МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка
Кафедра професійної освіти та комп`ютерних технологій

# МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: «Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання теми»

Виконав: Конопля Роман Юрійович
015 Професійна освіта
(Будівництво та зварювання)

Науковий керівник:
канд. пед. наук, ст. викладач
Хоменко О. Г.

Допущено до захисту
« » 2023р.
Завідувач кафедри

_____
(підпис ) (ініціали,прізвище)
Дата захисту « »_____2023р.

Національна оцінка
Кількість балів:
Оцінка ECTS
Підписи членів комісії:

_____
_____
_____
_____
_____

Глухів 2023

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
(науковий ступінь, учене звання)
_____Володимир ЗІНЧЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)
«___»_____20___р.

**ЗАВДАННЯ**
**для виконання магістерської роботи здобувачеві**
**Коноплі Роману Юрійовичу**
015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Науковий керівник Хоменко Олександр Григорович, канд. пед. наук
Тема : Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання 1.Термін подання здобувачем виконаної роботи «14» листопада 2023 р.

2. Перелік основних джерел за темою дослідження (вихідні дані): державні будівельні норми та стандарти, звіт з науково-виробничої практики.

3. Зміст магістерської роботи:

-виконати аналіз нормативної документації з енергоефективності у будівництві

-розглянути конструктивно технологічні рішення підвищення енергоефективності житлових будинків

-розробити методику викладання теми: «Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання»

4.Орієнтовний перелік графічного матеріалу: таблиці розрахунків, електронна презентація роботи – 20-22 слайдів

Науковий керівник
_____Олександр ХОМЕНКО
(підпис)
Завдання отримав
«___»_____2023 р.
_____Роман Конопля

(підпис здобувача)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет
імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
(науковий ступінь, учене звання)

_____
(підпис) (ініціали, прізвище)
«___»_____20___р.

**ПЛАН-ГРАФІК**
**виконання магістерської роботи**

Тема: «Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання»
Здобувач: Конопля Роман Юрійович
Спеціальність 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)
Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Будівництво)

| № з/п | Розділи, підрозділи та їх зміст | Термін виконання | Відмітка наукового керівника про виконання |
|---|---|---|---|
| 1 | Робота з інформаційними джерелами | 02.02.23 | виконано |
| 2 | Розробка наукового апарату дослідження і написання вступу | 20.03.23 | виконано |
| 3 | Розробка теоретичної частини дослідження | 25.06.23 | виконано |
| 4 | Розробка методики викладання теми «Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання» | 27.10.23 | виконано |
| 5 | Написання висновків, оформлення роботи і підготовка до захисту | 14.11.23 | виконано |

Підпис здобувача_____Роман Конопля

ЗМІСТ

ВСТУП ..... 5

РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ ..... 7

1.1. Аналіз сучасного стану заходів з енергозбереження в житлових будинках ..... 7

1.2. Норми енергоефективності індивідуальних житлових будинків. ..... 9

1.2.2. Енергоефективне пасивне будівництво ..... 13

1.2.3. Теплова ізоляція житлових будинків ..... 18

Розділ 2. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖУВАЛЬНІ РІШЕННЯ,ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ..... 23

2.1. Розрахунково-дослідна частина. ..... 23

2.1.1. Зовнішні стіни каркасного типу для житлових будівель на дерев`яному каркасі ..... 35

2.1.2. Теплотехнічність та енергоефективність житлових будинків з деревини ..... 43

2.2. Теплоізоляційні матеріали для каркасних пасивних будинків ..... 44

2.2.1. Переваги пасивних дерев`яних каркасних будинків ..... 48

2.3. Енергозберігаючі конструкції каркасного пасивного будинку ..... 52

2.4. Вибір опалення для приватного будинку ..... 62

Розділ 3. Методика викладання теми « Архітектурно конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва» ..... 67

3.1.Розробка план конспекту заняття з теми"Архітектурно-конструктивні рішення

житлових будинків за стандартами пасивного будівництва 67

ВИСНОВКИ ..... 75

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..... 80

# ВСТУП

**Актуальність теми.** Для сучасного життя енергозбереження це найпрогресивніший шлях подальшого розвитку. Так як сучасна економіка в епоху високого рівня конкуренції не може дозволити такого високого рівня енергоємності в житлових будинках . Стандарти енергоємності 21 століття сьогодні є шляхом до надлишку енергоемності та дефіциту домашнього бюджету. Тому сьогодні енергоефективність є необхідним механізмом для комфортного життя кожного окремого домогосподарства. При визначенні конструктивних рішень, які дозволяють кардинально поліпшити енергетичний стан сучасних житлових будинків, необхідно одночасно вирішувати дві важливі задачі - зниження енергетичних витрат на опалення та підвищення рівня забезпеченості теплового забезпечння в приміщеннях. Це призводить до перегляду існуючих принципів та розробки нових методів проектування теплоізоляції будинків при новому будівництві, реконструкції та переобладнанні.

Одним з найефективніших шляхів економії енергії є скорочення витрат тепла через огороджувальні конструкції будівель. Питання енергозбереження в Україні у зв'язку з прийняттям з 1 квітня 2007 року будівельних норм ДБН В. 2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель». З 1 липня 2013 року до цих будівельних норм були введені ряд змін, які встановлюють підвищені вимоги до теплоізоляції будівель. Значним фактором підвищення енергоефективності будівель є збільшення термічного опору їх огороджувальних конструкцій. Для забезпечення мінімально допустимих значень опору теплопередачі огороджувальних конструкцій житлових будівель на території України, необхідна розробка більш ефективних конструктивних рішень зовнішніх стін будівель з використанням ефективної теплової ізоляції в будівельних конструкціях.

Метадослідження:дослідженняархітектурних,конструктивних,технологічних рішень «пасивних» житлових будинків

Об’єкт дослідження: житлові енергоефективні будинки .

Предмет дослідження: особливості конструкцій та зведення пасивних житлових будинків каркасного типу.

Завдання дослідження: виконати аналіз нормативної документації з енергоефективності у будівництві;

- розглянути конструктивно-технологічні рішення підвищення енергоефективності житлових будинків;
- дослідити теплотехнічність та енергоефективність житлових каркасних будинків з дерева;
- проаналізувати та дослідити переваги каркасних будинків;
- розробити методику викладання теми: «Архітектурно-конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання»

Обсяг роботи: Магістерська робота на тему: «Архітектурно конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва з методикою викладання» складається із вступу, трьох розділів та висновків. Загальний обсяг роботи складає 80 сторінок основного тексту, в тому числі 5 рисунка, 5 таблиць.

# РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

## 1.1. Аналіз сучасного стану заходів з енергозбереження в житлових будинках

Аналізуємо сучасний стан енергоефективності індивідуальних житлових будинків України. Конструкція зовнішніх стін будівель з фасадною теплоізоляцією – це комплексне конструктивне рішення, призначене для забезпечення нормативних значень теплотехнічних показників стінових конструкцій, захисту конструкцій від впливу навколишнього середовища, забезпечення нормативного мікроклімату приміщень та надання фасадам будівель гарного, ефектного вигляду, яке регламентується ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації». Фасадні системи зовнішнього утеплення будівель з оздоблюваним шаром з тонкошарової штукатурки. Система з тонкошаровою штукатуркою (клас А.1 конструктивне рішення, в якому шар теплової ізоляції закріплюється до несучою частини стіни за допомогою клейових сумішей. Основою даного облицювання можуть бути несучі та самонесучі стіни з різних елементів (цегли, каменю, ніздрюватих бетонів густиною не нижче 800 кг/м3 і класом міцності В 2,5) з монолітного залізобетону класу не нижче С12/15. Фасадні види зовнішнього утеплення будівель з опорядженням цеглою або стіновими каменями. Конструкція зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою або стіновими каменями (клас Б) – це конструктивне рішення, в якому шар теплової ізоляції кріпиться до несучої частини стіни з влаштуванням необхідної ширини повітряного прошарку між шаром теплової ізоляції та облицювальним шаром з кладки. Ця система отримала широке розповсюдження в якості огороджувальних стінових конструкцій, які влатовані на плити перекриттів, в багатоповерхових каркасно-монолітних житлових будинках 1 – фасадна

фарба ; 2 – декоративна штукатурка; 3 – кварцева грунтівка; 4 – склотканева сітка; 5 – базовий армуючий шар; 6 – пластиковий фасадний анкер; 7 – утеплювач; 8 – клей для теплоізоляційних робіт; 9 – адгезійна грунтівка; 10 – зовнішня стіна Конструкції з фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою або стіновими каменями розрізняють за матеріалом опоряджувального шару на підвиди, за типами теплоізоляційних матеріалів і способами їх кріплення до несучої частини стіни на типи. Особливості проектування системи наступні: – Потрібно виконувати розрахунок несучої здатності фасадного шару з цегляної кладки на погодні навантаження і температурні впливи. У відповідності з результатами розрахунків призначати відстані між вертикальними деформаційними швами і армування цегляних шарів , крок і кількість гнучких звязків, необхідних для зеднання шарів стіни між собою. Виконувати розрахунки термічного опору та опору паропроникнення конструкції. Фасадні види систем зовнішнього утеплення будівель з опорядженням елементами з вентильованим повітряним прошарком. Конструкція зовнішніх стін із навісними фасадами системою теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням облицювальними елементами – конструктивне рішення, в якому шар теплової ізоляції кріпиться до несучої частини стіни за рахунок кріплення елементів каркаса, на який навішуються опоряджувальні матеріли непрозорі елементи з утворенням фіксованого по товщині повітряного прошарку між опоряджувальним шаром та шаром теплової ізоляції з обов'язковим забезпеченням за рахунок конструктивних рішень його вентиляції. Характерною особливістю нфст є влаштування захисного екрану, відділено від фасаду вентиляційним зазором, який надійно захищає конструкцію, стіну і приміщення будинку від зовнішніх впливів. За рахунок цього теплоізоляція завжди підтримується в сухому стані, фасад в цілому не зазнає руйнівних зовнішніх впливів заморожування та відтавання. Повітряний зазор між шаром теплоізоляції і облицюванням виконують розміром 50 мм. Збірні системи з вентильованим повітряним прошарком та непрозорим

опорядженням відповідно до ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням елементами з вентильованим повітряним прошарком.Таким конструктивим рішенням ми підвищуемо енергоефективність і взагалі комфорт в будинку.

### 1.2. Норми енергоефективності індивідуальних житлових будинків.

В Україні почали діяти норми, що забороняють будувати житлові будівлі без дотримання мінімальних вимог до енергоефективності. Ці вимоги є обов'язковими для новобудов, реконструйованих і капітально відремонтованих будівель, сповіщує служба Міністерства розвитку громад і територій.

Станом на перше січня 2021 року в Україні близько 6000 будівель отримали енергетичні сертифікати – 44% мають низький клас енергоефективності G, 1,4% – найвищий клас А.

Нові норми до енергетичної ефективності встановлені в Україні вперше. Вони допоможуть влаштовувати термопереобладнання будівлі крок за кроком, що дозволить його власникам більш доцільно спланувати бюджет і подальші рішення, щоб отримати клас енергоефективності будинку не нижче С. Ці вимоги встановлюються для нового будівництва, реконструкції або капітального ремонту будинків в цілому або їх окремих кнструкцій (даху, зовнішніх стін, інженерних механізмів).

Нововведення не стосуватиметься , історичних будівель промислового, сільськогосподарського призначення, об'єктів транспорту, енергетики та оборони. Також до винятків відноситься виконання будівельних робіт з відновлення окремих конструкцій будівель і споруд з метою ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (аварій) і відновлення функціонування об'єктів, призначених для забезпечення життєдіяльності населення.

29 січня уряд прийняв Концепцію реалізації державної політики в сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель та Національний план збільшення кількості таких будівель. Протягом 2020-2025 років очікується створення нормативно-правової бази, встановлення норм технічного регулювання та вимог до НСЕБ та встановлення порядку моніторингу їх досягнення. У 2025-2030 роках має відбутись перехід до обов'язкового дотримання стандартів НСЕБ (нульовий рівень споживання енергії) щодо об'єктів будівництва та реконструкції.

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства встановило мінімальні вимоги до енергоефективності житлових та громадських будівель за показниками енергоспоживання при опаленні та охолодженні, які повинні обов'язково враховуватися при їх будівництві, реконструкції та капітальному ремонті в цілому або їх окремих елементів (даху, зовнішніх стін, інженерних систем).

Відповідні зміни закріплені у двох наказах міністерства від **27.10.2020 №260** та від **27.10.2020 №261,** які набрали чинності.

Ці зміни дозволять проводити термомодернізацію будівлі поступово, більш ефективно планувати бюджет та подальші роботи власникам, щоб зменшити енергоспоживання своєї будівлі. Зараз власники можуть вільно обирати енергоефективні заходи (в рамках обмежень, визначених необхідністю введення обов'язкових заходів), введення яких вони зможуть оплатити.

Раніше, до прийняття мінімальних вимог при реконструкції, капітальному ремонті будівлі треба було забезпечити досягнення класу енергоефективності "С". Тобто, це означало необхідність одночасного введення цілого комплексу енергоефективних нововведень. Як завжди, вартість цього комплексу нововведень значно перевищувала можливий бюджет власників будинків, а також з урахуванням участі у програмах компенсацій та допомоги матеріальної. Тому, частіше за все, висока вартість

такого проекту та численні ризики просто зупиняли бажання проводити термомодернізацію.

Без обов’язкової вимоги по досягненню всім будинком класу енергоефективності "C". А вже при загальній термомодернізації будівлі шляхом реконструкції чи капітального ремонту, клас енергоефективності має бути не нижче "D".

Це дозволить спростити процес проектування, проведення експертизи проектів, зменшить фінансові витрати на замовників термомодернізації та зніме частину ризиків, пов'язаних з неоднозначним поясненням будівельного законодавства або нереальних вимог тих чи інших нормативних актів при термомодернізації шляхом капітального ремонту існуючих будівель.

Визначаємо що індивідуальні житлові будинки, історичні будівлі, будівлі промислового, сільськогосподарського призначення, об’єкти транспорту, енергетики та оборони, а також виконання будівельних робіт з відновлення окремих конструкцій будівель та споруд, з метою ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та відновлення функціонування об’єктів, призначених для забезпечення життєдіяльності населення є винятками, до яких не будуть застосовуватись мінімальні вимоги до енергоефективності.

Також Мінрегіон вніс зміни до методики визначення енергетичної ефективності будівель, яку використовують у своїй роботі проектувальники при проектуванні об’єктів та енергоаудитори при сертифікації.

Зокрема, оновлена методика зумовлює врахування альтернативних відновлювальних джерел енергії при визначенні первинної енергії та викидів парникових газів, що є кроком до світових тенденцій з введення відновлювальних видів енергії.

Також у методиці були переглянуті коефіцієнти генерації для деяких джерел енергії, що раніше були значно занижені, а тепер в основному відповідають європейським стандартам.

Встановлення мінімальних норм енергоефективності будівель отримає економічний ефект не тільки для держави, оскільки дозволить ефективно

використовувати ресурси, але й для власників житла та приміщень, які зможуть заощаджувати на комунальних платежах.

За даними Мінрегіону, на 1 січня 2021 року в Україні близько 6 тисяч будівель отримали енергетичні сертифікати, з яких майже 44% мають найнижчий клас енергоефективності "G", а найвищий клас "А" – 1,4%.

Наразі за участю технічних фахівців йдуть роботи по розробці нової редакції ДБН В.2.6-31 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель", в якій, передбачається усунення невідповідностей при нормуванні енергетичних показників будівель та впровадження параметрів нормування показників енергетичної ефективності та теплової безпеки будівель при новому будівництві, реконструкції, капітальному ремонті та під час виконання робіт при термомодернізації.

Також напрацьовуються зміни до двох ключових стандартів ДСТУ Б А.2.2-12 та ДСТУ Б В.2.6-189 до методу розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні та методів вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель .

Оновлені положення зазначених нормативних документів очікуються вже у цьому році.

Серед Державних будівельних норм України опрацьовуємо наступні документи, пов’язані з термомодернізацією . ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення». ДБН В.3.2.2:2009 «Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт».

ДБН В.2.5-64:2012 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Внутрішній водопровід та каналізація. Проектування . Будівництво»; ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціювання». До Державних стандартів України у сфері енергоефективності належать: 1. ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007 «Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»; 2. ДСТУ Б EN

15217:2012 «Енергоефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель»;

ДСТУ Б EN 15316-1:2011 «Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні положення»; 4. ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011 «Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення». 5. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 «Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення»; 6. ДСТУ Б EN 15603:2012 «Енергоефективність будівель. Загальне енергоспоживання і визначення енергетичних рейтингів»; 7. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні і гарячому водопостачанні»; 8. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергоефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель» (є основою для складання рейтингу енергоефективності); 9. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 «Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків» (є основним документом при виконанні комплексної термомодернізації). ДБН А.2.2-3-2012 «Склад і зміст проектної документації на будівництво» містить вимоги до проектно-кошторисної документації на термомодернізаційні заходи.

### 1.2.2. Енергоефективне пасивне будівництво

Автономний будинок, який можна зібрати за кілька тижнів і встановити в бажаному місці. Незалежний від електромереж, каналізації та водопостачання, з системами очищення води та рекуперації повітря. Запрограмована система керування побутовими приладами та розподілення енергії. Ще багато років тому це здавалось фантастикою, а зараз це — надбання українського досягнення. Будівництво — одне з найдавніших занять. З появою перших домівок та промислових, людина поступово

віддалялася від природного середовища і починала змінювати навколишній ландшафт для забезпечення власних потреб. Цей процес особливо прискорився з середини 18 століття . Поряд із промисловістю і сільським господарством, велику частину енергоспоживання беруть на себе галузь будівництва і житловий сектор. Використання традиційних джерел енергії вугілля, природного газу, нафти призводить до викидів у повітря парникових газів, що є одним із чинників зміни клімату на Землі. Міжнародне енергетичне агентство очікує, що до 2030 року споживання енергії виросте вдвічі, тому пропонує шукати нові енергоефективні рішення, головне у сфері будівництва. Архітектори та будівельники почали розробляти енергоефективні стандарти будівництва на межі 60–70-х років минулого століття, коли політична криза на Близькому Сході перетворилась у нафтовий колапс та енергетичний дифіцит. Енергоефективність будівлі полягає у зменшенні показника питомого енергоспоживання кВт-год/м2 без погіршення показників внутрішнього середовища та комфорту. Існує декілька класів енергоефективності будинків. Це класифікація від старих будинків, що потребують близько 300 кВт год/м2 на рік, до будівель плюсової енергії, що виробляють енергії більше, ніж витрачають. Сюди входять і пасивні будівлі, що споживають до 15 кВт год/м2 на рік. Вікна з потрійним склопакетом і пасивне використання сонячної енергії є першими кроками до скорочення енергетичних витрат. Розроблені протягом десяти років системи вентиляції і фільтрації повітря, віконні технології та будівельні матеріали виявилися в основі одного з енергоефективних рішень — пасивного будівництва. Концепція пасивного будинку виникла 1988 року, а перші стандарти пасивних споруд були встановлені в 1995 році новоствореним Інститутом пасивного будинку Passive House Institute в німецькому місті Дармштадті і відновлені в 2015 році. Вони і зараз є самими вимогливими нормами будівництва станом на 2016 рік у світі серед 50 тисяч пасивних будинків, що ефективно використовують сонячну енергію є

максимально пасивними, лише 14 тисяч досягли необхідних критеріїв та отримали сертифікат Інституту пасивного будинку.

Сьогодні багато держав визнають необхідність енергоефективного будинка. Але напрям пасивного будівництва залишається недопрацьованим та розвивається в тих країнах, де розроблені його перші прототипи пасивних домівок. Це Німеччина, Канада, Сполучені Штати, Швеція, Швейцарія.

Українські компанії представляють власні продукти в галузі енергоефективних будівель методом використання екологічних матеріалів костриці конопель, рішення для розумних будинків, що дозволяють оптимізувати опалення. Деякі компанії спеціалізуються на пасивному будівництві. Однією з них є Haus.me, що створила розумний автономний будинок. Правильне розташування будівлі. Передня частина споруди повинна бути орієнтована на західну сторону, це допомагає максимально використовувати енергію сонця. Герметичність обшивки,це перешкоджає виникненню теплових містків, завдяки чому тепло не виходить назовні, що робить оптимальний комфорт всередині приміщення. Максимальна теплоізоляція, її товщина складає 15-40 см і теплоізоляції, яка покриває всю конструкцію споруди, що дозволяє уникнути тепловтрат. Вікна із застосуванням енергозберігаючих конструкцій. В пасивних будинках встановлюються склопакети з двома камерами, які заповнюються криптоном і аргоном. Віконні прорізи герметизуються , утеплюються. Скло вікон покриваються спеціальним покриттям, яке максимально пропускає сонячне тепло. Спеціальна рекуперація, провітрювання є важливим , але відкриті вікна призводять до великих втрат тепла. Саме тому необхідно встановлювати вентиляцію, яка постачає повітрям кожне приміщення окремо. І працює індивідуально ,запрограмованою власником будинку. Це надає також можливість виключити тепловтрати. В умовах дифіцитної ситуації в Україні будівництво енергозберігаючих споруд набуває все більшої популярності. Такі будинки є одними з найбільш рентабельних. Зараз при зведенні будинків враховується не тільки ціна квадратного метра, але і

витрати, які виникатимуть в подальшому при експлуатації будинку. Матеріальні витрати, які необхідно буде вкласти в такий будинок, окуповуються за кілька років. Пасивний будинок – майбутнє людства.

**Розрахунок показує вимоги пасивного будинку**

Кількість свіжого повітря, яке повинно надходити у будинок для забезпечення високої якості повітря, складає 30 м³/чол на годину. При нормальному тиску і температурі 21 °C теплоємність повітря становить 0,33 Вт/(м³·K). Щоб уникнути карбонізації пилу або спалювання дрібних частинок пилу в повітрі, свіже повітря може бути нагріте максимум до температури 30 K (51 °C).

З цього отримуємо

$$30\ м^3\ /год\ /чол \cdot 0{,}33\ Вт\ /\ (м^3 \cdot K) \cdot 30\ K \approx 300\ Вт\ /\ чол.$$

Отже свіже повітря, яке підігрівається, може забезпечити тепло 300 Вт на людину. З урахуванням 30 м² житлової площі на людину максимальне навантаження опалення в даний момент не може перевищувати 10 Вт на квадратний метр площі, незалежно від клімату. Отже ці дані відносяться до того дня , коли в будівлю необхідно подавати максимальну кількість тепла максимальне теплове навантаження, так залежно від регіонального клімату пасивний будинок потребує різних рівнів теплоізоляції: в Будапешті — більше теплоізоляції, в Африці — менше. Значення питомого навантаження опалення, вимірюваного у Вт, не співпадає зі значеннями для енергії, яка вимірюється в кВт·год. На основі розрахунків, для типового Центральноєвропейського клімату визначений Енергетичний поріг для опалення в 15 кВт · год/(м²·рік). Це значення приймається в якості орієнтовного. Воно може змінюватися в залежності від різних кліматичних умов. У Стокгольмі Пасивний Будинок з навантаженням опалення 10 Вт/м² може використовувати скоріше 20 кВт/(м²·рік); у Римі це значення може бути 10 кВт/(м²·рік). Вимоги пасивного будинку дозволяють обирати для будівель критерії: попит енергії на опалення — 15 кВт/(м²·рік), або навантаження опалення — 10 Вт/м².

**Коефіцієнти теплопередачі U-значення**

Для визначення втрат тепла через огороджувальні будівельні конструкції, а саме: зовнішні стіни, підлогу або дах — розраховується U-значення або загальний коефіцієнт теплопередачі . Це значення показує швидкість передачі теплоти через певну частину будинку при різниці температур один градус К (1 Кельвін). Отже одиниця вимірювання U-значення — –Вт / (м² ·К)‖. Чим менша теплопередача, тим кращий рівень ізоляції.

Для визначення втрат тепла через стіну необхідно помножити коефіцієнт теплопередачі на площу конструкції та різницю температур на її протилежних сторонах – зовнішній і внутрішній. У Європі в суворі зими середні температури становлять -12 ° С зовні і 21 ° С всередині.

Щоб розрахувати щорічні втрати тепла, необхідно помножити коефіцієнт теплопередачі при середній різниці температур в опалювальний сезон на тривалість опалювального сезону або, помножити U-значення на кількість градусо–годин опалення, величина якої для середнього Центральноєвропейського клімату становить 78000.

На прикладі невеликого одноквартирного будинку з площею поверхні зовнішніх стін 100 м² для різних U-значень розраховані наступні показники:

| U-значення *Вт/(м²·К)* | Рівень тепловтрат *Вт* | Щорічні втрати тепла *кВт·год/рік* | Щорічні витрати, тільки на зовнішні стіни *€/рік* |
|---|---|---|---|
| 1,00 | 3300 | 7800 | 515,00 |
| 0,80 | 2640 | 6200 | 409,00 |
| 0,60 | 1980 | 4700 | 310,00 |
| 0,40 | 1320 | 3100 | 205,00 |
| 0,20 | 660 | 1600 | 106,00 |
| 0,15 | 495 | 1200 | 79,00 |
| 0,10 | 330 | 800 | 53,00 |

Втрати тепла є головним показником в енергетичній ефективності будівлі. Теплові втрати мають компенсуватися відповідним припливом тепла, явно температура в будинку буде знижуватися.

Обігрів Пасивного Будинку може забезпечити стандартна система опалення потужністю близько 1000 Вт (це еквівалентно звичайному виходу тепла з електродуховки). А U-значення стін Пасивного Будинку мають бути максимально низькими. У протилежному випадку велика частина енергії буде витрачатись на обігрів зовнішніх стін, для типових будівель Центральної Європи U-значення стін Пасивного Будинку повинно знаходитись в рамках 0,10 — 0,15 Вт / (м2· К). Залежно від клімату ці цифри можуть змінюватись.

### 1.2.3. Теплова ізоляція житлових будинків

Підвищення теплозахисних властивостей огороджуючих конструкцій є збільшенням їхнього опору теплопередачі до нормативних показників, встановлених ДБН В.2.6-31:2016. Це забезпечується зокрема за рахунок утеплення стін теплоізоляційними матеріалами з мінімальною теплопровідністю з дотриманням вимог щодо захисту від атмосферних впливів за допомогою спеціального шару, який поліпшує архітектурноестетичний вигляд будинку. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі прозорих і непрозорих конструкцій житлових будинків Rq min встановлюють за таблицею 3 ДБН В.2.6-31:2016 залежно від температурної зони місцезнаходження будинку, що приймається згідно з ДБН В.2.6-31:2016 . Дані з цієї таблиці наведені в таблиці.

Таблиця .Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будівель Rq min

| Ч.ч. | Вид огороджувальної конструкції | Значення $R_{q\,min}$, м$^2$·К/Вт, для температурної зони | |
|---|---|---|---|
| | | I | II |
| 1 | Зовнішні стіни | 3,3 | 2,8 |
| 2 | Суміщені покриття | 6,0 | 5,5 |
| 3 | Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу | 4,95 | 4,5 |
| 4 | Горищні перекриття неопалюваних горищ | 4,95 | 4,5 |
| 5 | Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами | 3,75 | 3,3 |
| 6 | Світлопрозорі огороджувальні конструкції | 0,75 | 0,6 |
| 7 | Зовнішні двері | 0,6 | 0,5 |

Головними способами для максимального теплозахисту стін вважається влаштування утеплювача із зовнішньої або внутрішньої сторони стіни. Інколи зустрічається розташування утеплювача із зовнішньої і внутрішньої сторони одразу. Недоліками розташування теплозахисту всередині приміщення належать: зменшення площі приміщення за рахунок збільшення товщини стіни, для виключення можливості випадання конденсату необхідно влаштовувати додатковий теплозахист у місцях обпирань на стіни плит перекриттів й у місцях примикання до зовнішніх стін внутрішніх стін і перегородок, необхідність захисту теплоізоляційного матеріалу та стіни від зволоження шляхом улаштування пароізоляційного шару перед теплоізоляційним матеріалом; складність розміщення теплоізоляції в місцях встановлення опалювальних приладів та в межах товщі підлоги. У багатьох випадках додаткова теплоізоляція із внутрішньої сторони виконується при реконструкції з повною заміною приладів і реконструкції підлоги, недолік можна не враховувати. При проектуванні будинку визначається розрахунковий показник питомих втрат теплової енергії, як функція від теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій, об'ємно-планувальних рішень будинку, тепловиділень і кількості сонячної енергії, яка потрапляє у будинок, ефективності інженерних систем підтримки необхідного мікроклімату приміщень і систем теплопостачання. Цей розрахунковий показник не повинен перевищувати показників норми. У нормуванні цього комплексного показника й полягає основна відмінність норм від колишніх нормативних документів з будівельної теплотехніки.

Новизна підходу в нормах полягає в можливості використання резервів, що були не задіяні в колишніх нормативних документах. Згідно з новим принципом регламентуються вимоги не до окремих частин будинку що формують тепловий баланс будинку, а до будинку в цілому . Основним критерієм є комплексний показник питомого енергоспоживання (на один кв. м корисної площі або на один куб. м опалювального об'єму за градусо-добу опалювального періоду) на опалення будинку за опалювальний період.

Цей показник є основною нормою для теплотехнічного проектування й має показник, як це прийнято в європейських нормах, кВт·год/(м2·°·доба) або кВт·год/(м3·°·доба). При виконанні цього нормативного принципу можна:

- не виконувати жорстких вимог забезпечення елементного нормативного значення;

- забезпечувати рівний із конструктивними вимогами енергозберігаючий ефект за рахунок проектування теплоізоляції будинку і вимір систем теплопостачання;

- мати можливість більшого вибору проектних рішень при проектуванні в порівнянні із поелементним нормуванням, що дозволяє підвищенню якості проектування.

Вибір рівня для окремих частин будинку теплоізоляційної оболонки, (теплоізоляційна оболонка - система огороджувальних конструкцій будинку, що забезпечує збереження тепла для опалення будинку) здійснюють таким чином, коли комбінація цих рівнів приводить до одного головного результату – забезпечення питомих витрат корисної теплової енергії на опалення. Це означає, що рівень теплоізоляції для окремих зовнішніх частин будинку може бути нижче, рівним або вище поелементного рівня. Інша можливість – це компенсація зниженого в порівнянні із поелементним рівнем теплоізоляції для одних елементів теплоізоляційної оболонки за рахунок підвищення для інших.

Така можливість зявляється тому, що враховується вплив факторів, які не враховуються при поелементному нормуванні. Наприклад, об'ємно

планувальні рішення , ширина будинку впливають на питомі втрати теплової енергії. У нормах наведені рекомендовані значення щодо співвідношення площі поверхні огороджувальних конструкцій до замкнутого в них об’єму, при яких забезпечується енергоефективне влаштування будинків. Ці вимоги є рекомендовані і тому вони не обмежують вибір оздоблювальних рішень будинку. У випадку, якщо опоряджувальні рішення будинку не енергоефективні за цими параметрами, то необхідно вибрати максимально ефективні вимоги до теплоізоляції огороджувальних конструкцій.

Іншим прикладом є вплив ефективності систем теплопостачання. Норматив питомих витрат теплової енергії на опалення встановлений з розрахунку підключення будинку до централізованої системи теплопостачання. При підключенні будинку до більш ефективних систем теплопостачання цей стандарт буде вищим, а до менш ефективних – нижчим. У нормах наведені формули, що забезпечують такий облік. У першому випадку вимоги до окремих елементів зовнішніх огороджувальних конструкцій можуть бути знижені, а в другому – повинні бути підвищені.

Зазначимо, що цей напрям поки не має достатнього розвитку. Будинок є єдиною енергетичною системою і в залежності від характеристик енергоефективності підсистем визначається загальна енергетична ефективність будинку, що дає можливість оптимізувати властивості кожної підсистеми в залежності від особливостей об’єкту проектування. Тому сьогоднішнім завданням є вивчення та введення в практику проектування,оцінювання енергоефективності систем та впливу цих характеристик на проектування теплоізоляції будинків.

Наступним прикладом є вибір орієнтації будинку. При більш вдалій орієнтації будинку стає істотним вплив сонячної радіації, й у цьому випадку рівень теплоізоляції як у цілому, так і по окремих елементах може бути знижений.

З наведених вище прикладів видно, що досягти вимоги норм можливо різними шляхами та їхніми впровадженнями. Норми підштовхують

проектувальника до пошуку максимально вигідних комбінацій залежно від запропонованого йому завдання. Наприклад, поставлене завдання встановити новий рівень теплоізоляції для зовнішніх стін на 20% нижче рівня, установленого при елементному нормуванні. Таке завдання можна вирішити декількома шляхами. Перший шлях – вибрати більш ефективне об'ємно-планувальне рішення. Наприклад, збільшити ширину будинку. Якщо цього буде недостатньо, то можна встановити підвищений, у порівнянні із поелементним, рівень теплоізоляції для горищних або цокольних перекриттів, або провести заміну вікон на більш енергоефективні, або знизити площу засклення фасаду будинку. Іншою можливістю буде використання децентралізованої системи теплопостачання, наприклад, газової котельні, установленої на даху будинку, замість підключення до централізованої системи теплопостачання.

# Розділ 2. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖУВАЛЬНІ РІШЕННЯ,ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ

## 2.1. Розрахунково-дослідна частина.

Визначаемо яка з даних конструкцій стін енергоефективніша.

В дослідній частині досліджуемо енергоефективність різних конструктивних рішень приватних будинків, порівнюемо матеріали утеплення,гідроізоляції та конструктив.

Енергоефективність - невід'ємний компонент енергетичної безпеки держави, а також її сталого інноваційного розвитку. На тлі сьогоднішніх подій на глобальній енергетичній арені, коли росія чинить енергетичний шантаж цивілізованого світу, питання зменшення залежності від імпорту традиційних енергоресурсів стали актуальними як ніколи як для України, так і для ЄС.

У цьому контексті питання енергоефективності знову доводять своє важливе значення не лише для всього розвитку і впевненого енергозабезпечення, а й безпосередньо - для суверенітету та незалежності держави.

Досліджуемо яке конструктивне рішення для приватного будинку більш енергоефективніше, вигідніше та комфортніше для проживання.

Огороджувальні конструкції захищають будинок (споруду) від дії зовнішніх факторів — вологи, вітру, шуму, температурного впливу, забезпечують звукоізоляцію (іноді й теплоізоляцію) приміщень. Часто огороджувальні конструкції є і конструктивними конструкціями.

Огороджувальні будівельні конструкції часто є водночас і тримальними

Як під час будівництва приватного будинку, так і під час вибору квартири в новобудові важливо розуміти, що означають ті чи інші цифри – в тому числі мова про вигляд конструкцій та їх товщину. Під час проектування власного житла, розуміючи необхідні параметри, ви переконаєтеся в правильності своїх дій. Вибираючи квартиру в новобудові,

розуміючи які повинні бути стіни, ви зможете самостійно оцінити якість будинку.

Незалежно від поверховості та призначення будинку стіни бувають трьох типів: несучі- стіни, що сприймають навантаження опор перекриттів верхніх поверхів та даху, і передають її фундаменти. Їх переміщення неможливо, вони мають високу товщину; самонесучі- такі стіни спираються на фундамент будови, але несуть навантаження тільки власної маси;ненесучі- це стіни всередині приміщень, які спираються на інші елементибудівельного каркаса. Вони несуть тільки свою вагу і мають найменшу товщину.

За характером статичної роботи:

- несучі (є основною вертикальною конструкцією будівлі, яка спирається і передає на фундамент навантаження від власної ваги і від ваги перекриттів. Такі види стін можуть розділяти суміжні приміщення будівлі.

- самонесучі (сприймають навантаження від власної ваги стін усіх поверхів та вітру. Вони також представляють собою зовнішню захисну конструкцію, основна функція якої захищати внутрішні приміщення від зовнішніх факторів);

- ненесучі або навісні (спираються на інші конструкції будівлі або навішені на каркас) і витримують тільки власну масу в межах одного поверху. Використовуються лише у каркасних будівлях.

За матеріалом:

- цегляні (керамічна, силікатна цегла);

- піноблок (пінобетон);

- газоблок (пористий бетон);

- панельні (великопанельні і каркасно-панельні);

- монолітні (легкий бетон, глинобитні та ін., виконують за допомогою спеціальної опалубки, в яку укладається матеріал стіни. Опалубка у міру зведення стін пересувається по висоті);

- дерев’яні.

Каркасні стіни. Переваги

Каркасні стіни вимагають меншої кількості деревини, ніж колод або брущаті стіни, є менш трудомісткими, отже, більш економічними.

Основа каркасних стін являє собою несучий дерев'яний каркас, обшитий з двох сторін листовими або погонажными матеріалами. Каркасні стіни, через свою легкості, практично не схильні до усадки, що дозволяє обшивати або облицьовувати їх відразу після будівництва.

Захист стін.

Каркасні стіни необхідно захищати від атмосферної вологи, виконуючи зовнішнє облицювання з вертикальними і горизонтальними стиками і влаштовуючи з виступаючих елементів стін зливи. Захист від водяних парів забезпечують, влаштовуючи пароізоляцію з синтетичної плівки, пергаміну або використовуючи інші види пароізоляції, укладаючи їх між внутрішньою обшивкою і утеплювачем.

Технологія.

Для виготовлення каркаса зовнішніх і внутрішніх стін використовують дошки товщиною 50 мм, як і для пристрою крокв і балок. При товщині 50 мм стійки несучих стін рекомендується використовувати шириною не менше 150 мм.

Ширину стійок каркаса у зовнішніх стінах визначають розрахункової товщиною утеплювача, залежить від ефективності самого утеплювача і розрахункової температури зовнішнього повітря. Несучі стійки каркаса розташовують на відстані 0,59 м, пов'язуючи з розмірами віконних і дверних прорізів. Балки цокольного перекриття розташовують на відстані 0,59 м. Кутові стійки каркаса виконують з брусів або складових дощок, а рядові з дощок 50х150, або 60х120 мм

Каркас з внутрішньої сторони обшивають дошками будь-якого профілю і перерізу, гіпсокартонними плитами; набірними, листовими стіновими панелями і іншими оздоблювальними матеріалами. З зовнішньої сторони для

обшивки каркаса використовують «вагонку», сайдинг, тес, панелі термобрик та інші матеріали.

Утеплення.

Утеплення каркасних стін здійснюють з допомогою мінеральних і органічних матеріалів щільністю до 500-600 кг/м3. Мінеральні, скловатні плити, пінополістирол є ефективними сучасними утеплювачами, відрізняються вогнестійкістю, легкістю, не схильні до гниття, і проникненню бактерій, грибів, не руйнуються гризунами. Органічні утеплювачі піддані руйнуванню гризунами, горючі, схильні до гниття, крім цього, перед засипанням їх необхідно обробляти антисептиком і змішувати перед вживанням з мінеральним в'яжучим – цементом, вапном, гіпсом, потім укладати у вологому стані шарами . Висихає така засипка протягом 2 тижнів, тож потрібно для заповнення каркаса застосовувати раніше заготовлені плити з легкого бетону. Матеріалами для засипки служать: пемза, тирса, стружка, торф та інші, які в значній мірі поступаються за своїми властивостями сучасним мінеральних утеплювачів.

Кам'яні стіни.

Однорідні стіни складені з звичайного порожнистої або легкого будівельного цегли. В неоднорідних, полегшених стінах частина цегляної кладки дорівнює по товщині стіни з термоізоляційними плитками з повітряним прошарком.

Стіни зводять завтовшки в 1/2, 1, 11/2, 2, 21/2, 3 цегли і більше, враховуючи товщину вертикальних швів, рівну 10 мм, цегляні стіни мають товщину відповідно 120, 250, 380, 510, 640, 770 мм і більше. Товщина горизонтальних швів прийнята 12 мм, тоді висота 13 рядів кладки повинна складати 1 м.

При зведенні цегельних стін застосовують дві системи кладки: дворядну ланцюгову і шестирядную ложкову.

У дворядній системі кладки тичкові ряди чергуються з ложковими. Поперечні шви в цій системі перекриваються на 1/4 цегли, а поздовжні – на 1/2 цегли.

Шестирядна система припускає чергування п'яти ложкових рядів з одним тичковим. У кожному ложковому ряді поперечні вертикальні шви перев'язують в півцеглини, поздовжні вертикальні шви, утворені ложками, перев'язуються тычковыми рядами через п'ять ложкових рядів.

Кам'яна кладка з шестирядною системою простіша, ніж з дворядна. Для зменшення повітряпроникності стін лицьові шви кладки ущільнюють спеціальним інструментом, надаючи швах форму валика, викружки або трикутника. Такий спосіб зветься розшивка швів.

Недоліком звичайної повнотілої цегли, глиняної чи силікатної, є його великий об'єм і вагу , велика теплопровідність.

Увінчує карниз, цегляної кладки стіни при невеликому його винесенні до 300 мм і не більше 1/2 товщини стіни можна викладати з цегли шляхом поступового випуску рядів кладки на 60-80 мм в кожному ряді. При винесенні більше 300 мм карнизи влаштовують із збірних залізобетонних плит, забитих у стіну.

Внутрішні кінці залізобетонних плит перекривають збірними поздовжніми залізобетонними балками, які прикріплюють до кладки за допомогою забитих у неї сталевих анкерів, з допомогою чого влаштовують стійкість карниза.

Полегшені цегляні стіни.

Полегшені цегляні стіни, в яких цегла частково звільнено від невластивих йому теплоізолюючих функцій, шляхом заміни частини кладки менш теплопровідними матеріалами, допомагають значно скоротити витрати цегли, підвищуючи тим самим економію матеріалу.

Полегшені цегляні стіни поділяють на 2 групи. До першої групи відносять конструкції, що складаються з двох тонких поздовжніх цегляних стін, між якими укладений термоізоляційний матеріал, до другої групи

відносяться конструкції, що складаються з однієї цегляної стіни, утепленої термоізоляційними плитами.

Цегляні стіни з утеплювачем з теплоізоляційних панелей.

Цегляні стіни з утеплювачем з теплоізоляційних панелей складаються з несучої частини – кам'яної кладки, товщина якої визначається тільки з умов міцності і стійкості стіни, і теплоізолюючої частини – пінобетонних, гіпсових або гіпсошлакових панелей.

Легкобетонні камені порівняно із звичайною цеглою мають менший об'єм, вагу і меншу теплопровідність, тому влаштування керамічних каменів для зведення зовнішніх стін дозволяє зменшити їх товщину. Недолік полягає в тому, що легкобетонні камені менш об'ємні, мають меншу міцність і стійкість до навколишнього середовища .

Пустотні камені з великими пустотами мають розміри 390х190х188 мм В точкових рядах застосовують точковий камінь з гладкою торцевою поверхнею.

Після укладання каменів у стіну порожнечі слід засипати шлаком, малотеплопровідним матеріалом, оскільки при великих розмірах пустот в них виникає обмін повітря, збільшує теплопровідність стіни. Засипка пустот малопровідними матеріалами підвищує енергоефективність. Для зменшення циркуляції повітря в порожнинах застосовують камені з наскрізними пустотами .

Вибір будівельних матеріалів для зведення стін. Плюси і мінуси.

При будівництві житлового будинку велике значення має вибір будівельних матеріалів, з яких будуть зведені стіни. На сьогоднішній день асортимент подібних виробів досить великий, але при покупці важливо враховувати кілька найважливіших якостей, якими повинні володіти будматеріали:

Міцність, що забезпечує здатність зведених стін надійно тримати дах і всі конструктивні перегородки;

Високі теплоізоляційні властивості, що підтримують комфортний мікроклімат всередині будівлі;

Гарна вентиляція, що забезпечує приплив повітря і робить житло придатним для проживання.

Глиняна цегла.

Стіни з глиняної цегли досить міцні, вогнетривкі, вони не підверджені гниттю, біологічним процесам. Такі будинки мають довгий термін використання до 100 років і більше. Невеликий розмір будівельної цегли дозволить викласти стіни різної конфігурації зі складними декоративними елементами. Цегла має високу теплоємність, завдяки якій в літню пору в будинку зберігається природна прохолода, а в зимку - тепло. Для перекриття дозволено використовувати залізобетонні плити.

Не дивлячись на високу теплоємність в зимовий період на прогрівання цегляного будинку піде багато часу. Цегла вбирає вологу, в зв'язку з чим в будинку може відчуватися сирість, а взимку може бути промерзання стін, що звичайно призведе до ремонту. Цегла досить важкий матеріал, тому вимагає зведення міцного стрічкового фундаменту. Щоб забезпечити хороший рівень теплоізоляції, необхідно зробити товсті стіни з декількох рядів цегли і застосувати утеплюють. Від цього може значно зменшитися корисна площа житла. Ще один мінус цегляних стін - після їх укладання до моменту проведення оздоблювальних робіт необхідно почекати певний час для усадки, не менше року.

Конструкції, виконані з незнімної опалубки, заповненої бетоном.

Подібні технології в даний час користуються особливим попитом за рахунок легкості і швидкості будівництва житла. У подібних будівлях добра теплоізоляція.

Якщо звернути увагу на сам процес будівництва, то можна відзначити, що опалубка виготовлена з пінополістиролу, похідні речовини якого можуть негативно відбитися на здоров'я людини, викликаючи проблеми з очима, головний біль, нудоту. Щоб цього не допустити рекомендується всередині

будівлі використовувати обробне покриття, наприклад, плівкове, яка не пропускає повітря, але в той же час передбачає вентиляцію.

Профільований брус.

Стіни будинку з профільованого бруса створюють комфортний мікроклімат в приміщенні. Будівлі мають гарний зовнішній вигляд. Натуральний матеріал добре тримає тепло, прогріти будинок до потрібної температури виходить швидко. Матеріал відрізняється довговічністю, легкістю в будівництві, підвищеною стійкістю до деформацій. Йому не страшні природні явища, морози.

Недолік цієї конструкції, дерево, яке не пройшло спеціальну обробку легко запалюється, схильне до гниття, впливу комах. У зв'язку з цим профільований брус обов'язково повинен бути ретельно опрацьований захисним складом, що оберігає його від вологи, вогню і шкідників.

Оциліндрована колода.

Консрукції виконані з оциліндрованих колод, виглядають розкішно, а ідеально рівна кругла форма колод не потребує надалі додаткової обробки. Товщина матеріалу може бути від 160 до 260 мм. Завдяки процесу природного сушіння деревини поверхню колод не схильна до деформацій. Вимагають застосування якісного міжвінцевого утеплювача.

Недолік оциліндрованої колоди те що виготовляється з деревини, а значить, воно також як і профільований брус, без спеціальної обробки схильне до гниття, займання.

Розрахунок панельного будинку з утепленням мінеральною ватою.

Для розрахунку обрано типовий фрагмент стінової конструкції житлового панельного будинку з фасадною теплоізоляцією з індустріальним опорядженням та вентильованим повітряним прошарком. В якості типового фрагменту розглядається рядова залізобетонна стінова панель розмірами 3,0 м × 3,75 м , що по горизонталі та вертикалі примикає до таких же стінових панелей. Товщина стінової панелі складає 160 мм, теплоізоляційний шар передбачається зробити з мінераловатних плит Техно марки Техновент

Стандарт густиною 80 кг/м3 . Мінераловатні плити закріпляють до несучої стіни за допомогою пластмасових дюбелів з пластиковим цвяхом. Кількість дюбелів з розрахунку 7 шт. на 1 м2 . З середини приміщення стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 20 мм. Несучі елементи частини вентильованого фасаду кріпляться до стінової панелі з розрахунку 2шт. на 1 м2 . Стінова панель має віконний проріз розмірами 1,7 м × 1,7 м. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює 9 м2 . Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в II-й температурній зоні експлуатації України (м.Бердичів) становить Rq min = 2,8 м2 ·К/Вт.

Визначають опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,р}} + \frac{1}{\alpha_{з}},$$

де αв, αз – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м2 ·К), приймають згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють: αв = 8,7 Вт/(м2 ·К); αз = 12 Вт/(м2 ·К); δі – товщина облицювального шару зовнішніх стін, м; λі р – розрахункова теплопровідність матеріалу шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К), приймають згідно з додатком, для умов експлуатації «Б». Для теплоізоляційних виробів ТЕХНО приймають за результатами випробувань, проведених спеціальною лабораторією. Результати випробувань записані в таблиці.

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати на основі базальтового волокна ТЕХНО

| Ч.ч. | Характеристика в сухому стані | | | Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації $w$, % | | Розрахункові характеристики в умовах експлуатації | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | густина $\rho_0$, кг/м$^3$ | питома теплоємність $c_0$, кДж/(кг·К) | теплопровідність $\lambda_0$, Вт/(м·К) | | | теплопровідність $\lambda_р$, Вт/(м·К) | | коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м$^2$·К) | | коефіцієнт паропроникності μ, мг/(м·год·Па) |
| | | | | А | Б | А | Б | А | Б | А, Б |
| 1 | 30 | 0,84 | 0,037 | 0,5 | 1 | 0,041 | 0,042 | 0,29 | 0,30 | 0,3 |
| 2 | 45 | 0,84 | 0,035 | 0,5 | 1 | 0,040 | 0,043 | 0,34 | 0,36 | 0,3 |
| 3 | 80 | 0,84 | 0,035 | 0,5 | 1 | 0,038 | 0,040 | 0,44 | 0,45 | 0,3 |
| 4 | 115 | 0,84 | 0,036 | 0,5 | 1 | 0,040 | 0,042 | 0,49 | 0,52 | 0,3 |
| 5 | 120 | 0,84 | 0,036 | 0,5 | 1 | 0,040 | 0,042 | 0,49 | 0,52 | 0,3 |
| 6 | 145 | 0,84 | 0,037 | 0,5 | 1 | 0,042 | 0,045 | 0,62 | 0,65 | 0,3 |
| 7 | 180 | 0,84 | 0,038 | 0,5 | 1 | 0,043 | 0,046 | 0,71 | 0,75 | 0,3 |
| 8 | 190 | 0,84 | 0,038 | 0,5 | 1 | 0,043 | 0,046 | 0,71 | 0,75 | 0,3 |

Таким чином характеристики шарів стінової конструкції: – δ1 = 0,015 м, λ1 = 0,93 Вт/(м·К) – характеристики внутрішньої штукатурки; – δ2 = 0,16 м, λ2 = 2,04 Вт/(м·К) – характеристики залізобетонної панелі; – δ3 = 0,15 м, λ3 = 0,040 Вт/(м·К) – характеристики мінераловатних плит Техно марки Техновест густиною 80 кг/м3 .

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{0,15}{0,040} + \frac{1}{12} = 4,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

З цього видно мінімально потрібна товщина теплоізоляції стінової конструкції з залізобетонної плити товщиною 160мм з мінеральних плит Техно марки Техновент густиною 80 кг/м3 становить 150 мм.

Розрахунок кладки огороджувальної конструкції з глиняної цегли густиною 1800 кг/м3 товщиною 250 мм.

Для розрахунку взято стандартний фрагмент конструкції з фасадною теплоізоляцією з індустріальним облицюванням та вентильованим повітряним прошарком в межах одного поверху. По вертикалі фрагмент обмежений несучими колонами будинку, по горизонталі – плитами перекриття. Конструктивна частина стіни виконана на основі кладки з цегли

густиною 1800 кг/м3 товщиною 250 мм, теплоізоляційний шар передбачається влаштовувати з мінераловатних плит Термолайф Вент Фасад густиною 80 кг/м3 . Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим цвяхом. Кількість дюбелів з розрахунку 7 шт. на 1 м2 . З середини приміщення стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 20 мм. Висота поверху 3,3 м, розміри в осях між колонами 6,0 м. Розміри фрагмента фасаду, що розглядається, становлять 3,1 м × 5,7 м. Розміри віконного прорізу становить 2,0 м × 1,5 м. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює 14,7 м2.

Необхідно визначити мінімально допустиму товщину теплоізоляції для забезпечення норм вимог ДБН В.2.6-31.

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в І-й температурній зоні експлуатації України (м. Дніпропетровськ) становить Rq min = 3,3 м2 ·К/Вт. Товщину теплоізоляційного шару приймають рівною 190 мм.

Визначаємо опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,р}} + \frac{1}{\alpha_{з}},$$

де αв, αз – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м2 ·К), приймають згідно з Додатком ДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють: αв = 8,7 Вт/(м2 ·К); αз = 12 Вт/(м2 ·К); δі – товщина облицювального шару зовнішніх стін, м; λі р – розрахункова теплопровідність матеріалу облицювального шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К), приймають згідно з додатком А, для умов експлуатації. Для теплоізоляційних виробів Термолайф приймають за результатами випробувань, проведених спеціальною лабораторією.

δ1 = 0,015 м, λ1 = 0,93 Вт/(м·К) – характеристики внутрішньої штукатурки; – δ2 = 0,25 м, λ2 = 0,81 Вт/(м·К) – характеристики цегляної кладки; – δ3 = 0,19 м, λ3 = 0,044 Вт/(м·К) – характеристики мінераловатних плит Термолайф густиною 80 кг/м3 .

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,19}{0,044} + \frac{1}{12} = 4,84 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів утеплювачів з мінеральної вати.

| Ч.ч. | Характеристика в сухому стані | | | Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації | | Розрахункові характеристики в умовах експлуатації | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | густина $\rho_0$, кг/м$^3$ | питома теплоємність $c_0$, кДж/(кг·К) | теплопровідність $\lambda_0$, Вт/(м·К) | $w$, % | | теплопровідність $\lambda_p$, Вт/(м·К) | | коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м$^2$·К) | | коефіцієнт паропроникності μ, мг/(м·год·Па) |
| | | | | А | Б | А | Б | А | Б | А, Б |
| 1 | 35 | 0,84 | 0,033 | 0,5 | 1 | 0,041 | 0,045 | 0,30 | 0,32 | 0,55 |
| 2 | 80 | 0,84 | 0,033 | 0,5 | 1 | 0,040 | 0,044 | 0,45 | 0,47 | 0,49 |
| 3 | 145 | 0,84 | 0,036 | 0,5 | 1 | 0,041 | 0,045 | 0,60 | 0,63 | 0,35 |
| 4 | 190 | 0,84 | 0,038 | 0,5 | 1 | 0,043 | 0,049 | 0,72 | 0,76 | 0,32 |

На фрагменті, що розглядають присутні наступні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огороджувальної конструкції: відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання лінійні елементи; дюбелі для кріплення мінеральних плит – точкові елементи; несучі кронштейни для кріплення системи вентильованого фасаду закріплювані елементи. Для вищезазначених теплопровідних включень за проектними даними та даними додатківт ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Ці результати наведені в таблиці

Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

| Найменування теплопровідного включення | Протяжність, м | Кількість, шт. | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k$, Вт/(м·К) | Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi$, Вт/К |
|---|---|---|---|---|
| Віконний відкос в зоні перемички | 2,0 | – | 0,062 | – |
| Віконний відкос в зоні підвіконня | 2,0 | – | 0,041 | – |
| Віконний відкос в зоні рядового примикання | 3,0 | – | 0,053 | – |
| Дюбелі для кріплення мінераловатних плит | – | 110 | – | 0,005 |
| Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентильованого фасаду | – | 32 | – | 0,015 |

На підставі даних таблиці визначають приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою 3 ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

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

$$= \frac{14,7}{\frac{14,7}{4.84} + 0,062\cdot 2,0 + 0,041\cdot 2,0 + 0,053\cdot 3,0 + 110\cdot 0,005 + 32\cdot 0,015} = 3,31\ \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$$

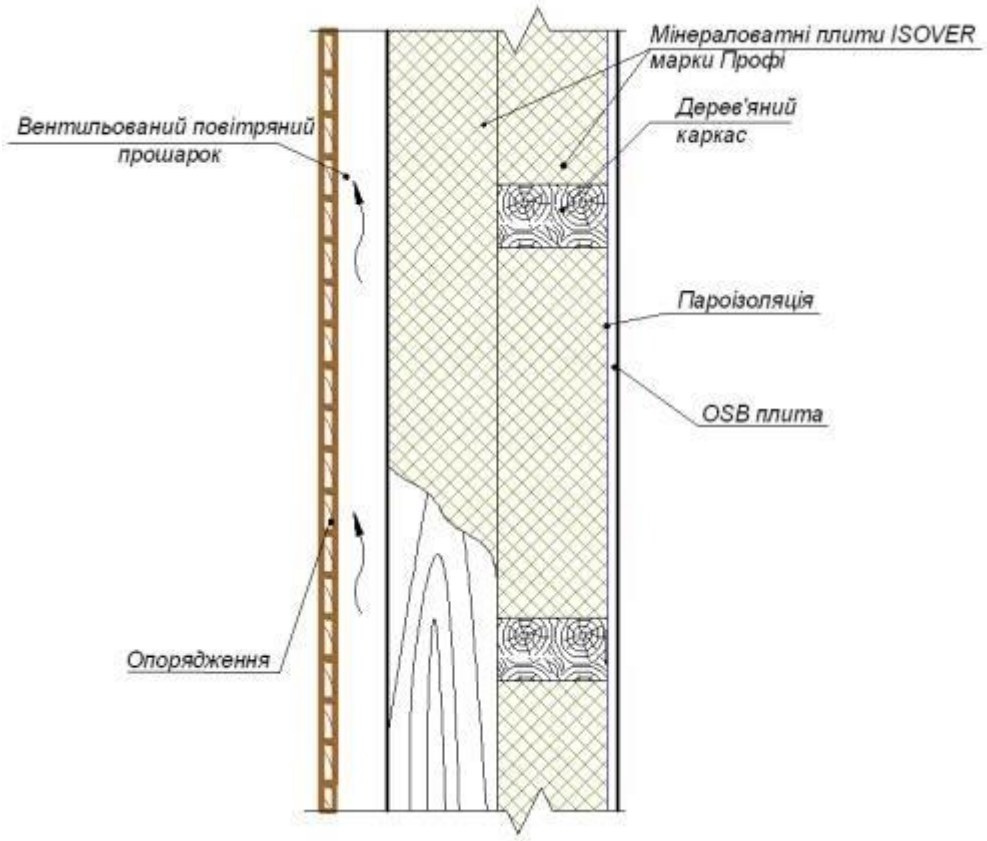
Визначена величина задовольняє нормативні вимоги ДБН В.2.6-31

Це означає, мінімально необхідна товщина теплоізоляції стіни на основі кладки з цегли густиною 1800 кг/м3 товщиною 250 мм з мінеральних плит Термолайф густиною 80 кг/м3 становить 190 мм

### 2.1.1. Зовнішні стіни каркасного типу для житлових будівель на дерев`яному каркасі

Для розрахунку обрано частину конструкції стіни на основі дерев’яного каркасу з фасадною теплоізоляцією з облицюванням профільованим листом з вентильованим повітряним ізолюючим шаром в межах одного поверху

Теплоізоляцію передбачається влаштовувати з мінеральних плит Ізовер Кліматичні умови м. Ірпінь.




Переріз конструктивного рішення зовнішньої стіни на дерев’яному каркасі.

В якості типового фрагменту розглядається рядова стінова каркасна панель розмірами 6,5 м × 2,5 м (висота × ширина), що по горизонталі та вертикалі примикає до схожих стінових панелей. Стінова панель має віконний проріз розмірами 1,6 м × 1,6 м. Необхідно визначити мінімально

допустиму товщину теплоізоляції для забезпечення нормативних вимог ДБН В.2.6-31.

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в І-й температурній зоні експлуатації України (м.Ірпінь) становить Rqmin = 3,3 м2 ·К/Вт.

Товщину теплоізоляції приймають рівною 200 мм.

Визначають опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,р}} + \frac{1}{\alpha_{з}},$$

де αв, αз – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м2 ·К), приймають згідно з додатком БДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють: αв = 8,7 Вт/(м2 ·К); αз = 12 Вт/(м2

·К); δі – товщина облицювального шару зовнішніх стін, м; λі р – розрахункова теплопровідність матеріалу облицювального шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К), приймають згідно з додатком , для умов експлуатації . Для теплоізоляційних виробів Ізовер приймають за результатами випробувань. Результати випробувань наведені в таблиці

Розрахункові теплофізичні характеристики виробів теплоізоляційних з мінеральної вати на основі скляного волокна Ізовер

| Ч.ч. | Характеристика в сухому стані | | | Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації $w$, % | | Розрахункові характеристики в умовах експлуатації | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Марка, густина $\rho_0$, кг/м³ | питома теплоємність $c_0$, кДж/(кг·К) | теплопровідність $\lambda_0$, Вт/(м·К) | | | теплопровідність $\lambda_р$, Вт/(м·К) | | коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м²·К) | | коефіцієнт паропроникності μ, мг/(м·год·Па) |
| | | | | А | Б | А | Б | А | Б | А, Б |
| 1 | 14 | 0,84 | 0,037 | 0,5 | 1,5 | 0,049 | 0,050 | 0,21 | 0,22 | 0,60 |
| 2 | 15 | 0,84 | 0,037 | 0,5 | 1,5 | 0,049 | 0,050 | 0,21 | 0,22 | 0,60 |
| 3 | 11 | 0,84 | 0,040 | 0,5 | 1,5 | 0,054 | 0,055 | 0,20 | 0,20 | 0,71 |

характеристики шарів стінової конструкції: – δ2 = 0,02 м, λ2 = 0,21 Вт/(м·К) – характеристики плити OSB; – δ3 = 0,2 м, λ3 = 0,05 Вт/(м·К) – характеристики мінеральних плит Ізовер

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,21} + \frac{0,15}{0,050} + \frac{0,05}{0,050} + \frac{1}{12} = 4,29 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Визначають характерні ділянки теплопровідних включень

На фрагменті, що розглядаємо присутні наступні теплопровідні включення, які відносяться до непрозорої огороджувальної конструкції: відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи; направляючі дерев'яні балки та обрешітку – лінійні елементи. Для вищезазначених теплопровідних включень за проектними даними та даними додатків Г та Д ДСТУ Б В.2.6-189:2013 визначають кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі для товщини теплоізоляційного шару 200 мм. Результати наведені в таблиці .

Теплопровідні включення та їх кількісне вираження.

| Найменування теплопровідного включення | Протяжність, м | Кількість, шт. | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, $k$, Вт/(м·К) | Точковий коефіцієнт теплопередачі, $\psi$, Вт/К |
|---|---|---|---|---|
| Віконний відкос в зоні перемички | 1,5 | – | 0,098 | – |
| Віконний відкос в зоні підвіконня | 1,5 | – | 0,043 | – |
| Віконний відкос в зоні рядового примикання | 3,2 | – | 0,101 | – |
| Дерев'яні балки | 14,7 | – | 0,041 | – |
| Дерев'яна обрешітка | 13,3 | – | 0,022 | – |

На підставі даних таблиці визначають приведений опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з ДСТУ Б В.2.6-189:2013

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

$$= \frac{13,85}{\frac{11,8}{4,29} + 14,7 \cdot 0,041 + 13,3 \cdot 0,022 + 0,098 \cdot 1,5 + 0,043 \cdot 1,5 + 0,101 \cdot 3,2} = 3,31\ м^2 \cdot К/Вт$$

Встановлена величина задовольняє нормативним вимогам ДБН В.2.6-31.

Отже, необхідна товщина теплоізоляції стінової конструкції на основі дерев'яного каркасу з мінераловатних плит Ізовер становить 200 мм.

### 2.1.2. Теплотехнічність та енергоефективність житлових будинків з деревини

Теплотехнічні дослідження зразків з дерев'яного бруса виконано за приведеними методиками. Розрахунки метрологічних характеристик зразків зроблено на підставі середніх даних за 5 досліджуваними зразками, а їх результати подано в таблиці. Вологість зразків визначалася перед початком експерименту вологоміром для деревини. Маса сухого зразка отримали розрахунковим шляхом (зясувавши масу на вагах і ступінь вологості).

Метрологічні характеристики дерев'яного бруса

| $\omega_м$, % | $m_с$, кг | $m_в$, кг | $m_в$- $m_с$, кг | $\delta$, м | $V$, м$^3$ | ρ, кг/м$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 0,748 | 0,860 | 0,070 | 0,12 | $1{,}93\cdot10^{-3}$ | 446 |

Теплотехнічні характеристики, коефіцієнт теплопровідності λ та термічний опір зразка Rk, для дерев'яного бруса визначено за результатами розрахунків з експериментальних даних ( si τ , se τ , q) за формулами.

Практичне застосування цих показників показано вище. Отримані значення характеристик для дерев'яного бруса подано в табл.

Теплотехнічні характеристики дерев'яного бруса

| $\omega_м$, % | $\tau_{si}$, °C | $\tau_{se}$, °C | $\Delta\tau$, °C | $q$, Вт/м$^2$ | λ, Вт/м·°C | $Rk$, м$^2$·град/Вт |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 66,3 | 17,4 | 48,9 | 50,1 | 0,152 | 0,148 |

Висновок. За результатами дослідження зразків з дерев'яного бруса можна отримати такі висновки, його теплоізоляційні властивості найефективніші в порівнянні з іншими дослідженими стіновими матеріалами. Однак при застосуванні його для несучих стінових конструкцій слід враховувати його високу вартість, низьку вогнестійкість, здатність до корозії, здатність до появи плісняви у вологому середовищі.

## 2.2. Теплоізоляційні матеріали для каркасних пасивних будинків

Матеріали що використовуються при теплоізоляції пінополістирол, мінеральна вата, гіпсокартон та OSB. Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів наведені в таблиці.

Загальні характеристики теплоізоляційних матеріалів

| Теплоізоляційний матеріал | Густина матеріалу (очікувана), *кг/м3* | Теплопровідність (очікувана), *Вт/м·К* | Розміри листа, *мм* | Товщина листа, *мм* |
|---|---|---|---|---|
| Пінополістирол (ПП) | 25 | 0,038 | 1000×600 | 50 |
| Мінеральна вата (МВ) | 135 | 0,037 | 1000×600 | 50 |
| Гіпсокартонний лист (ГКЛ) | 800 | 0,21 | 2500×1200 | 12,5 |
| Орієнтовано-стружкова плита (OSB) | 600 | 0,13 | 2500×1250 | 10 |

В Україні найбільш поширеним утеплювачем, завдяки добрим теплоізоляційним властивостям, доступності та порівняльної дешевизни, це мінеральна вата і матеріали на її основі. Матеріал є біологічно стійким та пожежобезпечним, при його виготовленні не використовуються сполучні матеріали на основі бітуму та інших органічних речовин. Якісні теплоізоляційні матеріали та вироби одержують із тонкого базальтового волокна діаметром близько 3 мкм з використанням матеріалів в'яжучих. Його зазвичай виготовляють з базальтової руди за допомогою дуплекс-процесу. Ідея процесу полягає в тому, спочатку отримують первинну базальтову нитку за допомогою платино-родієвої філь'єри. При цьому з однієї філь'єри можна отримати близько 50 т нитки в рік, а її стійкість (міжремонтний термін) становить не більше 3 місяців. Ремонт філь'єр потребує додаткової витрати платино-родієвого зєднання. Далі базальтові нитки переробляються в тонке волокно. У звичайних цехах, де для плавлення використовують природний газ, не можна підняти температуру вище 1500 ° С без кисневого дуття, тому неможливо і одержання низької в'язкості розплаву. Відповідно

діаметр таких волокон дорівнює 10-15 мкм, що в кілька разів більше діаметру тонких волокон. Виробництво волокон методом з фільєрами є більш економічним за питомим споживанням енергоносіїв приблизно в 2 рази в порівнянні з виробництвами, що використовують дуплекс-процес. Наявне незначне зниження якості базальтового волокна завдяки більшій частині неволокнистих включень цілком підходить для будівельних цілей.

Перевагою ціх виробів є висока допустима температура експлуатації теплоізоляції без усадки, яка дорівнює 700 ° С. Тому такий матеріал може використовуватися в якості зовнішнього шару теплоізоляції в електротермічному устаткуванні. До мінераловатних виробів близькі за теплотехнічністю вироби на основі скляного штапельного волокна. Завжди їх щільність нижча, ніж у виробів, отриманих переробкою металургійних шлаків або природного каменю. До ліпших з цього типу матеріалів можна віднести теплоізоляційні вироби на основі штапельного мінерального волокна марки "Урса". Теплоізоляційний виріб виготовляється у вигляді матів і плит. Теплопровідність виробів знаходиться в інтервалі 0,037- 0,048 Вт / (м К) при щільності від 10 до 75 кг/м3 , вологість не перевищує 4%. Також важливо, що ці вироби одночасно є ефективними звукоізоляційними матеріалами, що забезпечується високою повітряпроникністю. Плити, призначені для теплоізоляції зовнішніх стін будівель, піддаються додатковому утепленню. Вироби можуть поставлятися з захисним покриттям - алюмінієвою фольгою, можуть комплектуватися парозахистними поліетиленовими плівками, самоприлипною стрічкою, закріплюючими виробами . Великий обсяг виробів на основі мінеральних і скляних волокон виробляється з використанням в’яжучого на основі формальдегідних смол, які здебільшого не відповідають сучасним санітарним нормам.

Технічні параметри поліпшеного пінопласту, що отримав назву «піноізол», показані в табл. Відповідно до ДСТУ Б В.2.7-38-95 випробування піноізолу проводилися по таблицям показників якості, відповідної даній групі ізоляційних матеріалів.

Фізико-механічні властивості піноізолу.

| Показники | Величини |
|---|---|
| Щільність кг/м$^3$ | 8-20 |
| Теплопровідність, Вт/(м К) | 0,035-0,047 |
| Границя міцності, кгс/см$^2$: | |
| на стиск (при 10 % лінійному деформуванні) | 0,07-0,5 |
| на згин | 0,10-0,25 |
| на розтяг | 0,05-0,08 |
| Водопоглинання за 24 год , % за об'ємом | 10-25 |
| Сорбційне зволоження через 24год., % за масою | 10,5-20 |
| Вологість, % за масою | 5-14,5 |
| Діапазон робочих температур, °С | –50 до +120 |

За проведеним оглядом теплоізоляційних матеріалів і виробів будівельного призначення можна відзначити наступні їх характерні якості. Показники коефіцієнтів теплопровідності розглянутих матеріалів знаходяться в досить широкому інтервалі значень – від 0,021 Вт/(м К) (для кращих марок пінополістиролу) до 0,1-0,3 Вт/(м К) (для інших теплоізоляційних вогнестійких виробів).

Проведено аналіз питання визначення теплової надійності огороджувальних конструкцій. Для каркасних будівель, огороджувальні конструкції які мають багато температурних включень, актуальним питанням є визначення ймовірності теплової відмови за трьома теплотехнічними критеріями відмови – приведеним опором теплопередачі, перевищенням показників перепаду температур між приведеною температурою внутрішньої поверхні конструкції та температурою внутрішнього повітря над показниками температури, допустимими за санітарно-гігієнічними нормами.

Будівельний матеріал з відходів деревообробки**.**

При розроблені нового стінового матеріалу враховано досвід, накопичений в процесі виконання попередніх розрахунків та досліджень. В першу чергу матеріал повинен мати високі теплоізоляційні властивості. З перевірених матеріалів найкращі результати за теплоізоляційними

показниками виявлено в дерев'яного бруса. Але ж разом з цим не забуваємо про його мінуси.

За результатами аналізу прийнято рішення використати за основу для нового матеріалу дерев'яну тирсу.Показником для цього став низький коефіцієнт теплопровідності для сухої тирси (λ=0,065…0,093 Вт/м· ОС в залежності з густиною та вологістю). Плюс того тирса є відходом деревообробного виробництва, зберігаючи властивості деревини, має суттєво низьку вартість в порівнянні з ринковим брусом. На основі тирси із застосуванням фенол формальдегідних смол в якості склеювальної речовини виготовляють плити, які приміняються для виготовлення меблів. У будівництві такі плити застосовуються також, але мають суттєвим недоліком невисоку вологостійкість. З тирсових матеріалів отримано і ряд інших будівельних матеріалів, які мають високі теплоізоляційні властивості.

Коефіцієнт теплопровідності для деревоматеріалів, які використовуються у будівництві:

| Матеріал на основі деревини | λ, Вт/м·$^{O}$C |
|---|---|
| Фанера | 0,15 |
| Дерево-стружкова плита (ДСП) | 0,20 |
| Тирсова засипка ущільнена | 0,095 |
| Тирса дерев'яна суха | 0,065 |
| Стружка дерев'яна ущільнена | 0,12 |
| Орієнтована стружкова плита (ОСП) | 0,12 |
| Дошка дерев'яна (сосна) | 0,15 |
| Брус дерев'яний | 0,15 |

Аналіз результатів теоретичних досліджень.

У роботі висвітлена актуальна проблема підвищення енергетичної ефективності в будівельній галузі. Будівельна галузь залишається одним із найбільших споживачів енергетичних ресурсів в Україні. Напрямки ресурсів та енергоефективності в будівельному виробництві постійно обговорюються

науковцями всіх країн світу. Одним із основних способів підвищення енергетичної ефективності є покращення зовнішніх огороджуючих конструкцій будинку. Значна частина тепловитрат втрачається саме через зовнішні огороджуючі елементи, та через віконні конструкції. Висвітлено законодавче регулювання нормативних значень теплостійкості віконних конструкцій.

Видно з розрахунків що конструктивне рішення пасивного каркасного деревяного будинку з вент фасадом, утеплення 150 мм мінеральною базальтовою ватою , найкращим з усіх варіантів. Це архітектрно конструктине рішення менш трудозатратне, дешевше при будівництві, та енергоефектвніше.

Цей метод є найкращим. Щоб збудувати будинок під ключ, будівельні компанії повинні найняти багато висококваліфікованих фахівців. Не тільки в галузі будівництва, а й для транспортування, логістики, персоналу, бухгалтерії Додати податки і ми розуміємо, що кошторис обґрунтований. Побудувати будинок на свій розсуд не можливий без спеціалістів. Наша головна мета у побудові будинку - красивий, теплий, зручний, екологічний, сучасний, звичайно, найвищої якості. Звичайно ж заощадити багато часу, зусиль та грошей.

### 2.2.1. Переваги пасивних дерев`яних каркасних будинків

На сьогоднішній день каркасне будівництво набуло широкого поширення завдяки трьом речам - це швидкість будівництва будинків, їх кінцева вартість і відсутність фундаментів, тому як влаштовують сваї металеві, діаметром 150мм ,їх влаштування виконується за 8годин, сваї готові сприймати навантаження будинку. Каркасні будинки вибирають у таких випадках:

1. Коли потрібні великі вільні простори. Відсутність капітальних стін дозволяє досягти абсолютної творчості замовника в оформленні внутрішніх планувань.

2. Коли необхідно звести дуже теплоефективний будинок. Поділ функцій допомагає для каркаса та конструкцій, що захищають, застосувати більш оптимальні та ефективні матеріали, що робить будівництво більш ефективним і швидким. Тому що , як стіновий матеріал використовують легкі теплоізолюючі конструкції, оскільки стіни не несуть великих навантажень.

Ми переконались, що каркасне будівництво більш сучасне та прогресивне. На ринку найбільш відомі каркасні будинки з дерева для комфортого будівництва. Застосування дерева як каркас найбільш відповідає вимогам екологічності, теплозахищеності, низької вартості. Частка будівництва каркасних будинків на ринку постійно зростає. У Канаді більшість будинків збудовано саме за такою технологією. При цьому вони різні по конструктиву і є відмінності в технології.

Переваги каркасного будинку з деревини.

Будь-який, хто захоче, використати технологію каркасного будинку, захоче порівняти його з альтернативами. Будь-яка система будівництва не може бути кращою за іншу. Це залежить від вимог проекту та переваг забудовника, а також багатьох інших факторів.

Міцність та надійність**.** Міцність та надійність каркасного будинку залежить від правильного вибору конструктивного рішення та суворого виконання технологічних умов. Сучасні будівельні технології дозволяють втілити у життя будь-які технічні рішення. Технічні якості сучасних будівельних матеріалів дозволяють споруджувати будівлі висотою до 500 м з прольотами 250 м. В індивідуальному домобудуванні запити набагато скромніші, проте критерії надійності та довговічності не стають від цього менш актуальними.

Функціональність та комфортність**.** Функціональною вважається будівля, в якій кожен квадратний метр площі несе певне корисне навантаження. Можливості прояву творчості та фантазії каркасного будинку безмежні. Будівельники різних поколінь приділяли і продовжують приділяти цим показникам багато уваги. На виконання умов функціональності будинок

має проектуватися за принципом дизайн і конструктив. Від проектування дизайну інтер'єру залежить планувальне рішення. Важливою складовою комфортності є звукоізоляція приміщень. Сучасні підходи будівництва каркасного будинку передбачають планувальні рішення. Також, в каркасному будинку можна значно економити простір за рахунок невеликої товщини стін.

Економічні критерії . Економічна якість залежить від вартості робіт та матеріалів, тривалості будівництва, транспортних послуг та витрачені при цьому енергоресурси. Каркасні будинки найбільше відповідають вимогам економічного будівництва. Вартість каркасного будинку вдвічі нижча за цегляний.

Швидкість будівництва**.** Висока швидкість будівництва каркасного будинку. Тривалість будівельного циклу одна з найнижчих. Бригада будівельників з 2 осіб зведе середніх розмірів будинок не більше ніж за 1 місяць, а при влаштуванні фундаменту і оздоблювальних роботах за 2,5 місяці. Це перевірено мною практично.

Низька теплопровідність огороджувальних конструкцій дозволяє знизити витрати на опалення взимку та зберегти прохолоду влітку, тим самим забезпечуючи високий рівень комфорту. У цьому полягає унікальність каркасного будинку, стіни одночасно є високоефективним утеплювачем-«термос».

Низька теплоємність конструкцій, що захищають**.** Дозволяє ефективно використовувати систему опалення, причому в тих приміщеннях, де це необхідно, що дозволяє економити та підвищує комфорт. Ця перевага дає можливість у разі непостійного проживання дуже швидко прогріти будинок до потрібної температури. Каркасний будинок, добре утеплений, буде зменшувати температуру також повільно як цегляний. Проте, передбачаються акумулюючі поверхні зменшення добових коливань температури.

Гарна звукоізоляція приміщень. Застосовуючи всередині стін, перегородок звукоізоляцію, можна досягти дуже високих показників звукоізоляції .

Можливість прокладання комунікацій усередині стін**.** Одна з особливостей саме каркасної технології дозволяє без витрат і спеціальних інструментів прокласти електрику, канали вентиляції, а також труби водопостачання та опалення всередині стіни чи перегородки, що дає безперечні плюси приміщенню.

Полегшений фундамент**.** Каркасна технологія дозволяє використовувати полегшені фундаменти низького залягання, що дає значну економію та швидкість будівництва по грошам та в часі. Можна використовувати свайні системи фундаменту.

Відсутність усадки**.** Можна відразу приступити до облицювання каркасного будинку, в найкоротші терміни заселитися, немає необхідності в організації додаткового опалення приміщень, якщо дерево сире, немає ризику перекосу стін при усадці, що може створити багато неприємностей аж до зміни конструктиву будинку чи даху.

Екологічно безпечний**.** Каркасний будинок, крім дерев'яного каркаса, має утеплювач: мінеральна або базальтова вата, ГКЛ та стружкова плита OSB. Все це продукт переробки природних матеріалів, що підвищують теплотехнічні характеристики, і при цьому не становлять загрози для проживання, на що є підтвердження. Останнім часом виробники OSB зовсім відмовилися від використання формальдегіду у своїх виробах, незважаючи на те, що його концентрація була невеликою та безпечною для людини.

Легкість та доступність внутрішньої обробки**.** Немає необхідності штукатурити стіни (цегла, пінобетон), або створювати всередині додатковий каркас з плитним матеріалом, достатньо зашпатлювати стики і місця саморізів, що кріплять, можна клеїти шпалери, стіни рівні з початку встановлення конструкції! Також рівні стелі. Немає необхідності організації стяжки на підлозі, як у випадку з плитами перекриття - підлога вже готова до

опорядження! Це значно скорочує час і витрати, навіть дає можливість зробити оздоблення каркасного будинку самостійно.

Сейсмостійкість**.** Каркасні будинки здатні переносити навантаження до 10 балів. У Японії популярний саме цей вид будинку.

Сезонність будівництва**.** Немає обмеження будівельним сезонам, каркасний будинок зводиться у будь-який час, за температури до -15 градусів.

Використання важкої техніки**.** Немає необхідності в підйомному крані та іншій важкій будівельній техніці на ділянці. Каркасний будинок зводиться лише силами невеликої бригади чи самостійно, тому що немає масивних елементів конструкції, що буває актуально там, де немає можливості проїзду спец техніки і звичайно дозволяє заощадити.

Легкий доступ до вмісту стіни та перекриття**.** Конструкція дає можливість доступу до внутрішніх комунікацій та утеплювача при необхідності, наприклад у разі появи нового, більш досконалого виду утеплювача заміна його не складає труднощів.

Невелика товщина стінок**.** Дозволяє заощадити зайві квадратні метри. У каркасних будинках є мінуси.

Гучність конструкції стін та перекриття. Це недолік всіх дерев'яних будинків, він пов'язаний з невеликою масою конструкції, що не дозволяє достатньо гасити значні вібрації. Частково вирішити проблему дозволяє тепло-звукоізоляція із щільних, важких мінеральних утеплювачів.

Необхідний грамотний проект, креслення з усіма схемами кріплення та вузлів. Технологічно каркасний будинок складніший за інші і потребує гідних кваліфікованих спеціалістів, наявність сучасного інструменту та грамотно складений проект, який вирішує багато проблем будівництва.

### 2.3. Енергозберігаючі конструкції каркасного пасивного будинку.

Каркасний будинок створений для того, щоб використовувати енергоефективні технології та зробити будинок пасивним. Пасивний

будинок, коли енергоефективність будинку досягається за допомогою архітектурно-планувального вирішення. Ознаки каркасного пасивного будинку:

1. Правильна орієнтація з боків світла та троянди вітрів.
2. Зонування внутрішніх приміщень, поділ на буферні та житлові зони.
3. Розташування у північній стіні лише головних входів до будинку та відсутність вікон.
4. Великі прозорі конструкції на південній стороні.
5. Проектування будинку з мінімальною площею зовнішньої поверхні будівлі
6. Вітрозахист північної глухої сторони будівлі- зелені насадження, ліс, інша будівля .
7. Повна відсутність еркерів, внутрішніх кутів, балконів тощо.
8. Проектування будинку з можливістю інтеграції альтернативних джерел енергії
9. Масивні елементи всередині будівлі також сприяють пасивному накопиченню в будівлі нічного холоду в літню спеку
10. Влаштування зимових садів з південного боку
11. Герметичність та правильна вентиляція з рекуперацією тепла
12. Наявність масивних частин у місцях, куди потрапляють прямі сонячні промені від низького зимового сонця

Отже не вкладаючи додаткових коштів, можна досягти високої енергетичної незалежності будинку. Більше того, ці рішення дозволяють заощадити на будівництві.

**Види каркасних дерев`яних конструкцій.**

Дерев'яні каркасні будинки можуть відрізнятися за типом конструкцій, з яких вони виготовлені:

Каркасно-рамкова конструкція. Збирається каркас, потім обшиваються стіни листовим матеріалом та утеплювачем.

Каркасно-щитова конструкція. Збирається каркас, потім обшивається готовими щитами зібраними на заводі. Будинок із СІП-панелей є прикладом даної технології.

Щитовий будинок. Не передбачає попереднього зведення каркасу, будинок збирається із щитових конструкцій.

Каркасно-модульна конструкція. Будинок збирається з готових модулів, виготовлених на виробництві.

Фахверк. Різновид каркасної конструкції, основою каркаса є брус, на фасаді будівлі.

Вартість каркасно-рамкового варіанта на 15 - 20% нижче за щитовий, весь процес можна контролювати. Ви знатимете, які матеріали використовувалися, як конструювалися, оброблялися.

**Світові технології будівництва каркасних будинків.**

На ринку часто можна почути назву каркасних технологій, за назвою країн, звідки вони беруть початок:

Канадський будинок, в основному до них відносять будинки, побудовані за каркасно-рамковою конструкцією. Будинки із СІП-панелей також відносять до канадської технології.

Фінський будинок це також каркасна технологія, але у внутрішній обшивці використовується профільований або клейовий брус для високих теплоізоляційних рішень .

Німецький будинок готовий щитовий будинок виготовлений на виробництві, що має вбудовані всі елементи для проживання.

**Вартість будівництва каркасного будинку під ключ.**

Вартість каркасного будинку залежить від багатьох причин та розраховується індивідуально. Проте для попереднього складання бюджету можна розраховувати від 3000 грн. за 1 м (на 2014 рік) загальної площі будинку із зовнішньою обробкою сайдингом та без внутрішнього оздоблення Вартість каркасно-рамкового варіанта на 15 - 20% нижче щитового, в якому панелі виготовляються на виробництві та збираються на об'єкті.

Каркас зовнішніх стін зазвичай влаштований жорсткими дошками, покритими ізоляцією з вітрозахисної плівки, яка не перешкоджає потоку пари зсередини будинку. Стіни, заповнені теплоізоляцією, дозволяють мінімізувати товщину зовнішніх стін, завдяки чому дерев'яний будинок загальною площею 100 м2 має корисну площу на 10-12 м2 більше, ніж зовні цегляного будинку. Це є додатковим аргументом на користь дерев'яних будинків. Сам фасад, в залежності від того, які проекти дерев'яних будинків вам подобаються, може бути декорований як завгодно. Починаючи від структурної штукатурки, закінчуючи дерев'яною опалубкою, яка може імітувати дерев'яні балки або облицювання з презентабельного клінкерної цегли сучасні каркасні технології дозволяють впровадити практично будь яке конструктивне рішення.

Стандарти Євросоюзу вимагають від будівельників в найближчому майбутньому будівництва виключно енергоефективних будинків з нульовими енерговитратами. Для українців питання економії електроенергії та опалення дуже актуальні, і результати проведеного теплового аудиту стандартних багатоповерхових будівель споруди кінця 20 століття невтішні – значно високі тепловтрати і невиправдано великі витрати на підвищення рівня теплоізоляції.

Вищий рівень економічності об’єктів нерухомості – пасивні будинки з мінімальним рівнем енергоспоживання: менше 15 кВт / м² в рік.

Прийняті в Україні норми коефіцієнту опору теплолопередачі огороджувальних конструкцій дорівнюють:

- R = 3,3м² / КВт – для 1 кліматичної зони: північний схід України, Центр, Прикарпаття
- R = 2,8м² / КВт – для кліматичної зони: Закарпаття, Запорізька область.

Цим вимогам повною мірою відповідають , зведені за канадською технологією із утепленням мінватою.

Канадська каркасна стіна завтовшки в 15 см. дорівнює за ступенем теплоізоляції цегляній шириною в півтора метри.

Енергоефективні каркасні будинки будують в районах з екстремальними показниками холоду і вітру: вони морозостійкі і мають мінімальні містки холоду, в порівнянні з будівлями з цегли або блоків.

Енергозберігаючий будинок з точки зору будівельника, це:

- мінімізація площі огороджувальних конструкцій, які дорівнюють до 90% загального числа тепловтрат;
- максимальне використання енергії землі, сонця і вітру для автономного енергопостачання будинку;
- влаштування системи вентиляції з рекуперацією: із вторинним використанням теплого повітря;
- врахування сонячного світу при розміщенні будівлі на обьєкті: максимальний природний прогрів і освітлення в зимовий період і затінення сонячної сторони в літній;
- облаштування холодних і теплих зон: підвал, котельня і комора можуть обійтися мінімумом освітлення.

**Енергоефективний будинок: будівництво**

- Основні тепловтрати об’єктів нерухомості виникають внаслідок порушень будівельних стандартів і передбачених виробниками інноваційних будматеріалів технологічних рішень. Мінімальні щілини, точна підгонка

дверних і віконних проємів, енергозберігаючих склопакетів, утеплення стін і покрівлі призводить до загального підвищення потенційної експлуатаційної економності будівлі.

• Для підвищення енергоефективності житлового будинку застосовують сучасні інноваційні технології. Установка каміну з високим ККД перетворить дерев'яний будинок в енергоефективний класу А +: для опалення будинку площею до 150 м² досить одного автономного агрегату і розташування садиби не залежатиме від газифікації району. Економія витрат на опалення в будинку відбувається на основі простих показників термодинаміки: стіни, які акумулюють тепло дозволять швидко прогріти внутрішній простір і утримувати нормальну температуру протягом ночі при камінному обігріві.

Використання високоякісних утеплювачів. Як утеплювач використовується внутрішня прокладка стін. Зазвичай мінеральною ватою або пінополістиролом. Вона захищає будинок від холоду і підвищує єнергоефективність.

Застосування сучасних систем опалення. Вентиляція і кондиціонування повітря, що дозволяє регулювати температуру і вологість у приміщенні. Каркасні будинки можуть обігріватися газом, і електрикою.

Використання натуральних матеріалів. Дерево використовується в каркасному будівництві, є екологічним матеріалом. Воно не забруднює навколишнє середовище. Крім того, під час виробництва дерев'яних конструкцій і утеплювачів не використовуються хімічні речовини.

Монтаж вікон і дверей з подвійними склопакетами. У проєктах енергозберігаючих пасивних будинків встановлюють спеціальні вікна та двері з термопакетами, які зберігають тепло всередині приміщення.

Використання сонячних батарей та інших джерел відновлюваної енергії. З метою живлення електричних приладів і освітлення в приміщенні, додатково встановлюються панелі. Будівельники можуть підібрати зручний скат даху для таких цілей.

Розробка проекту. Проекти будинків роблять з урахуванням правильного розташування вікон, дверей та інших елементів. Це дозволяє використовувати природне освітлення і вентиляцію.

Усі ці фактори в сукупності дають змогу домогтися високої енергоефективності каркасної технології будівництва . Що є не тільки екологічно безпечним, а й економічно вигідним у перспективі.

**Відмінність каркасних дерев`яних будинків від традиційної цегли**

Усі говорять про різницю методів будівництва. Але в чому їхні відмінності, так і не пояснили. Зараз ми розберемо всі етапи і порівняємо їх.

Економічність будівництва.

Проекти будинків вимагають менше матеріалів і часу на будівництво. Замість цегляних стін використовується каркас із дерева, який збирається вже на місці будівництва.А цегляні будинки використовують велику кількість цементу та інші дорогі матеріали. Перевезення цих важких матеріалів вимагає вантажопідйомних машин. Що збільшує вартість будівництва будинку. Чого не скажеш про каркасне будівництво.

Весь перерахований вище різниці є однією величезною відмінністю від цегляного будинку. Каркас швидко нагрівається, і довго зберігає тепло всередині стін, завдяки утепленню. А цегляний, дуже швидко остигає і потребує великої кількості обігріву.

Каркасні будинки міцніші та стійкіші до несприятливих умов. Таким як:

землетрусу;

урагани;

пожежі.

Це пов’язано з тим, що каркаси мають легшу конструкцію, тому краще сприймають навантаження. Проєкт заміського будинку, який будують частіше біля водойм або ближче до лісу. Тому така функція необхідна для комфортного життя.

- Гнучкість планування.

Це тому, що в будинку немає несучих стін. Він є лише обрамленням, на яке монтуються стіни, перегородки та інші конструкції. Через це можливі зміни внутрішніх приміщень. Можна легко змінювати розташування стін, дверей і вікон, а також об’єднувати або розділяти кімнати.

**Теплоізоляція будинку.**

Із метою економії , електроенергії, відповідно до вимог Національної програми енергозбереження, в Україні необхідно провести утеплення житлових і громадських будівель. Це допоможе значно зменшити витрати на опалення й знизити викиди в атмосферу продуктів горіння, що добре вплине на стан довкілля. Заходи з теплоізоляції будівель забезпечують різноманітність й архітектурну виразність фасадів, подовження терміну експлуатації огороджуючих конструкцій. Правильними є такі рішення, за допомогою яких на фасаді будинку можна створити «монолітний» та рівномірний теплоізоляційний шар. Довговічність та експлуатаційна надійність теплоізоляційних систем залежать від їхніх умов експлуатації та якості будівельних робіт. До обов’язкових елементів системи утеплення відносять: – теплоізоляційний шар із енергозбережувального утеплювача; – захисний шар; – декоративний шар. Додаткову теплоізоляцію можна влаштувати як на зовнішні, так і на внутрішні поверхні стін. Основним недоліком методу утеплення в середині приміщення є виникнення конденсату на внутрішній поверхні огороджувальної конструкції, що у процесі експлуатації призводить до утворення цвілі, а також підвищеної вологості в житлових приміщеннях. Недоліком є також утворення «містків холоду» у місцях дотику стін з перекриттями. На цих ділянках з’являються мокрі плями, які руйнують опоряджувальний матеріал. Світовий досвід показав переваги утеплення зовнішніх поверхонь. Іноді потрібно передбачити вентиляційну щілину завтовшки 1,5–3,0 см між утеплювачем і захисним (декоративним) екраном для забезпечення міграції вологи з утеплювача в зовнішню атмосферу. Такий тип утеплення називається «вентильований фасад». При його улаштуванні відсутні «мокрі» процеси, не

потрібно спеціально підготовлювати зовнішні стіни, роботи можна здійснювати з підвісних колисок навіть при мінусовій температурі навколишнього середовища. Для несучих елементів і захисно-декоративного шару використовуються довговічні матеріали, що забезпечує довговічність фасаду. Можлива заміна окремих пошкоджених елементів фасаду, тому що не застосовуються мокрі процеси. Необхідно зауважити, що останнім часом поширилися випадки пожеж на об'єктах, які утеплюються за типом «вентильованого фасаду». Особливо небезпечні плити полістирольні, що використовуються в якості утеплювача. Через щілину в системі теплоізоляції відбувається потік повітря, який сприяє загорянню матеріалу. Крім того, при певному напрямі вітру фасади «співають», що зменшує комфортність проживання в таких будинках. Порівняно з іншими типами фасадів «вентильований фасад» має високу вартість. Останнім часом на ринку утеплення фасадів з'явилося енергозберігаюче захисне покриття у вигляді шару фасадної фарби. Покриття складається з полімерної основи, наповненої вакуумованими керамічними сферами. Полімерний зв'язник забезпечує захист стіни від атмосферних опадів. Керамічні сфери здатні відбивати тепло, за рахунок високої паро проникності виводити з матеріалу огороджувальної конструкції залишки води. Тобто створюються комфортні умови для збереження теплоізоляційних властивостей матеріалу стіни. Проте таке покриття разом із огороджувальною конструкцією не може забезпечити мінімально допустимі значення опору теплопередачі конструкцій, наведені в ДБН В.2.6.31:2006 «Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель».

Теплоізоляційні матеріали, в основному, є місцевими будівельними матеріалами. Їх невигідно перевозити на далекі відстані, тому що внаслідок їх малої середньої щільності не використовується повністю вантажопідйомність транспортних засобів. Найкращими теплоізоляційними властивостями володіють матеріали із рівномірно розподіленими дрібними замкнутими порами. На величину теплопровідності пористих матеріалів

впливають щільність матеріалу, вид, розміри і розташування швів, хімічний склад і структура твердих складових частин, коефіцієнт випромінювання поверхонь, що обмежують шви, вид і тиск газу, що заповнює пори. Однак переважний вплив на величину теплопровідності мають його температура і вологість. Теплопровідність матеріалів зростає з підвищенням температури, однак, набагато більший вплив в умовах експлуатації надає вологість. Теплоізоляційний матеріал для застосування в покриттях вибирається з урахуванням його горючості, і можливості виділення токсичних газів при горінні. Вибір теплоізоляційного матеріалу в залежності від типу покрівельного покриття визначається з урахуванням вимог ДБН на покрівлі.

При проектуванні теплоізоляційного шару будинку у вигляді багатошарових конструкцій теплоізоляційні матеріали слід розташовувати з зовнішньої сторони огороджувальної конструкції для запобігання накопичення в них вологи; не наскрізні теплопровідні включення – ближче до теплої сторони огородження, а наскрізні – мають бути ізольовані матеріалами з коефіцієнтом теплопровідності не більше 0,35Вт/( м· К ). Повітряні прошарки можуть бути як замкнені, так і вентильовані. Замкнені прошарки рекомендують розташовувати ближче до зовнішньої поверхні і використовують для підвищення термічного опору конструкцій. Товщина прошарків – від 20 мм до 100 мм, а висота до 6 м, але не більше висоти поверху. Повітряний прошарок, відокремлений від зовнішнього повітря кладкою товщиною в одну цеглину або менше, не є замкненим. Вентильовані прошарки проектують для видалення вологи з товщі конструкцій, а також для підвищення теплостійкості конструкцій. Оптимальна товщина вентильованих прошарків у стінах становить від 60 мм до 100 мм, у покриттях – від 40 мм до 60 мм, довжина – не більше 24 м, а нахил покрівлі – не менше 6 %. Вентильовані повітряні прошарки мають бути розташовані між зовнішнім захисно-опоряджувальним шаром та теплоізоляцією, поверхню якої захищають повітрогідрозахисним шаром. Шари конструкції,

що влаштовані між повітрогідрозахисним шаром та зовнішньою поверхнею конструкції, в розрахунку не враховуються.

### 2.4. Вибір опалення для приватного будинку

Яку систему опалення обрати для будинку? Це важливе питання часто собі задають багато домовласників під час будівництва навіть коли будинок вже експлуатується. Треба вирішити який спосіб опалення найбільш ефективний в сучасних умовах. Чим обігріти будинок ,в зв'язку з істотним підвищенням цін на всі основні джерела тепла для приватного будинку, гостро постало питання зниження витрат на опалення приміщень і будівель. Сьогодні для обігріву приміщень використовуються декілька схем на основі різних джерел енергії. Найбільш поширені такі джерела опалення: централізоване опалення; котли — газові, електричні, твердопаливні, на рідкому паливі; електричні обігрівачі (конвектори, тепла підлога, повітряні опалювальні агрегати); теплові насоси. Тривалий час в житлових і комерційних приміщеннях без центрального опалення найекономічними та популярними були системи на базі газового котла. Це було пов'язано з істотно заниженою вартістю природного газу по відношенню до тарифу на електроенергію. Зараз все змінилося. Після подорожчання газу і поступового підвищення вартості електроенергії вибір найбільш економічної системи не такий очевидний. Вартість опалення 1 м2 приміщення газом і електричними нагрівачами практично, а у багатьох випадках газ навіть дорожче. Але найефективніша система, яка використовує електроенергію — тепловий насос. Саме теплові насоси зараз вважаються оптимальним вибором, з точки зору енергоефективності опалення. Котли опалення Котли опалення широко поширені на ринку і використовуються у великій кількості домогосподарств. Це пов'язано з простотою їх вживання і доступністю. Вони розрізняються по вигляду енергоносія, потужністю, монтажними особливостями, кількістю

контурів і матеріалом теплообмінників. Як теплоносій застосовується: природний газ; електроенергія; тверде і рідке паливо. Вживання системи опалення для будинку на базі твердопаливних котлів в основному обгрунтовується незалежністю. При достатньому запасі палива система опалення не залежить від можливих неполадок в електромережі або в проблемах з подачею природного газу. Але існує цілий ряд недоліків. Наприклад, необхідно забезпечити місце для зберігання запасів твердого палива і сам матеріал за ціною мало чим виграє в електроенергії або природного газу. Найбільш поширені газові та електричні котли. По сьогоднішніх тарифах вартість обігріву цими двома агрегатами порівняна. Опалення газом дозволяє також забезпечити систему гарячого водопостачання за наявності другого контура. Електричні котли вигідніше при підключенні нічного тарифу та реєстрації системи електричного опалення. Вони відносно недорогі, а сама система трубопроводів і обігрівальних приладів для них така ж, як і для газових котлів. Теплові насоси для будинку Зараз застосовується велика кількість теплових насосів різних типів: повітря-повітря (до них відносять спліт-системи та інші кондиціонери в режимі ТН); повітря-вода (тепло з атмосфери перекачується у водяну систему опалення); вода-вода (; грунт-вода (для обігріву використовується тепло землі). Основна відмінність ТН від інших обірівальних систем в тому, що тепло не виробляється спалюванням енергоресурсу або прямої його переробкою в теплову енергію, а перекачується з довкілля в приміщення. Причому роблять вони це з високою ефективністю. Для роботи агрегату використовується електроенергія, а виробленого тепла при цьому більше, ніж використаного енергоресурсу. Чим обігріватися ефективніше Відразу варто сказати, з точки зору енергоефективності, на даний момент найвигідніше обігріватися системою теплового насосу. Причому, неважливо якого різновиду ТН. Для приблизного порівняння можна з деяким наближення і спрощенням порахувати вартість здобуття одного кВт*ч теплової енергії з різних найбільш популярних

джерел. Оскільки тепловтрати в одному будинку завжди однакові, яким би способом його не нагрівали. Кількість енергії, яку можна отримати з природного газу, дуже різниться залежно від родовища і характеристик самого газу, але при ККД настінного котла близько 90% і теплоті згоряння газу близько 35 МДж/м3 в середньому з одного метра кубічного газу при згорянні можна отримати близько 9 кВт*ч енергії. Тобто один кВт*ч при тарифі близько 6,5 грн../м3 коштуватиме 0,72 грн. Електроопалення складніше прорахувати. Зараз діє два тарифи для зареєстрованого електроопалення з вжитком до 3000 кВт (0,9 грн../кВт*ч) і понад 3000 кВт (1,68 грн../кВт*ч). Також існує денний і нічний тариф. Якщо вивести середній тариф для будинку невеликої площі, то він знаходитиметься в межах 0,7—0,9 грн. за кВт*ч залежно від загального місячного вжитку. Вартість при обігріві пелетами буде близько 1,0 грн../кВт*ч (при 4000 грн. за тонну). Тепер стає ясно, що при використанні теплового насосу з COP близько 3,5 вартість кВт*ч енергії буде близько 0,2 грн., оскільки рідко при використанні ТН для житлового будинку буде перевищення ліміту в 3000 кВт*ч. Вартість теплового насоса вища, ніж газового і електричного котла, але різниця не така велика і окупається досить швидко. Для зменшення впливу форс-мажорних ситуацій тепловий насос можна комбінувати з газовим або будь-яким іншим котлом, який виступатиме в якості резервного джерела тепла. Тепловий насос для опалення — найбільш ефективний спосіб здобуття тепла, і встановивши його прямо зараз ви економитимете на обігріві з кожним роком все більше фінансових коштів.

**Витрата теплової енергії за видами будівель в Україні**

| Індивідуальний житловий будинок140 $м^2$ загальної площі | Річний розхід тепла, Квт, год/$м^3$ рік | Питома витрататепла, Вт год/$м^2$ |
|---|---|---|
| Будинки старої забудови (до середини 90-х рр.) | 600 | 125 |
| Будинки згідно ДБН В 2.2-15-2005 | 150 | 70 |
| Будинки низького енергоспоживання | 70 | 14-32 |
| Будинки ультранизького енергоспоживання | 30-15 | 10-12 |
| Сучасний пасивний будинок | менше 15 | менше 7 |

Особлива увага приділяється тонкій роботі з так званими холодними мостами (стики елементів, металевих деталей, куточків будівлі), через які активно витікає тепло. Ущільнюючи будівлю, вона справді стає термосом, не випускаючи повітря. Результат: різко знижується потреба в опаленні приміщення. Критерієм для пасивного будинку є споживання теплової енергії - 15 кВт на квадратний метр на рік. Це в 10-15 разів менше, ніж радянських будинків, побудованих у 1960-х. Розраховувати можна і по-іншому: для обігріву 30-метрової кімнати пасивного будинку достатньо енергії 30 свічок Непроста простота. Будівництво пасивного будинку за вартістю приблизно на 15-20% дорожче «звичайного» житлового будинку, при тому, що експлуатаційні витрати на опалення менше на 90%, що дозволяє швидко окупити початкові витрати. Крім того, пасивні будинки дуже комфортні і екологічно сприятливі для людини. На сьогоднішній день такі споруди - найзручніші і найсучасніші типи будівель.

**Порівняння різних будівельних матеріалів які використовуються для будівництва житлових будинків**

| Матеріал | Щільність, кг/м3 | Коефіцієнт теплопровідності Вт/(м*с) | Тепловтрати, Вт/м2 | Товщина стіни при (Rопр = 3,15, м) | Маса 1м2 стіни, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| Цегла глиняна повнотіла | 1700 | 0,81 | 54 | 2,55 | 4337,6 |
| Цегла глиняна (порожнистість 20%) | 1400 | 0,43 | 28,67 | 1,35 | 1896,3 |
| Цегла силікатна | 1800 | 0,87 | 58 | 2,74 | 4932,9 |
| Пористий бетон (автоклавний) | 550 | 0,18 | 17,5 | 0,55 | 303,19 |
| Керамзитобетон | 850 | 0,38 | 26,67 | 1,18 | 1004,1 |
| Дерево | 500 | 0,15 | 33,33 | 0,47 | 236,25 |
| Полістиролбетон | 450 | 0,13 | 13,33 | 0,3 | 135 |
| СІП-панель | 600 | 0,041 | 0 | 0,17 | 20 |

# Розділ 3. Методика викладання теми « Архітектурно конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва»

У відповідності до сучасних соціальних замовлень підготовка фахівців вищої освіти повинна ґрунтуватися на методологічній основі. Магістри спеціальності «Будівництво та зварювання», повинні володіти не тільки знаннями, вміннями і навичками творчої діяльності у відповідній галузі, а й уміти навчати здобувачів освіти, розробляти методологічні основи управління освітнім процесом у роботі підготовки і перепідготовки освітян. Підготовка сучасних спеціалістів високої кваліфікації очікує удосконалення змісту, форм і методів освітянського процесу . Суспільству потрібен соціально мобільний спеціоліст, якого можливо підготувати вищій навчальний заклад. Такі фахівці повинні володіти комплексом знань та навичок. Тому підготовка спеціалістів вищих навчальних закладів має важливе значення.

Здобувачі освіти мають отримати вміння: аналізу та впровадження у власну діяльність теоретично обґрунтованих положень сучасного педагогічного досвіду; застосування методів, прийомів організації навчально-пізнавальної діяльності освітян (бесіди, діалогу, дискусії, мозкової атаки, сюжетнорольової гри, роботи в групах ); планування структури, змісту, процесу організації лекції, лабораторного та практичного заняття; укладання текстів лекцій за планом; творчого проведення лабораторних та практичних занять; добирання оптимальної форми та методів педагогічної спрямованості; застосування сучасних освітніх технологій; забезпечення виконання розвиваючої, координуючої, управлінської функції викладача вищого навчального закладу; здійснення саморозвитку, самоосвіти, самовиховання, самоорганізації. Практичні заняття збагачують і закріплюють теоретичні знання здобувачів освіти, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної дисципліни. У процесі підготовки до практичних занять самостійна робота

здобувачів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе. Це свідчить про необхідність керування самостійною роботою здобувачів освіти з боку викладача завдяки проведенню цілеспрямованих організаційних і контрольних заходів. Викладач у лекції рекомендує здобувачам освіти основну , а також методичні рекомендації до самостійної роботи та до організації практичних занять з дисципліни. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

Методи навчання:практичний, наочний,словесний,робота з літературою.

Форми навчання:аудиторна,позааудиторна,групова,індивідуальна.

Досить поширена тенденція вивчення навчальних дисциплін у вищому навчальному закладі на рівні засвоєння та відтворення основних теоретичних положень та практичних рекомендацій. Бажання вивчення окремих дисциплін чисто прагматичні : відповісти на семінарі, заробити бали, успішно скласти екзамен. Такі знання не стають керівництвом до практичних дій, регулятором професійної діяльності майбутнього спеціаліста. Виходячи з того, що здібності є внутрішніми умовами для формування педагогічних вмінь, які, в свою чергу, забезпечують успішність основних компонентів професійної діяльності, одним з важливих завдань практичного заняття з дисциплін є його спрямування на розвиток здібностей майбутнього педагога (конструктивних, прогностичних, організаторських, комунікативних, перцептивних, сугестивних, аналітичних та інших).

Заняття розраховані на формування у здобувачів уявлень про найважливіші необхідні умови функціонування будівель з низьким енергоспоживанням, найбільш характерних і відомих теоретичних схемах і реальних прикладах сучасного планування енергозберігаючих споруд.

У результаті вивчення теми студент повинен отримати навики:

Здатність приймати обґрунтовані рішення. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність проводити дослідження на відповідному рівні. Здатність проводити обстеження, випробування, діагностику та розрахунки при розв'язанні задач в галузі будівництва та цивільної інженерії. Здатність вирішувати завдання з прийняття архітектурно-планувальних та конструктивних рішень в процесі проектування енергоефсктивних будівель та споруд з урахуванням впливу функціонально-технологічних процесів та природно-кліматичних умов. Проводити технічну експертизу проектів об'єктів будівництва та цивільної інженерії. Відслідковувати найновіші досягнення в обраній спеціалізації, застосовувати їх для створення інновацій. Вміння проектувати та проводити порівняльну оцінку енергоефективних будівель та споруд, їх огороджувальних конструкцій. Вміння реалізовувати проекти зведення спеціальних будівель та споруд, керуючись нормативними матеріалами, враховуючи архітектурно-планувальну і конструктивну частину проекту. Мати та застосовувати навички складання звітної документації за результатами робіт з виконання професійних задач, підготовки науково-технічних публікацій, доповідей та презентацій за результатами виконаних досліджень.

Тема заняття : розробка та вивчення конструктивних рішень житлових будинків за стандартами пасивного будівництва.

Мета заняття: є ознайомлення здобувачів з основними положеннями енергоефективного будівельного стандарту, який створює комфортні умови проживання, розкрити принципи і характерні риси енергозберігаючих споруд, показати особливості енергозберігаючих пасивних будинків.

Форма вивчення навчальної дисципліни- складається з лекцій, практичних та самостійної робіт. Викладач розкриває загальні положення нормативних та правових документів. Практичні заняття включають завдання підготовлені викладачем та їх обговорення за участю студентів, розв'язання задач з їх обговоренням, вирішення контрольних задач, перевірка та оцінювання студентів.

План заходів для засвоєння матеріалу: лекції,модулі,самостійні роботи,оцінювання здобувачів знань. Проводяться лекції з тем: енергоефективний будинок, енергетична ефективність,архітектурно конструктивні рішення житлових будинків,стандарти пасивного будівництва, енергопасивні будинки, енергоефективні будинки, питоме енергетичне споживання,енергія довкілля,рекуперація. Цілі і завдання проектування пасивних будинків. Регулювання мікроклімату будівель.

Проводяться самостійні роботи, здобувачі освіти засвоюють теми які не викладаються на лекціях: Методологія системного аналізу пасивних будинків, форма пасивного будинку, конструкція пасивного будинку, теплотехнічність житлових будинків, стандарти пасивного будівництва.

Система оцінювання курсу: розподіляються бали які здобувач освіти отримує на протязі семестру та на екзамені. За модуль здобувач освіти отримує відповідну кількість балів.

Оцінка складається із присутності здобувача освіти на лекціях, практичних заняттях, перевірка домашнього завдання. Оцінка за екзамен – 40 балів. Екзамен складається з питань по курсових темах.

За відповідь, що містить зв’язок основних понять , здобувач освіти одержує 20 балів.

Здобувач освіти володіє матеріалом, але у відповіді допущені не принципові помилки, студент одержує 10-12 балів.

Здобувач освіти володіє матеріалом, у відповіді розкрита сутність питання, та є грубі помилки по темі студент одержує 7 балів.

У відповіді містяться принципові помилки, або повністю відсутня відповідь 2 бали.Підсумкова оцінка з дисципліни це сума балів всіх модулів та екзамену. Проводиться аналіз досягнених результатів, бесіда мотивація.

**3.1. План конспект заняття з теми «Архітектурно конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва»**

Тема заняття : «Архітектурно конструктивні рішення житлових будинків за стандартами пасивного будівництва»

Мета заняття: Навчити студентів розрізняти енергоефективні пасивні будинки, їх специфічність загороджувальних конструкцій.

Здобувачі освіти засвоюють матеріал : теплоізоляційні матеріали, енергозбереження,пасивне будівництво,порівнюють різні види загороджувальних конструкцій,та проводять розрахунки теплопровідності матеріалів.

Викладач обговорює з здобувачами освіти актуальну тему сьогодення пасивні конструкції будинків. Пасивний будинок – це споруда, головна особливість якого – відсутність необхідності опалення або мінімальне енергоспоживання системою опалення. Такі будівельні об'єкти ще називають енергозберігаючими, так як для їх опалення потрібна невелика кількість енергії. В Україні приблизно 20% людей живуть у приватних будинках. Вартість енергоресурсів істотно зросла за останній час і це продовжується. Саме тому сьогодні важливо рухатися в напрямку зміни теплоізоляційних особливостей житла. Це може не тільки скоротити матеріальні кошти власників будинків, але і зменшити необхідність придбання енергоносіїв за кордоном, що в цілому позитивно позначиться на економіці країни. В 90-х роках минулого століття німецькі розробники активно прийнялися за втілення такої ідеї в життя. Потреба в тепловій енергії такого будівництва повинна була складати не більше 15 кВт•ч/м² у рік, тобто приблизно у вісім разів менше, ніж потреба звичайного сучасного будинку. Таким чином, пасивний будинок повинен був суттєво заощаджувати енергію.

Щоб зробити пасивний будинок, ретельно розробляється проект, і температурні містки повністю виключаються. У пасивному будинку все це тепло утримується завдяки правильному архітектурному проекту. Основні прийоми, які використовують будівельники при зведенні таких будинків: Правильне розташування будівлі. Передня частина споруди повинна бути орієнтована на західну сторону, це дозволяє максимально використовувати енергію сонця. Герметичність утеплювачів. Це перешкоджає виникненню теплових містків, завдяки чому тепло не виходить назовні, що підтримує

оптимальний мікроклімат всередині приміщення. Максимальна теплоізоляція. Її товщина складає 25-40 см і теплоізоляції, яка покриває всю конструкцію споруди, що дозволить уникнути теплових втрат. Вікна із застосуванням інноваційних технологій. В пасивних будинках встановлюються склопакети з декількома камерами, які заповнюються криптоном або аргоном. Віконні прорізи максимально герметизуються і утеплюються. Скло вікон покриваються спеціальними плівками, які добре приймають сонячне тепло. Спеціальна вентиляція. Провітрювання є необхідною процедурою, але відкриті вікна призводять до великих втрат тепла. Саме тому необхідно встановлювати вентиляцію, яка постачає повітрям кожне приміщення окремо. Це робить можливість виключити тепловтрати.

Визначення питомої енергопотреби на опалення.

Питома енергопотреба на опалення, охолодження, подача гарячої води розраховується за формулами

для житлових будівель

$$\mathbf{EN = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f}$$

де $Q_{H,nd}$ – річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт х год, що визначається згідно з розділами 7-14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,nd}$ – річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт х год, що визначається згідно з розділами 7-14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{DHW,nd}$ – річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води, кВт х год, що визначається згідно з підпунктом 16.1.2 пункту 16.1 розділу 16 ДСТУ Б А.2.2-12.

**Обов’язкова інформація, що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель:** місцеві кліматичні умови визначається згідно з розділами 5, 6, 7, 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» (далі - ДСТУ-Н Б В.1.1-27), додатку А ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод

розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні» (далі - ДСТУ Б А.2.2-12). Санітарні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі визначаються відповідно до вимог нормативних актів та документів залежно від функціонального призначення будівлі. Допускається визначати розрахункові показники мікроклімату згідно з пунктом 6.3 розділу 6 та розділом 13 ДСТУ Б А.2.2-12.

Здобувачі освіти вивчають новий матеріал, ставлять питання по новій темі, разом з відповідями вони на конкретних прикладах будинків опановують з цікавістю тему конструктивних рішень, за стандартами пасивного будівництва. Для закріплення теми викладач пропонує відповісти на такі запитання:

1.Що таке енергоефективість?

2.Як відрізняється пасивний будинок від інших енергозберігаючих?

3.Як визначити енергетичну класифікацію будинків?

Здобувачі освіти відповідаючи на питання засвоїли нову тему. Викладач пропонує виконати завдання самостійно, для перевірки та закріплення знань.

1.Система вентиляції пасивних будинків?

Здобувачі освіти з зацікавленням опрацювавши нову тему, відповідають на питання: Регулярний, гарантований і достатній повітрообмін в холодну пору року може влаштовуватись тільки за допомогою контрольованої, зручної в управлінні системи вентиляції.

Вентиляцію, що відбувається за рахунок фільтрації повітря через щілини у зовнішній оболонці, тобто через негерметичність огороджувальних конструкцій будівлі, задовільною вважати не можна. Атмосферний тиск, швидкість вітру і зовнішні температури змінюються досить стрімко. Відтак, при слабкому вітру повітропроникність будинку достатня для необхідного повітрообміну, але при сильному вітру протяги стають просто нестерпними.

Атмосферний тиск, швидкість вітру і температура зовнішнього повітря коливаються в широкому діапазоні, відповідно, змінюється повітрообмін і за природної вентиляції приміщень. Отже в дні зі слабким вітром повітрообмін

достатній, то при сильному вітру він стає надмірним, спричиняючи дуже великі втрати тепла. Вентиляція за допомогою фільтрації повітря через щілини у зовнішній оболонці в цьому випадку стає збитковою для мешканців.

Після перевірки знань здобувачів освіти викладач робить аналіз, здобувачі освоїли матеріал повною мірою та показали свої знання, були оцінені викладачем високими балами.

# ВИСНОВКИ

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій, в яких започатковано розв’язання даної проблеми. Основним резервом енергозбереження об'єктів житлових є зниження споживання енергоресурсів до рівня пасивного будинку за рахунок підвищення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій та впровадження організаційних заходів з енергозбереження. Приведення теплотехнічних властивостей вже існуючих об'єктів до сучасного європейського рівня дасть можливість, крім заощадження енергоресурсів, вирішити проблему забезпечення нормативного рівня комфорту житлового середовища, відсутність якого стала суттєвою соціальною проблемою мешканців житлових будинків .

Недостатня кількість коштів на впровадження заходів з енергозбереження породжує проблему неефективного використання ПЕР, а відповідно і перевитрати значних обсягів коштів, яких так не вистачає. Такий стан справ у енергетиці бюджетних установ погіршується ще й тим, що вони усіма силами і методами прагнуть збільшити або як мінімум залишити на рівні попереднього року фінансування енергозабезпечення. Планування фінансування енергетичних ресурсів В результаті такого підходу може виникнути ситуація, що в холодну зиму коштів на опалення не вистачає, а в теплу – всі заплановані кошти будь-що треба використати. У іншому разі фінансування на наступний опалювальний період буде зменшено.На жаль, проведення енергетичного аудиту не стало закономірністю, що було б логічною нормою в умовах зростання цін на енергетичні ресурси та погіршення екологічної ситуації в світовому масштабі. Адже кількісні оцінки енергетичної ефективності необхідні як для вирішення системних питань енергозбереження, так і під час впровадження конкретних організаційних і технічних заходів з енергозбереження.

Зіткнувшись з проблемою енергобереження в житлових будинках, самим ефективним рішенням визначаємо влаштуваня вентилюемих фасадів.

Конструкцію каркасних будинків з дерева утепленням 150мм.

Якщо дивитися на позитивні та негативні сторони таких будинків, то можна помітити більше позитивних. Головний критерій, який залучається багатьох, – це те, що ціна каркасного будинку буде нижчою на 30-40%, ніж у такого ж цегляного або з бруса. Він швидше будується, хоча в результаті має такі ж параметри чи навіть краще.

Переваги каркасних будинків

Міцність та надійність**.** Міцність та надійність каркасного будинку залежить від правильного вибору конструктивного рішення та суворого виконання технологічних рішень. Сучасні будівельні технології дозволяють втілити у життя будь-які технічні рішення. Фізико-технічні якості сучасних будівельних матеріалів дозволяють споруджувати будівлі висотою до 500 м з прольотами 250 м. В індивідуальному домобудуванні запити набагато скромніші, проте критерії надійності та довговічності не стають від цього менш актуальними.

Функціональність та комфортність**.** Функціональною вважається будівля, в якій кожен квадратний метр площі несе певне корисне навантаження. Можливості прояву творчості та фантазії каркасного будинку - безмежні. Зодчі різних поколінь приділяли і продовжують приділяти цим критеріям багато уваги. На виконання умов функціональності будинок має проектуватися за принципом зсередини - назовні. Від проектування дизайну інтер'єру залежить об'ємно-планувальне рішення. Важливою складовою комфортності є звукоізоляція приміщень. Сучасні підходи будівництва каркасного будинку передбачають оптимальні планувальні рішення. Крім того, в каркасному будинку можна значно економити простір за рахунок меншої товщини стін.

Економічні критерії. Економічна складова залежить від вартості робіт та матеріалів, тривалості будівництва, транспортних послуг та витрачені при цьому енергоресурси. Каркасні будинки найбільше відповідають вимогам

економічного будівництва. Вартість каркасного будинку вдвічі нижча за цегляний.

Швидкість будівництва. Висока швидкість будівництва каркасного будинку. Тривалість будівельного циклу одна з найнижчих. Бригада будівельників з 3 осіб зведе середніх розмірів будинок не більше ніж за 1 місяць, а при влаштуванні фундаменту та оздоблювальних роботах за 1,5-2 місяці.

Низька теплопровідність огороджувальних конструкцій**.** Дозволяє знизити витрати на опалення взимку та зберегти прохолоду влітку, тим самим забезпечуючи високий рівень комфорту. У цьому полягає унікальність каркасного будинку, стіни одночасно є високоефективним утеплювачем.

Низька теплоємність конструкцій, що захищають**.** Дозволяє ефективно використовувати систему опалення, причому в тих приміщеннях, де це необхідно, що дозволяє економити та підвищує комфорт. Крім того, ця перевага дає можливість у разі непостійного проживання дуже швидко протопити будинок до потрібної температури. Каркасний будинок, добре утеплений, буде остигати також повільно як цегляний. Проте, передбачаються акумулюючі поверхні зменшення добових коливань температури.

Гарна звукоізоляція приміщень**.** Застосовуючи всередині стін, перегородок звукоізоляцію, можна досягти дуже високих показників звукоізоляції в широкому звуковому діапазоні.

Можливість прокладання комунікацій усередині стін. Одна з особливостей саме каркасної технології дозволяє без додаткових витрат і спеціальних інструментів прокласти електрику, канали вентиляції, а також труби водопостачання та опалення всередині стіни або перегородки, що дає безперечні естетичні плюси будь-якому приміщенню.

Полегшений фундамент. Каркасна технологія дозволяє використовувати полегшені фундаменти низького залягання, що дає значну економію та швидкість будівництва по грошам та в часі.

Відсутність усадки. Можна відразу приступити до обробки каркасного будинку (у тому числі фасаду), а отже, у найкоротші терміни заселитися, немає необхідності в організації додаткового опалення приміщень, якщо дерево сире, немає ризику перекосу стін при усадці, що може створити багато неприємностей аж до зміни геометрії. стін, будинку чи даху

Екологічно безпечний. Каркасний будинок, крім дерев'яного каркаса, має утеплювач: мінеральна або базальтова вата, ГКЛ та орієнтовано-стружкова плита OSB. Все це як продукт переробки природних матеріалів, що підвищують експлуатаційні характеристики, і при цьому не становлять загрози для людини, на що є відповідні підтвердження. У недавньому минулому виробники OSB зовсім відмовилися від використання формальдегіду у своїх виробах, незважаючи на те, що його концентрація була малою та безпечною для людини.

Легкість та доступність внутрішньої обробки. Немає необхідності штукатурити стіни (цегла, пінобетон), або створювати всередині додатковий каркас з плитним матеріалом, достатньо зашпатлювати стики і місця саморізів, що кріплять, і можна клеїти шпалери, стіни рівні самі по собі! Це стосується й стелі. Так само немає необхідності організації стяжки на підлозі, як у випадку з плитами перекриття - підлога вже готова до обробки! Все це значно скорочує час і витрати, навіть дає можливість зробити оздоблення каркасного будинку самостійно!

Сейсмостійкість. Каркасні будинки здатні переносити навантаження до 9 балів. У Японії популярний саме цей вид будинку.

Сезонність будівництва. Немає обмеження будівельним сезонам, каркасний будинок зводиться у будь-який час, за температури навколишнього середовища до -15 градусів.

Використання важкої техніки**.** Немає необхідності в підйомному крані та іншій важкій будівельній техніці на ділянці. Каркасний будинок зводиться лише силами невеликої бригади чи самостійно, т.к. немає масивних

елементів конструкції, що буває актуально там, де немає можливості проїзду важкої техніки і звичайно дозволяє заощадити.

Легкий доступ до вмісту стіни та перекриття. Конструкція дає можливість доступу до внутрішніх комунікацій та утеплювача при необхідності, наприклад у разі появи нового, більш досконалого виду утеплювача заміна його не складе труднощів.

Невелика товщина стінок. Дозволяє заощадити зайві квадратні метри.

# ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетичну ефективність»

2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель

3. Методичні рекомендації щодо практики застосування міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва на теренах Львівщини: «Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва» /М.А.Саницький, О.Р.Позняк, І.В.Бідник та ін. – Львів, 2008

4. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів [Текст] / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя: КПУ, 2011.

5. Саницький М. А. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. — Львів: Видавництво Львівської політехніки.

6. Приступа М.М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація [Текст] / М.М. Приступа, М.В. Бохонко. – Рівне: видавець О.Зень

7. Директива з використання енергії (The Energy Services Directive, ESD), 2006/32 / ЕС

8. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. – Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ

9. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2- 5:2007. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008.

10. Самолюк Н.М., Бондарець Д.В. Дослідження ефективності впровадження енергозберігаючих заходів у житлових будинках / Вісник НУВГП, серія «Економічні науки», Випуск

11. Шість кроків до енергоефективності будівель в Україні URL: https://ecotown.com.ua/news/SHist-krokiv-doenerhoefektyvnosti-budivel-v-Ukrayini/

12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015

13. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2019

14. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

15. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6- 31:2006. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70

16. Б.А.Кутний. Методичні вказівки до курсової роботи ‒Опалення та вентиляція будинку‖ з курсу «Теплопостачання та вентиляція» для студентів спеціальності 7.092101 ‒Промислове та цивільне будівництво‖ денної і заочної форми навчання. – Полтава: ПолтНТУ

17. Кутний Б.А. Методичні вказівки до курсової роботи «Теплогазопостачання і вентиляція будинку» з курсу «Теплогазопостачання та вентиляція» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання / Кутний Б.А. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021

18. Рівень теплоізоляції Пасивних Будинків. URL: https://passivehouse-igua.com/passive-house/the-level-of-insulation-passivehouses/.

19. Пасивний будинок: що це, переваги та недоліки. URL: https:// comfortsellers .com. ua/pasyvnyy-budynok -shcho-tse –perevahy –tanedoliky /.

20. Кудря С.А. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії: навч. / Кудря С.А. - К .: НТУУ«КПІ», 2012.

21. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлювальних джерел енергії. URL: http://www.uabio.org/img/files/docs/uabio-position-paper-13-ua.pdf

22. Дідук О.В. Альтернативна енергетика – шлях до енергонезалежності [Електронний ресурс]. – Офіційний сайт компанії «Альянс «Нова енергія

України», розділ «Блоги», стаття «Альтернативна енергетика – шлях до енергонезалежності»

23. Ковальський В., Голодников А., Григора М., Косарев А., Кузьменко В. Про підвищення рівня енергетично-екологічної безпеки України/ – 2000.

24. Широков Є. Екодім нульового енергоспоживання: вигідно, швидко, корисно – Енергозбереження Поділля. – 2010.

25. Державна служба статистики України. Офіційний сайт. URL: http://www.ukrstat.gov.ua

26. Зелений кредит URL: http://news.liga.net