

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Тема: Ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля під час модернізації приватних будинків

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____
(підпис)

Керівник проекту Аблєєва І. Ю. _____
(підпис)

Консультант:
з охорони праці Фалько В.В. _____
(підпис)

Виконавець
студент групи ТСм-11 Красуля Б.О. _____
(підпис)

Суми 2022

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
_____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Красулі Богдана Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля під час модернізації приватних будинків

затверджена наказом по університету від "03" листопада 2022 р. № 1006-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 15 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

наукові статті та дослідження щодо ефективності використати відновлювальних джерел енергії (теплові насоси, сонячні панелі) та щодо впровадження ресурсозберігаючих заходів у приватних домогосподарствах

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Літературний огляд за досліджуваною тематикою: застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі, розвиток ресурсо- та енергозберігаючих технологій, вимоги екологічних стандартів та нормативів у галузі будівництва; Об'єкт та методи дослідження: ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля як об'єкт дослідження, методика розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій, методика та алгоритм застосування SWOT-аналізу; Характеристика то опис параметрів для розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій, розрахунок ресурсо- та енергозберігаючих технологій захисту довкілля; SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Тема роботи. Мета, завдання, об'єкт та предмет дослідження. Приклади застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі: світовий та вітчизняний досвід. Технологічна схема та принцип роботи теплового насосу, сонячних панелей та систем модернізації тепловтрат. Методика розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій: тепловий насос, сонячні панелі та системи модернізації тепловтрат. Результати розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій: тепловий насос, сонячні панелі та системи

модернізації тепловтрат. Результати SWOT-аналізу соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій. Висновки.

Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|---------------|-------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | Фалько В.В. | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|---|---|--|----------|
| 1 | Розділ 1. Літературний огляд за досліджуваною тематикою | Квітень-Вересень 2022 р. | |
| 2 | Розділ 2. Об'єкт та методи дослідження | Вересень-Жовтень 2022 р. | |
| 3 | Розділ 3. Результати дослідження | Жовтень-листопад 2022 р. | |
| 4 | Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | Листопад 2022 р. | |

5. Дата видачі завдання 24.09.2022

Студент _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел URL, який містить 30 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 66 с., у тому числі 23 таблиць, 9 рисунків, перелік джерел URL 4 сторінки.

Мета роботи – встановлення ефективності впровадження ресурсо- та енергозберігаючих заходів у приватних будинках з метою економії природних ресурсів та зниженню техногенного навантаження на довкілля.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі *завдання*:

- здійснення літературного огляду щодо застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі як в Україні, так і закордоном;
- аналіз вимог екологічних стандартів та нормативів у галузі будівництва;
- проведення розрахунку теплового насосу для приватного будинку;
- проведення розрахунку сонячних панелей для приватного будинку;
- проведення розрахунку системи модернізації тепловтрат для приватного будинку;
- здійснення SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Об'єкт дослідження – ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля: тепловий насос, сонячні панелі, система модернізації тепловтрат.

Предмет дослідження – зниження техногенного навантаження на довкілля у разі енерго- та термомодернізації приватного будинку.

Ключові слова: РЕСУРСМОДЕРНІЗАЦІЯ, ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, СОНЯЧНІ ПАНЕЛІ, ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Перелік скорочень | 5 |
| Вступ..... | 6 |
| Розділ 1 Літературний огляд за досліджуваною тематикою | 8 |
| 1.1 Застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі | 8 |
| 1.2 Розвиток ресурсо- та енергозберігаючих технологій в Україні..... | 11 |
| 1.3 Закордонний досвід щодо впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій..... | 12 |
| 1.4 Вимоги екологічних стандартів та нормативів у галузі будівництва..... | 17 |
| 1.5 Постановка задач дослідження | 20 |
| Розділ 2 Об'єкт та методи дослідження..... | 22 |
| 2.1 Ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля як об'єкт дослідження..... | 22 |
| 2.2 Методика розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій..... | 28 |
| 2.3 Методика та алгоритм застосування SWOT-аналізу..... | 36 |
| Розділ 3 Результати дослідження | 39 |
| 3.1 Характеристика та опис параметрів для розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій | 39 |
| 3.2 Розрахунок ресурсо- та енергозберігаючих технологій захисту довкілля | 41 |
| 3.3 SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій | 46 |
| Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях | 53 |
| 4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів під час модернізації приватних будинків | 53 |
| 4.2 Розрахунок рівнів шуму під час модернізації приватних будинків та шляхи його зниження | 57 |
| 4.3 Забезпечення пожежної безпеки при модернізації приватних будинків | 60 |
| Висновки..... | 62 |
| Перелік джерел посилань | 63 |

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№дубл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ТС 21510190

| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|-----------|-------|------|
| | | Красуля | | |
| | | Аблесва | | |
| | | Батальцев | | |
| | | Пляцук | | |

Ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля під час модернізації приватних будинків

| Літ. | Аркуш | Аркушів |
|--------------------------------|-------|---------|
| | 4 | 66 |
| СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТСМ-11 | | |

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

| | |
|------|-----------------------------------|
| ВДЕ | відновлювальні джерела енергії |
| ТЕЦ | теплоелектростанція |
| СЕС | сонячні електростанції |
| ГЕС | гідроелектростанції |
| ГАЕС | гідроакумулювальна електростанція |
| ДБН | державні будівельні норми |
| ТН | тепловий насос |
| ГПВ | гаряче водопостачання |
| ККД | коефіцієнт корисної дії |
| ГДК | гранично допустима концентрація |
| ОБРВ | орієнтовно безпечні рівні вмісту |

| | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|--|--|--|--|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | | | | |
| | | | | | Арк | | | | |
| | | | | | 5 | | | | |

ВСТУП

Актуальність роботи. Протягом багатьох років людство для забезпечення своїх потреб споживало невідновлювані джерела енергії, такі як вугілля, газ, та нафту. Дані джерела відносяться до категорії невідновлювальних, оскільки темпи їх накопичення в рази менше швидкості їх видобування і використання. У зв'язку з цим і рядом інших факторів, серед яких забруднення довкілля, постає питання пошуку альтернативних джерел енергії.

Важливим завданням по збереженню природних ресурсів являється впровадження енергозберігаючих заходів та технологій як на державному рівні, так і на рівні приватних домогосподарств.

Енергозбереження в приватному секторі охоплює сукупність заходів щодо забезпечення економії електричної енергії, зниженню тепловтрат, економії води, зниження споживання газу, застосування відновлювальних видів енергії (сонячних батарей, вітряних електростанцій, теплових насосів).

Ефективне використання енергоресурсів в приватному секторі є надзвичайно важливим завданням для не тільки для соціально-економічного розвитку чи енергетичної незалежності України, а й для зниження техногенного навантаження на довкілля..

Метою роботи є встановлення ефективності впровадження ресурсо- та енергозберігаючих заходів у приватних будинках з метою економії природних ресурсів та зниженню техногенного навантаження на довкілля.

Завдання, що були поставлені:

- здійснення літературного огляду щодо застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі як в Україні, так і закордоном;
- аналіз вимог екологічних стандартів та нормативів у галузі будівництва;
- проведення розрахунку теплового насосу для приватного будинку;
- проведення розрахунку сонячних панелей для приватного будинку;

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

6

- проведення розрахунку системи модернізації тепловтрат для приватного будинку;
- здійснення SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Об'єктом роботи є ресурсо- та енергозберігаючі технології: тепловий насос, сонячні панелі, система модернізації тепловтрат.

Предметом роботи є еколого-економічна доцільність енерго- та термомодернізації приватного будинку.

Методи дослідження – аналіз наукової та довідкової літератури, систематизація та узагальнення інформації, узагальнено науково-теоретичних даних, проведення розрахунків і здійснення пошукової роботи з метою підбору обладнання та устаткування.

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | | | | | 7 |
| | | | | | | | | | | |

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ЗА ДОСЛІДЖУВАНОЮ ТЕМАТИКОЮ

1.1 Застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі

Згідно результатів дослідження Міжнародної енергетичної агенції, відновлювальні джерела енергії відіграють помітну роль у сфері виробництва енергії [1]. У таблиці 1.1 наведені дані, щодо джерел виробництва енергії у країнах Європи.

Таблиця 1.1 – Дані щодо постачання первинної енергії у країнах Європи

| Країна | Разом | Вугілля | Природний газ | Ядерна енергетика | Гідроенергетика | Вітрова/сонячна | Біопаливо | Нафта |
|----------------|---------|---------|---------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | | | | | | |
| Європа | 1998105 | 321869 | 514120 | 244092 | 49751 | 67442 | 174284 | 635011 |
| Німеччина | 311245 | 71414 | 75341 | 19887 | 1733 | 13407 | 31012 | 102965 |
| Франція | 247086 | 9891 | 38492 | 103796 | 4297 | 3579 | 17912 | 72568 |
| Великобританія | 175883 | 9564 | 67839 | 18327 | 510 | 5344 | 12414 | 60616 |
| Італія | 153445 | 9344 | 614549 | - | 3113 | 9331 | 14861 | 52001 |
| Туреччина | 146797 | 40089 | 44232 | - | 5006 | 10170 | 3032 | 44318 |
| Іспанія | 126014 | 12649 | 272661 | 15123 | 1615 | 7594 | 7540 | 53438 |
| Польща | 103845 | 49421 | 15445 | - | 220 | 1373 | 8145 | 29028 |
| Україна | 89462 | 25757 | 24554 | 22449 | 769 | 149 | 2989 | 12696 |

За даними Міжнародної енергетичної агенції у 2019 році енергія, вироблена гідроелектростанціями, склала 23 430 ТДж, на вітрових і сонячних електростанціях створено 17 831 ТДж енергії, на біостанціях - 158 530 ТДж. Для теплопостачання як громадських, так і житлових будівель було витрачено 77807 ТДж енергії виробленої на біостанціях, в той час на потреби ТЕЦ та теплових установок - 6460 ТДж, і 33064 ТДж відповідно.

За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, встановлена потужність відновлювальних джерел енергії в країні в 2010-2019 рр. представлено в таблиці 1.2.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

8

Таблиця 1.2 – Потужність ВДЕ в Україні за останні 10 років

| Джерела | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Потужність, МВт | | | | | | | | | |
| Вітрова енергія | 87 | 151 | 194 | 334 | 426 | 427 | 438 | 465 | 533 | 1170 |
| Сонячна енергія | 3 | 191 | 326 | 616 | 411 | 432 | 531 | 742 | 1388 | 4925 |
| СЕС домогосподарств | - | - | - | - | 0,1 | 2 | 17 | 51 | 157 | 400 |
| Малі ГЕС | 68 | 71 | 73 | 75 | 80 | 87 | 90 | 95 | 99 | 114 |
| Біомаса | - | - | 6 | 17 | 35 | 35 | 39 | 39 | 52 | 55,9 |
| Біогаз | - | - | - | 7 | 14 | 17 | 20 | 34 | 46 | 70,3 |
| Великі ГЕС та ГАЕС | 5400 | 5400 | 5400 | 5724 | 5724 | 6048 | 6048 | 6048 | 6048 | 6048 |

Як видно з таблиці 1.2 основний вклад у ВДЕ в Україні вносять ГЕС та ГАЕС, сонячні та вітрові електростанції.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605 розроблено Енергетичну стратегію України на наступну чверть століття. Основна увага в ній спрямована на використання широкого спектру відновлюваних джерел енергії, а також на енергоефективність та конкурентоспроможні альтернативи. Деякі з ключових ідей, що містяться в стратегії, наведені нижче:

- геотермальна та гідротермальна енергія може бути використана для виробництва тепла;
- розумні мережі, які використовують відновлювані джерела енергії, такі як сонячні панелі, можуть замінити старі генератори електроенергії; це дозволить накопичувати надлишкову енергію;
- вивчення можливості використання акумуляторів для накопичення додаткової енергії.

Фундаментальні відмінності між різними формами відновлюваної енергії вимагають спеціальних методів перетворення ВДЕ в бажаний тип енергії для індивідуального використання. У рамках впровадження ВДЕ у приватних будинках важливо враховувати потенціал місцевих енергетичних ресурсів та потреби споживача. Подібний підхід має на меті поєднання виробництва енергії та отримання економічної вигоди від проекту. Отже, перед розробленням та

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№дубл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

9

впровадженням будь-яких технологій ВДЕ необхідно застосувати цілісний підхід, що включає наступні етапи:

- визначення енергетичного потенціалу території;
- оцінка існуючих та потенціальних енергетичних потоків;
- визначення можливостей використання енергії у енергоустановках

індивідуальних будинків.

На рисунку 1.1 наведено розподіл застосування ВДЕ для теплопостачання індивідуальних будинків, в тому числі й в Україні.

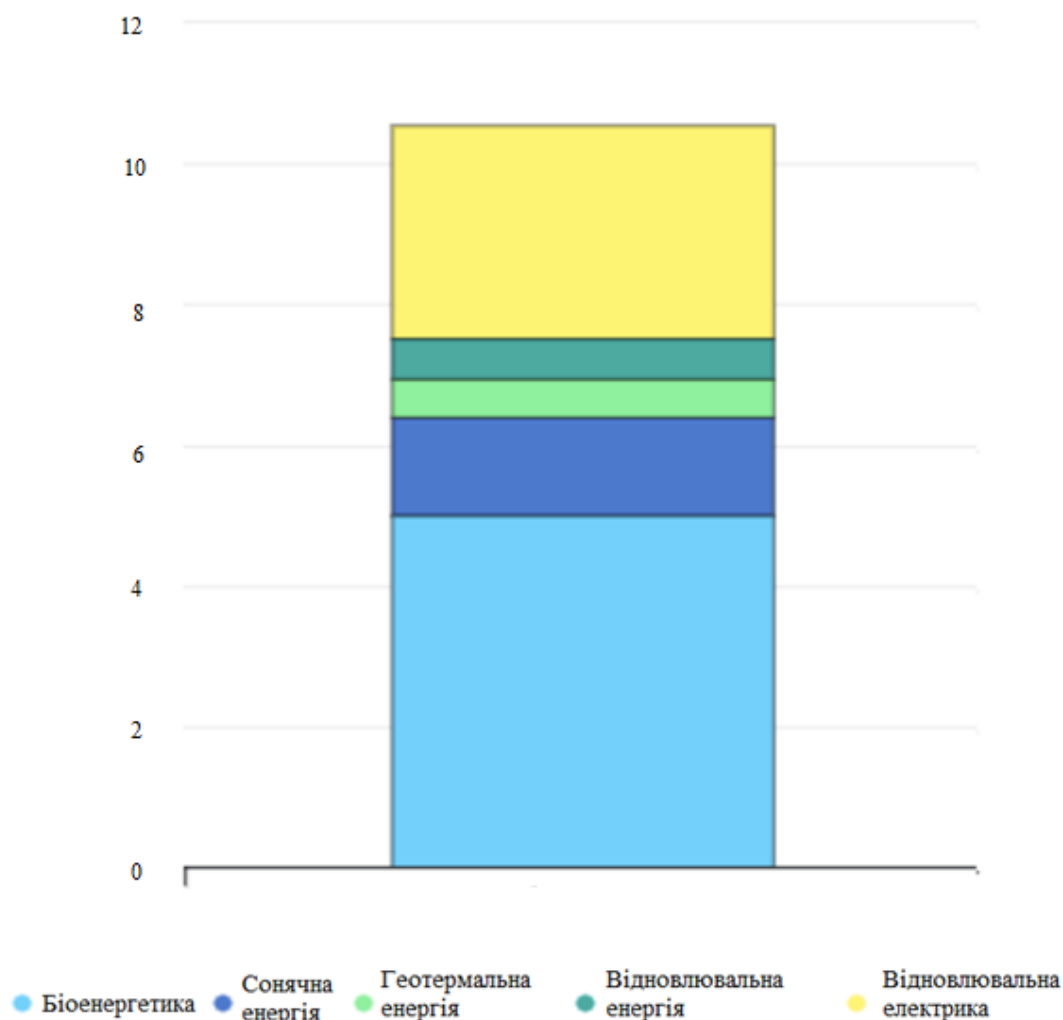


Рисунок 1.1 – Частка різних типів ВДЕ у споживання теплової енергії індивідуальними будинками

| | |
|--------------|--------------|
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Взаєм.інв.№ |
| Інв.№дубл. | Інв.№дубл. |
| Інв.№подл. | Інв.№подл. |

Таблиця 1.3 – Структура загального первинного постачання енергії України, %

| Найменування джерел первинного постачання енергії | 2015 рік | 2020 рік | 2025 рік (прогноз) | 2030 рік (прогноз) | 2035 рік (прогноз) |
|---|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Вугілля | 30,4 | 22 | 16,1 | 14,3 | 12,5 |
| Природний газ | 28,9 | 29,3 | 31 | 30,8 | 30,2 |
| Атомна енергія | 25,5 | 29,3 | 32,2 | 29,7 | 25,0 |
| Біомаса, біопаливо та відходи | 2,3 | 4,9 | 6,9 | 8,8 | 11,5 |
| Сонячна та вітрова енергія | 0,1 | 1,2 | 2,4 | 5,5 | 10,4 |
| ГЕС | 0,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 1,0 |
| Термальна енергія | 0,6 | 0,6 | 1,1 | 1,6 | 2,1 |
| Усього: | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| у т. ч. викопні ресурси | 96 | 92 | 88 | 83 | 75 |
| у т. ч. відновлювальні ресурси | 4 | 8 | 12 | 17 | 25 |

Енергетична стратегія України спрямована на модернізацію енергетичного сектору для забезпечення сталого розвитку та підвищення енергетичної безпеки. В рамках цього, передбачає перетворення паливно-енергетичного комплексу з проблемної системи, яка потребує постійної державної підтримки, на конкурентоспроможну ефективну галузь. Ця зміна необхідна, оскільки паливно-енергетичні ресурси України ускладнюють модернізацію економіки та інтеграцію в ЄС, яка досягається шляхом розвитку конкурентоспроможних ринків, ресурсів і нових технологій для відновлюваних джерел енергії [3–5].

1.3 Закордонний досвід щодо впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій

Через потребу в альтернативі звичайному паливу багато розвинених країн продовжують пошуки нових джерел енергії. Використовуючи відновлювані ресурси, попит на традиційні джерела зменшується. Це допомагає вирішити екологічні проблеми та обмежити використання традиційних енергетичних ресурсів і значно знизити негативний вплив на довкілля [7].

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

12

Застосування ВДЕ у різних галузях промисловості дозволить значно зменшити вплив на природне середовище за рахунок:

- мінімізації викидів парникових газів, що являються продуктами спалювання органічного палива;
- вирішення проблеми поводження з органічними відходами шляхом їх енергетичної утилізації;
- скорочення споживання невідновлювальних корисних копалин.

ВДЕ мають більшу вагу через довгострокову тенденцію у світовому виробництві та споживанні електроенергії. Це допомагає мінімізувати коливання в загальній системі та підвищує прогнозованість економіки. Щорічні інвестиції в тисячі доларів в альтернативні джерела енергії вказують на зростаючий інтерес до цієї форми енергії.

У 2017 році багато європейських країн продемонстрували значне збільшення як фінансування, так і інтересу до розробок ВДЕ. До них відносяться Греція та Швеція, де спостерігається зростання на 287 % і 127 % відповідно. Цікаво також відзначити, що більшість країн показали зниження свого інтересу порівняно з попередніми роками. Проте Німеччина, Велика Британія та Франція значно збільшили фінансування порівняно з попереднім роком (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 – Інвестиції у ВДЕ в Європі за країнами у 2017 р., млрд дол., і зміни порівняно із 2016 р., %

| Країна | 2017 | % приросту до 2016 |
|-----------------|------|--------------------|
| Німеччина | 10,4 | -35 |
| Велика Британія | 7,6 | -65 |
| Швеція | 3,7 | 127 |
| Франція | 2,6 | -14 |
| Туреччина | 2,2 | -8 |
| Нідерланди | 1,8 | 52 |
| Італія | 1,7 | 1 |
| Норвегія | 1,4 | -25 |
| Ірландія | 0,8 | 1 |
| Греція | 0,8 | 287 |

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Вип. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№ | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

13

Показовим є досвід Швеції щодо використання теплових насосів для систем теплопостачання та ГВП. Вперше, у цій країні теплові насоси почали використовуватися у 1980 роках і з того часу, часта ВДЕ у системах теплопостачання та ГВП невинно зростає (рисунок 1.2).

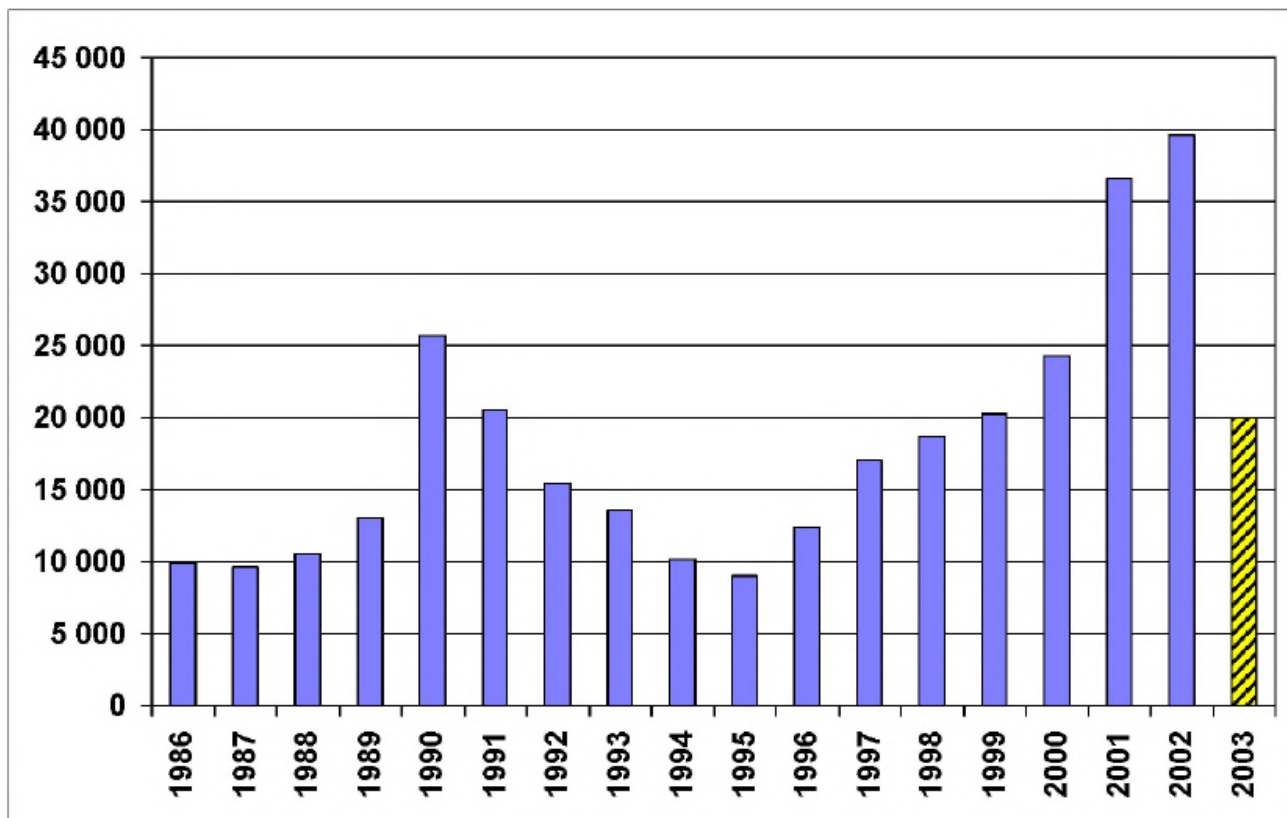


Рисунок 1.2 – Кількість проданих ТН у Швеції протягом 1986-2003 роки

Найбільшої популярності у Швеції отримали теплові насоси, що використовують енергію землі із вертикальною свердловиною та теплові насоси, що працюють на відпрацьованому повітрі (рисунок 1.3) [8, 9, 12, 13].

Широкої популярності у приватних оселях Швеції набула схема використання ТН як для нагрівання води, так і для теплопостачання будинку.

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
| | | | | |

ТС 21510190

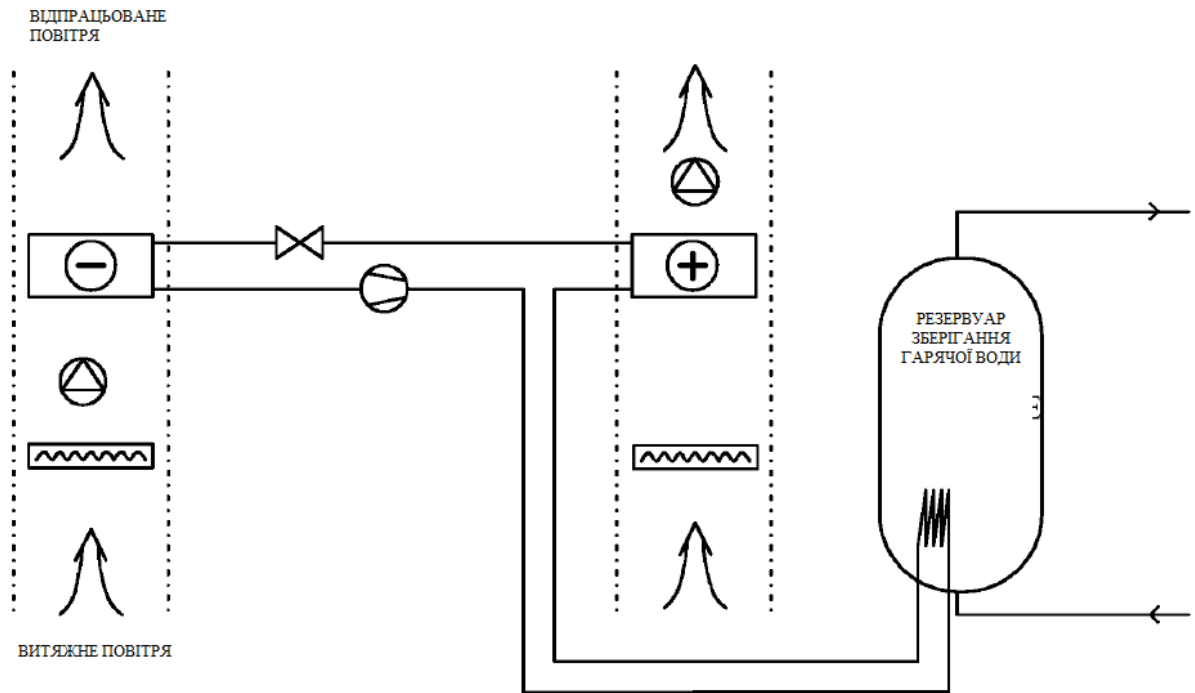
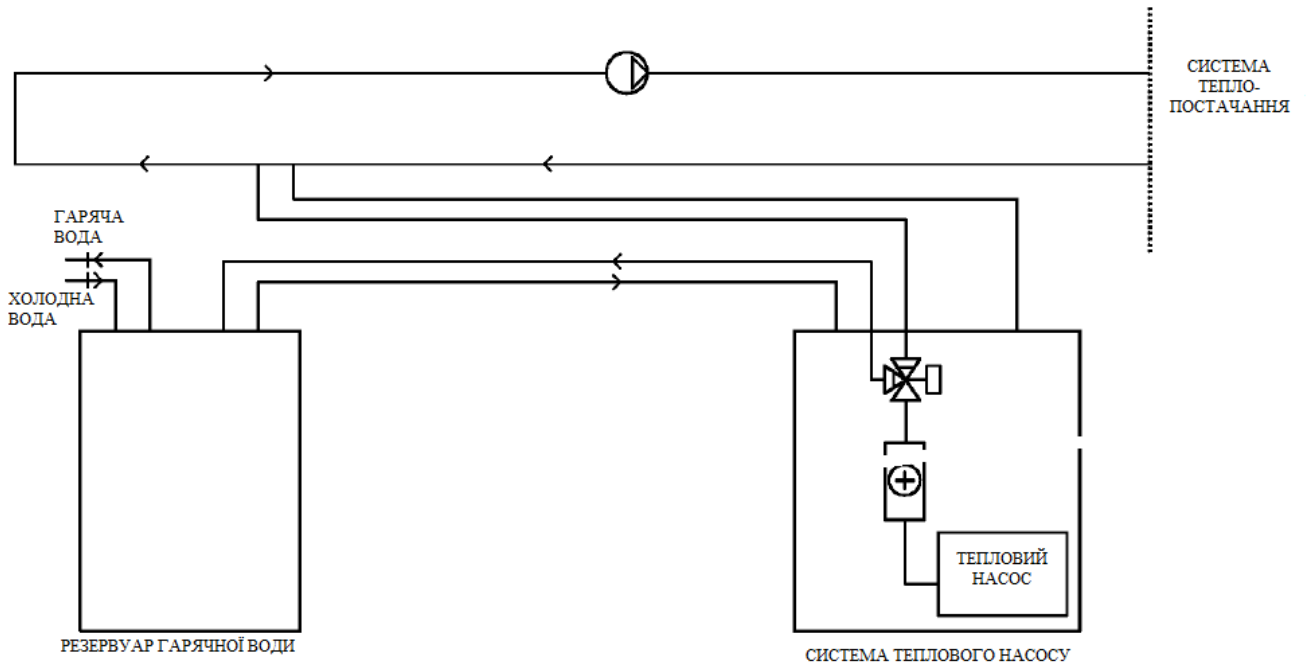


Рисунок 1.3 – Приклади системи теплопостачання та ГВП будинку з використанням технології ТН

У роботі [9] наводяться приклади систем автономного тепло- та енергопостачання будинків, центральне місце в яких займає ВДЕ.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

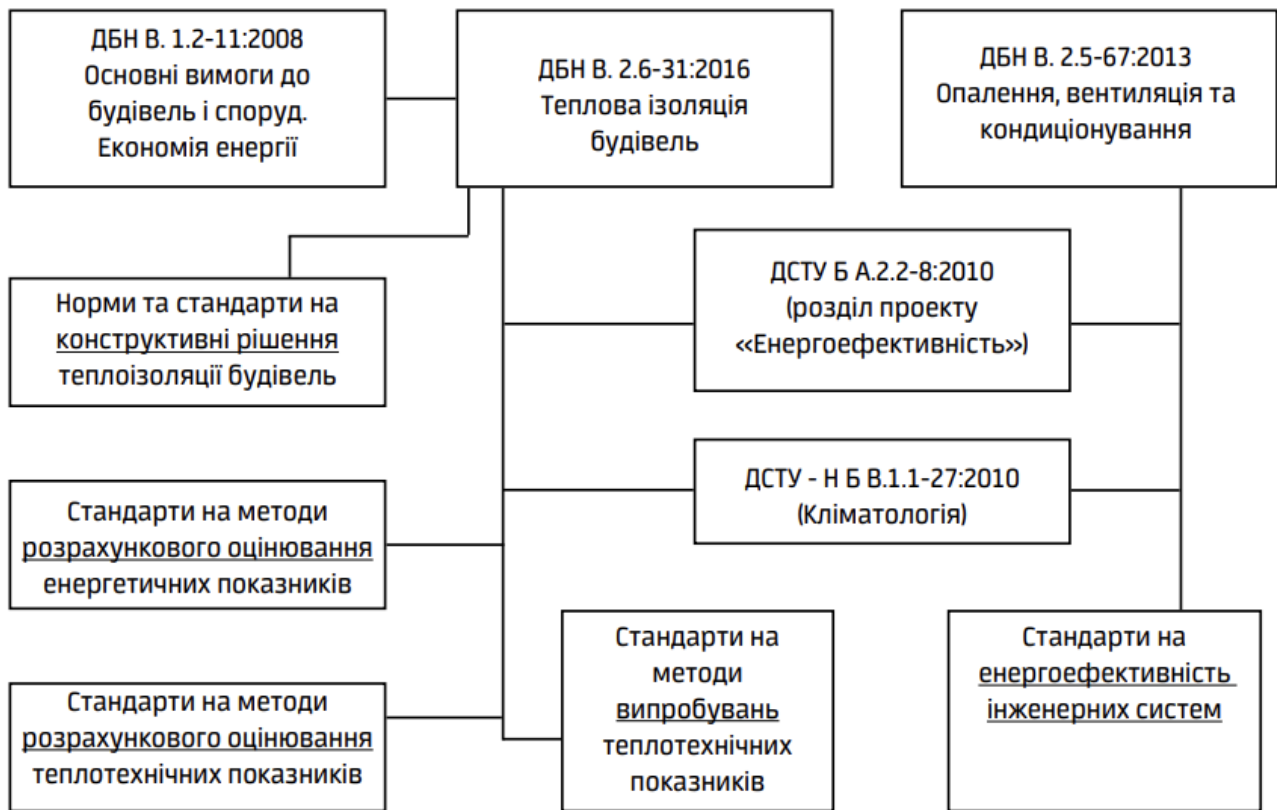


Рисунок 1.4 – Структура комплексу нормативних документів з енергоефективності будівель

Положення цих норм використовуються при розробленні технічних завдань щодо будівельних норм та регламентних технічних умов. Реалізації цих положень у проектній практиці присвячені усі інші нормативні документи з енергоефективності будівель і споруд.

ДБН В.2.6-31:2016 встановлюють вимоги до показників енергоефективності та теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будівель і споруд і порядку їх розрахунку з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на опалення та охолодження, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, довговічності огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівель та споруд. Ці норми застосовують при проектуванні будівель і споруд, що опалюються, кондиціонуються та охолоджуються, при новому будівництві, реконструкції, термомодернізації, капітальному ремонті та

| | | | | | | | | | |
|------------|--------------|------------------------|--------------|------|-------------|--|--|--|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | Підп. і дата | | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | 18 |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | | | | |

технічному переоснащенні при складанні енергетичного паспорта та енергетичного сертифікату, визначенні витрат паливно-енергетичних ресурсів для опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення будівель розрахунковим методом, проведенні енергетичного аудиту будівель та споруд.

У ДБН В.2.6-31:2016 уточнені мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій – у більшій степені враховано охолодження суміщених покриттів і дахів завдяки тепловому випромінюванню. Надано нормативні числові значення питомої енергопотреби для різних за призначенням будівель у температурних зонах України. Для цивільних будівель заввишки до трьох поверхів і підприємств торгівлі нормативні показники представлені в залежності від коефіцієнта компактності, оскільки ця група будівель має великий розкид значень висот приміщень.

З 1 листопада 2011 року в Україні введені нові норми з будівельної кліматології - ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011 «Будівельна кліматологія». Ці норми містять широкий набір кліматичних параметрів, достатній для вирішення більшості завдань з проектування енергоефективних будівель. Їх розробка була проведена на основі системного аналізу діючих в СНД нормативних документів з будівельної кліматології, тенденцій зміни клімату останнім часом і цілей розробки відповідного документа. Це було пов'язано з тим, що наприкінці 70-х років минулого століття почалося глобальне потепління, яке суттєво змінило клімат України. До того ж зміни торкнулися не тільки температури повітря, а й циркуляції атмосфери, її хмарності й прозорості, розподілу та інтенсивності опадів. Тобто змінилися майже всі кліматичні показники.

ДСТУ-Н Б А 2.2-12:2015 «Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» є фактично національним додатком до стандарту ДСТУ Б EN ISO 13790:2011.

Аналогічно ДСТУ-Н Б А 2.2-13:2015. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель є національним додатком до стандартів ДСТУ Б EN 15603:2013

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 19 |

та ДСТУ Б EN 15217:2011. Він поширюється на процедуру розроблення та складання енергетичного сертифікату будівель різного призначення з параметрами мікроклімату, що нормуються під час проектування нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, технічного переоснащення (термомодернізації), експлуатації та проведення енергетичного обстеження, під час зміни власника будівлі, відчуження, передавання в найм квартири/будівлі, за бажанням власника існуючої будівлі, для демонстрації рівня енергоефективності[11, 12].

1.5 Постановка задач дослідження

Для світу в цілому і для України окремо, характерним є зростання частки ВДЕ у процесі енергозабезпечення. Широкого використання в Україні отримали вітрові та сонячні електростанції та процеси енергетичної утилізації органічних відходів. Слід відмінити, що впровадження ресурсо- та енергоефективних заходів, як на державному, так і на рівні приватних домогосподарств, являється важливим завданням по збереженню природних ресурсів.

Виходячи з цього, була сформована така мета кваліфікаційної роботи: встановлення ефективності впровадження ресурсо- та енергозберігаючих заходів у приватних будинках з метою економії природних ресурсів та зниженню техногенного навантаження на довкілля.

Відповідно до мети були поставлені наступні завдання:

- здійснення літературного огляду щодо застосування відновлювальних джерел енергії у приватному секторі як в Україні, так і закордоном;
- аналіз вимог екологічних стандартів та нормативів у галузі будівництва;
- проведення розрахунку теплового насосу для приватного будинку;
- проведення розрахунку сонячних панелей для приватного будинку;
- проведення розрахунку системи модернізації тепловтрат для приватного будинку;

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 20 |

– здійснення SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | | 21 |

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Ресурсо- та енергозберігаючі технології захисту довкілля як об'єкт дослідження

Комплекс інженерно-технічних заходів щодо підвищення ресурсо- та енергоефективності будинку включає наступні рішення:

- підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій за рахунок використання енергозберігаючих технологій;
- модернізація систем опалення та водопостачання зовнішніх та внутрішніх мереж;
- модернізація систем вентиляції;
- ведення обліку використання ресурсів з метою регулювання їх споживання [13].

Усі перелічені заходи та шляхи їх реалізації наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Напрямки ресурсо- та енергомодифікації будинків

| Напрям модернізації | Шляхи реалізації |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Підвищення термічного опору огорожувальних конструкцій | <ul style="list-style-type: none"> – теплоізоляція зовнішніх стін будинку різними шляхами; – теплоізоляція цокольного поверху та підвального покриття; – встановлення енергозберігаючих дверей та вікон; |
| Модернізація систем опалення та водопостачання внутрішніх мереж | <ul style="list-style-type: none"> – часткова модернізація шляхом встановлення за нагрівальним обладнанням автоматичних регуляторів теплового потоку та ізольованих відбивачів; – комплексна модернізація, що включає технологічні рішення часткової модернізації, а також встановлення малоінерційних приладів та автоматичних регуляторів потоку; |

| |
|------------------------|
| Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

Продовження таблиці 2.1

| | |
|---|--|
| <p>Модернізація систем опалення та водопостачання зовнішніх мереж</p> | <ul style="list-style-type: none"> – заміна застарілих інженерних мереж на сучасні, наприклад встановлення сучасних теплових мереж з пінополіуретаном для утеплення; – автоматизація роботи мережі шляхом встановлення автоматичного керування та регульованого приводу насосних агрегатів; – встановлення електрочотлів для зберігання теплової енергії в нічний час; – проведення періодичного контролю та діагностити елементів зовнішніх мереж для вчасного виявлення недоліків та ушкоджень; – впровадження ВЕД-технологій у існуючі системи тепло- та водопостачання; |
| <p>Модернізація систем вентиляції</p> | <ul style="list-style-type: none"> – використання систем вентиляції з рекуперацією тепла вихідного повітря, у тому числі за допомогою теплових насосів; – використання рекуперованого тепла для потреб гарячого водопостачання; – встановлення місцевої вентиляції з рекуперацією тепла |
| <p>Ведення обліку використання ресурсів з метою регулювання їх споживання</p> | <ul style="list-style-type: none"> – встановлення лічильників спожитих ресурсів з метою автоматизації та регулювання тепловитрат |

При виборі напрямку енерго- та термомодернізації будинку, підбору обладнання та устаткування, необхідно врахувати ряд факторів, серед яких:

- кліматичні умови району розташування об'єкту модернізації;
- геометричні, теплоенергетичні характеристики будівлі;
- нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови;
- технічні характеристики проектного обладнання [14].

В даній роботі розглянемо можливість ресурсо- та енергомодернізації будинку за рахунок підвищення термічного опору огороджувальних конструкцій та модернізації зовнішніх мереж шляхом встановлення теплового насосу, сонячних панелей.

Тепловий насос (ТН) – це пристрій, який дозволяє отримувати з низькопотенційних джерел природного та штучного походження потоки заданої температури. До низькопотенційних джерел відноситься: геотермальних підземних вод, річкових вод, озер, морів, побутових стічних вод, вентиляційних

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 23 |

викидів, води промислових і технічних циклів. В залежності від джерела енергії, ТН поділяють на:

- геотермальні;
- водяні;
- повітряні;
- теплові насоси, що використовують вторинну теплову енергію.

Схематично ТН можна представити у вигляді системи, що складається з трьох замкнутих контурів (рисунок 2.1).

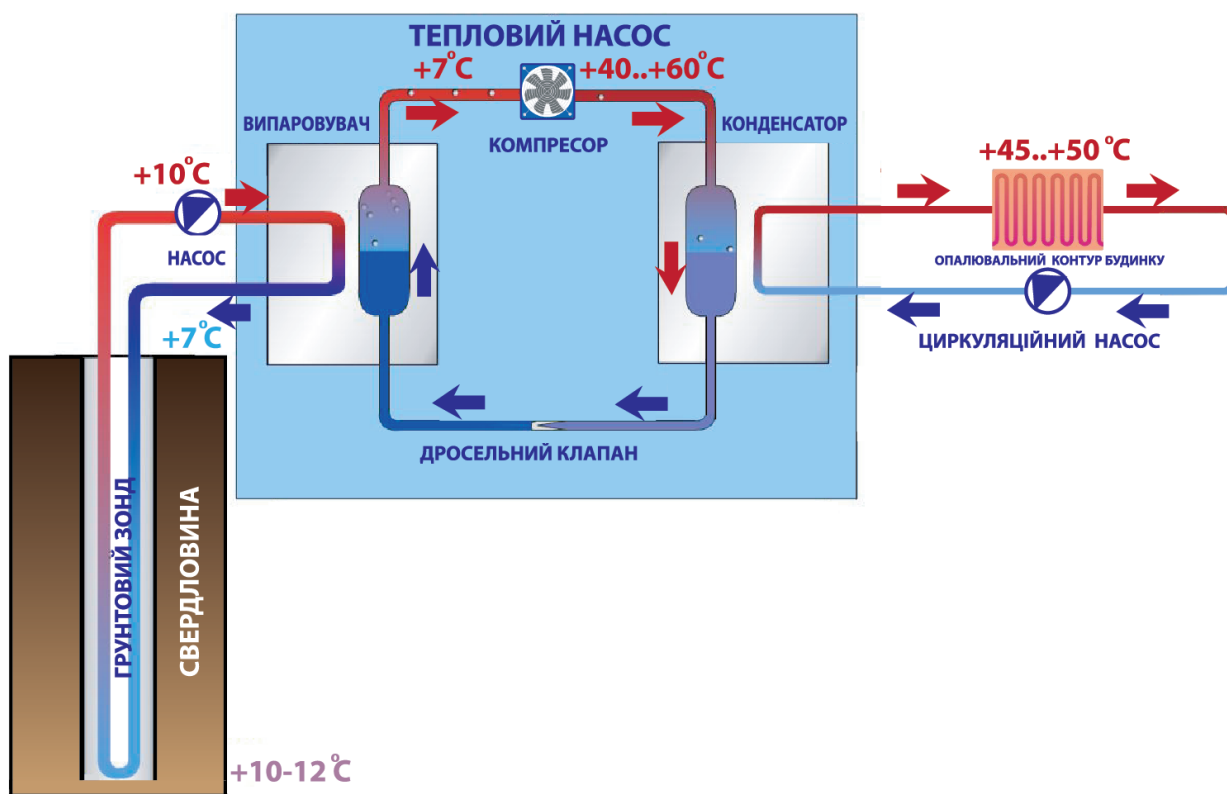


Рисунок 2.1 – Принцип роботи теплового насосу

У першому контурі головну роль відіграє теплообмінник, який поглинає тепло з навколишнього середовища. У другому контурі – холодоагент (речовина, здатна кипіти при низьких температурах і змінювати свій полімерний стан з рідкого на газоподібний і навпаки). Третє – вода в системі опалення будинку. Під

| | | | | |
|--------------|--------------|-------------|------------|------------|
| Підп. і дата | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Інв.№подл. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
| | | | | |

час подачі повітря або води в теплообмінник циркулюючий холодоагент (фреон) поглинає частину тепла від джерела тепла і охолоджує його на кілька градусів. Холодоагент змінюється з рідини на газ. Компресор забирає холодоагент і стискає його. З підвищенням тиску підвищується температура. Далі холодоагент потрапляє в конденсатор, де віддає тепло воді в системі опалення, перетворюючись з газу в рідину. Щоб тиск холодоагенту впав, він потрапляє в дросельну заслінку і починає цикл заново [15].

До переваг використання ТН можна віднести:

- автономність системи опалення і ГПВ;
- можливість застосування як для опалення, так і кондиціонування приміщення;
- безпечність експлуатації;
- тривалий термін експлуатації;
- мінімізація впливів на довкілля.

До недоліків використання теплових насосів відноситься:

- висока ціна та тривалий термін окупності;
- необхідність значної території для розміщення обладнання та устаткування;
- високий рівень шуму під час роботи обладнання котельні.

Сонячні панелі складаються з фотоелементів, укладених у загальний каркас (рисунок 2.2). Коли сонячне світло потрапляє на фотоелемент, в ньому утворюються нерівноважні електронно-діркові пари. Надлишок електронів і «дірок» частково переноситься з одного шару напівпровідника в інший через р-п-перехід. В результаті в зовнішньому ланцюзі з'являється напруга. При цьому на контакті р-шару формується позитивний електрод джерела струму, а на п-шарі – негативний.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 25 |

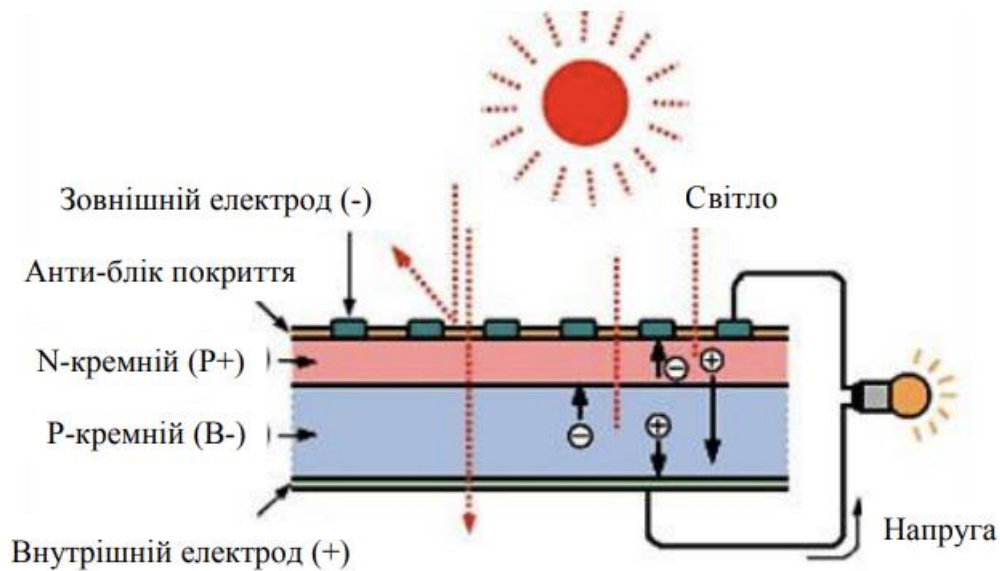


Рисунок 2.2 – Принцип роботи сонячної панелі

Підключений до зовнішнього навантаження у вигляді батареї, фотоелемент утворює з ним замкнутий ланцюг. Таким чином, сонячні панелі працюють як своєрідне колесо, в якому рухаються електрони.

Стандартні кремнієві фотоелектричні перетворювачі являють собою одноперехідні елементи. Потік електронів в них відбувається тільки через р-п-перехід, область якого обмежена по енергії фотонів. Тобто кожен такий фотоелемент може генерувати електроенергію лише з вузького спектру сонячного випромінювання [16].

До переваг використання сонячних панелей можна віднести:

- простота експлуатації та відсутність потреби в обслуговуванні;
- тривалий термін служби (близько 25 років);
- автономність системи;
- мінімізація впливів на довкілля.

До недоліків використання сонячних панелей відноситься:

- невисокий ККД;
- чутливість до забруднень;
- різна продуктивність для кожної пори року [10].

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

Велика кількість тепловтрат у будівлях відбувається через фундаменти, стіни та дахи: близько 15 % теплової енергії втрачається через фундамент і підлогу, близько 20 % через стіни і близько 15 % через дах. Тому основним запобіжним заходом від витоку тепла є створення герметичного корпусу без містків холоду (рисунок 2.3).

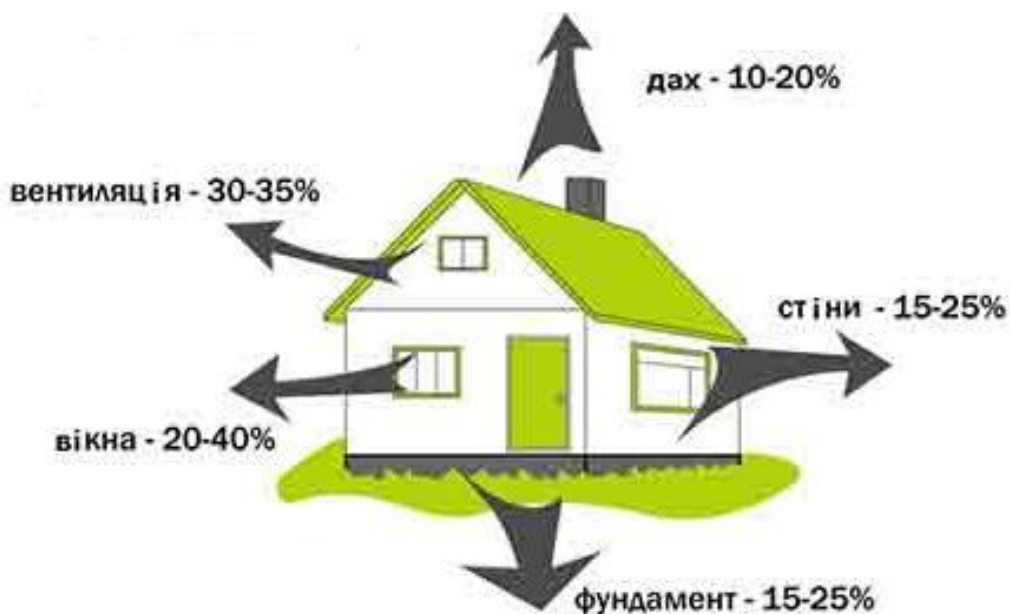


Рисунок 2.3 – Основні тепловтрати будинку

Зменшити втрати тепла через стіни можна двома способами. Перший – зводити конструкції з традиційних «холодних» матеріалів (залізобетон, пінобетон, цегла тощо), збільшуючи їх товщину. Однак такий варіант економічно не вигідний, оскільки доведеться переплачувати за матеріали для стін і фундаменту. Крім того, зростуть витрати на оплату праці [17].

Більш розумним підходом є використання матеріалів з низькою теплопровідністю для побудови закритих конструкцій оптимальної товщини. Це або одношарові стіни з великорозмірної перфорованої керамічної цегли або газобетонних блоків, або багатошарові стіни з ефективною теплоізоляцією (шарова кладка, зовнішнє утеплення шарами штукатурки та вентилявані фасади).

| |
|------------------------|
| Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Що стосується покрівлі, то її енергозберігаючу здатність можна підвищити шляхом створення додаткового поперечного контуру на теплоізоляційному шарі конструкції.

Загалом через вікна втрачається близько 35% тепла (більше $\frac{2}{3}$ тепла через скло, решта через інші елементи конструкції). Для енергоефективних будинків рекомендуються дерев'яні рами та склопакети або вікна «теплої» алюмінієвої конструкції [19].

2.2 Методика розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій

2.2.1 Методика розрахунку тепловтрат будинку

Сумарні тепловтрати ($Q_{\text{втр}}$) приміщення розраховуються за формулою 2.1

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_o + \sum Q_d + \sum Q_{\text{інф}} + \sum Q_v, \text{ Вт} \quad (2.1)$$

де $\sum Q_o$ – сумарні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будинку, Вт;

$\sum Q_d$ – додаткові тепловтрати через огорожувальні конструкції будинку, Вт;

$\sum Q_{\text{інф}}$ – додаткові тепловтрати через інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\sum Q_v$ – додаткові тепловтрати через вентиляційну систему будинку, Вт;

Сумарні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будинку розраховується за формулою 2.2:

$$\sum Q_o = \sum Q_{\text{ст}} + \sum Q_{\text{стл}} + \sum Q_{\text{вкн}} + \sum Q_{\text{зд}} + \sum Q_{\text{пдл}}, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{ст}}$ – тепловтрати через зовнішні огородження, Вт;

$Q_{\text{стл}}$ – тепловтрати через стелю, Вт;

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

$Q_{\text{вкн}}$ – тепловтрати через вікна, Вт;

$Q_{\text{зд}}$ – тепловтрати через ворота (враховується лише для будинків, які мають додатковий вихід), Вт;

$Q_{\text{пдл}}$ – тепловтрати через неутеплену підлогу, Вт;

Для кожної із зовнішніх огороджувальних конструкцій тепловтрати розраховуються за формулою 2.3:

$$\Sigma Q_{\text{ст}} = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{\text{пр}}} \cdot (t_{\text{в}} + t_{\text{з}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (2.3)$$

де $F_{\text{огр}}$ – площа поверхні огороджувальної конструкції, м^2 ;

$R_{\text{пр}}$ – опір теплопередачі огороджувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}, t_{\text{з}}$ – температура повітря всередині і ззовні будинку відповідно, $^\circ\text{C}$;

n – коефіцієнт, що визначається залежно від положення зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції відносно зовнішнього повітря;

Додаткові тепловтрати через огороджувальні конструкції будинку розраховуються за формулою 2.4:

$$\Sigma Q_{\text{д}} = Q_{\text{ор}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{пдл}}, \text{ Вт} \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{ор}}$ – тепловтрати обумовлені орієнтацією будівлі; Вт;

$Q_{\text{в}}$ – тепловтрати по висоті приміщення, Вт;

$Q_{\text{пдл}}$ – тепловтрати через підлогу, Вт.

Тепловтрати обумовлені орієнтацією будівлі розраховуються за формулою 2.5:

$$Q_{\text{ор}} = Q_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ор}}, \text{ Вт} \quad (2.5)$$

де $Q_{\text{ст}}$ – тепловтрати через зовнішні стіни будинку, Вт;

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

β_{op} – коефіцієнт добавки, що визначається орієнтацію стіни будинку;

Тепловтрати через підлогу розраховуються за формулою 2.6:

$$Q_{пдл} = 0,05 \cdot Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (2.6)$$

де $Q_{пдл}$ – тепловтрати через підлогу за формулою 2.3, Вт

Додаткові тепловтрати через інфільтрацію холодного повітря ($Q_{інф}$) розраховуються за формулою 2.7:

$$\Sigma Q_{інф} = Q_{вікна} + Q_{вр} + Q_{зд}, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де $Q_{вікна}$ – тепловтрати на інфільтрацію повітря через вікна, Вт;

$Q_{вр}$ – тепловтрати через відкриті двері, Вт;

$Q_{зд}$ – тепловтрати спричинені нещільністю дверей, Вт.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через вікна розраховуються за формулою 2.8:

$$Q_{вікна} = 0,28 \cdot G_{нвкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_b - t_3) \cdot n_b, \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де $G_{нвкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря, що втрачається через нещільність вікна, кг/(м²·год);

$F_{вкн}$ – площа вікна, м²;

c – питома теплоємність повітря, $c = 1,005$ кДж/кг·°С;

t_b, t_3 – температура повітря всередині і ззовні будинку відповідно, °С;

n_b – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати через відкриті вікна розраховуються за формулою 2.9:

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|----------|-------|------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 21510190 | | | | | Арк |
| | | | | | Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | 30 |

$$Q_{вр} = B \cdot H \cdot (0,33 \cdot k_q \cdot (g \cdot H \cdot \Delta \rho / \rho_c) 0,5 + 0,125 \cdot v) \cdot \rho_c, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

де B, H – широта і висота дверей відповідно, м;

k_q – коефіцієнт витрати, для незахищених дверей $k_q=0,8$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

v – швидкість вітру від кутом до дверей, $v = 2,1 \text{ м/с}$;

$\Delta \rho$ – різниця густини повітря мас, кг/м^3 ;

ρ – густина повітря, $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$.

Додаткові тепловтрати спричинені нещільністю дверей розраховуються за формулою 2.10:

$$Q_{зд} = 0,28 \cdot G_{зд} \cdot c \cdot (t_{в} - t_{з}), \text{ Втс} \quad (2.10)$$

де $G_{зд}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря, що надходить через нещільності дверей, кг/год ;

c – питома теплоємність повітря, $c = 1,005 \text{ кДж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{в}, t_{з}$ – температура повітря всередині і зовні будинку відповідно, $^\circ\text{С}$;

Кількість інфільтрованого холодного повітря, що надходить через нещільності дверей розраховується за формулою 2.11:

$$G_{зд} = b_{нд} \cdot L_{нд} \cdot v_{нд} \cdot m_n \cdot 3600/c \quad (2.10)$$

де $b_{нд}$ – ширина встановленої нещільності, м;

$L_{нд}$ – довжина встановленої нещільності, м;

$v_{нд}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря, м/с ;

m_n – маса 1 м^3 повітря.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через вентиляційну систему будинку розраховуються за формулою 2.11:

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

$$Q_B = 0,28 \cdot V_{\Pi} \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_3) \cdot n_k \cdot k_v, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

де V_{Π} – внутрішній об'єм приміщення, м³;

c – питома теплоємність повітря, $c = 1,005$ кДж/кг·°С;

ρ – густина повітря, що відходить з приміщення, м³;

t_B, t_3 – температура повітря всередині і ззовні будинку відповідно, °С

n_k – кратність повітрообміну приміщення, год⁻¹;

k_v – коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розташування в ньому різного обладнання.

2.2.2 Методика розрахунку теплонадходжень будинку

Сумарні теплонадходження будинку ($Q_{\text{ТН}}$) розраховуються за формулою 2.12

$$\Sigma Q_{\text{ТН}} = \Sigma Q_{\text{л}} + \Sigma Q_{\text{ел}} + \Sigma Q_{\text{осв}} + \Sigma Q_{\text{рад}}, \text{ Вт} \quad (2.12)$$

де $Q_{\text{л}}$ – теплонадходження від людей, Вт;

$Q_{\text{ел}}$ – теплонадходження від електричного обладнання, Вт;

$Q_{\text{осв}}$ – теплонадходження від джерел освітлення, Вт;

$Q_{\text{рад}}$ – теплонадходження від сонячної радіації, Вт.

Теплонадходження від людей розраховуються за формулою 2.13:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

де $q_{\text{л}}$ – поточні теплонадходження від однієї людини, Вт;

$n_{\text{л}}$ – кількість людей у приміщенні;

Теплонадходження від електричного обладнання за формулою 2.14:

| | |
|---------------|--------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

$$Q_{\text{ел}} = N_{\text{ел}} \cdot (1 - k_{\text{п}} \cdot n + k_{\text{т}} \cdot k_{\text{п}} \cdot n) \cdot k_{\text{с}}, \text{ Вт} \quad (2.14)$$

де $N_{\text{ел}}$ – номінальна потужність електроустаткування, Вт;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт завантаження;

n – ККД електроустаткування;

$k_{\text{т}}$ – коефіцієнт переходу тепла в приміщенні;

$k_{\text{с}}$ – коефіцієнт попиту на електроенергію.

Теплонадходження від джерел освітлення розраховуються за формулою 2.15:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{л}} \cdot k_{\text{освл}} \cdot n_{\text{л}} \cdot k_{\text{з}}, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

де $N_{\text{л}}$ – потужність джерела освітлення, Вт;

$k_{\text{освл}}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в світлову;

$n_{\text{л}}$ – кількість однотипних джерел освітлення;

Теплонадходження від сонячної радіації розраховуються за формулою 2.15:

$$Q_{\text{рад}} = (q_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} + q_{\text{т}} \cdot F_{\text{т}}) \cdot k_{\text{оп}}, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

де $q_{\text{с}}$, $q_{\text{т}}$ – тепловий потік, що проходить крізь скло приміщення освітленого і перебуваючого в тіні відповідно;

$F_{\text{с}}$, $F_{\text{т}}$ – площі заповнення світлових прорізів, м²;

$k_{\text{оп}}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через світлові прорізи.

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв. № подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | | | | | | Арк |
| | | | | | ТС 21510190 | | | | | 33 |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | | | | |

2.2.3 Методика розрахунку теплової потужності будинку і опору теплогороджувальних конструкцій

Сумарна тепла потужність будинку визначається як різниця тепловтрат і теплонадходжень будинку (формула 2.16):

$$\Delta Q = \sum Q_{\text{втр}} - \sum Q_{\text{тн}}, \text{ Вт} \quad (2.16)$$

Опір теплогороджувальних конструкцій будинку ($R_{\Sigma \text{пр}}$) немає бути меншим за санітарно-нормативне значення (R_{qmin}). Отже, повинна виконуватися умова:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{qmin}$$

2.2.4 Методика розрахунку теплового насосу

Необхідна тепла потужність ТН для обігріву будинку і для здійснення ГВП розраховується за формулою 2.17:

$$Q_{\text{сум}} = Q_h + Q_w, \text{ кВт} \quad (2.17)$$

де Q_h - необхідна потужність ТН для відшкодування тепловтрат приміщення, кВт;

Q_w – необхідна потужність ТН для здійснення ГВП, кВт;

Необхідна потужність ТН для відшкодування тепловтрат приміщення розраховується за формулою 2.18:

$$Q_h = (q + S) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (2.18)$$

де q – питому тепла навантаження приміщення, Вт/м²;

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм. інв. № | |
| Інв. № дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

S – площа приміщення, m^2 .

Необхідна потужність ТН для здійснення ГВП розраховується за формулою 2.19:

$$Q_w = w + n, \text{ кВт} \quad (2.19)$$

де w – теплоспоживання для ГВ на одну людину, кВт;

n – кількість людей, що проживає в будинку.

2.2.5 Методика розрахунку сонячних панелей

Обсяг потужності електричної енергії, що виробляється однією сонячною панеллю розраховується за формулою 2.20:

$$W = k_w \cdot p, \text{ кВт} \quad (2.20)$$

де k_w – поправочний коефіцієнт, що залежить від пори року, для літнього періоду $k_w = 0,7$, для зимового $k_w = 0,5$;

p -потужність однієї панелі, кВт/год.

Необхідна кількість панелей для будинку розраховується за формулою 2.21:

$$N = \frac{W_{\text{заг}}}{W}, \text{ шт} \quad (2.21)$$

де – $W_{\text{заг}}$ – сумарна необхідна потужність сонячних панелей, кВт;

W – необхідна потужність для зимового і літнього періоду відповідно, кВт.

Необхідна ємність акумулятора розраховується за формулою 2.22:

$$Q = \frac{Q_s^H \cdot t}{V \cdot k}, \text{ А} \cdot \text{год} \quad (2.22)$$

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№дубл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

де Q_3^H -потужність панелі, кВт;

t – час, на скільки потрібно зберігати енергію, год;

V – напруга, кВт;

k -коефіцієнт, що враховує фактор акумулятора.

2.3 Методика та алгоритм застосування SWOT-аналізу

SWOT-аналіз – це процес встановлення зв'язків між найбільш характерними можливостями, загрозами, сильними (сильними) і слабкими сторонами процесу, результати якого можуть бути використані для формулювання та вибору бізнес-стратегій у майбутньому. Акронім SWOT походить від англійських слів сильні сторони, слабкі сторони, можливості, загрози. SWOT-аналіз – загально визнаний метод, який дозволяє спільно досліджувати зовнішнє та внутрішнє середовище.

SWOT-аналіз є проміжною ланкою між формулюванням місії та визначенням конкретних стратегічних цілей і завдань. Конкретизувати цілі неможливо без чіткої оцінки потенціалу компанії та ситуації на ринку. SWOT-аналіз спрямований на виявлення, визначення та вибір основних пріоритетів, проблем і можливостей, які надає зовнішнє середовище, в якому функціонує суб'єкт оцінювання.

На початковому етапі SWOT-аналізу складається список сильних і слабких сторін організації, а також загроз і можливостей з урахуванням поточної ситуації. По суті, матриця SWOT-аналізу є зручним інструментом для структурного опису характеристик середовища і корпоративної стратегії.

Першим етапом являється визначення сильних і слабких сторін, а також можливостей і загроз. Встановлення зв'язку і комбінацію пар між сильними і слабкими сторонами, можливостями і загрозами, а також створення матриці SWOT-аналізу. [22-25]

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 36 |

Матриця SWOT-аналізу – це сукупність факторів (загроз і можливостей), які негативно і позитивно впливають на діяльність організації (рисунок 2.5).

| | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------|
| | | Зовнішнє середовище | |
| | | Можливості (шанси) 1 2 тощо | Загрози 1 2 тощо |
| Внутрішнє середовище | Сильні сторони 1 2 тощо | Поле СіМ (заходи) | Поле СіЗ (заходи) |
| | Слабкі сторони 1 2 тощо | Поле СлМ (заходи) | Поле СлЗ (заходи) |

Рисунок 2.4 – Приклад матриці SWOT-аналізу

Верхня частина матриці містить виявлені сильні та слабкі сторони, а ліва частина містить можливості та загрози з боку зовнішнього середовища разом з оцінкою їх важливості для процесу.

Сильні та слабкі сторони, можливості та загрози розташовані в матриці SWOT-аналізу, утворюючи поля на перетині різних складових груп елементів, що характеризуються певними комбінаціями, які необхідно враховувати при формулюванні певного типу стратегії:

- поле СіМ — передбачає розробку стратегій підтримки та розвитку сильних сторін процесу для реалізації можливостей у зовнішньому середовищі;
- поле СіЗ — позиціонування стратегії протидії загрозам за рахунок використання внутрішніх резервів;
- поле СлМ — спрямування дій процесу на використання можливостей для подолання слабких місць у її внутрішньому потенціалі;

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

– поле СлЗ — передбачає розробку стратегії, яка дозволяє процесу не тільки підвищити свій потенціал, але й уникнути можливих загроз у зовнішньому середовищі.

Застосування SWOT-аналізу дає можливість встановити взаємозв'язки між складовими матриці та знайти найбільш оптимальний напрямок розвитку процесу. Таким чином поєднання негативних і позитивних факторів, що впливають на внутрішню і зовнішню діяльність, допомагає правильно оцінити майбутні можливості процесу. [14, 15]

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | TC 21510190 | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | | 38 |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | | | | | |

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Характеристика та опис параметрів для розрахунку ресурсо- та енергозберігаючих технологій

У якості об'єкта для розрахунку параметрів ресурсо- та енергозберігаючих заходів прийнято одноповерховий приватний будинок, розташований у І кліматичному поясі.

Вихідні дані для розрахунку тепловтрат наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку тепловтрат будинку

| Параметр | Умовне позначення | Одиниця виміру | Значення |
|---|-------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| площа поверхні огорожувальної конструкції | $F_{огр}$ | м ² ; | 537,6 |
| опір теплопередачі огорожувальної конструкції | $R_{пр}$ | м ² ·°С/Вт | 2,8 |
| температура повітря всередині будинку відповідно | $t_{в}$ | °С | 20 |
| температура повітря ззовні будинку відповідно | $t_{з}$ | °С | -25 |
| коефіцієнт, що визначається залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря | n | - | 0,28 |
| коефіцієнт добавки, що визначається орієнтацію стіни будинку | $\beta_{ор}$ | - | 0,13 |
| кількість інфільтрованого холодного повітря, що втрачається через нещільність вікна | $G_{нвкн}$ | кг/(м ² ·год) | 8 |
| площа вікна | $F_{вкн}$ | м ² | 48 |
| питома теплоємність повітря | c | кДж/кг·°С | 1,005 |
| кількість однотипних вікон | $n_{в}$ | шт | 10 |
| широта дверей | B | м | 0,005 |
| висота дверей | H | м | 0,5 |
| коефіцієнт витрати, для незахищених дверей | k_q | - | 0,8 |
| прискорення вільного падіння | g | м/с ² | 9,81 |
| швидкість вітру від кутом до дверей | v | м/с | 2,1 |
| різниця густини повітря м | $\Delta \rho$ | кг/м ³ | 0,8 |
| густина повітря | ρ | кг/м ³ | 1,3 |
| кількість інфільтрованого холодного повітря, що надходить через нещільності дверей | $G_{зд}$ | кг/год | 1,3 |
| ширина встановленої нещільності | $b_{нд}$ | м | 0,005 |

| | | | | |
|--------------|-------------|------------|--------------|------------|
| Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | Інв.№подл. |
| | | | | |

Продовження таблиці 3.1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|-------------------|--------|
| довжина встановленої нещільності | $L_{нд}$ | м | 0,005 |
| осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря | $v_{нд}$ | м/с | 0,8 |
| маса 1 м ³ повітря | m_n | | 1,3 |
| внутрішній об'єм приміщення | V_p | м ³ | 2689,2 |
| кратність повітрообміну приміщення | n_k | год ⁻¹ | 0,5 |
| коефіцієнт, що враховує зменшення внутрішнього об'єму приміщення через розташування в ньому різного обладнання | k_v | - | 0,85 |

Вихідні дані для розрахунку теплонадходжень наведені у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку теплонадходжень

| Параметр | Умовне позначення | Одиниця виміру | Значення |
|--|-------------------|-------------------|-------------|
| поточні теплонадходження від однієї людини | $q_{л}$ | Вт | 103 |
| кількість людей у приміщенні | $n_{л}$ | шт. | 5 |
| номінальна потужність електроустаткування | $N_{ел}$ | Вт | 10500 |
| коефіцієнт завантаження | $k_{п}$ | - | 0,6 |
| ККД електроустаткування | η | - | 0,9 |
| коефіцієнт переходу тепла в приміщенні | $k_{т}$ | - | 0,9 |
| коефіцієнт попиту на електроенергію | $k_{с}$ | - | 0,3 |
| потужність джерела освітлення | $N_{л}$ | Вт | 20 |
| коефіцієнт переходу електричної енергії в світлову | $k_{освл}$ | - | 0,4 |
| кількість однотипних джерел освітлення | $n_{л}$ | шт | 20 |
| тепловий потік, що проходить крізь скло приміщення освітленого | $q_{с}$ | Вт/м ² | $q_{с}=250$ |
| тепловий потік, що проходить крізь скло приміщення перебуваючого в тіні | $q_{т}$ | Вт/м ² | $q_{т}=100$ |
| площі заповнення світлових прорізів приміщення освітленого | $F_{с}$ | м ² | 49 |
| площі заповнення світлових прорізів приміщення перебуваючого в тіні | $F_{т}$ | м ² | 5 |
| коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через світлові прорізи | $k_{оп}$ | - | 0,6 |

Вихідні дані для розрахунку ТН наведені у таблиці 3.3

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку ТН

| Параметр | Умовне позначення | Одиниця виміру | Значення |
|---|-------------------|-------------------|----------|
| необхідна потужність ТН для відшкодування тепловтрат приміщення | Q_h | кВт | 5 |
| необхідна потужність ТН для здійснення ГВП | Q_w | кВт | 0,15 |
| питому тепла навантаження приміщення | q | Вт/м ² | 50 |
| площа приміщення | S | м ² | 100 |
| теплоспоживання для ГВ на одну людину | w | кВт | 0,5 |
| кількість людей, що проживає в будинку | n | - | 5 |

Вихідні дані для розрахунку сонячних панелей наведені у таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для розрахунку сонячних панелей

| Параметр | Умовне позначення | Одиниця виміру | Значення |
|---|-------------------|----------------|------------------------------|
| поправочний коефіцієнт, що залежить від пори року, для літнього періоду | k_w | - | $k_{wl}=0,7$ $k_{wz}=0,5$ |
| потужність однієї панелі | p | кВт/год | 0,25 |
| час, на скільки потрібно зберігати енергію | t | год | 12 |
| напруга | V | кВт | 12 |
| коефіцієнт, що враховує фактор акумулятора | k | - | 0,7 |

3.2 Розрахунок ресурсо- та енергозберігаючих технологій захисту довкілля

3.2.1 Розрахунок сумарних тепловтрат приміщення

Сумарні тепловтрати ($Q_{втр}$) приміщення (формула 2.1) становлять:

$$\sum Q_{втр} = 22348 + 1201,854 + 5404,63 + 10,40 = 28964,88 \text{ Вт}$$

Сумарні тепловтрати через зовнішні огорожувальні конструкції будинку (формула 2.2) становлять:

$$\sum Q_o = 7168 + 8785,714 + 2880 + 0 + 3514,286 = 22348 \text{ Вт}$$

| | |
|---------------|--------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк
41

Додаткові тепловтрати через огороджувальні конструкції будинку (формула 2.4) становлять:

$$\Sigma Q_d = 931,84 + 94,3 + 175,714 = 1201,854 \text{ Вт}$$

Тепловтрати обумовлені орієнтацією будівлі (формулою 2.5) становлять:

$$Q_{op} = 7168 \cdot 0,13 = 931,84 \text{ Вт}$$

Тепловтрати через підлогу (формула 2.6) становлять:

$$Q_{пдл} = 0,05 \cdot 3514,286 = 175,714 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через інфільтрацію холодного повітря ($Q_{інф}$) (формула 2.7) становлять:

$$\Sigma Q_{інф} = 5402,8 + 0,00211 + 1,8291 = 5404,63 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через вікна (формула 2.8) становлять:

$$Q_{вікна} = 0,28 \cdot 8 \cdot 48 \cdot 1,005 \cdot (20 - 25) \cdot 10 = 5402,8 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати через відкриті вікна (формула 2.9) становлять:

$$Q_{вр} = 0,005 \cdot 0,5 \cdot (0,33 \cdot 0,8 \cdot (9,81 \cdot 0,5 \cdot 0,8/1,3)0,5 + 0,125 \cdot 2,1) \cdot 1,3 = 0,00211 \text{ Вт}$$

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 42 |

Додаткові тепловтрати спричинені нещільністю дверей (формула 2.10) становлять:

$$Q_{зд} = 0,28 \cdot 1,3 \cdot 1,005 \cdot (20 - 25) = 1,8291 \text{ Вт}$$

Кількість інфільтрованого холодного повітря, що надходить через нещільності дверей (формула 2.11) становлять:

$$G_{зд} = 0,005 \cdot 0,005 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 0,0936 \text{ Вт}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через вентиляційну систему будинку (2.11) становлять:

$$Q_{в} = 0,28 \cdot 2689,2 \cdot 0,005 \cdot 1,3 \cdot (20 - 25) \cdot 1 \cdot 0,85 = 10,40 \text{ Вт}$$

3.2.2 Розрахунок теплонадходжень будинку

Сумарні теплонадходження будинку (формула 2.12) становлять:

$$\sum Q_{тн} = 515 + 2979,9 + 160 + 7650 = 11304,9 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від людей (формула 2.13) становлять:

$$Q_{л} = 103 \cdot 5 = 515 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від електричного (формула 2.14) становлять:

$$Q_{ел} = 10500 \cdot (1 - 0,6 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,6 \cdot 0,9) \cdot 0,3 = 2979,9 \text{ Вт}$$

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |

ТС 21510190

Арк
43

Теплонадходження від джерел освітлення (формула 2.15) становлять:

$$Q_{\text{осв}} = 20 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 1 = 160 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від сонячної радіації розраховуються за формулою 2.15:

$$Q_{\text{рад}} = (250 \cdot 49 + 100 \cdot 5) \cdot 0,6 = 7650 \text{ Вт}$$

3.2.3 Методика розрахунку теплової потужності будинку і опору теплогороджувальних конструкцій

Сумарна тепла потужність будинку визначається як різниця тепловтрат і теплонадходжень будинку (формула 2.16) і становить:

$$\Delta Q = 28964,88 - 11304,9 = 17659,98 \text{ Вт}$$

Результати розрахунку теплогороджувальних конструкцій будинку наведені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку теплогороджувальних конструкцій будинку

| Тип теплогороджувальної конструкції\ | Поточний опір, $R_{\Sigma \text{ пр}}$ | Санітарно-нормативне значення, $R_{q \text{ min}}$. | Виконання умови $R_{\Sigma \text{ пр}} \geq R_{q \text{ min}}$ |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Стенля | 2,8 | 4,95 | ні |
| Стіна | 3,0 | 3,3 | ні |
| Двері | 0,6 | 0,6 | так |
| Вікна | 0,75 | 0,75 | так |
| Підлога | 2,1 | 3,75 | ні |

Отже, як видно з таблиці 3.5 не всі огороджувальні конструкцію мають задовільне значення опору теплопередачі, а відтак потребують модернізації.

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|

3.2.4 Розрахунок теплового насосу

Необхідна теплова потужність ТН для обігріву будинку і для здійснення ГВП розраховується (2.17) становить:

$$Q_{\text{сум}} = 5 + 2,5 = 7,5 \text{ кВт} \quad (2.17)$$

Необхідна потужність ТН для відшкодування тепловтрат приміщення (2.18) становить:

$$Q_h = (50 + 10) \cdot 10^{-3} = 5, \text{ кВт}$$

Необхідна потужність ТН для здійснення ГВП (формула 2.19) становить:

$$Q_w = 0,5 + 5 = 2,5 \text{ кВт}$$

2.2.5 Методика розрахунку сонячних панелей

Обсяг потужності електричної енергії, що виробляється однією сонячною панеллю (формула 2.20) становить:

$$W_{\text{зима}} = 0,5 \cdot 0,25 = 0,125 \text{ кВт}$$

$$W_{\text{літо}} = 0,7 \cdot 0,25 = 0,175 \text{ кВт}$$

Необхідна кількість панелей для будинку (формула 2.21) становить:

$$N_{\text{зима}} = \frac{300}{0,125} = 2307 \text{ шт}$$

$$N_{\text{літо}} = \frac{180}{0,182} = 989 \text{ шт}$$

| | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|----------|-------|------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 21510190 | | | | Арк |
| | | | | | Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |

Необхідна ємність акумулятора (формула 2.22) становить:

$$Q = \frac{19,2 \cdot 12}{12 \cdot 0,7} = 27,5 \text{ А} \cdot \text{год}$$

3.3 SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічних аспектів застосування ресурсо- та енергозберігаючих технологій

3.3.1 SWOT-аналіз теплового насосу

Перелік сильних та слабких сторін застосування ТН для ресурсо- та енергомодифікації будинку наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Сильні та слабкі сторони застосування ТН

| Сильні сторони | Слабкі сторони |
|---|---|
| Відсутній ризик заморозки системи | Необхідність організувати великі отвори в стінах котельного приміщення, що не завжди може підійти для реконструкції системи |
| Під час монтажу немає необхідності втручатися в контур холодоагенту | Необхідність відмінної теплоізоляції трубопроводів, від зовнішнього блоку до опалювальних контурів |
| Висока продуктивність | Високі початкові капіталовкладення |
| Автономність системи | - |

Можливості та загрози, що відкриваються під час використання ТН наведені у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Можливості та загрози застосування ТН

| Можливості | Загрози |
|---|--|
| Можливість повної відмови від газу | Поломка системи раніше часу окупки |
| Можливість зменшення впливу на екологію та НС | Можливість пошкодження зовнішнього контуру |
| Економічна вигода | |

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 46 |

На основі наведених вище даних формуємо перелік стратегічних проблем використання ТН (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Перелік стратегічних проблем ТН

| Поле матриці SWOT | Стратегічні проблеми | Оцінка факторів, балах |
|-------------------|---|------------------------|
| СіМ | Відсутній ризик заморозки системи | 4 |
| | Під час монтажу немає необхідності втручатися в контур холодоагенту. | 3 |
| | Висока продуктивність | 5 |
| СлМ | Можливість повної відмови від газу | 5 |
| | Можливість зменшення впливу на екологію та НС | 4 |
| СіЗ | Необхідність організувати великі отвори в стінах котельного приміщення, що не завжди може підійти для реконструкції системи | 3 |
| | Необхідність відмінної теплоізоляції трубопроводів, від зовнішнього блоку до опалювальних контурів | 3 |
| СлЗ | Поломка системи раніше часу окупки | 5 |

Сформульована матриця SWOT-аналізу ТН наведена у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Матриця SWOT-аналізу ТН

| Сильні сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Слабкі сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
|---|-----|------|------------|------------|---|-----|------|------------|------------|
| | | | | | | | | | |
| Відсутній ризик заморозки системи | 4 | 4 | 0,8 | 3,2 | Необхідність організувати великі отвори в стінах котельного приміщення, що не завжди може підійти для реконструкції системи | 3 | 4 | 0,8 | 2,4 |
| Під час монтажу немає необхідності втручатися в контур холодоагенту | 3 | 2 | 0,4 | 1,6 | Необхідність відмінної теплоізоляції трубопроводів, від зовнішнього блоку до опалювальних контурів | 3 | 2 | 0,4 | 1,2 |
| Автономність системи | 5 | 5 | 1 | 5 | Високі початкові капіталовкладення | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Висока продуктивність | 5 | 5 | 1 | 5 | | | | | |

| | |
|--------------|--------------|
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Взаєм.інв.№ |
| Інв.№дубл. | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Інв.№подл. | Інв.№подл. |

Продовження таблиці 3.9.

| Можливості | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Загрози | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
|---|-----|------|------------|------------|--|-----|------|------------|------------|
| Можливість повної відмови від газу | 5 | 5 | 1 | 5 | Поломка системи раніше часу окупки | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Можливість зменшення впливу на екологію та НС | 4 | 5 | 1 | 5 | Можливість пошкодження зовнішнього контуру | 4 | 3 | 0,6 | 2,4 |
| Економічна вигода | 4 | 3 | 0,6 | 2,4 | | | | | |
| Сума середніх значень | | | | 3,9 | Сума середніх значень | | | | 3,2 |

3.3.2 SWOT-аналіз сонячних панелей

Перелік сильних та слабких сторін застосування сонячних панелей для ресурсо- та енергомодифікації будинку наведені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Сильні та слабкі сторони застосування сонячних панелей

| Сильні сторони | Слабкі сторони |
|--|--|
| Значно менші витрати на електроенергію | Підходить не для всіх конструкцій даху |
| Збільшення вартості вашого будинку | Незручності в разі переїзду |
| Отримання прибутку за «Зеленим» тарифом | Малі заощадження за малого споживання |
| Збереження природи та енергонезалежність | Порівняно дорога вартість |

Можливості та загрози, що відкриваються під час використання сонячних панелей наведені у таблиці 3.11

Таблиця 3.11 – Можливості та загрози застосування сонячних панелей

| Можливості | Загрози |
|--|--|
| Можливість впливати на ціну електроенергії | Поломка системи, потреба у відновленні |
| Зменшення екологічного впливу | - |

На основі наведених вище даних формуємо перелік стратегічних проблем використання сонячних панелей (таблиця 3.12).

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

Таблиця 3.12 – Перелік стратегічних проблем сонячних панелей

| Поле матриці SWOT | Стратегічні проблеми | Оцінка факторів, балах |
|-------------------|--|------------------------|
| СiМ | Значно менші витрати на електроенергію | 4 |
| | Збільшення вартості вашого будинку | 2 |
| | Отримання прибутку за «Зеленим» тарифом | 5 |
| СлМ | Можливість впливати на ціну електроенергії | 4 |
| | Зменшення екологічного впливу | 4 |
| СiЗ | Незручності в разі переїзду | 5 |
| | Малі заощадження за малого споживання | 3 |
| СлЗ | Поломка системи, потреба у відновлені | 4 |

Сформульована матриця SWOT-аналізу сонячних панелей наведена у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Матриця SWOT-аналізу сонячних панелей

| Сильні сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Слабкі сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
|--|-----|------|------------|------------|--|-----|------|------------|------------|
| | | | | | | | | | |
| Значно менші витрати на електроенергію | 4 | 3 | 0,6 | 2,4 | Підходить не для всіх конструкцій даху | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Збільшення вартості вашого будинку | 2 | 3 | 0,6 | 1,2 | Незручності в разі переїзду | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Отримання прибутку за «Зеленим» тарифом | 5 | 5 | 1 | 5 | Малі заощадження за малого споживання | 3 | 4 | 0,8 | 2,4 |
| Збереження природи та енергонезалежність | 5 | 4 | 0,8 | 4 | Порівняно дорога вартість | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Можливості | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Загрози | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
| Можливість впливати на ціну електроенергії | 4 | 4 | 0,8 | 3,2 | Поломка системи, потреба у відновлені | 4 | 5 | 1 | 4 |
| Зменшення екологічного впливу | 4 | 5 | 1 | 4 | | | | | |
| Сума середніх значень | | | | 3,3 | Сума середніх значень | | | | 4,3 |

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

49

3.3.2 SWOT-аналіз системи модернізації тепловтрат

Перелік сильних та слабких сторін застосування систем модернізації тепловтрат для ресурсо- та енергомодифікації будинку наведені у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Сильні та слабкі сторони застосування систем модернізації тепловтрат

| Сильні сторони | Слабкі сторони |
|--|--------------------------------|
| Підвищення середньої температури в будівлі | Порівняно дорога вартість |
| Зменшення тепло- та ресурсо- споживання | Великий вклад ресурсів |
| Збільшення вартості вашого будинку | Створення будівельних відходів |
| Отримання прибутку за «Зеленим» тарифом | - |
| Збереження природи та енергонезалежність | - |

Можливості та загрози, що відкриваються під час використання систем модернізації тепловтрат наведені у таблиці 3.15

Таблиця 3.15 – Можливості та загрози застосування систем модернізації тепловтрат

| Можливості | Загрози |
|--|--|
| Можливість економії на -енерго ресурсах | Війна (руйнування садиби) |
| Можливий соціально-екологічний вплив | Можливість не окупити систему модернізації |
| Можливість повної відмови від державних енергоресурсів | - |

На основі наведених вище даних формуємо перелік стратегічних проблем використання систем модернізації тепловтрат (таблиця 3.16).

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

Таблиця 3.16 – Перелік стратегічних проблем систем модернізації тепловтрат

| Поле матриці SWOT | Стратегічні проблеми | Оцінка факторів, балах |
|-------------------|--|------------------------|
| СiМ | Підвищення середньої температури в будівлі | 4 |
| | Зменшення тепло- та ресурсо- споживання | 4 |
| | Збільшення вартості вашого будинку | 3 |
| СлМ | Можливість економії на -енерго ресурсах | 4 |
| | Можливий соціально-екологічний вплив | 5 |
| СiЗ | Порівняно дорога вартість | 5 |
| | Великий вклад ресурсів | 4 |
| СлЗ | Війна (руйнування садиби) | 5 |

Сформульована матриця SWOT-аналізу систем модернізації тепловтрат наведена у таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Матриця SWOT-аналізу систем модернізації тепловтрат

| Сильні сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Слабкі сторони | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
|--|-----|------|------------|------------|--|-----|------|------------|------------|
| | | | | | | | | | |
| Підвищення середньої температури в будівлі | 4 | 3 | 0.6 | 2.4 | Порівняно дорога вартість | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Зменшення тепло- та ресурсо- споживання | 4 | 5 | 1 | 4 | Великий вклад ресурсів | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Збільшення вартості вашого будинку | 3 | 4 | 0.8 | 2.4 | Створення будівельних відходів | 4 | 4 | 0,8 | 3.2 |
| Отримання прибутку за «Зеленим» тарифом | 4 | 5 | 1 | 4 | | | | | |
| Збереження природи та енергонезалежність | 4 | 4 | 0,8 | 3.2 | | | | | |
| Можливості | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. | Загрози | Бал | Ранг | Кор. коеф. | Сер. знач. |
| Можливість економії на -енерго ресурсах | 4 | 4 | 0.8 | 3.2 | Війна (руйнування садиби) | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Можливий соціально-екологічний вплив | 5 | 5 | 1 | 5 | Можливість не окупити систему модернізації | 5 | 5 | 1 | 5 |
| Можливість повної відмови від державних енергоресурсів | 5 | 5 | 1 | 5 | | | | | |
| Сума середніх значень | | | | 3,7 | Сума середніх значень | | | | 4,36 |

| | |
|--------------|--------------|
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Взаєм.інв.№ |
| Інв.№дубл. | Інв.№дубл. |
| Вип | Арк |
| № докум. | Підп. |
| Дата | Дата |

ТС 21510190

Арк

51

Після проведення SWOT аналізу ми можемо зробити висновки про те що найбільш ефективною з проаналізованих технологій є тепловий насос у зв'язку з меншою кількістю та рангом загроз ніж інші технології, що до інших технологій.

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 21510190 | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | | 52 |

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів під час модернізації приватних будинків

До шкідливих та небезпечних факторів відносять хімічні, фізичні, психофізичні та біологічні чинники.

Негативний вплив на людину під час модернізації приватних будинків, перш за все пов'язане з виконанням підготовчих та будівельно-монтажних робіт.

Негативний вплив на людину під час модернізації приватних будинків, перш за все пов'язане з виконанням підготовчих та будівельно-монтажних робіт.

До небезпечних та шкідливих хімічних факторів під час модернізації приватних будинків відносять отруєння хімічними речовинами котрі виділяються в атмосферне повітря під час проведення робіт.

Під час будівельно-монтажних робіт можливий хімічний вплив на етапах покраски поверхонь, різки, шліфовки матеріалів та монтажу з використанням клейких матеріалів.

На етапі покраски відбувається випаровування розчинників та лакофарбових матеріалів, в результаті чого до організму потрапляють ацетон та інші речовини в залежності від марки та типу сировини, якою виконуються роботи.

До симптомів отруєння ацетоном належать порушення свідомості різного ступеня вираженості, запаморочення, відчуття слабкості всього тіла, гострий кон'юктивіт.

Смертельна доза ацетону від 50 до 200 мілілітрів, також він має швидкий період всмоктування, що збільшує його небезпечність.

Перша допомога у разі отруєння парами ацетону має відбуватись з дотриманням наступних правил:

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

ТС 21510190

Арк

53

- вивести отруєного на чисте повітря;
- дати отруєному запити активоване вугілля;
- у разі коли отруєний знепритомнів, його необхідно привести до тями використавши вату промочену в нашатирному спирті.
- після всіх попередніх дій, організму необхідно дати відпочинок, в ідеальному варіанті покласти в ліжку, за неможливості 2-3 години не перенапружуватись, випити теплою напою.

На етапі різки та шліфовки матеріалів в повітрі велика концентрація пилу різновиди якого залежать від використовуваних матеріалів.

При вдиханні пилових частинок виникають проблеми з диханням.

На етапі монтажу з використанням клейких матеріалів відбувається випаровування летких матеріалів складників.

Загалом клейкі матеріали мають в своєму складі суміші, основу яких як правило становить синтетична смола, котра під дією певних речовин, або фізичних факторів затвердіває та перетворюється на неплавкий клейкий матеріал. До складу такого матеріалу входять як правило: піноутворювач, наповнювач, пластифікатор та розчинник.

Вірогідніше за все отруєння такими матеріалами відбувається через порушення технологічного процесу під час виконання робіт, або ж через контакт з парами речовин безпосередньо дихальними органами, без засобів індивідуального захисту, чи знехтувавши правилами їх використання. Також отруєння може трапитись через довготривалий контакт зі шкірою людини, або роботу в приміщенні з поганою вентиляцією повітряних потоків.

До симптомів отруєння клейкими матеріалами належать запаморочення, головний біль, сп'яніння, підвищений пульс, порушення зору, сльозливість, порушення координації рухів, присмак в роті, відчуття ейфорії, та навіть втрата орієнтації в просторі і галюцинації.

Зворотній перебіг процесів інтоксикації від такого типу речовин досить швидкий 1-5 хв. після повного припинення контакту з парами клейких матеріалів.

| |
|------------------------|
| Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 54 |

Таблиця 4.1 – ГДК забруднюючих речовин у атмосферному повітрі

| № | Забруднююча речовина, мг/м ³ | ГДК/ОБРВ, мг/м ³ |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | Пил абразивний | 0,04 |
| 2. | Пил металевий | 0,1 |
| 3. | Ацетон | 0,35 |
| 4. | Уайт-спірит | 1,0 |
| 5. | Ксилол | 0,2 |
| 6. | Сольвент нафта | 0,2 |
| 7. | Аерозоль лакофарбових матеріалів | 0,5 |
| 8. | Заліза оксид | 0,04 |
| 9. | Марганцю оксид | 0,01 |

До небезпечних та шкідливих фізичних факторів під час модернізації приватних будинків відносять:

- високу температуру матеріалів та устаткування, котрі спричиняють опіки різної ступені;
- шуми, вібрації, ультразвук, котрі призводять до порушень в роботі нервової системи та органів слуху. Джерелом шуму та вібрації виступає будівельна техніка та обладнання. Нормативні розміри шумового навантаження визначаються відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і становлять 65 дБА
- зміни електромагнітних полів, котрі порушують гомеостаз організму;
- недостатнє освітлення, котре впливає як на погіршення зору, так і збільшує вірогідність робочого травматизму в цілому. Нормативи освітлення робочої території визначаються відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і становлять 150 лк;
- фізичні впливи поверхонь на тканини, котрі можуть призвести до порізів, забиттів та травм кісток.

Запобігання впливу шкідливих та небезпечних фізичних факторів базується на принципах дотримання технологічних регламентів та правил безпеки.

До небезпечних та шкідливих біологічних факторів під час модернізації приватних будинків відносять біологічні речовини. Так як модернізація приватних будинків в технологічному регламенті робіт виключає контакти з живими організмами, приймаємо за факт, що біологічні фактори відсутні.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 56 |

До небезпечних та шкідливих психофізичних факторів під час модернізації приватних будинків відносять монотонність роботи, фізичне перенавантаження, психологічне перенавантаження, перевтому та емоційне вигорання.

Запобігти впливу даних факторів можна дотриманням регламенту робіт та нормуванням робочого дня [16, 19].

4.2 Розрахунок рівнів шуму під час модернізації приватних будинків та шляхи його зниження

До джерел шуму під час модернізації приватних будинків слід віднести:

- перфоратор;
- будівельна спецтехніка;

У разі, якщо декілька джерел шуму працює паралельно та одночасно вираховується сумарне їх значення з використанням формули 4.1:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg \sum 10^{0.1L} \quad (4.1)$$

де L – рівень звукового тиску i -ого джерела шуму;

В таблиці 4.1. надано показники рівня звукового тиску для кожного джерела при модернізації приватних будинків

Таблиця 4.1 – Рівні звукового тиску джерел шуму під час модернізації приватних будинків

| Джерело шуму | Рівень звуку, дБ |
|------------------------|------------------|
| перфоратор | 94 |
| будівельна спецтехніка | 85 |

Таким чином, сумарне значення шуму від котельні, у складі якої функціонує тепловий насос становить:

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg (10^{9,4} + 10^{8,5}) = 94,51 \text{ дБ}$$

Відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму, максимально допустимий рівень шумового навантаження в житловій забудові у день становить 65 дБ.

Таким чином, з результатів розрахунку шумового навантаження випливає, що під час модернізації приватних будинків буде здійснюватись понаднормовий шумовий вплив, а це означає, що варто розробити заходи щодо зниження рівня шумового навантаження.

Найдієвішим способом зменшення рівня шумового навантаження є встановлення звукових бар'єрів на його шляху. До шумових бар'єрів відносять:

- стіни;
- акустичні огорожі;
- екрани;
- акустичні кабінки та станції керування;
- акустичні огороження навколо робочих місць.

Зменшити рівень шумового навантаження можливо встановивши звукоізолюючі бар'єри (рисунок 4.1):

| | |
|--------------|--------------|
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Інв.№дубл. | Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ | Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата | Підп. і дата |
| Інв.№подл. | Інв.№подл. |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 58 |

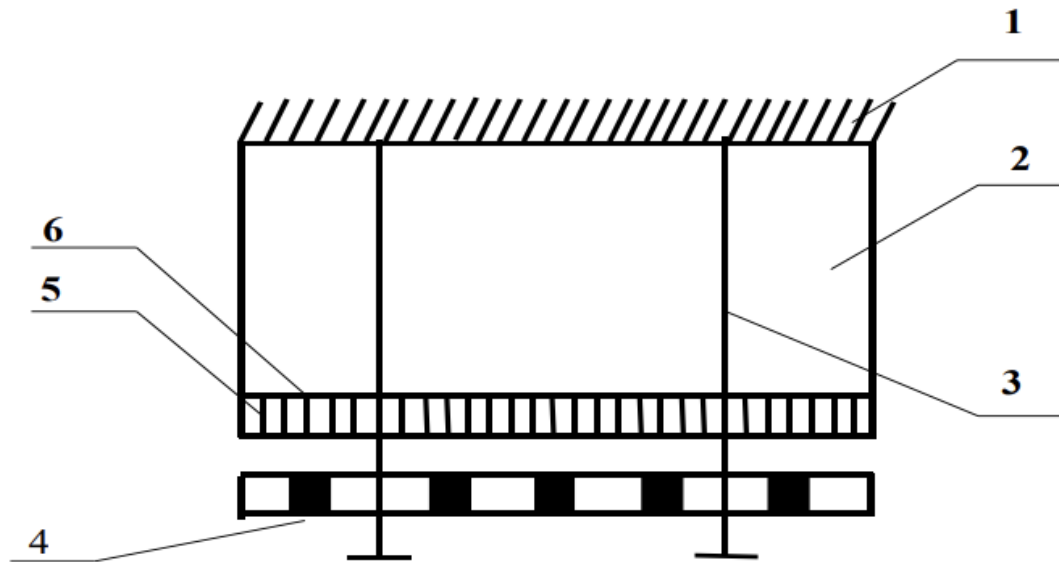


Рисунок 4.1 – Структура звукоізоляційного бар'єру: 1 – стіна або стеля; 2 – повітряний зазор; 3 – кріплення обшивки; 4 – перфороване покриття; 5 – звукоізоляційний матеріал; 6 – захисна оболонка

У місцях де необхідно отримати низькі рівні шумового навантаження, можна використати метод укладання шумопоглинаючих матеріалів на потрібні поверхні приміщення чи території. Такими шумопоглинаючими матеріалами є спеціальні волокнисті мати чи панелі товщиною 0,5-1,0 см, покриті спеціальним захисним шаром, що складаються з силакпорових та поліуретанових складових.

Торгові марки матів котрі найчастіше використовуються:

- АТМ-10с;
- ТМ-10;
- АТМ-1;
- акустичний гіпсокартон АНР;
- мінеральна акустична плита ПА.

В порівнянні із іншими звукопоглинальними матами, вони мають значення α від 0,23 до 0,71.

Задля надання шумопоглинаючим матеріалам пило та водонепроникних властивостей, поверх неперфорованих металічних листів накладається захисна

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата |
|-----|-----|----------|-------|------|

плівка. Також таким чином вирішується питання естетичної привабливості використаних матеріалів.

Вирішити питання поширення надвисокого відносно норми рівня шумового навантаження допомагає дистанціювання джерел шуму, дистанційне керування, звукопоглинальні матеріали. Також варто передбачити використання звукозахисного обладнання та розробку відповідного регламенту проведення робіт і можливо варто впровадити моніторинг рівня шумового навантаження

Запобігання поширенню наднормативного шуму ґрунтується на дистанціонуванні джерела шуму за допомогою мал шумних процесів, таких як дистанційне керування та звукопоглинальні матеріали. Це також передбачає дотримання суворого режиму праці та відпочинку, використання засобів захисту та регулярний моніторинг шуму.

4.3 Забезпечення пожежної безпеки при модернізації приватних будинків

Під час будівництва, реконструкції, реставрації, технічного переоснащення та капітального ремонту приміщень, будинків і споруд розробляється та затверджується у встановленому законом порядку проектна документація.

Так як розробка даної документації передуює початку робіт в ній враховуються стандарти протипожежної безпеки, прописані в правилах містобудування.

Обов'язки по забезпеченню протипожежної безпеки при розробці документації та проведенні робіт із забудови населених пунктів, будівництві та модернізації приватних будинків покладається на органи архітектури, забудовників та будівельні організації.

Території та ділянки котрі межують з житловою забудовою та приватними будинками повинні систематично та регулярно очищатися від відходів та опалого листя і вивозитися у спеціально відведені місця. Також необхідно дотримуватися протипожежних відстаней між об'єктами.

| | |
|------------------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк |
| | | | | | | 60 |

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. International Renewable Energy Agency. URL : <https://www.irena.org/>
(дата звернення 10.12.2022)
2. Перспективи застосування відновлювальних джерел енергії для теплопостачання громадських і житлових будівель в Україні. Дерев'яно Д. Г., Беспала Н. Г., Бойко І. І. та інш. / Енергетика: економіка, технології, екологія. 2022. № 2
3. Розпорядження Кабміну України від 18.08.2017 року № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»»
4. Книга 5 : Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі Т. О. Бурячок, З. Ю. Буцьо, Г. Б. Варламов, С. В. Дубовської, В. А. Жовтянський; наук. ред. В. Н. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал.– 2013.– 390 с
5. Організаційно-економічний механізм енергозбереження: монографія / Ю. В. Дзядикевич, В. Я. Брич, В. В. Джеджула, Р. Б. Гевко, та ін. – Тернопіль: ТНЕУ, 2018.– 154 с
6. Перебийніс В. І. Енергетичний фактор забезпечення конкурентоспроможності продукції : монографія / В. І. Перебийніс, О. В. Федірець. – Полтава : ПУЕТ, 2012
7. Альтернативна енергетика: світовий та вітчизняний досвід Касич А.О., Литвиненко Я.О., Мельничук П.С. // Наукові записки. Серія «Економіка»: збір. наук. праць. – Острог: Видавництво національного університету «Острозька академія», 2013. Вип. 23
8. Heat Pump Systems in Sweden – Country Report for IEA HPP Annex 28. / Fredrik Karlsson1 Monica Axell1 Per Fahlen2. – Boras 2003

| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ |
| Інв.№дубл. |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк 63 |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----------|

17. Енергозберігаючі технології: тепловий насос. Квач Є М. / Вісник студентського наукового товариства. Випуск 5. Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя. – Ніжин, 2009

18. Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Пристрій та модель оцінювання ефективності сонячної панелі на основі поглинаючого шару NiO». Колмиков М. О. / СумДУ. Суми, 2021

19. Атестаційна робота «Дослідження ефективності сонячних панелей» / Харківський національний університет радіоелектроніки. – Харків, 2019

20. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014р

21. Тепловий насос: тепла потужність для обігріву та ГВП. URL: <https://hitachi-ukraine.com.ua/uk/rozrakhunok-teplovogo-nasosa-povitrya.html> (дата звернення 10.12.2022)

22. SWOT-аналіз соціо-економіко-екологічного стану підприємств : конспект лекцій / укладач І. Ю. Аблєєва. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 233 с

23. Стратегія підприємства: підручник. / Саєнко М. Г. – Тернопіль : Економічна думка. – 2006

24. Стратегічне планування: конспект лекцій/ укладачі: О.І. Карпіщенко, О.О. Карпіщенко. – Суми: Сумський державний університет, 2013.- 214 с

25. Сучасний менеджмент організацій : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Сладкевич, А. Д. Чернявський. — К.: МАУП, 2007

26. Охорона праці в галузі під редакцією к.т.н., доцента Толока А.О. / Крюковська О.А., Левчук К.О. - Навч. посібник. – 2011. – 230 с.. URL: http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/10/2-10-mz_p2.pdf (дата звернення 10.12.2022)

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----------|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | Арк 65 |
|-----|-----|----------|-------|------|-------------|-----------|

27. Наказом МОЗ № 52 від 14.02.2020 «Про «затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць»

28. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

29. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

30. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму

| | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дата | ТС 21510190 | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | | 66 |