

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 621.311

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем

_____ /Каплун В.В./
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

_____ /Антипов Є.О./
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Розробка енергоефективної системи енергопостачання
житлової будівлі на базі поновлюваних джерел енергії»**

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Усенко С.М.
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Шеліманова О.В.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Гордієнко М.С.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
інженерії енергосистем

к.т.н доцент _____ Антипов Є.О.
(ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)
« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гордієнку Михайлу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Розробка енергоефективної системи енергопостачання житлової будівлі на базі поновлюваних джерел енергії» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від 26.09.2024р. р. № 1666 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2024р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Характеристика об'єкта проектування
 2. Огляд використання поновлюваних джерел енергії для забезпечення теплового комфорту в будівлях
 3. Розрахунок та вибір обладнання комбінованої котельні
 4. Вибір мережевої сонячної електростанції
 5. Техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень
- Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання «26» вересня 2024 р.

Керівник магістерської роботи _____ Шеліманова О.В.
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ Гордієнко М.С.
(підпис) (ПІБ)

ЗМІСТ

	Стор.
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, термінів.....	4
Вступ	5
1 Предмет проєктування та основні задачі магістерської роботи ...	6
1.1 Загальна характеристика об'єкту проєктування.....	6
1.2 Визначення класу енергетичної ефективності будівлі.....	8
1.3 Мета та задачі магістерської роботи.....	14
2 Використання поновлюваних джерел енергії для забезпечення теплового комфорту в будівлях.....	15
2.1 Енергонезалежний будинок: загальні відомості.....	16
2.2 Особливості зовнішньої оболонки енергозберігаючого будинку.....	19
2.3 Сонячна енергія в енергонезалежному будинку.....	26
2.4 Використання твердої біомаси в системах опалення індивідуальних будинків.....	40
3 Розрахунок та вибір обладнання комбінованої котельні	45
3.1 Основні критерії вибору теплогенеруючого обладнання.....	46
3.2 Твертопаливні котли до 10 кВт: особливості та переваги...	49
3.3 Сонячний колектор для підтримки опалення.....	53
4 Вибір мережевої сонячної електростанції.....	57
4.1 Розрахунок освітлення для окремих приміщень будівлі.....	57
4.2 Вибір типу та основного обладнання сонячної електростанції.....	69
5 Техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень.....	74
Висновки	77
Список використаної літератури	78

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, ТЕРМІНІВ

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м²·°С);

κ – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·°С);

q – тепловий потік, Вт/м²;

c – питома теплоємність, Дж/(кг·°С);

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°С);

ρ – густина, кг/м³;

δ – товщина шару, м;

F – площа, м²;

H – площа поверхні нагріву котла, м²

Q_{on} – потужність системи опалення в теплий (неопалювальний) період року;

$Q_{m.втр}$ – втрати тепла в приміщенні через огорожувальні поверхні: стіни, стелю та підлогу;

F – площа розглянутої огорожувальної поверхні;

R – тепловий опір розглянутої огорожувальної поверхні;

n – коефіцієнт, за яким враховується теплоізоляція розглянутої огорожувальної поверхні;

β – коефіцієнт додаткових тепловтрат, який залежить від орієнтації сараю відносно напрямку вітру;

$R\lambda$ – тепловий опір теплопровідності через розглянуту огорожувальну конструкцію;

ІНДЕКСИ

с.о. – система опалення; річ – річна величина; ном – номінальна (розрахункова) величина; max – максимальна величина; opt – оптимальна величина; min – мінімальна величина;

ВСТУП

З 2014 року енергоефективність та енергозбереження стали пріоритетними напрямками подальшого функціонування української економіки, однак рівень енергоемності ВВП країни, за даними Всесвітньої енергетичної ради – WEC, залишається у 2-2,5 рази вищим, ніж у більшість європейських країн.

Житлові та громадські будівлі, які були побудовані в Україні в минулому, не відповідають сучасним вимогам щодо ефективного використання енергоресурсів. Основними причинами такої ситуації є використання застарілих матеріалів і технологій будівництва будівель.

Чинні державні будівельні норми щодо проектування нових та реконструкції існуючих будівель встановлено ДБН В.2.2-3:2018. Критерії енергоефективного, зеленого та сталого будівництва визначаються добровільними стандартами. Застосування таких стандартів може доповнити вимоги ДБН В.2.2-3 кращими показниками енерго- та ресурсозбереження, безпеки та покращеними екологічними характеристиками щодо життєвого циклу об'єкта будівництва,

Процес самочинного утеплення мешканцями окремих квартир багатоповерхових будинків, який розпочався останнім часом, створює додаткові перешкоди для цивілізованої та планової термомодернізації. Фасади міських будівель, спотворені хаотичними плямами теплоізоляції, не прикрашають їх, а відсутність будь-якої автоматизації в системах опалення таких будівель виключає можливість економії теплової енергії, надлишок якої зазвичай у таких випадках надходить у атмосферу через відкриті вікна або вікна. Лише при плановій реконструкції будівель можлива економія енергоресурсів.

РОЗДІЛ 1

ПРЕДМЕТ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ОСНОВНІ ЗАДАЧІ

МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1 Загальна характеристика об'єкту проектування

Об'єкт проектування даної бакалаврської роботи – офісно-житлова будівля, що належить ФГ «Злагода» і розташована у м.Ржищів.

Ржищів є центром міської об'єднаної територіальної громади (ОТГ), яка була утворена 23 серпня 2018 року внаслідок приєднання п'яťох сільських рад.

- м.Ржищів
- Балико-Щучинський старостинський округ
- Гребенівський старостинський округ
- Півецький старостинський округ
- Піївський старостинський округ
- Яблунівський старостинський округ

На Ржищівщині унікальні природні ландшафти вдало поєднуються з видатними об'єктами культурної спадщини. Ці особливості є головними ресурсами стратегічного розвитку ОТГ, як комфортного середовища, що поєднує соціально-економічну та туристичну привабливість.

На території громади працюють промислові та сільськогосподарські підприємства, що утримують землі у власності чи оренді.

Фермерські господарства Ржищівської громади вирощують такі зернові культури: гречка, кукурудза, пшениця, ячмінь), зернобобових культур (соя), олійних культур (сонях, ріпак).

Тваринництво на території громади представлено невеликими фермами по вирощуванню корів, свиней, птиці.

У агросекторі працюють близько 30 крупних господарств, серед яких одне з чільних місць посідає сільськогосподарське фермерське господарство ФГ "ЗЛАГОДА". Керівником організації є Осадчий Дмитро Миколайович.

Види діяльності господарства

- Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур
- Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів
- Допоміжна діяльність у рослинництві

Офісно-житлова будівля господарства розташована за адресою: м. Ржищів, вул.. Шевченка, 20-А.

План розміщення приміщень в будівлі показано на рис.1.1.

Розміри будівлі в плані 9,6 x 12 м, будівельний об'єм приміщення 322,5 м³. Стіни виконані у вигляді цегляної кладки, товщина стіни 54 мм, загальна площа зовнішніх стін 112 м². Вікна – однокамерні склопакети з повітряним прошарком 16 мм та тепловідбиваючтм покриттям, нанесеним на зовнішнє скло, гальна площа вікон 15 м².

Система опалення – водяна, двотрубна: джерело теплопостачання є побутовий газовий котел. Ссхема системи наведена на рис.1.2.

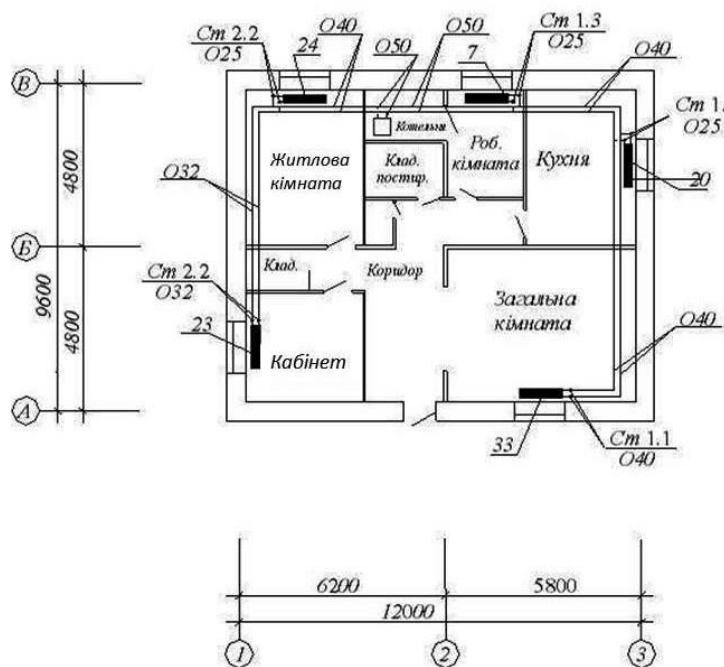


Рис.1.1. План приміщень будівлі

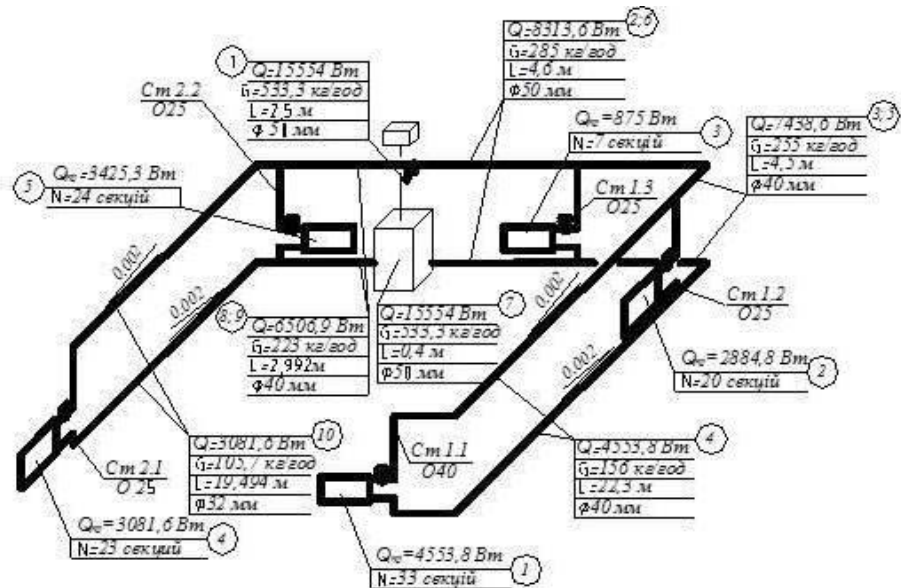


Рис.1.2. Схема системи опалення

1.2. Визначення класу енергетичної ефективності будівлі

З 2021 року критерієм, за яким оцінюється енергетична ефективність будівель при реконструкції, капітальному ремонті, термомодернізації об'єкта будівництва є показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, що має відповідати умові:

$$EP_{\text{use}} \leq 1,2 \times EP_p$$

де: EP_{use} , [кВт•год/м³] – розрахункове питома енергоспоживання

EP_p , [кВт•год/м³] – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні будівлі.

Клас енергетичної ефективності визначається за відсотковою різницею між показниками EP_{use} та EP_p згідно таблиці 1.2

Розрахункові параметри будівлі

Таблиця 1.1

Основні параметри опалювального сезону

Область	Київська			
$t_p, ^\circ\text{C}$	$t_{vp}, ^\circ\text{C}$	$t_{c.o.}, ^\circ\text{C}$	$n_o, \text{ доба}$	$S, \text{ град} \cdot \text{ доба}$
-22	-10	-0,1	176	3572

Таблиця 1.2

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

	$[(q_{\text{будв}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	< -50 %
B	від -50 % до -20 %
C	від -20 % до 0 %
D	від 0 % до 20 %
E	від 20 % до 35 %
F	від 35 % до 50 %
G	> 50%

Для розрахунку потужності системи опалення офісно-житлової будівлі доцільно застосувати методику контрольних показників питомого теплового потоку.

У відповідності до цієї методики, теплова потужність систем опалення N – поверхового будинку визначається за формулою:

$$Q_o = K \cdot \sum_{i=1}^n q_i \cdot F_i$$

де F_i – площа i -го поверху m^2 ; в нашому випадку $F = 115 \text{ m}^2$;

q_i – питомий тепловий потік на опалення i -го поверху, $\text{Вт}/\text{м}^2$, який визначається в залежності від номера поверху та значення S , град/добу для даної місцевості;

K – коефіцієнт, який враховує, з якого матеріалу виконані стіни будинку

Для одноповерхового будинку з цегляними стінами при $S > 3500$ град доба []

$q = 77 \text{ Вт}/\text{м}^2$;

$K = 1.15$.

Тоді

$$Q_o = 1,15 \cdot 77 \cdot 115 \cdot 10^{-3} = 10,18 \cdot \text{кВт}$$

В рамках термомодернізації існуючої будівлі в роботі приймаються наступні рішення:

- утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій виробами теплоізоляційними з мінеральної вати на основі базальтового волокна густиною $100 \text{ кг}/\text{м}^3$ та коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{ут}}=0,048 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$;
- розрахунки проводяться для трьох значень товщини теплозахисного покриття $\delta = 50; 100, 150$ та 200 мм .

Схема огорожувальної конструкції з нанесенням теплозахисної плити на зовнішню поверхню стіни показана на рис. 1.3.

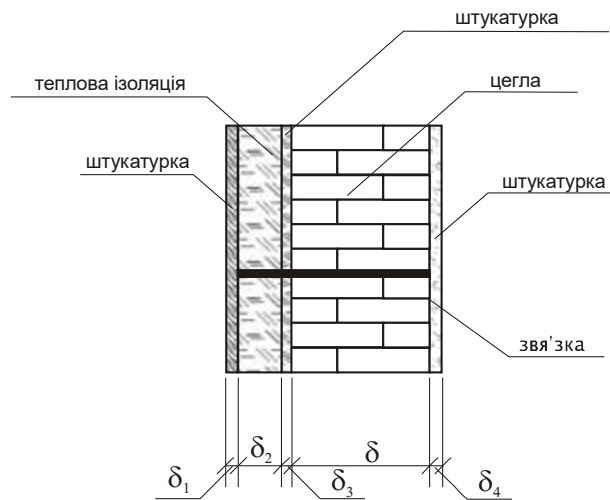


Рис. 1.3. Схема утеплення зовнішньої огорожувальної конструкції:

$\delta_1 = 15$ мм; $\delta_2 = 50; 100$ та 150 мм; $\delta_3 = 10$ мм; $\delta = \sim 400$ мм; $\delta_4 = 15$ мм

Термічний опір такої конструкції визначимо за залежністю

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3},$$

Приймаємо, що тариф на теплову енергію складає 1654 грн/Гкал

Капітальні витрати (K , грн) на ізоляцію зовнішніх стін визначимо як функція товщини ізоляції (δ , м) для прийнятого життєвого циклу 20 років.

$$K = 1000e^{5\delta}$$

Під експлуатаційними витратами мається на увазі витрата коштів на опалення будівлі, яку визначаємо за формулою

Експлуатаційні витрати, грн:

$$E = Q_{\text{max}} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} n_o 24 \frac{10^{-6}}{1,163} b = \left(\frac{1}{R_{\text{існ}} + \frac{\delta_{\text{ум}}}{\lambda_{\text{ум}}}} F(t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \right) \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} n_o 24 \frac{10^{-6}}{1,163} b$$

де b – тариф на тепло, грн/Гкал.

Для визначення оптимальної товщини утеплювача зовнішньої стіни побудуємо графіки залежності грошових витрат від товщини ізоляції

З графіка (рис. 1.4) слідує, що точка оптимуму знаходиться при товщині ізоляційного прошарку порядку 15 см.

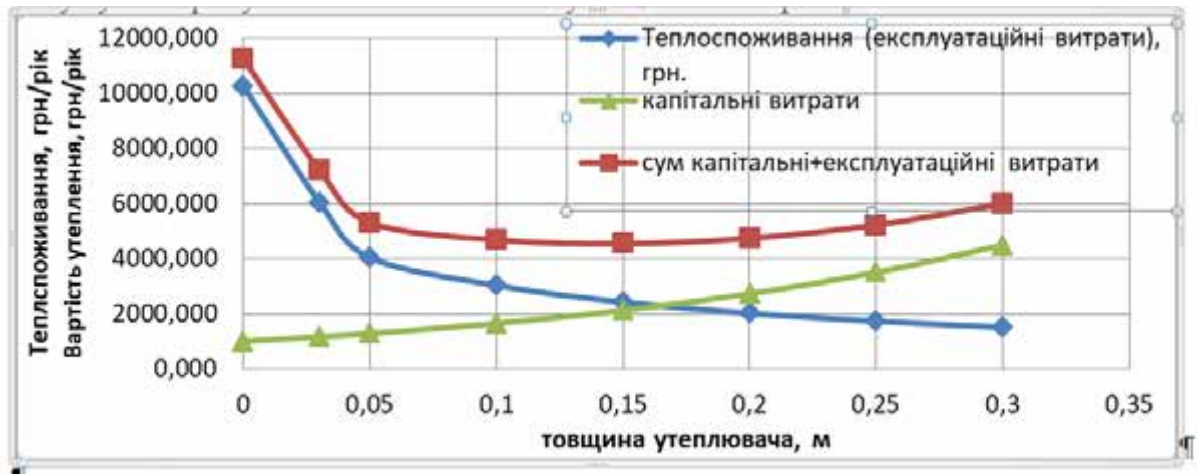


Рис. 1.4. Графік зміни експлуатаційних та капітальних витрат залежно від товщини ізоляції

Термічний опір утепленої ЗС відповідно до мінімальних вимог для I температурної зони становить: $R_{min} = 4 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$

Рекомендована товщина утеплювача:

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут}(R_{min} - R_{існ}) = 0,048(4 - 1,18) = 0,135 \text{ м}$$

Отже, обиравши утеплювач завтовшки 15 см., маємо

$$R_{ут} = R_{існ} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} = 1,18 + \frac{0,15}{0,048} = 4,3 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Отже оптимальна товщина ізоляції відповідає мінімальним вимогам щодо термічного опору зовнішніх стін.

Втрати теплоти через стіни:

- існуюча ЗС:

$$Q = \frac{1}{R_{існ}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{р.о}) = \frac{1}{1,18} \cdot 112 \cdot (20 - (-22)) = 3986 \text{ Вт};$$

- після утеплення:

$$Q_{ут} = \frac{1}{R_{ут}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{р.о}) = \frac{1}{4,3} \cdot 112 \cdot (20 - (-22)) = 1094 \text{ Вт}.$$

Таким чином, після термомодернізації загальні втрати теплоти зменшились майже на 3 кВт і склали

$$Q_{\text{т.втр}} = 6,9 \text{ кВт.}$$

Розрахунок теплової потужності системи гарячого водопостачання виконуємо, враховуючи, що в приміщенні одночасно перебуває не більше 5 осіб. За основу беремо стандартні витрати (таблиця 1.3).

Згідно даних таблиці 1.2. витрати тепла на підігрів води

$$Q_{\text{ог}} = 5 \cdot 2 \cdot / 24 = 0,42 \cdot \text{кВт}$$

Таблиця 1.3

Споживання гарячої води (будинки на 1-2 сім'ї)

□	Споживання гарячої води: одною людиною, л/день□ (з температурою 45°C)□	Витрати енергії, □ кВт·год/день□
Мінімальні витрати□	20-30□	0,8-1,2□
Стандартні витрати□	30-50□	1,2-2,0□
Максимальні витрати□	50-70□	2,0-2,8□

Знаходимо сумарну потужність системи опалення та гарячого водопостачання:

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_{\text{ог}} = 6,9 + 0,42 = 7,32 \text{ кВт}$$

Річне споживання теплоти будівлею:

$$Q_{\text{рік}} = Q \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} n_o 24$$

де Q – потужність системи опалення, кВт;

n – тривалість опалювального сезону

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{с.о.}}$ – середня за опалювальний сезон температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

t_B - температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

В нашому випадку

$$Q_{\text{рік}} = 7,32 \frac{(20 - (-0,1))}{(20 - (-22))} 176 \cdot 24 = 14797 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_{\text{зв}} = 6,9 + 0,42 = 7,32 \text{ кВт}$$

Питоме споживання енергії визначаємо, як

$$q_{\text{річ}} = \frac{Q_{\text{річ}}}{V_{\text{прим}}} = \frac{14797}{322,5} = 43,8, \quad \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$$

Визначаємо різницю розрахункового значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}} = 44 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$

$$[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\% = [(43,8 - 44) / 44] \cdot 100 = - 0,145 \%$$

Таким чином, клас енергоефективності будівлі (згідно табл. 1.2) «С», що відповідає вимозі використання поновлюваних джерел енергії в будівлях.

1.3. Мета та задачі магістерської роботи

Об'єктом даної магістерської кваліфікаційної роботи є система тепlopостачання офісно-житлової будівлі в складі фермерського господарства ФГ "ЗЛАГОДА" (м. Ржищів Київської обл.).

Мета роботи – розробити заходи щодо підвищення енергоефективності будівлі з використанням поновлюваних джерел енергії.

Для досягнення цієї мети необхідно:

- Проаналізувати можливість застосування поновлюваних джерел енергії для підвищення енергоефективності будівлі
- Визначити теплову потужність системи опалення офісно-житлової будівлі до та після виконання робіт з термомодернізації.
- Розробити проект модернізації системи опалення будівлі на основі сучасних твердопаливних котлів та сонячних колекторів.
- Визначити показники економічної ефективності запропонованих інженерних рішень.

РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО КОМФОРТУ В БУДІВЛЯХ

У сучасних умовах, коли є повна ясність про кінець видобування органічних викопних палив, потрібно задуматись про існування суспільства сьогодні та в довготривалій перспективі. Головні питання: як досягти більшої ефективності при менших енергетичних затратах. які види енергоносіїв, у який спосіб, і по якій ціні мешканці можуть використовувати для своїх потреб?

Перша важлива і необхідна можливість – взагалі знизити ці потреби без порушення якісних показників життєдіяльності і навіть їх підвищенні. Це дуже важливо, але взагалі не вирішує питання споживання енергії та викопних джерел.

Друга і найбільш актуальна необхідність і можливість – якомога ширше використовувати поновлювані джерела енергії, які є результатом геологічної діяльності Землі та не хникають при їх використанні. Ідея не нова, але до часу, поки існували дешеві традиційні джерела енергії, на основі процесу горіння, не набула в Україні значного поширення в практичній діяльності.

Одна із основних причин – значні первинні капіталовкладення для використання в подальшому цих джерел. Нова, невідома до цього часу ситуація, коли джерело енергії встановлюється одночасно із забезпеченням енергоресурсом, у даному разі відновлюваними. Низькі ціни на енергію, її надійність, подовжений термін роботи до певного часу до уваги не бралися.

Тепер із стрімким ростом цін на природний газ в Україні це стало не просто актуально, а дуже актуально і вкрай необхідно. Енергія вітру і сонця при цьому способі завжди органічно доповнює основне джерело теплової

енергії. Це все реально здійсненна мрія, на основі інтелектуальних зусиль, розважливості і активності.

2.1. Енергонезалежний будинок: загальні відомості

Згідно загальноприйнятої класифікації енергонезалежним вважається будинок, який обмежується споживанням теплової енергії на обігрів до 15 кВт/рік на 1 м² житлової площі.

Енергонезалежний будинок, у якому може бути і житло, і офіс, і виробниче приміщення, забезпечує нормовані і навіть підвищені умови комфорту для мешканців при незначному споживанні енергії від зовнішніх джерел. Характерна особливість таких систем полягає в тому, що досягається максимально можлива гармонія з навколишнім світом природи. Кожна така будівля, не тільки приємна для проживання, але й вносить значний внесок в охорону природи.

Енергонезалежна будівля не має зовнішніх відмінностей від звичайної, загальноприйнятої. Енергонезалежний будинок це просто нова ментальність, новий еталон життя без всякої твердо визначеної зміни в способах будівництва.

До особливостей енергонезалежного будинку можна віднести такі :

- Теплоізоляція вікон – двокамерний енергоефективний пакет
- Якісне утеплення зовнішніх стін.
- Конструкція будівлі без теплопровідних перемичок.
- Повна відсутність повітряних протягів.
- Комфортний обмін повітря з обов'язковою рекуперацією теплоти.

Енергонезалежні будівлі це – гармонійний і послідовний розвиток будівництва споруд з низьким рівнем енергоспоживання. Тут вирішені питання поліпшеного планування і досконалого виконання всіх деталей. Все

продумується, планується і виконується так, щоб навіть найменші можливості повернення тепла в дім, забезпечували тепловий комфорт. Наприклад, необхідна потужність на обігрів може бути забезпечена навіть освітленням лампою розжарювання. Кімната площею 20 м² обігрівається, навіть в зимовий період, двома, по 100 Вт, лампами розжарювання.

Звичайна сучасна якісна будівля для обігріву за рік потребує близько 1,5 м³ природного газу на 1 м² площі, що обігрівається. В Європейському Союзі згідно останніх нормативів – 0,6 - 1 м³ на 1 м². В енергонезалежній будівлі в порівнянні з існуючими будівлями масової забудови економія досягає іноді 90% теплової енергії.

Теплові втрати, при нових технологіях будівництва, застосуванні інноваційних матеріалів наскільки скоротилися, що будівлю потрібно лише трохи підігрівати. Присутні в будівлі пасивні фактори нагріву, такі як: побутові електричні прилади, люди, сонячне опромінення, теплова рекуперація повітря покривають основну потребу в теплоті.

Повну потребу необхідної теплоти рентабельно можна покрити припливною вентиляцією, якщо це буде навантаження не більше 10 Вт. на 1 м² житлової площі.

Якщо на обігрів будівлі досить такої потужності, то така будівля по праву називається «енергонезалежною будівлею».

Вирішальні переваги енергонезалежної будівлі:

- Високий рівень комфортності;
- Цілорічно свіже, очищене повітря;
- Екстремально низька оплата на обігрів навіть в умовах, постійного зростання ціни на енергію;
- Високий рівень надійності;
- Радикальне зниження навантаження на довкілля.

Енергонезалежна будівля забезпечує мешканцям затишок і комфорт. Її оболонка та опалювальне устаткування функціонують так, що тепло завжди залишається в будівлі. І це в свою чергу:

- однакова температура на всіх внутрішніх поверхнях приміщення;
- стабільні показники комфортності внутрішнього повітря;
- відсутність коливань температури в приміщеннях, відсутність протягів;

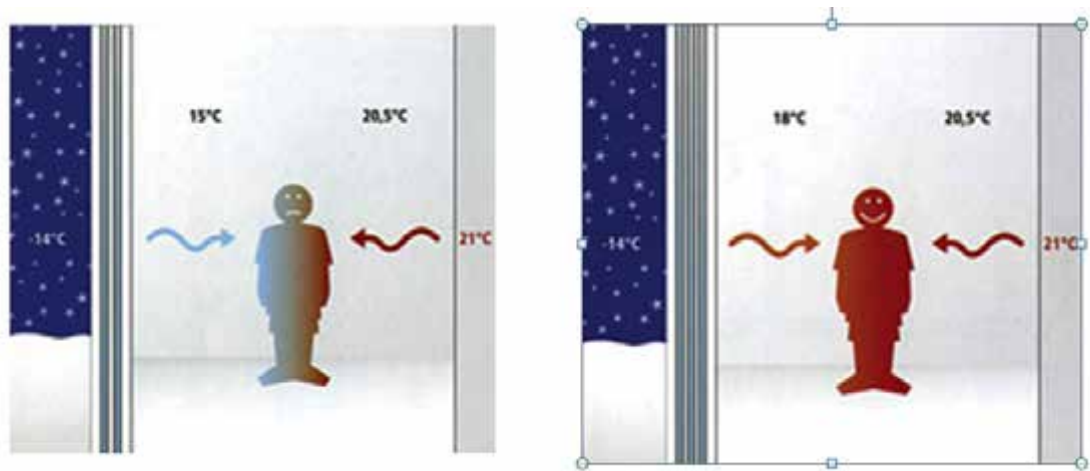


Рис.2.1. Внутрішня теплова характеристика
а) звичайної; б) енергонезалежної будівлі.

Стабільність, постійність. Виходячи з низького енергетичного споживання значно знижуються викиди в атмосферу шкідливих речовин в першу чергу CO₂. Застосування еталонів енергонезалежної будівлі значно підсилює всі фактори захисту навколишнього середовища і одночасно поліпшує ситуацію з використанням природних ресурсів, зокрема природного газу. Актуальною і економічно вигідною стає можливість повністю перейти на енергозабезпечення від поновлюваних джерел енергії.

Інновації. Енергонезалежний будинок – новітня концепція стандартів будівництва, нові перспективи для архітекторів і інженерів, поштовх до

розвитку індустрії новітніх будівельних матеріалів, технічного оснащення осель, які гармонійно відповідають концепції енергонезалежних будівель.

Простота. Енергонезалежний будинок не передбачає потреби в особливих знаннях і вміннях його власника. Навпаки, такий будинок всіма своїми даними, приємною температурою приміщень, всіх навколишніх внутрішніх поверхонь ніби пропонує все сам. Ніяких протягів, ніяких перепадів температур, не потрібно турбуватися про свіже повітря і при цьому ніякої недоступної по складності техніки.

Підтримка держави. В багатьох країнах для забудовників енергонезалежного будинку є багато різних вигод. Можливо колись так буде і в Україні. Поки що такої дієвої підтримки не існує.

Таким чином, витрати теплоти енергонезалежною будівлею зведені до мінімуму. Кондиціонування повітря забезпечує всі необхідні якісні показники повітря практично без втрат теплоти при повітряному обміні. Зовнішнє джерело теплоти має незначну потужність і тільки доповнює необхідну кількість енергії. Це розумно продумана система, яка максимально затримує тепло в будівлі, враховуючи всі її функції і потреби людини. Передбачене технічне оснащення процесу забезпечення теплом працює надійно, є керованим, і функціонує з найменшими втратами. Технічний термін «енергонезалежний будинок» означає особливу стратегію, синонімами якої є «енергетична безпека», «енергетичний фільтр», «пасивний нагрів», які завжди незримо присутні при його вживанні. Безумовно, цей термін не може сприйматись як абсолют. Практично неможливо уникнути незначних впливів, які не завжди співпадають з напрямком бажаного нами процесу теплозабезпечення.

Передусім йдеться про керований підконтрольний процес, який протікає з мінімальними втратами, які в свою чергу пов'язані з характером процесу, але при цьому досягається поставлена ціль.

2.2. Особливості зовнішньої оболонки енергозберігаючого будинку

Найбільше значення для енергозберігаючого будинку має рівень споживання всіх видів енергії. Це досягається якісним утепленням, вікнами з енергоефективними склопакетами в теплоізолюваній рамі, вставленій по технології, яка виключає втрати теплоти, якісним повітряним ущільненням, високоефективною системою кондиціонування з рекуперацією теплоти, домашньою побутовою технікою з низькими енергетичними витратами, застосуванням відновлюваних джерел енергії. Але, не тільки вимоги обмеження споживання енергії є визначальними, важливішим є підвищені комфортні умови такої будівлі, поліпшення умов експлуатації будівельних конструкцій, оздоблення в усіх складових будівлі, її довговічність.

Поліпшена теплова ізоляція енергонезалежного будинку зменшує втрати теплоти і дозволяє підтримувати всередині будівлі більш високу температуру зимою і більш низьку влітку. По всій площі будівлі рівномірна температура повітря, немає явища холодних кутів, що сприяє не тільки приємним відчуттям, а й позитивно діє на здоров'я мешканців. Можливість виникнення вогкості виключається повністю. Практично неможливе виникнення явища конденсації вологи із повітря. Всі типи конструкцій (опори, бетонні масиви, дерев'яні чи сталеві балки і інше) все повинно бути якісно теплоізолюване.

Енергонезалежний будинок захищає не тільки від холоду взимку. Теплова ізоляція будинку дозволяє також ефективно захищати людей від літньої спеки. Взимку будівля повинна прийняти найбільшу кількість сонячної теплоти. Сприятливим для цього є вікна південної сторони, які зимою пропускають сонячне світло в глибину дому. Влітку ця дія обмежується. Натомість, більш активно використовуються вікна східної і західної сторін. В літню спеку ефективним є також використання природної вентиляції при відкритих вікнах.

Конструкція будівлі не має теплопровідних перемичок і ущільнена від проникнення повітря.

Уникнення теплопровідних перемичок – дуже важливий захід щодо економії господарських витрат. Ми розглядаємо будівлю не лише як стіни і дах. Ми враховуємо також всі конструктивні особливості, зокрема несучі конструкції і їх з'єднання, кути, і інші характерні особливості. Як правило, це місця з підвищеними втратами теплової енергії (теплопровідні перемички) і тут найбільш вірогідні місця повітряних протягів, які потребують особливої роботи по теплоізоляції та ущільненню. Тут треба зменшити втрати до найменш можливих. Повітряні ущільнення дозволяють уникнути загрози конденсації вологи із повітря і можливого пошкодження конструкцій.

Наприклад, балконна плита, яка зв'язана з загальним масивом будівлі, – тепла перемичка, яка призводить до підвищених втрат енергії. В енергонезалежному будинку передбачається термічне відділення плити від загального масиву і, таким чином, втрат не існує. Для енергонезалежних будівель розроблено спеціальні конструкції без теплопровідних перемичок (рис.2.2.)



Рис. 2.2. Зовнішня конструкція енергонезалежного будинку

Червона лінія показує повітряне ущільнення енергонезалежного будинку. Не повинно бути ніяких отворів, ніяких сторонніх витоків повітря. Всі конструктивні з'єднання повинні передбачати повітряне ущільнення.

Жовтим масивом позначено теплоізоляцію і можливості уникнення теплових перемичок. В місцях з'єднань матеріали повинні бути як можна з меншою теплопровідністю.

Повітряні ущільнення будівлі зменшують теплові втрати і ризик конденсації вологи внаслідок ушкоджень будівельних конструкцій. Ці роботи треба виконувати старанно, кваліфіковано і якісно.

Вікна в енергонезалежному будинку – теплоізольовані віконні рами, теплозаощаджуюче застелення. Високоякісні вікна – обов'язкова умова для енергонезалежного будинку. Суворі вимоги термічного захисту (коефіцієнт теплопередачі $0,85 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$ і менше) для вбудованих вікон дозволяє підтримувати високий рівень теплового комфорту в житлових приміщеннях. Навіть за відсутності звичного для нас обігріву під вікнами, температура вікна з внутрішньої сторони не падає нижче 17° С . Таким чином, створюються комфортні теплові умови навіть поблизу вікна. Важлива роль також і віконної рами, яка практично не має теплових втрат, і це в порівнянні до того, що звичайні рами мали такі втрати від 30 до 40 відсотків втрат всього вікна.

Для порівняння: у звичайного вікна (коефіцієнт теплопередачі $1,5\text{-}2 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$) теплові втрати значно перевищують аналогічні нашому випадку (коефіцієнт теплопередачі $0,8 \text{ Вт/м}^2/\text{К}$). Для будинку із звичайними вікнами теплові втрати були б значно вищі. Якісна тепла і повітряна ізоляція по периметру рами вікна також значною мірою запобігає тепловим втратам. Скління виконується із потрійного пакету і герметично з'єднане з рамою вікна.

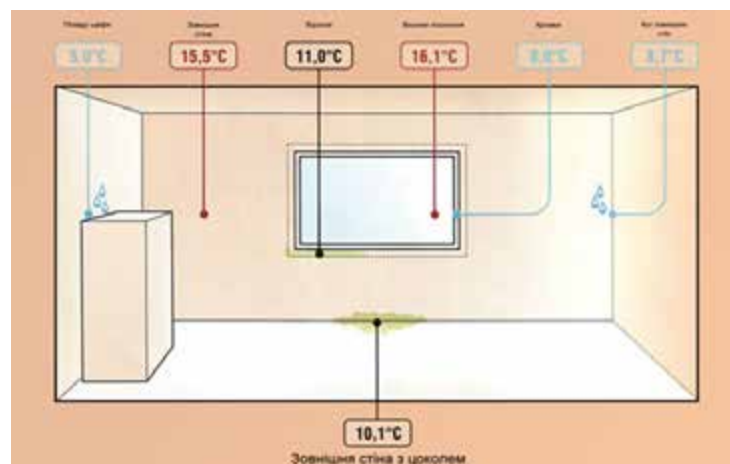
Використання теплоти сонячного випромінювання. Сонячні промені досягаючи приміщення через скло, сприяють їх тепловому прогріванню. При мізерних втратах теплоти вікон йдеться про джерело теплової енергії, ефективність якого залежить від місця знаходження вікна, розподілення світлового потоку через нього, його площі і орієнтації по сторонах світу. Досвідчений планувальник обов'язково використає ефект сонячного нагріву і при цьому тепловий ефект супроводжується супутніми побутовими перевагами і більш здоровими умовами життя.

Повітряний комфорт: чисте повітря, приємна атмосфера. Ключове значення для повітряного комфорту має автоматизоване кондиціонування, яке забезпечує гігієнічне, кристалево чисте повітря (без пилу, квіткового пилку, алергенів), видаляє вологу і запахи з того місця, де вони виникають. При бажанні це зробити просто провітрюванням через вікна – це завжди можливо, проте втрати теплоти при цьому будуть більшими. Як правило, це – одноразова дія, відповідно до бажання, пов'язаного з особливими обставинами.

Рекуперація теплоти в енергонезалежному будинку – обов'язкова умова. Значною мірою тепла енергія теплого, витяжного повітря передається холодному, свіжому припливному повітрю. У відсотковому відношенні ця величина сягає 90%. Ефект значно підсилюється у випадку відбору свіжого повітря в найбільш екологічно сприятливому місці в межах земельної ділянки будівлі і подачі його по підземних повітропроводах (земляний теплообмінник), де це повітря зимою прогрівається, а влітку охолоджується і, таким чином, значно поповнює теплову енергію зимою і підвищує повітряні комфортні умови влітку. Високоякісне обладнання виключає при цьому будь-яку можливість змішування цих потоків повітря і потребує у декілька разів менше первинної енергії, в порівнянні з тією, що отримується в процесі рекуперації.

Високий ступінь енергозбереження – одна із переваг, що дозволяє знизити витрати на експлуатацію будівлі, як свідчить практичний досвід, у два і більше разів щорічно, при підвищеному порівняно із звичайним рівнем комфортності.

Проживання в такому будинку звичайно змінює і менталітет у побуті. Адже відсутність загрози виникнення деінде цвілі, запотівання вікон, повітряний комфорт – все це дуже активно і постійно впливає на стан фізичного здоров'я, створює атмосферу доброго настрою. Системи обігріву в підлогах і стінах не тільки сприятливіші для здоров'я, але й дають можливість більш корисно і вигідно використовувати житлову площу. Рівномірна по всій площі температура, однакова температура поверхні зовнішніх і внутрішніх стін дозволяє більш вигідно розташувати меблі в кімнатах і значно вигідніше використовувати простір приміщення.



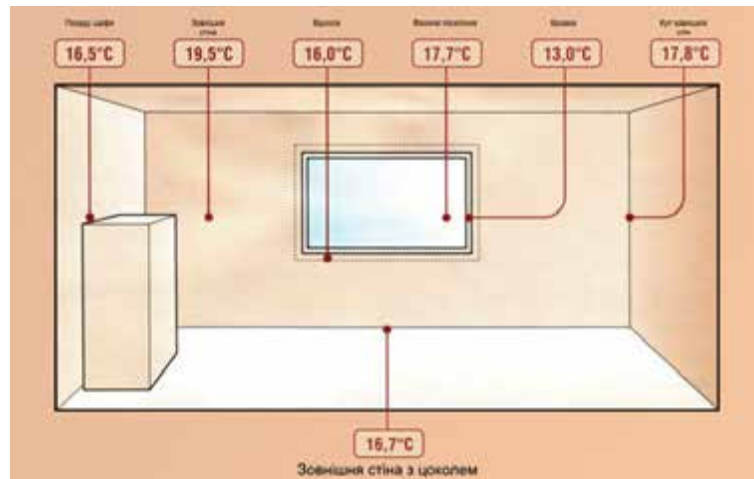


Рис.2.3. Температурне поле зовнішніх стін
а) у звичайній, б) в енергонезалежній будівлі.

Принцип дії енергонезалежного будинку може бути застосований і при реновації старих будівель. При цьому використовуються нові технології робіт, нові матеріали, нові концептуальні підходи і як результат - отримуємо не просто новий, а сучасний з підвищеними якісними показниками будинок.

При таких реноваційних роботах можуть виникнути додаткові в порівнянні з новобудовами проблеми. Одна з них - можливість застосування зовнішнього утеплення. Завжди потрібно використовувати такий вид утеплення, у випадку, коли це неможливо, – застосовувати внутрішнє утеплення, пам'ятаючи, що це ліпше, ніж його відсутність взагалі. До такого утеплення виникають особливі вимоги. Гарантовано повинне бути кваліфіковане планування і виконання. Внутрішня поверхня такого утеплення повинна бути непроникна для повітря. Враховуються теплові перемички, для кожної із них – окреме рішення і виконання, в результаті якого повинна бути надійна теплоізоляція. Найбільша небезпека при такому виді утеплення – виникнення точки роси в товщі зовнішньої стіни. І проект, і якість робіт повинні це гарантовано виключити. Системи обігріву в таких будинках можна залишати існуючі, при цьому температура подачі на радіатори значно знижується, пов'язані з цим теплові втрати також.

Основні правила облаштування зовнішньої оболонки енергонезалежного будинку:

Оптимальне утеплення

Відсутність теплових перемичок.

Повітронепроникний корпус

Енергоефективні вікна

Кондиціонування повітря.

Споживаючи значно менше теплової енергії, енергонезалежний будинок потребує при будівництві значно менших витрат на теплозабезпечення. Джерело теплової енергії значно меншої потужності, відповідно, витрати на нього скорочуються. Скорочуються будівельні витрати, які супроводжують традиційне джерело теплової енергії. При такому варіанті економія складає до 3% коштів на будівництво. При застосуванні відновлюваних джерел енергії економія складає від 6 до 12%. При цьому варіанті відпадає необхідність в комині, спеціальному обладнанні і приміщенні для забезпечення хімічного процесу горіння енергоносія.

2.3. Сонячна енергія в енергонезалежному будинку

Використовуючи безпосередньо сонячну енергію ми можемо нагрівати воду, виробляти електричний струм, використовувати її також як доповнення до систем обігріву.

При використанні сонячної енергії відбувається перетворення сонячного випромінювання у теплову енергію в сонячних колекторах. Ця теплота використовується для різноманітних побутових потреб і часто частково доповнює потреби на обігрів будівель або окремих приміщень.

Джерело сонячної енергії належить до низькопотенційних. Для того, щоб пересвідчитись у цьому, досить проаналізувати кількість теплоти, яку можна отримати з одиниці поверхні сонячного колектора, розташованого на широті м. Києва.

На рис.2.4 представлено дані про середньомісячну величину теплового потоку сумарної сонячної енергії, що надходить на 1 м² поверхні колектора, і теплового потоку, що сприймається 1 м² такого колектора за окремими місяцями року.

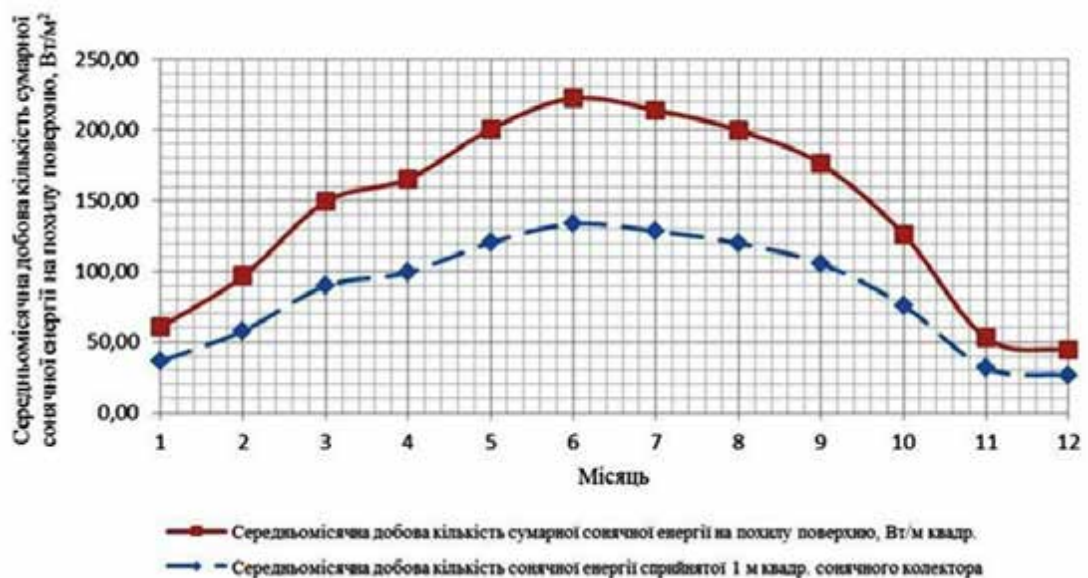


Рис. 2.4. Середньомісячна величина теплового потоку сумарної сонячної енергії

Потреба у теплоті на опалення 10 м^2 площі рядового одноповерхового будинку без термомодернізації становить близько 900 Вт , А дані графіка свідчать про те, що у січні тепловий потік, який можна отримати з 1 м^2 сонячного колектора, становить лише 40 Вт .

Порівняння теплового потоку, що генерується, з одного боку, і з потребою в теплоті, з іншого, переконливо свідчить, що сонячний колектор площею 1 м^2 зможе забезпечити теплотою лише $0,5 \text{ м}^2$ площі будинку. За умови, що тепловий потік, який необхідний для опалення житлового будинку (без термомодернізації) становить близько 10 кВт поверхня сонячних колекторів для опалення будинку має бути близько 250 м^2

Отже, перспектива опалення будинку за допомогою лише сонячних колекторів є сумнівною. Може йтися лише про поєднання традиційних способів генерації теплоти за допомогою викопних чи інших видів палива і сонячної генерації.

Насамперед в таких системах тепlopостачання потрібно в системах опалення використовувати температуру теплоносія не вище до $60\text{-}70 \text{ }^\circ\text{C}$ Це пов'язано з тим, що отримати високу температуру теплоносія в сонячних колекторах у холодний період року досить проблематично. У будинках споживачів теплоти необхідно виконати глибоку термомодернізацію з реконструкцією системи вентиляції і досягти низьких показників енергоспоживання. Крім того, у системі тепlopостачання слід впровадити заходи з акумуляції теплоти.

Одна з можливих схем використання сонячної теплоти в системі централізованого тепlopостачання представлена на рис. 2.5.

Схема працює за таким принципом: водогрійний котел К підігріває воду шляхом спалювання палива, і на виході вода, яка надходить до споживача (СП), має температуру t_1 . У разі, якщо температура зовнішнього повітря дозволяє використовувати теплоносій з не дуже високою

температурою, то генерація теплоти здійснюється в сонячних колекторах з догріванням до потрібної температури у проміжних теплообмінниках Т.

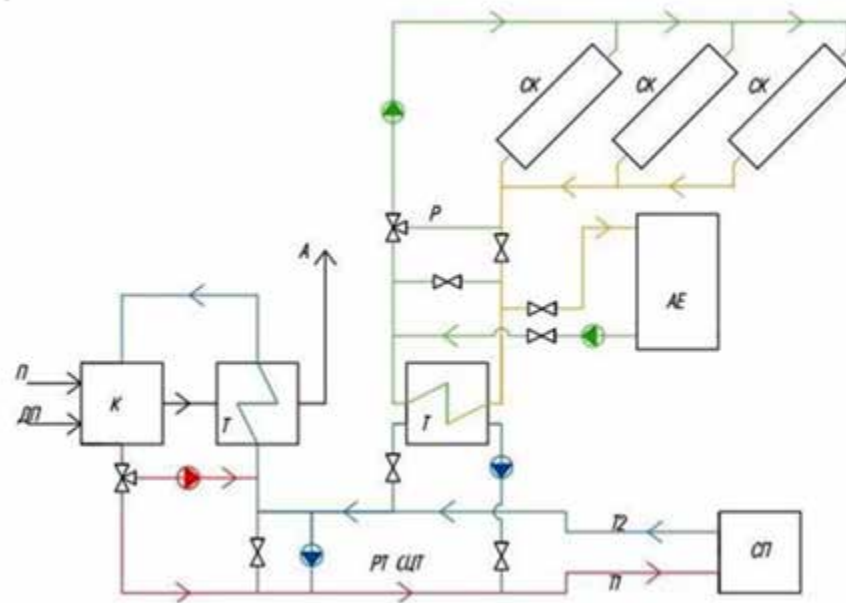


Рис. 2.5 Принципова схема вироблення теплової енергії на базі котельні з використанням сонячних колекторів: Р – робочі тіла в системі тепlopостачання; П – паливо; ДП – дуттьове повітря; ПЗ – продукти згорання; РТ СЦТ – робоче тіло централізованої системи тепlopостачання (СЦТ); Т – теплообмінник; К – водогрійний котел СЦТ; Т1 – подавальний трубопровід СЦТ; Т2 – зворотній трубопровід СЦТ; АЕ – акумулятор енергії; СК – сонячний колектор; СП – споживач; А – навколишнє середовище

Кількість спаленого палива в котлах при цьому зменшується. Є можливість, за необхідності, здійснювати рециркуляцію теплоносія контуром сонячних колекторів, а також накопичувати гарячу воду, отриману в колекторах. Це потрібно робити, оскільки найчастіше період максимальної генерації теплоти від сонця не збігається з періодом максимального споживання теплоти з системи.

У якості сонячних колекторів необхідно використовувати такі конструкції, які здатні витримувати високі тиски води, характерні для систем

теплопостачання, До таких пристроїв належать сонячні колектори на вакуумованих трубах .

Ключова перевага таких пристроїв — це можливість працювати навіть за - 40 градусів за Цельсієм.

Серед інших переваг сонячних колекторів з вакуумними трубками варто виділити такі:

- відмінна ефективність як при негативній температурі, так і при похмурій погоді;
- монтаж можна проводити навіть самостійно, для цього необхідно мати мінімальні монтажні навички підключення обладнання;
- конструкція відрізняється високою стійкістю до негоди, тому навіть при снігопаді або в зливу робота пристрою буде проходити без перерви.

І найприємніше — це тривалий термін експлуатації. За умови дотримання правил використання сонячного колектора може прослужити кілька десятиліть.

Перш ніж купити вакуумний сонячний колектор в Україні, варто розуміти і деякі особливості. Насамперед, це висока вартість обладнання та всіх супутніх аксесуарів. Але згідно з досвідом деяких користувачів, подібна система вже за кілька років переходить на самоокупність. Це обладнання буде особливо актуальним для заміських котеджів, які потребують постійного опалення більшу частину року. Тому, якщо порівнювати актуальну вартість на енергоносії, вигода стає очевидною.

Призначення такого обладнання дозволяє вирішити питання комфортного проживання. Ключова особливість такої конструкції – високий коефіцієнт корисної дії. Все завдяки тому, що сонячні вакуумні колектори для опалення перетворюють промені сонця в теплову енергію. При цьому пристрій може використовуватися у будь-якої пори року. Правило особливо

актуальне взимку, коли важливим є питання підтримки комфортної температури не тільки рідини, а й всього приміщення.

У деяких випадках вакуумний трубчастий сонячний колектор може використовуватись і для нагрівання будинку. До того ж така модель вважається більш надійною. Все завдяки тому, що всесезонний вакуумний сонячний колектор використовує не звичайні скляні трубки, а боросилікатні. Їхня установка дозволяє ефективно працювати багато років. Все за рахунок того, що трубки покриті особливою речовиною, яка притягує сонячне проміння навіть у похмуру погоду.

Кожен сонячний колектор всередині має абсорбуючу трубу меншого діаметру (рис. 2.6). А між двома елементами розташований вакуум. Саме використання такого прошарку дозволяє:

- збільшити коефіцієнт корисної дії на третину, якщо порівнювати із звичайними геліосистемами;
- нагрівання теплоносія в батареях навіть за умови мінусової температури.

Все за рахунок того, що особлива рідина внизу конструкції перетворюється на пару, що забезпечує рівномірний прогрів сонячного колектора.

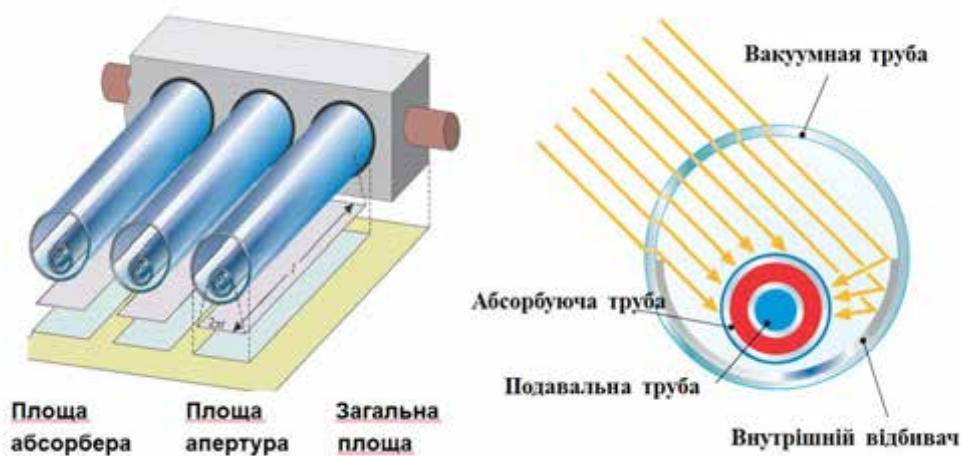


Рис. 2.6 Принцип роботи вакуумованого сонячного колектора

У кліматичних умовах України ефективним є використання сонячних колекторів для децентралізованого теплопостачання та гарячого водопостачання.

Сонячна електроенергетика є відносно новою галуззю в Україні. При цьому темпи її розвитку є надзвичайно високими, у порівнянні з іншими секторами вітчизняної економіки. Так, за підсумками 2021 року на сонячну енергетику в Україні припало понад 5% загального виробництва електроенергії.

Вся територія нашої держави є придатною для розташування сонячних електростанцій. При цьому найбільш сприятливими для цього є південні регіони України (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька та частина Донецької області, АР Крим), де сьогодні зосереджено понад 60% промислових СЕС. Станом на кінець 2021 року сумарна потужність сонячних електростанцій склала 6320 МВт (без урахування тих, що знаходяться на тимчасово окупованих територіях).

За підсумками останніх років наша держава мала одні з найвищих темпів розвитку сонячної енергетики в Європі. Однак вторгнення агресора завдало значних збитків галузі. Дві третини СЕС в Україні розташовані на півдні, де сьогодні йдуть активні бойові дії. За різними оцінками, понад 30% сонячних електростанцій на окупованих територіях, а це приблизно 1120-1500 МВт встановленої потужності, зазнали руйнувань. Крім того, зруйновано більше 25% непромислових (приватних) СЕС.

Менше з тим зараз в Україні сонячні електростанції забезпечують близько 75% виробництва "зеленої" енергії.

В складних умовах сьогодення домашні сонячні електростанції стають більш важливими для забезпечення енергобезпеки споживачів. Попри

зовнішні негативні фактори, сонячна генерація поступово розвивається, зокрема завдяки сегменту середніх та малих СЕС.

Лише у 2022 році введено 220 МВт потужності сонячних електростанцій, з них 206 МВт встановлено саме домогосподарствами.

У 2023 році, за неповними даними, побудовано ще 115 МВт СЕС

Фотоелементи (фотодіоди) - це напівпровідникові пристрої, які перетворюють світло в електричний струм за допомогою фотоелектричного ефекту. Фотоелементи є складовою сонячних батарей, які широко використовуються для виробництва електричної енергії для побутових чи промислових споживачів.

Фотоелементи є важливою складовою переходу до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та створення більш стійких систем генерації та зберігання енергії. Робота сонячних станцій, як і інших ВДЕ, залежить від умов навколишнього середовища.

Основні компоненти фотоелемента та принцип дії (рис. 2.7

- **Напівпровідниковий шар:** найчастіше це кремній (*), який має дві типи – р-тип та n-тип. В напівпровіднику р-типу (“позитивні”) – основними носіями заряду є дірки, в n-типу (“негативні”) – електрони. Дірки та електрони вільно рухаються. На стику двох матеріалів утворюється р-n перехід – вільні електрони “заповнюють” вільні дірки. Рух відбувається тільки в одному напрямку, отже виникає електричний струм, адже електричний струм – це упорядкований рух заряджених частинок.

Отже, фотони світла потрапляють на фотоелемент та поглинаються атомами напівпровідника. Завдяки енергії фотонів відбувається збудження носіїв заряду, які рухаються в одному напрямку.

- **Контактні смужки:** Металеві смужки, які “збирають” електричний струм, що утворюється внаслідок фотоелектричного ефекту.
- **Захисне скло зі спеціальним покриттям:** Основна функція захист внутрішніх компонентів фотоелемента від пошкоджень та впливу зовнішніх факторів (дощ, град, тварини, каміння). Скло товщиною 3,2мм може витримати падіння металевої кулі вагою 1 кг з висоти 1 м.
Спеціальне покриття: тонкий шар, який зменшує відбивання світла від поверхні фотоелемента. Основна функція - збільшення ефективності поглинання світла. Захисне скло пропускає приблизно 91,5% світла, в той час як скло зі спеціальним покриттям – 93,5%. Крім того, скло відбиває інфрачервоні промені, зменшуючи поглинання тепла. Високі температури фотоелемента негативно впливають на ефективність.



Рис.2.7 Складові елементи фото панелі

До допоміжних елементів фотопанелі можна віднести:

- інкапсуляційну плівку, які забезпечують герметичність та захист компонентів фотоелемента від корозії;

- алюмінієву раму – для жорсткості та загальної міцності панелі. Запобігає згинанню та скручуванню панелі під час транспортування, установки та експлуатації.

- заднє покриття – для герметичності, захисту від вологи, безпечної експлуатації панелей з точки зору пожежної безпеки.

- розподільчу коробку – для з'єднання сонячних панелей між собою; для передачі виробленого електричного струму в систему. Зазвичай мають вбудовані Smart функції для віддаленого моніторингу роботи панелі.

Фото елементи можуть працювати як при природному, так і при штучному освітленні.

У якості фотоелементів також можуть використовуватися:

- тонкоплівні матеріали (аморфний кремній, телурид кадмію, селенід міді-індій-галію), які наносяться на підкладку тонким шаром. Вони легкі та гнучкі, що дає можливість їх застосовуватися на вигнутих поверхнях;

- органічні матеріали. Основна перевага – нижча вартість. Використовуються в окремих галузях та обладнанні (наприклад, в принтерах).

Вчені постійно проводять дослідження для створення нових напівпровідникових матеріалів.

Ефективність фотопанелей залежить від наступних факторів:

- Технологія виробництва та тип панелей – тобто, які матеріали використовувалися при виробництві.
- Строк експлуатації – з часом фотоелементи деградують, тобто їхня ефективність знижується. Вважається, що за 25 років експлуатації зниження може становити 20%.
- Умови експлуатації – температура експлуатації, освітленість, кут монтажу панелей.

В умовах України для стаціонарних систем оптимальним є орієнтація панелей на південь та кут нахилу, що дорівнює широті місцевості.

Зовнішні чинники, які знижують ефективність панелей протягом експлуатації

- **Забруднення:** Сніговий покрив, пил, пісок, пташиний послід зменшують кількість сонячного світла, що проходить до фотоелементів.
- **Температура:** При підвищенні робочої температури панелі ККД знижується. Тобто влітку панелі працюють з нижчим ККД, але за рахунок більшої інсоляції та більшої кількості сонячних днів (годин) виробництво електричної енергії значно вищій саме в літній період.
- **Затінення:** Затінення навіть однієї чи декількох панелей негативно впливає на генерацію електричної енергії усім масивом фотопанелей.

На графіку рис. 2.8 та в таблиці 2.1 наведені дані генерації електричної енергії фотопанелями загальною встановленою потужністю 1кВт (Київська обл., кут 30°)

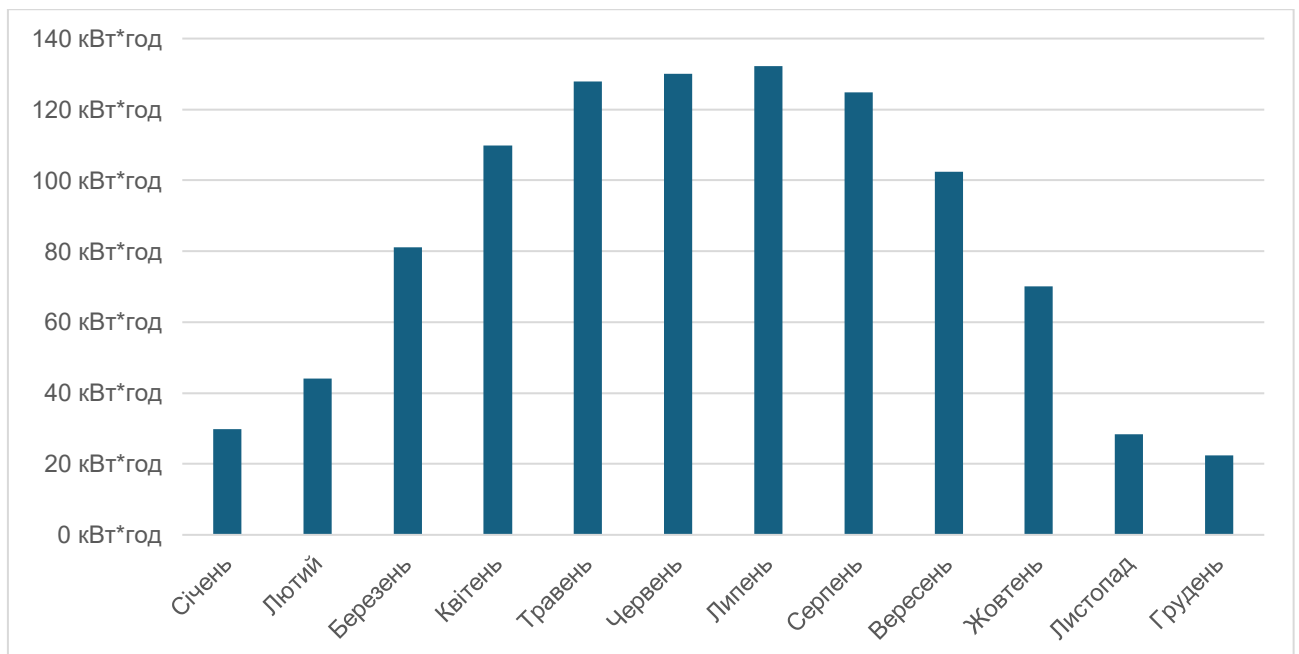


Рис.2.8. Генерація електричної енергії фотопанелями 1кВт (Київська обл.)

Генерація електричної енергії фотопанелями 1кВт (кВт·год)
для умов Київської обл..

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
30	44	81	110	128	130	132	125	102	70	28	22

Таким чином, для орієнтовних розрахунків можна приймати, що сонячна станція встановленою потужністю 1кВт генерує 1000-1200кВт·год за рік., враховуючи, що з квітня по вересень генерується 70% електричної енергії від річного значення, а в зимові місяці генерація найнижча.

Встановлена потужність - це номінальна потужність сонячних панелей при номінальній інтенсивності сонячної інсоляції, вологості та температури. Номінальні параметри стандартизовані та вказуються в технічному паспорті панелі. Сонячна інсоляція та температура змінюються протягом дня і відрізняється від номінальних значень, відповідно і генерація електричної енергії не є постійною та залежить від цих факторів. Вночі генерація електричної енергії фотопанелями взагалі не відбувається, тому виникає питання акумулювання енергії в години надлишкової генерації для можливості її використання протягом доби.

Коефіцієнт корисної дії показує, яка кількість сонячного випромінювання, що потрапляє на фотопанель, перетворюється в електричну енергію. Середній ККД сучасних панелей масового виробництва знаходиться в межах 18-24%. В лабораторних умовах досягнуті показники 40%. Технології постійно розвиваються. З кожним роком ефективність панелей зростає.

Фотоелектричні станції складаються з декількох основних компонентів: сонячних панелей, інвертора, системи кріплень, система зберігання енергії та контрольно-вимірювального обладнання.

1..Сонячні панелі: перетворюють сонячне випромінювання на електричну енергію.

2. Інвертор: пристрій, який перетворює постійний струм, який генерується сонячними панелями, на змінний струм, який може бути використаний побути чи переданий в мережу.

3. Система кріплень: використовуються для монтажу сонячних панелей на даху будівлі, на паркані чи на землі.

4. Система зберігання енергії (акумуляторні батареї, АКБ): обладнання для зберігання електричної енергії та її використання вночі, в пахмурну погоду чи за інших потреб.

5. Контрольно-вимірювальне обладнання: використовуються для моніторингу та керування ефективністю роботи фотоелектричної станції.

Автономні сонячні електростанції використовуються там, де немає централізованих ліній електропередачі (прокладання мереж ускладнено або економічно недоцільно), або для електроживлення автономних об'єктів і пристроїв, а також пересувних об'єктів.

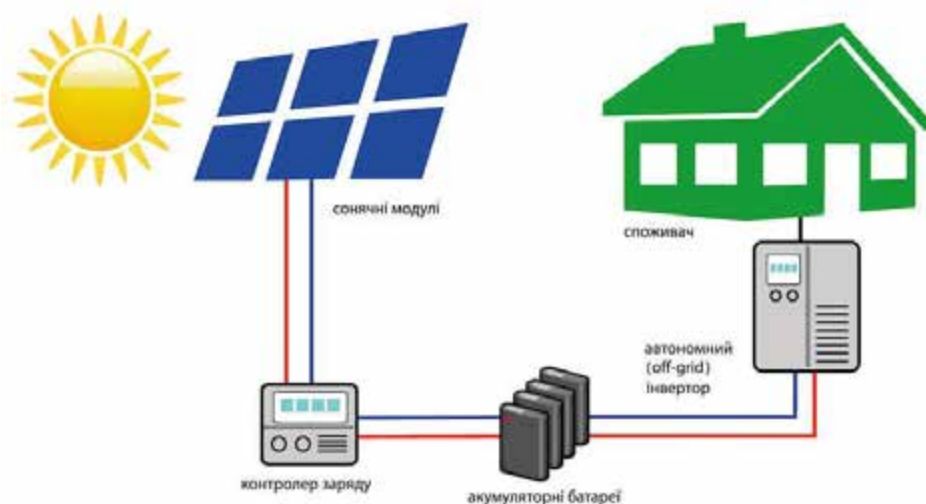


Рис. 2.9. Автономна сонячна станція

Резервна сонячна електростанція застосовується там, де існує можливість підключення до мереж централізованого електропостачання, які є ненадійними або працюють з перебоями. Таким чином, резервні рішення

можуть використовуватися для електропостачання об'єктів в періоди, коли в мережі відсутня напруга або її потужність недостатня.

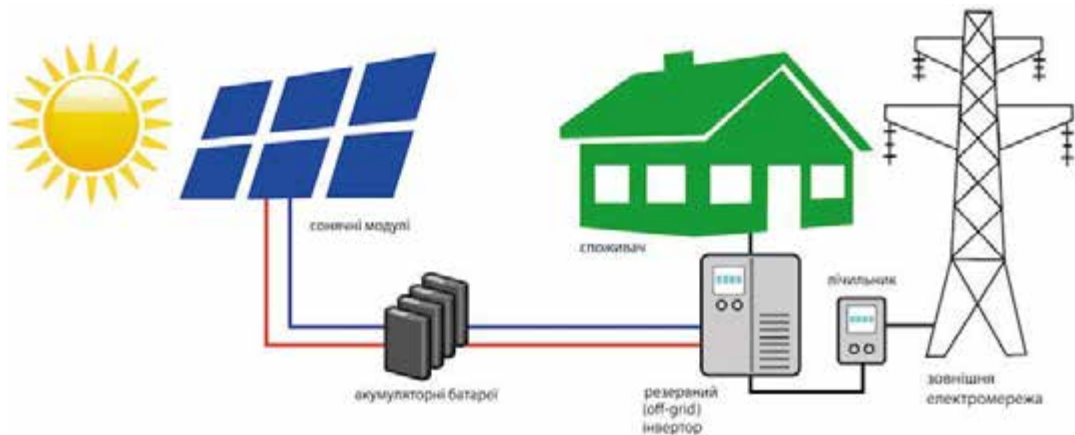


Рис. 2.10. Резервна сонячна станція

Мережеві (on-grid) сонячні електростанції призначені для генерації електроенергії шляхом перетворення сонячними батареями енергії променів сонця в електричну енергію з наступною її передачею в мережу. Такі фотоелектричні системи можуть працювати по зеленому тарифу, продаючи електроенергію в централізовану зовнішню мережу, або використовуватись для виробництва електроенергії з метою власного споживання. (рис. 2.11)

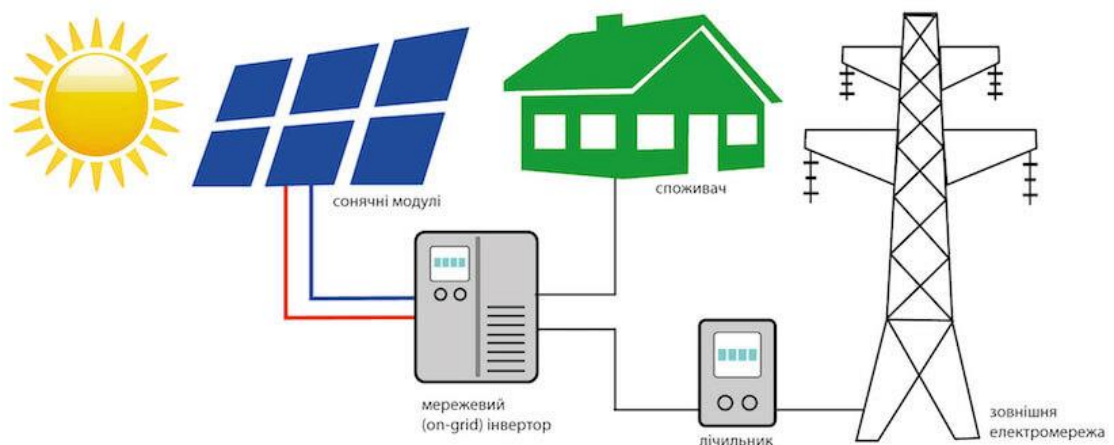


Рис. 2.11 Загальна схема мережевої сонячної електростанції

Мережева сонячна електростанція складається з таких елементів;

Фотоелектричний модуль – головний елемент системи, прямо перетворюючий сонячну енергію в постійний електричний струм.

Інвертор – являє собою пристрій для перетворення постійного струму в змінний.

Сонячний кабель – для підключення сонячних батарей та з'єднання модулів в масиви.

Конектори MC4 – для з'єднання сонячних батарей з кабелем.

Автоматика захисту – змінного/постійного струму дозволяє виключити пошкодження фотоелектричних інверторів та фотомодулів, викликані короткими замиканнями, різкими змінами параметрів мережі загального користування, ударами блискавки та ін.

Система обліку – лічильник рахує вироблену та спожиту вами електроенергію.

Мережева сонячна електростанція для дому працює в такий спосіб;

Після сходу сонця, коли сонячне випромінювання починає надходити достатньо для генерації мінімум стартової напруги інвертора, починається генерація електроенергії.

У разі якщо кількість генерованої електроенергії більша за кількість споживаної, надлишок електроенергії яка не пішла на живлення навантаження споживача, через двонаправлений лічильник надходить в загальну електромережу.

У разі, якщо кількість генерованої електроенергії менша кількості споживаної, то живлення навантаження споживача добирається через двонаправлений лічильник із загальної електромережі.

Перед заходом сонця, коли сонячного випромінювання надходить недостатньо для генерації мінімум стартової напруги інвертора, генерація електроенергії припиняється.

Оплата за видану в електромережу електроенергію за «зеленим» тарифом проводиться з розрахунку різниці згенерованої і спожитої електроенергії.

20 червня 2024 року Президент України Володимир Зеленський провів засідання Ставки Верховного Головнокомандувача Збройних сил України, де головним питанням стало подолання нинішніх труднощів у енергетичній системі на тлі постійних російських обстрілів. За рішенням Ставки, Кабінет Міністрів України має невідкладно затвердити державну програму, яка стимулюватиме населення встановлювати сонячну генерацію та установки збереження енергії. Вона передбачатиме надання податкових та митних пільг на ввезення в Україну обладнання. Рішення Ставки доручити уряду розробити умови, що спростять для людей встановлення сонячних панелей та акумуляторів. з податковими та митними пільгами, спеціальними кредитними програмами надасть новий потужний поштовх для розвитку сонячної електроенергетики в Україні.

2.4. Використання твердої біомаси в системах опалення індивідуальних будинків

Спалювання твердого палива, це перший вид опалення який з'явився в людських руках для обігріву приміщень. проте «традиційна» біоенергетика має низку негативних характеристик, зокрема

- Вважається нестійким застосуванням біомаси.
- Біомаса, що використовується на відкритому вогні або у звичайних печах з дуже низькою ефективністю, напр. 5-15%, для приготування їжі, гарячої води та опалення житлових приміщень
- Високий рівень викидів твердих часток (PM) та інших забруднювачів повітря спричиняє серйозні проблеми зі здоров'ям
- Місцеве джерело біомаси може перевищувати стале постачання

Поточні оцінки показують, що понад 2,5 мільярда людей все ще покладаються на традиційне використання біомаси як основного джерела енергії.

Традиційне використання біомаси для виробництва енергії визначається як споживання біомаси в житловому секторі в країнах, що розвиваються, і відноситься до часто нестійкого використання деревини, деревного вугілля, сільськогосподарських залишків і тваринного гною для приготування їжі.

Сучасна біоенергетика має мало спільного із традиційною. Нині твердопаливні котли нічим не нагадують навіть те обладнання що було поширене 10-15 років тому.

На сьогодні на ринку є великий спектр вітчизняного та іноземного обладнання на абсолютно різний бюджет як для забезпечення енергією власних потреб, так і великих підприємств. Сучасне обладнання повністю автоматизоване, що гарантує мінімізацію людського фактору, стабільну роботу та нейтральні викиди вуглецю. Саме тому біопаливо доступне, але головне – безпечне.

Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямів розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи високу залежність країни від імпортованих енергоносіїв, у першу чергу, природного газу, а також великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії.

Роль біоенергетики у секторі виробництва теплової енергії є особливо важливою, оскільки біомаса та біопалива можуть замінювати традиційні палива і енергоносії

На поточний момент твердопаливний котел це досить високотехнологічний пристрій для спалювання палива та перетворення його в тепло в будинку. Існує велика різноманітність твердопаливних котлів, завдяки простоті конструкції, подібне обладнання може бути застосоване в будь-якій сфері діяльності людини. І виходячи з цього, найпростіші моделі таких котлів виготовляються практично скрізь.

Дрова – шматки деревини, які призначені для спалювання в котлах або просто на багатті.

Між собою дрова вірізняються досить значно від виду дерева з якого вони виготовлені.

Так же і відрізняється те як вони горять, які запахи виділяють при згорянні і т.п.

Пелети (паливні гранули) - це універсальне паливо, яке представляє собою пресоване під високим тиском натуральну сировину рослинного походження у формі циліндричних гранул стандартного розміру. Сировиною для їх виробництва є кора, тирса, тріска і інші відходи лісозаготівлі, а також відходи сільського господарства (лузга соняшника, солома та ін.).

Паливні брикети – це спресовані відходи деревообробки (тирса, лузга), відходи сільського господарства (солома, лузга насіння соняшнику, гречки), а також торфу. Часто їх ще називають євродрова.

Твердопаливні котли можна поділити на 4 основні види:

1. Традиційний твердопаливний котел;

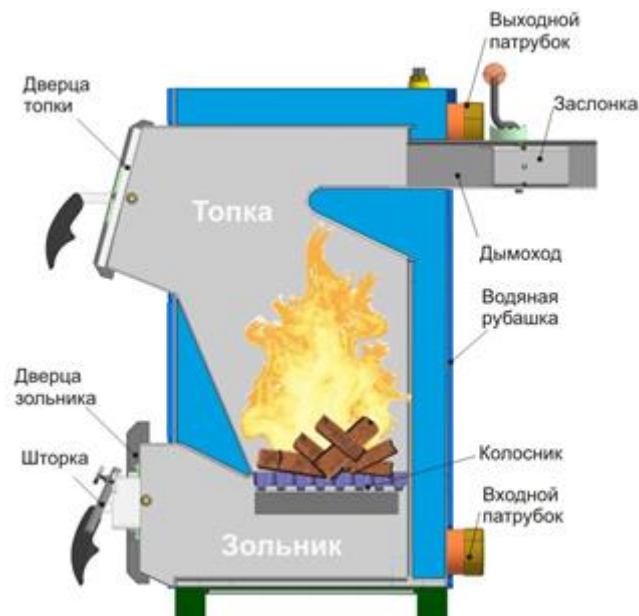


Рис.2.12. Загальний вигляд традиційного твердопаливного котла

Згоряння палива в такому котлі практично неконтрольоване, і чимось нагадує горіння дров у багатті. У традиційних твердопаливних котлах за підтримку температури відповідає датчик температури, який керує повітряною заслінкою. Якщо температура води занадто висока, датчик закриває заслінку, а якщо температура низька, датчик відкриває заслінку. Такі котли виготовляються в двох варіантах - з вентилятором і без нього.

2. Піролізний твердопаливний котел;

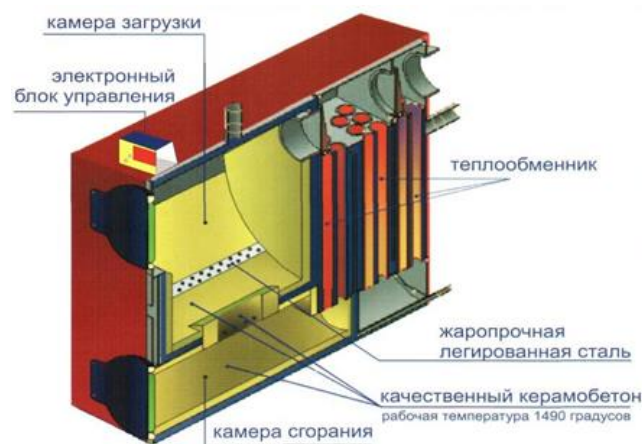


Рис. 2.13. Конструкція піролізного котла

У твердопаливних котлах під піролізом розуміється повільне тління сухих дров в невеликій кількості кисню. При цьому з дров виділяються горючі гази, які через отвір камери завантаження дров надходять у другу камеру, куди за допомогою вентилятора подається надлишкова кількість повітря, а газ, що виділяється, запалюється й активно горить. Завдяки такій специфічній організації процесу горіння дров і грамотно спроектованим поверхням теплообміну ККД такого обладнання помітно вище, ніж у звичайних твердопаливних, і досягає 90-92%.

3. Пелетний котел

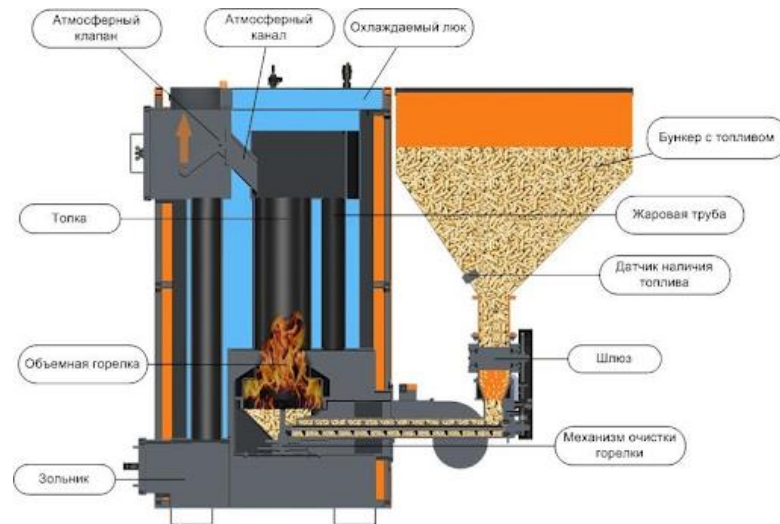


Рис. 2.14. Пелетный котел

У пелетных котлах (выходячи з назви) основным видом топлива є пелети. У таких котлах автоматична подача гранульованого палива і його спалювання здійснюється за допомогою спеціальних пристроїв – пальників. Всі пелетні пальники діляться на два види: факельні і ретортні. Конструктивні відмінності цих типів пристроїв полягають в способі подачі палива в активну зону горіння і повітря для постійного підтримання цього процесу.

4. Котел тривалого горіння.

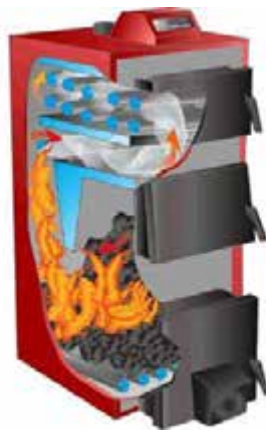


Рис. 2.15. Котел тривалого горіння

Цей котел відрізняється від аналогів класичної конструкції принципом спалювання палива. У цьому випадку використовується або «верхнє горіння», або «верхнє-нижнє горіння». Подача повітря відбувається не знизу, а зверху, тому горить тільки верхній шар енергоносія, за рахунок чого енергоносії згорає повністю, максимально віддаючи своє тепло теплоносія. Такі котли можуть працювати на декількох видах твердого палива - дровах, вугіллі, коксі, торфобрикетах. На одному завантаженні котел стабільно працює до 2 діб, якщо завантажений вугіллям - до 5 днів.

На поточний момент твердопаливний котел це досить високотехнологічний пристрій для спалювання палива та перетворення його в тепло в будинку. Існує велика різноманітність твердопаливних котлів, завдяки простоті конструкції, подібне обладнання може бути застосоване в будь-якій сфері діяльності людини.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ КОМБІНОВАНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Природний газ був дуже зручним паливом. Невидиме і легке, калорійне і дешеве, воно гарно горіло синім полум'ям, даруючи людям тепло і гарячу їжу. Не дивно, що всі ми так звикли до цього чудового енергоносія, який приходить в наші домівки з глибини землі. Але єдиний спосіб уникнути чергової газової кризи – це поступова відмова від споживання газу, якого в надрах залишилося дуже мало. Для того, щоб населення та комунальна енергетика України змогли повністю звільнитися від метанової залежності, необхідно зробити лише кілька кроків у правильному напрямку.

В даній роботі прийнято рішення замінити існуючий газовий котел на твердопаливний та використати сонячну енергію для підтримки системи опалення. Принципова схема такої системи наведена на рис.3.1

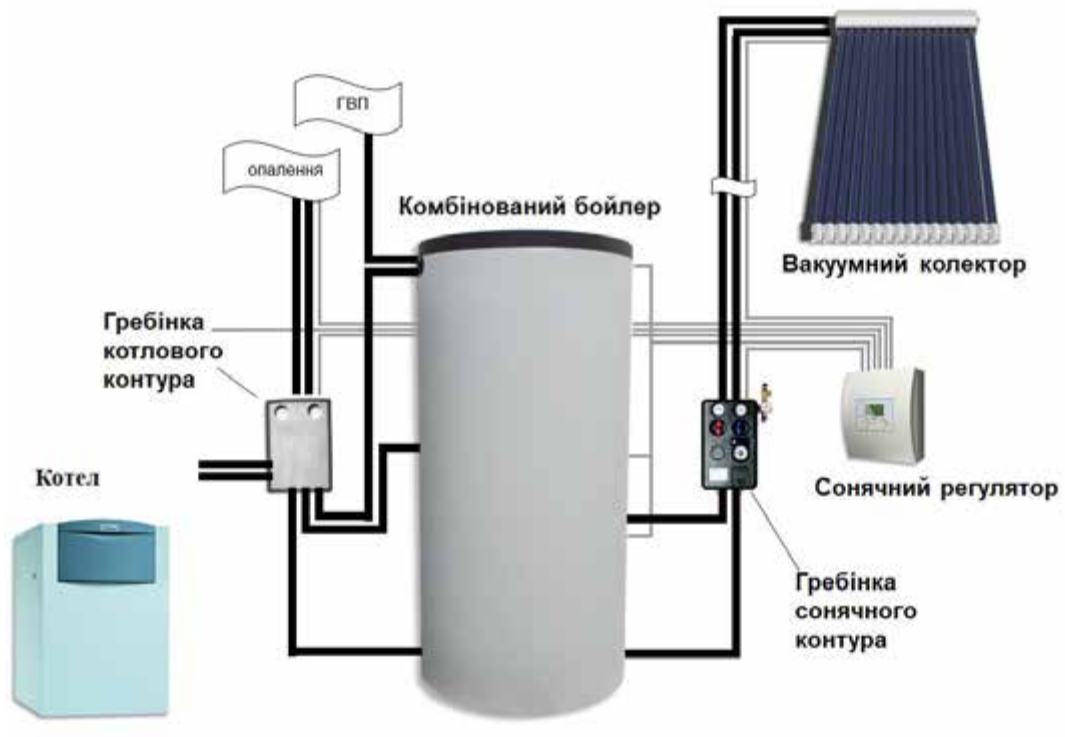


Рис. 3.1. Принципова схема підтримки системи опалення

3.1 Основні критерії вибору тепло генеруючого обладнання

Щоб зробити систему опалення максимально ефективною, необхідно правильно підібрати та встановити опалювальне обладнання.

Вибір палива може залежати від фінансових можливостей споживача, особливостей регіонального розміщення (наприклад, наявність лісів, вугільних шахт або ж можливість використовувати в якості опалювальних матеріалів деревообробні та сільськогосподарські відходи), а також моделі обраного обладнання (пелетний котел чи з ручним завантаженням).

Основні види твердого палива описані в розділі 2.4 даної роботи. Кожен вид палива має як свої плюси, так і мінуси.

Наприклад, теплотворна здатність дров, які можна назвати класичним видом палива, істотно залежить від вологості. Сухими вважаються дрова вологістю 20%. Вологість 30% знижує теплотворну здатність дров на 10-15%, а вологість 50% - на 35-40%. Для обігріву дуже важливо, щоб тепло виділялося повільніше, але протягом більш тривалого періоду часу. Найкраще для цього підходять всі дрова з листяних порід дерев, включаючи дуб, ясен, березу, осику, вільху.

До переваг використання **пелет** як палива можна віднести:

- Екологічність Це чисте, абсолютно безпечне для зовнішнього середовища та людини паливо. Як наслідок, в 10-15 разів менше викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище, в 15-20 разів менше утворення золи, ніж при спалюванні вугілля;
- Необмежене виробництво (можна використовувати деревину низької якості);
- Зручність транспортування та зберігання;
- Велика теплотворна здатність (в 1,5 разів більше, ніж у дров);

- Котли на пелетах працюють довше, більш економічні та потребують меншого об'єму обслуговування.

Ще один важливий момент, який слід врахувати перед покупкою котла - частота дозавантаження палива. Заздалегідь подумайте, з якою частотою у вас є можливість підкидати пальне в топку. Також врахуйте, що одні види палива згоряють швидше, інші - повільніше. До того ж на тривалість горіння впливає фракція і щільність укладання палива.

Якщо у вас немає можливості постійно перебувати біля котла, віддайте перевагу обладнанню з великою камерою згорання або віддайте перевагу котлу з автоматичною подачею палива. Чим більше об'єм камери, тим рідше доведеться перезавантажувати. Також варто звернути увагу на котли з автоматичною подачею палива. Вони оснащені місткою паливною камерою, і при повному завантаженні таке обладнання може працювати тиждень без втручання оператора.

Середня частота дозавантаження палива у різних видів котлів:

- дров'яний котел — при використанні дров період горіння одного завантаження становить 4-6 годин, вугілля — 8-12 годин;
- котел тривалого горіння — на одному завантаженні дровами 8-24 години, вугіллям — від 1 до 5 діб;
- обладнання шахтного типу — дрова — 8-14 годин, вугілля — близько 24 годин;
- піролізний — на одному завантаженні горить 8-18 годин;
- пелетний — однієї порції палива вистачає на 3-5 днів горіння.

Одним із найважливіших завдань при виборі твердопаливного обладнання є правильний розрахунок необхідної потужності котла. Адже, якщо вона буде недостатньою, будинок не зможе достатньо прогрітись.

У випадку, коли потужність буде більшою, ніж потрібно, витрати на експлуатацію такого обладнання будуть зависокими.

Для того, щоб правильно розрахувати потужність котла, необхідно врахувати:

- Площу опалюваного приміщення;
- Об'єм опалювального приміщення;
- Коефіцієнт теплопровідності стін, вікон та дверей.

Розрахунок потужності можна зробити, використовуючи формулу:

$$Q_k = k \times F / 10,$$

де Q_k – потужність котла,

F – опалювальна площа,

k – коефіцієнт, що враховує якість утеплення будинку.

Для добре утепленого будинку (більше 15 см утеплювача; дах, горище та підвал також мають утеплення) $k = 0,6-0,8$.

Для середньо утеплених будинків (5-10 см утеплювача; дах, горище, підвал утеплені) $k = 1$.

Для слабоутеплених приміщень або ж неутеплених взагалі цей коефіцієнт буде найвищим – $k = 1,2-1,5$.

Таким чином, для умов проєктування

$$Q_k = 0,6 \times 115 / 10 = 6,9 \text{ кВт}$$

Особливостями застосування котлів на біомасі в системах опалення є нерівномірність навантажень протягом року; залежність від температури зовнішнього повітря. Це відображається графіом тривалості теплового навантаження, який ще називають графіком Росандера (рис. 3.2)

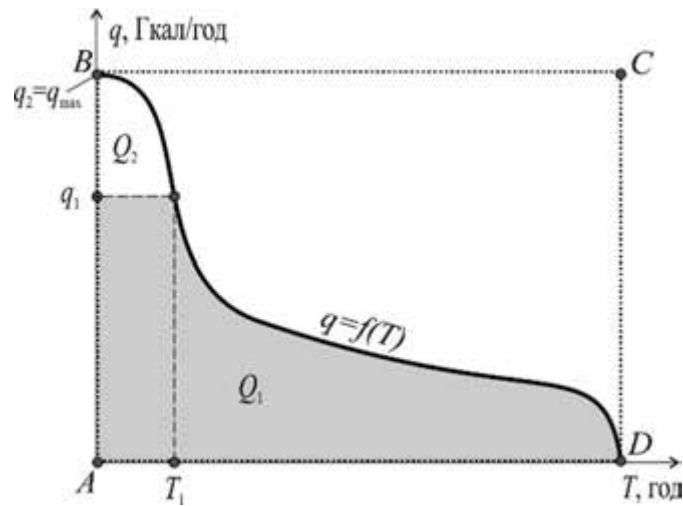


Рис. 3.2. Графік Росандера

Приклад розподілу навантажень між котлами на біомасі та піковими котлами наведено на рис. 3.3.

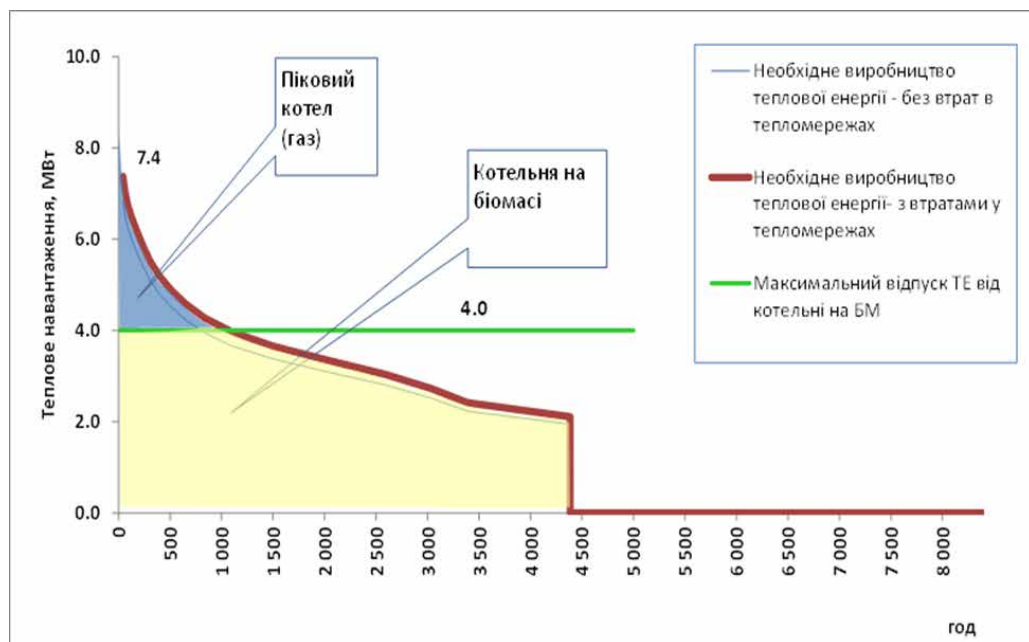


Рис. 3.3. Розподіл навантажень між котлами на біомасі та піковими нагрівачами

Як видно з графіка, переважну більшість часу опалювального сезону котел на біомасі забезпечує необхідне теплове навантаження системи опалення, і лише протягом 1000 год (18 опалювального сезону) система потребує додаткового джерела теплоти.

Враховуючи розглянуті фактори, ми можемо обрати для забезпечення потреб об'єкта проектування в тепловій енергії котел потужністю 6 кВт.

3.2 Твердопаливні котли до 10 кВт: особливості та переваги

Агрегати потужністю до 10 кВт забезпечують теплом приміщення до 100 кв. м [15]. Головні їх особливості — довговічність, надтривала робота на одній закладці палива та висока пожежна безпека за рахунок добре продуманої конструкції та жаростійкої сталі. Твердопаливні апарати для водяного опалення відрізняються простою конструкцією та цінуються за енергонезалежність.

За видом закладки палива котли діляться на дві групи - з автоматичною подачею і з ручним завантаженням. За типом апарати бувають нижнього та верхнього горіння. Крім цього, прилади випускають з турбонаддувом і без одноконтурні і двоконтурні.

Традиційні котли та агрегати тривалого горіння складаються з бункера для паливних матеріалів та камери згорання. Теплове обладнання має ще камеру допалювання. Всі моделі виконуються з високоміцної та пожегобезпечної сталі, з чавунними колосниками.

Переваги твердопаливних котлів:

- експлуатація на кількох видах палива, включаючи бюджетні не просушені дрова;
- робота на одній порції паливних матеріалів до тижня;
- простота в експлуатації, догляді та ремонті;
- немає необхідності підключення агрегатів до електромереж;
- компактність та естетичний зовнішній вигляд.

Серед твердопаливних котлів до 10 кВт, що виробляються в Україні, добре зарекомендували себе котли типу Vizon M-100 [15].

Завод Vizon виробляє продукцію, яка відповідає сучасним гостам, стандартам і не поступається дорогим іноземним брендам. Більше 15 років.

Твердопаливні котли типу Vizon - це сучасні і прості у використанні генератори тепла, які здатні безперебійно працювати досить тривалий період. Головна перевага даного типу котлів в тому, що в якості палива можна використовувати будь-яке тверде сировина: кам'яне вугілля, брикети, дрова та інші види твердого палива.

Коефіцієнт корисної дії складає 85 -95 %. Такого показника вдалося досягти завдяки спеціальній конструкції системи теплосилому (рис.3.4) [16].

Головною перевагою котлів Vizon є те, що в них використовується нижній принцип горіння. Саме завдяки цьому котел може функціонувати протягом тривалого часу. Додаткове завантаження палива можна проводити під час роботи котла.

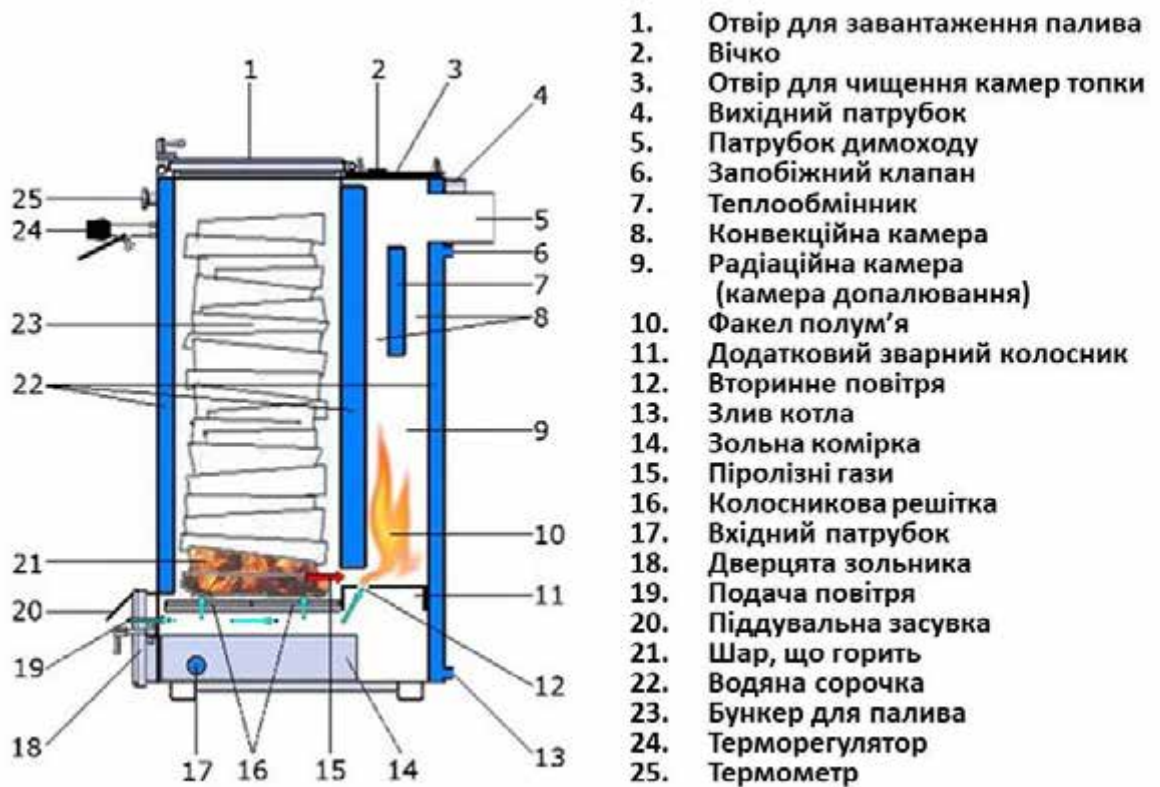


Рис. 3.4. Конструкція котла Vison FS Оптима

Котел обладнаний пристроєм регулятора потужності, показник якої коливається у межах 33% — 100%. В якості теплоносія використовується вода, яка нагрівається на виході до 90 градусів. Вода в системі теплообміну доводиться до відповідного стану з допомогою радіаційного та конвекційного тепла. А наявна в радіаційному відсіку вода підігрівається радіаційним способом в той час, як згорають піролізні гази. Саме тут утворюється велика частина усього, що виробляється котлом тепла. Підігрів води конвекційним способом відбувається тоді, коли теплообмінник нагрівається гарячими газами.

З модульного ряду котлів (таблиця 3.1), обираємо твердопаливний шахтний котел Холмова Vison FS Оптима 6 (Бізон ФС Оптима 6 кВт) тривалого горіння

Твердопаливний шахтний котел Bizon FS Оптима 6 (цифрою позначається потужність - 6 кВт) застосовується для обігріву приватних будинків та будівель з автономним опалювальним контуром (природна циркуляція теплоносія). Забезпечує нагрівання повітря у приміщеннях площею до 60 м².

Котли Бізон ФС Оптима 6 призначені для спалювання будь-якого виду палива, вугілля, брикети, дрова (сухі та вологі), тріска, тирса, та побутові відходи. Унікальним є те, що котел Холмова Бізон ФС 6 кВт при спалюванні вологих дров не виділяє конденсату та смол.

Важлива перевага шахтних котлів Холмова Бізон ФС Оптима 6 – невибагливість до будь-якого деревного палива – можна використовувати поліна вологістю 40-45%. Для котлів іншого типу таке не можна.

Тривалість роботи котла Бізон ФС Оптиму 6 кВт на одному завантаженні за рахунок збільшення об'єму топки до 30 годин на вугіллі до 5 діб. Котел має форсунку для вторинного допалювання газів, цим істотно збільшується ККД котла.

Таблиця 3.1

Характеристики твердопаливного котла Бізон [16]

Потужність (кВт)	6	8	10	12	15	20	25	32
Опалювальна площа (м ²)	до 60	до 80	до 100	до 120	до 150	до 200	до 250	до 320
Види палива	дрова, тирса, тріска, вугілля, брикети							
ККД (%)	85 - 95							
Температура води на виході (град.С)	65 – 90							
Діаметр димохода(мм)	159							
Допустимий тиск (бар)	2							

Котли Бізон Фс Оптима 6 кВт належать до пристроїв шахтного типу. Тобто його основна частина є вертикальною топкою та розміщеною біля неї

теплообмінною камерою. Камери розділяє водяна перегородка. Під перегородкою є отвір, через який дим із топки потрапляє у теплообмінну камеру.

Переваги шахтного котла Холмова Бізон ФС Оптима 6 на твердому паливі:

- можливо завантажити до 30 кг палива 1 раз на добу;
- високий ККД – 92%;
- товщина сталі теплообмінника 4 мм;
- удосконалена форсунка вторинного допалювання;
- чавунні колосники;
- пожежобезпечний та простий в експлуатації;
- котел можна дозавантажувати паливом, не припиняючи роботу;
- легке чищення теплообмінника;
- можливість встановлення електронної автоматики;
- простий монтаж та обслуговування;
- ресурс роботи опалювального агрегату – 15 років і більше;

3.3. Сонячний колектор для підтримки опалення

Згідно даних рис. 3.3, сонячний колектор має покривати близько 12% навантаження на опалення будинку, тобто мати потужність близько 1 кВт.

Тоді (за рекомендаціями фірми Vaillant) площа колектора A , м², визначається за формулою [21]:

$$A = \frac{k \cdot s_d \cdot Q_{гв}}{s_n \cdot Q_E}, \quad (3.1)$$

де $Q_{гв}$ – середньодобове споживання енергії кВт год/день;

s_d – бажана степінь покриття теплового навантаження, %;

s_n – степінь використання колектора, % (зазвичай 30%);

Q_e – інтенсивність сонячного випромінювання кВт год/м² день (табл.3.2);
 k – коригувальний коефіцієнт , визначається залежно від орієнтації колектора (табл.3/3).

Таблиця 3.2

Средньостатистичне річне опромінення поверхні на території України

Джанкой	I зона	1350 кВт·год/м ² 1026 кВт·год/м ²	Вінниця	III зона	1150 кВт·год/м ² 893 кВт·год/м ²	
Євпаторія						Житомир
Ізмаїл						Київ
Керч						Луцьк
Севастопіль						Полтава
Симферопіль						Рівно
Феодосія						Суми
Ялта						Умань
Бердянск						Харків
Дніпро						Хмельницький
Донецьк	Черкаси	IV зона	1000 кВт·год/м ² 769 кВт·год/м ²			
Запоріжжя	Чернігів					
Кропивницький	Івано-Франківськ					
Луганск	Львів					
Маріуполь	Тернопіль					
Миколаїв	Ужгород					
Одеса	Чернівці					
Славянск						
Херсон						

— за рік
— за весняно-літній сезон

Таблиця 3.3.

Коригувальний коефіцієнт залежно від орієнтації та кута нахилу колектора

Орієнтація	Кут нахилу колектора		
	30°	50°	70°
Сх	1,64	1,61	1,61
Сх-ПдСх	1,45	1,47	1,61
ПдСх	1,17	1,15	1,34
Пд-ПдСх	1,04	0,98	1,14
Пд	1,00	0,94	1,11
Пд-ПдЗ	1,03	0,97	1,13
ПдЗ	1,13	1,09	1,27
З-ПдЗ	1,35	1,35	1,60
З	1,61	1,61	1,61

Інтенсивність сонячного випромінювання для Київської області

за рік $Q_E = 150 / 365 = 3,15$ кВт год/м² день

Середньодобове споживання енергії при роботі колектора 8 год

$$Q_{св} = 8 \text{ кВт год/день}$$

При цілорічній роботі системи кут нахилу колектора β має бути приблизно рівним географічній широті місцевості. Для Київської обл. географічна широта $\varphi = 48^\circ$, отже обираємо кут нахилу 50°

Рекомендовано орієнтувати колектори на південь з можливими відхиленням на схід або захід. Таким чином, коригувальний коефіцієнт k буде відповідно 0,94

Тоді при бажаній степені покриття навантаження 60% площа колектора:

$$A = \frac{0,94 \cdot 60 \cdot 8}{30 \cdot 3,15} = 4,8, \text{ м}^2$$

А при бажаній степені покриття навантаження 100%

$$A = \frac{0,94 \cdot 100 \cdot 8}{30 \cdot 3,15} = 7,95$$

Обравши в якості бажаного пристрою вакуумований колектор VTK 1140/2 (таблиця 3.4), площа поглинання якого 2,3 м², маємо необхідну кількість колекторів - 2.

Трубчасті колектори auroTHERM VTK служать для підтримки опалення, а також для приготування гарячої води за допомогою сонячної енергії.

Високоєфективний вакуумний теплоприймач дозволяє отримувати енергію від прямого, так і від розсіяного сонячного випромінювання.

Можливість роботи за негативних температур.

Можлива заміна пошкодженої трубки під час експлуатації/установки

Таблиця 3.4

	VTK 570/2	VTK 1140/2
Площадь (брутто / нетто), м ²	1,16 / 1,0	2,3 / 2,0
Количество теплоносителя, л	0,9	1,8
Теплоизоляция	глубокий вакуум	глубокий вакуум
Макс. рабочее давление, бар	10	10
Коэффициент отражения параболического зеркала ρ , %	85	85
Коэффициент поглощения абсорбера α , %	93,5	93,5
Коэффициент излучения абсорбера ϵ , %	6	6
Температура стагнации (согласно EN 12975), °C	272	272
Нормативный КПД η_0 (согласно EN 12975), %	64,2	64,2
Коэффициент потерь тепла k_1 , Вт/м ² К	0,885	0,885
Коэффициент потерь тепла k_2 , Вт/м ² К ²	0,001	0,001
Габаритные размеры:		
Высота, мм	1652	1652
Ширина, мм	702	1392
Глубина, мм	111	111
Вес, кг	19	37



Особливості

Трубчастий вакуумний сонячний колектор

Вакуумні трубки з подвійною стінкою з високоміцного боросилікатного скла

Можлива заміна пошкодженої трубки під час експлуатації/установки

Установка на похилий дах, горизонтальний дах чи землю

Оснащення

Параболічне дзеркало з керамічним покриттям, високоефективне та стійке до погодних явищ

Довговічний алюмінієво-нітридний абсорбер із високоселективним покриттям

Контроль цілісності вакуумних трубок за допомогою барієвого гетера

Гідравлічні трубки з нержавіючої сталі

РОЗДІЛ 4 ВИБІР МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

4.1 Розрахунок освітлення для окремих приміщень будівлі

Для розрахунку обрано три приміщення (див. рис. 1.1), характеристики яких приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Специфікація приміщень

$N_{пл}$	Назва приміщень	К-ст	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н,м	Площа, м ²	Освітленість, Лк
1	Робоча кімната	1	6	4	3	24	50
2	Житлова кімната	1	1,5	2	3	3	10
3	Кабінет	1	4	2	3	8	20

Коефіцієнти відбиття поверхонь в проєктованих приміщеннях :

- стеля 50 % ;
- стіни 30 % ;
- підлога 10 %

Вибір джерела світла

З ламп, що випускаються промисловістю серед джерел світла для освітлення приміщень найбільше використовують лампи розжарювання і люмінесцентні лампи. В основних виробничих приміщеннях призначених для утримання сільськогосподарських тварин і птиці при системі загального рівномірного освітлення рекомендуються газорозрядні лампи; для підсобних приміщень, а також вівчарень – лампи розжарювання. Лампи розжарювання допускається також використовувати і в приміщеннях основного виробничого призначення.

З газорозрядних ламп нині набули поширення люмінесцентні лампи низького тиску. Їх основні переваги: висока світловіддача, тривалий термін служби і широкий спектр випромінювання. З недоліків варто відзначити: високу вартість, наявність баласту, залежність роботи лампи від якості напруги живлення, а також чутливість до температури і вологості.

Лампи розжарювання випускаються в широкому асортименті, прості по конструкції, дешеві і надійні в експлуатації. Недоліки: низька світловіддача і обмежений термін служби.

Лампи розжарювання переважні при рівнях нормованої освітленості до 50 лк. Джерела світла та інші освітлювальні вироби підбираються відповідно до діючих стандартів на напругу мережі 220 В.

Вибір системи і виду освітлення, норм освітленості, коефіцієнтів запасу використання світлового потоку

Для основного приміення виб'ємо систему загального освітлення з рівномірним і локаліованим розмінення світильників.

В освітлювальних установках існують такі види освітлення: робоче, чергове, аварійне, охоронне, архітетурне, декораивне та інші.

Для черового освітлення виділяєм 10 % світильників із загального числа світильників в окремі групи. За джерело світла виб'ємо лампу розжарвання і норму освітлення виб'ємо 50 Лк.

Для нашої будівлі передбачено лише робче та вуличне освітлення. Освітлювальна арматура - це частина світильника, яка призначена для перерозподілу світла лампи, для її кріплення і підключення до системи електроживлення, для захисту лампи від механічних пошкоджень і ізоляції від зовнішнього середовища.

Світильник складається з освітлювальних приладів і лампи, тому при поставці повних комплектів ми підбираємо тип світильника під лампу. Тип освітлювальної арматури (світильника) виб'ється з урахуванням його

світлорозподілу (клас світлорозподілу або крива сили світла), умов навколишнього середовища в освітлюваному приміщенні та ефективності.

Для даної будівлі приймаємо світильники класу прямого світла (П), для яких найменша відносна відстань між світильниками має найменше значення. При цьому збільшується кількість світильників в приміщенні і зменшується їх одинична потужність.

В основних приміщеннях, висота яких становить 2,7 м, можна використати як світильники з лампами розжарювання, так і люмінесцентними світильниками.

Розрахунок освітленості приміщень проводиться за методом використання світлового потоку, який використовується при розрахунках загальної рівномірної освітленості горизонтальної поверхні в закритих приміщеннях. Перевірка проводиться бальним методом. Побутові приміщення та інвентар розраховуються методом питомої потужності.

Коефіцієнт запасу підбирається в залежності від характеристик приміщення і типу джерела світла згідно галузевих стандартів освітлення, спеціальної довідкової літератури. При розрахунку освітленості в будь-якій точці ми враховуємо світлові потоки найближчих ламп. Для врахування дії дистанційних ламп і відбитих потоків використовуємо в розрахунковій формулі коефіцієнт додаткової освітленості. Його величина залежить від коефіцієнтів відбиття стін і стелі приміщення і від світлорозподілу ламп, тобто від їх типу. Коефіцієнт запасу для освітлювальних установок сільськогосподарських приміщень лампами розжарювання приймається рівним 1,15.

Вихідні дані для розрахунку

Довжина приміщення – $A = 6$ м, ширина – $B = 4$,

площа – $S = 24$ м², висота – $H = 3$ м.

Коефіцієнти відбиття – $\rho_c = 50\%$; $\rho_s = 30\%$; $\rho_n = 10\%$.

Навкол ішне середовище – звичайне.

Прийнята система загального рівномірного освітлення.

Коефіцієнт запасу - $k = 1,15$,

коефіцієнт нерівномірності освітлення –

$Z = 1,15$.

Світильники з лампами розжарювання НСП 01 x 150.

Кількість світильників в приміщенні визначаємо з умови оптимальної відносної відстані між ними за відомими параметрами приміщення: (довжина, ширина і розрахункова висота).

Розрахункова висота визначається за формулою:

$$H_p = H - h_c - h_p, \quad (4.1)$$

де H_p – розрахункова висота, м;

H – висота приміщення, м;

h_c – відстань від стелі до світлового центру світильника;

h_p – рівень робочої поверхні над підлогою, м .

$$H_p = 3 - 0,35 - 0 = 2,75 \text{ м}$$

Для обраного типу світильника за кривою сили світла (КСС) приймаємо найвигіднішу відстань між світильниками λ і визначаємо розрахункову відстань між світильниками L ,

$$L = \lambda H_p, \quad (4.2)$$

де L – відстань між світильниками, м.

λ – найвигідніша відносна відстань.

λ для даного типу світильника має наступні значення: $\lambda = 1,4 \div 1,6$;

Вибираємо $\lambda = L / H_p = 1,5$.

$$L = (1,4 \div 1,6) \cdot 2,75 = 2,6 \text{ м}$$

Приймаємо $L = 2,6 \text{ м}$.

Кількість світильників у ряду становить:

$$N_a = \frac{A}{L}; \quad (4.3)$$

де A – довжина приміщення, м;

L – відстань між світильниками, м.

$$N_a = \frac{6}{2,6} = 2,3 \approx 2$$

Приймаємо $N_a = 2$ шт

Кількість рядів світильників:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{4}{2,6} = 1,4 \quad (4.4)$$

Приймаємо $N_b = 1$ шт

Визначаємо кількість світильників в приміщенні:

$$N = N_a \cdot N_b = 2 \cdot 1 = 2 \text{ шт}$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік лампи

$$\Phi_{л} = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot z}{\Phi_{л} \cdot \eta} \quad (4.5)$$

де E_n – нормована освітленість у приміщенні, $E_n = 50$ Лк;

S – площа приміщення, $S = 24 \text{ м}^2$;

K_z – коефіцієнт запасу, $K_z = 1,15$;

z – коефіцієнт нерівномірності світлового потоку для світильників з лампами розжарювання : $z = 1,15$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Для визначення η приймаємо коефіцієнт відбиття світлового потоку беремо згідно табличних даних []

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{S}{H_p(A+B)} = \frac{24}{2,75 \cdot (6+4)} = 0,9 \quad (4.6)$$

Отже коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,41\%$

Отримані дані підставляємо у формулу:

$$\Phi_{л} = \frac{50 \cdot 24 \cdot 1,15 \cdot 1,15}{2 \cdot 0,41} = 1983 \text{ лм}$$

Згідно [] вибираємо лампу зі світловим потоком, найближчим до розрахункового

Вибираємо лампу Б 215 – 225 – 150, $P_{л} = 150 \text{ Вт}$

$\Phi_{л} = 2100 \text{ лм}$

Визначаємо фактичну освітленість :

$$E_{ф} = E_{н} \cdot \frac{\Phi_{л} \cdot m}{\Phi_{p.c}} \quad (4.7)$$

де m – кількість ламп у світильнику

$$E_{ф} = 50 \cdot \frac{2100 \cdot 1}{1983} = 52,5 \text{ лк}$$

Визначаємо відхилення освітленості

$$E \% = \frac{E_{ф} - E_{н}}{E_{н}} \cdot 100\% = \frac{52,5 - 50}{50} \cdot 100 = 5\% \quad (4.8)$$

Відхилення фактичної освітленості від нормованої в межах $-10\% \dots +20\%$, отже розрахунки виконані вірно.

Встановлена потужність освітлювальних установок становить:

$$P_{уст} = P_{л} \cdot N = 150 \cdot 2 = 300 \text{ Вт} \quad (4.9)$$

Питома потужність становить:

$$P_{пит.} = \frac{P}{S} = \frac{300}{24} = 12,5 \text{ Вт/м}^2 \quad (4.10)$$

Точковим методом перевіримо відповідність фактичної освітленості нормативним значенням в основному приміщенні

Точковий метод найчастіше застосовується при розрахунку місцевого, локалізованого та вуличного освітлення, а також загального рівномірного освітлення світильниками прямого світла та негоризонтальних площинах..

Перевірку освітленості проводимо контрольній точці.

Розрахункова формула :

$$E = \sum_{x=i}^n e_i \quad (4.11)$$

$$e_i = \frac{I_{\alpha i} \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2}, \quad (4.12)$$

де E – горизонтальна освітленість в точці розрахунку, лк;

I_{α} - сила світла від світильника в напрямку до точки розрахунку, кд;

α - кут між віссю симетрії світильника та напрямком до точки розрахунку, град;

n –кількість світильників ,освітленість від яких враховується в даній точці поверхні.

E_i – освітленість у даній точці, створена від i -го світильника.

H_p – розрахункова висота підвісу світильника, м.

:

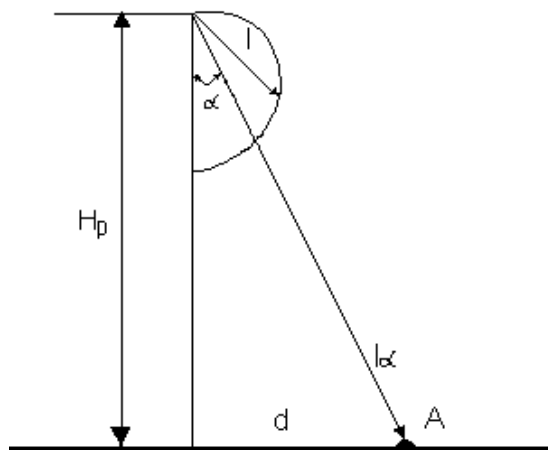


Рис. 4.2 Схема розрахунку кута падіння світлового променя.

Тангенс кута падіння світлового променя в точку розрахунку дорівнює

$$\operatorname{tg} \alpha = d / H_p, \quad (4.13)$$

де d – відстань від розрахункової точки до проекції осі симетрії світильника на площину, що перпендикулярна їй та проходить через точку розрахунку, м. Дану відстань вимірюють на плані приміщення, виконаному в масштабі.

H_p – розрахункова висота підвісу, м.

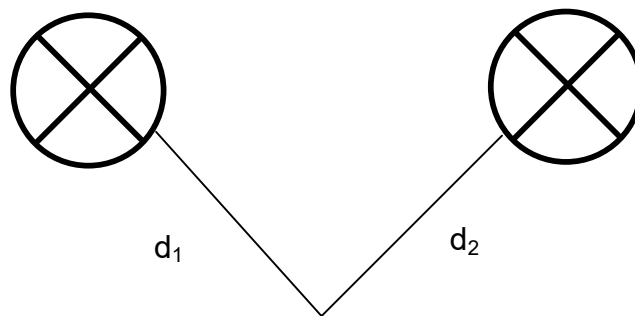


Рис 4.3 Схема розрахунку кута падіння світлового променя.

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_2 = 2 / 2,75 = 0,73,$$

За значенням тангенсу визначаємо кут падіння:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 36,03$$

Визначаємо $\cos^3 \alpha$:

$$\cos^3 \alpha_1 = \cos^3 \alpha_2 = 0,529$$

Тоді сила світла :

$$I_\alpha = (I_\alpha)_T \Phi_{\text{л}} / 1000, \quad (4.14)$$

де $(I_\alpha)_T$ – сила світла світильника з умовною лампою 1000 лм, $(I_\alpha)_T = 195$ кд

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік вибраної лампи, лм.

$$I_{\alpha 1} = I_{\alpha 2} = 195 \cdot (2100 / 1000) = 409,5 \text{ кд}$$

За формулою (4.12) визначаємо освітленість:

$$e_1 = e_2 = 23,5 \text{ лк}$$

Визначаємо загальну освітленість в розрахунковій точці як суму освітленості від кожного світильника :

$$E=e_1+e_2=23,5+23,5=47 \text{ лк}$$

Результати даного розрахунку приблизно співпадають з попереднім , що свідчить про правильність вибору світильників.

Тому розрахунки освітлення в інших приміщеннях проводимо за методом використання світлового потоку

Житлова кімната

Параметри приміщення:

Нормована освітленість $E_H=20$ лк.

Довжина приміщення $A = 1,5$ м, ширина - $B = 2$ м, площа - $S = 3$ м², висота – $H = 3$ м.

Коефіцієнти відбиття - $\rho_n = 50 \%$; $\rho_c = 30 \%$; $\rho_p = 10 \%$.

Навколишнє середовище – нормальне.

Прийнята система загального рівномірного освітлення.

Вид освітлення - робоче.

Розрахункову потужність лампи визначаємо за формулою:

$$P = \frac{P_{\text{пит}} \cdot S}{n \cdot N} \quad (4.15)$$

де S – площа приміщення, м² ;

$P_{\text{пит}}$ – питома потужність, Вт/м² ;

N – кількість світильників, шт;

N – кількість ламп у світильнику, шт.

$$P_p = \frac{6,3 \cdot 1}{1} = 18,9 \text{ Вт}$$

Приймаємо $P_p = 18$ Вт

Обираємо люмінесцентний світильник типу ОРК-120/1×20 [].

Вибираємо тип люмінесцентної ртутні лампи низького тиску Philips 18/54 TLD.

$$\Phi_{\text{л}} = 1350 \text{ Лм.}$$

Характеристика приміщення кабінету

Нормована освітленість $E_{\text{н}}=20$ лк.

Довжина приміщення- $A = 4$ м, ширина- $B = 2$ м, площа - $S = 8 \text{ м}^2$, висота – $H = 3$ м.

Коефіцієнти відбиття- $\rho_{\text{п}} = 50 \%$; $\rho_{\text{с}} = 30 \%$; $\rho_{\text{р}}=10 \%$.

Навколишнє середовище – нормальне.

Прийнята система загального рівномірного освітлення.

Вид освітлення - робоче.

Розрахункову потужність лампи визначаємо за формулою:

$$P_{\text{р}} = \frac{11,3 \cdot 8}{1} = 90,3 \text{ Вт}$$

Приймаємо $P_{\text{р}} = 100$ Вт

Обираємо світильник типу НСП01-100;

Тип лампи розжарювання: БК 215-220-100.

$$\Phi_{\text{л}} = 975 \text{ Лм.}$$

Для вуличного освітлення обираємо led-світильники. Світлодіодні світильники – це нове покоління освітлення, при використанні цього виду ламп відрізняється довготривалими експлуатаційними і економічними властивостями. Світлодіодні світильник споживають електроенергію в декілька разів менше, ніж лампи розжарювання. Тако ж такі світильники безперебійно працюють до 50 тис. Годин. Вони володіють удароміцністю, а освітлення відрізняється високою яскравістю. LED-світильники стійкі до

різноманітних атмосферних явищ, тому його доцільно використовувати для вуличного освітлення.

Обираємо консольний вуличний світлодіодний світильник LL-ДКУ-02-095-65Д, технічні характеристики якого наведені в таб. 4.4. даний світильник являється економічною заміною вуличного світильника з лампами ДРЛ 250. В якості джерела світла використовуються надяскраві світлодіоди Nichia або Semileds з робочим ресурсом більше 50 000 годин. Корпус світильника виконаний з алюмінієвого профіля. Пофарбованого порошковою фарбою, що забезпечують ефективне тепловідведення.

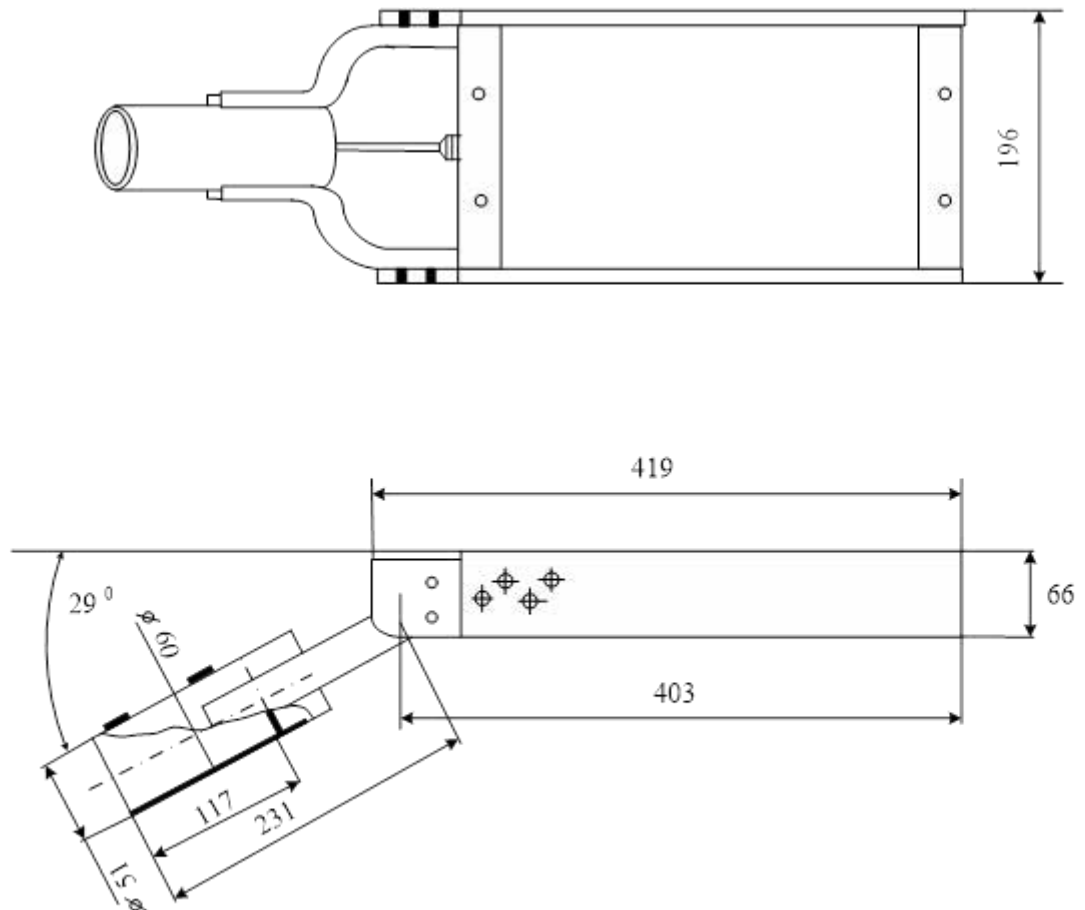


Рис. 4.4 Зовнішній вигляд світильника LL-ДКУ-02-095-65Д

Переваги використання LL-ДКУ-02-095-65Д:

- економія електроенергії більш як в три рази в порівнянні із лампами ДРЛ 250;

- не потребують додаткового обслуговування;
- не потребують спеціальної утилізації;
- простота монтажу за рахунок кріплення на стандартні кронштейни вуличного освітлення;
- високий індекс кольоропередачі;
- робочий ресурс світильника - більше 50 000 годин
- гарантоване миттєве ввімкнення при низьких температурах;
- вся ланка світо діодів захищена діодами Зенера, що гарантує безперебійну роботу світильника, навіть при перегоранні будь-якого із діодів;
- оптимальне співвідношення ціна/якість.

Талиця 4.2.

Технічна специфікація світильника LL-ДКУ-02-095-65Д

Тип	LL-ДКУ-02-095-65Д
Напруга живлення, В/ діапазон частот, Гц	176-264/50
Ступінь захисту від впливу навколишнього середовища, ІР	65
Колір корпусу	Сірий, RAL 7039
Габаритні розміри світильника	66×196×620
Маса світильника, кг	5,2
Споживана потужність, Вт	95
Світловий потік, лм	6800
Клас світлорозподілу по ГОСТ 17677	П
Крива сили світла по ГОСТ 17677	Д
Індекс кольоропередачі, Ra	>75
Температура кольору, К	4700-6500
Колір світіння	Денний
Ресурс роботи світильника, год.	50 000
Переріз проводів, мм ²	3×0,75
Діапазон робочих температур, °С	-45...50

Таблиця 4.3.

Специфікація на світлотехнічне обладнання

Приміщення	Тип світильника	Кількість	Тип лампи	Світловий потік, лм
Ремонтне приміщення	НСП 01 x 150	2	Б 215 – 225 – 150	2100
Побутове приміщення	ОРК-120/1×20	1	Philips 18/54 TLD	975
Інвентарна	НСП 01 x 100	1	БК 215-220-100	1350
Вуличне освітлення	LL-ДКУ-02-095-65Д	2	Nichia	6800

4.2 Вибір типу та основного обладнання сонячної електростанції

Виконаємо попередній розрахунок електроспоживання будівлі, щоб визначитися з величиною потужності фотоелектричної станції, а також осмислено підійти до своїх потреб в частині енергоспоживання. Іноді буває вигідніше відмовитися від деяких енергоспоживачів, аніж платити за зайві кіловати.

Основою розрахунку загальної споживаної потужності приватного будинку є навантаження кінцевих споживачів електроенергії.

Дані по споживанню наведені в таблиці, 4.4 досить точно відображають їх реальні значення, оскільки взяті з технічних паспортів на відповідне обладнання.

Щоб розрахувати необхідну споживану потужність об'єкта проєктування, необхідно вибрати зі списку прилади, які планується використовувати та підсумувати їх потужність..Далі необхідно помножити

отриману суму на коефіцієнт одночасного використання, який залежить від споживаної потужності (таблиця 4.5).

Таблиця 4.4

Список споживачів електроенергії

№	Назва приладу	Рн, кВт (за од.)	Кількість
1	Лампа розжарювання	0,06	3
2	Лампа люмінесцентна	0,04	2
3	Лампа світлодіодна	0,02	7
4	Лампа галогенна	0,04	1
5	Місце для розетки	0,1	10
6	Холодильник	0,5	1
7	Кухонна витяжка	0,3	1
8	Чайник	2,3	2
9	Кавомашина	2	1
10	Пральна машина	1,5	1
11	МХ піч	1,3	1
12	Освітлення вулиці	1	2
13	Насосне обладнання котельні	0,8	1
14	Комп'ютерне місце	0,9	2
15	Кондиціонер	1,5	1
16	Свердловий насос	3,0	1

Таблиця 4. 5

Коефіцієнти одночасного використання

Заявлена потужність, кВт	до 14	20	30	40	50	60	70 і більше
Коефіцієнт попит	0,8	0,65	0,6	0,55	0,5	0,48	0,45

Після розрахунків маємо –

середньомісячна потужність об'єкта складає 200 кВт год

Враховуючи результати огляду, виконаного в розділі 2, для об'єкта проектування обираємо мережеву станцію.

На рис. 4.5 наведено графік типова генерація електроенергії станції потужністю 5 кВт по місяцях року (за даними фірми-виробника сонячних елек тростанцій)

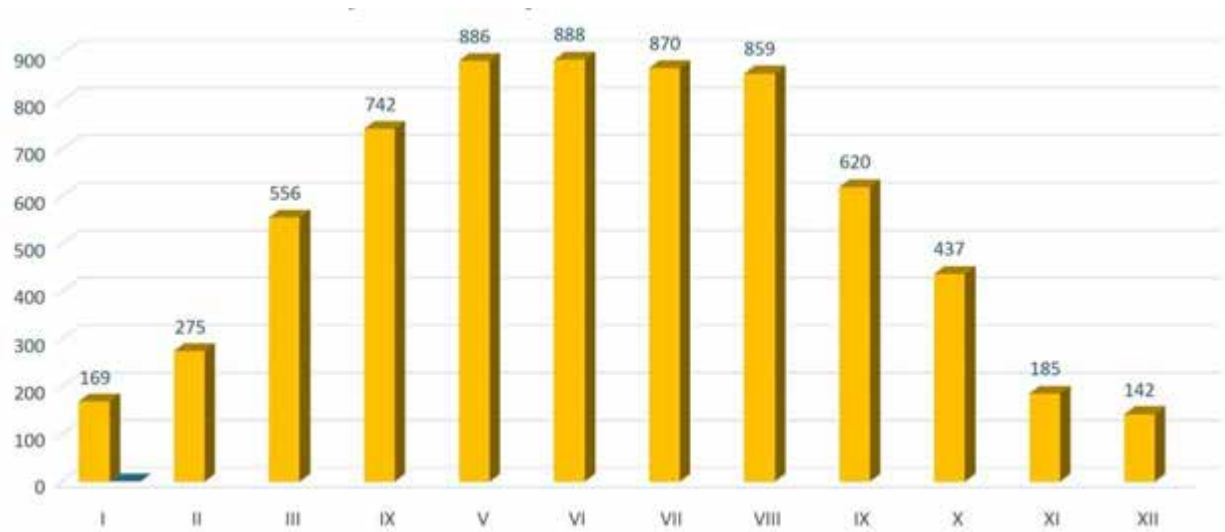



Рис. 4.5. Типова генерація електроенергії станції потужністю 5 кВт

Як видно з графіка, лише з листопада по січень станція вироблятиме менше електроенергії, ніж потрібно господарству. Отже обираємо станцію потужністю 5 кВт.

Таблиця 4.6


Характеристика обраної фотовольтаїчної станції

	Потужність станції: 5 кВт
	Потужність сонячного модуля: 300 Вт:
	Інвертор: Solis 5К
	Потужність інвертора, 5 кВт:

Таблиця 4.7

Інвертор мережевий Solis 5K-DC-4G

Основні характеристики

	Кількість фаз: трифазний
	Призначення: для сонячних батарей
	Контролер заряду MPPT контролер
	Кількість трекерів 2 шт MPPT/PWM
	Кількість підключень вхідних стрінгів 2шт.
	Максимальна ефективність 98.3 %

Мережевий інвертор Solis 5K-DC-4G - перетворювач сонячної енергії потужністю 5 кВт, призначений для використання в побутових і комерційних фотоелектричних комплексах. Наявність 2 незалежних MPPT дозволяє продуктивно накопичувати енергію з двох різнорівневих площин, розташованих під різнобічним нахилом. Підвищений вхідний струм на 26 А і оптимальна вартість мотивують купити мережевий інвертор Solis 5K-DC-4G для генерації електроенергії за «зеленим тарифом» або для власних потреб.

Чітко вивірена конструкція мережевого інвертора Solis 5K-DC-4G

Модель за 42 468 грн має невеликі розміри і вагу, тому не займає багато місця і легше встановлюється. Корпус білого кольору має привабливий дизайн. На передній панелі розташована мініатюрна клавіатура, що складається з 4 кнопок. З їхньою допомогою можна змінювати налаштування і прокручувати відображені опції.

Дворядний РК-дисплей сповіщає про фазу роботи, службові сповіщення від оператора і сигнали помилок. Його зовнішній вигляд можна оцінити за фото, розміщеними на сайті. Кольорові індикатори стану покажуть робочі параметри в режимі реального часу.

Розширені можливості мережевого інвертора Solis 5K-DC-4G

Ціна мережевого інвертора Solis 5K-DC-4G, в довгостроковій перспективі виправдається стабільно високим ККД перетворення до 98,3 % і широким діапазоном вхідної напруги. Інтегрована функція керування потужністю та зворотним потоком відповідає вимогам Smart мережі. У виріб із каталогу Венкон вбудовано систему моніторингу, що дає змогу відстежувати роботу сонячної електростанції та вплинути на збої в її роботі.

Додатковий функціонал

Популярність продажу мережевого інвертора Solis 5K-DC-4G обумовлена наявністю підключення RS485, інтерфейс WiFi, LAN і GPRS. У розпорядженні користувача є WiFi-моніторинг і доступ до мобільних додатків смартфонів. Модель сумісна з фотоелектричними модулями потужністю вище 5000 Вт. Серед інших характеристик виділяється інтегрований захист AC/DC і віртуальна діагностика BAX.

Мережевий інвертор Solis 5K-DC-4G: нюанси встановлення

Встановлюючи перетворювач від бренду Solis обирайте місця з вільною циркуляцією повітря в приміщенні. Не можна допускати потрапляння на прилад прямих сонячних променів і бризок води. Під час підключення інвертора до системи сонячних панелей необхідно дотримуватися алгоритму робіт, зазначеного в інструкції з експлуатації. Для цього краще запросити досвідченого професіона

РОЗДІЛ 5.
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ
ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ

Кількість теплоти, вироблена котельною установкою, визначається за формулою:

$$Q_{\text{кот.уст.}} = \eta_{\text{кот.уст.}} \cdot B_z \cdot Q_n^p$$

де $\eta_{\text{кот.уст}}$ – середній к.к.д. котельної установки; для котлів, що працюють на газі, можемо прийняти $\eta_{\text{кот.уст}} = 0,92$;

Q_n^p – нижня теплота згоряння палива; для природного газу (в середньому) приймаємо
34,5 МДж/м³;

B – витрати палива для потреб котельної установки, м³.

Річне споживання теплоти будівлею 14797 кВт год або 53270 МДж або 12,72 Гкал

Тоді

$$B_z = \frac{Q_{\text{кот.уст.}}}{\eta_{\text{кот.уст.}} \cdot Q_n^p} = \frac{53270}{0,92 \cdot 34,5} = 1680$$

Таким чином, якщо витрати газу складають 1680 м³, Тоді при вартості природного газу 8 грн за 1 м³, затрати на паливо складуть 13,44 тис. грн.

Необхідну кількість твердого палива для котельні розраховуємо за залежністю

$$B_{\text{тв}} = \frac{Q_{\text{кот.уст.}}}{\eta_{\text{кот.уст.}} \cdot Q_n^p}$$

де $\eta_{\text{кот.уст}}$ – середній к.к.д. котельної установки; для котлів, що працюють на газі, можемо прийняти $\eta_{\text{кот.уст}} = 0,8$;

Нижча теплота згоряння для дров

$$Q_n^p = 12 \text{ МДж/кг} = 2870 \text{ ккал/кг};$$

Тоді

$$B_{тв} = \frac{12,72 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 2870} = 5,54 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Враховуючи, що вага 1 м³ - 740 кг, річні витрати дров складуть 7,48 м³

Вартість дров з доставкою 1000 грн. за 1 м³, отже затрати на паливо складуть 7,5 тис. грн..

Економія коштів $\Delta\Pi$ складає величину

$$\Delta\Pi = 13,44 - 7,48 = 5,96 \text{ тис. грн..}$$

Вартість котла 20 00 грн.

Затрати на додаткові матеріали та монтаж 5000 грн.

Загальні капіталовкладення:

$$\Sigma Ц = 20000 + 5000 = 25000 \text{ грн.}$$

Термін окупності

$$T = \frac{\Sigma Ц}{\Delta\Pi} = \frac{25000}{5960} = 4,19 \text{ року}$$

Оцінку терміну окупності проведемо для геліосистеми при таких умовах.

Сумарна вартість обладнання ССГВ: 59000x2=118000 грн грн.

Річна економія вартості газу дорівнює: 13440 грн.

Таким чином, термін окупності впровадження геліосистеми (для умов проектування) складає величину: близько 9,0 років,

Вартість мережевої електростанції потужністю 5 кВт з установкою 3500 дол. США. Прогнозована генерація 3286 кВт год електроенергії в рік.

При ставці «зеленого» тарифу 0,144 дол. США Поанований річний дохід складе 628 дол. США.

Тоді термін окупності станції становитиме 5,6 року.

На рис. 5.1 показано орієнтовний графік повернення інвестицій протягом терміну служби мережевої електростанції.

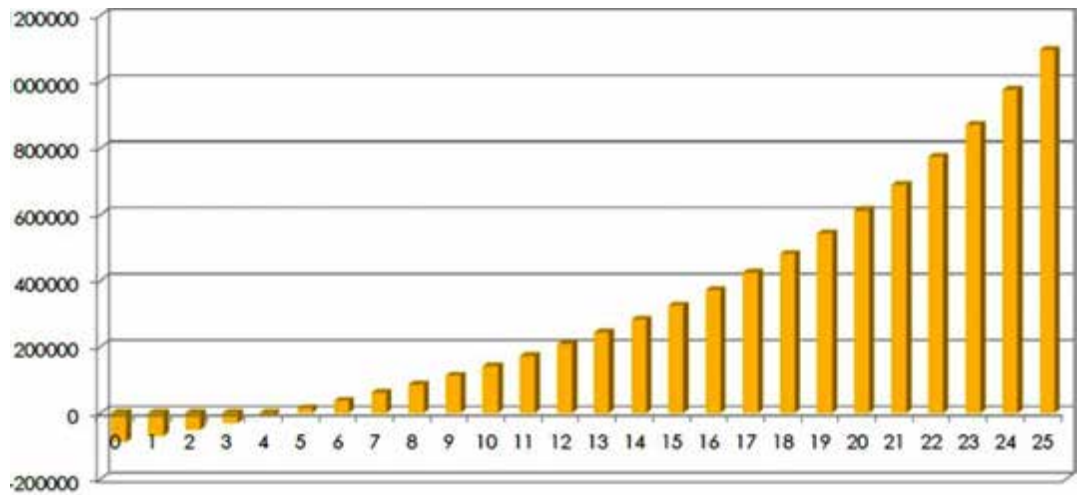


Рис. 5.1. Орієнтовний графік повернення інвестицій протягом терміну служби мережевої електростанції.

ВИСНОВКИ

Випускна магістерська робота присвячена питанням економії теплової енергії в системі теплопостачання офісно-житлового приміщення будівлі фермерського господарства ФГ "ЗЛАГОДА" (м.Ржищів Київської обл.).

Мета роботи – розробити заходи щодо підвищення енергетичної ефективності житлової будівлі з використанням енергії сонця та біомаси.

Потужність систем теплоспоживання будівлі, розрахована за укрупненими показниками складає 6.9 кВт., що відповідає класу енергоефективності “С”.

В роботі проаналізовані особливості улаштування енергонезалежних будівель та можливості використання енергії сонця та твердої біомаси для забезпечення будівель тепловою та електричною енергією.

Розроблено комбіновану схему теплопостачання на базі твердопаливного котла Бізон ФС Оптима потужністю 6 кВт з під тримкою опалення за допомогою вакуумованих сонячних колекторів типу VTK 1140/2

Для електропостачання обрано мережеву електростанцію потужністю 5 кВт з інвертором Solis 5K-DC-4G.

Терміни окупності енергозберігаючих заходів – як модернізації котельні, так і улаштування сонячної електростанції – не перевищують 4, - 5.5 років, Тобто ці проекти є інвестиційно привабливими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства/Л. Герасимович, А. Цубанов, Б. Драганов и др. – Мн.: Ураджай, 1993. – 368 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006 На заміну СНиП II-3-79. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель;
3. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди.
4. .В.П.Хоменко, Г.Г. Фаренюк. Справочник по теплозащите зданий. – К.: Будівельник. 1986. -216 с.
5. Основи проектування та реконструкції енергоефективних будівель з поліпшеними екологічними характеристикам. Методичні рекомендації. Під загальною редакцією Дюжилової Н.О. Видавник Проект «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні» - К.:2021, 187 с.
6. Мхитарян Н.М. Геліоенергетика: системи, технології, застосування. - К.: Наукова думка, 2002. – 316 с.
7. Рекомендації щодо термомодернізації навчально-виробничих будівельзакладів освіти та їх оснащення модульними індивідуальними тепловими пунктами Козирський В.В., Радько І.П., Луг М.Т., Міщенко А.В., Шеліманова О.В., Видавничий центр НУБіП України - К.: 2011, 50 с.
8. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергоощадність та альтернативні джерела енергії» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» / Уклад. Є.О. Антипов, О.В. Шеліманова. – Київ: РВВ НУБіП України, 2018. – 84 с

9. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В. Кушлик, В. Ф. Яковлев, Ю. М. Куценко, М. Л. Лисиченко, М. П. Кунденко, Ю. М. Федюшко, – Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. - 332 с.
10. Електричне освітлення та електротехнології. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи Укладач: Садовий О. С. Миколаївський національний аграрний університет, 2015 – 71 с.
11. Ачкасов, А.Є. и Лушкін , В.А. и Охріменко, В.М. Електропостачання у будівництві: навч. посіб. Харківська національна академія міського господарства., 2012
12. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві. За ред проф. Голуба Г.А. Навчальний посібник. Київ НУБіП України, 2027. – 229 с.
13. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні Аналітична записка УАВІО № 9 Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Кучерук П.П., Олійник Є.М. 27 травня 2014 р.
14. <https://romstal.ua/uk/info/351-tverdoplivnyye-kotlyta>
15. <https://kotel-bizon.com.ua/index.html#otzivi>
16. <https://centr-tepla.com.ua/shakhtnyy-kotel-kholmova-bizon-fs-optima-6-kvt/>
17. <https://www.vaillant.ua/downloads/catalog/vaillant-innovation-catalog-ua-2024-2591472.pdf>
18. <https://www.vaillant.ua/downloads/catalog/vaillant-catalog-2024-2881241.pdf>
19. <https://specimp.com.ua/ua/a496078-kak-vybrat-solnechnuyu.html>
20. <https://solar-tech.com.ua/>

