних систем з повітряним зазором конструкції [20].

Найбільш популярні у світі сучасні вентиляовані фасадні системи: Руукки, Сканрок та ін. Конструктивні елементи для більшості з них виробляють й в Україні.

Вентильовані фасади почали застосовуватися у Європі декілька десятків років тому. Основне функціональне призначення вентиляованого фасаду - захистити несучі стіни від зволоження. Підсумком багаторічної практики використання вентиляованих фасадних систем стала поява основного варіанту.

Щоб запобігти можливому видуванню волокон утеплювача під дією вихорів висхідного повітряного потоку, необхідно прийняти заходи із забезпечення вітрозахисту, при цьому відомі деякі шляхи вирішення цієї проблеми. Один з них - це улаштування вітрозахисного шару з негорючого склополотна. Недоліком цього варіанту є незахищеність стиків між плитами. При малій щільності утеплювача недостатня адгезія покривного матеріалу до волокон утеплювача. Це може призвести до відшаровування полотна і блокування повітряного проміжку. Другий варіант - це застосування досить жорстких волокнистих плит, які вже самі по собі є вітрозахистом. Дослідження учених Шотландського Інституту професійних захворювань підтверджують, що при середній щільності матеріалу



приблизно  $100 \text{ кг/м}^2$  таке явище, як турбулентність, практично не викликає емісії волокон.

Певну небезпеку у системах вентилюваних фасадів представляє волога, що потрапила у повітряну порожнину між екраном та внутрішнім шаром стіни (утеплювачем). Навіть незначне зволоження може негативно позначитися, як на теплотехнічних властивостях утеплювача, так і на роботі системи у цілому, і призвести надалі до необхідності заміни її конструктивних елементів. Існує декілька способів боротьби з цим явищем.

Перший - це розміщення паровивідної мембрани на поверхні внутрішнього шару стіни. До його недоліків відносяться горючість мембран такого типу, відсутність можливості забезпечити захист будівельних конструкцій так само ефективно, як це робить утеплювач, вірогідність відшаровування мембрани у процесі експлуатації.

Другий - герметизація компенсаційних швів між елементами екрану. Він теж має свої мінуси, оскільки терміни служби герметизуючих матеріалів та елементів екрану (плиток) різні, а здійснити заміну герметика практично неможливо.

Третій, на сьогодні, напевно, оптимальний варіант полягає у правильному виборі розміру елементів екрану та проміжків. Так досліди Норвезького Дослідницького Будівельного Інституту дали наступний результат: при ширині повітряного проміжку близько 40 мм та відстані між елементами екрану в 3 мм краплі косоного дощу взагалі не потрапляють всередину системи завдяки водянній плівці, що утворюється під дією поверхневого натягнення [35].

Вибираючи утеплювач для вентилюваних фасадних систем необхідно враховувати його фізико-механічні властивості й зокрема щільність. Улаштування вентилюваних фасадів проводиться сухим способом. До стіни будівлі прикріплюються кронштейни анкергайками або дюбель-болтами, а напрямні до кронштейнів витяжними заклепками та болтами. Для компенсації нерівностей стіни будинку та забезпечення ідеальної вертикальності напрямних використовуються силові (для кріплення у бетон) та проміжні (для кріплення у

ніздрюватий бетон) регульовані кронштейни різних типорозмірів. Кронштейни дають змогу регулювати горизонтальне та вертикальне положення несучої конструкції, включаючи компенсацію нерівностей поверхні основної стіни.

Напрявні служать для кріплення на них фасадних касет. Вертикальний ряд напрямних монтується, починаючи з нижньої секції. Всі подальші ряди збираються та встановлюються по першому еталонному ряду. Еталонна рейка такої ж довжини, що і модуль, використовується для забезпечення необхідної відстані між рядами напрямних.

З'єднання напрямних по вертикалі проводиться на силовому кронштейні. При цьому нижня напрямна кріпиться на кронштейн жорстко, на два болти, а верхня - на заклепку у овальний отвір на кронштейні, що дозволяє напрямній подовжуватися при збільшенні температури навколишнього повітря і коротшати при її зменшенні.

Після того, як установка кронштейнів закінчена, перед монтажем напрямних на стіну встановлюються теплоізоляційні панелі. Щоб уникнути промерзань, панелі слід вирізувати за формою кутів, поглиблень, кронштейнів. Кріплення теплоізоляції на фасаді проводиться згідно рекомендацій фірм - постачальників та проектної організації. Після монтажу на фасаді утеплювача й каркасу від низу до верху проводиться монтаж навісних металевих касет.

Монтаж касет проводиться згідно проекту, при цьому розміри касет та зовнішній вигляд фасаду (горизонтальний розтин) визначаються відповідно до завдання на архітектурну частину проекту фасаду [11, ст. 159].

Отже, у останній час спостерігається зростаючий інтерес до питань застосування сучасних фасадних систем у будівництві. Наявна різноманітність конструктивних і технологічних рішень, величезний вибір матеріалів для облицювання дозволяє сформулювати безліч варіантів такої системи для кожної будівлі. Для вибору раціонального варіанту у певних умовах необхідно знати особливості кожної фасадної системи.

Фасадна теплоізоляція володіє такими перевагами: знижуються витрати на опалення споруди; збільшується внутрішня площа приміщень за рахунок

скорочення товщини огорожувальних конструкцій; виключається поява сольових нальотів на зовнішніх стінах і цвілі на внутрішніх стінах будівлі; підвищується звукоізоляційна здатність зовнішніх стін.

### 3.3 Розподілена ізоляція та її можливості

Метою розподіленої ізоляції (рисунок 3.23) є отримання ефективної ізоляції і, водночас, збереження переваг термальної маси. Вона полягає у використанні матеріалів, які виконуватимуть ізоляційну функцію і у той самий час будуть структурним компонентом.

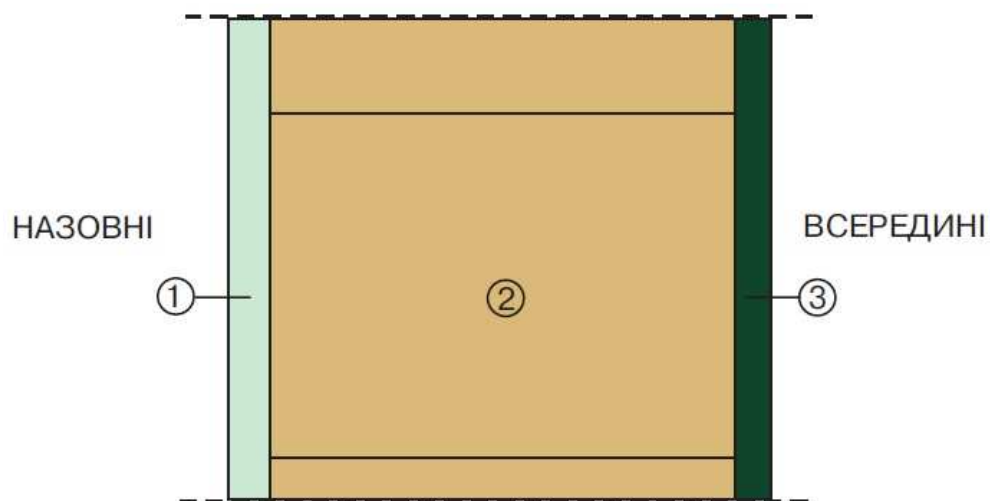


Рисунок 3.23 - Розподілена ізоляція.

1. зовнішня штукатурка; 2. матеріал розподіленої ізоляції;
3. штукатурка або гіпсова панель.

Переваги:

- ізоляція й термальна маса;
- нейтралізує термальні мости.

Недоліки:

- лише для нових будівель;
- в залежності від обраного методу, ціна може бути високою (подвійна стіна) [10, ст. 230].

На рисунку 3.24 зображено приклад розподіленої ізоляції



Рисунок 3.24 - Пінопласт + подвійна стіна

ТЛ Кавітіфірми «Термолайф» (рисунок 3.25) - для середнього теплоізоляційного прошарку у багат шарових зовнішніх стінах будівель і споруд різного призначення, повністю або частково зведених з дрібноштучних матеріалів.

Схема утеплення шаруватої кладки

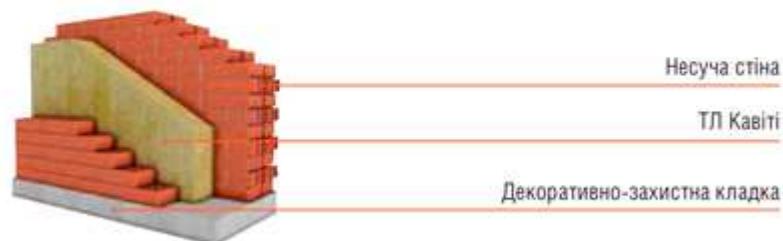


Рисунок 3.25 – Розподілена ізоляція у цегляній кладці ТЛ Кавіті [20]

Отже, можливість використання розподіленої ізоляції є вузькою, оскільки її можна застосовувати тільки при новому будівництві. Однією з переваг є відсутність термальних мостів.

### **Висновки до розділу 3**

Отже, на даний час дуже гостро стоїть завдання зниження енерговитрат при експлуатації існуючих та будівництві нових будівель. Один з основних шляхів рішення цієї задачі - істотне підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій. Покращуючи теплозахист будівлі, можна скоротити витрату енергії більш, ніж на 35% і досягти теплового комфорту у приміщеннях при нижчих температурах теплоносія, що подається.

Істотне підвищення нормативних вимог до теплозахисту будівель викликає необхідність їх додаткової теплоізоляції. Це стосується більшої частини будівель - і тих, що реконструюються, і нового будівництва. Можна виділити три основних шляхи утеплення стін: внутрішня ізоляція, зовнішня ізоляція та розподілена ізоляція. Кожен із методів має свої переваги й недоліки та може впроваджуватися за допомогою різних матеріалів.

Внутрішня ізоляція є важливим аспектом з точки зору збереження зовнішнього вигляду фасаду. Сучасна внутрішня ізоляція зазвичай включає у себе використання композитних матеріалів замість морально застарілої системи, що використовує ізоляційний шар, між стіною і дерев'яними планками, які закріплені за гіпсокартоном.

З точки зору ефективності утеплення зовнішніх стін будинку є кращим, ніж внутрішня теплоізоляція. При такому підході знижується ймовірність конденсатоутворення, а значить, нормалізується температурний і вологісний режим приміщення. До того ж зовнішня теплоізоляція дозволяє зберегти значно

більшу кількість тепла, тому багато фахівців розглядають її як пріоритетний варіант.

Сьогодні в основному застосовуються два способу утеплення фасадів при зовнішній ізоляції - мокрий і сухий.

Теплоізоляція зовнішніх стін мокрим способом передбачає облицювання фасаду теплоізоляційними панелями з полімерного матеріалу з подальшим нанесенням штукатурного шару. На ринку теплоізоляції є такі сучасні види продукції: від ТМ «Термолайф» ТЛ Фасад, система - "Термофасад", "Serporock", системи Atlas Stopter і Atlas Roker, Ceresit WM і Ceresit VWS, Ceresit СТ 74, СТ 75.

Поверх штукатурки може застосовуватися практично будь-який матеріал для фінішної обробки, починаючи від фасадних фарб і закінчуючи декоративними рельєфними облицювальними панелями.

Сухий спосіб утеплення - конструкція, яку фахівці називають вентиляованим фасадом, позбавлена недоліків багат шарового полістирольного утеплення. Вона не перешкоджає природній дифузії водяної пари з приміщення у зовнішнє середовище, і тому облаштування такого фасаду є кращим, хоч і більш складним.

Ще один варіант утеплення – коли теплоізоляційний матеріал знаходиться у самій стіні, але в залежності від обраного методу, ціна може бути високою (подвійна стіна).

**РОЗДІЛ 4**  
**ЗАХОДИ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ**  
**ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ**

## 4.1. Способи і сучасні методи утеплення стін

Тепло втрачається, в основному, шляхом теплопровідності у матеріалах. Тому метод ізоляції передбачає додання до існуючої стіни матеріалу, що не є провідником. Потрібен матеріал, що не проводить тепло. Найкращий ізолятор - це вакуум, який запобігає контакту між атомом матеріалу і атомами повітря. Але абсолютного вакууму на Землі немає, його створюють лише в умовах спеціальних наукових дослідів.

Метою ізоляційного матеріалу має бути, наскільки це можливо, наближення до стану вакууму. Для цього розробники утеплювачів проектують матеріали так, щоб затримати повітря всередині маленького об'єму, наприклад, у пінопласті, у соломі чи в подвійному склопакеті.

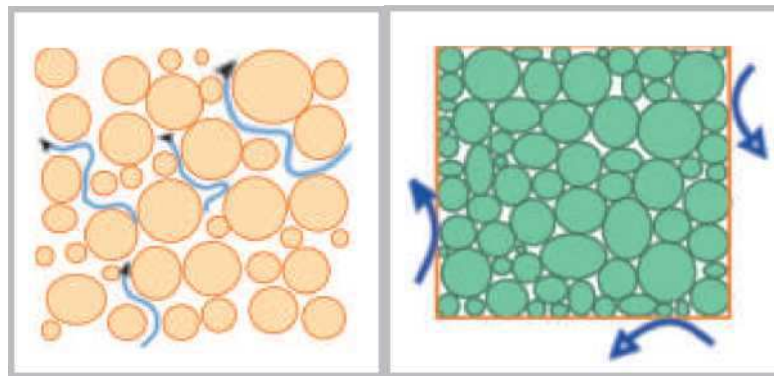


Рисунок 4.1 – Рух повітря у нещільному та щільному матеріалах

Ефективний ізоляційний матеріал повинен мати малу питому вагу. Кожен матеріал має різний ізоляційний ефект, який залежить від його характеристик. Для визначення характеристик можна звертатися до маркування виробників.

Розглянемо ізоляційні властивості різних матеріалів. Що визначити ефективність ізоляційного матеріалу можна за допомогою теплового опору  $R$ .



Для прикладу припустимо, що нам необхідна стіна з тепловим опором  $R=5$   $\text{м}^2\text{С/Вт}$ . Таблиця 4.1 показує, яка товщина матеріалу потрібна для досягнення бажаного показника.

Таблиця 4.1 - Порівняння матеріалів по тепловому опору

Матеріал	Товщина стіни, потрібна для $R=5$
Цемент	$T=5,0\text{м}$
Цегла	$T=2,5\text{м}$
Солома	$T=0,5\text{м}$
Натуральна Вовна	$T=0,21\text{м}$
Пінопласт	$T=0,2\text{м}$

Зазвичай стіни складаються з шарів матеріалів із різною теплопровідністю. Для того щоб підрахувати загальну енергоефективність стіни, необхідно порахувати тепловий опір кожного шару і потім додати результати.

Цемент товщиною 60 см матиме загальний опір:

$$R=0,6$$

Цегла 40 см + ізоляція з пінопласту 10 см матиме загальний опір:

$$R = 0,39 + 2,5 = 2,89$$

Цегла 40 см + ізоляція із целюлози 24см + панель із дерев'яного волокна 6 см + гіпсова плита 18 мм матиме загальний опір:

$$R = 0,39 + 6 + 0,6 + 0,03 = 7,02$$

Існує чотири основних типи ізоляції.

Вовна/вата - іноді її називають ковдрою або стьобаною ізоляцією - продається у м'яких рулонах або плитах /матах різноманітної товщини. Найбільш типовий варіант - мінеральна вата, зроблена зі скла або мінерального волокна. Це стандартний матеріал для ізоляції порожнього горища, також часто використовується для ізоляції тонких стін і під дерев'яною підлогою. Доступні

також інші матеріали, наприклад натуральна вовна. При роботі з мінеральною ватою необхідно використовувати захисну маску та рукавиці.

Сипуча ізоляція - сипучий матеріал, зроблений із гранул, корка, вермикуліту, мінеральної вати або волокон целюлози, продається у мішках. Він звичайно засипається між балками для ізоляції простору даху. Завдяки своїй еластичності є ідеальним варіантом для горища із кутами і перепонами, або там, де відстань між балками є різною.

Ізоляція, що вдувається, зроблена із вогнестійких волокон целюлози, перероблених газет або мінеральної вати. Повинна встановлюватися лише професіоналами, які будуть використовувати спеціальне обладнання, щоб вдути сипучий матеріал у спеціальні відокремлені ділянки певної глибини. Матеріал може залишатися сипучим, якщо використовується для ізоляції горища, або приєднується до поверхні (чи між собою) при ізоляції стін тощо.

Жорсткі ізоляційні дошки - так звані «панелі» - можуть бути використані для ізоляції стін, підлоги чи стелі. Вони зроблені з пінопласту, такого як полістирен, поліуретан (PUR) або поліізо-ціанурат (PIR). Дошки із PUR і PIR є одними із найкращих ізоляційних матеріалів широкого вжитку, особливо коли недостатньо місця для застосування інших матеріалів.

Жорсткі ізоляційні дошки повинні бути розрізані на частини певного розміру, тому для встановлення необхідно запросити фахівця.

Шукаючи екологічний ізоляційний матеріал, ми повинні враховувати чотири наступних критерії:

- ефективність (це означає, що ізоляція повинна працювати ефективно, або, як було показано вище, мати високий тепловий опір R, тобто при температурі 25 ° C коефіцієнт теплопровідності не більше 0,175 Вт / (м ° C) і щільність (не вище 500 кг / м<sup>3</sup>);
- довговічність (матеріал для будівництва повинен бути стійким і служити довго, як і будівля, розрахована на тривалий час використання. Ізоляція будинку - це частина будівництва, що не може здійснюватися часто. Наприклад, якщо ізоляційні матеріали закладені всередині стіни, з часом ніхто не буде ламати її,

аби перевірити стан ізоляції.

Ізоляційні матеріали можуть зазнавати пошкоджень:

- незначні зсуви. М'які матеріали можуть зморщуватися або просідати з часом, особливо це стосується ізоляції вертикальних стін і даху, або ізоляції у горизонтальному положенні з сипучих матеріалів чи вовни (рисунок 4.2);



Рисунок 4.2 – просідання ізоляції з часом

- гризуни та комахи (легкі та м'які ізоляційні матеріали найбільше приваблюють гризунів. Гризуни не їдять самих ізоляційних матеріалів, окрім пінопласту, але завдають механічних пошкоджень. Сипучі матеріали не до вподоби гризунам, якщо там немає порожнин. Необхідно вживати механічних методів захисту: дерев'яні дошки, штукаурка, сітка, тощо. Комахи не їдять жодного матеріалу, крім деревини. Основний ворог ізоляції - терміти, шашіль, тощо);
- волога (як зазначено раніше, волога може пошкодити ізоляційні та

внутрішні оздоблювальні матеріали. **Натуральні матеріали**, що не пройшли спеціальної обробки, такі як солома, будуть особливо чутливі до вологи із ризиком утворення плісняви. Основні джерела вологи: дощ, водяна пара в повітрі, фільтрат із ґрунту, просочування. Необхідно враховувати цю інформацію при встановленні ізоляції);

Існує дві основні стратегії для запобігання надмірній вологості:

- відведення і видалення: використовувати пористий матеріал, потрапляючи в який, волога виводиться назовні;
- блокування: запобігати будь-якому потраплянню вологи, використавши бар'єри та захист (гідроізоляція тощо).

➤ вогонь (приміщенні не можливо уникнути ризику виникнення пожежі). Звичайно, основний ризик становить те, що матеріали загоряться. Особливо великий він для продуктів хімічного виробництва, таких як пінопласт або поліуретан. Його можна зменшити, використовуючи матеріали з високою питомою вагою, як спресована солома або деревина).

Необхідно брати до уваги ще один ризик: токсичність дому у разі загорання. Коли продукти неорганічного походження горять, то дим стає таким само небезпечним для людини, як і полум'я. Для запобігання цим ризикам необхідно:

- використовувати нетоксичні матеріали;
- створити захист ізоляційних матеріалів від вогню за допомогою штукатурки або інших стійких до вогню матеріалів.

Матеріали повинні бути нетоксичними і не канцерогенними для будівельників або мешканців. Ризик можуть створювати різні речовини:

- частинки або мікроскопічні волокна (як азбест);
- викиди газів: леткі органічні сполуки тощо;
- важкі метали.

Для того щоб здійснити утеплення потрібно:

- визначити «слабкі місця» будівлі, в яких відбуваються найбільші втрати тепла;

- зробити вибір між зовнішньою і внутрішньою ізоляцією;
- визначити ефективність: тепловий опір ( $r$ ) і необхідну товщину ізоляційного матеріалу;
- звернути увагу на розрахунок вологості та вентиляції;
- обрати матеріал: натуральний або штучний (вироблений промислово);
- підрахувати й купити достатню кількість матеріалів;
- правильно встановити утеплення;
- регулярно перевіряти стан ізоляції і за потреби усувати пошкодження.

Отже, зовнішні стіни є найважливішим елементом будинків, які не тільки виконують несучу функцію, але й захищають від впливу навколишнього середовища внутрішній простір будинку. Сучасні будівельні конструкції, виконані по сучасних технологіях, дозволяють заощаджувати на опаленні будинків і раціонально використовувати енергоносії. Зовнішнє утеплення запобігає утворенню конденсату (вологості стін) на внутрішній поверхні стіни (стіна не промерзає, тому немає суттєвої різниці температур стіни та повітря всередині приміщення), сухі і теплі стіни – утеплені стіни.

По показниках теплового опору високі результати показують пінопласт і натуральна вовна. Пошкодження матеріалів можуть виникати через зсуви, гризуни, комахи, вологу, вогонь. При виборі матеріалів слід цим керуватись. Перед роботою по утепленні слід визначити слабкі місця, через які проходить холод, брати метод утеплення та матеріали, розрахувати їх.

#### **4.2. Утеплення вікон та входних дверей індивідуальних житлових будинків**

Якісне вікно - це надійний захист від холоду, шуму, пилу. Проблемні вікна можуть призвести до значної перевитрати енергії на опалення. У середньому, 15-30% тепла втрачається через вікна. Щоб запобігти втратам, можна модернізувати

вікна, встановивши склопакети, або дешево та легко утеплити вживані дерев'яні вікна за допомогою, силіконової стрічки. Переваги і недоліки цих способів утеплення подані у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Переваги та недоліки встановлення та реконструкції вікон

Переваги	Недоліки
<p>Встановлення склопакета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Герметичні, дозволяють істотно знизити втрати тепла.</li> <li>• Якісні вікна - довговічні.</li> <li>• Легко доступні на ринку.</li> </ul> <p>Відновлення старих вікон:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Легко та доступно зробити власноруч</li> <li>• Зберігається вентиляція приміщення.</li> <li>• Екологічно та безпечно для здоров'я.</li> <li>• Дешево.</li> </ul>	<p>Встановлення склопакета:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Можуть виникнути проблеми з вентиляцією приміщення.</li> <li>• Можуть бути виготовлені зі шкідливих речовин.</li> <li>• Висока вартість.</li> </ul> <p>Відновлення старих вікон:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Відновити дуже пошкодженні старі вікна неможливо, вони потребують заміни.</li> </ul>

На рисунку 4.3 показаний приклад відновлення старих вікон. Для цього необхідно заповнити простір між коробкою та рамою вікна спеціальною силіконовою стрічкою.

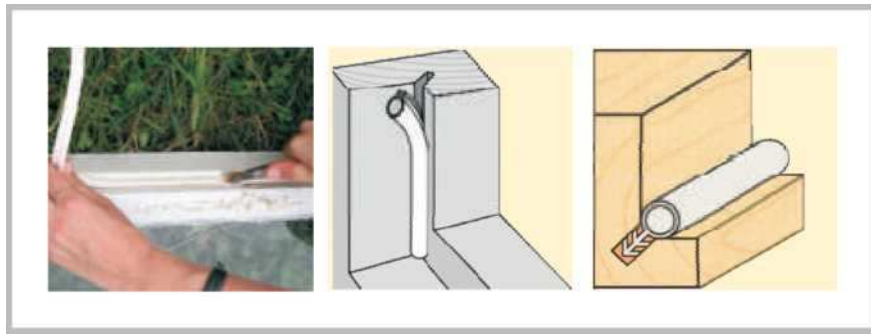


Рисунок 4.3 – Утеплення старих вікон силіконовою стрічкою

У втраті тепла через вікна справа навіть не в протягах, які просочуються крізь щілини нещільно прилеглих дерев'яних рам. Саме скло є провідником тепла, так як передає його зсередини у вуличне повітря всією своєю поверхнею.

Для утеплення вікон застосовують теплозберігаючу плівку. Зробити це можна самостійно. Для цього знадобляться двосторонній скотч, канцелярський ніж, ножиці і побутовий фен для ущільнення плівки після наклеювання. Перед тим як її монтувати, з вікна потрібно зняти ручки.

Якщо плівка надувається як вітрило - десь всередині рами є протяги. Доведеться її зняти, раму розібрати, пройтися по ній зовні і всередині вздовж скла прозорим силіконовим герметиком і повторити наклеювання.

Теплозберігаюча плівка підвищує температуру в приміщенні на 4-5 градусів і тримає її на постійному рівні протягом восьми годин. Це один з найпростіших, дешевих і дієвих способів, що дозволяють утеплити житлове приміщення. Недарма теплозберігаючу плівку іноді називають «третє скло».

Теоретично правильно буде, якщо подбати про утеплення віконної системи на етапі її монтажу. Звичайно, це може майже на третину збільшити загальну вартість вікна - ціна утеплювача, ціна робіт, якщо не планується проведення їх своїми руками. Але такий підхід продовжить термін служби конструкції.

Обов'язково слід звернути увагу на ширину підвіконня - воно не повинен повністю «накривати» собою розташовані під вікном радіатори опалення. Широкий підвіконня - зручно, але не правильно.

Необхідний догляд за ущільнювачами на вікнах. Вони мають залишатися еластичним, щоб гарантувати ідеальну герметизацію. А для цього їх потрібно раз на рік змащувати силіконовим маслом.

Двічі на рік варто здійснювати і профілактичний догляд за фурнітурою. Усі рухомі елементи змащують або маслом (без вмісту кислот та смол). Розбирати фурнітуру для такої операції не потрібно. Адже для цих процедур виробники передбачили спеціальні отвори на передній планці механізмів.

Крім теплоізоляції вікон необхідно приділяти увагу і дверям. Значні втрати тепла можуть виникнути через нещільне закриття дверей і вікон. Для утеплення дверей використовують спеціальні ущільнювачі. Добре підходять для усунення щілин під входними дверима профілі з пластмаси зі щіткою. Для кращого кріплення ущільнювача необхідно обробити поверхню спиртом. Ущільнювач потрібно відрізати на необхідну довжину.

Більшість сучасних металевих і дерев'яних входних дверей випускаються з високоякісним внутрішнім утеплювачем, тому не виключено, що для зниження теплопровідних властивостей двері потрібно просто замінити її утеплювач. Причиною поганої теплоізоляції дверей може бути і не герметичність дверної коробки.

Утеплити дерев'яні або металеві двері можна її зовнішньою оббивкою деревостружкової, деревоволокнистою плитою, а також споріднених деревним матеріалом. Деревина володіє хорошими теплоізоляційними властивостями, тому, оббивши дверне полотно зовні матеріалом на основі деревини, двері будуть набагато менше пропускати теплові потоки повітря на вулицю.

Спочатку щоб обшити двері ззовні, їх необхідно виміряти по всьому зовнішньому периметру, потім вирізати плиту відповідного розміру і виконати в даній плиті отвори під дверну ручку, вічко і замкові свердловини. Після цього плиту можна монтувати на зовнішню сторону дверей.

Із способів утеплити двері найпоширенішими є наступні:

1. встановити на коробці ущільнювач;
2. оббити дерев'яні двері відповідним утеплювачем;



3. герметизувати отвір за допомогою валиків.

Далі наведені можливі матеріали для теплоізоляції дверей.

Поролон – досить практичний синтетичний матеріал, цілком підходящий для утеплення дверей, до того ж з ним працювати просто. Але він також вбирає вологу, і через деякий час починає кришитися і знадобиться заміна.

Мінеральна вата – матеріал, вироблений з базальту та синтетичних волокон, не гниє. Мінус її в тому, що мінеральна вата просяде під оббивкою та не дасть потрібного візуального об'єму.

Ізолон – теж синтетичний матеріал, невеликий по товщині, що має відмінні теплоізоляційні властивості.

Пінопласт – зручний тим, що легкий та зберігає форму. Утеплення дверей пінопластом має деяку специфіку.

Крім власне утеплювача для оббивки вхідних дверей знадобиться дерматин, штучна або натуральна шкіра.

З вищесказаного випливає, що вікна можна утеплити шляхом заміни їх на нові, або відремонтувати і утеплити старі. При встановленні склопакета потрібно буде більше коштів, але герметичні, дозволяють істотно знизити втрати тепла, такі вікна прослужать довго.

Вхідні двері можна утеплити такими способами: встановити на коробці ущільнювач; оббити дерев'яні двері відповідним утеплювачем; герметизувати отвір за допомогою валиків.

### **4.3. Утеплення даху та підлоги**

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 ізоляцію даху.

Немає нічого складного щоб досягти внутрішню термоізоляцію, все, що потрібно зробити, це придбати пінополістирольні плити, які володіють вогнестійкістю.

Утеплення даху за допомогою мінвати призначене в основному для скатних дахів. При цьому над термоізоляцією створюються вентиляційні продухи, які забезпечуються монтуванням кондуктора, висота якого дорівнює висоті продуху.

Ще 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, яке тільки починається, так і при ремонті або реконструкції старого даху.

За допомогою рулонної термоізоляції заповнюються усі проміжки, які є між кроквами. 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 напильовальні полімери, термін експлуатації яких перевищує 30 років. Одним з найбільш ефективних матеріалів для теплоізоляції покрівель на сьогоднішньому ринку 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 зміцнення покрівель з використанням пінополіуретану одержало широке поширення в державах Західної Європи і в США. Саме там вперше почали замислюватися про ефективне витрачання тепла, отже потужність опалювальних

приладів можна легко знизити утепленням покрівлі житлових будинків. Незаперечною перевагою утеплення покрівлі пінополіуретаном є те, що напilenня 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 напilenня 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 м<sup>2</sup> в день).

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 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 пінополіуретану має безліч переваг:

- велика швидкість виконання робіт (бригада з 2-х чоловік за 8-ми годинну зміну напилують до 300 м<sup>2</sup>);
- компоненти для наплення пінополіуретану привозяться на об'єкт в залізних бочках, в рідкому вигляді. З двох 200 л бочок виходить до 10 м<sup>3</sup> готового утеплювача, 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/м<sup>3</sup>), це дозволяє робити кінцеву стяжку прямо на нього, а шорстка поверхня ППУ покращує адгезію [28].

До сучасних матеріалів для теплоізоляції індивідуальних житлових будівель відномиться Isover Класік - легкі універсальні теплоізоляційні мати (рулони), виготовлені зі скловолокна за запатентованою технологією волокноутворення TEL. Застосування: для використання в ненавантажуваних конструкціях. Крім утеплення підлог застосовується для: горищних приміщень; перегородок. 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 розклати 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 компактну 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 [29].

Ще одним варіантом утеплення є використання Юнізолу. Це перевірений на практиці матеріал, який може бути використаний там, де необхідний контроль температури, звуку і вологості. Ековата укладається або напильється на будь-яку поверхню: дерево, метал, бетон, цегла, скло, може наноситися на старий утеплювач (наприклад, керамзит). Переваги технології використання ековати полягають в тому, що теплозвукоізолюючий 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 / м<sup>3</sup> (залежить від області застосування);
- теплопровідність - 0,032-0,040 Вт / мс (залежить від технології монтажу);
- класи горючості: Г2 - умеренногорючіе (ГОСТ 30244), Д1 - з малою димоутворювальною здатністю (2.14.2 і 4.18 ГОСТ 12.1.044); (СНиП 21-01-97 "Пожежна безпека будівель і споруд.").

Отже, Утеплення даху і підлоги – не менш важливі від ізоляції інших частин будівлі. Ізоляція даху буває зовнішня і внутрішньої. Зовнішня теплоізоляція обов'язкова, на відміну від внутрішньої. Для роботи необхідна сприятлива погода. Ізоляція може бути рулонною, напілювальною, плитковою та з інших матеріалів. Сучасним напілювальним теплоізоляційним матеріалом є поліуретан, що має такі переваги: заповнює тріщини і дефекти і утворює рівне суцільне покриття без швів і стиків, висока швидкість робіт, не вимагає спеціальної підготовки поверхні даху та ін.

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.

#### 4.4 Контроль вологості у приміщеннях

Найчастіше питання контролю вологості недооцінюється і не враховується, у той час як воно є критичним. Вологість може стати причиною проблем як для здоров'я людини, так і для будівельних матеріалів. Більше того, покращення ізоляції будівлі водночас означає підвищення герметичності приміщення і, відповідно, погіршення природного (механічного) обміну повітрям між внутрішнім і зовнішнім середовищем. Тому коли планується покращити ізоляцію, необхідно звертати увагу на вентиляцію, аби гарантувати, що ізоляційні матеріали не будуть пошкоджені, а необхідна циркуляція повітря буде забезпечена.

Першою причиною вологості в будівлі є низька якість робіт. Будь-який вид робіт повинен бути виконаний якісно та з гарантією захисту від вологи.

Типовою є проблема термальних мостів: це неізольовані ділянки, що залишаються холодними взимку. Волога з повітря у приміщенні осідає на них конденсатом, утворюючи плісняву.

Проблемою є брак вентиляції, особливо після утеплення старих будівель. У результаті встановлення більш герметичних вікон рівень вентиляції знижується. Тому ризик виникнення плісняви збільшується.

Якщо в результаті утеплення будівлі природної вентиляції буде недостатньо, необхідно забезпечити штучну одним з цих методів:

- механічна система (найбільш надійним вибором буде встановлення вентиляційної системи, наприклад, із видаленням повітря. Свіже повітря заходитиме через спеціальні отвори з одного боку (1), у той час як спеціальний пристрій (4, 5, 6) буде видаляти використане повітря (рисунок 4.4).

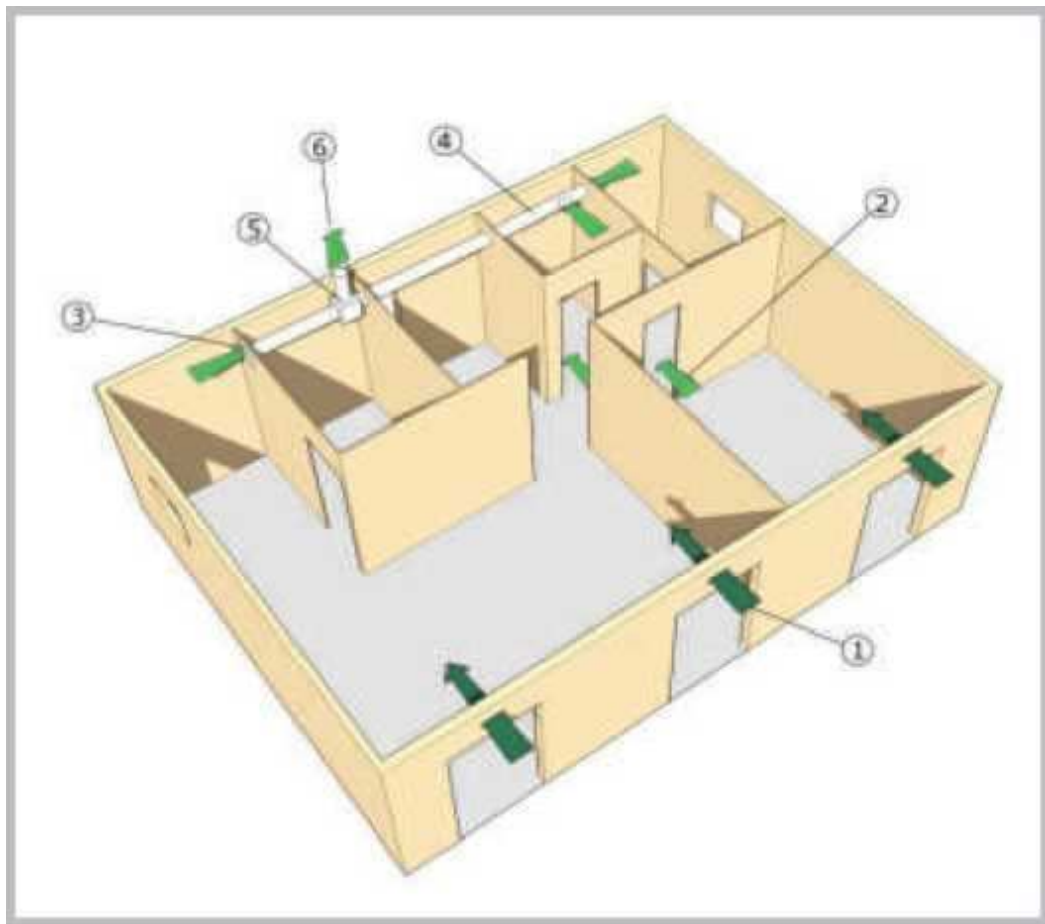


Рисунок 4.4 – Механічна система вентиляції

- віконна вентиляція (найбільш легкий і дешевий спосіб вентиляції - це вікна. Використовуючи «природну» вентиляцію, вікна й двері потрібно регулярно відкривати).

Для усунення негативних наслідків високої герметичності вікон з склопакетами з ПВХ, дерева і алюмінію і підтримки цілодобового сприятливого мікроклімату в приміщенні **ВСТАНОВЛЮЄМО** приточну віконну вентиляцію.

Приточна віконна вентиляція – це пристрій, призначений для створення обмеженого, заздалегідь розрахованого потоку свіжого повітря ( $20-35 \text{ м}^3/\text{год}$ ) при закритому вікні, який вмонтовується безпосередньо в стулку і раму, можливо на вікна, що вже стоять.

На рисунку 4.5 пропонується декілька варіантів для забезпечення ефективної вентиляції



Вікна і двері навпроти повністю відкриті (перехресна вентиляція)		Зима 2-4 хв. Весна/осінь 4-10 хв. Літо 12-20 хв.
Частково відкриті вікна, а двері навпроти відкриті повністю (перехресна вентиляція)		Зима 4-6 хв. Весна/осінь 8-15 хв. Літо 25-30 хв.
Повністю відкриті вікна, а двері навпроти зачинено (шокова вентиляція)		Зима 4-6 хв. Весна/осінь 8-15 хв. Літо 25-30 хв.
Частково відкриті вікна, а двері навпроти зачинено (шокова вентиляція)		Зима 30-75 хв. Весна/осінь 1-3 год. Літо 3-6 год.

Рисунок 4.5 - Варіанти ефективної віконної вентиляції

Отже, контроль вологості в приміщенні необхідний для: чистоти повітря та комфорту, нормального стану будівельних конструкцій, усунення ризику виникнення цвілі та грибків.

Взимку важливо освіжити повітря всередині без значної втрати тепла. Для забезпечення ефективної вентиляції слід враховувати пори року, тип вікон і можливості перехресної вентиляції.

#### 4.5 Рекомендації по теплоізоляції індивідуальних житлових будинків

У роботі запропоновано адаптовані методи утеплення (таблиця 4.1), які б максимально підходили для місцевих особливостей в Україні: характеристика

будинків, клімат, традиції й навички. При цьому оцінено потреби, доступ до місцевих матеріалів і навички будівництва в країнах проекту.

Також було оцінено доступні на місцевому ринку ізоляційні матеріали, як вироблені промислово, так і натуральні. Врахувавши ефективність методів, вартість енергії та рівень інвестицій для різних методів, визначили найбільш економічно й енергетично ефективні заходи, у тому числі утеплення даху та вікон.

Організація GERES створила досліdну модель і виконала термальні розрахунки на зразку класичного для країни будинку. Початкові розрахунки місцевих потреб в опаленні базувалися на припущенні, що будинки повністю нагріті до комфортної температури протягом всього опалювального періоду.

Детальні дослідження показали, що більшість родин намагається зберегти кошти, а тому не тримає опалення ввімкненим протягом цілої доби, деякі родини навіть не опалюють будинок повністю, а лише основну частину. Перший висновок: українські будинки є надзвичайно неенергоефективними із приблизним споживанням енергії на рівні 500 кВт год./м<sup>2</sup>, як це можна бачити на рисунку 4.6.

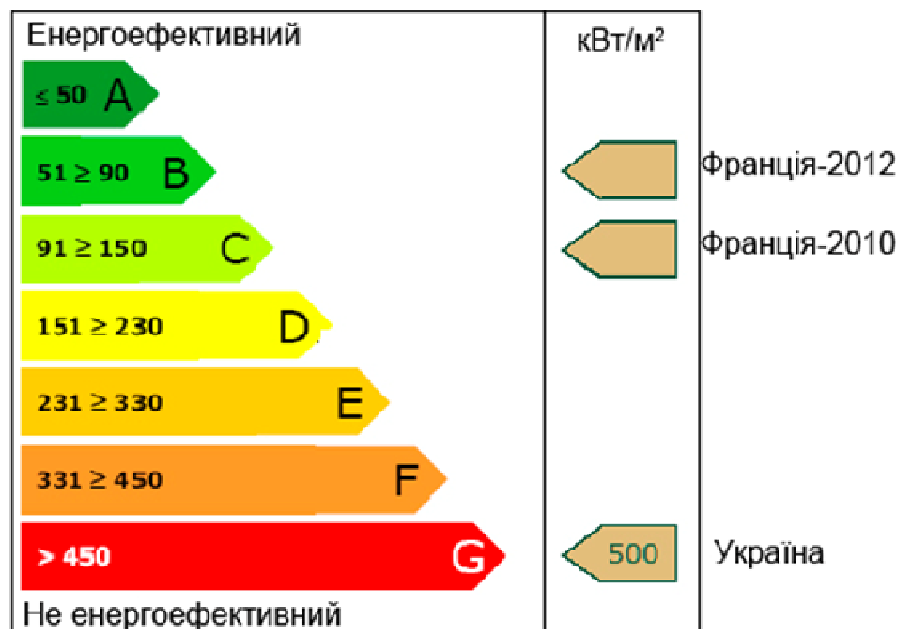


Рисунок 4.6 – Показники енергоефективності будинку

За зробленими підрахунками визначено розподіл втрат тепла між різними частинами будівлі: підлога, дах, стіни, вікна й двері, вентиляція й термальні мости (рисунок 4.7).

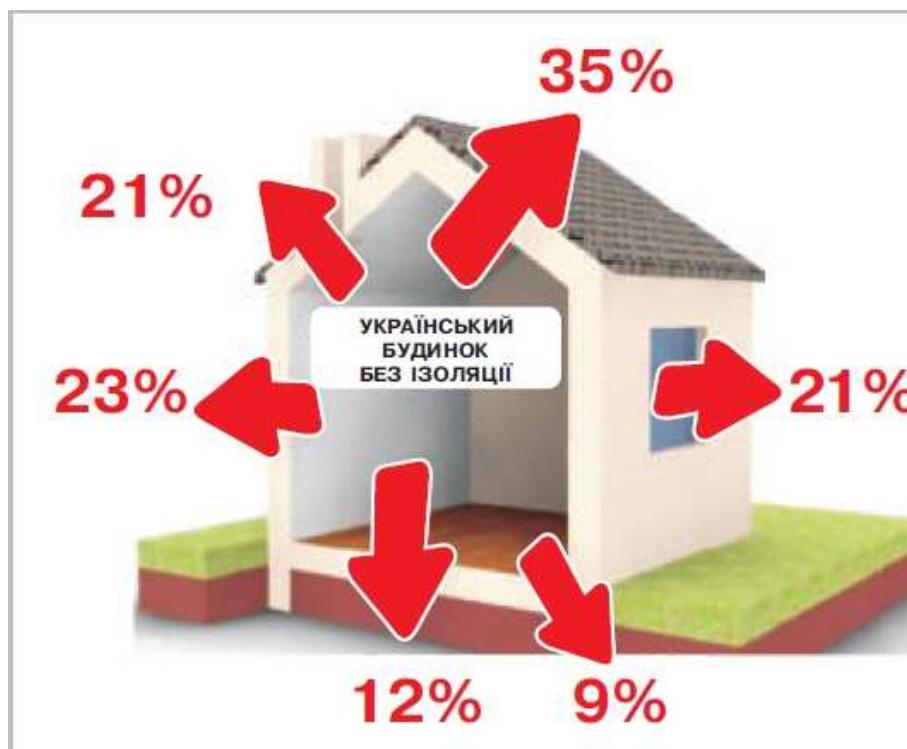


Рисунок 4.7 – відсоткове співвідношення втрат тепла через різні частини індивідуального житлового будинку.

В українських будинках найбільш тепловтратними, а тому пріоритетними для ізоляції, є дах та зони вікон і дверей. Завдяки утепленню даху й вікон можна досягнути до 40% економії.

Нижче представлено порівняння різних ізоляційних матеріалів. Разом із ціною, доступністю та значенням теплового опору вказано потенційний вплив на здоров'я та екологічне походження матеріалу (таблиця 4.3). Враховуючи ці показники, солома й очерет мають суттєві переваги над іншими.

Таблиця 4.3 – Порівняння ізоляційних матеріалів

	Солома	Очерет	Дерев'яні вікна	Скловата	Пінопласт
Вартість	5	5	4	5	5
Здоров'я	5	5	5	3	4
Екопоходження	5	5	5	3	3
Доступність	5	5	3	5	5
R-значення	5	5	5	5	5

Більше того, усі матеріали, крім соломи та очерету, не виробляються локально, а імпортуються. Місцеві громади мають покладатися на строки й умови постачання іноземних виробників.

Усі місцеві матеріали не передбачають складної технології, люди з будівельним досвідом цілком впораються з ними самостійно. І останнє, ці методи найбільш дешеві.

Необхідно скоротити, наскільки це можливо, кількість енергії, що використовується, та обсяг забруднення, що утворюється під час виробництва матеріалів. Звичайно, матеріали, виготовлені промисловим способом, більше впливають на довкілля, ніж непромислові.

Щоб якісно оцінити екологічний слід, потрібно врахувати багато параметрів:

- викиди парникових газів при виробництві;
- енергетичні витрати на виробництво та експлуатацію;
- вичерпування природних ресурсів;
- вплив на біорізноманіття;
- токсичність;
- витрати води;
- утворення відходів.

Отже, при виборі матеріалу для утеплення слід приділяти значку увагу індивідуальним характеристикам будинків, клімату. Якщо порівнювати витрати

енергії у країнах Європи, то Україна має найгірші показники. Для прикладу ще у 2010 Франція витратила у 3 рази менше енергії ніж наша країна. Дослідивши витрати тепла через різні частини будівлі можна зробити висновок, що через дах виходить найбільше тепла.

#### **Висновки до розділу 4**

Якщо порівнювати цемент, цеглу, соломку, натуральну вовну, пінопласт по тепловому опору, то найкращими є пінопласт і натуральна вовна. Дуже часто стіни проектують з різних шарів матеріалів, так щоб теплопровідність кожного була різною.

За формою теплоізоляційні матеріали бувають таких видів: пухкі (вата, перліт тощо), плоскі (плити, мати, тощо), фасонні (циліндри, полуциліндри, сегменти тощо), шнурові (шнури з неорганічних волокон: азбестові, мінерального і скляного волокна).

Властивості теплоізоляційних: ефективність, вологопоглинання, вогнестійкість, довговічність.

Ефективність характеризується мінімальною кількістю тепла, що проходить за 1 год через зразок матеріалу товщиною 1 м і площею 1 м<sup>2</sup> при різниці температур на протилежних поверхнях 1 °С.

Водопоглинання значно погіршує теплоізоляційні властивості і знижує міцність та довговічність.

Вогнестійкість характеризує горючість матеріалу, тобто його здатність займатися і горіти при впливі відкритого полум'я. Горючі матеріали можна застосувати тільки при здійсненні заходів щодо захисту від загоряння і можливості використання засобів пожежогасіння. Займистість визначається при впливі температури 800-850 °С і витримці протягом 20 хв.

За займистістю (горючістю): вогнетривкі (керамзит, ніздрюваті бетони тощо), важкоспалимі (цементно-стружкові, ксилоліт) і спаленні (комірчасті пластмаси, торфопліти, очерети та ін.).

Абсолютно всі матеріали мають переваги і недоліки. Але найбільш застосовуваними є вата і жорсткі дошки. Ефективність і довговічність – це ті критерії, за якими слід обирати теплоізоляційний матеріал.

Теплоізоляція вікон та дверей відбувається за рахунок заповнення щілин герметиками. Також велику увагу приділяють термальним мостам.

За допомогою теплозберігаючої плівки можна мінімізувати втрату тепла через вікна. Вона наклеюється на раму з внутрішньої сторони, при цьому залишається повітряний прошарок між склом і плівкою, що дозволяє економити енергію.

Утеплення даху - це складне завдання, якісно з якою можуть впоратися тільки професіонали. Правильно виконана теплоізоляція негайно призводить до зниження тепловтрат і формуванню комфортного мікроклімату всередині житла. Сучасним варіантом утеплення даху є пінополіуретан, що швидко наноситься, не утворює швів і стиків, довговічний.

Утеплення підлоги "Юнізолом" не шкідливе для здоров'я, не викликає алергії, що дає йому виключні переваги в порівнянні з мінеральними плитами. Для утеплення ще використовують пінополіуретан, рулонні матеріали та ін.

**РОЗДІЛ 5**  
**ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ**  
**ЕФЕКТИВНОСТІ**

## 5.1 Кошторисна документація для будівництва

Склад та зміст проектної документації на нове будівництво, реконструкцію, капітальний ремонт та технічне переоснащення будинків, будівель та споруд будь-якого призначення, їх комплексів, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури встановлюються ДБН А.2.2-3:2014.

Для визначення кошторисної вартості реальних інвестиційних проектів складаються наступні кошторисні документи:

- в складі проекту (на першій стадії проектування) - локальні і об'єктні кошторисні розрахунки
- кошториси на проектно-дослідницькі роботи; зведений кошторисний розрахунок;
- зведений, об'єктний і локальний ресурсні кошториси;
- зведення витрат;

У об'єктних кошторисах визначається розмір усіх витрат на будівництво конкретного об'єкта (будівлі, споруди). Вони включають вартість усіх видів будівельних і монтажних робіт, витрат на придбання обладнання, інструментів і інвентаря, інших додаткових витрат, безпосередньо пов'язаних з будівництвом даного об'єкта. Крім того, враховується частина резерву на непередбачені витрати в розмірі 1-2%.

Розробка зведеного кошторисного розрахунку виконується на основі заздалегідь складених об'єктних кошторисів і розрахунків окремих видів так званих лімітованих витрат, які визначаються за встановленими нормативами, в більшості випадків виражених у відсотках.



## 5.2 Економічний ефект від впроваджених заходів

Метод розрахунку періоду окупності включає в себе:

- очікувану економію;
- річні витрати енергії та коштів на опалення будинку;
- вартість усіх матеріалів і робіт з утеплення.

Витрати та економія становлять:

- Щорічні витрати на енергію для опалення типового українського будинку - 8000 грн./рік. Розрахунки витрат на опалення базувалися на припущенні, що будинки повністю нагріті до комфортної температури протягом всього опалювального періоду.

- 30% збереження означає збереження 2400 грн. на рік.

Інвестиції для ізоляції існуючого даху (горища) та дерев'яних вікон:

- Два дні роботи (1 професійний робітник і 2 різноробочих) - 1000 грн.
- 160 солом'яних тюків для 80м<sup>2</sup> площі x 12 грн./тюк = 1920 грн.
- Глина + пісок = 600 грн.
- 2 м<sup>3</sup> брусків та дощок (якщо по горищу треба ходити) = 2500 грн.
- Гідроізоляційна плівка (32м<sup>2</sup>), цвяхи та ін. = 300 грн.
- Силікон в тубах, силіконова стрічка 250 грн./вікно = 1750 грн. (7 шт.)

Загальна сума витрат на теплоізоляцію існуючого даху - 8070 грн.

Період повернення інвестицій становить від 3 до 4 років (в залежності від місцевих цін та від того, та від інфляції).

Отже, інвестиція в теплоізоляцію дозволить економити гроші кожного року в довготривалій перспективі і навіть збільшити економію, якщо врахувати заплановане підвищення цін на енергоносії в наступні роки.

Підвищення цін на паливе вже примусило більшість родин відмовитися від центрального опалення та перейти на індивідуальні печі.

## Висновки до розділу 5

Кошторисна документація складена із застосуванням:

- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (ДСТУ Б Д.2.2-2012);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи (ДСТУ Б Д.2.4-2012);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на спеціальні та ремонтно-будівельні роботи (КНіРрс-97);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи (ДСТУ Б Д.2.4 - 2012);

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації та за усередненими даними Держбуду України.

Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатка Б до ДСТУ-Н Б Д.1.1-3-2013.

При складанні розрахунків інших витрат прийняті такі нарахування:

1. Усереднений показник ліміту коштів на зведення та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд  
( $C_{15} = 1$ ), ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.11
2. Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельних робіт у зимовий період  
( $K = 0,9$ ), ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 26
3. Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд), ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 44
4. Вартість проектних робіт, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Дод. К п. 49
5. Показник витрат на покриття ризику, пов'язаного з проектною документацією, ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 п.5.8.16

**РОЗДІЛ 6**

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В**

**НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

## **6.1 Охорона праці**

### **6.1.1 Законодавча та нормативна база України з охорони праці**

Законодавча база охорони праці України налічує ряд законів, основними з яких є Закон України "Про охорону праці" та Кодекс законів про працю (КЗпП). До законодавчої бази також належать Закони України: "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку", "Про дорожній рух", "Про загальнообов'язкове соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням", їх доповнюють державні міжгалузеві й галузеві нормативні акти - це стандарти, інструкції, правила, норми, положення, статuti та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України

Навчання й інструктажі працівників з питань техніки безпеки є складовою частиною системи управління охороною праці. Вони проводяться працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

Усі працівники, яких приймають на роботу і які в процесі роботи проходять на підприємстві навчання й інструктаж з питань техніки безпеки, вивчають правила надання першої і швидкої допомоги потерпілим від нещасного випадку, а також правила поведінки при виникненні аварії чи пожежі на підприємстві.

Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю і правил по охороні праці здійснюють державні органи й інспекції, що не залежать у своїй

діяльності від адміністрації підприємств і організацій.

### **6.1.2 Охорона праці під час проведення робіт із теплоізоляції**

Організація і технологія виконання теплоізоляційних робіт повинні забезпечувати безпеку працюючих на всіх стадіях виробничого процесу. Вимоги щодо попередження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів у процесі підготовки та виконання теплової ізоляції при новому будівництві, розширенні, реконструкції та технічному переозброєнні підприємств, будівель і споруд визначаються СНиП 12-04-2002 «Безпека праці в будівництві» з урахуванням вимог правил пожежної безпеки при виробництві будівельно - монтажних робіт, а також санітарних норм і правил. При виконанні теплоізоляційних робіт враховують можливість виникнення наступних небезпечних і шкідливих для виконавців робіт виробничих факторів:

- запиленість і загазованість повітря;
- високий рівень шуму і вібрації на робочому місці;
- недостатня освітленість;
- відхилення від оптимальних норм температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні;
- недостатня електробезпека застосовуваних машин і устаткування.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони і параметри мікроклімату не повинні перевищувати норм, встановлених ГОСТ 12.1.005.

Допустимі значення рівнів шуму і вібрації, створюваних машинами і механізмами на робочих місцях, - відповідно по ГОСТ 12.1.003 і ГОСТ 12.1.012.

Освітленість на робочих місцях повинна бути не менше 30 лк.

У технологічних процесах при виготовленні теплоізоляційних виробів, конструкцій і виконанні теплоізоляційних робіт слід застосовувати необхідні

засоби механізації.

Роботи на всіх стадіях технологічного процесу повинні виконуватися із застосуванням індивідуальних і колективних засобів захисту по ГОСТ 12.4.011.

Підвищені вимоги до безпеки виконання теплоізоляційних робіт при застосуванні теплоізоляції з пінополіуретану з урахуванням токсичності та пожежонебезпеки входять до його складу. Область застосування ізоляції з пінополіуретану (заливочного і напилюваного) з пожежної небезпеки повинна відповідати вимогам СНиП 2.04.14-88.

Основним документом для підготовки, організації та виконання теплоізоляційних робіт з урахуванням забезпечення безпеки праці є проект виробництва робіт (ППР) або технологічна карта (ТК). Склад і зміст основних рішень ППР і ТК щодо забезпечення безпеки праці повинні відповідати наступним вимогам. Організаційно - технічні рішення щодо забезпечення безпеки праці повинні розроблятися в складі ППР і ТК з урахуванням вимог СНиП 12-04-2002.

В ППР і ТК повинні бути передбачені вимоги щодо зниження обсягів робіт і трудомісткості їх виконання в умовах дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів за рахунок застосування:

- домонтажної ізоляції обладнання і трубопроводів;
- блочного монтажу обладнання та трубопроводів з ізоляцією блоків до їх установки в проектне положення;
- індустріальних конструкцій ізоляції (повнозбірних і комплектних);
- механізмів, інструменту, пристосувань, технологічної оснастки (засобів підмоцвання, вантажозахоплювальних пристроїв, засобів індивідуального та колективного захисту).

Порядок розробки і випробування технологічного оснащення, засобів індивідуального захисту, ручного інструменту і механізмів визначаються відповідними нормативними документами, а вимоги до їх експлуатації - експлуатаційними документами підприємств - виготовлювачів.

### **6.1.3 Вентиляція приміщень з теплоізоляцією, і її важливість для здоров'я людини**

Тепло- та гідроізоляційні матеріали не бувають абсолютно сухими, так як вбирають вологу з навколишнього повітря, або при безпосередньому зіткненні з нею (за рахунок водопоглинання). З зволоженням теплоізоляційних матеріалів різко зростає їх теплопровідність, а отже, погіршуються теплозахисні властивості цих матеріалів і конструкцій.

Вологість (ГОСТ 17177-94) - вміст води в матеріалі. Сорбційне зволоження теплоізоляційного матеріалу залежить від вологості і температури навколишнього повітряного середовища, а також від хімічного складу матеріалу і його структури.

Основним джерелом забруднення повітря в житловому приміщенні є людина. Мешканці дихають, потіють, готують їжу, перуть і курять. Крім того, свою лепту до складу повітря вносять всілякі запахи оздоблювальних будівельних матеріалів, меблів і побутової техніки. Боротися з усіма цими забрудненнями можна, забезпечивши необхідний повітрообмін, тобто за допомогою якісної вентиляції.

Сучасні вимоги по витяжці свідчать про необхідність видаляти на годину з кухні, туалету та ванної кімнати 60-90, 25 і 25 м<sup>3</sup> повітря, відповідно. Останні рекомендації по вентиляванню індивідуальних житлових будинків орієнтують на кратність повітрообміну 0,35 (але не менше 30 м<sup>3</sup> / год на людину). Переважна більшість житлових будинків у всьому світі проектується строго певним чином: повітря повине проникнути через вікно, перемішатися з внутрішнім більш брудним повітрям житлових приміщень (спальні і вітальні), потрапити в коридор і через витяжні ґрати на кухні, у ванній кімнаті і туалеті спрямуватися назовні.

Сьогодні широко використовується класична припливно - витяжна механічна вентиляція. Приплив повітря відбувається примусово під дією

механічних вентиляторів. Великі перепади тиску дозволяють використовувати різні фільтри.

## **6.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **6.2.1 Нормативна база щодо захисту працівників в надзвичайних ситуаціях**

Цивільний захист населення (ЦЗН) — система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підлеглих їм сил і засобів, підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності, добровільних рятувальних формувань з метою запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій.

Держава як гарант цього права здійснює захист населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного й військового характеру.

Захист працівників підприємства в надзвичайних ситуаціях є невід'ємною частиною державної політики національної безпеки і державного будівництва. Закон України «Про захист населення і територій від негативних ситуацій техногенного і природного характеру» визначає стратегічні напрями та засоби вирішення проблеми захисту населення, реальне створення територіальних і функціональних підсистем Єдиної державної системи запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного і природного характеру (ЄДС і НС) та реагування на них. Закон проголошує організаційні та правові основи захисту громадян України, об'єктів виробничого та соціального призначення, довілля від надзвичайних ситуацій.



Згідно з цим Законом передбачений інженерний захист робітників і службовців в надзвичайних ситуаціях.

Всі працівники підприємства повинні бути навчені діям, чітко знати свої обов'язки та неухильно їх виконувати. Це також стосується адміністрації малого підприємства, яка в екстремальній обстановці не може приймати помилкові рішення або віддавати необґрунтовані розпорядження.

### **6.2.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою цеху будматеріалів**

Захисному заземленню підлягають металеві неструмопровідні частини обладнання, котрі через несправність ізоляції можуть опинитись під напругою і до котрих можливий дотик людей або тварин. При цьому в приміщеннях без підвищеної небезпеки заземлення обов'язкове при номінальній напрузі 380 В та вище змінного струму; 440 В і вище – постійного струму. Лише у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення виконується незалежно від значення напруги установки.

Розраховуємо захисне заземлення для обладнання цеху для виготовлення будівельних стінових блоків. Мета розрахунку – визначення кількості і розмірів заземлювачів і складання плану розташування заземлювачів і заземлюючих провідників.

В якості заземлювачів вибираємо круглі не оцинковані (пруткові) заземлювачі, діаметром 10 мм. Для електроустановок напругою до 1000 В із ізолюваною нейтраллю опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом.

Існує два методи розрахунку заземлюючих пристроїв: метод коефіцієнтів використання електродів, який враховує одношарову структуру ґрунту і застосовується для розрахунку простих заземлювачів, і метод наведених

потенціалів, який враховує двошарову структуру ґрунту і застосовується для складних заземлювачів.

Вихідні дані для розрахунку:

- загальна довжина заземлювачів  $l = 5$  м;
- матеріал заземлювачів - неоцинкована сталь;
- діаметр заземлювачів  $d = 10$  мм;
- глибина розташування заземлюючої смуги  $h_0 = 0,5$  м;
- ширина заземлюючої смуги  $b = 0,04$  м;
- відстань між заземлювачами  $a = 2,5$  м;
- розташування вертикальних заземлювачів рядне.

Розрахункова схема заземлюючого пристрою подана на рис. 6.1.

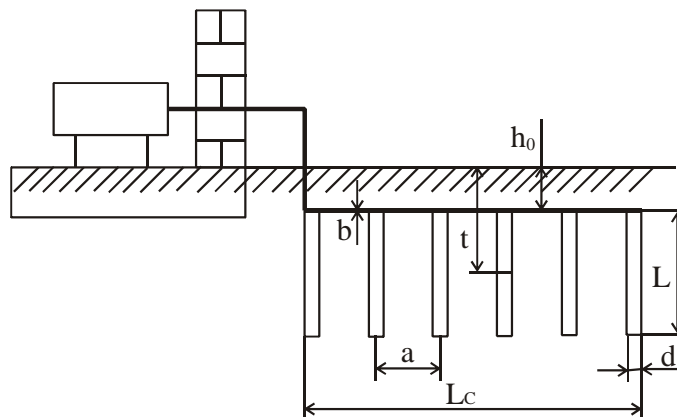


Рисунок 6.1 – Розрахункова схема заземлюючого пристрою

Порядок розрахунку заземлення методом коефіцієнта використання електродів такий:

1. Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту  $\rho$  у якому розташовується заземлювач. За довідковими даними [68]  $\rho = 250$  Ом·м.

2. Визначаємо опір розтікання струму з одного заземлювача:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) \quad (6.1)$$

$$t = \frac{1}{2} \cdot l + h_0 = \frac{1}{2} \cdot 5 + 0,5 = 3,0 \text{ м} \quad (6.2)$$

$$R_3 = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 5}{0,01} + \frac{1}{2} \cdot \ln \left( \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right) \right) = 62,056 \text{ Ом} \quad (6.3)$$

3. Визначаємо необхідну кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n' = \frac{R_3}{R_H \cdot \eta_B} \quad (6.4),$$

де  $n'_e$  – коефіцієнт використання заземлювачів, який враховує їх взаємне екранування. Для заземлювачів, розташованих в ряд, при  $a/l = 0,5$  цей коефіцієнт  $n'_e = 0,5$ .

$$\text{Отже, } n' = \frac{62,056}{4 \cdot 0,5} = 31,028 \text{ шт} \quad (6.5)$$

Приймаємо  $n = 32$  шт.

Для зв'язування вертикальних електродів застосовують горизонтальні електроди – стальну смугу або прутки. Довжина горизонтального електрода при розташуванні заземлювачів в ряд

$$L_C = 1,05 \cdot a \cdot (n - 1) \quad (6.6)$$

$$L_C = 1,05 \cdot 2,5 \cdot (32 - 1) = 81,38 \text{ м} \quad (6.7)$$

4. Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального електрода  $R_C$  за формулою

$$R_C = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_C} \cdot \ln \left( \frac{L_C^2}{b \cdot h_0} \right) \quad (6.8)$$

$$R_C = \frac{250}{2 \cdot 3,14 \cdot 81,38} \cdot \ln \left( \frac{81,38^2}{0,04 \cdot 0,5} \right) = 6,215 \text{ Ом} \quad (6.9)$$

5. Визначаємо опір струму розтікання штучних заземлювачів:

$$R_{\text{шт}} = \frac{R_3 \cdot R_C}{R_3 \cdot \eta_{\Gamma} + R_C \cdot n \cdot \eta_B} \quad (6.10)$$

$$R_{\text{шт}} = \frac{6,215 \cdot 62,056}{62,056 \cdot 0,3 + 6,215 \cdot 32 \cdot 0,4} = 3,92 \text{ Ом} \quad (6.11)$$

6. Порівнюємо опір штучних заземлювачів із нормованим значенням [68]. Тобто повинна справджуватись умова:

$$R_{шт} \leq R_H$$

## Висновки до розділу 6

Подача повітря в житлове приміщення може здійснюватися через припливну камеру, де повітря підігрівається і фільтрується. Такі системи часто оснащуються додатковими функціями - зволоженням, осушенням, знезараженням припливного повітря. На жаль, вони мають істотний недолік - високу вартість. Ціна установки і обслуговування - це те перешкода, яка стоїть на шляху масового застосування механічної вентиляції в житловому будівництві (навіть при зведенні т. зв. «елітного» житла). Більш дешевим способом боротьби з духотою є природна вентиляція. Саме цим шляхом пішли країни Західної Європи. Наприклад, у фінансово благополучній Німеччині 90-95% людей живуть у будинках з природною вентиляцією.

Очевидно, що за відсутності припливу зовнішнього повітря неможливо видалення брудного повітря. Витяжка не працює без припливу, приплив не виникне без витяжки. У результаті в квартирі з закритими вікнами накопичується водяна пара (сім'я з трьох - чотирьох чоловік виділяє на добу 10-15 л води), з'являється задуха, зростає концентрація вуглекислого газу і радіоактивного газу радону.

Як видно з розрахунків  $R_{шт} \leq R_H$  ( $3,92 < 4$ ), отже система електродів забезпечить надійне заземлення цеху.

При розрахунку встановлено, що загальний опір становить 3,92 .

Для штучних заземлювачів застосовують вертикальні чи горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують сталеві труби діаметром 3...5 см та сталеві кутники розміром від 40x40 до 60x60 мм довжиною 2,5...3 м. Можна також використовувати сталеві прутки діаметром 10...12 мм.

В якості природних заземлювачів можна використовувати:

– прокладені в землі водогінні та інші металеві трубопроводи, за винятком трубопроводів горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів, а також трубопроводів, вкритих ізоляцією для захисту від корозії;

– обсадні труби артезіанських колодязів, свердловин, шурфів;

– металеві конструкції та арматуру залізобетонних елементів будівель та споруд, які з'єднані з землею;

– свинцеві оболонки кабелів, прокладених в землі.

При виконанні монтажу заземлювальних пристроїв (контур заземлення) необхідно строго дотримуватися норм безпеки та законодавчих стандартів.

Найбільш оптимально влаштувати заземлення з боку найбільш електронебезпечних приміщень будинку. Це скоротить витрати на матеріал заземлюючого провідника.

**РОЗДІЛ 7**  
**ЕКОЛОГІЯ**

## 7.1. Енергетичні проблеми сучасності

В даний час досить актуальними є енергетичні проблеми, що в свою чергу тягнуть за собою необхідність економії енергоресурсів, що в свою чергу призвело до появи нової області в будівництві – теплоізоляції будівель.

Розвиток технічної цивілізації в ХХ ст. характеризувався стрімким збільшенням енергоспоживання. За оцінками, в 1945 - 1995 рр. населення планети використало 2/3 всього палива, добутого людством за час свого існування. Такі бурхливі темпи розвитку енергетики спричинили появу низки гострих проблем [17, с.113].

Особливо загострилися проблеми, пов'язані з негативним впливом енергетики на стан навколишнього середовища. Масове використання викопного палива - нафти, вугілля, газу завдає збитків природі і здоров'ю людини через викиди, що містять важкі метали, двоокис сірки, окис азоту та інші шкідливі речовини.

Якщо тенденція зростання споживання енергії та викидів двоокису вуглецю збережеться, то вже до 2025 р. на Землі потеплішає на 2 °С, що призведе до глобальних катастрофічних наслідків: зміщення кліматичних зон, зникнення багатьох видів рослин, скорочення лісових площ, збільшення пустель, розтавання льодовиків тощо. Все це створить небезпеку голоду, хвороб, масових міграцій населення із зон екологічного лиха [27, с. 198].

В умовах постійно зростаючих цін на основні види енергоресурсів та значної зовнішньоекономічної залежності нашої країни від постачальників енергоносіїв, питання покращення показників енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у житлових будинках набувають особливої актуальності у зв'язку із нагальною необхідністю економії коштів на їх утримання. На цьому фоні актуальність використання теплоізоляційних матеріалів важко переоцінити, оскільки допоможе знизити витрати палива та енергії [18, с.76].

## 7.2. Аналіз збереження тепла та енергії в будівництві

У державі на опалення приміщень витрачається приблизно четверта частина палива, яке споживається в країні, при цьому 80% його йде на обігрів житлових будинків.

Енергоємність ВВП України в 2,6 рази вище середнього рівня енергоємності ВВП всіх країн світу. Українська промисловість витрачає у 5 разів більше енергоресурсів на одиницю виробленої продукції ніж промисловість Німеччини або Японії. Таке ж становище і в побуті, і в комунальній сфері, і в повсякденному житті.

Багаторічна практика високорозвинених країн (Швеція, Японія, Німеччина) переконує нас, що навіть переглянувши деякі звички та поведінку в нашому повсякденному житті ми можемо вже сьогодні без обладнання та витрат заощаджувати енергоносії.

Україна знаходиться в такому кліматичному поясі, що опалення приміщень потрібно виконувати 6 місяців на рік. І це опалення виконується переважно за рахунок природного газу [36].

За зробленим аналізом німецького фахівця з енергоефективності Ф.Срамою [17, с. 19], можна визначити розподіл втрат тепла між різними частинами будівлі: підлога, дах, стіни, вікна і двері, вентиляція і термальні мости.

Аналізуючи збереження тепла можна аргументувати такі його втрати:

- через дах - 35%;
- через вікна - 11%;
- через стіни - 15%;
- через підлогу - 25%;
- термальні мости – 4%;
- робота вентиляції (витяжки) - 10%.



Отже, найбільші втрати тепла відбуваються через дах, оскільки тепле повітря піднімається вгору. Для збереження тепла та енергії слід провести системну теплоізоляцію покриття будівель.

За статистичними даними крізь стіни та дахи втрачається до 50% тепла. Рациональне використання теплоізоляційних матеріалів будівництві дозволить зберегти тепло та зменшити витрати на опалення на 50-70%. А якщо будівля стара, то енергетичні втрати фасадів можуть складати до 75%.

### **7.3. Заходи по збереженні тепла та енергії в будівництві**

Ефективними заходами збереження тепла та енергії є:

- чим ширше підвіконня, тим менше тепла виходить назовні через вікно. Встановлення теплозахисного екрану за батареями дозволить зекономити до 5% тепла;
- слід використовувати жалюзі, вони допоможуть скоротити втрати тепла на 8-15%;
- після проведення комплексної теплоізоляції вікон температура в приміщенні підвищується на 3-4°C;
- до 30% тепла можна заощадити завдяки герметизації щілин між стулкою та рамою вікна;
- змащення щілин у віконних рамах і дверних отворах. Для цього можна використати монтажну піну, саморозширюючі герметизуючі стрічки, силіконові і акрилові герметики. Результат – підвищення температури повітря на 1 – 2 градуси;
- ущільнення вікон та дверей. Використовуються різні самоклеючі ущільнювачі і прокладки. Ущільнення вікон виконується не тільки по периметру, але й між рамами. Результат – підвищення температури всередині приміщення на 1 – 3 градуса;

- встановлення нових пластикових або дерев'яних вікон з багатокамерними склопакетами. Краще якщо шибки будуть з тепловідбивною плівкою, і в конструкції вікна будуть передбачені провітрювачі. Тоді температура в приміщенні буде значно стабільною і взимку і літом, повітря буде свіжим і не буде необхідності періодично відкривати вікно, викидаючи великий об'єм теплого повітря. Результат – підвищення температури в приміщенні на 2 – 5 градуса і зниження рівня вуличного шуму;
- встановлення других дверей на вході до дому. Результат – підвищення температури в приміщенні на 1 – 2 градуса, зниження рівня зовнішнього шуму і загазованості;
- встановлення тепловідбиваючого екрана (або алюмінієвої фольги) на стіну за радіатор опалення. Результат – підвищення температури в приміщенні на 1 градус;
- старатися не закривати радіатор щільними шторами, екранами, меблями – тепло буди ефективніше розповсюджуватись в приміщенні;
- закривати штори на ніч. Це допоможе зберегти тепло в будинку;
- замінити чугунні радіатори на алюмінієві. Тепловіддача цих радіаторів на 40 – 50 % вище. Якщо радіатори встановлені з урахуванням зручного зйому, є можливість регулярно їх промивати, що також сприяє підвищенню тепловіддачі;
- закласти балкона еквівалентно встановленню додаткового вікна. Це створить тепловий буфер з простором температурою на 10 градусів вище, ніж на вулиці в сильний мороз.

## **Висновки до розділу 7**

З огляду на складну екологічну ситуацію актуальним завданням є

застосування заходів щодо збереження тепла в приміщенні. Це дає можливість не тільки усунути зберегти навколишнє середовища, але й створити комфортні умови проживання, досягти певної економії коштів. Причина холоду в будинку не в тому, що температура опалення є недостатньою, а в тому, що через погано утеплені стіни будівель втрачається більше третини спожитого тепла. Захистити оселі від втрати тепла, дозволяє раціональне використання теплоізоляції.

Останнім часом все більше проявляється інтерес до впровадження енергоефективної технології теплоізоляції. Об'єктивними передумовами цього є можливість підтримки комфортних умов в будинку за своїм власним бажанням, де температура залежить від директивного рішення про оптимальну температуру в приміщенні. У процесі обігріву важливо забезпечити не тільки комфорт в будинку, але й уникнути нанесення істотної шкоди навколишньому середовищу. Максимально збалансовані системи життєзабезпечення з точки зору комфорту і екологічності в екологічних будинках, так званих «екобудинках».

Поняттю «екобудинок» також притаманна така властивість як енергоефективність. Енергоефективна будівля (energy efficient building) – будинок, у якому ефективно використання енергоресурсів досягається за рахунок застосування інноваційних рішень, які здійсненні технічно, обгрунтовані економічно, а також прийнятні з екологічної та соціальної точок зору.

**РОЗДІЛ 8**

**ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ УТЕПЛЕННЯ**

**ГОРИЩА ІНДИВІДУАЛЬНИХ**

**ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ**

## 8.1 Розрахунок вартості утеплення горища будівлі різними методами

Розглянемо два варіанти утеплення горища:

1. Соломою.
2. Пінополіуретаном.

Перший варіант - це натуральний матеріал, що володіє низькою теплопровідністю. Солома - це відхід сільськогосподарської діяльності.

Найчастіше використовують: житню, рисову, пшеничну сировину. Велика перевага - її ціна. Крім того, сучасна технологія передбачає обробку сировини всілякими хімікатами: антипіренами, антисептиками та антибіотиками. Перший метод розписано у розділі «Обґрунтування економічної ефективності».

Другий варіант виконаєм у спеціальній частині. Пінополіуретан обрано, оскільки це безшовні напилювані полімери, термін експлуатації яких перевищує 50 років. Одним з найбільш ефективних матеріалів для теплоізоляції покрівель на сьогоднішньому ринку є напилюваний пінополіуретан (ППУ).

Інвестиції для ізоляції існуючого даху (горища) пінополіуретаном та дерев'яних вікон силіконом:

- Вартість роботи за  $m^2$  44 грн x 80  $m^2$  = 3520 грн.
- ціна за 1  $m^2$  утеплення пінополіуретаном товщиною 4 см становить 76 грн x 80  $m^2$  = 6080 грн..
- підготовки поверхні до напилення – 6 грн за  $m^2$  x 80  $m^2$  = 480 грн.
- аератор 120 грн.
- захист від дії ультрафіолету (фарба) 150 грн.
- Силікон в тубах, силіконова стрічка 250 грн./вікно = 1750 грн. (7 шт.)

Загальна сума витрат на теплоізоляцію існуючого даху пінополіуретаном - 12100 грн.

## 8.2 Порівняння двох методів теплоізоляції житлових будинків

Таблиця 8.1 - Порівняння двох методів теплоізоляції житлових будинків

Показник	Солома	Пінополіуретан
Вартість за 80 м <sup>2</sup>	8070	12100
Питома вага (кг/м <sup>3</sup> )	500	58,3
Термальна провідність $\lambda$ (ватт/м <sup>°C</sup> )	0,09 0,15	0,025
Термін експлуатації	100	50

### Висновки до розділу 8

Отже, при порівнянні двох варіантів утеплення горища будівлі було виявлено, що утеплення соломою у 1,5 рази дешевше ніж пінополіуретаном. Проте солома важча у 9 разів. Термальна провідність краща у соломи, хоча пінополіуретан має не набагато нижчі показники. Термін експлуатації у соломи у 2 рази довший.

За зробленим дослідженням можна рекомендувати для теплоізоляції горища солом'яні тюки.

## ВИСНОВКИ

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.

1. Теплоізоляція – захист будівель, трубопроводів, теплових устаткувань від теплообміну з навколишнім середовищем для зменшення теплових втрат і збереження теплового режиму об'єкта. Для цього використовують матеріали з пористою структурою і низькими значинами теплопровідності. Застосування теплоізоляційних матеріалів в будівництві дозволяє знизити масу конструкцій, зменшити споживання конструкційних будівельних матеріалів (бетон, цегла, деревина тощо). Енергозберігаючі заходи у будинку в цілому можуть забезпечити зниження втрат тепла на 55-60%.

2. До теплоізоляційних матеріалів відносяться будівельні матеріали та вироби, призначені для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель і споруд, технологічного обладнання та трубопроводів. Такі матеріали мають низьку теплопровідність (при температурі 25 ° С коефіцієнт теплопровідності не

## ВИСНОВКИ

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.

3. Теплоізоляція – захист будівель, трубопроводів, теплових устаткувань від теплообміну з навколишнім середовищем для зменшення теплових втрат і збереження теплового режиму об'єкта. Для цього використовують матеріали з пористою структурою і низькими значинами теплопровідності. Застосування теплоізоляційних матеріалів в будівництві дозволяє знизити масу конструкцій, зменшити споживання конструкційних будівельних матеріалів (бетон, цегла, деревина тощо). Енергозберігаючі заходи у будинку в цілому можуть забезпечити зниження втрат тепла на 55-60%.

До теплоізоляційних матеріалів відносяться будівельні матеріали та вироби, призначені для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель і споруд, технологічного обладнання та трубопроводів. Такі матеріали мають низьку теплопровідність (при температурі 25 ° C коефіцієнт теплопровідності не



більше  $0,175 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ \text{C})$ ) і щільність (не вище  $500 \text{ кг} / \text{м}^3$ ).

4. Аргументи на користь поліпшення стандартів утеплення:
  - зменшення витрати енергії;
  - екологічність;
  - збереження здоров'я;
  - підвищення комфорту.

Параметрами комфорту є якість повітря, вологість, стабільність температури повітря, потік повітря, зменшення залежності від енергії.

5. Температура, яку відчуває людина, залежить від теплообміну із середовищем. Тому навіть якщо повітря в кімнаті прогріте до  $19^\circ \text{C}$ , а стіни холодні, людина відчуватиме більш низьку температуру і мерзнутиме.

6. За формою теплоізоляційні матеріали можна класифікувати на: пухкі (вата, перліт тощо), плоскі (плити, мати, тощо), фасонні (циліндри, полуциліндри, сегменти тощо), шнурові (шнури з неорганічних волокон: азбестові, мінерального і скляного волокна).

За займистістю (горючістю): вогнетривкі (керамзит, ніздрюваті бетони тощо), важкоспалимі (цементно-стружкові, ксилоліт) і спаленні (комірчасті пластмаси, торфопліти, очерети і пр.)

7. Застосування принципів дії сонячної радіації для підвищення енергоефективності будівлі необхідне при проектуванні. Показники радіації залежать від характеристики матеріалів, особливо від кольору та типу поверхні. Слід встановлювати під певним кутом козирки на вікна, оскільки влітку це допоможе вберегти приміщення від перегріву, взимку - промені можуть потрапляти у будинок без перешкод, оскільки сонце знаходиться нижче. Сезонні рослини, наприклад широколисті дерева, це іще одна можливість створити тінь влітку. Коли дерева втратять листя взимку, для сонячного світла не залишиться ніяких перепон.

8. При коливанні зовнішньої температури протягом доби, велика термальна маса всередині покритої ізоляцією будівлі може згладжувати їх за допомогою того, що термальна маса здатна поглинати енергію тепла, коли

навколишня температура вища, ніж самої будівлі, і, відповідно, віддавати тепло, коли навколишня температура нижче, не досягаючи при цьому теплової рівноваги. У цьому відмінність від ізоляційної характеристики матеріалу, яка знижує теплопровідність і просто продовжувати утримання енергії всередині будівлі.

Можливість використання розподіленої ізоляції є вузькою, оскільки її можна застосовувати тільки при новому будівництві. Однією з переваг є відсутність термальних мостів

9. За Умняковою Н.П. [11, с.160] методи теплоізоляції діляться на внутрішній і зовнішній, розподілений.

Теплоізоляція внутрішніх конструкцій має такі переваги: суттєво знижуються витрати на опалювання будівлі; надійно зберігається тепло всередині приміщення; забезпечується якісна пароізоляцію без щілин і дефектів; покращується звукоізолююча здатність стін, стель і перегородок. Але має суттєвий недолік – термальні мости.

Зовнішній метод теплоізоляції найпоширеніший, оскільки дає можливість покращити теплотехнічні характеристики оболонки будинку, продовжити термін її експлуатації, запобігти усадочним і механічним деформаціям зовнішніх стін за рахунок малих коливань температур у конструктивному шарі, підвищити гідрофобні властивості стін, покращити зовнішній вигляд фасаду, знизити повітря- і звукопроникність, забезпечити високий рівень енергозбереження і як наслідок знизити витрати на опалення будівлі. Провідними по просуванню теплоізоляції є фірми Термолайф, Ceresit, Хантер-Стар, Optiroc, Isover.

10. По співвідношенні показників теплового опору високі результати показують пінопласт і натуральна вовна. Пошкодження матеріалів можуть виникати через зсуви, гризуни, комахи, вологу, вогонь. При виборі матеріалів слід цим керуватись. Перед роботою по утепленні слід визначити слабкі місця, через які проходить холод, брати метод утеплення та матеріали, розрахувати їх.

11. Контроль вологості в приміщенні необхідний для: чистоти повітря та комфорту, нормального стану будівельних конструкцій, усунення ризику

виникнення цвілі та грибків. Взимку важливо освіжити повітря у приміщенні, при цьому втрати тепла не повинні бути великими. Для забезпечення ефективної вентиляції слід враховувати пори року, тип вікон і можливості перехресної вентиляції.

12. У даній роботі питання сучасних методів теплоізоляції індивідуальних житлових будинків піддана глибокому аналізу і перегляду.

На підставі методик бібліографічного пошуку, системно - структурного аналізу, виробничих спостережень, порівняльного аналізу виконаний повний аналіз по темі дослідження.

Проведений аналіз дозволяє рекомендувати для проведення теплоізоляції зовнішній метод, так як він є найефективнішим і має ряд переваг.

В українських будинках найбільш тепловтратними, а тому пріоритетними для ізоляції, є дах та зони вікон і дверей. Завдяки утепленню даху й вікон можна досягнути до 40% економії. Тому рекомендується першочергово проводити заходи у цьому напрямку. Досвід, накопичений у європейських країнах, у сфері енергоефективних стінових конструкцій дозволив обґрунтувати вимоги до мінімального терміну служби систем теплоізоляції.

Крім надання практичних порад, у роботі пояснено зв'язок між охороною довкілля, споживанням енергії та утепленням будинків.

Основна частина роботи присвячена детальному поясненню теоретичних основ теплоізоляції. Тож є змога більш фахово розрахувати необхідну товщину ізоляції для будинку та обрати найбільш відповідний матеріал. Окрема увага приділена утепленню природними матеріалами, які за своїми властивостями не поступаються штучним та є безпечними для здоров'я людей і довкілля.

Результатом такого зростання споживання викопного палива є те, що викиди парникових газів збільшуються у тій самій пропорції

Найбільш істотним результатом впровадження зазначеного заходу варто вважати загальне зростання енергоефективності індивідуальних житлових будинків, отримане як наслідок методично правильного підходу до сучасних методів теплоізоляції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31: 2006. – К.: Мінбудархітектури України, 2006. - 71с. . – (Державні будівельні норми України).
2. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2008. – К.: Мінбудархітектури України, 2009. – 24 с. . – (Державні будівельні норми України).
3. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками: ДСТУ В.2.6-36:2008. – К.: Мінбудархітектури України, 2009. – 43 с.
4. Чернявський В. В. Кліматичні фактори впливу на теплоізоляційні фасадні системи з тонким штукатурним шаром / В.В. Чернявський, О.Б. Борисенко // Містобудування та територіальне планування.- 2010.- № 37. – с. 559-564.
5. Теплоизоляционные материалы и конструкции / [Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю.] - М.: ИНФРА-М, 2003г. - 268с. –(Учебник для средних профессионально-технических учебных заведений).
6. Самарин О.Д. К вопросу определения температуры в наружном углу здания /Самарин О.Д. – М.: Труды НИИСФ-50, 2008. - с. 104 – 107.
7. Бородин А.И. Определение температуры на внутренней поверхности в углу наружной стены / А.И. Бородин // Изв. Вузов. Строительство. – 2007. - №2.- с. 76-79.
8. Прищенко Н.Г. Способ устройства проема в наружной стене с углублением с внешней стороны / Н.Г. Прищенко, Н.В Тимофеев, А.Н.

Прищенко // Вест-ник Донецкого ПромстройНИИпроекта. - 2011. – №11. – с. 27 – 32.

9. Пат. 62467 Україна. Спосіб влаштування прорізу в стіні з поглибленням з зовнішнього боку / Прищенко М.Г., Тимофєєв М.В., Прищенко А.М. - №u201102368; опубл. 28.02.2011.

10. Каммерер И. С. Теплоизоляция в промышленности и строительстве / Каммерер И. С.[ пер. с нем.], - Москва: Русь, 1965 – 434 с.

11. Умнякова Н.П. Как сделать дом теплым. Справочное пособие / Умнякова Н.П. - Москва. Стройиздат, 1992. – 320 с.

12. Зарубина Л.П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы, технологии / Зарубина Л.П. - БХВ-Петербург, 2008 р. - 240 с.

13. Будівельне матеріалознавство – підручник / [Кривенко П.В., Пушкарьова Е.К., Барановський В.Б. та ін.] – Київ: Либідь, 2012 – 245 с.

14. Пушкарьова К.К. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції / Пушкарьова К.К.: К.: Асоціація «ВСВБМВ», 2012.- 664 с.

15. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома / Бадьин Г.М.: БХВ-Петербург, 2011. - 432 с

16. Кочергин С.М. Изоляция. Материалы и технологии / Кочергин С.М. – К /: Стойинформ, 2006 - 656 с.

17. Білявський Г.О. Основи екології / Г.О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. - К. :Либідь, 2005. - 408 с

18. Васюкова, Г.Т. Екологія: підручник / Г. Т. Васюкова, О. І. Грошева. - К.: Кондор, 2009. - 524 с.

19. Термальна масса матеріалів [Електронний ресурс] - Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Термальная\\_масса](https://ru.wikipedia.org/wiki/Термальная_масса)

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

21. Конструкції будівель та споруд. Теплоізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с.

22. Пожежна безпека об'єктів будівництва зі зміною до нього 1 від 1.06.07.:ДБН В.1.1-7-2002 - К.: Укрархбудінформ, 2002. – 85 с.
23. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції будівель і споруд: ТУУ В.2.7-21685172.002-2001
24. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови: ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006 – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 51 с.
25. Конструкції будинків і споруд. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей: ДБН В.2.6-22-2001 - Держбуд України, 2001. - 51 с.
26. Патент N2146323 України. Улаштування навісних вентильованих фасадів опублюю 10.03.2000 р.
27. Географія: Навч. посіб. для старшокласників та абітурієнтів. Відповіді на всі питання нової програми - 5-те вид., перероб. і доп. / [Олійник Я.Б., Шищенко П.Г., Степаненко А.В., Масляк П.О.]/ - - К.: Т-во «Знання», КОО, 2006. - 455 с.
28. УкрТеплоізоляція [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrteploizolyatsiya.com.ua>
29. Теплоизоляционные материалы Изовер [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.isover.ua>
30. Women in Europe for a Common Future [Електронний ресурс] – Режим доступу: [wecf.eu](http://wecf.eu)
31. Теплоаудит [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ua.polifasad-kiev.com/teploaudit.html>
32. Тепловизор: маленький прибор избавит от больших проблем [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.teploby.com/sovety/252/Тепловизор\\_маленкий\\_прибор\\_избавит\\_от\\_bolshih\\_problem.html](http://www.teploby.com/sovety/252/Тепловизор_маленкий_прибор_избавит_от_bolshih_problem.html)
33. Якісна Теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://passivehouse-igua.com/passive-house/passive-house-integrated-thermal-protection/>

34. 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>
35. Конструктивно-технологічні рішення вентильованих фасадних / О.П. Конончук // [Електронний ресурс] –2013. - Режим доступу: <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137213>
36. Елементарні заходи щодо збереження енергії в період опалення будинків [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.kaniv.net/news.php?p=11583>

# ДОДАТКИ



## ДОДАТОК А

### Екологічні та синтетичні матеріали

Матеріал	Питома вага (кг/м <sup>3</sup> )	Термальна провідність Λ (ватт/м °С)	Термальний опір (М <sup>2</sup> °С/ватт)	Термальна маса	Стійкість до вологості	Витрати енергії на виробництво	Потенційна небезпека для здоров'я
Целюлоза - ізоляція, зроблена із переробленого паперу, стає популярною як екологічний матеріал.	рихла маса від 30 до 60	від 0,037 до 0,044	від 2,27 до 2,7	5	3	5	4
	панелі від 70 до 100	0,039	2,56	5	3	5	4
Корок, гарний матеріал для термальної ізоляції або камер охолодження для попередження, передачі тепла, зменшення рівня шуму або для забезпечення ізоляції від вібрації працюючого	рихла маса від 60 до 70	від 0,04 до 0,045	від 2,22 до 2,25	5	5	4	5
	панелі від 80 до 120	від 0,036 до 0,042	від 2,38 до 2,78	5	5	4	5

обладнання.							
Рулони конопляної вовни		від 0,038 до 0,042	від 2,63 до 2,78	4	4	5	4
Панелі конопляної вовни	від 35 до 40	від 0,038 до 0,042	від 2,63 до 2,78	4	4	5	4
Волокна льону	рулони від 18 до 20	0,037	2,7	3	4	5	4
	панелі від 30 до 35	від 0,037 до 0,047	від 2,13 до 2,7	4	4	5	4
Очерет	панель 120	від 0,055 до 0,09	від 1,11 до 1,82	5	5	5	5
	пелети 100	0,056	1,79	5	5	5	5
Пил від деревообробки	від 110 до 210	від 0,048 до 0,058	від 1,72 до 2,08	5	4	5	4
Солома із захисним шаром глини	від 300 до 700	0,09 0,15	від 0,75 до 1,11	5	3	5	4
Гнучка панель із дерев'яних волокон	від 80 до 120	0,08 0,12	від 0,83 до 1,25	4	5	5	4
Щільна панель із дерев'яних волокон більш	від 80 до 120	0,08 0,12	від 0,83 до 1,25	5	5	5	4

товста							
Тирса	від 140 до 160	0,037 0,055	від 1,82 до 2,7	4	5	5	5
Перероблен ий	від 35 до 50	0,038 0,04	від 2,5 до 2,63	5	5	4	4
Пір'я качки: 70% вовна вівці: 10% Жгут: 20% Для закріплення гарячих волокон.	від 26 до 36	0,044	2,27	3	3	5	5
Вовна (вівця)	рулони від 10 до 30	від 0,035 до 0,042	від 2,38 до 2,86	3	3	5	5
	панелі від 10 до 30	від 0,035 до 0,040	від 2,5 до 2,86	3	3	5	4
Глина: один із найдавніши х будівельних матеріалів на Землі. Дві третини населення Земної кулі в традиційно му суспільстві і в країнах, що розвивають ся, живе та працює у будівлях, зроблених із глини.				5	3	5	5

<p>Азбест: довготривалий вплив високої концентрації волокон азбесту може стати причиною проблем зі здоров'ям, включаючи злоякісний рак легень. ЄС заборонив будь-яке використання азбесту, а також виробництво і переробку продуктів із азбесту.</p>	X	X	X	X	X	X	3
Цементний розчин	від 1800 до 2100	від 1,3 до 1,4	від 0,07 до 0,08	4	5	4	5
Цегла із цементу						4	5
Панелі із цементу						3	5
Бетонні блоки	800	0,9	0,11	5	5	3	5
Бетонні блоки	від 2200 до 2400	1,85	0,05	5	5	3	3
Рулони скловати	15-150	0,035-0,04	2,5-2,86	4	3	3	4
Мінеральна вата	15-200	0,04-0,05	2-2,5	3	3	3	4
Гіпсова	750-900	0,25-0,3	0,33-0,4	4	5	3	

панель							
Полістирен XPS	від 15 до 150	від 0,035 до 0,04	від 2,5 до 2,86	4	3	3	
Поліуретан о-вий паралон	30	0,03	3,33	4	5	3	3
Поліурета- нова панель	40	0,025	4	4	5	3	3
Пінопласт EPS	від 20 до 30	0,028	3,57	3	5	3	3