

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин**

**П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а**

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення системи обігріву обслуговування автомобілів на  
основі сонячних трубок**

**Виконав:** студентка 4 курсу, групи М-2-19 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Осипенко Олександра Андріївна

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Золотовська Олена Володимирівна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2023

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Осипенко Олександрі Андріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення системи обігріву обслуговування автомобілів на основі сонячних трубок

керівник роботи Золотовська Олена Володимирівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

« 8 » травня 2023 року № 820

**2. Строк подання студентом роботи** 29.05.2023 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Характеристика господарства. Аналіз літературних джерел та обґрунтування актуальності дипломного проєкту. Аналіз схем обігріву сонячного опалення.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Характеристика господарства. 2. Аналіз актуальності дипломного проєкту. 3. Технологічно-конструктивна проробка проєкту. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічні показники проєкту. Висновки. Бібліографічний список.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень)1. Аналіз господарства. Таблиці (А1). 2. Технологічне планування приміщень обігріву (А1). 3. Технологічна схема обігріву сонячними колекторами (А1). 4. Монтажна схема для обігріву обслуговування техніки та адміністративних приміщень (А1). 5. Сонячний колектор. Складальне креслення (А1) 6. Корпус теплообмінника (А4). Кріплення панелі (А3). Колекторна батарея (А4). Кріплення стійки (А3). Ребро жорсткості панелі (А3). 7. Економічні показники.

**6. Консультанти розділів проєкту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Бойко В.Б., доцент		

**7. Дата видачі завдання:** 12.02.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика господарства	12.02.23-12.03.23	
2	Аналіз актуальності проєкту	13.03.23-14.04.24	
3	Технологічно-конструктивний	15.04.23-20.05.23	
4	Охорона праці	16.04.23-20.05.23	
5	Економічний	17.04.23-28.05.23	
6	Графічна частина	10.05.23-28.05.23	

**Студентка**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Осипенко О.А**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ ( підпис )

**Золотовська О.В.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Осипенко О.А. Удосконалення системи обігріву обслуговування автомобілів на основі сонячних трубок / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Розрахунково-пояснювальна записка проекту включає в себе п'ять розділів. В першому розділі представлена характеристика господарства, ремонтно-обслуговуюча база та адміністративна будівля, яка повинна обігріватися сонячними колекторами, особливу увагу приділено вдосконаленню ремонтної майстерні та її обігріву протягом року.

В другому розділі розглянута сонячна енергія на поверхні землі, перетворення і використання сонячної енергії для теплопостачання, вибір схеми сонячної системи опалення та гарячого водопостачання для майстерні.

В третьому розділі проаналізовано конструкції сонячних колекторів; опис сонячної системи геліоколекторів, варіанти геліосистем та силовий розрахунок опори установки сонячного колектора

Четвертий розділ присвячений питанням з організації охорони праці в господарстві. Для господарства приведені рекомендації по поліпшенню умов охорони праці.

У п'ятому розділі проведено техніко-економічну оцінку удосконалення системи обігріву станції технічного обслуговування автомобілів на основі сонячних трубок.

**Ключові слова:** геліосистеми, нагрівання води, сонячний колектор.

## ЗМІСТ

### АНОТАЦІЯ

ВСТУП	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	10
1.1 Загальні відомості	10
1.2 Механізовані технології у рослинництві та тваринництві	13
1.3 Організація використання машин та обладнання в сільськогосподарських виробничих процесах	15
1.4 Організація технічного обслуговування машин та обладнання	16
Висновки	17
2 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	20
2.1 Оцінка потенціалу сонячної енергетики	24
2.2 Проектний аналіз сонячних теплових систем. Принцип роботи	25
2.3 Визначення ефективності сонячного тепла за щоденними даними	29
2.4 Потенціал сонячної енергії в регіонах України	30
2.5 Вибір системи сонячного опалення для господарства	34
2.6 Розробка схеми теплопостачання майстерні	37
Висновки	40
3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТИВНА ПРОРОБКА ПРОЕКТУ	41
3.1 Визначення теплового навантаження	41
3.2 Визначення конструктивних елементів сонячного постачання тепла	45
3.2.1 Вибір кута конструкції сонячної установки	46
3.2.2 Вибір кількості трубок сонячного колектора	46
3.2.3 Силовий розрахунок параметрів опори сонячного колектора	49
Висновки	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
4.1 Організація охорони праці в господарстві	56
4.2 Вимоги з охорони праці під час монтажу технологічного	58

устаткування для опалення майстерні	
4.2.1 Загальні вимоги	58
4.2.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи	59
4.2.3 Вимоги безпеки праці в процесі виконання роботи	61
4.2.4 Правила безпеки в аварійних ситуаціях	62
4.2.5 Правила безпеки праці по завершенні робіт	62
4.3 Висновки та рекомендації по поліпшенню умов праці	63
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	64
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

## ВСТУП

Сільське господарство є важливою складовою агропромислових центрів і включає в себе не тільки господарство, яке безпосередньо пов'язане з використанням природних ресурсів, а й переробної промисловості, що виробляє засоби виробництва і перетворює сільськогосподарську продукцію на споживчі товари.

Розвиток сільського господарства також залежить від вирішення проблеми власності на землю. Відмінності від інших факторів виробництва, земля має низку специфічних характеристик, таких як нерухомість як фактор виробництва, залежність від ґрунтово-кліматичних умов, обмеженість ресурсів для розширення її використання в сільськогосподарських цілях та обмежена продуктивність. Ці характеристики роблять обмежену пропозицію землі однією з причин особливостей цін на землю. Відмінності в якості ґрунтів лежать в основі формування режимів землекористування.

Сільськогосподарське виробництво є однією з основних галузей сільського господарства і складається переважно з вирощування сільськогосподарських культур для виробництва продукції рослинного походження, яка забезпечує населення продуктами харчування, тваринництво кормами та сировиною рослинного походження (харчовими продуктами, кормами тощо) для багатьох галузей промисловості.

В останні роки в Україні зросли ціни на природний газ та нафтопродукти. Економічна рецесія, яка вразила Україну починаючи з 2014 року, змушує шукати альтернативи для виходу з цієї ситуації. Ефективним способом боротьби з такою ситуацією було б запровадження в Україні заходів з енергозбереження або, в найближчому майбутньому, державна підтримка використання альтернативних відновлюваних джерел енергії.

Використання відновлюваних джерел енергії не лише збільшить енергетичні ресурси України, але й забезпечить більш чисте довкілля та



соціально-економічний розвиток. Одним з найперспективніших відновлюваних джерел енергії на даний момент є сонячна енергія.

Отримання енергії від сонця має кілька переваг:

1. Сонячна енергія доступна у всіх регіонах світу, де сонячна радіація не відрізняється більш ніж на два порядки, що робить її привабливою для всіх країн і відповідає інтересам енергетичної самодостатності;

2. Сонячне випромінювання є екологічно чистим джерелом енергії, тому може використовуватися в значно більших масштабах без негативного впливу на навколишнє середовище;

3. Сонячне випромінювання є майже невичерпним джерелом енергії і може використовуватися протягом мільйонів років.

Використання сонячної енергії залежить головним чином від географічного розташування регіону, а ефективність сонячних енергетичних систем залежить від сонячної радіації.

Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні вважається досить високим. Тому всі регіони мають великі можливості ефективного використання теплотехнічного обладнання.

Тому в дипломному проєкті для удосконалення обігріву приміщень обслуговування техніки необхідно вирішити наступні задачі:

- оцінити потенціал сонячної енергетики та конструкції і принцип роботи сонячних колекторів;
- розробити схему теплопостачання приміщень ННЦ;
- визначення технологічних та конструктивних параметрів сонячного колектора;
- виконати силовий розрахунок параметрів опори сонячного колектора з детальним його кресленням.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Загальні відомості

Навчально-науковий центр ДДАЕУ базується в с.Олександрівка, Дніпровського району на лівому березі Дніпра. ННЦ займається науково-дослідними роботами, навчальними та виробничими практиками, а також займається технічним обслуговуванням та ремонтом тракторів та комбайнів для фермерських господарств, а також здає техніку в оренду фермерським господарствам.

Після багатьох років спостережень за впливом погодних умов на сільськогосподарське виробництво стало зрозуміло, що вони мають великий вплив на роботу фермерських господарств.

Господарства, де орендується техніка, розташовані в регіоні з помірно-континентальним кліматом, що характеризується спекотним літом, а взимку значними перепадами температур. Влітку часті суховії, взимку трапляються відлиги з температурою від +9,5 до 12,5 °С. Іноді трапляються заморозки у квітні та травні. Навесні переважають східні вітри.

Навесні середньодобова температура перевищує 10<sup>0</sup>С в кінці квітня і 15<sup>0</sup>С в кінці травня; тривалість теплого періоду коливається від 166 до 176 днів. Перші осінні заморозки припадають на кінець вересня - початок жовтня.

Метеорологічні дані були отримані від Дніпровського гідрометеорологічного центру і представлені в таблиці 1.1.

Середньомісячна температура травня на 10<sup>0</sup>С нижча за середню багаторічну і коливається від 13,8 до 16,50<sup>0</sup>С.

Середньомісячна температура в червні була на 0,5-1,5<sup>0</sup>С вищою за середню багаторічну і на 21-22<sup>0</sup>С вище нуля; хоча мінімальна температура опустилася до 7-11<sup>0</sup>С, максимальна досягла 32-34<sup>0</sup>С.

Таблиця 1.1

## Дані середньомісячної температури повітря, °С

Роки	Місяці												Середня за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	-5,3	-1,4	1,9	13,3	14,8	18,1	21	20,8	13,4	8,6	3,1	4,5	9,4
2022	-0,2	-2,6	3,8	11,1	13,6	17,6	25,1	22	15,3	8,9	1,4	-6,8	9,1
2023	-3,5	2,7	5,5	9,2	16	19,3	24,7	20,7	16,2	7,8	4,1	-8,9	9,5
Середня багаторічна	-3,2	-0,4	3,7	11,2	14,8	18,3	23,6	21,2	15,0	8,4	2,8	-2,6	9,3

Середня температура липня становила 22-23,5<sup>0</sup>С, що близько до середньобагаторічного показника.

Незвично тепла і суха погода зберігалася протягом перших 20 днів серпня. Середньодобові температури були переважно на 2-8<sup>0</sup>С вищими за норму і коливалися в діапазоні 23-29<sup>0</sup>С вище нуля. Середньомісячні температури були на 1-3<sup>0</sup>С вищими за середні багаторічні і коливалися від 22,5 до 24<sup>0</sup>С вище нуля.

Середня температура вересня становить 16-17,5<sup>0</sup>С, тобто на 1,-1,5<sup>0</sup>С вище середнього багаторічного показника.

Погода в травні нестійка, з частими зливами та грозами (Таблиця 1.2). Середня кількість опадів за місяць склала 69 мм, що становить 146% від норми

Таблиця 1.2

## Кількість атмосферних опадів і розподіл їх по місяцях, мм

Роки	Місяці												Сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2021	46,2	21,3	65,2	23,8	20,4	95,3	34,5	24,1	124,8	0,7	6,6	33,6	496,5
2022	20,4	51	49,8	37,7	66,2	80,7	25,9	16,1	40,8	20,5	21,4	19,8	450,3
2023	11,2	21,3	25,1	14,1	51,2	54,4	60,6	15,7	102,1	67,4	34	5,9	463
Серед- ня багато- річна	25,9	31,2	46,7	25,2	45,9	76,8	40,3	18,6	89,2	29,5	20,7	19,8	469,9

Червень характеризувався мінливою погодою з сильними дощами, зливами, поривами вітру та градом. Середня кількість опадів за місяць склала 65 мм, що становить 105% від норми.

Липень був помірно теплим, з невеликою кількістю опадів, але в основному опади, як і в попередні 10 років, розподілялися дуже нерівномірно по території регіону. Середня кількість опадів у регіоні склала 42 мм, що складає 76% від норми.

Протягом третьої декади серпня опади мали переважно грозовий характер і були нерівномірно розподілені по території області, в середньому випало 45 мм, або 108% від норми.

Лише протягом перших 10 днів вересня погода була мінливою, з частими зливами та періодичними сильними грозами; середня кількість опадів у вересні склала 31 мм, що становить 84% від норми.

## 1.2 Механізовані технології у рослинництві та тваринництві

Механізовані системи сільського господарства мають велике економічне значення, оскільки підвищується продуктивність праці, знижується собівартість продукції, скорочується робочий час, тим самим звільняє фермерів від важкої праці. Механізація сільського господарства супроводжується застосуванням новітніх науково-технічних досягнень, розвитком сучасної техніки, подальшою інтенсифікацією сільського господарства та процесом вдосконалення вирощування сільськогосподарської продукції. Техніка є найактивнішою частиною засобів виробництва і має важливе значення для створення в сільському господарстві матеріально-технічної бази.

Як видно з таблиці 1.3, 1.4 механізація сільськогосподарського виробництва знаходиться на відносно високому рівні.

Таблиця 1.3

### Механізація робіт в рослинництві, %

Найменування робіт	%
Внесення добрив	92
Завантажувальні роботи	96,5
Формування густоти рослин	97,5
Прополювальні роботи	87
Скошування рослин	100
Сівба культур	97

Таблиця 1.4

## Аналіз машино - тракторного парку на 2022 рік

Найменування машин	Кількість, шт.
Т-150К	1
МТЗ-2021	1
МТЗ – 892	2
ЮМЗ-6Л	1
Т-25	2
К - 700	1
Плуг п'ятикорпусний	2
Плуг дев'ятикорпусний	1
Плуги трикорпусні	4
Плоскорізи-розпушувачі	2
Луцильники дискові	2
Борони зубові	4
Культиватори КПС-4	6
Культиватори просапні КРН-5,6	4
Сівалки точного висіву	1
Сівалки зернові СЗ-3,6	4
Сівалки зернові СЗ-5,4	1
Сівалки СУПН-8	3
Комбайн «TUCANO-320»	1
Комбайн «Енисей-950»	1
Комбайн «Вектор» -РСМ-101	1
Розкидач мінеральних добрив РУМ	2
Дискові борони АГ-2,4	1
Дискові борони АГ-2,8	1
Дискові борони БДТ-3	2
Дискові борони БДТ-7	1

Свиноферма на 78% механізована і використовує гнойовий транспортер ТСН-5. На фермі є водонапірна башта, яка подає воду в кожную будівлю окремо. Годівниці для свиней оснащені ніпелями. Кожна будівля опалюється незалежно. Корм роздають вручну. Транспортування кормів здійснюється спеціальним транспортом.

Деякі машини ремонтують і обслуговують у майстерні. Машини, які постійно встановлені на фермі, ремонтують на місці. Стайні та зимові машини ремонтуються влітку. Будівлі та машини ремонтують, щоб вони могли безперебійно функціонувати взимку.

### **1.3 Організація використання машин та обладнання в сільськогосподарських виробничих процесах**

Там, де використовуються сільськогосподарські знаряддя, організовуються інтегровані агрегати:

- основний обробіток ґрунту;
- передпосівна оранка;
- посів основних культур;
- збирання врожаю;
- післязбиральна обробка ґрунту.

Така організація робіт дозволяє виконати всі необхідні роботи вчасно, що знижує витрати на ці роботи.

У цій системі техніка використовується більш ефективно. Виробничі витрати знижуються завдяки злагодженій роботі підрозділів.

Всі проблеми ферми вирішуються керівником ферми в міру їх виникнення. Всі інші загальні питання вирішуються на нараді за участю керівника, його заступників та спеціалістів господарства.

Паливно-мастильні матеріали зберігаються в нафтобазі, яка також слугує заправною станцією для транспортних засобів. Загалом на нафтобазі можна зберігати 60 тонн пального та 3 тонни мастила. Склад обладнаний вогнегасниками. Також є 2 дизельні насоси, 1 бензиновий насос і 1 масляний насос.

Поруч з резервуаром для оливи, що використовується для гідравліки трактора, є також резервуар для відпрацьованої оливи.

Щороку команда фахівців проводить технічне обслуговування резервуарів і заправних машин, а також очищає їх від шламу, який накопичується в резервуарах. Шлам зливається у спеціальний резервуар, розташований на території нафтобази.

Заправка тракторів та автомобілів на фермі відбувається наступним чином. Кожен водій або тракторист отримує шляховий лист, в якому бригадир або інженер вказує кількість палива. Кожен трактор або автомобіль має ліміт і окрему забірну картку, на якій фіксується кількість пального, доставленого за день. Наразі пальне коштує дорого, тому використання паливно-мастильних матеріалів ретельно контролюється аудитором. У разі необґрунтованого споживання паливно-мастильних матеріалів відповідальною особою є тракторист або водій, закріплений за технікою.

#### **1.4 Організація технічного обслуговування машин та обладнання**

Система планування профілактичного обслуговування і ремонту тракторів компанії включає змінне технічне обслуговування (ЗТО),



періодичне технічне обслуговування (ТО-1, ТО-2 і ТО-3), сезонне технічне обслуговування (СТО), поточні ремонти.

Змінне технічне обслуговування, періодичне технічне обслуговування, сезонне технічне обслуговування (СТО), поточний ремонт, періодичні огляди і зберігання машини.

Технічне обслуговування проводиться щорічно перед виїздом технічним відділом. ТО-1, ТО-2 і ТО-3 є обов'язковими і проводяться відповідно до програми двигуна, але таким чином, щоб одночасно можна було перевірити не більше одного трактора.

Екіпажне обслуговування проводиться кожні 8-10 годин і вимагає перевірки рівня масла в картері, гідравлічної системи, охолоджуючої рідини тощо.

Технічне обслуговування - 1 проводиться після 125 годин роботи. Воно включає миття трактора, перевірку рівня моторного масла, перевірку натягу ремня, перевірку акумулятора, перевірку гідравлічного масла, перевірку рівня охолоджуючої рідини і очищення центрифуги.

ТО-2 проводиться через 500 мотогодин і включає в себе миття трактора, очищення повітряного фільтра, перевірку натягу ремня, перевірку тиску в шинах, спорожнення баку для бруду, перевірку акумулятора, заміну моторної оливи, очищення центрифуги і доливу охолоджуючої рідини і масла в гідравлічній системі.

ТО-3 зазвичай проводиться після 1 000 годин роботи в кінці польових робіт і дозволяє провести діагностику зварних швів. Якщо всі параметри в межах норми, проводяться ті ж операції, що і при ТО-2, якщо ні - трактор ремонтується.

Майстерня обладнана гарячим боксом і сервісним боксом. У сервісному боксі є бойлер для підігріву води в радіаторах взимку, оскільки не всі транспортні засоби ремонтуються взимку.

У ННЦ є велика майстерня (рис. 1.1), стайня для тракторів і комбайнів та склад для сільськогосподарської техніки.

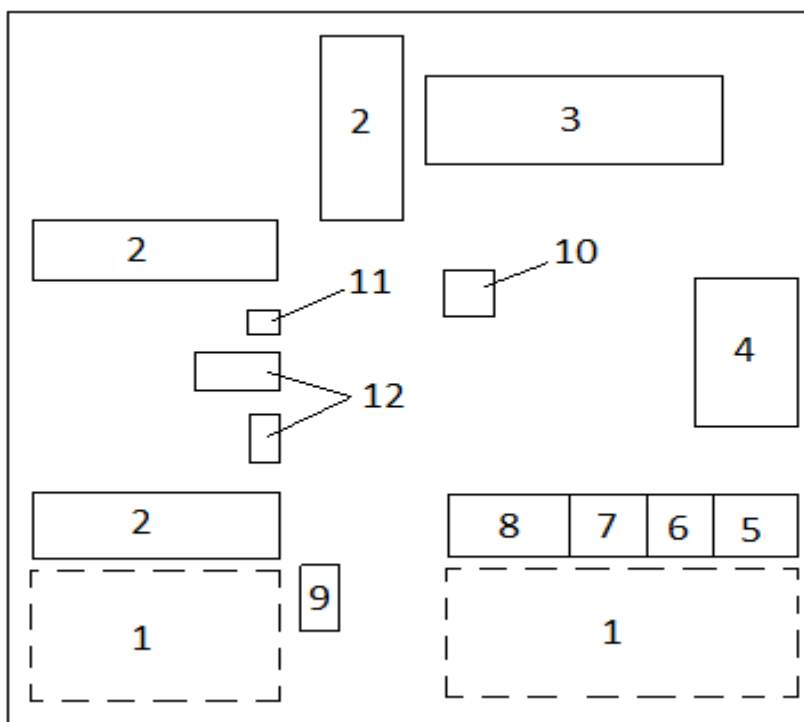


Рис. 1.1. Загальна схема господарського ННЦ.

1- стоянка сільськогосподарських агрегатів; 2 - сховище для зберігання зерна;  
3 - зберігання та ремонту техніки; 4 - зварювальний цех; 5 – ремонт тракторів; 6 - склад для запчастин; 7 - слюсарне приміщення; 8- адміністративне приміщення; 9 - ваги; 10 - приміщення для очищення зерна; 11-резервуар для відпрацьованого мастила; 12-АЗС.

Після закінчення польових робіт кожен трактор або одиниця сільськогосподарської техніки ремонтуються і зберігаються у боксі до весни, коли польові роботи відновляться. Крім звичайного ремонту, сільськогосподарську техніку зварюють і поміщають під укриття, знімають колеса, гідравлічні шланги і циліндри, перевозять у сухе, тепле місце, де вона зберігається до весни. Робочі частини сільськогосподарської техніки покривають твердим розчином або відпрацьованим маслом.

Після зберігання технік готує передавальні документи на довгострокове зберігання, після чого все обладнання, сільськогосподарські знаряддя та машини передаються відділу техніки безпеки з повною відповідальністю.

### **Висновки**

Аналіз виробничої діяльності показав, що в цілому ремонтна база сприятлива для проведення ремонтних робіт з точки зору забезпеченості технікою і кваліфікованими спеціалістами.

Особливу увагу необхідно приділити вдосконаленню ремонтної майстерні, її обігріву та гарячого водопостачання протягом року.

Для створення оптимальних умов праці необхідно розглянути та удосконалити ремонтно-обслуговуючу майстерню з метою вирішення питань теплозабезпечення в умовах господарства.



## 2 АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

За прогнозами Міжнародного енергетичного агентства, до 2030 року частка альтернативної енергетики зросте до 35 % [1]. Розвиток та використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії (вітрової, сонячної, гідро-, геотермальної, геотермальної та біомаси) є важливим фактором підвищення енергетичної безпеки та зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище, оскільки енергія сонця, вітру, гідро-, геотермальної та біомаси подвоїться порівняно з сьогоднішнім днем і становитиме 16 % від загального обсягу виробництва енергії. Очевидно, що розвиток альтернативної енергетики відіграватиме важливу роль у зменшенні викидів парникових газів, мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, підвищенні енергетичної безпеки та зменшенні залежності від імпортованих енергоносіїв.

Розглянемо опалення за допомогою альтернативних джерел енергії, які є важливими для аграрного сектору. Ці джерела енергії можуть бути раціонально використані лише в безпосередній близькості до споживачів, без необхідності транспортування енергії на великі відстані. Деякі нетрадиційні джерела енергії в Україні наведені в таблиці 2.1.

Гідроенергетика - це енергія, перетворена з енергії сонця. Вода використовувалася з давніх часів для механічної роботи і залишається хорошим джерелом енергії - тепер у вигляді електрики - для нашої індустріальної цивілізації.

## Ресурси енергетичних поновлювальних джерел України [1].

Джерело енергії	Теоретичний потенціал, МВт год. за рік	Використання сьогодні		Технічний потенціал		Реально можливий об'єм використання	
		МВт год за рік	т.умов палива	МВт год за рік	т.умов, палива	МВт год за рік	т. умов. палива
Геліоресурси	720 109	81103	10103	0,44109	0,16109	40109	3,8• 106
Вітроенергетика	965109	0,803	3,1103	0,36109	70109	8,4106	8,6106
Геотермальна енергетика	5128109	0,402	0,103	14109	1,7109	2800106	230 106
Енергетика с/г відходів	12,5106	0,110	2	6,1106	0,7106	6,1 106	0,73106
Гідроенергетика	43,4106	10103	1,2106	21,5106	2,6106	21,5106	2,6

Енергія водоспадів, що рухають водяні колеса, використовується безпосередньо для розмелювання зерна, розпилювання деревини та виготовлення тканини. Однак, фрезерування та розпилювання на наших річках почало зникати з 1980-х років, коли енергія водоспадів почала вироблятися на гідроелектростанціях.

Обґрунтовуючи альтернативні джерела енергії багато країн звертають увагу на енергію вітру. Вітер допомагав людині протягом тисячоліть, забезпечуючи енергією для плавання, розмелювання зерна та перекачування води. Сьогодні основна увага приділяється виробництву електроенергії. Для того, щоб вітропарк був економічно вигідним, середньорічна швидкість вітру в регіоні повинна становити не менше 6 метрів на секунду. У нашій країні вітрогенератори можна будувати на узбережжях Чорного та Азовського морів, на пасовищах і в гірських районах Криму та Карпат. У нинішню епоху високих цін на паливо вітрові турбіни, ймовірно, будуть конкурентоспроможними за вартістю і можуть зробити свій внесок у задоволення енергетичних потреб країни.

Більшість великих вітрових турбін, які зараз будуються або вже працюють, розраховані на роботу при швидкості вітру від 17 до 58 кілометрів на годину. Швидкість вітру нижче 17 кілометрів на годину виробляє мало корисної енергії, а швидкість вітру вище 58 кілометрів на годину може призвести до пошкодження установки.

Вітрогенератори не повинні бути розраховані на ураганні вітри. Такі вітри дають набагато більше енергії, ніж легкі вітри, але чинять більший тиск на лопаті, що може зруйнувати всю машину. Крім того, цей ризик незначний, оскільки ураганні вітри дмуть дуже короткий час і становлять лише дуже малий відсоток виробництва енергії. Тому лопаті вітрогенераторів злегка згинають, щоб зменшити тиск вітру і запобігти пошкодженню пропелерів під дією сильного вітру. Ця давня практика відома як "оперення". Для запобігання пошкодженню лопатей також використовуються нові матеріали, які витримують високі навантаження.

Інші проблеми при проектуванні вітрових турбін виникають через природу системи, необхідної для уловлювання енергії вітру. Вітрові турбіни зазвичай встановлюються на високих вежах, і пропелери піддаються впливу сильних вітрів, що дмуть на великій висоті. Однак ближче до землі будинки, дерева і невеликі пагорби уповільнюють і послаблюють вітер. Тому необхідні високі щогли. Однак важке обладнання, таке як пропелери, редуктори і генератори, необхідно розміщувати на верхівці щогли, що вимагає міцної конструкції.

Ще однією проблемою вітрогенераторів є характер вітру. Швидкість вітру варіюється в широких межах, від легкого вітру до сильних поривів, і відповідно змінюється кількість обертів на секунду генератора. Щоб вирішити цю проблему, змінний струм, що генерується обертанням валу генератора, випрямляється, тобто перетворюється на постійний струм, що тече в одному напрямку. У великих вітрогенераторах цей постійний струм подається в електронний перетворювач, який виробляє постійний змінний струм, придатний для живлення електричної системи. У менших

вітрогенераторах випрямлений струм замість інвертора надходить до великої батареї. Акумулятор необхідний для зберігання електроенергії в періоди, коли вітер занадто слабкий для виробництва електроенергії.

Регулювати всю систему електростанції складніше. Бувають моменти, коли генератори виробляють мало або взагалі не виробляють енергії. У такі моменти необхідно збільшити потужність традиційної електростанції, щоб задовольнити попит.

Біоенергетичні технології пов'язані з великою кількістю органічних відходів: побутові відходи, стічні води, сільськогосподарські відходи (солома, кора тощо), відходи від переробки деревини (тирса, гілки, гілки, хвоя тощо). Звалища у великих містах займають величезні площі та забруднюють повітря, ґрунт і воду. Проте розроблені технології, що дозволяють перетворювати відходи на енергію (наприклад, заводи, які спалюють відходи для виробництва тепла та електроенергії) і різні корисні матеріали (скло, метали тощо).

Теплові насоси, так як і сонячні колектори, здебільшого використовуються в системах комбінованого виробництва тепла та електроенергії, хоча є приклади теплових електростанцій, що використовують теплові насоси. Вони перекачують летючу теплову енергію з землі, води або навіть повітря у високопотенційне тепло для обігріву об'єкта. Близько 75% теплової енергії можна отримати безкоштовно від природи: з землі, води і повітря, і лише 25% енергії потрібно витратити на роботу самого теплового насоса. Іншими словами, власник теплового насоса економить 3/4 грошей, які він зазвичай витрачає на нафту, газ або електроенергію для традиційного опалення. Простіше кажучи, тепловий насос використовує теплообмінники для збору теплової енергії з землі (води, повітря) і "передачі" її в навколишнє середовище.

Сонячна енергія - одне з найважливіших альтернативних джерел енергії на сьогоднішній день. Більше того, цей сектор енергетики є одним з



найбільш швидкозростаючих, що змушує експертів приділяти йому особливу увагу.

По-перше, сонячна енергетика доступна в усьому світі, з різницею в інтенсивності випромінювання не більше ніж у два рази. Це робить її привабливим джерелом енергії для будь-якої країни з точки зору енергетичної самодостатності. По-друге, - є екологічно чистим джерелом енергії, і її використання може бути збільшено без негативного впливу на навколишнє середовище. Окрім того, сонячна енергетика є практично невичерпним джерелом енергії, яке людство може використовувати протягом мільйонів років.

## **2.1 Оцінка потенціалу сонячної енергетики**

Завдяки природно-кліматичним умовам наша країна має великий потенціал для використання сонячної енергії. Сонячне випромінювання в середньому становить від 8,5 до 1,7 кВт-год/м<sup>2</sup> на добу і 1900 кВт/м<sup>2</sup> на рік в районі 40-60° широти. В даний час найбільш поширеними сферами застосування сонячних електростанцій є гаряче водопостачання, опалення та охолодження будівель, опріснення води, обігрів теплиць і сушіння сільськогосподарської сировини. Сучасні технології дозволяють використовувати сонячну енергію навіть взимку.

Основне завдання сонячних колекторів - максимально ефективно вловлювати сонячне випромінювання. Крім того, враховується також ефект накопичення і зберігання теплової енергії. "Зловлена" сонячна енергія, перетворена в теплову, накопичується на місці установки і зберігається протягом тривалого часу.

Наразі існують різні типи сонячних теплових панелей, які відрізняються за конструкцією, зовнішнім виглядом зовнішньої поверхні, накопичувачами тощо. Наприклад, самі нагрівачі використовують "парниковий ефект", тобто властивість сонячного світла вільно проходити крізь прозоре середовище в

обмеженому просторі і перетворюватися на теплову енергію, яка вже не проходить крізь прозорий "дах" пристрою. Теплові системи використовують ефект дисипатора, тобто властивість рідин підніматися при нагріванні, виштовхуючи холодну воду назовні і примушуючи її рухатися до точки нагріву.

Завдяки різноманітності технічних рішень можна виділити основні проблеми інженерних питань з використанням сонячних колекторів:

- гаряче водопостачання
- опалення (повне або часткове)
- опалення теплиць (повне або часткове опалення або системи опалення),
- підігрів води на птахофабриках тощо.

## **2.2 Проектний аналіз сонячних теплових систем. Принцип роботи**

Плоскі сонячні колектори та вакуумовані сонячні колектори є найбільш поширеними конструкціями в сонячних теплових системах [1,2]. Кожен з них має переваги та недоліки, які необхідно враховувати при проектуванні системи. Плоскі колектори (рис. 2.1) складаються з елементів, що поглинають сонячне випромінювання, прозорого покриття та ізоляційного шару. Поглинаючі елементи називаються абсорберами і з'єднуються з системою теплопередачі. Прозорим елементом зазвичай є загартоване скло зі зменшеним вмістом металу. За відсутності тепловиділення (застою) плоскі колектори можуть нагрівати воду до 190-200°C. Чим більше променистої енергії передається теплоносію, що протікає через колектор, тим більша його ефективність. Її можна підвищити, використовуючи спеціальні оптичні покриття, які не випромінюють тепло в інфрачервоному спектрі. Поширеним способом підвищення ефективності колектора є використання абсорбера з мідної фольги, завдяки її високій теплопровідності.

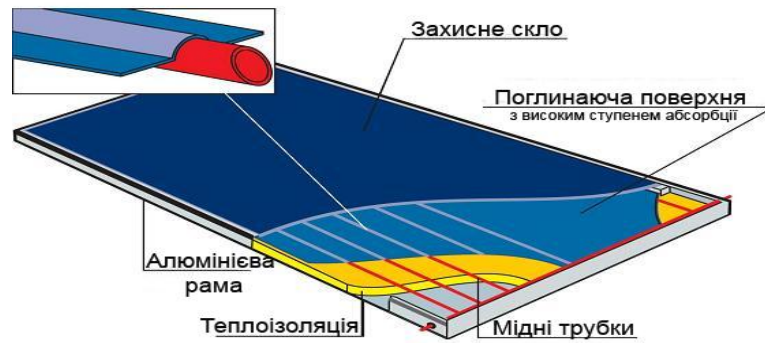


Рисунок 2.1 Плоский колектор.

Принцип роботи плоского колектора полягає в тому, що коли сонячне світло проходить крізь скло і потрапляє на поглинаючу пластину, остання нагрівається і перетворює сонячне випромінювання в теплову енергію. Це тепло передається теплоносієм (водою або антифризом), що циркулює всередині сонячного колектора. Теплоносій нагрівається і через теплообмінник передає теплову енергію воді в баку для гарячої води. Гаряча вода зберігається в баку до моменту її використання. У водонагрівачі також може бути встановлений електричний елемент для підігріву води до заданої температури, коли вона опускається нижче (наприклад, у тривалу похмуру погоду).

Перевагами плоских сонячних батарей є

- висока ефективність
- відносна простота конструкції
- надійність
- можливість ефективної експлуатації протягом усього року
- тривалий термін служби.

До недоліків можна віднести нижчу ефективність порівняно з евакуйованими трубчастими колекторами в періоди низької інсоляції та взимку.

Існують також колектори на основі вакуумних трубок, в яких для уловлювання сонячного випромінювання використовуються контактні

пластини теплової труби, покриті по всій довжині спеціальним напівпровідниковим покриттям. Таким чином, максимально широкий спектр сонячного випромінювання може бути перетворений в тепло. У режимі обмеженого відбору тепла температура теплоносія може бути підвищена до 250-300°C. Цього можна досягти за рахунок використання багат шарового скла, герметизації колектора або створення вакууму для зменшення тепловтрат. По суті, сонячні трубки мають схожу будову з побутовими радіаторами. Тільки зовнішня частина трубки прозора, а внутрішня покрита високоомічним склом.

Внутрішня трубка покрита високоселективним покриттям, яке вловлює сонячну енергію. Між зовнішньою і внутрішньою трубою створюється вакуум. Цей вакуумний шар забезпечує збереження приблизно 95 відсотків вловленої теплової енергії. Вакуумні сонячні колектори також використовують теплові труби, які діють як теплопровідники. Коли сонячне світло освітлює систему, рідина в нижній частині трубок перетворюється на пару. Пара піднімається до верхньої частини труби (конденсатора), де вона конденсується і передає тепло колектору. Цей метод забезпечує вищу ефективність (порівняно з плоскими колекторами) при роботі за низьких температур і в умовах низької освітленості.

На рисунку 2.2 показано скляну вакуумну трубку і мідну теплову трубку з алюмінієвими ребрами для передачі тепла. Теплова трубка вставлена в скляну трубку і утримується між двома алюмінієвими ребрами. Форма ребер максимізує поверхню контакту між внутрішньою поверхнею теплової трубки і вакуумної трубки. Така конструкція ребер забезпечує максимальну теплопередачу до мідної трубки і, таким чином, до води в тепловій трубці. Передача тепла від теплової труби до теплової труби відбувається дуже просто. Мідна теплова труба порожниста всередині і містить запатентований нетоксичний неорганічний теплоносіє. Порожниста внутрішня частина теплової труби знаходиться у вакуумі, тому ця рідина випаровується при температурі приблизно 25-300°C. Нагріваючись, пара піднімається до

верхньої частини теплової труби (конденсатора), де тепло передається воді, що протікає по тепловій трубі. Після того, як тепло виділяється, пара конденсується і повертається в теплову трубу, де процес повторюється з самого початку. Ми використовуємо теплові труби від відомого виробника, який використовує неорганічні холодоагенти. Однак теплова труба зазвичай не контактує з рідиною, що протікає по ній. Неорганічні теплові труби мають вакуум  $4 \times 10^{-6}$  Па, завдяки чому холодоагент випаровується при температурі 25 - 30 °С. Якщо котел і сонячний контролер чергують свої основні сезонні функції взимку і влітку, то в міжсезоння вони чудово працюють разом. Така розумна комбінація не тільки значно зменшує навантаження на котел, але й, що більш важливо, забезпечує безперебійну роботу. З усього вищесказаного видно, що наявність геліосистеми створює умови для забезпечення більш тривалого терміну служби і більшої надійності всього обладнання.

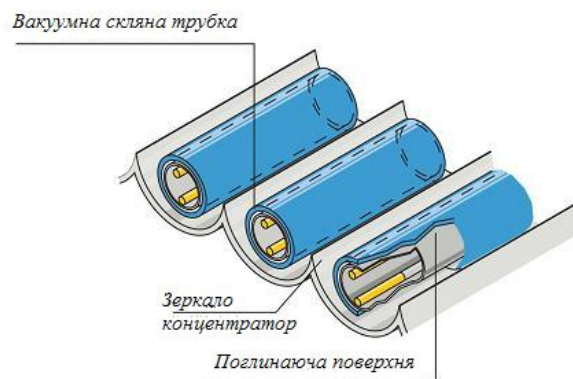


Рис. 2.2 Вакуумний трубчатий колектор

Таким чином, на основі наведеного вище порівняння колекторів, для опалення цеху були обрані сонячні вакуумні колектори завдяки: високому ККД; неможливості замерзання; високим робочим температурам; здатності поглинати пряме і розсіяне випромінювання; відсутності корозійних умов.

### 2.3 Визначення ефективності сонячного тепла за щоденними даними

Сьогодні викопне паливо споживається у великих кількостях для опалення, незважаючи на те, що його використання в сучасному світі пов'язане з низкою проблем: постійне зростання цін, залежність від поставок, високі витрати на експлуатацію обладнання та забруднення навколишнього середовища.

Глобальна радіація в Україні на 40-60% складається з розсіяного світла. Для ефективного перетворення розсіяного випромінювання в тепло необхідно використовувати сонячні колектори з високоселективним шаром поглинаючих панелей.

Вплив каламутності на вихід сонячної радіації показано на рисунку 2.3 [6-8].

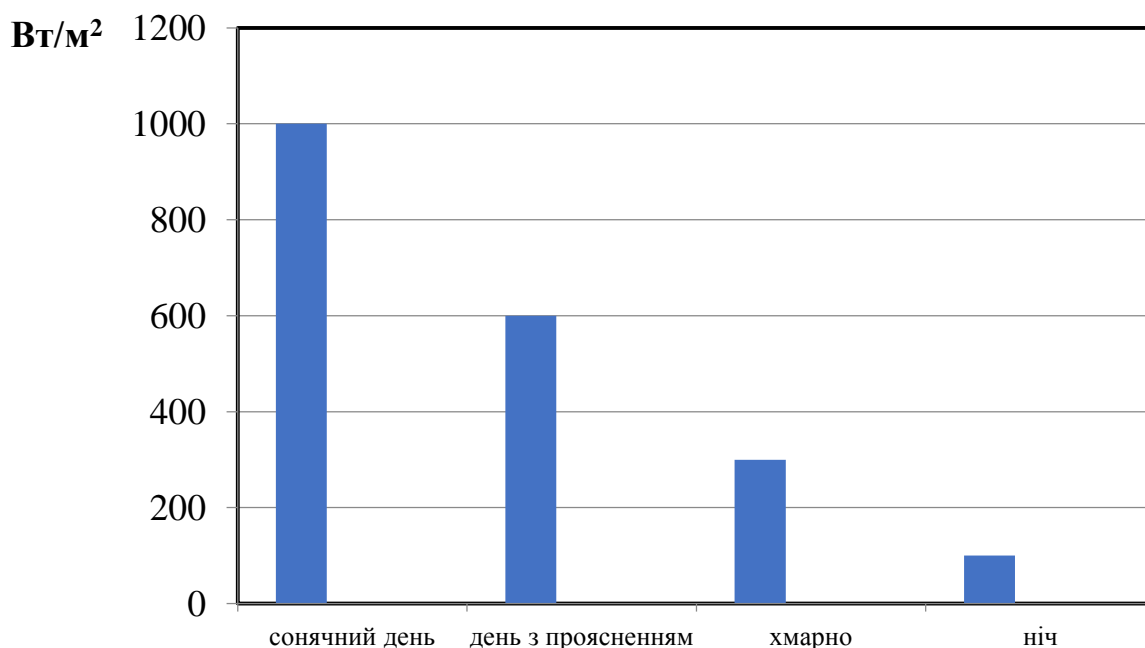


Рисунок 2.3 Потужність сонячного випромінювання

На рисунку 2.4 показано залежність середньорічної кількості сонячної енергії при різній орієнтації площини сонячного колектора відносно сторін світу та при різних кутах нахилу до площини горизонту.

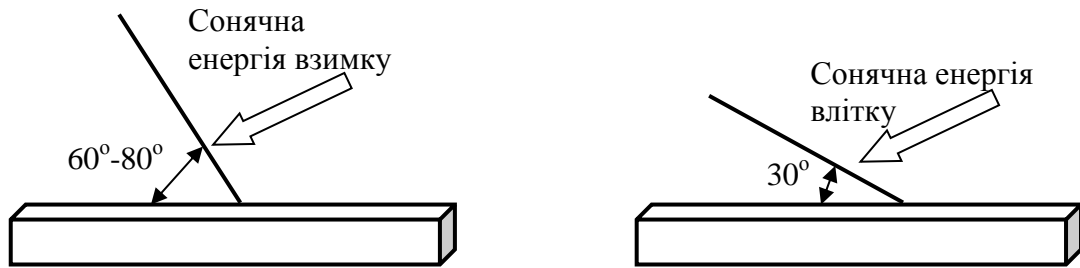


Рисунок 2.4 Кут нахилу розташування сонячного колектору

## 2.4 Потенціал сонячної енергії в регіонах України

Процвітання України, як і провідних країн світу, вимагає сталого розвитку енергетичного сектору. Використання сонячної енергії є простим у реалізації та має низку суттєвих переваг: це безкоштовний та невичерпний ресурс, екологічно чистий тощо. По суті, сонячна система опалення поєднує в собі всі вищезазначені характеристики.

Потенціал сонячної енергії в Україні досить високий, щоб широко впроваджувати сонячні системи опалення та фотоелектричні системи практично повсюдно в країні. Згідно з державними будівельними нормами, рекомендується не аналізувати споживання сонячної енергії в Україні окремо по регіонах, а об'єднати його відповідно до географічного розташування регіону в градусах північної широти. Проаналізувавши дані, було виявлено, що в середньому на 1 м<sup>2</sup> на місяць на горизонтальну площу в усіх широтах України споживається близько 333 МДж сумарної променистої енергії (рис. 2.5).

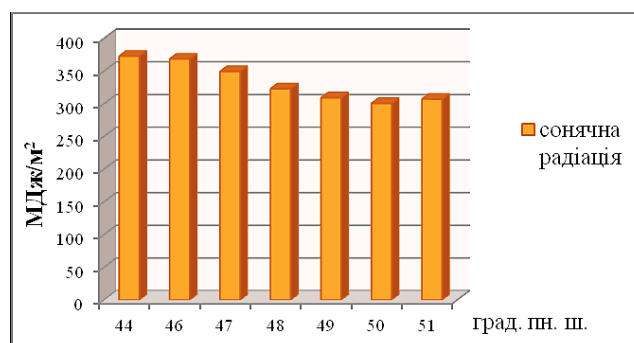


Рис. 2.5 Середньомісячна кількість горизонтальної сонячної радіації в Україні в залежності від географічного положення

Оскільки сумарна радіація нерівномірно розподіляється по поверхні Землі, це значення зменшиться приблизно на 25%, якщо врахувати наступні фактори

Це є причиною того, що західні регіони України, де дні більш хмарні, отримують менше сумарної сонячної радіації протягом року, ніж східні регіони на тих самих широтах (Рис. 2.6 та Рис. 2.7). Річна сумарна сонячна радіація в Україні коливається від 3500 МДж/м<sup>2</sup> (у північно-західних регіонах) до 4000 МДж/м<sup>2</sup> (у північно-східних регіонах) і 5000 МДж/м<sup>2</sup> у Севастополі на півдні.

Україна розташована в Центрально-Східній Європі, в південно-східній частині Східноєвропейської рівнини, між 44° і 52° північної широти і 22° і 41° східної довготи, тобто в середніх широтах середнього світлового поясу, де висота сонця опівдні завжди менше 90° і де день і ніч щодня чергуються. При цьому висота сонця і тривалість світлового дня значно змінюються протягом року, що пояснює, чому в Україні є різні пори року. За даними метеорологічних спостережень за останнє десятиліття, в Україні від 100 до 200 сонячних днів на рік, залежно від регіону. Як видно з графіків, взимку опроміненість поверхонь має тенденцію до значного зменшення з півдня на північ (варіація близько 90-50 Вт/м<sup>2</sup>), тоді як літній період характеризується невеликою варіацією сонячної радіації (варіація 313-316 Вт/м<sup>2</sup>).

Найбільше сонячної радіації припадає на період з травня по вересень, коли сонячне випромінювання триває найдовше. Дозу сонячної радіації на поверхні Землі (рис. 2.7) також можна проаналізувати за сезонами. В Україні кількість прямої та розсіяної радіації значно відрізняється, наприклад, взимку та влітку вона помножена на 20 та 5 відповідно.

Найцікавішим періодом для паливно-енергетичного комплексу є опалювальний сезон (рис. 2.8), оскільки в цей період денна освітленість і температура навколишнього середовища нижчі, а отже, зростає споживання електроенергії та газу. У цей період сумарна пряма та розсіяна сонячна



радіація зменшується з півдня на північ України і точно відповідає межам осіннього світлового періоду (60-120 МДж/м<sup>2</sup> )

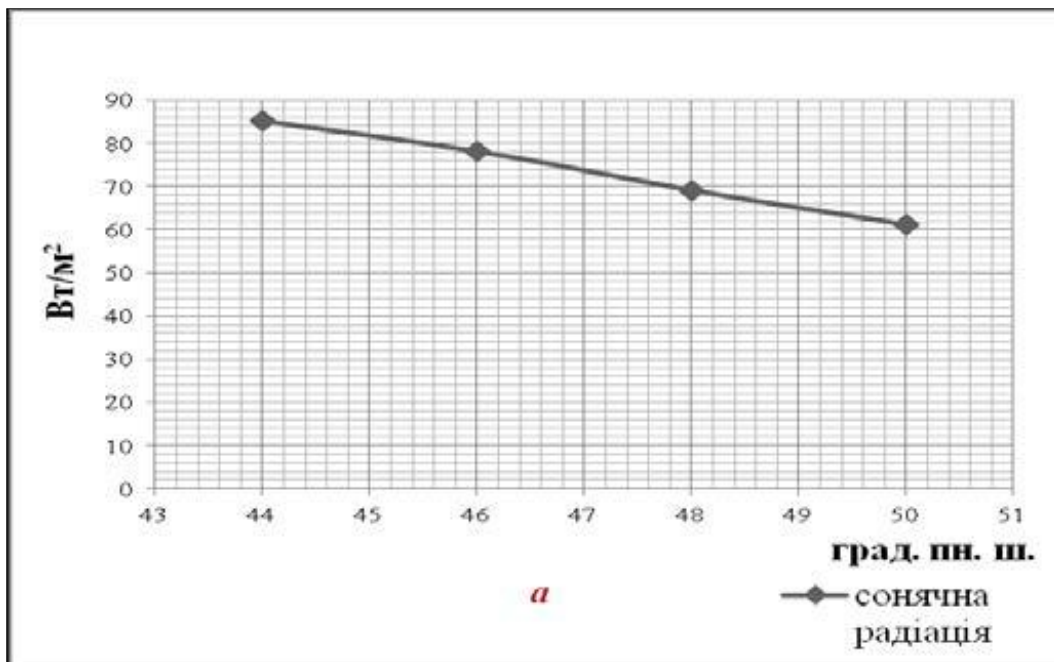


Рис. 2.6 Кількість сонячної інсоляції, що надходить на територію України за умов ясного неба у січні

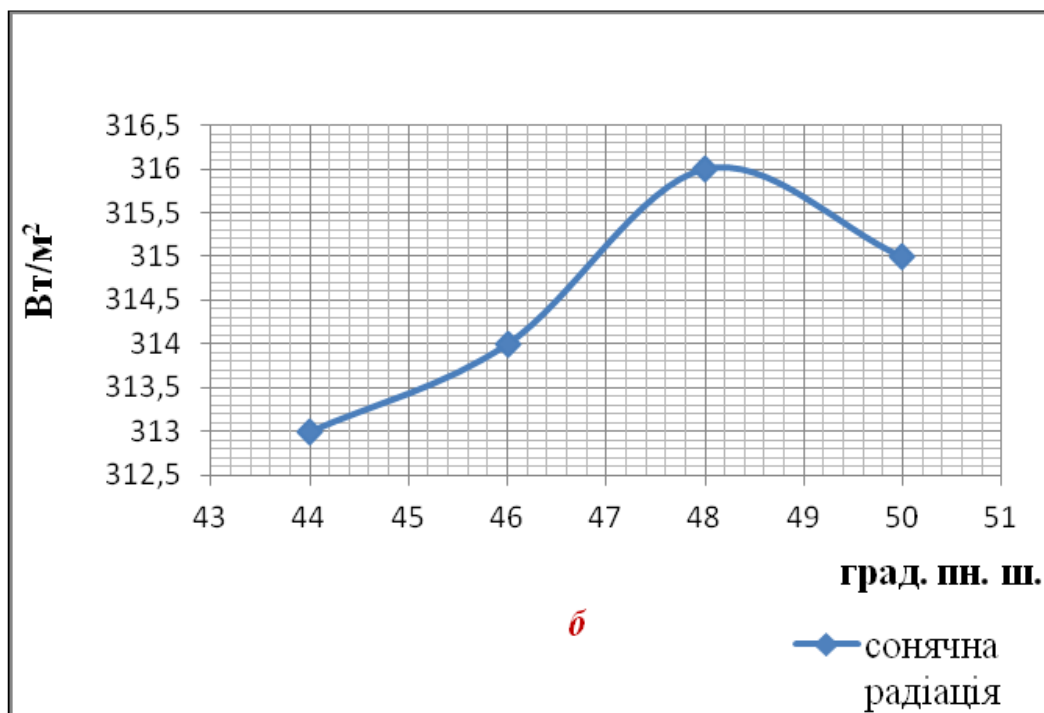


Рис. 2.7 Кількість сонячної інсоляції, що надходить на територію України за умов ясного неба у липні

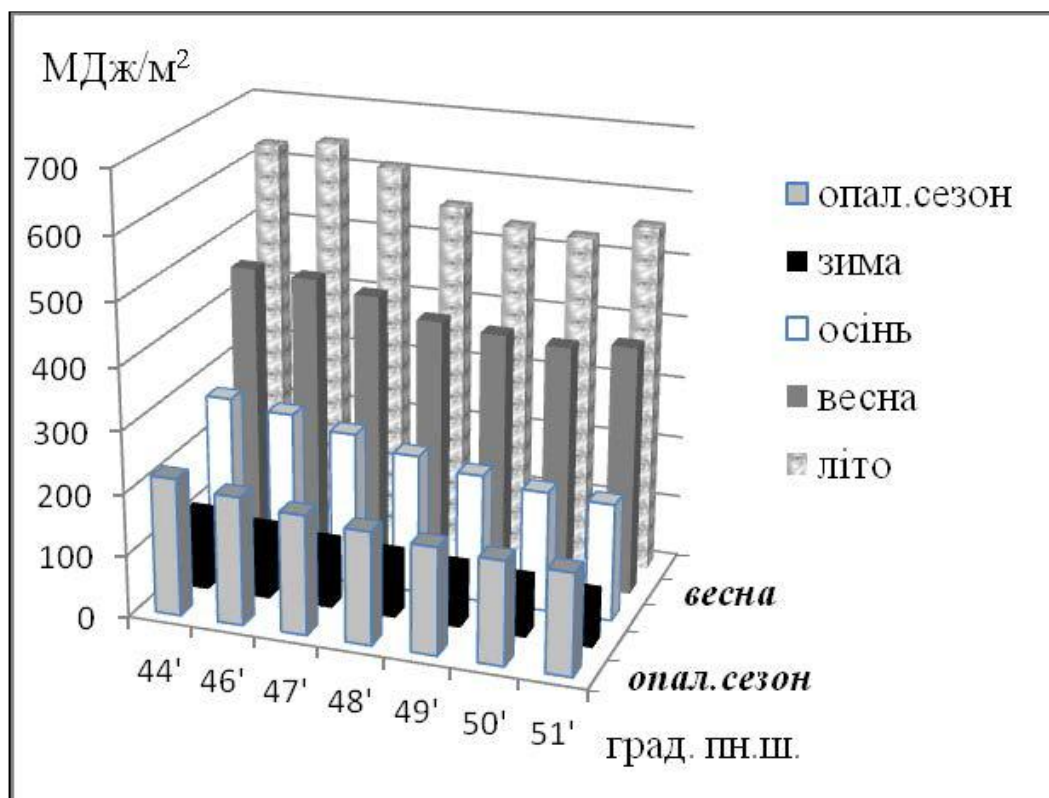


Рис. 2.8 Рівень сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, в залежності від градусів північної широти (посезонно та в опалювальний період)

Оскільки опалювальний сезон триває з жовтня по квітень, мінімальна середньомісячна сумарна сонячна радіація на всіх широтах в Україні становить 200 МДж/м<sup>2</sup>.

Вважається, що середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні (1235 кВт-год/м<sup>2</sup> (цю енергію можна отримати при спалюванні 100 м<sup>3</sup> газу) є досить високим і набагато вищим, ніж, наприклад, у Німеччині - 1000 кВт-год/м<sup>2</sup> або навіть у Польщі - 1080 кВт-год/м<sup>2</sup>.

Таким чином, регіони України мають можливості ефективного використання сонячної енергетики з метою теплопостачання будівель, а саме на території навчально-наукового центру ДДАЕУ.

## 2.5 Вибір системи сонячного опалення для господарства

Всі системи сонячного опалення повинні бути спроектовані з рекуператором тепла, але деякі з них не є такими. Постачання сонячної енергії нестабільне в часі, тому не рекомендується покладатися на більш ніж 10 відсотків сонячного тепла. Існує два типи систем сонячного опалення будівель: активні та пасивні. Активні системи характеризуються наявністю сонячних колекторів, теплових акумуляторів, допоміжних джерел енергії, трубопроводів, теплообмінників, насосів або вентиляторів, а також обладнання для автоматичного моніторингу та управління. У пасивних системах роль сонячних колекторів і накопичувачів тепла зазвичай виконують огороджувальні конструкції будівлі, а рух холодоагенту (повітря) відбувається шляхом природної конвекції.

Тому зупинимося докладніше на описі геліотермальних систем, які можуть мати один або два контури з природною або примусовою циркуляцією холодоагенту.

Робота одноконтурної (природної) термосифонної системи прямого нагріву води виглядає наступним чином (рис. 2.9): колектор, теплоакумулятор і з'єднувальні труби системи заповнені холодною водою. Сонячне випромінювання, проходячи через прозорий шар колектора, нагріває воду в панелях і абсорбційних каналах. Тепло зменшує щільність води, і нагріта рідина починає рухатися по колектору і трубах до накопичувального бака. У баку нагріта вода рухається до верхньої частини бака, а холодна - до нижньої, сортуючи воду відповідно до температури. Холодна вода в нижній частині бака спрямовується в нижню частину колектора.

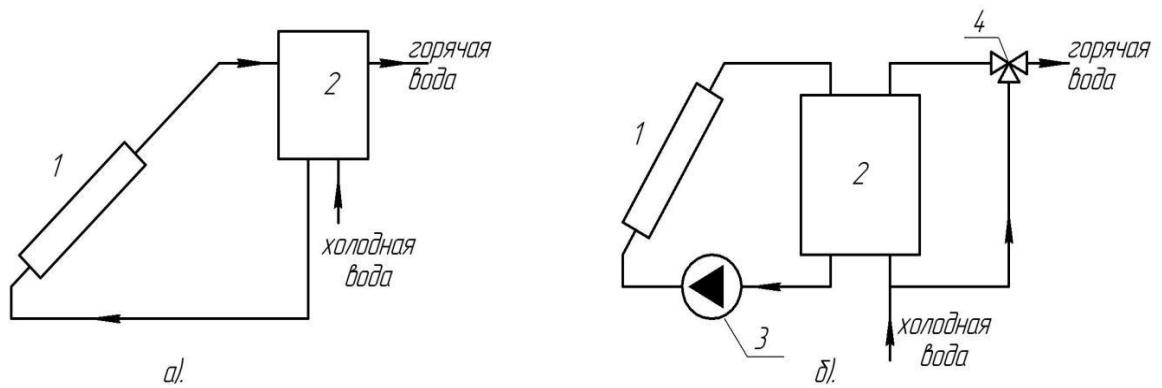


Рис. 2.9 Принципові схеми сонячних систем теплопостачання з природньою (а) та примусовою (б) циркуляцією теплоносія:

1 – колектор сонячної енергії; 2 – бак-акумулятор гарячої води; 3 – насос; 4 – змішувальний вентиль

Характерною особливістю системи є те, що для термосифонної системи нижній кінець накопичувального бака повинен знаходитися вище верхньої частини колектора і на відстані не більше 3-4 м від колектора, тоді як для системи з насосною циркуляцією холодоагенту розташування накопичувального бака може бути необов'язковим.

Робота двоконтурної системи (рис.2.10) аналогічна роботі одноконтурної, але в системі є окремий замкнутий колекторний контур, що складається з колектора, трубопроводів і теплообмінника в баку-накопичувачі. Цей контур заповнюється спеціальним (зазвичай незамерзаючим) холодоагентом. Коли теплоносій в колекторі нагрівається, він надходить у верхній теплообмінник і віддає тепло воді в баку-акумуляторі, а коли остигає - надходить на вхід колектора, де безперервно циркулює за наявності сонячного випромінювання.

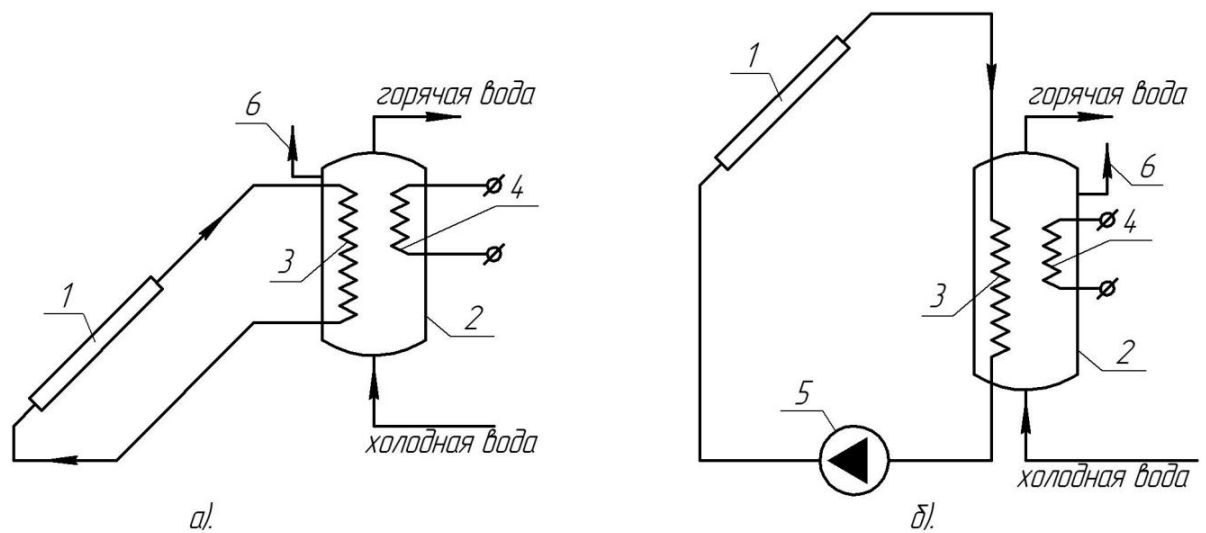


Рис. 2.10 Принципова схема двоконтурної природньої (а) та примусової (б) системи сонячного гарячого водопостачання

1 – колектор сонячної енергії; 2 – акумулятор тепла; 3 – теплообмінник; 4 – додаткове джерело енергії; 5 – насос; 6 – запобіжний клапан

Дозволяється встановлювати бак-акумулятор в будь-якому місці приміщення в системах з примусовою циркуляцією, так як в контур колектора включається циркуляційний насос.

Виконуючи аналіз, слід зазначити, що доцільно використовувати двоконтурні системи з примусовою циркуляцією теплоносіїв. Тому основними критеріями вибору геліосистеми є висока ефективність і довгострокова надійність.

З метою продовження терміну служби і збереження високої ефективності протягом усього періоду експлуатації рекомендується використовувати сонячний колектор (теплова сонячна трубка, розроблена в рамках дипломного проекту, розрахунок наведено в розділі 3) в першому замкнутому контурі двоконтурної системи з системою непрямого нагріву води, тобто спеціальний проміжний теплообмінник, який передає тепло баку-акумулятору в баку-системі.

## 2.6 Розробка схеми теплопостачання майстерні

Сонячний нагрів води і підтримки опалення в ремонтній майстерні та адміністративної будівлі .

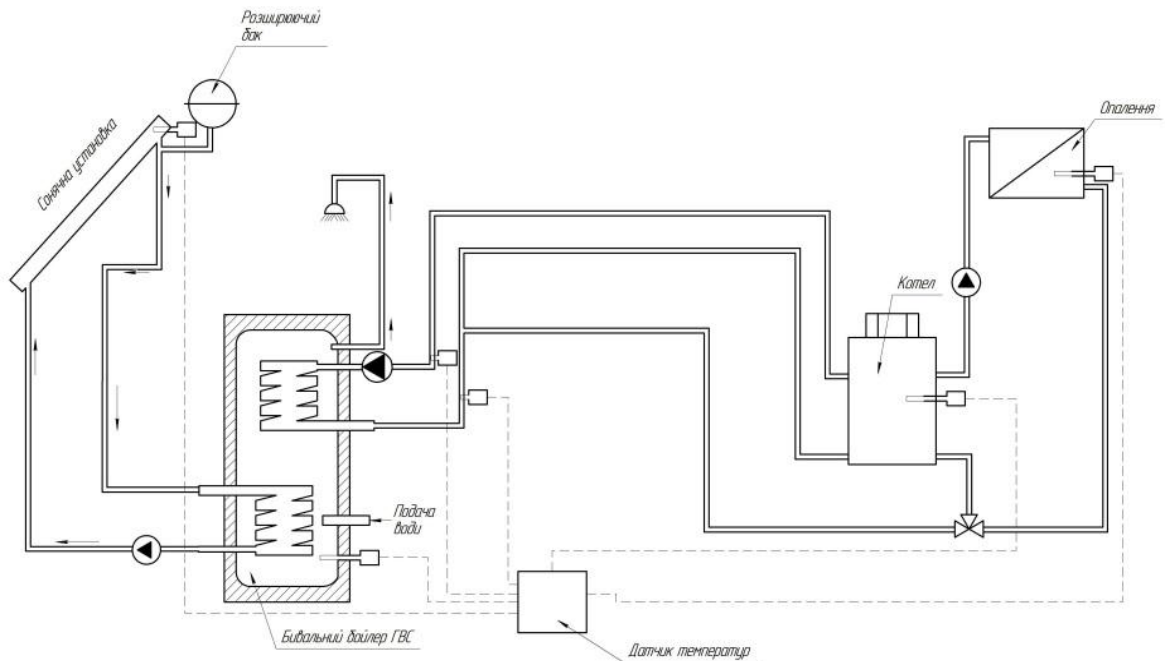


Рис.2.11 Технологічна схема сонячних колекторів (аркуш №3)

На рис.2.11. зображено послідовну схему роботи сонячного колектора яка працює наступним чином. Сонячний колектор 1 від сонця передає тепло в бойлер 2 за допомогою насоса 3 з бойлера 2, вода подається за допомогою насоса 4 на обігрів майстерні та службового приміщення або на гаряче водопостачання.

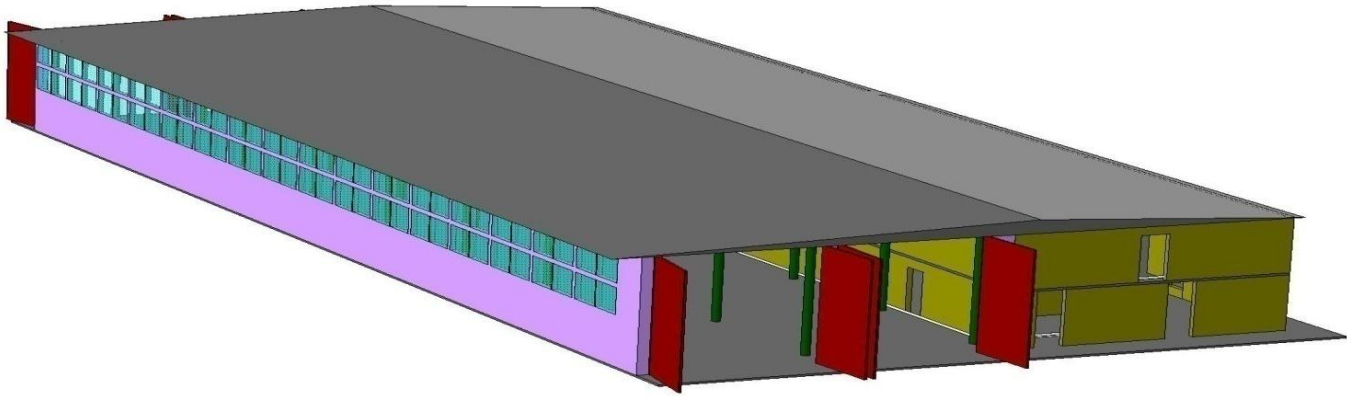


Рис.2.12. Загальний вид приміщень обслуговування автомобілів

На рис. 2.12 зображено ремонтну майстерню та службові приміщення, які призначенні до обігріву та гарячого водопостачання.

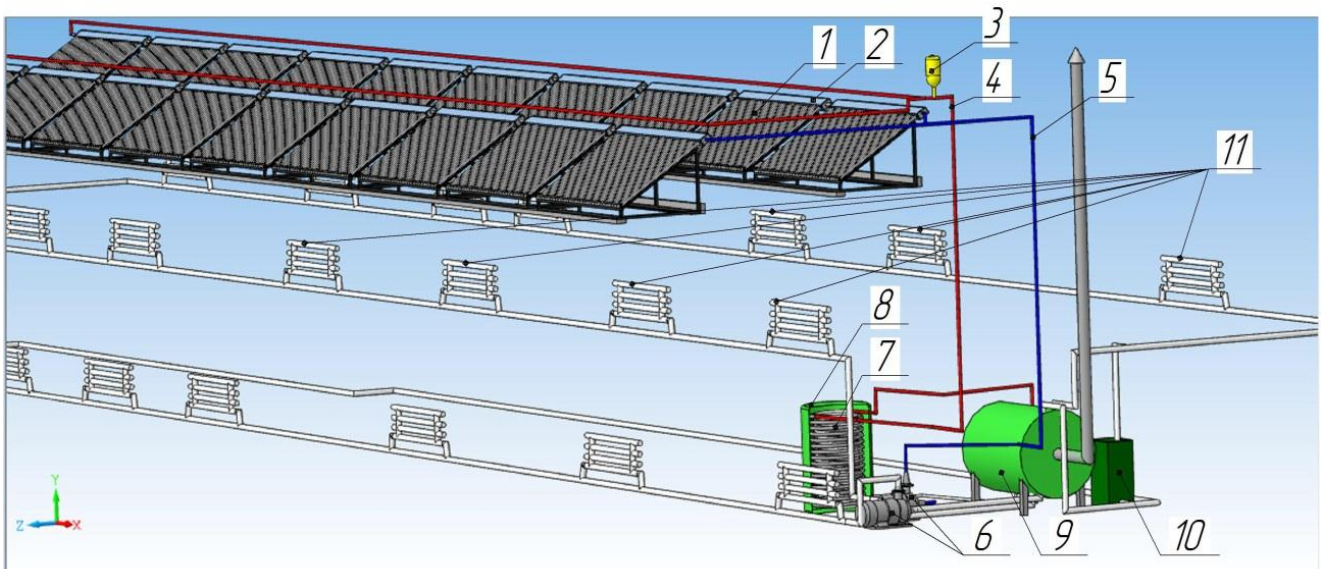


Рис. 2.13 Монтажна схема для обігріву приміщень ННЦ (аркуш4)

На рис. 2.13 детально розглянемо послідовну схему обігріву:

1 - сонячний колектор; 2 - котел сонячного колектора; 3 – розширювальний бак; 4 – труба для подачі гарячої води; 5 - труба для подачі холодної води; 6 – насоси для подачі води по контуру; 7 – змійовики для теплообміну гарячої води с холодною; 8 – бойлер; 9 – котел для обігріву



дровами; 10 - котел для обігріву газом; 11 – батареї для обігріву кімнат та приміщень.

Вибір і розташування елементів геліосистеми в кожному конкретному випадку є достатньо складним завданням і визначається кліматичними факторами, завданнями, структурою теплоспоживання та економічними показниками.

Можна виділити наступні вимоги до проектування опалення сонячних комбінованих систем. По-перше, необхідно забезпечити максимальну кількість сонячного тепла за рахунок зниження середньої температури теплоносія в колекторі і використання ефективних колекторів. По-друге, слід зазначити, що сонячне тепло використовується для попереднього нагрівання теплоносія, а для доведення теплоносія до потрібної температури необхідно використовувати додаткове джерело енергії (паливо або електроенергію). Такий підхід забезпечує максимальну економію палива за рахунок більш ефективного використання сонячного тепла. По-третє, слід уникати змішування середовищ з різними температурними рівнями в теплонакопичувальному пристрої; особливо в цьому випадку не рекомендується розмішувати електричний нагрівач під баком-акумулятором або подавати тепло з дублера-накопичувача безпосередньо в бак-накопичувач геліосистеми.

Завдяки цій системі можна використовувати систему опалення із загальним підігрівом повітря і теплоносія при використанні сонячних трубок. Покращення мікроклімату в адміністративній частині автомаїстерні, оскільки для вентиляції достатньо нагрівання повітря до 40-70°C. Відсутність проміжного теплоносія дозволяє відмовитися від підігріву води. Виключається ризик розморожування системи взимку.



## Висновки

1. Виконано обґрунтування енергоресурсів поновлювальних джерел енергії.
2. З аналізу сонячної інтенсивності, впливає, що господарство знаходиться у зоні високої сонячної інтенсивності 1250 кВт год/км<sup>2</sup>.
3. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні є еквівалентним 6 млн. т. у.п., його використання дозволяє заощадити біля 5 млрд. м<sup>3</sup> природного газу. Збільшення споживання сонячної енергії в багатьох місцях розв'язало б проблеми з опаленням і гарячим водопостачанням в тепло і холодну пору року.
4. Використовуючи енергію сонця, геліосистеми дозволяють заощаджувати до 75% традиційного палива, яке необхідно для приготування гарячої води, і до 50% необхідного для цілей опалення.
5. В дипломному проекті пропонується двоконтурна система з вакуумними трубками для обігріву та гарячого постачання води в приміщення обслуговування техніки ННЦ.



## 3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТИВНА ПРОРОБКА ПРОЕКТУ

### 3.1 Визначення теплового навантаження

Добове теплове навантаження для гарячого постачання води розраховується за формулою:

$$Q_{28}^i = 1,2ac_p\rho(t_{28} - t_{x8})N, \text{ кДж}, \quad (3.1)$$

де  $a$  – норма витрати гарячої води на 1 особу в л/добу;

$c_p$  – 4,19 кДж/кг·град – питома теплоємність води;

$\rho$  = 1,0 кг/л – густина води;

$N$  – кількість осіб;

$t_{28}$  – 45°C – нормована температура гарячої води;

$t_{x8}$  – температура холодної водопровідної води на вході в нагрівальний прилад.

Визначимо середньодобові навантаження за місяць для гарячої води знаючи середнє значення температури холодної води в місяць  $t_{x8}$  для січня:

$$Q_{28}^i = 1,2 \cdot 25 \cdot 4,19 \cdot 1,0 (45 - 5) \cdot 35 = 175980 \text{ кДж}$$

Перерахуємо в кіловатах середньомісячні значення потужності для гарячого водопостачання:

$$P_{28}^M = 1,15 \cdot 10^{-5} Q_{28}^i, \text{ кВт}. \quad (3.2)$$

Для січня становить:

$$P_{26}^M = 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot 17,5 = 0,2 \text{ кВт.}$$

Слід передбачити резервний електронагрівач, потужність якого буде задовільняти нагрів необхідного об'єму води для 6 годин з найменшою температурою:

$$P_{рез}^M = \frac{Q_{26}^d}{6} \cdot 0,000278 = Q_{26}^d \cdot 4,6 \cdot 10^{-5} = 4P_{26}^M, \text{ кВт.} \quad (3.3)$$

$$P_{рез} = 4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Навантаження в місяць для системи гарячого водопостачання:

$$Q_{26}^M = 17,5 \cdot 31 = 542,5 \text{ кВт.}$$

Навантаження системи ГВ за рік визначається за формулою:

$$Q_{26}^P = \sum_{i=1}^{12} Q_{26}^M = 5510 \text{ Вт.} \quad (3.4)$$

$$(1 \text{ кДж} = 0,000278 \text{ кВт} \cdot \text{год.})$$

Компенсація тепловтрат в приміщенні майстерні відзначається системою опалення, тому потужність визначається за формулою:

$$P_{тв} = q_0 V_{об'єм} (18 - t_{нс}), \text{ Вт} \quad (3.5)$$

де  $q_0$  - питома потужність тепловтрат, Вт/м<sup>3</sup>·град;

$V_{\text{б\у\д}}$  - об'єм приміщення за опалювальний період, з розрахунку зовнішніх габаритів приміщення, м<sup>3</sup>;

$t_{\text{нс}}$  - температура оточуючого середовища, 18°C – внутрішня температура за нормальних умов.

Для забезпечення комфортних умов в холодну пору року (наприклад, п'ятиденку року), визначемо максимальну потужність системи опалення для даної місцевості  $t_{\text{нс}}^{\text{min}}$ ,

$$P_{\text{он}}^{\text{max}} = q_0 V_{\text{б\у\д}} (18 - t_{\text{нс}}^{\text{min}}), \text{ Вт} \quad (3.6)$$

$$P_{\text{он}}^{\text{max}} = 0,48 \cdot 420 (18 + 18) = 1994 \text{ Вт}$$

Середнє значення за добу теплового навантаження для опалення обчислюється помісячно, через середнє значення температури навколишнього середовища  $t_{\text{нс}}$ :

$$Q_{\text{он}}^{\text{д}} = 86,4 q_0 V_{\text{б\у\д}} (18 - t_{\text{нс}}), \text{ кДж} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{он}}^{\text{д}} = 86,4 \cdot 0,48 \cdot 420 \cdot [18 - (-6,1)] = 419800 \text{ кДж.}$$

Визначемо теплове навантаження для обігріву майстерні за місяць:

$$Q_{\text{он}}^{\text{д}} = 86,4 q_0 V_{\text{б\у\д}} (18 - t_{\text{нс}}) n \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{он}}^{\text{м}} = 86,4 \cdot 0,48 \cdot 420 \cdot [18 - (-6,1)] \cdot 31 = 419800 \text{ кДж.}$$

Навантаження системи опалення за рік обчислюється як сума теплових місячних навантажень:

$$Q_{on}^p = \sum_{i=1}^{12} Q_{on}^m = 66505000 \text{ кДж.} \quad (3.9)$$

Помісячне теплове навантаження системи постачання загального тепла розраховується за формулою:

$$Q_{тн}^m = Q_{on}^m + Q_{зв}^m, \text{ кДж.} \quad (3.10)$$

Для січня:

$$Q_{тн}^m = 13013 + 542,5 = 13555,5 \text{ кВт.}$$

Річне теплове навантаження системи обігріву:

$$Q_{тн}^p = \sum_{i=1}^{12} Q_{тн}^m = 45495 \text{ кВт.} \quad (3.11)$$

Середня потужність навантаження системи постачання теплоти в місяць в кіловатах:

$$P_{тн}^m = \frac{Q_{тн}^m}{24 \cdot n \cdot 3600}, \text{ кВт.} \quad (3.12)$$

У січні середня витрата потужності системи тепlopостачання:

$$P_{тн}^m = \frac{13555,5}{24 \cdot 31 \cdot 3600} = 0,39 \text{ кВт.}$$

Необхідно додатково визначити масимальну потужність теплових витрат у холодні 5 днів року:

$$P_{тн}^{max} = P_{on}^{max} + P_{зв}^l \quad (3.13)$$

$$\text{де } P_{\text{зв}}^I = 1,15 \cdot 10^{-5} Q_{\text{зв}}^I, \text{ кВт}$$

$$P_{\text{тн}}^{\text{max}} = 1,9 + 0,2 = 3,1 \text{ кВт.}$$

### 3.2 Визначення конструктивних елементів сонячного постачання тепла

Для обчислення щомісячного приходу енергії на  $1 \text{ м}^2$  використовується емпірична формула:

$$E_{\text{міс}} = \frac{7200}{\pi} \cdot E_{\text{мр}} \cdot \tau_c \cdot \psi_c \cdot n_{\text{міс}}, \quad (3.14)$$

$$E_{\text{міс}} = \frac{7200}{\pi} \cdot 330,1 \cdot 8,76 \cdot 0,18 \cdot 31 = 0,37 \cdot 10^8, \text{ Дж},$$

де  $E_{\text{мр}}$  – максимальне розрахункове значення інтенсивності сонячної радіації,  $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{міс})$  (з табл. 4.1);

$\tau_c$  – тривалість світового дня, год [14];

$\psi_c$  – коефіцієнт сонячного випромінювання [14];

$n_{\text{міс}}$  – кількість днів у місяці.

Потрапляння тепла на  $1 \text{ м}^2$  в місяць на горизонтальну поверхню визначається за формулою 3.14, таким чином розрахунки зіставимо у зведену табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Теплопостачання від сонця на горизонтальну поверхні кожного місяця

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E_{\text{мр}}, \text{ Вт}/\text{м}^2$	330,1	513,5	686,4	801,7	906,5	922,2	885,6	822,7	707,4	534,5	372	293,4
$E_{\text{міс}}, 10^8 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{день})$	0,370	0,819	2,245	3,374	5,375	6,190	6,603	5,977	3,748	1,951	0,690	0,315

### 3.2.1 Вибір кута конструкції сонячної установки

Кут нахилу визначається за приблизною формулою Купера:

$$\delta_c = 23,45 \sin\left(\frac{284+n}{365} 360\right), \quad (3.15)$$

$$\delta_c = 23,45 \sin\left(\frac{284+15}{365} 360\right) = -22,3^\circ,$$

де  $n$  – порядковий номер дня в році.

Для всіх місяців проводиться розрахунок аналогічно. Значення кута  $\delta_c$  представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 Кут нахилу

Місяці	1	2	3	4	5	6
$\delta_c$ , град	-21,27	-13,29	-2,82	9,41	18,79	23,31
Місяці	7	8	9	10	11	12
$\delta_c$ , град	21,52	13,78	2,22	-9,60	21,900	-23,34

Для того щоб забезпечити максимальне поглинання колектором сонячної енергії при цілорічному використанні необхідно розташувати поглинальну поверхню на південь із нахилом  $\beta_{opt}$ :

$$\beta_{opt} = \varphi_p - \delta_c, \quad (3.16)$$

Остаточно приймемо  $\beta = 43^\circ$  враховуючи технічні рекомендації.

### 3.2.2 Вибір кількості трубок сонячного колектора

Визначається ймовірне підвищення температура води:



$$\Delta T = T_2 - T_1, \quad (3.17)$$

$$\Delta T = 63 - 8 = 55 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де  $T_1, T_2$  - температура теплоносія на вході та виході колектора, ( $T_1=8^\circ\text{C}$ ,  $T_2=63^\circ\text{C}$ ).

Згідно розрахунків [11], обчислимо значення потужності трубки  $Q_{TP}$  сонячного колектора згідно освітленості.

Значення освітленості в липні, серпні  $q_{\text{липень}} = 6,87 \text{ кВт} / \text{м}^2$  в день;  
 $q_{\text{серпень}} = 5,69 \text{ кВт} / \text{м}^2$  в день:

$$Q_{CP} = \frac{(q_{\text{липень}} + q_{\text{серпень}})}{2} = \frac{(6,87 + 5,69)}{2} = 6,28 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \text{ в день.} \quad (3.18)$$

Згідно з паспортними даними одна трубка сонячного колектора має коефіцієнт корисної дії  $K_{TP}=70\%$  і площу поглинання  $F_{TP}=0,08 \text{ м}^2$ .

Тоді

$$Q_{TP} = Q_{CP} \cdot \frac{K_{TP}}{100} \cdot F_{TP} = 6,28 \cdot \frac{70}{100} \cdot 0,08 = 0,35 \text{ кВт.} \quad (3.19)$$

Для забезпечення теплового навантаження майстерні визначемо кількість трубок для колектора:

$$N = 600 \cdot 0,35 = 210 \text{ трубок.} \quad (3.20)$$

Приймаємо кількість трубок  $N = 210 \text{ трубок}$ .

На основі розрахунків, вибираємо модель колектору ALSH 58/20, який задовільняю кліматичні особливості та конкретні режими роботи сонячної установки.

В дипломному проекті, враховуючи кліматичні умови регіону і характер вирішуваної задачі, ми вибрали сонячний колектор з параметрами, які дозволяють забезпечити гарячою водою споживачів при невисоких витратах на конкретні прилади. Розрахунок системи ми виконали згідно з рекомендаціями і на основі розрахунку сонячної системи гарячого водопостачання в січні. Залишок енергії, поглинутої сонячною тепловою системою влітку, можна використовувати для побутових потреб.

В якості теплоносія для геліосистеми ми використовуємо розчин пропіленгліколю на водній основі. Теплоносії на основі водних розчинів пропіленгліколю широко використовуються як теплоносії (антифризи, холодоагенти) в різних галузях промисловості, в системах опалення, вентиляції та кондиціонування житлових і громадських будівель, в холодильних системах харчових виробництв, в теплообмінному обладнанні в діапазоні температур від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+110^{\circ}\text{C}$ .

Теплоносії на основі пропіленгліколю нетоксичні та екологічно чисті. Пропіленгліколь є харчовою добавкою (E 1520).

Випадкові розливи теплоносія не становлять жодного токсикологічного чи екологічного ризику для мешканців або навколишнього середовища. Незважаючи на високу в'язкість, теплоносій на основі пропіленгліколю має "змащувальний ефект", що знижує гідродинамічний опір (до 25%) і покращує продуктивність насосів у вторинних циклах. Теплоносій стабільний, не деградує і не окислюється протягом тривалого періоду часу при використанні в робочому діапазоні температур. Пропіленгліколь сприяє видаленню органічних і неорганічних осадів і забруднень з внутрішніх поверхонь теплообмінного обладнання. Під час тривалих і гострих відключень системи взимку, теплоносій з низькою температурою замерзання гарантує, що технічне обладнання зв'язку залишається ефективним навіть при температурі

до мінус 60°C.

Таблиця 3.8 Загальна характеристика колектора ALSH 58/30

Тип	Площа, м <sup>2</sup>	Теплові трубки			Розміри, мм	Маса, кг
		діаметр	довжина	кількість		
ALSH 58/20	4,32	58	1800	20	2544x2040	98

Згідно з технічними характеристиками колектора та результатів розрахунку, необхідно встановити 11 блоків по 20 трубок загальної потужності, таким чином, в загальній кількості виходить 220 трубок.

### 3.2.3 Силовий розрахунок параметрів опори сонячного колектора

Основним завданням розрахунку є пошук геометричних параметрів опори, у вигляді квадратної труби.

Спочатку знайдемо силу що діє на опору та спричиняє згинальний момент. Розрахунок сили вітру що діє на щит.

Для пошуку навантаження вітру нам потрібні наступні параметри (рис. 3.8):

1. Вітровий район – II;



Рис. 3.8 Карта вітрових районів

2. Тип місцевості при визначенні вітрового навантаження – А (пустелі, степи, лісостепу);

3. Розрахункова температура зовнішнього повітря приймаємо як середню температуру найбільш холодної п'ятиденки «Будівельна кліматологія», що відповідає кліматичному району будівництва П4, П5;

4. Зона вологості - "волога"

Вітрове навантаження.

Вітрове навантаження визначається як сума середньої та пульсаційної складових.

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження  $W_m$  визначається як:

$$W_m = W_0 \cdot k \cdot c, \quad (3.21)$$

де  $W_0$  - нормативне значення вітрового тиску;

$$W_0 = 38 \text{ кг м}^2 \text{ (для II району)}$$

$k$  - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті,

$$k = 0,75$$

$c$  - аеродинамічний коефіцієнт,  $c = 1,4$  ;

$$W_m = 38 \cdot 0,75 \cdot 1,4 = 39,9 \text{ кг/м}^2$$

Так як перша частота власних коливань  $f_1$ , Гц менше граничного значення власної частоти  $f_1$  споруди:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \frac{a^2}{l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}} = 0,159 \frac{0,92^2}{376,5^2} 45388 \sqrt{\frac{10007,55}{376,5^2} 0,6254} = 5,45 \text{ Гц} > f_1 = 3,8 \text{ Гц};$$

(3.22)

Нормативне значення пульсаційної складової вітрового навантаження  $W_p$  визначається за формулою:

$$W_p = W_m \cdot C \cdot \gamma; \quad (3.23)$$

де  $C$  – коефіцієнт пульсацій тиску вітру,

$$C = 0,85 \text{ (СниП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», п.6.7, табл. 7)}$$

$\gamma$  – коефіцієнт просторової кореляції пульсацій тиску вітру,

$$\gamma = 0,9 \text{ (СниП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия», п.6.9, табл. 9)}$$

$$W_p = 39,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 30,52 \text{ кПа} \quad (3.24)$$

Разом вітрове навантаження:

$$W = (W_m + W_p) \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n = (39,9 + 30,52) \cdot 1,4 \cdot 0,9 = 88,7 \text{ кПа}, \quad (3.25)$$

де  $\gamma_f = 1,4$  коефіцієнт надійності по вітровому навантаженню, (СниП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия»);

$\gamma_n = 0,9$  - коефіцієнт надійності по відповідальності (СниП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия», додаток 7);

Навантаження від тиску вітру:

$$F = 2 \cdot 3 = 6 \text{ м}^2 \quad (3.26)$$

$F$  - розрахункова вітрова поверхню,  $m^2$

$$P = W \cdot F = 88,7 \cdot 6 = 532,2 \text{ кгс} = 2119,1 \text{ Н} \quad (3.27)$$

Знаючи навантаження на опору ми знайдемо її геометричні параметри.

Балка працює в умовах її дії прямого поперечного згину. Розрахунок на міцність проводиться по нормальним напруженням, тобто враховується вплив згинального моменту  $M_x$ .

Будуємо епюри внутрішніх силових факторів (рис.3.9).

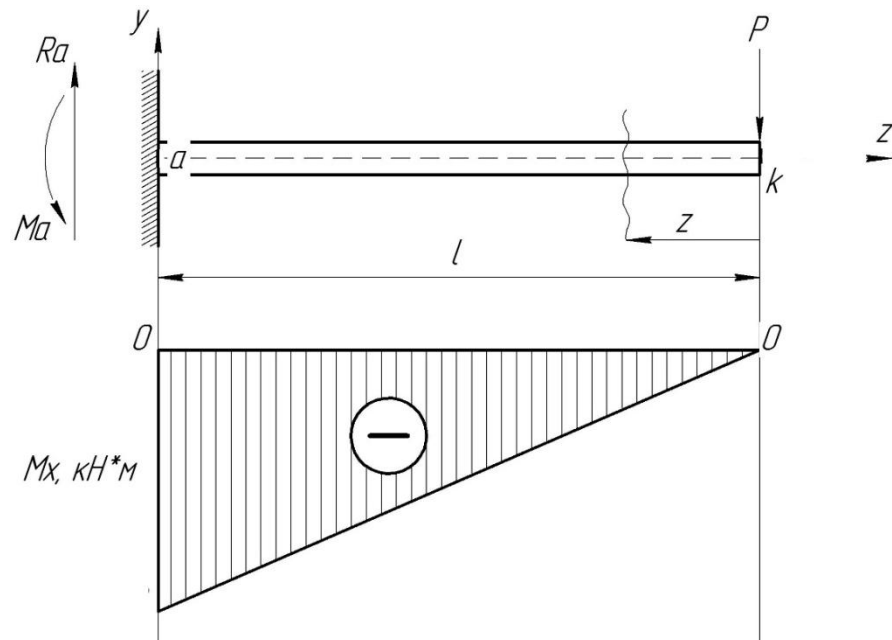


Рис. 3.9 Епюра внутрішніх силових факторів

Балка має одну ділянку.

$$0 \leq z \leq L. \quad (3.28)$$

$$M_x = - P \cdot z, \quad (3.29)$$

$$M_x(0) = 0, \quad (3.30)$$

$$M_x(L) = - P \cdot L = 4,2 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (3.31)$$

Небезпечний переріз – стиснення (точка А), де внутрішні силові фактори найбільші.

За конструкційними параметрами відомо, що прогин на кінці балки (точка К) не може перевищувати 2 мм. Звідси формулюється умова жорсткості.

Умова жорсткості:

$$|y_{\max}| \leq y_{adm} \quad (3.32)$$

Максимальний прогин – наприкінці консолі, в точці К, знайдемо за методом початкових параметрів.

$$EI_x y_K = EI_x y_0 + EI_x \theta_0 Z_K - \frac{M_A (Z_K - 0)^2}{2} + \frac{R_A (Z_K - 0)^3}{6} ; \quad (3.33)$$

$Z_K = l$ , початкові параметри для консолі  $y_0 = \theta_0 = 0$ .

Опорні реакції дорівнюють:

$$R_A = P ;$$

$$M_A = Pl \quad (3.34)$$

З перерахованого вище виводимо наступне:

$$EI_x y_x = 0 + 0 - \frac{Pl \cdot l^2}{2} + \frac{P \cdot l^3}{6} ; \quad (3.35)$$

$$EI_x y_K = \frac{-2Pl^3}{6} \quad (3.36)$$

Перевіримо міцність балки в небезпечному перерізі. Знак «-» свідчить, що переріз переміщується вниз.

$$\frac{Pl^3}{3EI_x} \leq y_{adm}, \quad (3.37)$$

$$I_x \geq \frac{Pl^3}{3Ey_{adm}}; \quad (3.38)$$

$$I_x \geq \frac{2119.1 \cdot 2}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 3.5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4 = 350 \text{ см}^4 \quad (3.39)$$

Оскільки отриманий момент інерції не зустрічається у таблиці сортаменту для порожнистої квадратної труби, то підбирається найближчий більший момент інерції, а саме 357,62 см<sup>4</sup>, який відповідає порожнистої квадратної труби з розміром сторони 100 мм, товщиною стінки 7 мм, моментом супротиву 71,52 см<sup>3</sup>.

Для нелегованої сталі звичайної якості модуль Юнга  $E=2 \cdot 10^5$  МПа.

Перевіримо міцність балки в небезпечному перерізі.

Умова міцності:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} \leq \sigma_{adm}; \quad (3.40)$$

для сталі  $\sigma_{adm} = 160$  МПа.

$$\sigma_{\max} = \frac{4,2 \cdot 10^3}{71,52} = 58,72 \text{ МПа};$$

Як бачимо, з розрахунків міцність опори у вигляді квадратної труби гарантовано. Умова жорсткості (3.40) виконується.

## Висновки

1. Виконані розрахунки потужності сонячного випромінювання  $E_{\text{рік}} = 4,65 \text{ ГДж/м}^2 \cdot \text{рік}$ .



2. В результаті розрахунків, враховуючи кліматичні особливості та режими роботи геліосистеми було обрано модель колектора ALSH 58/20, та згідно з технічними характеристиками колектора, необхідно встановити 11 блоків по 20 трубок загальної потужності.

3. Аналіз одержаних показників сонячної активності впродовж дня (при температурі оточуючого середовища  $18^{\circ}\text{C}$ ) вказує на те що при сонячній активності  $700 \text{ Вт/м}^2$  температура мідного нагрівача сонячного колектора в 10 годин піднімалася до  $77^{\circ}\text{C}$  при цьому на батареї було  $42^{\circ}\text{C}$  Втрати тепла в системі передачі тепла складають 54% тобто приблизно  $300 \text{ Вт/м}^2$  тепла. Впродовж дня сонячна активність склала в середньому  $400 \text{ Вт/м}^2$ .

4. При використанні сонячних трубок особливу увагу необхідно приділяти збереженню тепла при його транспортуванні тому що воно складає 50%.

5. Отриманий момент інерції підбирається  $357,62 \text{ см}^4$ , який відповідає порожнистій квадратної труби з розміром сторони 100 мм, товщиною стінки 7 мм, моментом супротиву  $71,52 \text{ см}^3$ .

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Організація охорони праці в господарстві

Відповідальність за охорону праці несе директор центру, під його керівництвом відповідальність за охорону праці в структурних підрозділах покладено на головного інженера з сільськогосподарського виробництва та головного інженера з механізації. Документи компанії з охорони праці повинні відповідати чинному законодавству, правилам і нормам.

В компанії проводяться всі види інструктажів, що підтверджується відповідними записами. У кожному виробничому цеху є зона охорони праці, обладнана протипожежним обладнанням, засобами надання першої медичної допомоги та інструктажами на робочому місці.

На підприємстві функціонує медпункт. Усі виробничі підрозділи обладнані сигналізацією та телефонним зв'язком між об'єктами.

Загалом стан охорони праці на підприємстві є задовільним. У секторі заводського виробництва організація деяких видів робіт (особливо під час збирання врожаю) є недостатньою, а засоби індивідуального захисту не використовуються належним чином через їх відсутність або поганий стан.

Працівники отримують вступні, вступні, повторні, незаплановані та цільові інструктажі під час роботи.

Підприємство прагне створити здорове та безпечне робоче середовище. Ситуацію з охороною праці на робочому місці можна охарактеризувати наступними даними:

- заземлення, блискавкозахист, робоче повітря, рівень шуму, вібрації та освітлення в новій лабораторії відповідають чинним нормам і знаходяться у відмінному стані,

- умови в майстерні профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів забезпечують безпечне виконання всіх технічних робіт,

- розташування дільниць (робочих зон) у загальних виробничих приміщеннях призводить до виділення шкідливих речовин (газів, пилу, аерозолів тощо), тепла та шуму в залежності від технічного процесу, і ці роботи повинні проводитися в приміщеннях, відокремлених стінами до самої стелі,

- висота виробничої зони постів технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів повинна бути такою, щоб відстань між верхом транспортного засобу на підйомній платформі або верхом кузова, що спирається на землю, і нижньою частиною підлоги або конструкції перекриття чи нижньою частиною підйомного пристрою, що виступає, становила не менше 0,2 м. Мінімальна висота в цій зоні повинна бути не менше 3,0 м,

- підлога для фарбування, підготовки акумуляторних батарей, видалення корозії та ремонтних робіт на паливній апаратурі та ацетиленових генераторах повинна бути з неіскроутворюючого матеріалу,

- для розміщення газобалонного обладнання безпосередньо на транспортному засобі повинна бути передбачена окрема площадка.

- майданчики, стенди та майданчики для миття транспортних засобів повинні мати ухил не менше 2 % у бік зливних ям і приямків та бути влаштовані таким чином, щоб стічні води (від миття транспортних засобів) не потрапляли на підлогу цеху (приміщення).

- мийні зони повинні бути відокремлені від інших зон (залів) пароізоляцією та гідроізоляцією.

- прорізи між поверхами виробничих приміщень повинні бути відокремлені огорожею. Висота огорожі повинна бути не менше 0,9 м з центральним горизонтальним елементом, а нижня частина огорожі повинна мати бічну стінку висотою не менше 0,1 м над підлогою,

- входи в приміщення для обслуговування акумуляторних батарей і паливної системи повинні бути відокремлені тамбуром від інших суміжних приміщень, коридорів і сходових кліток. Двері в ці приміщення повинні відчинятися назовні,

- для кислотних і лужних акумуляторних батарей повинні бути передбачені окремі приміщення, кожне з яких складається з трьох з'єднаних між собою, відокремлених від решти виробничих приміщень: одне для обслуговування, одне для зарядки і одне для зберігання кислоти (лугу) і приготування електроліту,

- для проведення малярних робіт необхідно передбачити два приміщення: приміщення для підготовки фарби та приміщення для фарбування і сушіння. Якщо фарбувальні роботи проводяться поза приміщенням для приготування фарби або у відкритій фарбувальній камері, ширина дверей із суміжного приміщення в фарбувальну камеру повинна дорівнювати половині ширини дверей плюс 0,2 метра.

## **4.2 Вимоги з охорони праці під час монтажу технологічного устаткування для опалення майстерні.**

### **4.2.1 Загальні вимоги**

1) Монтажні роботи на технологічних установках може виконувати тільки кваліфікований персонал, який пройшов медичний огляд і ознайомлений з цією інструкцією та інструкцією з експлуатації установки; такий персонал повинен бути не молодше 18 років і мати посвідчення з електробезпеки III групи. Кількість персоналу, який обслуговує котел, визначається керівником підприємства відповідним наказом або розпорядженням.

2) При проектуванні і монтажі установки повинні бути враховані наступні небезпечні і небажані виробничі фактори:

- рух машин і механізмів, що беруть участь у монтажі обладнання.

- переміщення вантажів;

- демонтаж конструкцій, що використовуються при монтажі;

- коливання напруги в електромережах;

Обладнання, що використовується при монтажі обладнання, в тому числі короткі замикання, які можуть призвести до травмування людей, повинно відповідати вимогам безпеки стандартів і технічних умов на обладнання.

3) Монтаж обладнання дозволяється за умови безпосередньої присутності на місці проведення робіт спеціально призначеної особи, відповідальної за нагляд за безпечним монтажем та експлуатацією обладнання, а також за дотримання інструкцій з техніки безпеки для працівників, якщо існує надійна верхня межа (обґрунтована відповідними розрахунками), після вжиття заходів щодо забезпечення його безпечного застосування відповідно до письмових вказівок головного інженера.

4) Якщо на одному вертикальному робочому місці виконуються комбіновані операції, нижнє робоче місце повинно бути обладнане відповідним захисним пристроєм (шафа, сітка або кришка), встановленим на вертикальній відстані 3 м від верхнього робочого місця.

5) Усі працівники, які беруть участь у монтажі обладнання, повинні дотримуватися правил внутрішнього розпорядку для працівників на місці монтажу. Несанкціоновані працівники або працівники в стані алкогольного сп'яніння не повинні допускатися на монтажні майданчики, у виробничі, санітарно-побутові приміщення або на робочі місця.

#### **4.2.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи**

1) Монтаж обладнання повинен здійснюватися відповідно до затверджених та опублікованих будівельних планів, складених згідно з усталеною практикою.

2) Обладнання повинно бути випробувано відповідно до вимог технічної документації на обладнання та вимог ПВР.

3) Устаткування, компоненти та аксесуари повинні бути розміщені на місці, а розміри з'єднань повинні бути перевірені до початку монтажу.

4) Трубопроводи та опори для обслуговування обладнання повинні бути прикріплені до обладнання відповідно до інструкцій ПВР.

6) Перед встановленням обладнання необхідно прибрати сніг, бруд і лід, а також видалити сміття, мастило, паливо та легкозаймисті матеріали.

7) Коли компоненти або поверхні обладнання кріпляться до опор, риштувань, запобіжних поясів, карабінів тощо, або використовуються на підлозі робочої зони або коридору, необхідно перевірити міцність з'єднань між цими компонентами, щоб виключити можливість деформації, зісковзування або прогину.

8) Якщо обладнання збирається і встановлюється з окремих деталей, арматури, блоків і т.п., отвори, поверхні, кромки та інші контактні поверхні повинні бути вирівняні за допомогою центральних кріплень, ручок або інших пристосувань, щоб оператор не був змушений працювати в небезпечній зоні між сусідніми складальними одиницями.

9) Перед випробуванням обладнання переконайтеся, що всі необхідні підключення до первинних датчиків контрольно-вимірювальних приладів і засобів управління виконані відповідно до схеми автоматизації технологічного процесу.

10) Перед випробуванням на обладнанні повинні бути встановлені всі захисні пристрої, вимірювальні та контрольні прилади, прилади контролю вогнегасників і автоматичні пристрої пожежогасіння.

11) Всі вимірювальні прилади повинні бути перевірені відповідно до встановлених процедур.

#### **4.2.3. Вимоги безпеки праці в процесі виконання роботи**

При розміщенні установки в існуючій установці повинні бути вжиті заходи, що виключають або знижують до прийняттого рівня можливість виникнення пожежі і впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих елементів існуючої установки.

При виконанні робіт поблизу робочого обладнання ділянки установки повинні бути відокремлені огороженнями, що відповідають ступеню небезпеки або шкідливості технологічних елементів виробництва, що переробляються, з урахуванням вимог "Правил пожежної безпеки в Україні. Загальні положення".

Особи, які працюють на висоті, повинні бути забезпечені окремими сумками і ящиками для транспортування і зберігання інструменту, господарських товарів та інших дрібних деталей.

Забороняється встановлювати обладнання для осіб, професія і кваліфікація яких не відповідає характеру роботи.

Робітники та інженерно-технічний персонал повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту.

В процесі виконання роботи не допускається:

- будівництво тимчасових електричних мереж, електроустановок безпосередній монтаж електроустановок на легкозаймистих поверхнях,

експлуатація електрообладнання з механічним втручанням;

- блокування доступу до засобів пожежогасіння;
- куріння, використання легкозаймистих рідин;
- гасіння пожеж, проведення зварювальних та інших робіт без спеціального дозволу;
- експлуатація електричного та лабораторного обладнання без інструкцій керівництва;
- блокування дверей та аварійних виходів.

#### **4.2.4 Правила безпеки в аварійних ситуаціях**

У разі виникнення пожежі зверніться до пожежної охорони, повідомте свого керівника та беріть участь у гасінні пожежі відповідно до правил пожежної безпеки. Гасіть вогонь за допомогою вуглекислотного вогнегасника або підручних матеріалів (піску або землі) і накрийте вогнище пожежі брезентом, тканиною або брезентом.

Не від'їжджайте на небезпечну відстань від джерела пожежі, за винятком спеціальних транспортних засобів.

Не залишаючи робочого місця, використовуйте всі доступні знаки, щоб повідомити людей про те, що сталося, і попередити осіб, відповідальних за ланцюг живлення, щоб вони вжили негайних заходів. Не намагайтеся усунути несправність до прибуття аварійної служби. Повідомте про нещасний випадок трудову інспекцію.

Якщо працівники отримали травми, надайте їм першу медичну допомогу і доставити їх до медичного закладу.

Негайно повідомити свого керівника та інспекцію праці.



#### **4.2.5 Правила безпеки праці по завершенні робіт**

Наприкінці робочого дня робоче місце повинно бути прибрано, а обладнання прибрано. Інструменти, обладнання та пристосування слід очистити та скласти у спеціально відведені для цього місця. Зберігайте робочий одяг та засоби індивідуального захисту.

Вимити руки та обличчя теплою водою з милом.

Інформувати начальника зміни про технічний стан обладнання та вимоги до виконання робіт при здачі зміни.

Інформувати начальника зміни про недоліки в процесі роботи та вжиті заходи щодо їх усунення.

#### **4.3 Висновки та рекомендації по поліпшенню умов праці**

Для підвищення безпеки на робочому місці необхідно враховувати наступні положення

- працівники повинні бути негайно проінформовані про безпеку на робочому місці та забезпечені засобами індивідуального захисту;
- забезпечити організаційно-технічну документацію з охорони праці на робочому місці та в компанії.
- оснастити робоче місце засобами механізації, необхідними для робочих місць з великою кількістю розбірно-складальних операцій;
- провести ремонтні роботи на робочому місці та забезпечити нормативно-технічну документацію;
- встановити протипожежні знаки відповідно до вимог охорони праці;
- ремонт систем вентиляції та кондиціонування повітря та забезпечення їх нормальної роботи.
- усунення протягів всередині будівлі.
- модернізація системи опалення.



## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Для вирішення проблем ми розробили та вдосконалили використання сонячних колекторів для опалення та гарячого водопостачання цеху.

Для того, щоб зробити економічну оцінку проекту, необхідно визначити наступні показники:

Річні експлуатаційні витрати складуть:

$$EB = ОП + А + ПР + E_p B + IB, \quad (5.1)$$

*де*  $EB$  – сума річних експлуатаційних витрат, грн.;

$ОП$  – витрати, які включають безпосередньо заробітну плату з нарахуваннями, грн.;

$A$  – сума амортизаційних відрахувань, грн.;

$ПР$  – відрахування на поточний ремонт і техдогляди, грн.;

$E_p B$  – вартість спожитих на протязі року енергоресурсів, грн.;

$IB$  – інші витрати (вартість спецвзуття, страхування і т.д.), грн.

Витрати на оплату праці розраховуємо за формулою 5.2:

$$ОП = ФЗП + ЄСВ \quad (5.2)$$

де  $ФЗП$  – фонд заробітної плати, грн.;

$ЄСВ$  – єдиний соціальний внесок, грн.

Єдиний соціальний внесок нараховуємо в розмірі 37,19% до загальної суми нарахувань на фонд оплати (ФЗП):

$$ЄСВ = ФЗП \cdot 0,3719, \quad (5.3)$$

Фонд оплати праці розраховуємо наступним чином:

$$\PhiЗП = K \cdot T \cdot Д \cdot ТС, \quad (5.4)$$

$дeK$  – кількість людей, які обслуговують конкретний технічний засіб на виконанні операції,  $K = 2$  чол.;

$T$  – тривалість роботи технічного засобу за добу,  $T = 8$  год.;

$Д$  – кількість днів виконання технічним засобом цієї операції на протязі року,  $Д = 180$  днів;

$ТС$  – годинна тарифна ставка,  $ТС = 75$  грн.

$$\PhiЗП_{\phi} = 2 \cdot 8 \cdot 180 \cdot 75 = 216000 \text{ грн.},$$

$$\PhiЗП_{np} = 2 \cdot 8 \cdot 180 \cdot 75 = 216000 \text{ грн.},$$

$$ЄСВ_{\phi} = 216000 \cdot 0,3719 = 80330,4 \text{ грн.},$$

$$ЄСВ_{np} = 216000 \cdot 0,3719 = 80330,4 \text{ грн.},$$

$$ОП_{\phi} = 216000 + 80330,4 = 296330,4 \text{ грн.},$$

$$ОП_{np} = 216000 + 80330,4 = 296330,4 \text{ грн.},$$

Обчислимо суму амортизаційних відрахувань за формулою:

$$A = \frac{BT_z \cdot HA}{100}, \quad (5.5)$$

де  $BT_z$  – балансова вартість,  $BT_{з\phi}=51575$  грн.,  $BT_{зпр}=110600$  грн.;  
 $HA$  – норма амортизації за рік на технічний засіб,  $HA=15\%$ .

$$A_{\phi} = \frac{51575 \cdot 15}{100} = 7736,25 \text{ грн.}$$

$$A_{пр} = \frac{110600 \cdot 15}{100} = 12090 \text{ грн}$$

Технічний огляд (ПР) технічного засобу та відрахування на поточний ремонт:

$$ПР = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

$$ПР_{\phi} = \frac{7236,25 \cdot 30}{100} = 2170,87 \text{ грн.}$$

$$ПР_{пр} = \frac{12090 \cdot 30}{100} = 3627 \text{ грн}$$

Вартість спожитих енергоресурсів протягом року ( $E_p B$ ):

$$E_p B = EB \quad (5.7)$$

де  $EB$  – вартість електроенергії, яка витрачається грн., яка визначається за формулою:

$$EB = E_{лк} \cdot E_{лц}, \quad (5.9)$$

де  $E_{лк}$  – річні витрати електроенергії матеріалів,  $E_{лкф}=38340$  грн /кВт-год.,  $E_{лкпр}=32230$  грн.;

$E_{лц}$  – ціна 1 кВт-год. електроенергії,  $E_{лц}=8,86$  грн.

$$EB_{\phi} = 38340 \cdot 8,86 = 339692,4 \text{ грн.},$$

$$EB_{np} = 32230 \cdot 8,86 = 285557,8 \text{ грн.}$$

$$E_p B_{\phi} = 339692,4 \text{ грн.},$$

$$E_p B_{np} = 285557,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо інші витрати за формулою 5.10:

$$IB = \frac{(ОП + A + ПП + E_p B) \cdot 5}{100}, \quad (5.10)$$

$$IB_{\phi} = \frac{(296330,4 + 7736,25 + 2170,87 + 339692,4) \cdot 5}{100} = 32296,5 \text{ грн.}$$

$$IB_{np} = \frac{(296330,4 + 12090 + 3627 + 285557,8) \cdot 5}{100} = 29589,8 \text{ грн}$$

Дані розрахунки підставляємо до формули 5.1:

$$EB_{\phi} = 296330,4 + 7736,25 + 2170,87 + 339692,4 + 32296,5 = 678226,42 \text{ грн.},$$

$$EB_{np} = 296330,4 + 12090 + 3627 + 285557,8 + 29589,8 = 627195 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки експлуатаційних витрат були здійсненні для фактичного та проектного об'єкту досліджень.

Визначемо річний економічний ефект:

$$EE_{\phi} = EB_{\phi} - EB_{np}, \quad (6.11)$$

$$EE_{\phi} = 678226,42 - 627195 = 51031,42 \text{ грн}$$

Розраховуємо термін окупності додаткових капітальних вкладень по проекту ( $T$ ):

$$T = \frac{\Delta PI}{EE_{\phi}},$$

(6.12)

де  $\Delta PI$  - додаткові реальні інвестиції, грн.

$$\Delta PI = BT_{зnp} - BT_{з\phi}, \quad (6.13)$$

$$\Delta PI = 110600 - 51575 = 59025 \text{ грн.},$$

$$T = \frac{59025}{51031,42} = 1,2 \text{ року.}$$

Таблиця 5.1

## Економічний ефект впровадження проекту

Показник	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Опалення ремонтної майстерні		
Сонячний колектор		
Балансова вартість агрегату, грн.	51575	110600
Річні експлуатаційні витрати – всього, грн.	678226,42	627195
у тому числі:		
- заробітна плата з нарахуваннями	296330,4	296330,4
- амортизаційні відрахування	7736,25	12090
- відрахування на поточний ремонт і техогляди технічного засобу	2170,87	3627
- вартість спожитих на протязі року енергоресурсів	339692,4	285557,8
Річний економічний ефект, грн.	-	51031,42
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	1,2

**Висновки**

В даному розділі було виконано розрахунок таких показників як: річні експлуатаційні витрати, відрахування на поточний ремонт, амортизаційні відрахування, технічні огляди технічного способу, вартість енергоресурсів які були витрачені протягом року, річний економічний ефект та строк окупності запропонованого проекту: опалення та гаряче водопостачання в ремонтну майстерню.



Таким чином, можна зробити висновок, що не дивлячись на велику ціну установки, використання сонячних колекторів в ремонтній майстерні доцільне, тому що заощаджуються кошти використані на паливо.

Проведені розрахунки показують, що капіталовкладення будуть окуплені через 1,2 року.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності показав, що в цілому ремонтна база сприятлива для проведення ремонтних робіт з точки зору забезпеченості технікою і кваліфікованими спеціалістами.

2. Для створення оптимальних умов праці розглянуто та удосконалено ремонтно-обслуговуючу майстерню та адміністративні приміщення з метою вирішення питань теплозабезпечення в умовах господарства.

3. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал сонячної енергії в Україні є еквівалентним 6 млн. т. у.п., його використання дозволяє заощадити біля 5 млрд. м<sup>3</sup> природного газу. Збільшення споживання сонячної енергії в багатьох місцях розв'язало б проблеми з опаленням і гарячим водопостачанням в теплу і холодну пору року.

4. Використовуючи енергію сонця, геліосистеми дозволяють заощаджувати до 75% традиційного палива, яке необхідно для приготування гарячої води, і до 50% необхідного для цілей опалення.

5. З аналізу сонячної інтенсивності, випливає, що господарство знаходиться у зоні високої сонячної інтенсивності 1250 кВт год/ км<sup>2</sup>. Тому в дипломному проекті запропонована двоконтурна система з вакуумними трубками для обігріву та гарячого постачання води в приміщення обслуговування техніки ННЦ.

6. В результаті розрахунків, обрано модель колектора ALSH 58/20 (11 блоків по 20 трубок загальної потужності)

7. Аналіз одержаних показників сонячної активності впродовж дня (при температурі оточуючого середовища 18°C) вказує на те що при сонячній активності 700 Вт/м<sup>2</sup> температура мідного нагрівача сонячного колектора в 10 годин піднімалася до 77 °С при цьому на батареї було 42 °С Втрати тепла в системі передачі тепла складають 54% тобто приблизно 300 Вт/м<sup>2</sup> тепла. Впродовж дня сонячна активність склала в середньому 400 Вт/м<sup>2</sup>.

8. В результаті розрахунків отримали момент інерції  $357,62 \text{ см}^4$ , який відповідає порожнистої квадратної труби з розміром сторони 100 мм, товщиною стінки 7 мм, моментом супротиву  $71,52 \text{ см}^3$ .

9. Було виконано розрахунок річних експлуатаційних витрат, відрахування на поточний ремонт, амортизаційні відрахування, технічні огляди технічного способу, вартість енергоресурсів які були витрачені протягом року, річний економічний ефект та строк окупності запропонованого проекту: опалення та гаряче водопостачання в приміщення обслуговування техніки та адміністративних будівель.

10. Таким чином, проведені розрахунки показують, що капіталовкладення будуть окуплені через 1,2 року, що дає можливість заощаджувати на паливі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних і нетрадиційних джерел України. К.: Національна Академія наук України. 2001. 41с
2. Твайделл Дж. Поновлювальні джерела енергії/ Дж.Твайделл, Уэйр А. 1990.
3. Черевко Г. Шанси і загрози сонячної енергетики: теоретичні та практичні аспекти. Г. Черевко, Є. Савченко. Аграрна економіка. 2012. №3-4.
4. Надеин И. Альтернативна енергетика в Україні. Дзеркало тижня. – 2010. № 26: <http://zn.ua>
5. Україну визнали для «зелених» інвестицій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http:// news.finance.ua](http://news.finance.ua)
6. Потенціал альтернативної енергетики в Україні високий, ЛІГАБізнесІнформ, Інформаційне агентство [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.liga.net](http://www.liga.net).
7. Сиворакша В.Ю. Теплові розрахунки геліосистем / В.Ю. Сиворакша, В.П. Марков, Б.Є. Петров. Монографія. Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2003. 132 с.
8. Миронов О.С. / Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві / О.С. Миронов, М.Р. Брижа, В.Б. Бойко, О.В. Золотовська. Дніпропетровськ: ТОВ «Енем», 2011. 424 с.
9. Бабич О.С. Технічна термодинаміка / О.С. Бабич , М.М. Беляєв // Навчальний посібник. Дніпропетровський державний агроуніверситет, 1995. 264с.
10. Дідур В.А. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві. В.А. Дідюра. К.: Аграрна освіта, 2008. 233 с.
11. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробувань: ДСТУ 4034-2001 (ГОСТ 30757-2001) - [Чинний від 2002-01-01]. К:Держстандарт України, 2001. 32 с.

12. Закон України «Про охорону праці» № 2695-ХІІ від 14.10.1992р.
13. Дудін В.Ю., Теслюк Г.В., Деркач О.Д. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» ОПП «Агроінженерія» Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 45 с.
14. Сиворакша В.Ю. Теплові розрахунки геліосистем: монографія/ В.Ю. Сиворакша, В.Л. Марков, Б.Е. Петров, К.Є. Золотько. ДНУ, НДІ енергетики. – Д., 2003. 124 с.
15. Шершнев В., Дударев Н. Солнячні ситеми теплозабезпечення. Будівельна інженерія. 2006. №1. 245с.
16. Золотовська О.В., Теслюк Г.В., Пугач А.М. Конспект лекцій з теплотехніки: навчальний посібник. Дніпро. ДДАЕУ. 2023. 324 с.