МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проєкт

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **«Оцінка енергоефективності огороджувальних конструкцій цивільних будівель із природних матеріалів»**

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1923– пцб –1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
Шилик Ілля Андрійович
(прізвище та ініціали)
Науковий керівник доц., к.т.н. Шокарєв Є.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
«____» _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Шилик Ілля Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту): Оцінка енергоефективності огороджувальних конструкцій цивільних будівель із природних матеріалів
Науковий керівник Шокарєв Є.О. доц., к.т.н.
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 30 " 09 2024 року № 1486 – с
2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи Оцінка енергоефективності огороджувальних конструкцій цивільних будівель із природних матеріалів
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду проєктування цивільних будівель із застосуванням сучасних природніх матеріалів, енергоефективних систем та принципів «зеленого» будівництва. 2. Аналіз впливу кліматичних факторів на температурно-вологісні характеристики зовнішніх огорожуючих конструкцій, а також дати оцінку теплофізичним властивостям нових природніх теплоізоляційних будівельних матеріалів. 3. Теоретичне дослідження процесів повітропроникнення через зовнішню огорожу, що впливають на будівлю як на єдину енергетичну та екологічну систему. 4. Оцінки теплових втрат через зовнішні огороджуючі конструкції з природніх матеріалів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень)

8 листів формату А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	доц., к.т.н. Шокарєв Є.О.		
Розділ 2	доц., к.т.н. Шокарєв Є.О.		
Розділ 3	доц., к.т.н. Шокарєв Є.О.		
Розділ 4	доц., к.т.н. Шокарєв Є.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення та аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду проєктування цивільних будівель із застосуванням сучасних природніх матеріалів, енергоефективних систем та принципів «зеленого» будівництва.		
2.	Виконати аналіз впливу кліматичних факторів на температурно- вологісні характеристики та повітропроникність зовнішніх огорожуючих конструкцій. а також дати оцінку теплофізичним властивостям нових природніх теплоізоляційних будівельних матеріалів.		
3.	Виконати теоретичне дослідження процесів вологоперенесення та повітропроникнення через зовнішню огорожу, що впливають на будівлю як на єдину енергетичну та екологічну систему.		
4.	Розробити методику оцінки теплових втрат через зовнішні огороджуючі конструкції з природніх матеріалів.		

Студент _____ (підпис) Шилик І. А. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту _____ (підпис) Шокарєв Є.О. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено _____ (підпис) Данкевич Н.О. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шилик Ілля Андрійович. Оцінка енергоефективності огороджувальних конструкцій цивільних будівель із природних матеріалів.

Науковий керівник - доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Є.О. Шокарєв. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2024 р.

«Зелене будівництво» (екологічне будівництво, екодевелопмент, стійке будівництво) - це вид будівництва та експлуатації будівель з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Його метою є зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі: від вибору ділянки з проектування, будівництва, експлуатації, ремонту до знесення. Даний вид будівництва має найменший вплив на навколишнє середовище. Один із принципів такого будівництва полягає в тому, щоб такий будинок максимально вписувався у навколишнє середовище. Чим природніше виглядає будівля в цьому місці, тим краще. Відомо, що у світі швидко виснажуються природні ресурси. У зв'язку з цією ситуацією сьогодні все більше людей приділяють увагу «зеленому» будівництву. Зелені будівлі також є важливою частиною сталого розвитку міст, спрямованих на боротьбу зі зміною клімату.

Ключові слова: энергосбережение, энергоэффективностъ, теплопотери, ограждающие конструкции, зелене будівництво.

ANNOTATION

Shylyk Ilya Andriyovych. Evaluation of Energy Efficiency of Enclosing Constructions of Civil Buildings Made of Natural Materials.

Scientific supervisor - associate professor of the Department of Industrial and Civil Construction E.O. Shokarev. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebna, Department of Industrial and Civil Construction, 2024

"Green construction" (ecological construction, ecodevelopment, sustainable construction) is a type of construction and operation of buildings with minimal impact on the environment. Its goal is to reduce the level of consumption of energy and material resources throughout the entire life cycle of a building: from site selection to design, construction, operation, repair to demolition. This type of construction has the least impact on the environment. One of the principles of such construction is that such a house should fit into the environment as much as possible. The more natural the building looks in this place, the better. It is known that natural resources are rapidly depleting in the world. In connection with this situation, more and more people are paying attention to "green" construction today. Green buildings are also an important part of the sustainable development of cities aimed at combating climate change.

Keywords: energy saving, energy efficiency, heat loss, enclosing structures, green construction.

ЗМІСТ

стр.

ВСТУП..... 7

1. ПРОЕКТУВАННЯ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ТА ПРИНЦИПІВ «ЗЕЛЕНОГО» БУДІВНИЦТВА……..……9

1.1 Системне проектування енергоефективних будівель ……..… 9

1.2 Особливості «зеленого» будівництва ……..… 14

1.3 Зелене будівництво в Україні ……...… 16

1.4 Проблеми впровадження «зелених» стандартів будівництва в Україні ……. 19

1.5 Переваги «зеленого» будівництва ……..… 20

1.6 Важливість застосування екобудівництва …… 21

2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КОНЦЕПЦІЇ «ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА» ……...……...30

2.1 Концепції «зеленого будівництва» ……...…….30

2.2 Екологічно чисті матеріали для екологічно чистих будівель та споруд ……...…33

2.3 Трансформація зеленого будівництва ……41

3 ЕКОЛОГІЧНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІ …….....…..50

3.1 Єнергозберігаючих технологій у будівництві ……..……...49

4 ОЦІНКИ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ З ПРИРОДНІХ МАТЕРІАЛІВ ……..57

4.1 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій……...57

4.1.1 Розрахунок теплових втрат через огороджуючі конструкції будівель……. 59

ВИСНОВКИ ……..68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ……...70

ВСТУП

Актуальність теми. З кінця XX століття спостерігається постійне зростання цін на енергетичні ресурси, що послужило стимулом для проведення широкого фронту наукових досліджень у будівництві з розробки способів та методів їх економії.

Однак, чинна система нормативних документів не враховує в повній мірі всієї складності та комплексності вирішення завдань з енергозбереження та створення екологічно чистого повітряного середовища в приміщеннях енергоефективної будівлі, а помилки в проєктуванні, дефекти у будівництві, неграмотна експлуатація елементів теплового захисту та приладів з природної вентиляції приміщень значно погіршують вирішення цих завдань.

Тому існує необхідність у точнішій оцінці рівня енергоефективності зовнішніх огорожуючих конструкцій, заснованих з природніх матеріалів у конкретних умовах експлуатації будівель.

Мета роботи: підвищення теплозахисних якостей зовнішніх огороджуючих конструкцій із природніх матеріалів шляхом удосконалення методик розрахунку параметрів тепломасоперенесення.

Завдання дослідження:

1. Вивчення та аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду проєктування цивільних будівель із застосуванням сучасних природніх матеріалів, енергоефективних систем та принципів «зеленого» будівництва.

2. Виконати аналіз впливу кліматичних факторів на температурно-вологісні характеристики та повітропроникність зовнішніх огорожуючих конструкцій, а також дати оцінку теплофізичним властивостям нових природніх теплоізоляційних будівельних матеріалів.

3. Виконати теоретичне дослідження процесів вологоперенесення та повітропроникнення через зовнішню огорожу, що впливають на будівлю як на єдину енергетичну та екологічну систему.

4. Розробити методику оцінки теплових втрат через зовнішні огороджуючі конструкції з природніх матеріалів.

Об`єктом дослідження є цивільні будівлі, що створюються з широким використанням місцевих будівельних матеріалів.

Предметом дослідження є методи та способи архітектурно-будівельних рішень, що забезпечують підвищення теплової ефективності будівель, конструкцій та необхідні умови мікроклімату приміщень з урахуванням регіональних умов будівництва та експлуатації.

Методи дослідження включали: дослідження теплового захисту будівель, фізико-математичне моделювання та чисельні експерименти процесів тепломасоперенесення через зовнішні огороджувальні конструкції (теплопередача, повітро- та вологопередача).

Наукова новизна роботи полягає у вирішенні науково-технічної проблеми підвищення енергоефективності цивільних будівель та їх конструкцій з місцевих матеріалів у з урахуванням використання альтернативних джерел енергії.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 83 сторінок тексту, у тому числі 25 рисунків, 3 таблиць. Список використаних джерел містить 27 найменувань.

1 ПРОЕКТУВАННЯ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СУЧАСНИХ ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ТА ПРИНЦИПІВ «ЗЕЛЕНОГО» БУДІВНИЦТВА

1.1 Системне проектування енергоефективних будівель

Донедавна енергоефективним вважався будинок, у якому під час проектування, будівництва та експлуатації здійснено максимальну кількість заходів, спрямованих на економію паливно-енергетичних ресурсів. Основними шляхами економії енергії у будинках є підвищення теплової ефективності будівельних конструкцій, архітектурно-планувальних рішень, інженерних систем, використання нетрадиційних видів енергії. Зокрема, активно застосовуються такі заходи: збільшення теплозахисту стін (у тому числі стиків), вікон, горищ тощо; поліпшення влажностного режиму зовнішніх огорож; зменшення площі зовнішньої поверхні будівлі; раціональне планування приміщень; використання вдосконалених систем опалення та вентиляції (наприклад, повітряно-променисте опалення); автоматизація систем опалення з пофасадним регулюванням; автоматизація системи кліматизації (управління мікрокліматом будівлі); утилізація тепла витяжного повітря, що йде через зовнішні огородження, тощо.

Дія зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі може бути оптимізована за рахунок вибору форми будівлі, розташування та площі заповнення світлових прорізів, регулювання фільтраційних потоків, а також рахунок інших заходів [1]. Часто енергоефективний будинок представляється як кілька незалежних інноваційних енергозберігаючих рішень. При цьому виявляється невиявленою та обставина, що ці незалежні рішення можуть взаємно знижувати їхню початкову ефективність, а в деяких випадках навіть

призводити до негативного ефекту. У наші дні техніка та технологія змінюються настільки швидко, що «досвід» просто не встигає накопичуватися, а «здоровий глузд» легко може обдурити, якщо він не спирається на науковий метод пошуку найкращого рішення. У сучасній науці методом пошуку найкращого рішення є системний аналіз - дисципліна, що займається проблемами прийняття рішення в умовах, коли вибір альтернативи вимагає аналізу складної інформації різної фізичної природи. Очевидно, що системний аналіз має стати основою методології сучасного проектування енергоефективних будівель [1].

При цьому будівлі та навколишнє природне середовище розглядаються як єдина енергетична система. Відповідно до принципів системного аналізу, проектування енергоефективної будівлі розуміється як оптимізація взаємопов'язаних енергетичних підсистем, що описуються математичними моделями.

Для вивчення складних систем, до яких належить будівля як єдина енергетична система, принципово потрібна побудова безлічі моделей. Побудова складних моделей у роботі не було самоціллю: рішення, отримане з допомогою наближеної моделі, дає результати дещо «розмиті» проти результатами рішень з урахуванням складних моделей, але при цьому зберігається «правильність» самих результатів [1].

Відповідно до [3] мета системного проектування (системотехніки) - домогтися внутрішньої сумісності між елементами системи та зовнішньої сумісності між системою та навколишнім середовищем.

План дій при системному проектуванні виглядає так [3]:

1) визначити входи та виходи системи;

2) визначити систему функцій, з яких входи можна перетворити на виходи;

3) підібрати або розробити технічні пристрої для здійснення кожної з цих функцій;

4) перевірити отриману систему на внутрішню та зовнішню сумісність.

Для системи автоматизованого проектування енергоефективних будівель входи та виходи системи можуть бути представлені так, як показано на рис. 1.



Рисунок 1.1 – Входи та виходи системи автоматизованого проектування енергоефективних будівель

Необхідно вибрати систему функцій, з яких входи можна перетворити на виходи. Оскільки такі перетворення можна робити у різний спосіб, вибір функцій довільний. В даному випадку вибираємо наступні функції (рішення):

Архітектурні функції (рішення): вибір розташування будівлі, визначення форми та орієнтації будівлі, вибір скління (площі та розташування світлопройомів) та сонце-захисту, вибір зовнішніх огорож (конструкції та матеріалів), вибір об'ємно-планувального рішення (внутрішнього планування);

Інженерні функції (рішення): вибір джерел теплопостачання, вибір системи кліматизації (опалення, вентиляції та кондиціювання), вибір системи автоматичного управління (САУ) інженерним обладнанням будівлі.

Кожну з вибраних функцій зображуємо разом з необхідними для її здійснення входами та утвореними нею виходами.

Відомо, що інтенсивність сонячної радіації, швидкість і напрям вітру, температура зовнішнього повітря змінюються в широких межах залежно від географічного положення, орографії, мікрорельєфу місцевості та пори року.

Вплив зовнішнього клімату на огороджувальні конструкції будівлі доцільно характеризувати метеорологічним градієнтом, який враховує напрям, величину та повторюваність показників зовнішнього клімату. Статистична обробка зовнішнього клімату як сукупності залежних (або незалежних) випадкових величин показує, що в кожній місцевості для окремих характерних періодів часу має місце свій метеорологічний градієнт, який надає спрямований вплив на формування теплового балансу по-різному орієнтованих приміщень, так що в результаті сукупної дії вітру радіації та температури по-різному орієнтовані приміщення мають суттєво відрізняються тепловтрати чи теплонадходження.

Оптимізація теплоенергетичного впливу зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі за рахунок вибору при проектуванні форми та орієнтації будівлі розроблялася низкою вчених. Залежно від положення та орієнтації зовнішньої поверхні будівлі вона піддається різному теплоенергетичному впливу зовнішнього клімату. Розглянемо можливість оптимізації теплоенергетичної дії зовнішнього клімату на тепловий баланс будівлі шляхом зміни її форми та орієнтації.

Входи і виходи, що усередині системи, з'єднуємо між собою і налагоджуємо системи до досягнення повної узгодженості з-поміж них (рис. 1.2), тобто. з'ясовуємо, звідки виходить кожний вхідний і куди спрямовано кожну вихідну дію.



Рисунок 1.2 – Узгодження системи

В основі концепції проектування сучасних будівель лежить положення про те, що якість навколишнього середовища безпосередньо впливає на якість нашого життя вдома, на робочому місці, в місцях загального користування. Таке виділення соціальних аспектів є визнанням того, що архітектура та будівництво розвиваються на основі духовних та матеріальних потреб людей.

Надзвичайно важливо (може бути, це найголовніша ідея для архітектури та будівництва XXI ст.), що в результаті людської діяльності може бути створене нове природне середовище, що має більш високі комфортні показники для містобудування і водночас є енергетичним джерелом для систем кліматизації будівель [1].

Логічним продовженням етапів розвитку енергоефективних будівель стала практика будівництва Sustainable building, яка сьогодні викликає велику цікавість у фахівців усіх країн. Буквальний переклад Sustainable building означає «підтримуюча будівля», але за своїм змістом це «житлозберігаюча будівля», тобто. будівля, яка знаходиться в рівновазі з природою та людиною. Ця дисципліна включає вивчення можливості використання екологічно чистих

відновлюваних джерел енергії, оптимального використання затребуваної енергії, збереження водних ресурсів, застосування будівельних матеріалів повторного використання, поліпшення якостей довкілля людини. Вивчення окремих аспектів цієї проблеми виявляється недостатнім – необхідно в комплексі вивчити будівлю та навколишнє середовище, їхній екологічний та енергетичний стан як єдиного цілого. Очевидно, що це є головною метою теорії та практики Sustainable building. Припускаємо, що в результаті цього вивчення будуть виявлені деякі граничні стани, порушувати які будівельна галузь не повинна за жодних умов. Ці граничні стани включатимуть виділення газів, що призводять до парникового ефекту, споживання та забруднення водних ресурсів, будівельне та побутове сміття тощо.

1.2 Особливості «зеленого» будівництва

Це вид будівництва та експлуатації будівель з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Зелене будівництво – це впровадження екологічно відповідальних та ресурсозберігаючих процесів протягом усього життєвого циклу будівлі: враховується вплив на навколишнє середовище, починаючи з планування, проектування, будівництва, експлуатації, обслуговування, реконструкції та знесення.

Повітронепроникність і пароізоляція поверхонь і стін будівлі, що дозволяє зберігати прохолоду в будівлі. яке проникає через скло та виділяється у вигляді тепла всередині будівлі. менше цей показник, тим менше сонячного тепла передається, і тим прохолодніше в будівлі. Це також знижує витрати на електроенергію. осушує повітря зовні. Це економічно ефективний спосіб покращити якість повітря. у приміщенні та знизити енергоспоживання систем кондиціювання.

Системи освітлення з контролем денного світла оснащені датчиками, які можуть визначати наявність денного світла. також запобігає ситуації, коли мешканці забувають вимкнути світло, коли він не потрібен. виявляють присутність людей у приміщенні. Нові змішувачі та сифонні механізми споживають менше води Зелені конструкції збирають дощову воду і потім зберігають її у великих контейнерах. , де відокремлюються спеціальні та небезпечні відходи, що розкладаються, переробляються, або непереробні відходи будівель. Отримані відходи можуть бути компостовані та використані як добрива для рослин у будівлі.

Значна частина непокритої площі «зелених» будівель відводиться під рослинність. будівель повинні надавати мінімальний вплив на екосистеми та водні ресурси. Стійкі об'єкти; захищають природне середовище проживання, зменшують забруднення та використання природних ресурсів, а також полегшують взаємодію з природою.

Зелене будівництво - це широка тема, яка має багато особливостей.

Тут досягаються набагато кращі результати в залежності від умов проекту:

– енергоефективне використання земельних ділянок;

– використання матеріалів, придатних для вторинної переробки та вторинного використання;

– перехід на відновлювані джерела енергії;

– мінімальне споживання викопного палива;

– максимальне використання денного світла;

– контроль якості повітря у приміщенні;

– економія витрат на опалення, охолодження та освітлення;

– використання «сірої» води (збирання та очищення дощової води);

– просування керування твердими відходами;

– будинки, які максимально ізолюють дах, стіни та вікна, можна назвати «зеленими» будинками;

– гнучкі конструкції, що адаптуються до умов, що змінюються, з тривалим терміном служби;

– ефективне використання енергії;

– захист чистих водних ресурсів;

– уникнення використання шкідливих та токсичних речовин;

– мінімізація ризиків для здоров'я та безпеки.

1.3 Зелене будівництво в Україні |

Головним пріоритетом зеленого будівництва є спорудження будівель та їх експлуатація, яка не чинить шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Це досягається за рахунок енергоефективності та постійного зростання якості будівельних робіт. "Зелений" статус споруд підтверджує міжнародний європейський стандарт BREEAM. Він був створений у 90-х роках минулого сторіччя в Англії. Передумовами його появи став загальний курс розвитку Великобританії у бік «зеленої» економіки, основу якої становлять енергозберігаючі технології. «Зелене» будівництво за стандартом BREEAM стало популярним у багатьох країнах світу. Інтерес до «зеленого» будівництва спостерігається й у регіонах України.



Рисунок 1.3 – «Зелене» будівництво за стандартом BREEAM, Київ

Яскравим прикладом зеленого будівництва стала споруда - Bright Building University of Bradford, побудована в англійському місті Бредфорд. При будівництві будівлі застосовувався органічний бетон, основу якого складали вапно та рослинні матеріали. Перевагою цього бетону є поглинання двоокису вуглецю та вироблення кисню.

Ефективність застосування технології Bright Building

За допомогою зелених технологій Bright Building досягається висока енергоефективність. Споруди, побудовані за цією технологією, не передбачають наявності центрального газопроводу та електрики. Крім того, при експлуатації споруди передбачена природна вентиляція, а також система збору дощових вод та їх підігрів сонячної теплової енергії із застосуванням світлодіодних світильників і Т5 люмінесцентних ламп. Внутрішнє оздоблення будівель виконується повторно переробленими чи природними матеріалами. Використання органічного бетону при спорудженні будівель є ще однією складовою енергоефективності технології Bright Building.

Перспективи зеленого будівництва в Україні

"Зелене" будівництво базується на прагматичному підході. Насамперед необхідно знайти реальну вигоду від використання ідей «зеленого» будівництва. Популярність технологій будівництва «зелених» будівель збільшується з кожним роком. В Україні дедалі частіше говорять про необхідність запровадження «зелених» технологій. Першим прикладом зеленого будівництва в Україні є об'єкт нерухомості БЦ ASTARTA (рис. 1.3). Він є власником сертифікату "зеленого" будівництва BREEAM International 2013 (Interim). Під час спорудження будівлі використовувалися екологічно чисті матеріали, сучасні енергозберігаючі технології та система інтелектуального управління. Будівля БЦ ASTARTA є втіленням оптимальних екологічних рішень. Це стосується планувань, інженерних систем і організації простору навколо споруди.

Багато світових експертів зазначають, що в Україні існуючі норми та стандарти з пожежної безпеки більш суворі, на відміну від європейських

стандартів. Тому українські об'єкти нерухомості можуть здобути найвищі бали. У цьому плані перспективи «зеленого» будівництва в Україні виглядають дуже оптимістично.

Для розвитку «зеленого» будівництва в Україні інвесторам потрібний чинник мотивації. У цьому полягає головна проблема. Розвиток «зеленого» будівництва має підтримуватись на державному рівні. Проекти "зелених" будівель повинні мати деякі пільги перед "традиційними". «Зелені» об'єкти нерухомості принесуть чималий зиск Україні. Вони мають дві конкретні переваги: енергетична незалежність та комфортні умови для роботи та проживання людей.

Реальністю сучасного життя українських міст є забруднене атмосферне повітря та величезна кількість побутових відходів. Щоб вирішити цю проблему необхідно популяризувати в країні «зелене» будівництво, основним принципом якого є досягнення енергоефективності при будівництві житлових об'єктів нерухомості. Використання «зелених» стандартів дозволяє оцінювати рівень відповідності будівель принципу енергоефективності. Крім того, "зелене" будівництво дає стимул для розвитку економіки та бізнесу в країні. Головним досягненням інноваційних технологій є покращення якості життя людей та стану навколишньої природи.

Нині перед українськими проектувальниками та будівельниками стоїть складна проблема – змінити ставлення суспільства до «зеленого» будівництва. Вони повинні довести людям, що будувати будинки за «зеленими» стандартами можна якісно,швидко та за доступною вартістю. Українські вчені вже розпочали вирішення актуального завдання.

Прикладом цього є розробка технології виготовлення стінових панелей з дешевої органічної сировини – соломи.

1.4 Проблеми впровадження «зелених» стандартів будівництва в Україні

На думку світових експертів, Україна помітно відстає від розвинених європейських країн щодо впровадження інноваційних технологій у будівництві. В даний час у базі даних LEED можна знайти лише 3 проекти енергоефективного будівництва. Однією з причин такого відставання експерти вважають пасивну роботу будівельних компаній, для яких рентабельність проекту вища за його екологічність. Друга причина відставання – слабка підтримка ідей «зеленого» будівництва державними органами. Слід сказати, що в Україні ухвалено Закон «Про енергозбереження», згідно з яким «зеленим» будпроектам належить пільгове кредитування. Закон ухвалено, але поки що не спостерігається активної участі держави у розвитку та популяризації «зеленого» будівництва в країні

За оцінками українських забудовників, рентабельність звичайних будпроектів вища, ніж проектів будівництва енергоефективних споруд. Будівельників турбує питання терміну окупності «зелених» проектів. Тут необхідно враховувати ту обставину, що витрати на зелене будівництво окупаються повільно, але вигода від застосування енергоефективної технології зростає в міру терміну служби об'єкта нерухомості.

Повільному розвитку ринку «зеленого» будівництва в Україні сприяє відсутності єдиної думки щодо застосування енергоефективних технологій у будівництві. Багато експертів вважають, що забудовники мають інвестувати в енергоефективність житла.

Впровадження інноваційних технологій дозволить вдвічі зменшити тарифи на житлово-комунальні послуги для населення. Коштує житло в будинку з екологічною складовою поки що вище, ніж у звичайному будинку. Це є причиною відсутності підвищеного попиту. На думку інших експертів, найперспективнішою для впровадження енергозберігаючих технологій є

офісна нерухомість, оскільки вона насичена інженерними системами. Слід зазначити, що багато міжнародних фінансових установ перебувають у будинках, які сертифіковані за загальновизнаним «зеленим» стандартом – BREEAM.

1.5 Переваги «зеленого» будівництва

Переваги «зелених» будівель можна оцінити за трьома категоріями: екологічні, економічні та соціальні вигоди. Застосовуючи екологічні методи, ми можемо максимізувати енергоефективність та економічні показники. Методи «зеленого» будівництва забезпечують найбільш значні переваги при інтеграції з екологічно чистим проектуванням та будівництвом.

Екологічні переваги зеленого будівництва можна перерахувати так:

– скорочення споживання води та енергії;

– захист природних ресурсів покращує якість води та повітря;

– захист біорізноманіття та екосистеми;

– використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна енергія;

– вживаються заходи щодо зниження забруднення та відходів, а також щодо повторного використання та переробки матеріалів;

– використовувані матеріали нетоксичні, етичні та екологічні;

– при проектуванні та будівництві враховується стан навколишнього середовища та забезпечується адаптація до умов, що змінюються.

Економічні переваги «зеленого» будівництва можна перерахувати так:

– знижує витрати та збільшує вартість;

– підвищує продуктивність праці користувачів;

– зелене будівництво – це не просто турбота про навколишнє середовище, а будинки, які підтримують більш здорове, щасливе та продуктивне життя;

– воно зосереджено створенні. до них належить економія витрат за оплату рахунків за електрику для орендарів чи домогосподарств з допомогою енерго- і водоефективності;

– це створює ринок для інших «зелених» продуктів та послуг;

– зелене будівництво сприяє рециркуляції матеріалів та води, а також приносить прибуток інвесторам у нерухомість.

Соціальні переваги «зеленого» будівництва можна перерахувати так:

– підвищує якість життя, при проектуванні, будівництві та експлуатації «зелених» будівель враховується якість життя користувачів.

– воно покращує здоров'я та комфорт.

– мінімізує навантаження на місцеву структуру.

1.6 Важливість застосування екобудівництва

Сучасні кліматичні проблеми в глобалізованому світі (забруднення навколишнього середовища, проблеми з водою та зникнення природних ресурсів через глобальне потепління) все більше звертають на себе увагу і наголошують на важливості концепції сталого розвитку. та хмарочосів. У процесі будівництва цих будівель та хмарочосів витрачається багато природних ресурсів, та природі завдається серйозної шкоди через викид відходів у навколишнє середовище. Зелені будівлі спрямовані на ефективне використання енергії, раціональне та регулярне використання ресурсів, усунення або скорочення. викидів відходів у навколишнє середовище, що дозволяє людям жити у здорових та комфортних будинках та умовах. Загалом, мета «зелених» будівель – залишити чисте довкілля для майбутніх поколінь.

Зелені сертифікати

Для підтвердження того, що будівлі мають характеристики «зеленого» будівництва, необхідно дотримання певних стандартів.

До таких характеристик належать: економія енергії, використання поновлюваних ресурсів та мінімальна шкода природі. Якщо цих умов дотримано, видається сертифікат зеленого будівництва. Багато країн розробили свої критерії «зеленого» будівництва відповідно до свого способу життя. Ці критерії є гнучкими та широкими і продовжують удосконалюватися з часом. Саме тому у світі існує багато різних систем сертифікації зеленого будівництва. Найкращою системою сертифікації у світі та Туреччині є система LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), яка може застосовуватися як у масштабах будівлі, так і в масштабах міста.

Іншою системою, що використовується в Туреччині, є BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), яка є методом оцінки, розроблений у Великобританії.

Акредитовані USGBC організації перевіряють та оцінюють будівлі, які претендують на отримання сертифікату LEED. Будинки, що відповідають певним стандартам, оцінюються окремо за кожним критерієм та отримують загальну оцінку. Сертифікація LEED; існує 4 рівні – срібний, золотий і платиновий, і відповідно до набраних балів визначається ранг.

Критерії системи LEED, їх цілі та максимальні бали, які можуть отримати будівлі, що відповідають критеріям, наведені нижче:

– стійкі об'єкти – 10 балів: зниження забруднення навколишнього середовища внаслідок будівництва, запобігання ерозії ґрунту, захист та покращення природних територій, зниження викидів вуглецю;

– ефективність використання води – 11 балів: скорочення кількості води, що використовується, і повторне використання стічних вод у природі шляхом переробки;

– енергія та атмосфера – 33 бали: скорочення споживання викопного палива при будівництві, постачанні матеріалів та експлуатації будівель та перехід на відновлювані джерела енергії;

– матеріали та ресурси – 13 балів: мінімальна шкода навколишньому середовищу та переробляти відходи під час постачання та використання сировини для будівництва будівель;

– якість повітря всередині – 16 балів: рівень життя у приміщеннях, якість матеріалів, зниження забруднення, підвищення чистоти повітря;

– інновації – 6 балів: інноваційні рішення для цінностей зеленого будівництва;

– регіональні пріоритетні завдання – 4 бали: рішення, які можуть змінюватись в залежності від регіональних умов;

– розташування та транспорт – 16 балів: взаємодія розташування будівлі з навколишнім середовищем та зручність доступу людей до будівлі.

Нижче наведено діапазони балів для отримання сертифіката:

– Сертифікат LEED (LEED Certified) 40–49 балів,

– LEED Silver (LEED Сільвер) 50–59 балів,

– LEED Gold (LEED Голд) 60–79 балів та

– LEED Platinum (LEED Платінум) 80–110 балів.

Визначальні критерії та виважені відсотки, дійсні для Європи, такі:

– управління будинком: екологічні стандарти, засновані на управлінні (12%)

– здоров'я та комфорт (14%): враховується здоров'я та комфорт людини. природна вентиляція і використання денного світла виходять першому плані серед шуканих критеріїв.

– енергія: мета – мінімізувати енергоспоживання будівель (19%).

– вода: системи, що знижують споживання води (6%)

– використання та екологія: мета – не завдавати шкоди землям та захищати біорізноманіття (10%)

– транспорт: стимулювання використання велосипедів та громадського транспорту (8%)

– матеріал: вплив матеріалів на довкілля (12,5%)

– відходи: кількість відходів та рівень переробки (7,5%)

– забруднення навколишнього середовища: дослідження щодо запобігання шкідливій поведінки, що впливає на глобальне потепління, світлошумове забруднення, забруднення ґрунту та водних ресурсів (6,5%)

– інновації: інноваційні ідеї у сфері сталого розвитку (10%)

Будинки, які оцінюються відповідно до цих титулів, отримують оцінку "пройшов", "добре", "дуже добре", "відмінно" або "винятково".

Ступені BREEAM та мінімальні відсотки, необхідні для отримання цих ступенів, наведені нижче:

– BREEAM Pass > 30%

– BREEAM Good > 45%

– BREEAM Very Good > 55%

– BREEAM Excellent > 70%

– BREEAM Outstanding > 85%

Критерії оцінювання:

– LEED оцінює будівлі за 8 категоріями, серед яких:



– BREEAM оцінює будівлі за 10 категоріями, а саме:



Приклади «зеленого» будівництва у Туреччині

Концепція сталого розвитку в Туреччині виникла в результаті екологічних проблем та енергетичних потреб, як і в інших країнах, а конкретне застосування розпочалося з 2008 року. оформлення уповільнили цей процес. У Туреччині нормативні акти, пов'язані з енергоефективністю, спрямовують процес «зеленого» будівництва. Енергоефективність; забезпечення постачання, орієнтація на національні ресурси, низькі витрати, викиди парникових газів і т.д. З цього моменту підвищення ефективності на всіх етапах, запобігання втрат і скорочення. Непотрібне використання енергії в кожному секторі стало найважливішим компонентом енергетичної політики нашої країни. Приклади з Туреччини:



Рисунок 1.4– Будинки-вуллі Харрана, Санліурфа





Рисунок 1.5 – 01 Burda Mall, Адана



Рисунок 1.6 – Будівля терміналу аеропорту імені Сабіхі Гьокчен



Рисунок 1.7 –Торговий центр Palladium Antakya, Хатай

Приклади Зеленого будівництва у світі:

Будівля з пікселів у Мельбурні, Австралія: Компанія Decibel Architecture розробила цю унікальну будівлю, яка була відкрита в 2010 році і використана як офіс.



Рисунок 1.8 – Компанія Decibel Architecture, Австралія

Центральний парк у Сідней, Австралія: Відкрився у 2014 році. Використовується як резиденція.

Бахрейнський всесвітній торговий центр: Ця будівля, яка була відкрита в 2008 році і використовувалася як офіс, спроектована компанією Центр відрізняється своїми футуристичними вежами, які досягають неймовірних 787 футів заввишки.



Рисунок 1.9 – Бахрейнський всесвітній торговий центр

Музей завтрашнього дня Ріо-де-Жанейро, Бразилія: Відкритий в 2015 році. Використовується як музей науки.



Рисунок 1.10 – Музей завтрашнього дня Ріо-де-Жанейро, Бразилія

Шанхайська вежа, Шанхай, Китай: Відкрито в 2015 році. Використовується в якості офісів, готелів і для роздрібної торгівлі. Використовується як офіси, готелі і для роздрібної торгівлі. Башта є другою найвищою будівлею у світі на висоті 1073 футів.



Рисунок 1.11 – Шанхайська вежа, Китай

2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КОНЦЕПЦІЇ «ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА»

2.1 Концепції «зеленого будівництва»

Основною метою «зеленого будівництва» є зменшення впливу забудови на довкілля та здоров'я людини.

Вибір місця для будівництва, використання зелених будівельних матеріалів, мінімізація відходів, ефективність та енергоефективність використання води, якість повітря в приміщеннях є важливими складовими зеленого будівництва.

Процес проектування «зеленої» будівлі починається із ретельного аналізу місця будівництва. Проектування в даному випадку спрямоване на гармонізацію взаємозв'язку будівлі з навколишнім середовищем, а також з існуючими на місці будівництва екологічними функціями (гомеостаз, самоочищення, певна енергетична автономність), які повинні бути інтегровані з будівлею. «Зелена» будівля при цьому є самопідтримуваною системою, що знаходиться в рівновазі з навколишнім середовищем, яка забезпечує енергоефективність, стійкий водний і повітряний баланс з навколишнім середовищем, ефективне використання води, якість (а при необхідності очищення) повітря, мінімальне споживання ресурсів та утворення відходів. .

«Зелені» будівельні матеріали – це будівельні матеріали, які в майбутньому (або при будівництві, що здійснюється) можуть використовуватися повторно або виготовлені з відновлюваних матеріалів (наприклад, глина, солома, дерево та інше), а також їх використання повинно призводити до зменшення ціни на них. виробництво, обслуговування та заміну протягом життєвого циклу будівлі. Такі матеріали найкраще зберігають тепло (енергію), забезпечують оптимальні санітарно-гігієнічні показники якості

внутрішнього середовища приміщень. При виборі «зелених» будівельних матеріалів повинні оцінюватися такі властивості, як можливість повторного використання, нульова чи низька токсичність, низька емісія шкідливих речовин, довговічність і місцеве виробництво [2].

Для ефективного енергозабезпечення будівель використовують архітектурні, інженерні та конструктивні енергозберігаючі рішення для зменшення споживання енергії будинком. Крім того, ефективне енергозабезпечення досягається шляхом оптимального використання енергії, що надходить, а також локальним застосуванням відновлюваних джерел енергії.

Слід зазначити, що у своїй практиці зелене будівництво наголошує на енергоефективному будинку, в якому за рахунок реалізації сукупності функціонально-планувальних, конструктивних та інженерних рішень, використання відновлюваних джерел енергії, енергоресурсів витрачається менше прийнятих нормативних стандартів при одночасному забезпеченні необхідного рівня екологічної та санітарно- епідеміологічної безпеки. Таким чином, екологічне будівництво в сучасному розумінні сприймається як міждисциплінарний підхід, який включає не тільки енергоефективність, чисті матеріали та екологію, але й управління, транспортну доступність, економію питної води, збір і переробку сміття, зниження викидів парникових газів, а також здоров'я та благополуччя людей.

З метою енергоефективності використовують технології, які зменшують витік повітря через огороджувальні конструкції будівлі (бар'єри). В рамках цього напряму використовують енергоефективні вікна та додаткову ізоляцію стін, стель та підлог.

Необхідно відзначити й іншу стратегію, що реалізується у малоенергетичних будинках під час конструювання пасивних конструкцій сонячних будівель. У таких випадках будівлю орієнтують таким чином, щоб за рахунок сонячної енергії в холодні місяці року отримати додаткову можливість обігріву приміщень або навпаки для затінення вікон та даху в літні

місяці. Ефективне розміщення вікон (інсоляція) має забезпечувати максимальне використання природного світла та зменшувати потребу у штучному освітленні. Крім того, забезпечення енергоефективності реалізується шляхом вироблення «зеленої» енергії на місці за рахунок використання енергії сонця, вітру та води.

Експлуатація зелених будівель є економічно вигіднішою порівняно з традиційними спорудами, а саме:

1. На 25% знижується енергоспоживання, а отже, зменшуються витрати на електроенергію [5, 6];

2. На 30% зменшується споживання води, що призводить до значного зниження витрат на водопостачання [5, 6];

3. За рахунок вищої якості сучасних засобів управління, ефективного контролю та оптимізації роботи всіх систем скорочуються витрати на обслуговування будівлі [7-9];

4. Принципи «зеленого» будівництва вже зараз відповідають екологічному законодавству у разі його посилення, пов'язаного з обмеженням викидів вуглецю;

5. У найближчому майбутньому застосування «зелених» технологій стане найефективнішим засобом зниження собівартості будівництва (нині будівництво зелених будівель дорожче звичайних лише на 4 %) [3].

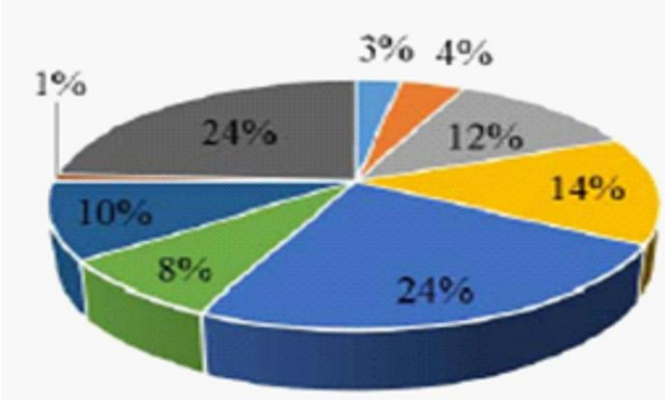


Рисунок. 2.1 – Порівняння економічно вигідне зелене будівництво з традиційними спорудами

Таким чином, принципи «зеленого будівництва» дозволяють проектувати та будувати принципово новий тип житла, здійснюючи формування інноваційного, природоорієнтованого та, при цьому, високотехнологічного середовища.

Застосування «зелених» технологій у будівництві сприяє збереженню екології, природних ресурсів та суспільства загалом.

2.2 Екологічно чисті матеріали для екологічно чистих будівель та споруд

Створення екологічно чистих та енергоефективних споруд сьогодні є першорядним завданням. Екологічні матеріали відіграють ключову роль у досягненні цієї мети, значно знижуючи вплив будівельних проектів на довкілля. Ці матеріали ретельно відбираються, щоб звести до мінімуму виснаження ресурсів, викиди вуглекислого газу та утворення відходів протягом усього їхнього життєвого циклу. Використання екологічно чистих матеріалів в ініціативах з екологічного будівництва виходить за межі простого будівництва; він втілює прагнення до створення гармонійних просторів, що співіснують із світом природи.

Розглянемо екологічно безпечні матеріали для зеленого будівництва. Ми вивчимо принципи, що лежать в основі вибору цих матеріалів, та розглянемо їх роль у створенні структур, що гармонують із природою, одночасно оптимізуючи енергоефективність та збереження ресурсів. Ми розкриємо інноваційні підходи та технології, що формують майбутнє будівництва, забезпечуючи більш стійке та процвітаюче майбутнє.

Що таке екологічно чисті матеріали для зеленого будівництва?

Стійкі матеріали для екологічно чистих будівель та будівництва відносяться до матеріалів, які ретельно обираються та використовуються з

основною метою мінімізувати вплив на навколишнє середовище, одночасно сприяючи енергоефективності, збереженню ресурсів та довгостроковому екологічному балансу. Ці матеріали вибираються на основі оцінки їх життєвого циклу, який враховує видобуток, виробництво, транспортування, використання та можливу утилізацію чи переробку.

Практика сталого будівництва спрямована на створення естетично привабливих, функціональних та екологічно відповідальних структур. Ця ідея узгоджується із широкими принципами практики зеленого будівництва. Ці матеріали отримують, виробляють та використовують таким чином, щоб обмежити виснаження ресурсів, знизити викиди вуглекислого газу та створити більш здорове внутрішнє середовище для мешканців.

Екологічно чистих матеріалів, які ми можемо використовувати для будівництва своїх зелених будівель:

1. Бамбук. Відомий своїм швидким зростанням та мінімальним впливом на навколишнє середовище, бамбук забезпечує виняткову міцність та універсальність для різних будівельних компонентів. Будучи відновлюваним ресурсом, він органічно поєднується із стійкими практиками, скорочуючи вуглецеві сліди та сприяння збереженню ресурсів. Бамбук - це екологічно чистий матеріал, який уособлює використання екологічно чистих матеріалів у сучасній архітектурі для виготовлення підлог, меблів та структурних компонентів.



Рисунок. 2.2 – Бамбук як будівельний матеріал

2. Перероблена сталь. Перероблена сталь стає наріжним каменем екологічно чистих матеріалів, захищаючи екологічно свідоме будівництво. Перепрофілюючи сталь, будівництво значно скорочує енергоємні виробничі процеси та обмежує виснаження ресурсів. Його довговічність, міцність та можливість вторинної переробки роблять його ідеальним вибором для каркасу, покрівлі та структурних елементів. Ця практика зводить до мінімуму викиди вуглецю та знижує попит на первинну сталь.

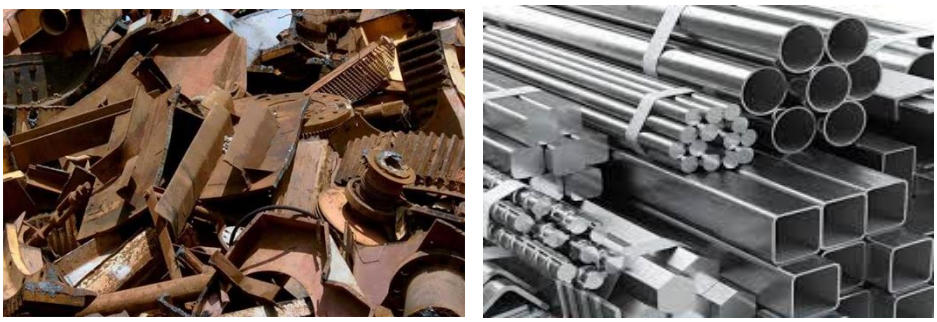


Рисунок. 2.3 – Переробка та утилізаціяметалу

3. Меліорована деревина. Виправлена деревина уособлює екологічно чисті матеріали, органічно поєднуючи історію із сучасним екологічно чистим будівництвом. Створений із старих будівель, він пропонує екологічно чисту альтернативу новій деревині, скорочуючи вирубування лісів та кількість відходів.

Природний характер вторинної деревини надає унікального шарму підлоговим покриттям, панелям та меблям, а її міцність забезпечує довговічність. Перепрофілюючи цей ресурс, будівельна галузь зменшує свій вплив на навколишнє середовище, сприяючи збереженню ресурсів та зниженню викидів вуглекислого газу.



Рисунок. 2.3 – Меліорована деревина як екологічно чистий матеріал

4. Тюки соломи. Тюки соломи є прикладом екологічно чистих матеріалів, переосмислюючи методи будівництва завдяки їх екологічно чистим властивостям. Тюки соломи забезпечують чудові ізоляційні та теплові властивості, знижуючи споживання енергії та викиди. Вони є відмінним варіантом для стін та дахів через їх доступність та доступність, що призводить до створення добре ізольованих та енергоефективних приміщень.

Переробляючи солом'яні відходи, будівництво забезпечує екологічність і одночасно пом'якшує вплив на довкілля.



Рисунок. 2.4 – Тюки соломи як будівельний матеріал

5. Конопляний бетон. Костробетон є інноваційним та екологічним матеріалом, що здійснює революцію в «зеленому» будівництві. Виготовлений з волокон коноплі та вапна, він забезпечує виняткову ізоляцію, знижує споживання енергії та підвищує теплову ефективність. Ця віднавлювана суміш вловлює вуглекислий газ протягом усього життєвого циклу, забезпечуючи стійкість від виробництва до застосування. Легка природа Hempcrete робить його ідеальним для стін, підлог та дахів, покращуючи структурні характеристики та зводячи до мінімуму вплив на навколишнє середовище. Як яскравий приклад екологічно чистих матеріалів, пінобетон органічно поєднує екологічну відповідальність з передовими будівельними рішеннями, створюючи прецедент для екологічно свідомої архітектури та дизайну.



Рисунок. 2.5 – Конопляний бетон як будівельний матеріал

6. Перероблене скло. Повторне використання використаного скла у будівництві знижує кількість відходів на звалищах та енергоємний процес виробництва скла. Перероблене скло набуває нового життя у вигляді стільниць, плитки та декоративних елементів, пропонуючи функціональність та естетичну привабливість. Його адаптованість, а також екологічні переваги роблять його екологічно чистим вибором для сучасної архітектури. Завдяки зменшенню викидів вуглекислого газу та збереженню ресурсів, перероблене скло втілює стійкий розвиток, відкриваючи більш зелену еру будівництва та дизайну.



Рисунок. 2.6 – Перероблене скло як будівельний матеріал

7. Ізоляція рослинного походження. Рослинна ізоляція є прикладом екологічно чистих матеріалів, що виробляють революцію в галузі енергоефективного будівництва. Виготовлений із переробленої газети або джинсової тканини, він забезпечує виняткові теплові властивості та скорочує кількість відходів на звалищах.

Ці поновлювані варіанти забезпечують ефективну ізоляцію, підвищують комфорт у приміщенні та мінімізують споживання енергії. Ізоляційні матеріали рослинного походження не містять шкідливих хімікатів, що сприяє більш здоровій якості повітря у приміщенні. Їхнє виробництво потребує менше енергії порівняно з традиційною ізоляцією, що ще більше сприяє зниженню викидів вуглекислого газу.



Рисунок. 2.7 – Ізоляція рослинного походження як будівельний матеріал

8. Живі дахи. Ці зелені дахи оздоблені рослинами, які пом'якшують спеку, поглинають дощову воду та зменшують ефект міського острова тепла. Живі дахи підвищувати енергоефективність, забезпечувати ізоляцію та очищати повітря, сприяючи створенню здоровішого міського середовища. Вони об'єднують будівництво з природою, зберігаючи зелені насадження



Рисунок. 2.8 – Зелені дахи оздоблені рослинами

9. Панелі сонячних батарей. Сонячні панелі уособлюють екологічно чисті матеріали, здійснюючи революцію у сфері чистої енергії у будівництві. Ці фотоелектричні чудеса зменшують залежність від невідновлюваних джерел, скорочуючи викиди вуглекислого газу за рахунок використання сонячної енергії. Їхня інтеграція в дизайн будівель поєднує естетику з екологічною відповідальністю, перетворюючи конструкції на генератори енергії. Сонячні панелі сприяють підвищенню енергоефективності та

незалежності від мережі, перетворюючи будівлі на екологічно чисті електростанції.



Рисунок. 2.9 – Сонячні панелі уособлюють екологічно чисті матеріали

10. Фарби та оздоблювальні матеріали з низьким вмістом летких органічних сполук.

Летючі органічні сполуки (ЛОС) у традиційних фарбах виділяють шкідливі забруднюючі речовини, що впливають на здоров'я людей та навколишнє середовище. Варіанти з низьким вмістом летких органічних сполук віддають пріоритет здоров'ю, виділяючи менше токсинів та зменшуючи забруднення повітря у приміщенні. Ці фарби та оздоблювальні матеріали є екологічно чистими, без шкоди для естетики та експлуатаційних характеристик. Вони відповідають принципам зеленого будівництва, сприяють створенню здоровішого довкілля та сприяють сталому проектуванню.



Рисунок. 2.10 – Фарби та оздоблювальні матеріали з низьким вмістом летких органічних сполук

Майбутні тенденції у сфері екологічно чистих матеріалів формують більш екологічно свідомий ландшафт у будівництві.

З акцентом на ефективність використання ресурсів, скорочення викидів вуглекислого газу та благополуччя мешканців, інновації, засновані на цілях сталого розвитку, перевизначають те, як проектуються та будуються будівлі.

Ці майбутні тенденції відображають постійні інновації в галузі екологічно чистих матеріалів, що ведуть будівельну галузь до більшої стійкості, енергоефективності та зниження впливу на довкілля.

2.3 Трансформація зеленого будівництва

Вважається, що перехід до будівництва зелених будинків розпочався в Європі в 1970-х роках, після різкого підвищення цін на нафту. Насправді,

приклади енергоефективного будівництва відомі ще раніше. У 17-18 ст. в Ісландії, у зв'язку з кризою дров, почали будувати будинки з ізольованими торфом дахами, на які висаджувалася дернова рослинність. Завдяки природній ізоляції тепловтрати зменшувались і будинки довго залишалися теплими. Парадоксально звучить, але першим пасивним будинком був не будинок, а корабель «Фрам» Нансена (1883). Завдяки гарної ізоляції стін, підлоги та вікон, у каютах завжди було тепло, незважаючи на температуру ззовні.

Трансформація зеленого будівництва пройшла шлях від будівель з низьким споживанням енергії – не більше 60 кВт·год/(м²·рік) – через пасивні будинки – не більше 15 кВт·год/(м²·рік) – до будівель «нульової енергії» – 0 кВт·год/(м²·рік) – та будинків «плюсової енергії» або «активних будинків». Останні – це будівлі, які за допомогою встановленого інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів, ґрунтових теплообмінників тощо – виробляють більше енергії, ніж самі споживають.

На сьогодні, нова редакція директиви Євросоюзу щодо енергетичних характеристик будівель (EPBD Recast) передбачає всі нові будівлі в ЄС будувати з практично «нульовими втратами» енергії. При цьому планується широке використання енергії з відновлюваних джерел.

Певні кроки щодо наближення до енергоефективності в будівництві вже прийняті та чинні в Україні. Це – Закон «Про енергетичну ефективність будівель» (2017 р.), ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» тощо.

Головним пріоритетом зеленого будівництва є спорудження будівель і їхня експлуатація, яка не робить шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Це досягається за рахунок поєднання енергоефективного, екологічного та соціального аспектів будівництва. У багатьох країнах світу сучасне зелене будівництво регулюється спеціально розробленими зеленими стандартами. Найбільш розповсюджені та відомі з них BREEAM (Великобританія), LEED (США) та DGNB (Німеччина).

Завданнями «зеленого будівництва» є:

– зменшення експлуатаційних витрат;

– зниження обсягів утворення відходів та підвищення ефективності їхньої утилізації;

– підвищення ефективності використання природних ресурсів;

– забезпечення безпеки і зменшення негативного впливу на здоров’я людини під час перебування у будівлі;

– зменшення викиду в атмосферу газів, що спричиняють парниковий ефект;

– попередження повеней та зсувів ґрунту;

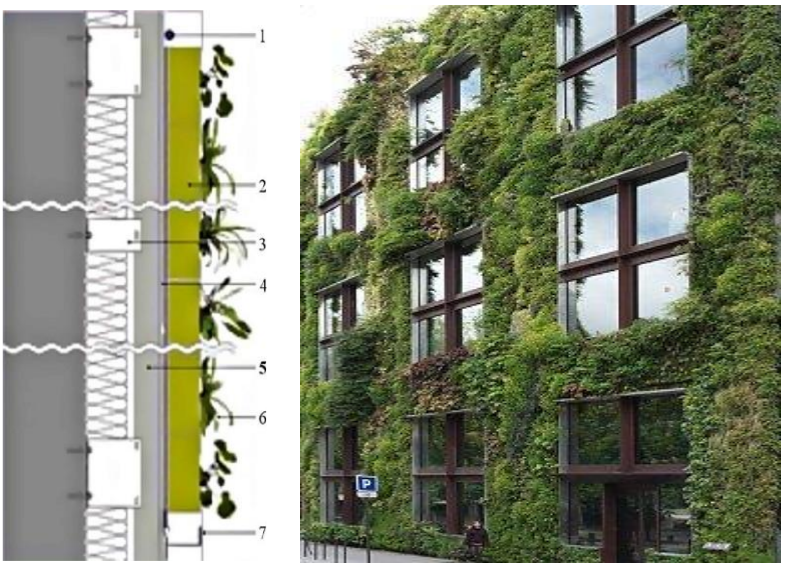
– збільшення частки відновлюваних джерел енергії при експлуатації та обслуговуванні будівель.

Максимально наблизити будівлю до стандартів зеленого будівництва допомагають сучасні технології.

Наприклад, зелені конструкції, що є поєднанням будівельних конструкцій і рослин: зелені покрівлі (рис. 2.11), фасадні зелені блоки [1] (рис. 2.12), вертикальне озеленення (рис. 2.13), зелені парковки [2] (рис. 2.14), озеленення схилів (рис. 2.15).



Рисунок. 2.11 – Авторська інверсійна «зелена покрівля» інтенсивного типу зі степовим фітоценозом



1 – система поливу; 2 – модуль вертикального озеленення;
3 – кріплення; 4 – лист базової поверхні; 5 – алюмінієвий профіль;
6 – рослинний покрив; 7 – водоприймальний лоток.

Рисунок. 2.12 – Система фасадного озеленення Vertigreen від ZinCo

Дослідженнями, охорони праці та навколишнього середовища будівництва, встановлено, що зелені конструкції – перспективна енергоефективна технологія, яка:

– створює додаткову теплоізоляцію [3];

– має охолоджувальний ефект (1...3,5 К Lollium Perenne, 1,2...4 К – Parthenocissus, рис. 6-7 [3,4]);

– сприяє відбиттю в теплий період року сонячної радіації та перетворенню її на біомасу, а не на теплоту;

– утворює автоматичний сонцезахист у теплий період року з пропусканням сонячної радіації в холодний тощо [5,6].

Це зменшує навантаження на системи кондиціонування повітря та опалення.



Рисунок. 2.13 – Вертикальне озеленення фасаду ресторану “Боярін”, м. Бровари



1 – родючий шар; 2 – газонна решітка; 3 – вирівнювальний піщаний шар; 4 – щебінь фракції 40-70 мм; 5 – піщане підґрунтя; 6 – геотекстиль; 7 – ґрунт.

Рисунок. 2.14 – Зелена парковка

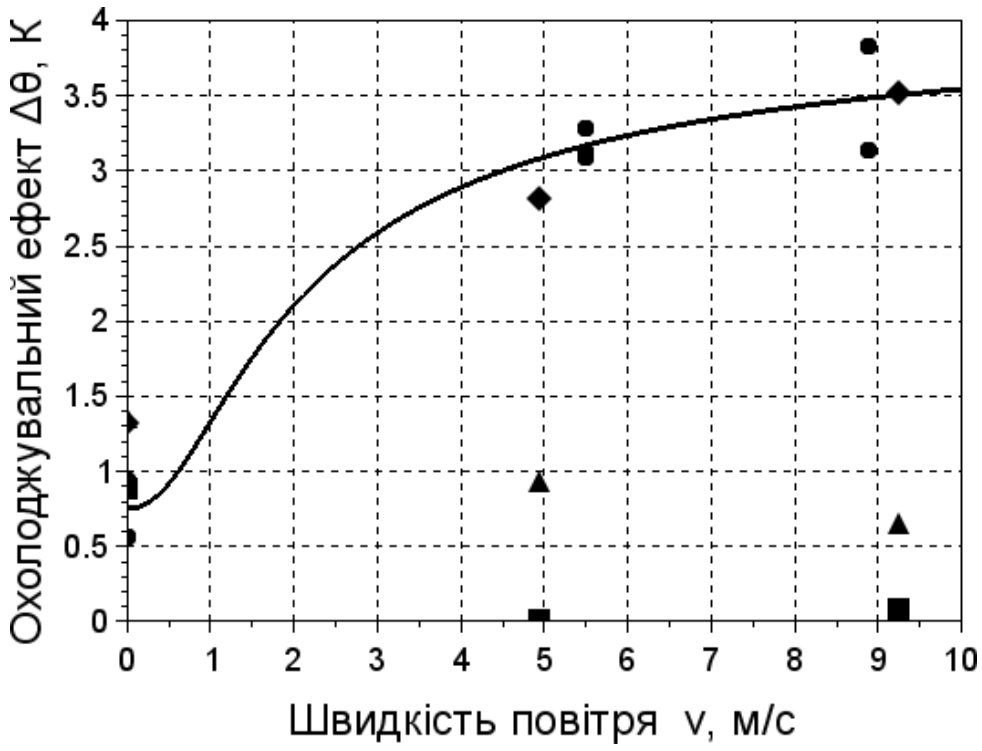


Рисунок. 2.15 – Результати дослідження [7] охолоджувального ефекту райграсу пасовищного (Lolium perenne) в аеродинамічній трубі залежно від швидкості повітря:

● – висота трави 40 и 123 мм, різні точки;

▲ – висота трави 399 мм, навколо центру моделі;

■ – висота трави 399 мм, кут з навітряного боку;

♦ - висота трави 399 мм, кут з завітряного боку

● – висота трави 40 и 123 мм, різні точки;

▲ – висота трави 399 мм, навколо центру моделі;

■ – висота трави 399 мм, кут з навітряного боку;

♦ - висота трави 399 мм, кут з завітряного боку

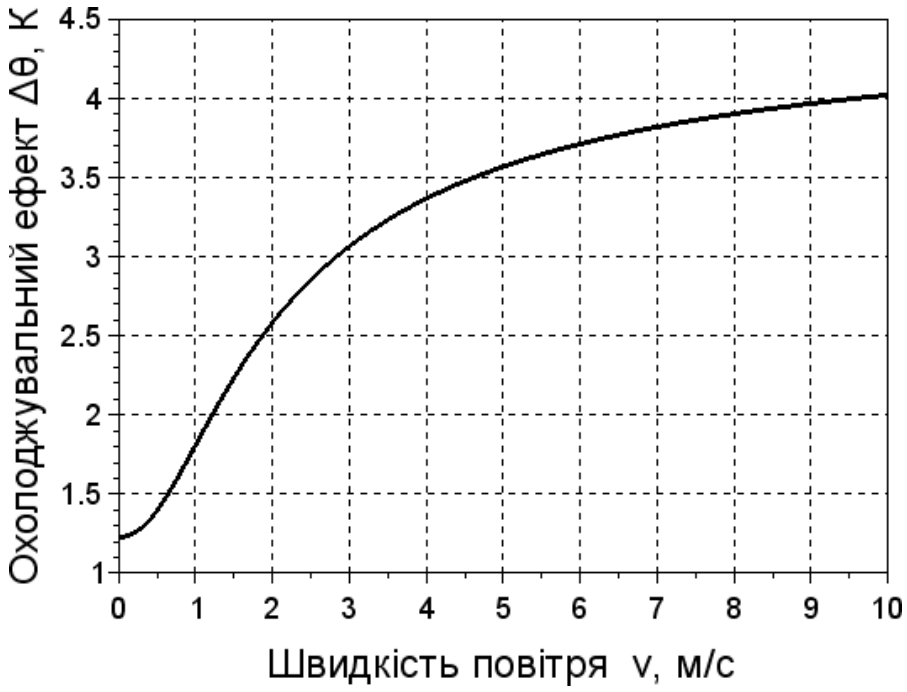


Рисунок. 2.16 – Оцінка охолоджувального ефекту дикого винограду (Parthenocissus)

Особливо великий обсяг забруднень виникає при горінні складів палива, зокрема нафтобаз. Як показали дослідження НАСА, рослини здатні поглинати забруднювачі як атмосферного повітря, так і внутрішнього повітря приміщень.

Тому однією з умов відбудови зруйнованого житла є створення психологічного комфорту для людей. Це слід досягати максимальним наближенням штучного середовища до природних умов. Зовнішні та внутрішні зелені конструкції є найбільш доцільним засобом досягнення зазначеної мети.

До продукування значних обсягів будівельного сміття, зокрема битої червоної цегли. Її можна використовувати як дренаж і один з компонентів субстрату для зелених покрівель та ландшафтного дизайну.

У результаті масове порушення автомобільних шляхів разом з дощовим водовідведенням. Відновлення цих інженерних систем пов’язане з великими затратами коштів. На сьогодні альтернативою цим системам є

концепція міста-губки, тобто максимальне використання площ для поглинання дощової води. Нами запропоновано спеціальні зелені конструкції для автодоріг – дощові сади-смуги (рис. 2.17).



Рисунок. 2.17 – Спеціальні зелені конструкції для автодоріг

У рамках грантової програми Erasmus + ClimED розроблено математичну модель та додаток для Copernicus CDS Toolbox, що дозволяють визначити необхідну ширину цих садів залежно від обсягу опадів для більшості міст України та Європейського Союзу. Як показали розрахунки, для умов Києва це лише 11 % ширини дороги. На відміну від зливоприймачів, сади збиратимуть воду вздовж усього автошляху. Це сприятиме більшій надійності дорожнього руху.

Розроблено і ефективно впроваджено зелену покрівлю з вітчизняних будівельних матеріалів. Ця покрівля успішно функціанує протягом понад 16 років. Спостереження показали, що рослини на ній ефективно розвиваються і мають фенотип 4...5 балів за шкалою Туманова, тобто мають привабливий зовнішній вигляд і активно розмножуються. У рамках грантової програми Erasmus + ClimED розроблено математичну модель та додаток для Copernicus CDS Toolbox, що дозволяють оцінити стан розвитку рослин для різних міст України та Європейського союзу.

Міністерством розвитку громад та територій України в напрямку розроблення системи нормування впровадження зелених конструкцій в

умовах будівництва України. Це дозволить систематично впроваджувати їх у населені пункти України.

Зокрема, пропонуються такі напрямки нормування:

– стандарт сертифікації будівель за зеленими критеріями;

– стандарт щодо впровадження зелених конструкцій;

– методика оцінювання енергоефективності конструкцій для енергетичного балансу будівель, де буде враховано позитивні властивості зелених конструкцій;

– стандарт щодо автомобільних шляхів, обладнаних дощовими садами-смугами.

Зелені конструкції є перспективним напрямком зеленого будівництва, що має значний потенціал відновлення країни після активних військових дій. Для досягнення максимальної ефективності необхідне систематичне впровадження різних видів цих конструкцій, що вимагає відповідної нормативної бази.

3 ЕКОЛОГІЧНЕ БУДІВНИЦТВО ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІ

3.1 Єнергозберігаючих технологій у будівництві

У сучасному світі велика увага приділяється екологічним проблемам. Спостерігається тенденція створення та впровадження екологічно чистих та енергозберігаючих технологій у будівництві. технологій В Україні ж така практика тільки починає своє активне впровадження, у зв'язку з цим існує гостра необхідність розвитку екологічних інноваційних рішень у будівельній індустрії України.

Ідея екобудівництва не є новою. Як правило, прикметник «зелений» або приставка «еко» тотожному поняттю «екологія» можна інтерпретувати досить невизначено і широко. країнах вперше став вживатися термін «green building», який можна перекласти українською мовою як словосполучення "зелене будівництво".

За даними аналітиків, близько 40% традиційних видів енергії витрачається на експлуатацію будівель у всьому світі. Тому актуальність застосування «зеленого будівництва» полягає у необхідності реалізації основних показників житла: екологічності, економічності, енергоефективності, забезпечення сталого та комфортного довкілля для людини.

За останнє десятиліття в Україні також було створено національні стандарти екологічної оцінки – ДБН В.2.6 – 220:2017 «Зелене будівництво. Будинки житлові та громадські. Рейтингова система оцінки стійкості довкілля»; ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій», які відповідають міжнародним стандартам ISO, враховують вимоги будівельних та санітарних

норм, правил та методик, а також включають основні положення зарубіжних рейтингових систем оцінки BREEAM, LEED.

Застосування рейтингових систем спрямоване на використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії, раціональне використання води, зниження негативного впливу на навколишнє середовище в процесі будівництва та експлуатації будівель та споруд, забезпечення стійкого довкілля, комфортного для людини, крім того, дозволяє скоротити споживання енергетичних ресурсів. Загальним принципом для всіх рейтингових систем оцінки зелених будівель є: - оцінка відповідності критеріїв будівлі вимогам стандартів; виставлення оцінок, балів; присвоєння рейтингу чи сертифіката відповідності рівням "зелених стандартів". Сертифікація дає змогу отримати оцінку незалежних експертів, а також підвищити інвестиційну привабливість проекту.

Необхідно зазначити, що у 2017 році також було затверджено Система добровільної сертифікації об'єктів нерухомості «Зелені стандарти». Ці стандарти враховують особливості клімату регіону [2] та енергетичну структуру місця зведення будівлі. Діяльність національних стандартів координує Міжнародний комітет із зелених будівель (Green Building Council).

Екологічне будівництво ставить перед собою такі завдання, як: зменшення шкідливого впливу будівельних робіт на довкілля та стан здоров'я людей; зниження втрат енергії; раціональне використання витрат за будівництво та утримання будинків; перехід застосування відновлюваних джерел енергії і матеріалів. Досягнути зниження негативного впливу будівель на довкілля можна за рахунок: використання екологічно чистих будівельних матеріалів [1, 3], застосування відновлюваних джерел енергії (сонячна енергія, геотермальні системи опалення, вітрова енергія), пристрої «зеленого» даху, вторинного використання води та енергозберігаючих технологій.

Енергозберігаючі технології та використання сонячної енергії є найбільш популярними технологіями в екобудівництві, у зв'язку з чим великий

інтерес приділяється процесам, які здатні максимально зменшити втрати енергії в процесі експлуатації об'єкта.

Відомі кілька основних прийомів енергозбереження: встановлення високоефективної теплоізоляції, мінімізація втрат тепла за допомогою рекуператорів, забезпечення герметичності віконних та дверних отворів.

Суть процесу рекуперації полягає в перерозподілі тепла між нагрітими потоками, що видаляються, і холодними припливними потоками повітря, формуючи при цьому оптимальну температуру. Таким чином здійснюється принцип регенерації енергії, внаслідок чого відбувається зниження теплових втрат у самому ізольованому приміщенні.

Одним із способів зменшення витрат енергії є процес використання енергії Землі чи геотермальне опалення [4, 5]. На глибині від трьох метрів грунт Землі залишається найбільш постійним і дорівнює середньорічній атмосферній температурі. Взимку геотермальні технології застосовуються для опалення приміщень, а влітку для кондиціювання.



Рисунок 3.1– Геотермальне опалення



Рисунок 3.1.1– Геотермальне опалення а) грунтовий колектор

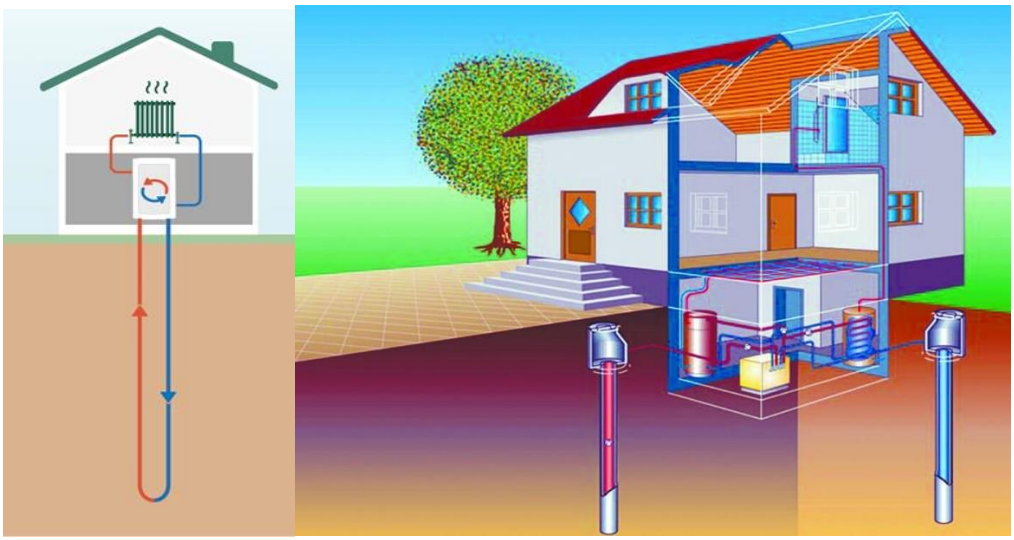


Рисунок 3.1.2– Геотермальне опалення б) геотермальний зонд

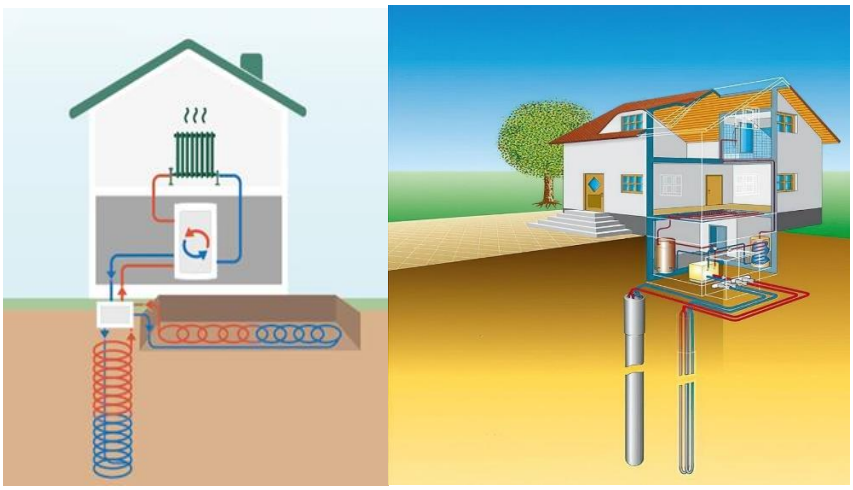


Рисунок 3.1.3– Геотермальне опалення в) траншейний колектор (вертикальний та горизонтальний)

Сонце – чиста альтернатива електроенергії. Активне застосування сонячної енергії спричиняється її загальнодоступністю. Повна або часткова заміна енергоносіїв на сонячні батареї забезпечує суттєве зниження негативного впливу на навколишнє середовище та економію матеріальних ресурсів.

Крім того, з кожним роком дедалі популярнішим в екологічному будівництві стає влаштування «зеленої» покрівлі (green roof). Зелена покрівля (екологічна покрівля, жива покрівля, горизонтальне озеленення) - покрівля [6], яка частково або повністю вкрита рослинністю. Це багатошарова конструкція, що складається із залізобетонної плити покриття, основного шару водоізоляційного покриття, теплоізоляції, розподільного шару з геотекстилю, дренажного та фільтруючого шарів, ґрунтового шару, рослинного шару. (рис. 3.2)

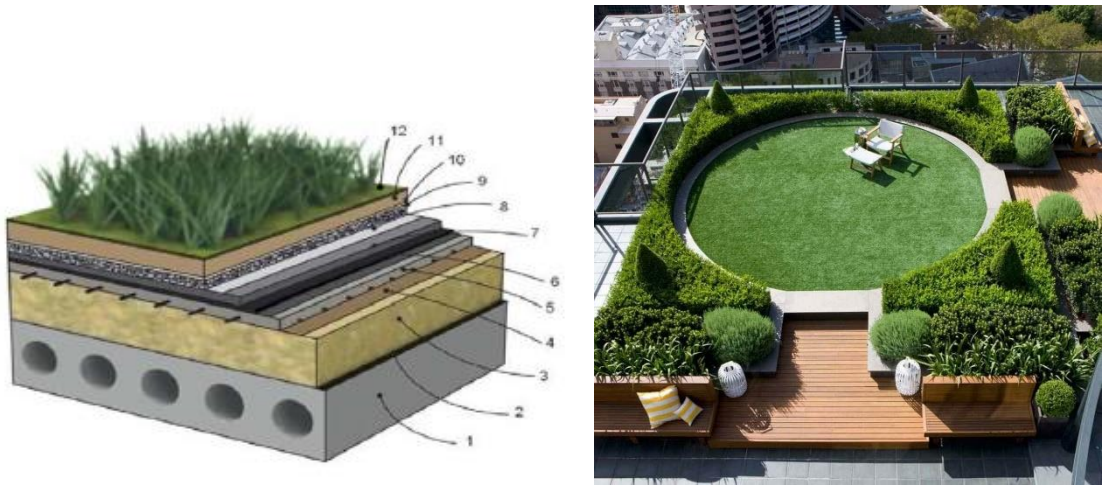


Рисунок 3.2 – Схема конструкції «зеленого» даху: 1 – конструкція, що несе; 2–пароізоляція; 3–теплоізоляція; 4 – водоізоляційний шар; 5 – вирівнююча стяжка; 6–гідроізоляція; 7 –мембрана; 8 – геотекстиль; 9 – гравій; 10 – геотекстиль; 11 – рослинний ґрунт; 12 – озеленення.

У застосуванні таких покрівель можна виділити низку переваг: зниження забруднення повітря; підвищення довговічності покрівельних

матеріалів; збільшення шумоізоляції; скорочення витрат на опалення будівлі у холодний період. Однак зведення «зелених» покрівель значно ускладнює технологію їхнього влаштування. При реконструкції існують обмеження щодо додаткового навантаження на існуючий каркас будівлі. Крім того, деякі види рослин потребують постійної вологості ґрунтового шару, внаслідок чого потрібен захист будівлі від зайвої вологи, що призводить також до подорожчання будівництва.

Для «зелених» будівель характерним є поділ стоків, а також компостування органічних відходів. Знову перероблену воду [7] використовують у побуті. Дана технологія дозволяє заощаджувати водні ресурси та не перевантажує каналізаційні системи.



Рисунок 3.3 – «Зелене» будівництво за стандартом BREEAM, Київ 2017 році

В даний час в Україні «зелене» будівництво лише набуває своєї значущості [8], проте вже існує низка екобудівель: «Зелене» будівництво за стандартом BREEAM, Київ 2017 році. Також керуюча компанія щорічно

проводить аналіз технологій з енерго- та водозбереження, із метою скорочення витрат ресурсів.

Якщо в Україні «зелені технології» знаходяться лише на стадії розвитку та впровадження, то на Заході вони вже досягли значного прогресу, або створюються нові, які мають на меті не лише внесок у захист навколишнього середовища, а й боротьбу з кліматичними змінами. -квартира «Дойче-банку» в Німеччині, при будівництві якого [10] було прийнято такі інноваційні рішення: використання тришарового скління, яке ефективно захищає від сонячної радіації, система природної вентиляції в теплий період часу; ; ефективна система опалення та охолодження з використанням кліматичних балок.

На основі всього перерахованого вище можна зробити висновок: у нашій країні є всі передумови для активного впровадження екобудівництва, але без державних програм, що стимулюють інноваційні рішення в будівництві, видимого ефекту не буде.

4. ОЦІНКИ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ ОГОРОДЖУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ З ПРИРОДНІХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій

З питань теплотехнічного розрахунку огороджуючих конструкцій споруд, визначити опір теплопередачі R_o зовнішньої стіни, а також товщину шару утеплення огородження, при якому в приміщеннях будинку забезпечується температурний режим з урахуванням потрібних економічних показників.

Для заданого міста проектування обирають такі дані:

t_5 – розрахункова зимова температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченням 0,92 ([22], додаток 2);

$t_{х.д.}$ – розрахункова зимова температура найбільш холодної доби ([22], додаток 2).

З додатку 2 [22] визначають також зону вологості пункту будівництва і знаходять умови експлуатації А або Б огороджуючих конструкцій.

Виконують ескізи огороджуючи конструкцій з найменуванням матеріалів конструктивних шарів.

За додатком 5 [22] визначають теплотехнічні показники будівельних матеріалів усіх конструктивних шарів огороджень для визначення умов експлуатації:

– в'язкість матеріалу γ, кг/м^3;
– розрахунковий коефіцієнт теплопровідності λ, Вт/(м·°С);
– коефіцієнт теплозасвоєння S, Вт/(м^2·°С).

Величина термічного опору теплопередачі огородження знаходять за формулою 4.1

$$R_o = R_з + \sum_{i=1}^{n} R_i + R_{вн}, \text{ м}^2\cdot{}^o\text{C/Вт}, \quad (4.1)$$

де $R_з = 1/\alpha_з$, $R_{вн} = 1/\alpha_{вн}$ – термічний опір тепловіддачі з боку зовнішнього і внутрішнього повітря відповідно;

$\alpha_з = 23$ Вт/(м$^2\cdot{}^o$C);

$\alpha_{вн}$ = 8,7 Вт/(м$^2\cdot{}^o$C) – коефіцієнти теплообміну між повітрям і відповідною поверхнею огороджуючої конструкції.

Термічний опір шару огородження обчислюють за формулою 4.2

$$R_i = \delta_i/\lambda_i, , \quad (4.2)$$

де δ_i – товщина шару;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару (визначають за додатком Б [21] згідно з умовами експлуатації матеріалів).

При теплотехнічному розрахунку конструкції зовнішнього огородження величину потрібного термічного опору обчислюють за формулою 4.2

$$R_{пот} = \frac{t_в - t_з}{\Delta t^{н} \cdot \alpha_в} n, \text{ м}^2\cdot{}^o\text{C/Вт}, , \quad (4.2)$$

де $t_в$ і $t_з$ – розрахункові температури повітря у приміщенні й зовні;

n – коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні огороджуючих конструкцій відносно зовнішнього повітря (для зовнішніх стін n = 1);

$\Delta t_н$ – температурний перепад між повітрям і внутрішньою поверхнею огородження.

Нормативні значення опору теплопередачі приймають залежно від кількості градусо-діб опалювального періоду [4], які встановлені залежно від температурної зони України.

Якщо фактичний термічний опір теплопередачі менше потрібного або нормативного значення, необхідно збільшити товщину шарів огороджуючої конструкції або передбачити додатковий шар теплоізоляції.

Для обраного матеріалу теплової ізоляції (тобто коефіцієнт теплопровідності ізоляції $\lambda_{із}$ відомий) товщину шару визначають з рівняння

$$\delta_{із} = (R - Ro)\,\lambda із\ ,\ м,\ , \qquad (4.3)$$

де R – потрібне або нормативне значення опору теплопередачі.

4.1.1 Розрахунок теплових втрат через огороджуючі конструкції будівель

Розрахунок теплових втрат приміщенням виконують для визначення теплової потужності системи опалення і підбору опалювальних приладів. Приклади обчислення втрат теплоти приміщенням і підбору опалювальних приладів наведені в [22].

Розрахункові втрати Q1, кВт, визначають за формулою (4.4)

$$Q_1 = Q_а + Q_в\ , \qquad (4.4)$$

де $Q_а$ – тепловий потік, кВт, через огороджуючи конструкції;

$Q_в$ – втрати теплоти, кВт, на нагрівання вентиляційного повітря.

Величини $Q_а$ і $Q_в$ розраховують для кожного елемента огороджуючої конструкції (стіни, стелі, підлоги, вікна, балконні двері) за формулою 4.5

$$Q_a = 1/R_o \cdot A(t_в - t_з)\,(1+\Sigma\beta)\cdot n\cdot 10^{-3}\ , \qquad (4.4)$$

де R_o – опір теплопередачі огороджуючої конструкції, $м^{2\cdot o}С/Вт$, який розраховано за завданням, крім підлоги на ґрунті.

У випадку розрахунку теплових втрат крізь підлоги східцевих клітин опір теплопередачі приймають з рекомендацій [1], тобто для підлог на ґрунті та стін будівель, розташованих нижче рівня землі, опір теплопередачі визначають зонами шириною 2 м, паралельними стінам за формулою 4.5 (див. рис. 4.1):

$$R_o = R_c + d/\lambda_{ут}\ ,\ , \qquad (4.5)$$

де R_c – опір теплопередачі, $м^{2\cdot o}С/Вт$, що дорівнює 2,1 для зони I, 4,3 – для зони II, 8,6 – для зони III, 14,2 – для площі підлоги, що залишилася;

d – товщина шару утеплення, м, що враховується при $\lambda_{ут}$ <1,2 $Вт/(м^{2\cdot o}С)$.

А – розрахункова площа огороджуючої конструкції, $м^2$.

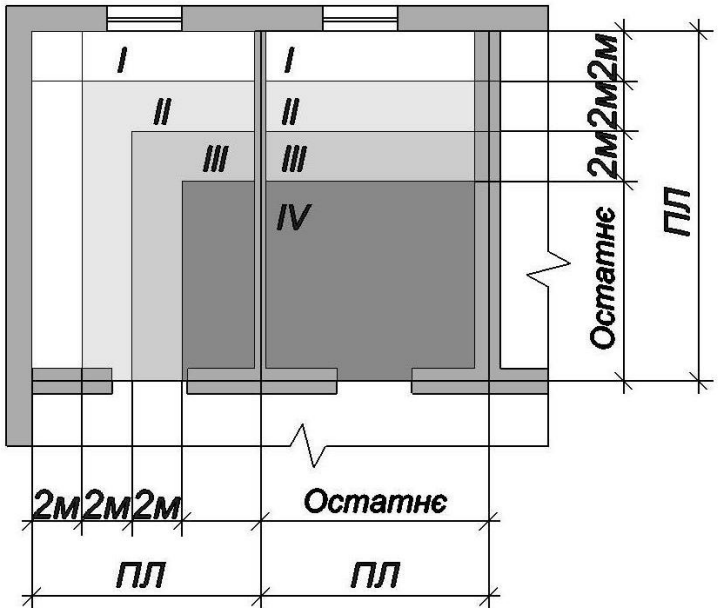
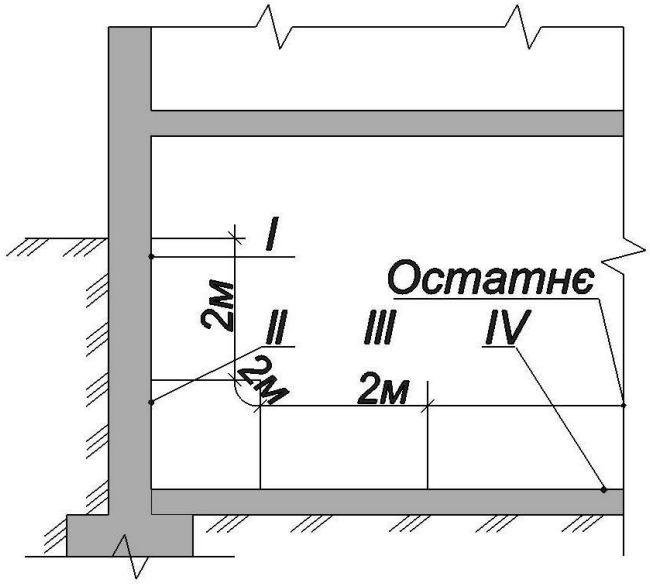


Рисунок 4.1– Схеми для визначення втрат теплоти:

а) через підлогу;



б) через стіни, заглиблені нижче рівня землі

Площа й лінійні розміри огороджуючих конструкцій знаходять за кресленням на рис. 4.2.

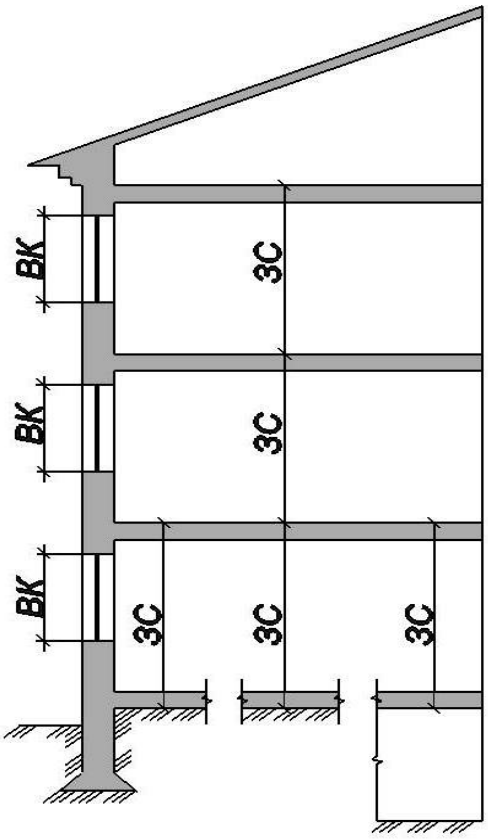
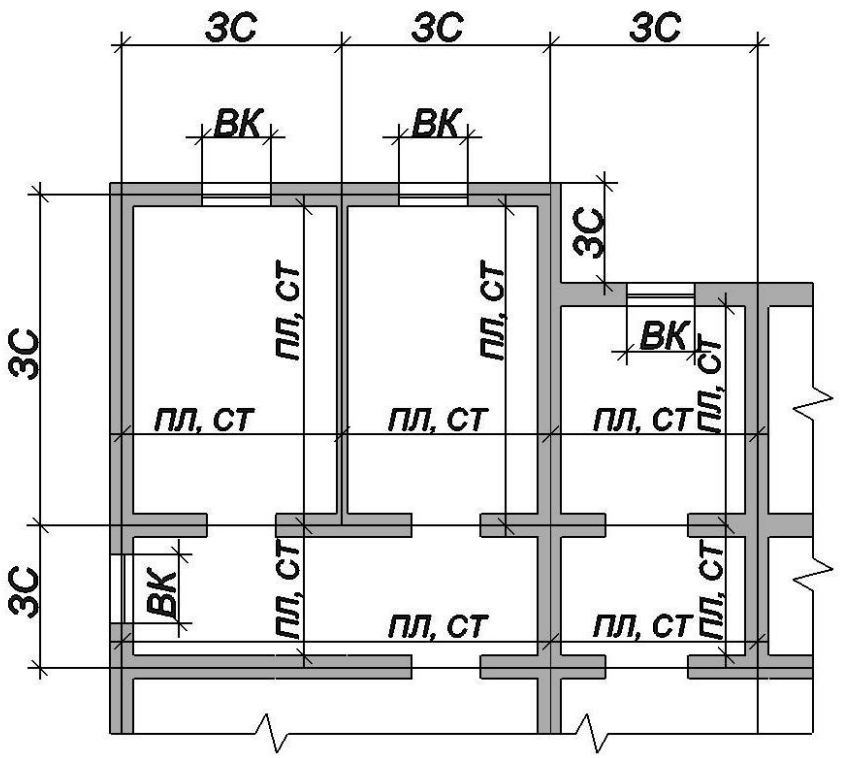


Рисунок 4.2 – Правила заміру огороджуючих конструкцій при розрахунку теплових втрат: а) переріз;



б) план; ЗС – зовнішня стіна; ВК – вікна; ПЛ – підлога; СТ - стеля

Замір площі огороджуючих конструкцій

Площі визначають за зовнішніми замірами:

– площу вікон, дверей вимірюють за найменшим будівельним отвором;

– площу стелі й підлоги – між осями внутрішніх стін і внутрішньої поверхні зовнішньої стіни. Площу зон підлоги по ґрунту визначають з умовною розбивкою на зони (вказано вище).

Площі зовнішніх стін вимірюють: у плані – за зовнішнім периметром між зовнішнім кутом і осями внутрішніх стін; за висотою: на першому поверсі залежно від конструкції підлоги – від зовнішньої поверхні підлоги по ґрунту або від поверхні підготовки під конструкції на лагах, або нижньої поверхні перекриття над підпіллям до чистої підлоги другого поверху;

в середніх поверхах – від поверхні підлоги до поверхні підлоги наступного поверху; на верхньому поверсі – від поверхні підлоги до верху конструкції перекриття з урахуванням товщини утеплювача.

$t_в$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, оС, приймають відповідно до норм проектування будівель.

При виконанні завдання можна приймати за [4] такі значення:

– житлова кімната 20 °С (для кутових кімнат 22 °С),

– кухня 15 °С,

– ванна 25 °С,

– східцеві клітки 16 °С.

$t_з$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймається $t_з = t_5$;

n – коефіцієнт, який приймають залежно від положення зовнішньої поверхні огородження відносно зовнішнього повітря; для зовнішніх стін та покриття n = 1, для перекриття над неопалювальним підвалом n = 0,6;

β – додаткові втрати теплоти в частинах від основних втрат, що враховуються:

– для зовнішніх вертикальних і нахилених огороджень, які орієнтовані в напрямку, звідки у січні віє вітер із швидкістю, що перевищує 4,5 м/с з повтором не менше 15 % відповідно ДБН, в розмірі 0,05 при швидкості вітру до 5 м/с і в розмірі 0,10 при швидкості 5 м/с і більше; при типовому проектуванні додаткові втрати враховують в розмірі 0,05 для всіх приміщень;

– для зовнішніх вертикальних і нахилених огороджень багатоповерхових будівель – в розмірі 0,20 для першого і другого поверхів; 0,15 – для третього, 0,10 – для четвертого поверхів будівель з кількістю поверхів 16 і більше; для 10...15-поверхових будівель додаткові втрати враховують в розмірі 0,10 для першого і другого поверхів і 0,05 для третього поверху.

Втрати теплоти $Q_в$, кВт, розраховують для кожного опалювального приміщення, яке має вікно або велику кількість вікон чи балконних дверей у зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в обсязі одноразового повітрообміну на годину:

$$Q_в = 0{,}337A_{пл} \cdot h(t_в - t_з)10^{-3}, \quad (4.6)$$

де $A_{пл}$ – площа підлоги приміщення, $м^2$;

h – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5;

$t_з$ – зовнішня температура холодного періоду, ^oC (дод. 2).

Втрати теплоти $Q_в$, кВт, на нагрівання зовнішнього повітря, що проникає у східцеві клітку, розраховують за формулою 4.7

$$Q_в = 0{,}7b(H+0{,}8p)(t_в - t_з)10^{-3}, \quad (4.7)$$

де H – висота будівлі, м;

p – кількість людей;

b – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів: при одному тамбурі (двоє дверей) b =1,0, двох (три двері) b =0,6.

Порядок розрахунку втрат теплоти такий. Всі приміщення за годинниковою стрілкою нумерують на планах будівлі цифрами:

– на 1 поверсі з лівого кута – 101, 102, ...;
– на 2 поверсі – 201, 202, ...;
– на 9 поверсі – 901, 902, ...

Східцеві клітки позначають СК.

Розрахунок теплових втрат оформлюють таблицею (див. табл. 4.1).

Назви огороджень у таблиці позначають так:

з.ст. – зовнішня стіна;

вк. – вікно;

ст. – стеля;

пл. – підлога

б.д. – балконні двері;

п.дв. – подвійні двері східцевої клітки.

Втрати теплоти через огороджуючи внутрішні конструкції приміщень можна не враховувати, якщо різниця температур між цими приміщеннями дорівнює 3 °С і менше.

Приклад 1. Розрахунок теплових втрат деяких приміщень. Конструктивні розміри наведені на рис. 4.3.

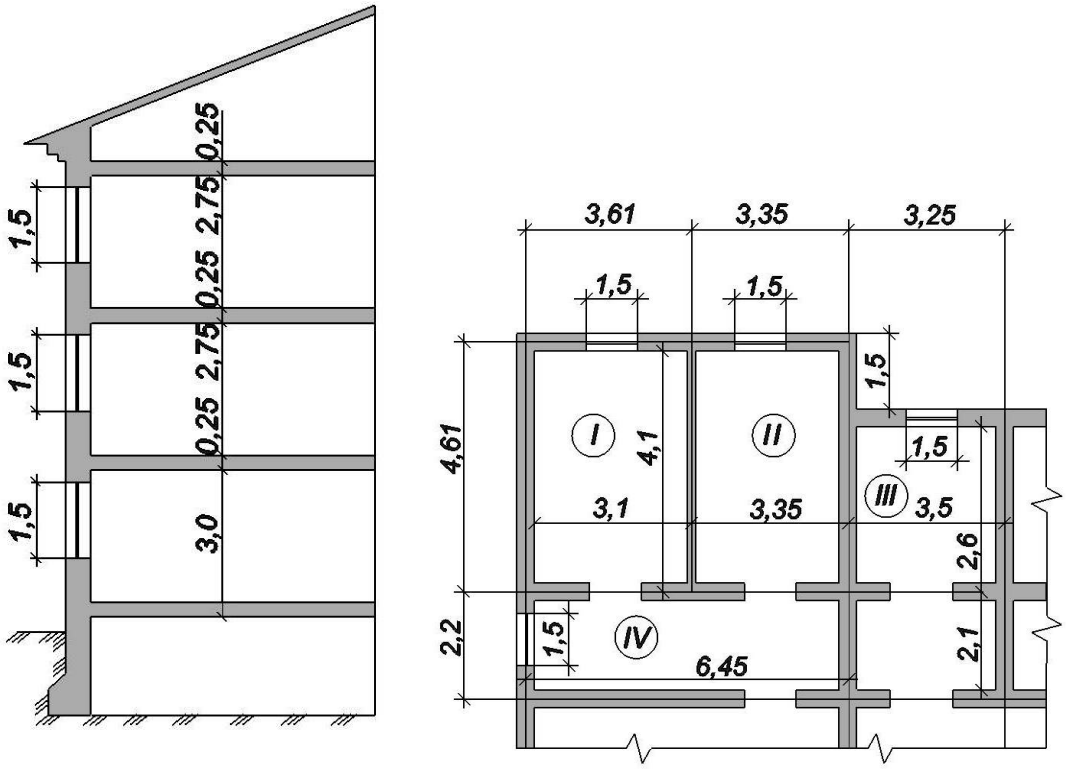


Рисунок 4.3 – – Конструктивні розміри приміщень

Таблиця 4.1 – Розрахунок теплових втрат

№ приміщення	Призначення приміщення	Внутрішня температура $t_в$, °С	Огороджуючих конструкції				Різниця температур $t_в$-t_5, °С	Поправочний коефіцієнт n	Коефіцієнт теплопередачі $1/R_o$, Вт/(м²· °С)	Додаткові витрати		Основні витрати теплоти Qa, Вт
Поз-ня	Орієнта-ція	Розміри, м	Площа A, м²	∑β	1+∑β							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Помешкання № 101 (перший поверх)												
101	Ж.к.	20	З.ст. З.ст вк. підл	Зах Пів Пів -	4,61x3,25 3,61x3,25 1,5x1,5 4,1x3,1	14,98 11,73 2,25 12,71	43 43 43 43	1 1 1 0,6	1,11 1,11 1,32 0,56	0,05 0,1 0,1 -	1,05 1,1 1,1 -	750,7 615,8 140,5 183,6
											1690,6	
Помешкання № 102 (другий поверх)												
102	Ж.к.	20	З.ст З.ст. вк.	Зах Пі в пів	4,61x3,0 3,61x3,0 1,5x1,5	13,83 10,83 2,25	43 43 43	1 1 1	1,11 1,11 1,32	0,05 0,1 0,1	1,05 1,1 1,1	693,11 568,6 140,5
												1402,2
Помешкання № 104 (четвертий поверх)												
104	Ж.к.	20	З.ст З.ст. Вк сте.	Зах	4,61x3,25 3,61x3,25 1,5x1,5 4,1x3,1	14,98 11,73 2,25 12,71	43 43 43 43	1 1 1 1	1,11 1,11 1,32 0,77	0,05 0,1 0,1 -	1,05 1,1 1,1 -	750,7 615,8 140,5 420,8
												1927,8
Помешкання 202 (другий поверх, помешкання №2)												
202	Ж.к.	20	З.ст. З.ст. Вк	Пів Схід Пів	3,35x3,0 1,75x3,0 1,5x1,5	10,05 5,25 2,25	43 43 43	1 1 1	1,11 1,11 1,32	0,1 0,05 0,1	- 1,05 1,1	527,65 263,1 140,5
												931,25

Примітки: 1. У графі 10 коефіцієнт теплопередачі вікна розрахований як різниця коефіцієнтів вікна і зовнішньої стіни, тобто 2,43 – 1,11 = 1,32, при цьому площа вікна не вилучається з площі стіни.

2. У графі 14 наведені розрахункові тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря в обсязі одноразового повітрообміну на годину.

3. У даному випадку тепловий потік від неізольованого трубопроводу опалення не розраховують. Це значення необхідно враховувати при відомому значенні діаметра і підборі приладів.

Вихідні дані: $t_в$ = 20 °С; $t_з$ (5) = -23 °С; коефіцієнти теплопередачі зовнішніх огороджень, отримані теплотехнічним розрахунком, приймаємо рівними:

– для зовнішньої стіни із цегляної кладки k = 1,112 Вт/(м^2· °С);
– для перекриття над неопалювальним підвалом k = 0,56 Вт/(м^2· °С);
– для горищного перекриття k = 0,77 Вт/(м^2· °С);
– для вікон з подвійним дерев’яним заскленням k = 2,43 Вт/(м^2· °С).

ВИСНОВКИ

1. Нині попит на об'єкти «зеленого» будівництва в Україні не надто великий. Українські девелопери вивчають досвід будівництва зарубіжних зелених об'єктів. Їх цікавлять питання щодо термінів окупності, рівня рентабельності та експлуатаційних особливостей. П'ятнадцятирічна історія появи екологічних стандартів у будівництві не дає повного комплексного інформаційного матеріалу про практичні результати їх застосування. У зв'язку з цим українські вчені працюють над створенням необхідної нормативної бази. На сьогоднішній день в Україні створена Рада із «зеленого» будівництва (UaGBC), мета якої полягає в об'єднанні професіоналів у галузі «зеленого» будівництва. Пріоритетом Ради є запровадження міжнародних стандартів будівництва «зелених» будинків в Україні, внесення необхідних змін до законодавства країни з метою активного розвитку «зеленого» будівництва.

2. Метою «зеленого» будівництва є зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі – від вибору ділянки до проектування, будівництва, експлуатації, ремонту та знесення. «Зелені» стандарти покликані прискорити перехід від традиційного проектування та будівництва будівель та споруд до сталого будівництва, принципами якого є безпека та сприятливі здорові умови життєдіяльності людини, обмеження негативного впливу на навколишнє природне середовище, врахування інтересів майбутніх поколінь.

В основі європейських «зелених» стандартів, як правило, розглядаються категорії: енергоефективність, збереження води, використання екологічно безпечних будівельних матеріалів, зручність розташування ділянки, комфорт мешканців.

Одним із першочергових завдань є розробка національного стандарту з екологічного будівництва відповідно до концепції сталого розвитку суспільства, який буде одним із інструментів розвитку «зеленого» будівництва

в Україні. Положення цього стандарту повинні використовуватися в ході екологічної сертифікації об'єктів нерухомості на етапах проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації.

Критеріями оцінки будівельних об'єктів на відповідність до національного «зеленого» сертифікату України можуть бути: інноваційний менеджмент, вибір ділянки будівництва, ефективне використання природних ресурсів, інтеграційна архітектура, матеріали та конструкції, організація внутрішнього простору, експлуатаційні відходи, енергетична ефективність, економічна ефективність, соціокультурна організація. «Зеленим» будівництвом в Україні необхідно займатися системним будівництвом у професійному середовищі та за допомогою популяризації екологічного суспільства в цілому.

3. Було досліджено основні принципи концепції «зеленого будівництва», технології якого перспективним рішенням економіко-екологічних проблем. Наразі проводяться конференції та форуми на тему «зеленого будівництва», а також досліджуються методи проектування енергоефективних будівель, розробляється законодавча база, яка в майбутньому сприятиме впровадженню «зелених» технологій на ринок нерухомості. Застосування «зелених» технологій у будівництві сприяє збереженню екології, природних ресурсів та суспільства загалом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Moonen T., Nunlay J., Clark G. The story of your city: Europe and its urban development, 1970 to 2020. Belgium, 2019. 52 p. URL: https://doi.org/10.2867/460398 (date of access: 02.10.2023)

2. : Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року Розпорядж. Каб. Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1803-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-pText (дата звернення: 23.11.2022)

3. Inancing Putin’s war: Fossil fuel imports from Russia in the first 100 days of the invasion – Centre for Research on Energy and Clean Air. Centre for Research on Energy and Clean Air. URL: https://energyandcleanair.org/publication/russian-fossil-exports-first100-days/ (date of access: 03.10.2023).

4. Чому світу потрібно відмовитись від російських енергоресурсів? Ukraïner. Ukraïner. URL: https://ukrainer.net/embargo-na-rosresursy/ (дата звернення: 03.10.2023).

5. 6. Директива (ЄС) 2018/844 Європейського Парламенту та Ради від 30 травня 2018 року про внесення змін до Директиви 2010/31/ЄС щодо енергетичної ефективності будівель та Директиви 2012/27/ЄС щодо енергоефективності Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 р. № 2118-VIII : станом на 3 серп. 2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/211819Text (дата звернення: 23.11.2022).

7. громадська Соціологічне дослідження Центру Разумкова: Підсумки 2019 – думка. URL: http://razumkov.org.ua/napriamky/sotsiologichnidoslidzhennia/pidsumky2019-gromadska-dumka

8. Вплив відсутності електрики на опалювальний сезон. Заборона. URL: https://zaborona.com/vidsutnist-elektryky-shho-bude-z-czentralizovanym-opalennyam-tatymy-v-kogo-gazovyj-kotel/ (дата звернення: 23.11.2022)

9. Філоненко О. І. Вельбой М.А. Аналіз енергоефективності стінових конструкцій залежно від їх архітектурно-конструктивних особливостей : Збірник наукових праць. Вип. 4(2). С. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2013_4%282%29__31 233-239. URL: 87

10. Ciucci M. Energy efficiency | Fact Sheets on the European Union | European Parliament. European Parliament. URL: https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/69/efektywnoscenergetyczna (date of access: 05.10.2023).]

11. Програми Фонду – серед найкращих механізмів термомодернізації житла | Фонд енергоефективності. Державний Фонд Енергоефективності: гранти для ОСББ | Фонд енергоефективності. URL: https://eefund.org.ua/programi-fondu-serednaykraschikh-mekhanizmiv-termomodernizacii-zhitla (дата звернення: 08.11.2023).

12. Product |system3e.com. system3e.com. URL: https://www.system3e.com/product (date of access: 08.11.2023).

13. Leśna Awangarda Lipków, powiat warszawski zachodni - domy na sprzedaż - rynekpierwotny.pl. Rynek Pierwotny. URL: https://rynekpierwotny.pl/oferty/freedomnieruchomosci/lesna-awangarda-warszawski-zachodni-lipkow-12336/ (date of access: 08.11.2023).

14. AEROC Energy. Аерок-aeroc. Газобетон Аерок, газоблок Київ, ціна на газобетонні Aeroc. URL: https://aeroc.info/teploizolyaciya_aeroc_energy.html (дата 08.11.2023).

15. Будуємо теплі стіни з блоки звернення: Porotherm. Ukraine. URL: https://www.wienerberger.ua/perevagi-keramiki/warm-wall-porotherm.html (дата звернення: 08.11.2023).

16. Поліізоціануратова піна PIR - ТЕРМОБУД. ТЕРМОБУД. URL: https://www.termobud.lviv.ua/sandwich/poliizotsianuratova-pina-pir/ (дата звернення: 08.11.2023).

17. Низькоемісійне скло. Planeta Design. URL: https://uk.planetadesign.com/6638038-low-emissivity-glass (дата звернення: 08.11.2023).

18. Тепла рамка | Тепловарта. Тепловарта | Енергоефективні вікна та фасади. URL: https://teplovarta.te.ua/тепла-рамка/ (дата звернення: 08.11.2023). 88

19. Winergetic Premium Passive Windows PVC - Oknoplast. Oknoplast. URL: https://oknoplast.com/windows/winergetic-premium-passive/ (date of 08.11.2023). access:

20. Большие окна – больше света | GENEO RAU-FIPRO X. Window Solutions Deutschland | REHAU. URL: https://window.rehau.com/by-be/geneo-rau-fipro-x (дата звернення: 08.11.2023).

21. Przezroczysta termoizolacja a promieniowanie słoneczne | Planergia. Planergia | łączymy z energią. URL: https://www.planergia.pl/post/przezroczysta-termoizolacja-apromieniowanie-sloneczne-1852 (дата звернення: 08.11.2023).

22. Właściwości i funkcjonowanie izolacji transparentnych. Świat szkła. URL: https://swiat-szkla.pl/article/1267-wlasciwosci-i-funkcjonowanie-izolacjitransparentnych (дата звернення: 08.11.2023).

23. Энергоэффективнее и дешевле. Tesla представила третье поколение революционных солнечных крыш Solar Roof - ITC.ua. ITC.ua. URL: https://itc.ua/news/energoeffektivnee-i-deshevle-tesla-predstavila-trete-pokolenierevolyucztionnyh-solnechnyh-krysh-solar-roof/ (дата звернення: 08.11.2023).

24. Вакуумна теплоізоляційна панель Kingspan OPTIM R: с доставкой от "АТТІК" ТзОВ (бренды Sika, Icopal, Texsa, PrimaTess). Материалы BMI-POLSKA, Sika, Siplast, VLCEK, Koga Bau – мембраны ПВХ, герметики, рубероид. URL: https://sikalvov.com/ua/p733935250-vakuumnaya-teploizolyatsionnayapanel.html (дата звернення: 08.11.2023).

25. Сердюк В. Р., Сердюк Т. В., Франишина С. Ю. Удосконалення огороджуючих конструкцій як джерело зниження теплових втрат сучасної

будівлі. Сучасні технолоргії будівництва. Вип. 26. Київ: КНУБА. 2019. С. 153-159.

26. Фаренюк Г.Г., Тимофєєв М.В. Енергоефективність громадських будинків з врахуванням ергономіки теплового середовища. Комунальне господарство міст. Вип. 135. Харків : ХНУБА. 2017. С. 129-123.

27. Фаренюк ГГ, Сергейчук ОВ. Методичні основи розгляду показників енергоефективності будівель. Спеціалізований журнал "Вітрина", №3-4, 2013 р. 89

28. Білявський М. Енергетична бідність в Україні: виклики і шляхи врегулювання. Razumkov centre. URL: https://razumkov.energy/meny/research/researchenergy-uapolicy/ (дата звернення: 23.11.2022).

29. Вплив відсутності електрики на опалювальний сезон. Заборона. URL: https://zaborona.com/vidsutnist-elektryky-shho-bude-z-czentralizovanym-opalennyam-tatymy-v-kogo-gazovyj-kotel/ (дата звернення: 23.11.2022).

30. Олексій Чернишов: зима спитає з кожного!. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: https://www.minregion.gov.ua/press/news/oleksijchernyshov-zyma-spytaye-z-kozhnogo/ (дата звернення: 23.11.2022).

31. Пойнер Б. Дослідження прокладання шляху до кращого розуміння причин енергетичної бідності та пропозиції політики її пом’якшення в Енергетичному співтоваристві. Energy Community https://www.energy-community.org/news/Energy-CommunityHomepage. URL: News/2021/12/6.html?fbclid=IwAR2sRgEN1NkrZpQWdfENRege2sLQ5JBTCnIGUXnt9 da__DWOrKlPJjKUOW4 (дата звернення: 23.11.2022).

32. ДСТУ EN 14351-1:2020 Окна и двери. Требования. Часть 1. Окна и наружные двери. [Чинний від 2021-02-01]. Вид. Офіц. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2020. 64 с. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=90350 33. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. Офіц. Київ: ДП

«Укр НДНЦ», 2021. 26 с. URL: https://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?id_doc=98037

34. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. - 51 с. (Національний стандарт України).

35. ДСТУ 3008-2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2014. 51 с. (Національний стандарт України).

36. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01] Вид. офіц. Київ: ДП «Укр НДНЦ», 2016. 20 с. 90

37. Директива Європейського Парламенту і Ради 2012/27/ЄС від 25 жовтня 2012 року про енергоефективність, внесення змін до директив 2009/125/ЄС і 2010/30/ЄС та про скасування директив 2004/8/ЄС і 2006/32/ЄС : Директива Європ. Союзу від 25.10.2012 р. № 2012/27/ЄС : станом на 4 лип. 2019 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_017-12Text (дата звернення: 23.11.2022).

38. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 р. № 2118-VIII : станом на 3 серп. 2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/211819Text (дата звернення: 23.11.2022).

39. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 р. № 1818IX : станом на 3 серп. 2022 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20Text (дата звернення: 23.11.2022). :

40. Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року Розпорядж. Каб. Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1803-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-р#Text (дата звернення: 23.11.2022).