

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**
**Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО

«__» _____ 2023_р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

**на тему: Підвищення енергоефективності офісної будівлі зі складськими
приміщеннями у с.Квітневе Київської області**

Виконав:

студентки IV курсу, групи ОН-91

Родіна Юлія Олександрівна _____

Керівник:

к.т.н., доцент

Шовкалюк М.М. _____

Консультант з теплової частини:

доцент, к.т.н., доцент

Шовкалюк М.М. _____

Консультант з охорони праці:

професор, д.т.н., професор

Третьякова Л.Д. _____

Консультант з нормоконтролю:

асистент Прокопенко І.Д. _____

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2023_року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Денис ДЕРЕВ'ЯНКО
«__» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентці
Родіні Юлії Олександрівні**

1. Тема проєкту «Підвищення енергоефективності офісної будівлі зі складськими приміщеннями у с.Квітневе Київської області», керівник проєкту к.т.н., доцент Шовкалюк Марина Михайлівна, затверджені наказом по університету від «_____» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту: дані щодо енергоспоживання, проєктна документація (розділи АБ, ТМ, ОВ) та специфікації, дані по оплаті за енергоресурси з бухгалтерії, технічні характеристики обладнання.

4. Зміст пояснювальної записки: опис офісної будівлі зі складськими приміщеннями, аналіз енергоефективності використання електричної енергії, аналіз енергоефективності використання палива та теплової енергії, система енергетичного менеджменту, оцінка можливостей застосування вторинних та відновлювальних джерел енергії, охорона праці під час обслуговування котельні та заміни газових фільтрів.

_____	_____	_____	_____	_____	_____	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Схема генплан і фасад будівлі, загальна однолінійна схема

електропостачання ТП, технологічна схема котельні, плакат з

деталізацією інформації по заходам з енергоефективності.

6. Консультанти розділів проєкту

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	23.05.23	Виконано
2	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	26.05.23	Виконано
3	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	30.05.23	Виконано
4	СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	01.06.23	Виконано
5	ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	06.06.23	Виконано
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	16.06.23	Виконано
7	ВИСНОВКИ	16.06.23	Виконано
8	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	16.06.23	Виконано
9	ДОДАТКИ	16.06.23	Виконано
10	ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІКІВ	17.06.23	Виконано
11	ЗАХИСТ	21.06.23	Виконано

Студент

Родіна Юлія

Керівник

Шовкалюк Марина

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з 6 розділів, пояснювальна записка містить 106 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено 38 ілюстрацій, 44 таблиці та 38 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою досліджень є аналіз енергетичного стану підприємства з виробництва меблів, визначення шляхів підвищення рівня енергоефективності за допомогою техніко-економічного розрахунку та комп'ютерного моделювання.

Однією з головних задач даного дослідження є виокремлення найбільш цікавих заходів для підвищення енергоефективності закладу. Дослідження системи опалення та розроблення шляхів зменшення втрат.

Ключові слова: енергозбереження, енергоспоживання, навантаження, потужність, втрати, економія, енергетичний аудит.

ABSTRACT

The explanatory note for the diploma project consists of 6 sections, and contains 106 pages of main text. The main text of the work includes 38 illustrations, 44 tables, and 38 bibliographic references according to the list of sources.

The aim of the research is to analyze the energy status of furniture manufacturing company, and to identify ways to improve energy efficiency through technical-economic calculations and computer modeling.

One of the main objectives of this research is to identify the most interesting measures to increase the energy efficiency of the institution. The study also involves the analysis of the heating system and the development of ways to reduce energy losses.

Keywords: energy saving, energy consumption, load, power, loss, savings, energyaudit.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК ТА ТЕРМІНІВ

Скорочення

ОК – огороджувальні конструкції;

ЛБ – люмінесцентні лампи;

LED – світлодіодні лампи;

ТП – трансформаторна підстанція;

ЩО – щит освітлення;

ЕМ – енергетичний менеджмент

Умовні позначки

Q_H^p – нижча робоча теплота згорання палива;

$t_{вн}$ – внутрішня температура;

δ – товщина;

$t_{p.o.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

K – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

теплової енергії об'єкту у аналітичній формі.	61
3.7 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії, котельня	62
3.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті.....	65
3.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії	66
Висновки до розділу 3	82
4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	84
4.1. Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020.....	84
4.2. Визначення базового рівня споживання газу	84
4.3. Представлення «Енергетичної політики» підприємства.....	87
4.4. Планування впровадження заходів	88
Висновки до розділу 4	89
5.ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	90
5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.	90
5.2 Опис метеорологічних умов.....	90
5.3 Теоретичний опис	94
5.4 Підбір та розрахунок впровадження СФЕУ	95
Висновок з розділу 5	100
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ КОТЕЛЬНІ	102
6.1 Загальна характеристика об'єкта та технічна характеристика.....	102
котельні.	102
6.2 Перелік робіт та склад бригади.....	104
6.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях	105
6.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників..	106
6.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в котельнях.	107
6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	109
6.6 Заходи пожежної безпеки.....	110
6.7 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації.....	112
Висновки до розділу 6	114

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	115
ДОДАТКИ.....	120
ДОДАТОК А.....	120
ДОДАТОК Б	121

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Енергоефективність є надзвичайно важливою, оскільки вона допомагає зменшити витрати енергії та покращити використання ресурсів, що має безпосередній вплив на економічну стійкість, екологічну безпеку та загальний розвиток суспільства. Оскільки вона відображає нашу раціональність використовувати енергію та зберігати ресурси для наступних поколінь.

Енергоефективність допомагає підвищити конкурентоспроможність підприємств та покращити їхню фінансову ефективність, оскільки витрати на енергію становлять значну частину витрат підприємств. Використання енергоефективних технологій та заходів може допомогти знизити ці витрати та підвищити рентабельність бізнесу [4].

Офісні будівлі є одними з найбільших споживачів енергії в будь-якій країні, тому їх енергоефективність стає дедалі більш актуальною темою для дослідження та реалізації. Особливо в сучасному світі, коли зростає обсяг розумних технологій та інформаційних систем, які використовуються в офісних приміщеннях. Ці технології сприяють підвищенню комфорту, зручності та продуктивності працівників, але вони також призводять до збільшення енергоспоживання.

При цьому, варто зазначити, що зменшення енергоспоживання не повинно приводити до погіршення умов праці та зниження продуктивності. Саме тому, енергоефективність офісу повинна бути забезпечена не лише шляхом встановлення енергоефективного обладнання, але й використанням нових технологій та оптимізацією процесів роботи.

У цьому контексті, важливо проводити наукові дослідження та розробляти енергоефективні рішення для офісів. Застосування таких рішень може призвести до значного зменшення витрат на енергію та зниження впливу на довкілля. Також важливо активно впроваджувати технології відновлюваної енергетики, такі як сонячні панелі, або технологія фільтрації дощової води «rainwater harvesting» що дозволять забезпечувати офіс ресурсами з

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найменшим впливом на довкілля, автономністю. Також це може мати позитивний вплив на створення сучасного «екологічно чистого» іміджу компанії що є привабливим фактором для замовників та допоможе залучати до неї більше клієнтів та партнерів, які прагнуть співпрацювати з екологічно відповідальними організаціями.

Підвищення рівня енергоефективності офісу може допомогти зменшити витрати на енергію та оптимізувати витрати на енергетичні ресурси, що знижує витрати на оплату рахунків за електроенергію та інші енергетичні послуги.

Енергоефективний офіс може забезпечити більш комфортні та здорові умови для працівників, що може позитивно вплинути на їхню продуктивність та здоров'я.

Не менш важливим є те що енергоефективний офіс є елементом корпоративної соціальної відповідальності, що демонструє здатність організації ефективно використовувати ресурси та зменшувати вплив на довкілля. Отже, підвищення енергоефективності офісу є важливою та актуальною темою для дослідження та реалізації.

Енергоефективність складу є важливим аспектом з точки зору оптимізації його функціонування та зниження витрат на енергопостачання. Складські приміщення, які зазвичай мають велику площу та вимагають постійного підтримання оптимальної температури та вологості, можуть споживати значну кількість електроенергії та інших ресурсів, які витрачаються на освітлення, опалення, кондиціонування повітря та інші процеси.

Застосування енергоефективних технологій та матеріалів, таких як ізоляція, енергоефективне освітлення, системи автоматичного регулювання клімату, може значно зменшити витрати на енергопостачання та допомогти складу стати більш стійким та екологічно чистим.

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом енергетичного аудиту є офісна будівля зі складськими приміщеннями. Офісна будівля має 5 поверхів, складські приміщення є двоповерховими. Будівля знаходиться за адресою село Квітневе, Броварський район 2В, вулиця Центральна, Київська область. Фото об'єкту представлено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Фото загального вигляду будівлі.

Об'єкт був збудований у 2004 році. Офісна частина будівлі має п'ять поверхів, складська частина два поверхи, в екстер'єрі присутні великі панорамні вікна із металопластику. Будівля працює у режимі п'ятиденного тижня з 9:00 до 18:00. У вечірній час у будівлі присутні охоронці.

Загальна кількість людей на час проведення аудиту складає 80 осіб, з

					НТУУ 001.9113.055 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Загальний опис об'єкту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Родіна Ю.О.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Шовкалюк М.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>						
<i>Затверд.</i>								
						ІЕЕ, ОН-91-01		11

яких:

- 78 робочого персоналу;

- 2 охоронці.

У таблиці 1.1 розпишемо загальні данні будівлі, отримані з документації.

Таблиця 1.1 – Опис будівлі.

Вхідні данні:	Офісна будівля	кладські приміщення
Довжина основного фасаду будівлі	24 м	61,7 м
Довжина Пн.Зх. та Пд.Сх частини будівлі	7,2 м	24 м
Висота будівлі	16 м	10,8 м
Загальний опалюваний об'єм	6787,34 м ³	727,78 м ³
Чиста висота приміщень	2,6 м - висота поверхів (1 поверх на складі має висоту 6,1)	
Площа даху	1393,48 м ²	469,74 м ²
Загальна кількість вікон	95 шт	
Загальна площа вікон	372 м ²	
Загальна площа дверей металопластикових розміром 1,5x1,8 м, кількістю 7 шт.	12,6 м ²	

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1

Загальна площа металевих протипожежних дверей розміром 4х4,5м (4-шт) і 3,5х3,5м(5-шт), кількістю 9 шт.	124,5 м ²
Двері індивідуальні металеві ролетні підьомні розміром 3х3 м, кількістю 6 шт.	54 м ²

1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

Компанія власник об'єкту займається вирощуванням тепличних троянд. Тому об'єкт є однією із ланок функціонування масштабного бізнесу.

Офісна праця є інтелектуальною, там працюють фахівці з логістики, маркетингу, енергетики та інших сфер пов'язаних з діяльністю компанії власника об'єкту.

Складська частина об'єкта використовується для зберігання товарів різноманітного спрямування таких як хімічна продукція, добрива, субстрати (торф, перліт, вермикуліт, кокосова койра), робочі інструменти, автомобільні деталі.

Поставки на склад є регулярними. Працівники складу працюють позмінно.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

Річне споживання електричної енергії в 2020 - 2022 р.р, за місяцями заносимо у таблицю 1.2 та проаналізуємо споживання енергоносія (рис. 1.2). Споживання електричної енергії нерівномірне протягом року, оскільки в зимовий період є великі затрати на роботу котельні. Також в зимовий період тривалість світлового дня менше і більше часу використовуються системи освітлення.

Таблиця 1.2 – Споживання електричної за 2020-2022 роки.

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт·год					
	2020		2021		2022	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	17796	48049,2	14035,2	37895,04	12306	43071
Лютий	19620	52974	17850	48195	7740	27090
Березень	2490	6723	9603	25928,1	821,4	2874,9
Квітень	2920	7884	8544	23068,8	2680,4	9381,4
Травень	1920	5184	6030	16281	2979,9	10429,65
Червень	1183	3194,1	1430	3861	841,1	2943,85
Липень	1013,1	2735,37	1045	2821,5	531,96	1861,86
Серпень	1353	3653,1	891	2405,7	617,76	2162,16
Вересень	5566	15028,2	5865	15835,5	5520,92	19323,22
Жовтень	7383	19934,1	7935	21424,5	5287,7	18506,95
Листопад	18560	50112	19244	51958,8	12840	44940
Грудень	22840	61668	21680	58536	17400	60900
Всього	102644,1	277139,1	114152,2	308210,9	69567,14	243485

Зобразимо табличні дані споживання електроенергії графічно рисунок 1.2.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

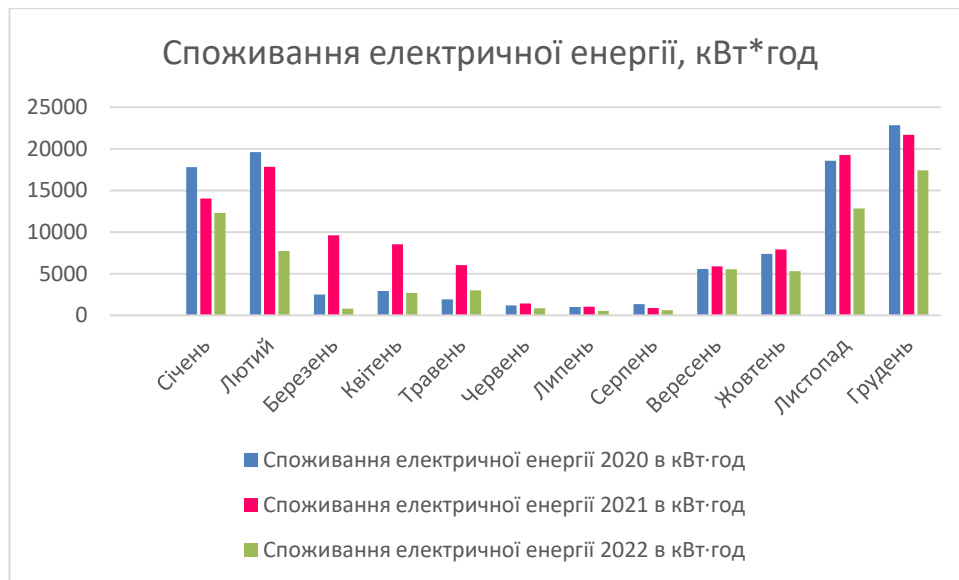


Рисунок 1.2 – Споживання активної електроенергії за 2021-2023 рр.

Головним призначенням води є її використання для санітарно-гігієнічних потреб, технічних цілей. Водоспоживання за три наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Водоспоживання в 2020 - 2022 роки за місяцями

Місяць	Водоспоживання, м ³					
	2020		2021		2022	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	134	2789.88	145	3680.1	156	4739.904
Лютий	123	2828.016	243	6167.34	203	6167.952
Березень	76	1747.392	210	5329.8	29	881.136
Квітень	65	1494.48	211	5355.18	30	911.52
Травень	145	3333.84	302	7664.76	41	1245.744
Червень	110	2529.12	231	5862.78	72	2187.648
Липень	208	4782.336	264	6700.32	85	2582.64
Серпень	167	3839.664	248	6294.24	132	4010.688
Вересень	143	3287.856	238	6040.44	122	3706.848
Жовтень	178	4092.576	222	5634.36	101	3068.784
Листопад	163	3747.696	215	5456.7	144	4375.296
Грудень	130	2988.96	244	6192.72	156	4739.904
Всього	1642	37752.86	2773	70378.74	1271	38618.06

Зобразимо табличні дані споживання електроенергії графічно римунок 1.3.

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.4

Червень	8,1	1077,1	17772,6 1	7,4	984,0	35917,5 5	8,09	1075,8	44107,7 1
Липень	7,5	997,3	16456,1 2	6,98	928,2	33878,9 9	6	797,9	32712,7 7
Серпень	7,98	1061,2	17509,3 1	8,09	1075,8	39266,6 2	6,03	801,9	32876,3 3
Вересень	9,07	1206,1	19900,9 3	9,45	1256,6	45867,6 9	5	664,9	27260,6 4
Жовтень	39,1	5199,5	85791,2 2	40,3	5359,0	195605, 1	39	5186,2	212633
Листопад	60,3	8018,6	132307, 2	66,5	8843,1	322772, 6	60,3	8018,6	328763, 3
Грудень	89,21	11863, 0	195740	91,07	12110, 4	442028, 6	80,7	10731, 4	439986, 7
Всього	549,6 3	73089, 1	1205970	653,7 3	86932, 2	3173025	418,3 2	55627, 7	2280734

За формулою для розрахунку витрат палива:

$$B = \frac{Q_{\text{рік}} \cdot 10^6}{\eta \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}}; \quad (1.1)$$

$Q_{\text{рік}}$ - кількість Гкал, яка споживається за місяць.

η - коефіцієнт корекції ефективності котла (94% за документацією).

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ - коефіцієнт переведення палива в м³.

Приклад розрахунку:

$$B = 80,87 \cdot 10^6 \div (0,94 \cdot 8000) = 10754,0 \text{ (м}^3\text{/міс);}$$

$$B = 89,2 \cdot 10^6 \div (0,94 \cdot 8000) = 11861,7 \text{ (м}^3\text{/міс);}$$

$$B = 86,3 \cdot 10^6 \div (0,94 \cdot 8000) = 11476,1 \text{ (м}^3\text{/міс);}$$

$$B = 64 \cdot 10^6 \div (0,94 \cdot 8000) = 8510,6 \text{ (м}^3\text{/міс);}$$

....

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживання теплової енергії за місяцями у грошовому еквіваленті:

$$10754,0 \cdot 16,5 = 177440,8 \text{ (грн);}$$

$$11861,7 \cdot 16,5 = 195718,1 \text{ (грн);}$$

$$11476,1 \cdot 16,5 = 189355,1 \text{ (грн);}$$

$$8510,6 \cdot 16,5 = 140425,5 \text{ (грн);}$$

....

Споживання теплової енергії за місяцями у графічній формі на рисунку 1.4

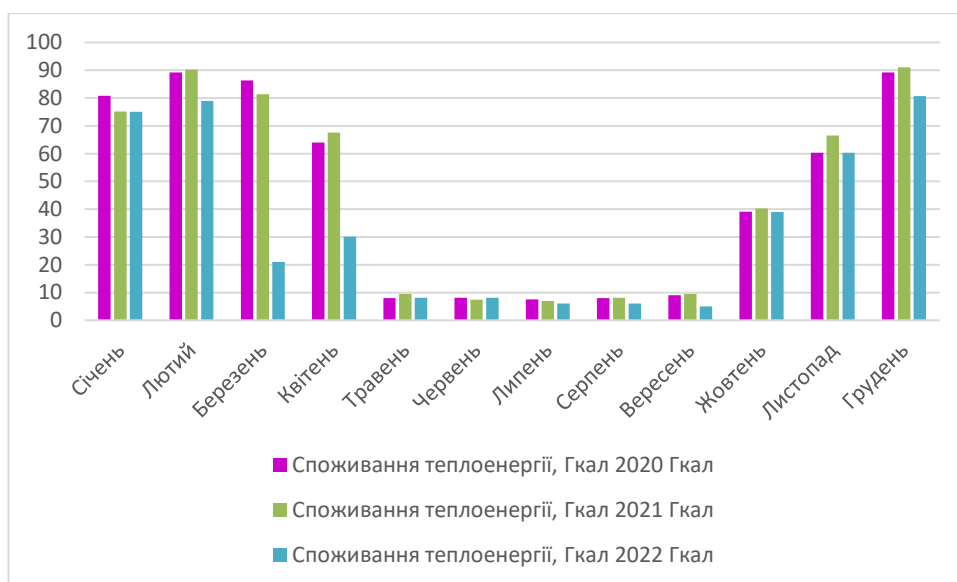


Рисунок 1.4 – Споживання теплової енергії за місяцями, 2021-2023 рр.

З наведених вище таблиць та графічних даних можна зробити висновок:

У 2020 році споживання енергоресурсів в офісі та складі було досить змінним. В зимовий період спостерігалось збільшення споживання, але весною спостерігається різке зменшення. Це коливання пов'язано з переходом на дистанційну роботу через карантинні обмеження.

В 2021 році відбулося значне зростання споживання енергоресурсів в січні та лютому порівняно з попереднім роком, ймовірно, через послаблення карантинних обмежень.

У 2022 році споживання енергоресурсів знову зменшилось, особливо помітно це було у березні та наступних місяцях. Офіс не працював протягом трьох місяців через непередбачувані події того часу, але на складських приміщеннях підтримувалися умови зберігання. Проте влітку споживання енергоресурсів знову почало зростати, коли офіс повернувся до повноцінного режиму роботи, хоча й не з повним обсягом робочої команди.

Отже, споживання енергоресурсів дуже залежить від багатьох факторів, і неоднакові коливання можуть бути пов'язані з погодними умовами, кількістю людей у приміщенні, режимом роботи, а також зі специфікою подій, які відбуваються в країні.

1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

За використанні енергоносіїв (електроенергія, вода) офіс розраховується за показниками лічильників, тарифи наведені у таблицях 1.5, 1.6, 1.7.

Таблиця 1.5 – Тариф на електроенергію за 2020-2022 роки, грн/кВт·год

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2020	2021	2022
Електрична енергія	грн/кВт·год	2,7	2,7	3,5

Таблиця 1.6 – Тарифи на холодне водопостачання за 2020-2022 роки, грн/м³

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ			
		2020 з 1.01 по 04.02	2020 з 05.02 по 31.12	2021	2022
Водопостачання	грн/м ³	20,82	22,992	25,38	30,384

Таблиця 1.7 – Тарифи на природний газ за 2020-2022 роки, грн/ м³

Найменування енергоносія	Одиниці виміру	Тариф з ПДВ		
		2020	2021	2022
Природний газ	грн/ м ³	16,5	36,5	41

1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

До попередніх заходів з енергозбереження відноситься оснащення котла комплектом з системами автоматики і захисту і працює у автоматичному режимі. Кожен котел має два пристрої управління. Перший - цифрове програмне управління контуром котлової води під назвою "VITOTRONIK 100 GC1". Другий - цифрове каскадне управління, залежне від погодних умов, під назвою "VITOTRONIK 300 MW1".

Система котлової автоматики забезпечує наступні функції: Автоматизацію процесу спалювання палива, що дозволяє забезпечити ефективне й економне спалювання. Високу ефективність спалювання палива, що сприяє економії енергії і зменшенню викидів шкідливих речовин. Автоматичне включення необхідної кількості котлів для забезпечення потрібної температури котлової води, залежно від зовнішньої температури

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря.

Загалом, ці пристрої та система котлової автоматики допомагають забезпечити оптимальну ефективність роботи котла та комфорт у системі опалення та гарячого водопостачання, залежно від зовнішніх умов.

Ізоляція трубопроводів, газоходів.

Антикорозійне покриття трубопроводів, газоходів.

У 2011 році була зроблена промивка системи опалення. На той момент в елементах системи опалення відклався накип приблизною товщиною в 1мм, а коефіцієнт тепловіддачі відповідно зменшився на 10% за період 5 років. У той же рік було проведене титрування води, результати тесту на жорсткість води були не задовільними.

Висновки по розділу 1

Об'єктом дослідження виступає офісна будівля зі складською частиною. Призначенням об'єкту є забезпечення робітників простором з комфортними умовами праці і забезпечення відповідних умов для зберігання товарів на складі.

Для офісної частини об'єкта, основними вимогами до комфортних умов праці є надання достатньої освітленості, комфортної температури, належного рівня вентиляції та акустичного комфорту. Офісні приміщення повинні мати достатній доступ до природного світла та забезпечувати належну якість повітря, повинні бути встановлені діючі системи опалення, кондиціонування повітря для забезпечення комфортних умов праці.

Складська частина об'єкта використовується для зберігання товарів різноманітного спрямування. Компанія займається вирощуванням і продажом тепличних троянд, тому на складі зберігається хімічна продукція, така як добрива, субстрати (торф, перліт, вермикуліт, кокосова койра), та робочі інструменти, автомобільні деталі. Одним з ключових аспектів зберігання хімічних продуктів є специфічні вимоги до температури, вологості та

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

освітлення для кожного виду хімічної продукції.

Проаналізувавши дані з використання енергоресурсів за 2020 – 2022 роки, можемо зробити висновок що споживання енергоресурсів на об'єкті залежить від таких як погода, режим роботи (карантинні обмеження), кількості працівників, високого сезону, економічних умов.

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1 Схеми електропостачання об'єкту та її аналіз

Категорія надійності електропостачання відноситься до споживачів другої категорії, за винятком аварійного освітлення, обладнання протипожежних систем, систем пожежно-охоронної сигналізації, системи сигналізації загазованості для яких - I категорія. Постачання будівлі здійснюється за магістральною схемою електричних мереж. Джерело електропостачання, зовнішні мережі 0,4кВ.

Живлення забезпечується від трансформаторної підстанції КТПБМ-2×2500кВА (із трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА), за схемою [2].

Електроенергія розподіляється від розподільчої панелі до різних зон або приміщень в будівлі через розподільні лінії, які з'єднані з розетками та іншими приладами.

Розподільчі мережі прокладаються переважно відкрито на конструкціях. Електричні кабелі та проводи є видимими, або прокладені на поверхні стін, стель та підлоги, замасковані за допомогою кабельних лотків, гофрованої труби або інших захисних конструкцій.

Такий спосіб прокладання розподільчих мереж є зручним для монтажу, обслуговування та змін у мережі, оскільки доступ до електричних кабелів та проводів є простим. Він також дає можливість зробити візуальну перевірку наявності та стану проводів, що полегшує виявлення можливих проблем або несправностей.

Заземлення (занулення) виконується згідно вимог ПБЕ.

Облік активної електроенергії здійснюється трьохфазними лічильниками СТКЗ-10Q1Н4ДУК

					НТУУ 001.9113.055 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Родіна Ю.О.</i>			Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шовкалюк М.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>						
<i>Затверд.</i>								
						ІЕЕ, ОН-91-01		23

Трансформаторна підстанція КТПБМ-2×2500кВА з трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА забезпечує живлення електропостачання в офісній будівлі. КТПБМ-2×2500кВА - тип трансформаторної підстанції. "КТП" - "комплектна трансформаторна підстанція", "БМ" вказує на призначення для будівель та споруд, а "2×2500кВА" вказує на потужність трансформаторів в кіловольт-амперах (кВА). Підстанція має два трансформатори з потужністю по 2500 кВА кожен.

Ці трансформатори виконують функцію зниження напруги, передаючи електричну енергію від зовнішньої мережі до внутрішньої системи електропостачання будівлі. Вони перетворюють високовольтну електричну енергію, яка надається зовнішньою мережею, на нижчу напругу, яка використовується в будівлі для живлення різних споживачів електроенергії.

2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії

Основними споживачами електричної енергії офісної будівлі є котельня, система освітлення, ліфтові установки та насоси. Найсуттєвіше електроспоживаюче обладнання представлено в таблиці 2.1.

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1– Електроспоживаюче обладнання

Офісна будівля зі складськими приміщеннями					
Група навантаження	Обладнання	К-ть, шт.	Встановлена потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Тривалість роботи, год за рік (за рік)
Опалення та гаряче водопостачання	Котел VITOPLEX 200	2	6,1	12,2	1601
Освітлення	Лампи люмінесцентні	320	0,03	9,6	3350
Освітлення зовнішнє	Світильники світлодіодні	20	0,004	1,224	1412
Обладнання	Ліфти пасажирські	2	6,5	13	510
Опалення та гаряче водопостачання	Насос К6	1	0,9	0,9	1495
Обладнання	Пальник газовий	6	0,76	4,56	1260
Загалом:				41,484	9628

Одним із суттєвих споживачів є котельня. У таблиці 2.2 наведено споживання електричної енергії котельнею за останні три роки.

Таблиця 2.2 – Споживання електричної котельнею за 2020-2022 роки.

Місяць	Споживання електричної котельнею, кВт·год		
	2020	2021	2022
	кВт·год	кВт·год	кВт·год
Січень	5932	4128	4102
Лютий	6540	5950	2580
Березень	830	3201	273,8
Квітень	730	2136	670,1
Травень	640	2010	993,3
Червень	910	1100	647

Продовження таблиці 2.2

Липень	921	950	483,6
Серпень	1230	810	561,6
Вересень	2420	2550	2400,4
Жовтень	3210	3450	2299
Листопад	4640	4811	3210
Грудень	5710	5420	4350
Всього	33713	36516	22571

2.3. Повірочний розрахунок навантажень будівлі

Розрахункове навантаження котлів :

$$P_{c1} = p_1 n_1 k_B, [21] \quad (2.1)$$

$$P_{1к} = 6,1 \cdot 2 \cdot 0,9 = 10,98 \text{ кВт.}$$

де n- кількість котлів, р– питоме навантаження на один.

$$Q_{c1} = P_{c1} \operatorname{tg} \varphi_1, [21] \quad (2.2)$$

$$Q_1 = 10,98 \cdot 1,33 = 14,6 \text{ кВАр.}$$

де $\operatorname{tg} \phi$ - коефіцієнт реактивного навантаження.

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_{BH} = \sqrt{10,98^2 + 14,6^2} = 18,27 \text{ кВА.}$$

Розрахункове навантаження насосів КЗ розраховується наступним чином;

$$P_{K1} = p_1 n_1 k_B, [21] \quad (2.3)$$

$$P_{1к} = 0,623 \cdot 2 \cdot 0,9 = 1,125 \text{ кВт.}$$

де n- кількість насосів, р– питоме навантаження на один насос.

$$Q_1 = 1,125 \cdot 1,33 = 1,496 \text{ кВАр.}$$

де $\operatorname{tg} \phi$ - коефіцієнт реактивного навантаження.

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_{BH} = \sqrt{1,125^2 + 1,496^2} = 1,87 \text{ кВА.}$$

Загальні розрахункові електричні навантаження наведемо у таблиці 2.3.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.3 – Розрахункові електричні навантаження.

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P , кВт	Q , кВАр	S , кВА
Силове навантаження (котельні, насоси, ліфти)	28,32	37,67	47,13
Навантаження іншого обладнання	94,85	113,82	148,16
Сумарна	123,17	151,49	195,29

Знаходимо сумарну активну та реактивну потужність за формулами:

$$P_{c\Sigma} = \sum P_{\text{силове+інше}} = 123,17 \text{ кВт}, \quad (2.4)$$

$$Q_{c\Sigma} = \sum Q_{\text{силове+інше}} = 151,49 \text{ кВАр}. \quad (2.5)$$

Знайдемо розрахункові активне, реактивне на шинах низької напруги трансформатора за формулами:

$$P_p = \sum P_{ni} \cdot K_p, [21] \quad (2.6)$$

Візьмемо $K_p=1$.

Підставляємо значення в формулу (2.5):

$$P_p = 123,17 \cdot 1 = 123,17 \text{ кВт};$$

Оскільки ефективне число ЕП $n_e > 10$, то:

$$Q_p = \sum Q_{ni} = 151,49 \text{ кВАр}; \quad (2.7)$$

Розраховуємо навантаження на ЩО за формулами:

$$P_o = \sum p_{л1} n_{л1}, \quad (2.8)$$

$$Q_o = \sum p_{л1} n_{л1} \text{tg}\varphi_1, \quad (2.9)$$

$$P_{\text{нн}} = P_p + P_o, \quad (2.10)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$Q_{\text{нн}} = Q_p + Q_o, \quad (2.11)$$

Підставляємо значення в формулу(2.8, 2.9, 2.10, 2.11):

$$P_o = 4,8 \text{ кВт}, \quad Q_o = 1,54 \text{ кВАр},$$

$$P_{\text{нн}} = 123,17 + 4,8 = 127,9 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{нн}} = 151,49 + 1,54 = 153,03 \text{ кВАр}.$$

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{P_{\text{нн}}^2 + Q_{\text{нн}}^2}, [21] \quad (2.12)$$

Підставляємо значення в формулу (2.14):

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{127,9^2 + 153,03^2} = 199,44 \text{ кВА}.$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі ТР1 за формулами:

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 S_{\text{нн}}, \quad (2.13)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 S_{\text{нн}}, \quad (2.14)$$

Підставляємо значення в формулу (2.15, 2.16):

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 \cdot 199,44 = 5,98 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 \cdot 199,44 = 19,9 \text{ кВАр}.$$

Знаходимо навантаження приведенне до шин ВН за формулами [21]:

$$P_{\text{вн}} = P_{\text{нн}} + \Delta P_{\text{тр.}}, \quad (2.15)$$

$$Q_{\text{вн}} = Q_{\text{нн}} + \Delta Q_{\text{тр.}}, \quad (2.16)$$

$$S_{\text{вн}} = \sqrt{P_{\text{вн}}^2 + Q_{\text{вн}}^2}, \quad (2.17)$$

Підставляємо значення в формулу (2.15, 2.16, 2.17):

$$P_{\text{вн}} = 127,9 + 5,98 = 133,88 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{вн}} = 153,03 + 19,9 = 172,93 \text{ кВАр},$$

$$S_{\text{вн}} = \sqrt{133,88^2 + 172,93^2} = 218,698 \text{ кВА}.$$

Зведемо отримані значення в таблицю 2.4.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 2.4 – Розрахункові навантаження по об'єкту дослідження

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P , кВт	Q , кВАр	S , кВА
Навантаження підприємства	123,17	151,49	195,29
Навантаження освітлення	6,79	4,75	
Шини НН	127,9	153,03	199,44
Втрати в трансформаторі	5,98	19,9	
Шини ВН на ТП	133,88	172,93	218,698

2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення

Перевіримо належне виконання норм з освітленості в приміщеннях офісу і складу. При загальній системі освітлення має забезпечуватись 200 лк [9].

Візьмемо приміщення на складі яке має такі розміри: довжина – 21,25м, ширина – 14,6 м, висота – 2,6 м. Коефіцієнти відбиття 50/30/10.

Характеристика системи освітлення: Освітлення офісних приміщеннях і на складі досягається за допомогою світильників ЛВП з люмінесцентними лампами T8 30Вт 6500К G13 ELECTRUM A-FT-0220. Потужністю 30 Вт. Світильники об'єднані в групи по 2 штук. Світловий потік 3500 лм. [17], за даними технічної документації об'єкту.

Розрахуємо індекс приміщення [19]:

$$i = \frac{ab}{(h - h_n)(a + b)}, \quad (2.18)$$

Підставляємо значення у формулу (2.24):

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$i = \frac{21,25 \cdot 14,6}{2,6 \cdot (21,25 + 14,6)} = 3,33.$$

Отримуємо значення коефіцієнта використання світлового потоку $\eta=0,56$ [19].

Приймаємо $kz = 1,3$, коефіцієнт нерівномірності $z = 1,1$.

Розрахуємо освітленість [19]:

$$E_{\Phi} = \frac{F_{\text{Л}} \cdot N \eta}{S \cdot k \cdot z \cdot z'}, \quad (2.19)$$

Підставляємо значення у формулу (2.21):

$$E_{\Phi} = \frac{3500 \cdot 45 \cdot 0,56}{21,25 \cdot 14,6 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 198,8 \text{ лм.}$$

Перевіримо на відповідність нормативу:

$$\delta = \frac{|E_{\Phi} - E_{\text{н}}|}{E_{\text{н}}} 100\%, \quad (2.20)$$

Підставляємо значення у формулу (2.22):

$$\delta = \frac{|198,8 - 200|}{200} \cdot 100\% = 0,6\% < 5\%.$$

Отже норми з освітленості виконуються.

2.5 Оцінка завантаженості ТП

Відповідно до розрахунків сумарного електричного навантаження в п.2.3, маємо таке значення повної потужності:

$$S_{\text{нн}} = 199,44 \text{ кВА,}$$

Завантаженість трансформатора визначається за формулою:

$$S_{\text{тр.}} = \frac{S_{\text{нн}}}{n}, \quad (2.21)$$

де n – кількість трансформаторів.

Підставляємо значення у формулу (2.23):

$$S_{\text{тр.}} = \frac{199,44}{1} = 199,44 \text{ кВА,}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

З початкових даних відомо, що підприємство живиться з однієї трансформаторної підстанції КТПБМ-2×2500кВА з трансформаторами 2×ТМГ-1600ВА. Загалом від цієї ТП живиться наш об'єкт і підприємство по вирощуванню тепличних троянд. Загальна встановлена потужність трансформаторів – 1600 кВА.

Отримане значення завантаженості трансформатору порівнюємо з потужністю трансформатора в ТП-1:

$$S_{ном} > S_{тр};$$

$$1600 \text{ кВА} > 199,44 \text{ кВА.}$$

Трансформатори ТМГ-1600ВА мають номінальну потужність, яка перевищує розрахункову потужність, необхідну для живлення вашого об'єкту. Тому ці трансформатори забезпечують достатню потужність для використання на вашому об'єкті.

2.6 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту

Компенсація реактивної потужності на об'єкті здійснюється статичними компенсуючими пристроями (КП) по мережі 0,4 кВ. Компенсація реактивної потужності здійснюється компенсуючими пристроями 1000 кВар.

Згідно розрахунку: $P_{вн} = 133,88 \text{ кВт}$, $Q_{вн} = 172,93 \text{ кВт}$,

Рекомендований $tg \phi_p = 0,25$,

Розрахункова потужність конденсаторних батарей знаходиться за формулою:

$$Q = Q_{вн} - P_{вн} tg \phi_p, \quad (2.22)$$

Підставляємо значення у формулу (2.22):

$$Q = 172,93 - 133,88 \cdot 0,25 = 139,46 \text{ кВАр.}$$

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі

Розрахуємо витрати за рік, наприклад 2021, занесемо значення в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5– Розрахункове значення витрат електроенергії за 2021 р.

№	Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Кількість, шт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання	Тривалість роботи за місяць, год	Загальне споживання за рік, кВт·год
1	2	3	4	5	6	7	8
Система освітлення							
1	Внутрішнє освітлення (люмінесцентні лампи)	0,03	320	2,16	0,7	3350	22512
2	Зовнішнє освітлення приміщень (світлодіодні лампи)	0,004	20	1,224	0,9	1412	101,664
Разом							22613,664
Силове обладнання							
3	Ліфти пасажирські	6,5	2	13	0,5	510	3315
4	Котли	6,1	2	12,2	0,9	1601	17578,98
5	насоси К3	0,625	2	1,25	0,9	1591	1789,875
6	насоси К4,К5	0,4	2	0,8	0,9	1410	1015,2
7	насоси К6	0,9	1	0,9	0,7	1495	941,85
8	насоси К9	0,1	1	0,1	0,8	1350	108
9	насоси К10	0,25	2	0,5	0,75	1200	450
10	насоси К12	0,37	2	0,74	0,9	1490	992,34

Продовження таблиці 2.5

11	Котлова автоматика "vitotronic"	0,5	2	1	0,9	1610	1449
12	пластинчатий теплообмінник	3	1	3	0,9	1550	4185
13	Пальник газовий	0,76	6	4,56	0,8	1260	4596,48
Разом							36421,725
Інше обладнання							
14	Принтер	0,5	26	13	0,75	402	3919,5
15	Комп'ютер	0,4	61	24,4	0,6	1420	20788,8
16	Монітор	0,02	61	1,22	0,6	1150	841,8
17	Кондиціонер	3,3	18	59,4	0,5	340	10098
18	Чайник	2,2	21	46,2	0,6	160	4435,2
19	Телевізор	0,06	2	0,12	0,4	780	37,44
20	Обігрівач	2	5	10	0,5	56	280
21	Холодильник	0,4	20	8	0,3	4700	12690
22	Автоматика ролетних дверей	0,8	9	7,2	0,3	95	205,2
23	вентилятори	0,4	20	8	0,3	720	1728
Разом							55023,94
Загальне споживання							114059,329

Знайдемо відносне відхилення фактичного і розрахункового споживання електричної енергії:

$$\delta W_{2021} = \frac{W_{\phi} - W_p}{W_{\phi}} \cdot 100; \quad (2.23)$$

$$\delta W_{2021} = \frac{114152,2 - 114059,3}{114059,3} \cdot 100 = 0,08 \%$$

Відхилення не перевищує допустиме значення: $0,08 < 10\%$.

Обладнання яке представлено в вище наведеній таблиці розділено на

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

групи. Тепер можна побудувати діаграму балансу споживання електроенергії об'єкту рисунок 2.1.

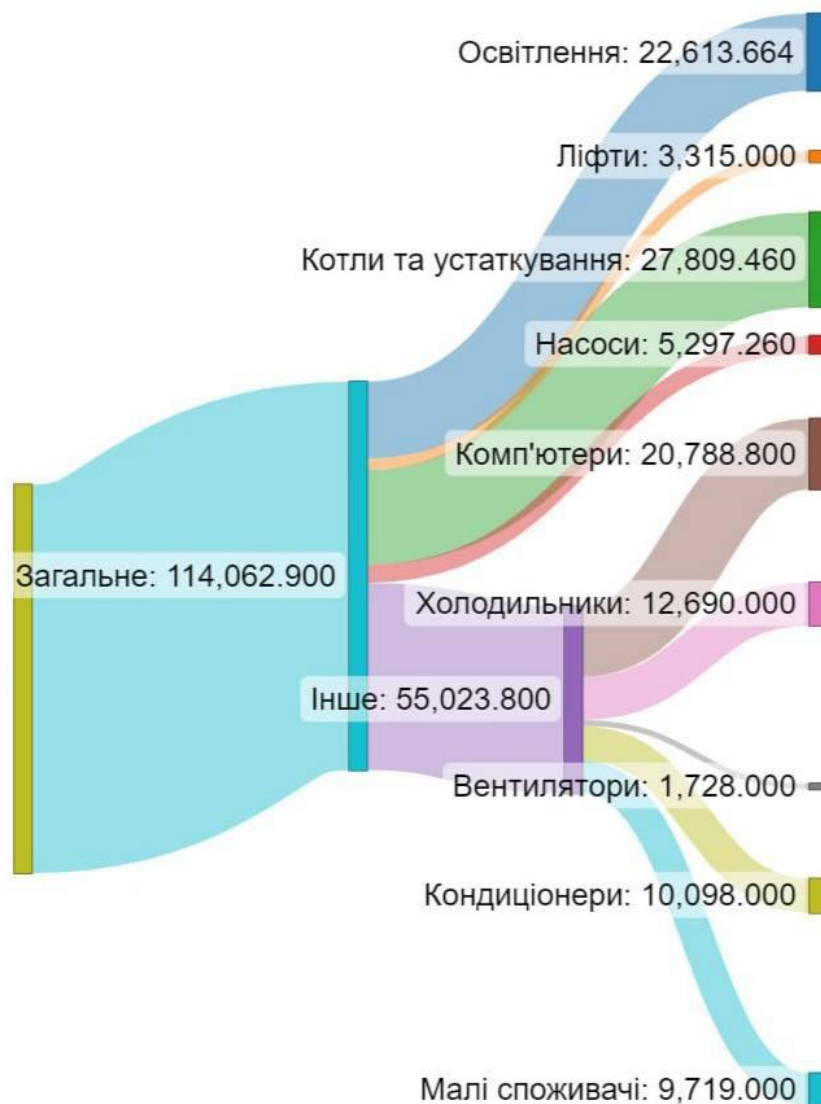


Рисунок 2.1 – Баланс споживання електричної енергії

2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу

Облік активної електроенергії здійснюється трьох фазними лічильниками, а саме СТК3-10Q1Н4ДУК4. Але проведення систематичного аналізу споживання енергоресурсів відсутнє .

2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електроенергії

Модернізація системи внутрішнього освітлення

Система освітлення об'єкту складається переважно з люмінісцентних ламп Т8, що мають мерехтіння і короткий термін служби. Враховуючи недоліки, розрахуємо можливість заміни лампам

На більш енергоефективні світлодіодні. Основні вимоги до якості освітлення наведені в ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

Світлодіодна лампа зображена на рисунку 2.2 [18].



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд світлодіодної лампи LECTRUM 18W
G13 4000K скло А-LT-1974.

Розрахунок річної економії енергії.

Економію розрахуємо як добуток різниці потужності ламп, їх кількості, часу роботи та тарифу та на кількість днів у році.

$$E=(0,03-0,018) \cdot 320 \cdot 9 \cdot 269 = 9296,64 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік}$$

Розрахунок річної економії електричної енергії в грошовому еквіваленті:

$$E_r=9296,64 \cdot 4,5= 41834,88 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу являють собою суму вартості встановлення та добутку кількості ламп на їх ціну.

200 грн – ціна однієї лампи. Необхідно встановити 320 ламп;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

30 грн – ціна встановлення однієї лампи.

$$K = (200 + 30) \cdot 320 = 73600 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку приведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку економічних показників реалізації заходу з часовим горизонтом проекту на 7 років ставка дисконтування 12,5%.

Назва показника	Значення показника
Стара потужність, кВт	0,03
Нова потужність, кВт	0,018
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	73,600
Річна економія електроенергії (кВт·год/рік)	9296,64
Річна економія витрат (тис. грн.)	41,835
Простий період окупності інвестицій, роки	1,76
Дисконтований період окупності, роки	2,11
NPV, тис.грн	114,1
IRR	35,58

Заміна холодильників

З балансу енергетичної енергії видно що споживання холодильників є зависоким тому доцільно розглянути заміну на більш сучасні та енергоефективні рисунок 2.3.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд холодильника

Орієнтовна вартість холодильника – 20000 грн./шт [20].

В таблиці 2.7 занесено результати розрахунку економічних показників реалізації заходу.

Економію розрахуємо як різницю річного споживання холодильників які є на об'єкті і добуток річного споживання нових холодильників на кількість.

$$E = 12690 - 235 \cdot 20 = 7990 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

Розрахуємо економію у грошовому еквіваленті:

$$E_T = 7990 \cdot 4,5 = 35955 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку економічних показників впровадження заходу, ставка дисконтування 12,5%.

Назва показника	Значення показника
Нове річне споживання, кВт	235
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	400
Річна економія електроенергії (кВт·год/рік)	7990
Річна економія витрат (тис. грн.)	35,955

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Продовження таблиці 2.7

Простий період окупності інвестицій, роки	11,12
Дисконтований період окупності, роки	-

Встановлення датчиків руху в коридорах

Датчики руху можуть допомогти зменшити використання енергії. Принцип дії, світильники вимикаються, коли немає людей в коридорі. Це дозволяє зменшити витрати на електроенергію та зменшити негативний вплив на довкілля. Крім того датчики руху можуть допомогти покращити безпеку в коридорі, тому що світильники будуть автоматично вмикатися, коли люди проходять, зменшуючи ризик травм та інших небезпек. Світильники включаються тільки при виявленні людини і, якщо природного світла, наприклад від вікон, недостатньо.

Поточний стан.

Лампи люмінесцентні T8 15Вт 6500К G13 ELECTRUM A-FT-0128 використовуються для освітлення коридору впродовж робочого дня. Кількість встановлених ламп у коридорах складає 320 штук. Вони знаходяться у ввімкненому стані приблизно 9 годин на день. Присутність людей у коридорах складає приблизно 3 годин на день.

Опис можливостей з енергозбереження.

Встановлення датчиків руху в коридорах дозволяє автоматично вимикати освітлення в приміщенні при відсутності людей. Використаємо датчик руху DSC LC-360 рисунок 2.4.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					38



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд датчику

Розрахунок річної економії енергії.

$$E = N \cdot P \cdot (t_1 - t_2) \cdot 365; \quad (2.24)$$

Де N-кількість ламп в коридорах і на сходових майданчиках.

P- потужність однієї лампи, візьмемо лампи світлодіодні які встановлені після заміни.

t_1 - час роботи лампи

t_2 - час роботи лампи після встановлення датчиків руху.

$$E = 60 \cdot 0,018 \cdot (9-3) \cdot 269 = 1743,12 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$$

Розрахунок річної економії електричної енергії в грошовому еквіваленті:

Економія коштів в грошовому еквіваленті при тарифі на даний момент для цього підприємства $1 \text{ кВт}\cdot\text{год} = 4,5 \text{ грн.}$ складатиме:

$$E_r = 1743,12 \cdot 4,5 = 7844,04 \text{ грн.}$$

Розрахунок річної економії витрат.

Витрати на введення в експлуатацію даного заходу з енергозбереження:

889 грн – ціна одного датчика руху. Оскільки в будівлі 5 коридорів де потрібно по 3 датчики та 2 сходових прольоти на 5 поверхів на кожному поверсі по датчику, то загальна сума 20 датчиків руху.

90 грн – ціна встановлення одного датчика руху.

$$K = (889 + 90) \cdot 20 = 19580 \text{ грн.}$$

Зробимо економічний розрахунок у таблиці 2.8.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					39

Таблиця 2.8 – Результати розрахунку економічних показників впровадження заходу з часовим горизонтом проекту на 7 років, ставка дисконтування 12,5%.

Назва показника	Значення показника
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	19,58
Річна економія електроенергії (кВт·год/рік)	1743,12
Річна економія витрат (тис. грн.)	7,844
Простий період окупності інвестицій, роки	2,4
Дисконтований період окупності, роки	3,3
NPV, тис.грн	13,39
IRR	34,97

Висновки по розділу

В офісній будівлі є різноманітні споживачі електричної енергії. Такі як принтери, монітори, комп'ютери та інші електронні пристрої. Вибір енергоефективних холодильників, комп'ютерів та інших електронних пристроїв може допомогти знизити споживання електроенергії. Компанія з кожним роком активно оновлює робочу базу обладнання, але все ще залишаються застарілі одиниці техніки які споживають більше електроенергії.

Старі пристрої, такі як старі холодильники можуть бути менш ефективними в споживанні енергії порівняно з новішими моделями. Вони мають низький (КПД) та більшу витрату електричної енергії для виконання тих самих функцій, тому було прийнято рішення про заміну холодильників у даному випадку.

Також не малу частину бюджету на утримку функціонуючої офісної будівлі беруть на себе витрати на внутрішнє освітлення. Використання енергоефективних світлодіодних (LED) ламп та систем датчиків автоматичного вимкнення світла у коридорах та сходових майданчиках допоможе знизити споживання електроенергії, та заощадити кошти,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

розрахунок заощаджених коштів наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Результати розрахунку економічних показників по впровадженним заходам

Захід №	Захід з енергозбереження	Витрати на впровадження, тис. грн	Річна економія електроенергії (кВт·год/рік)	Річна економія витрат, тис. грн	Простий термін окупності, років
1	Модернізація системи внутрішнього освітлення	73,600	9296,64	41,835	1,76
2	Заміна холодильників	400	7990	35,955	11,12
3	Встановлення терморегуляторів на батареях	19,58	1743,12	7,844	2,4

3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРІЇ НА ОБ'ЄКТІ

3.1 Системи паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз

Теплопостачання закладу здійснюється за допомогою котельні на п'ятому поверсі п'ятиповерхової частини будівлі встановлено котельню габаритами в плані 7,8x11,43м. Котельня вбудована в корпус на висоті п'ятого поверху, обладнана окремим виходом по сходовій клітині назовні та виходом на покрівлю. Котельня одною стіною примикає до сходової клітини, іншою до кімнати відпочинку.

В котельні встановлюються два сталеві опалювальні котли VITOPLEX 200, тип SX2 фірми "Viessmann" », Німеччина, потужністю по 560 кВт кожний з пальниками фірми "Weishaupt" WM-G10/2-A, ZM, R11/2". 3.1.4. Загальна потужність котельні 1120 кВт. Теплоносій для систем опалення та приготування води для систем гарячого водопостачання - мережева вода з температурою 90-70°C.

Паливо для котельні - природний газ, одорований, для комунально-побутового призначення з розрахунковою нижчою теплотою згорання 33,52 МДж/нм³ (8000 ккал/нм³). Розрахункова витрата газу на котельню 1276,0 нм³/год (максимальна), 30 нм³/год (мінімальна).

Котли працюють на природному газі низького тиску. Тиск газу перед відсічними клапанами пальників котла становить P=2,0 КПа Кожний котел обладнаний одним газовим пальником "Weishaupt" WM- G10/2-A, ZM, R11/2". Максимально-годинна витрата газу на котел становить 63,5 нм³/год.

					НТУУ 001.9113.055 ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Родіна Ю.О.			АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Шовкалюк М.М.					42	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

Подавання природного газу низького тиску в котельню здійснюється по газопроводу Ду80 мм після регуляторного пункту.

3.2 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії

Робота колельні забезпечує потреби на опалення та вентиляцію та потреби на гаряче водопостачання. Основна частина енергії спрямовується на забезпечення опалення та вентиляції для підтримки оптимальних умов зберігання товарів на складах.

Опалювальні прилади - панельні сталеві радіатори RADIK ф. „KORADO" з боковим підключенням для офісних приміщень та сходових клітин, чавунні радіатори MC-140 для венткамер та реєстри з водогазопровідних труб для технолопчних приміщень.

Для складу передбачено повітряне опалення повітряно з опалювальними установками LH25 тип ф. "WOLF», що встановлюється на стінах приміщення.

Вентиляція для офісних приміщень та складу передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім спонуканням. Механічне спонукання відбувається за допомогою вентиляторів, які активно видувають повітря з приміщення або втягують свіже повітря ззовні. Природне спонукання відбувається через природні фактори, такі як різниця температур між зовнішнім середовищем та внутрішнім приміщенням, а також вітровий тиск. Ці фактори сприяють руху через вікна, двері, вентиляційні клапани. Комбінація механічного та природного спонукання дозволяє забезпечити ефективну та енергоефективну вентиляцію, забезпечуючи достатній обмін повітря для забезпечення здорового та комфортного середовища в приміщенні.

Для адміністративно-побутових приміщень, санвузлів, кімнат приймання їжі, коридорів 2-5-го поверхів запроектовані припливні системи вентиляції та окремі витяжні системи з каналними вентиляторами. Витяжні

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

системи з каналними вентиляторами використовуються для вилучення використаного або забрудненого повітря з приміщень. Канали підключають ці витяжні отвори до центрального витяжного вентилятора, який здійснює видалення повітря з приміщень. Така комбінація припливних систем вентиляції і окремих витяжних систем з каналними вентиляторами дозволяє забезпечити ефективний обмін повітря в приміщенні. Припливна система забезпечує постачання свіжого повітря, а витяжна система з каналними вентиляторами видаляє використане або забруднене повітря. Це сприяє комфорту, здоров'ю та безпеці приміщень.

До адміністративно-побутових приміщень, коридорів 1-го та 2-го поверхів запроектована припливна система вентиляції з механічним спонуканням. Окремі витяжні системи передбачені для санвузлів, комор інструменту, прибирального інвентаря з компенсацією припливного повітря через коридор.

У складському приміщенні застосовується припливна система вентиляції "WOLF".

Елементом системи вентиляції є повітрозбірний канал, який виступає з фасаду, зображений на малюнку 3.1.



Рисунок 3.1 – Повітрозбірний канал

За 2021 рік річні витрати тепла становили 653,730 Гкал у таблиці 3.1 ми

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

бачимо як розподілялись витрати між споживачами.

Таблиця 3.1 –Розподіл витрат теплової енергії між споживачами .

Споживач:	Витрати, Гкал
Опалення водяне	128,23
Опалення повітряне	221,5
Вентиляція	187
ГВП	117
Разом	653,73

За даними таблиці 3.5 побудуємо баланс споживання теплової енергії 3.2.

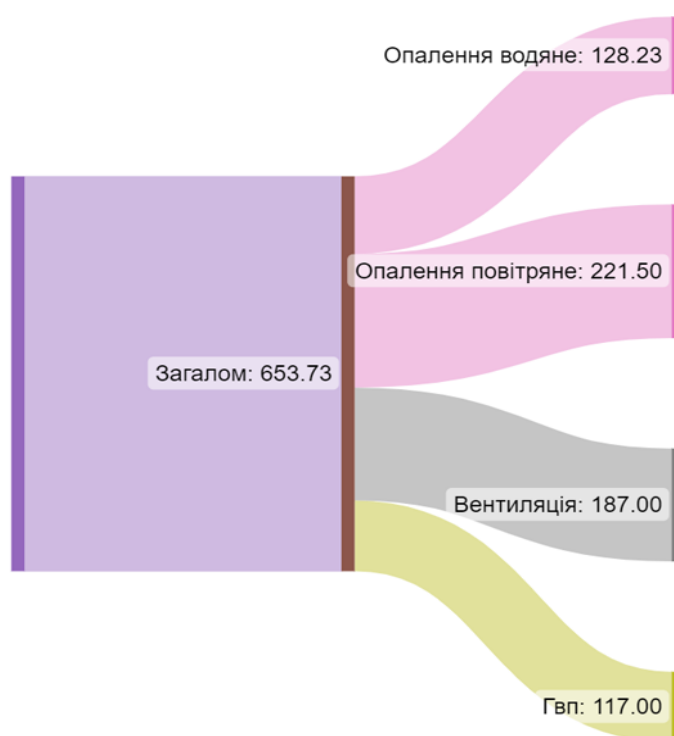


Рисунок 3.2 – Баланс споживання теплової енергії

На діаграммі Санкей ми бачимо розподіл витрат теплової енергії між споживачами за 2021 рік. Найбільше ресурсу йде на повітряне опалення та вентиляцію приміщень. Найменше витрачається на ГВП.

3.3 Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту

Зовнішні стіни виконані з повнотілої цегли силікатної на цементно піщаному розчині густиною 1800 кг/м^3 , товщиною 380 мм.

Утеплювач - негорючі базальтоволокнисті плити з мінеральної вати густиною 100 кг/м^3 , товщиною 70 мм, мінеральна вата вмонтована на стіну, на

неї накладається металева сітка та шар штукатурки, з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda=0,82$ Вт/(м·К) та товщиною $\delta=0,005$ м. Та кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині - 100 мм. Зовнішній фасад не має видимих пошкоджень.

Вікна металопластикові з загальною кількістю 95 шт. різними розмірами 15 варіацій, найчастіше (28 шт) розміром 1,8x1,5 м, та загальною площею 372 м².

Двері у складській частині будівлі встановлені металеві алюмінієві ролетні з сендвіч панелей. Всього таких дверей 9 штук розмірами 4x4,5м (4-шт) і 3,5x3,5м(5-шт). Також встановлені металопластикові двері у кількості 7 штук, розміром 1,5x1,8м, загальна площа яких складає 12,6 м².

Дах складається з шести шарів: залізобетонні плити товщиною 0,15 м, керамзиту товщиною 0,09 м, утеплювачу з мінеральної вати товщиною 0,23 м, руберойду товщиною 0,003 м, шаром гідроізоляції товщиною 0,004 м, листів вермикулітових товщиною 0,01 м.

Підлога складається з монолітного залізобетону густиною 2500 кг/м³ , товщиною 40 мм, керамзитобетон густиною 1600 кг/м³ , товщиною 300 мм, полістиленова плівка , цементно-піщана стяжка густиною кг/м³ 400 мм.

Для визначення тепловтрат об'єкту проведемо розрахунок тепловтрат через зовнішні огорожуючі конструкції.

Розрахунок термічного опору зробимо за фактичними геометричними розмірами, які були визначені за наданими даними від підприємства. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

Непрозорі огорожувальні конструкції

Загалом фасад об'єкту виглядає охайно та доглянуто, видимих пошкоджень немає, на тепловізійному фото критичних ділянок не зафіксовано рисунок 3.3.

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

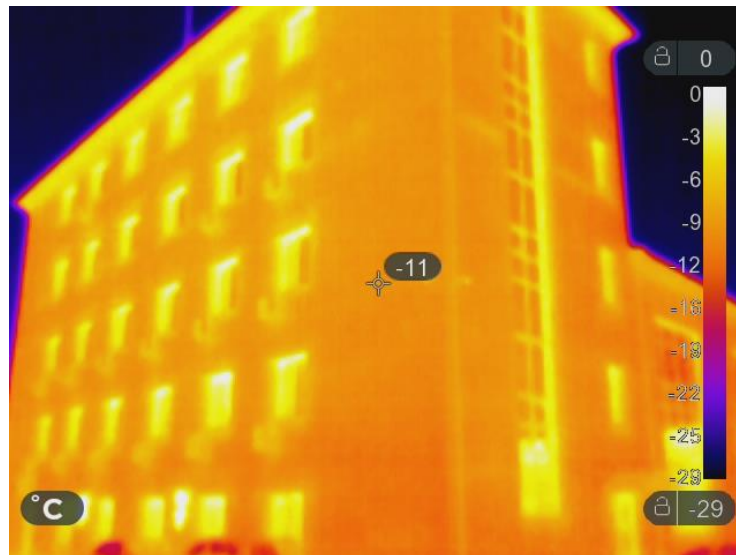


Рисунок 3.3 – Тепловізійне фото фасаду будівлі

Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням в I температурній зоні [2]:

$$R = \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}. \quad (3.1)$$

R_i – термічний опір шарів конструкції, який розраховується за формулою:

$$\sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}; \quad (3.2)$$

де: λ_i – коефіцієнт теплопровідності i -го шару, Вт/(м²·К);

δ_i – товщина i -го шару, м;

Склад стіни:

де δ_1 - товщина шару цегли повнотілої силікатної на цементно піщаному розчині,

$\delta_1 = 0,38$ м;

δ_2 - утеплювач $\delta_2 = 0,07$ м;

δ_3 - штукатурка $\delta_3 = 0,005$ м;

δ_4 - кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині, $\delta_4 = 0,1$ м;

λ_1 – теплопровідність силікатної цегли, $\lambda_1 = 0,87 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

λ_2 - утеплювач $\lambda_2 = 0,048 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{С}}$;

λ_3 - штукатурка $\lambda_3 = 0,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{С}}$;

λ_4 – кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині, $\lambda_4 = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot^\circ\text{С}}$;

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}}$;

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі, $\alpha_2 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot^\circ\text{С}}$;

Підставляємо значення у формулу (3.1):

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,07}{0,048} + \frac{0,005}{0,82} + \frac{0,1}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,18 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для стін за ДБН в.2.6-31:2021 [3]. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції $R_{q \text{ min}} = 4 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$.

$$R_{w \text{ min}} = 2,18 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{\text{ст}} < R_{w \text{ min}}$$

З отриманих результатів робимо висновок, що значення термічного опору не відповідає нормативному значенню, тому в майбутньому потрібно виконати утеплення фасадів [5].

Коефіцієнт теплопередачі стіни знаходиться за формулою:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{R_{\Sigma}} \quad (3.3)$$

У нашому випадку, коефіцієнт теплопередачі буде складати:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{2,18} = 0,459 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Світлопрозорі огорожувальні конструкції

В споруді встановлено двокамерні металопластикові вікна різних варіацій розмірів. Загальна площа вікон складає $F_{\text{в}} = 372 \text{ м}^2$. Типи вікон будівлі зазначено у дод.1. Фото вікна рисунок 3.4.

Тепловізійна зйомка показала, що через металопластикові віконні

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

конструкції з двокамерним склопакетом в пластикових рамах, значних втрат тепла не помітно рисунок 3.5.



Рисунок 3.4 – Фото вікон об'єкту

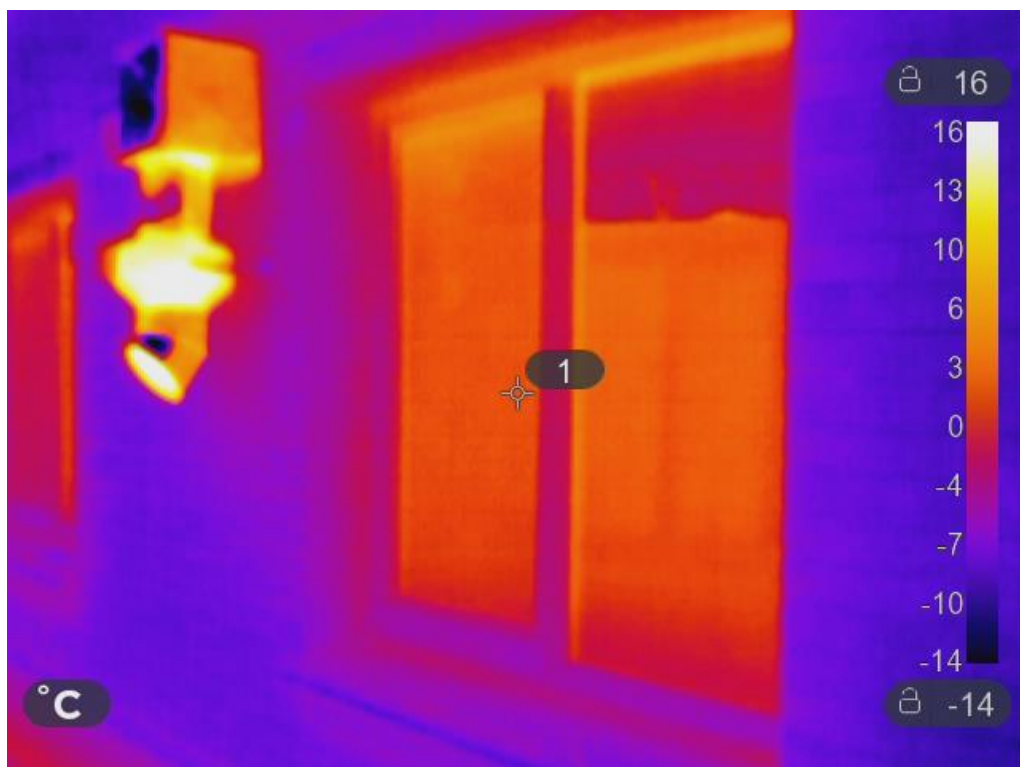


Рисунок 3.5 – Тепловізійне фото вікна

Опір теплопередачі металопластикових вікон $R_{\text{вікон}} = 0,55 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Коефіцієнт теплопередачі металопластикового вікна з подвійним склінням знайдемо за формулою (3.3) :

$$k_{в.д.} = \frac{1}{0,55} = 1,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для вікон (див. дод.1.):

$$R_{wmin} = 0,45 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{вікон} > R_{wmin}.$$

Як бачимо, теплозахисні властивості зовнішніх огорожень знаходяться у задовільному стані, і повністю відповідають стандартам [3].

Дверні конструкції

У складській частині будівлі встановлені металеві алюмінієві ролетні двері з сендвіч панелей, рисунок 3.6, через них спостерігаються значні тепловтрати. Всього таких дверей 9 штук розмірами 4х4,5м (4-шт) і 3,5х3,5м(5-шт). Площа металевих ролетних дверей складає 124,5 м².



Рисунок 3.6 – Фото ролетних дверей об'єкту
Тепловізійне фото ролетних дверей представлено на рисунку 3.7.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

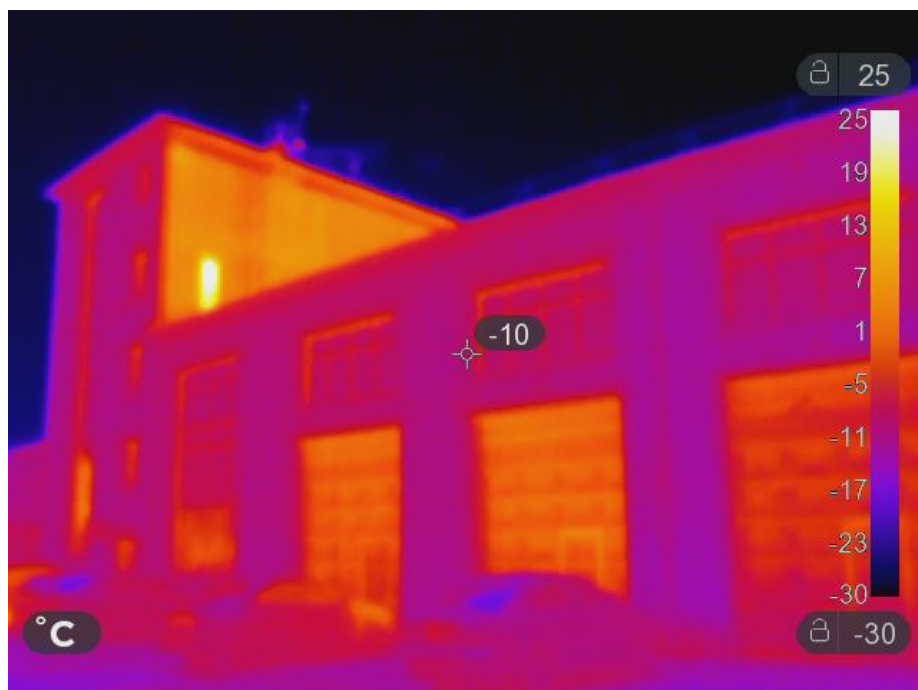


Рисунок 3.7 – Тепловізійне фото фасаду

Схема фасаду представлена на рисунку 3.8.

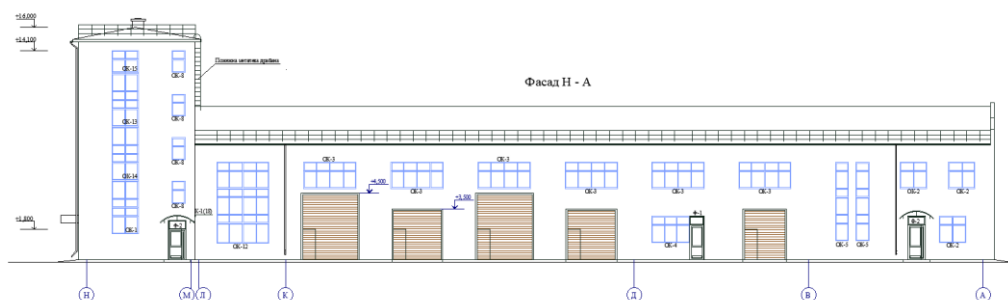


Рисунок 3.8 – Схема фасаду об'єкту

Опір теплопередачі сталевих ролетних дверей складає:

Згідно з технічною документацією:

$$R_{в.а.} = 0,159 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі металевих воріт знайдемо за формулою (3.3):

$$k_{в.м.} = \frac{1}{0,159} = 6,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для воріт:

$$R_{wmin} = 0,6 \frac{\text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}; R_{в.а.} < R_{wmin}.$$

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, значення термічного опору ролетних дверей не відповідає нормованому. Рекомендується встановити теплову завісу.

Також на об'єкті встановлені металопластикові двері у кількості 7 штук, розміром 1,5x1,8м, загальна площа складає 12,6 м².

Опір теплопередачі металопластикових дверей складає: $R_{\Sigma} = 0,9 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі дверей [3]:

$$R_{q \text{ min}} = 0,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Так як $R_{\Sigma} > R_{q \text{ min}}$, то теплозахисні властивості дверей у задовільному стані.

Коефіцієнт теплопередачі металопластикових дверей:

$$k_{\text{мп.двері}} = \frac{1}{0,9} = 1,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Дах

Складається з наступних шарів:

1) Залізобетонні плити з $\lambda=1,55 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$ товщиною $\delta=0,15$ м ;

2) Керамзит з $\lambda=0,075 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$ товщиною $\delta=0,09$ м ;

3) Утеплювач мінеральна вата $\lambda_{\text{бетон-кер.}}= 0,064 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_{\text{бетон-кер.}}= 0,23$ м;

4) Руберойд з $\lambda=0,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{С}}$ товщиною $\delta=0,003$ м;

5) Шар гідроізоляції $\lambda_{\delta} = 0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_{\delta} = 0,004$ м;

6) Лист вермикулітовий $\lambda_{\text{с}}=0,098 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta_{\text{с}}=0,01$ м;

Розрахуємо опір теплопередачі :

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					52

Опір теплопередачі даху складає:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,09}{0,075} + \frac{0,23}{0,064} + \frac{0,003}{0,15} + \frac{0,004}{0,7} + \frac{0,01}{0,098} + \frac{1}{6} = 6,22 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі перекриття неопалювальних горищ $R_{q \min} = 6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$

$$R_{\Sigma} > R_{q \min}.$$

Коефіцієнт теплопередачі перекриття:

$$k_{\text{дах}} = \frac{1}{6,22} = 0,16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

З отриманого розрахунку робимо висновок, що дах відповідає нормативному значенню, теплоізоляція відповідає нормам.

Підлога

Підлога складається з наступних шарів:

- 1) Залізобетон монолітний, $\lambda=1,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$ товщиною $\delta=0,04$ м ;
- 2) керамзитобетон, $\lambda=0,67 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$ товщиною $\delta=0,3$ м ;
- 3) поліетиленова плівка, $\lambda=0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$ товщиною $\delta=0,01$ м ;
- 4) цементно-піщана стяжка, з $\lambda=0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ \text{C}}$ товщиною $\delta=0,4$ м ;

Результати обчислень опорів теплопередачі для огорожень наведено в табл.3.2.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 3.2 – Підсумкова таблиця стану огорожувальних конструкцій об'єкту.

Найменування огороження	Шар	$\delta, \text{ м}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$a_{\text{в}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$a_{\text{з}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	2	3	4	5	6	7
Зовнішні стіни	Повнотіла силікатна цегла	0,38	0,87	8,7	23	2,18
	Утеплювач	0,07	0,048			
	штукатурка	0,005	0,82			
	кладка цегляна з повнотілої керамічної цегли	0,1	0,81			
Світлопрозорі конструкції	металопластик	–	–	–	–	0,55
Двері сталеві ролетні	алюміній	0,077	221	8,7	23	0,159
Двері	металопластик	–	–	–	–	0,9
Дах	Залізо бетонні плити	0,15	1,55	8,7	6	6,22
	керамзит	0,09	0,75			
	Утеплювач	0,23	0,064			
	руберойд	0,003	0,15			
	гідроізоляція	0,004	0,7			
	Лист вермикулітовий	0,01	0,098			

Продовження таблиці 3.2

підлога	Залізобетон монолітний	0,04	1,92	8,7	12	1,12
	керамзитобетон	0,3	0,67			
	поліетиленова плівка	0,01	0,41			
	цементно- піщана стяжка	0,4	0,93			

3.4 Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій об'єкту

Визначимо втрати теплоти для кожного виду огорожувальних конструкцій

Тепловтрати через зовнішні огороження визначаються за формулою (3.4):

$$Q_o = \Sigma(K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i) b_u (1 + \Sigma \beta) = \Sigma \left(\frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot (t_{вн} - t_{р.о.}) \right) b_u (1 + \Sigma \beta); \quad (3.4)$$

Де R_i – опір теплопередачі i -ого огороження, $m^2 \cdot K/Вт$;

F_i – площа i -ої огорожувальної конструкції, m^2 ;

$t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}C$;

$t_{р.о.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення;

b_u – поправочний коефіцієнт урахування зменшення розрахункової різниці температур між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом/зоною;

$\Sigma \beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які

враховуються для зовнішніх вертикальних огорожувальних

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцій будівлі (стіни, двері і вікна), орієнтовані на:

- північ, схід, північний-схід і північний-захід, $\Sigma\beta = 0,1$;
- південний-схід і захід, $\Sigma\beta = 0,05$;
- для усіх інших огорожень, $\Sigma\beta = 0$;

K_i – коефіцієнт теплопередачі, $Вт/(м^2 \cdot К)$, що розраховується за формулою (3.3).

Приймаємо, що розрахунок внутрішнього повітря $t_{вн} = 20^\circ C$, розрахунок температури зовнішнього повітря $t_3 = -22^\circ C$,

Для визначення втрат теплоти підрахуємо площу огорожувальних конструкцій:

Площі стін мають наступні значення:

$$F_{пн-зх} = F_{пд-сх} = 24 \cdot 14,1 = 338,4 \text{ м}^2.$$

$$F_{пн-сх} = F_{пд-зх} = 7,2 \cdot 14,1 + 54,5 \cdot 9 = 592,02 \text{ м}^2.$$

Загальна площа стін: $F_{стін} = 1860,84 \text{ м}^2$.

Визначимо площі світлопрозорих конструкцій:

$$F_{ск} = n \cdot a \cdot b, \quad (3.5)$$

Де n – кількість конструкцій за стороною світу ;

a – довжина конструкції, м;

b – висота конструкції, м;

$$F_{пн-сх} = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 3 + 1,8 \cdot 1,5 \cdot 26 = 79,92 \text{ м}^2;$$

$$F_{пн-зх} = 5,4 \cdot 0,9 \cdot 1 + 1,5 \cdot 2 \cdot 6 + 1,5 \cdot 0,9 \cdot 4 + 5,5 \cdot 3,6 \cdot 2 = 67,86 \text{ м}^2;$$

$$F_{пд-зх} = 3,6 \cdot 1,8 \cdot 2 + 1,8 \cdot 3,6 \cdot 10 + 1,8 \cdot 2,6 \cdot 1 + 1,8 \cdot 2,48 \cdot 2 + 3,6 \cdot 1,8 \cdot 2 \\ = 104,328 \text{ м}^2;$$

$$F_{пд-сх} = 5,4 \cdot 0,9 \cdot 2 + 1,5 \cdot 0,9 \cdot 8 + 1,5 \cdot 1,5 \cdot 23 + 3,6 \cdot 1,8 \cdot 2 + 1,5 \cdot 1,8 \cdot 2 \\ + 1,8 \cdot 5,49 \cdot 4 = 119,892 \text{ м}^2.$$

$$F_{ск} = 372 \text{ м}^2.$$

Площа ролетних дверей:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					56

$$F_{\text{Пн-Сх}} = 4 \cdot 4,5 \cdot 2 + 3 \cdot 3,5 \cdot 2 = 57 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{Пн-Зх}} = 0;$$

$$F_{\text{Пд-Зх}} = 4 \cdot 4,5 \cdot 2 + 3 \cdot 3,5 \cdot 3 = 67,5 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 0;$$

$$F_{\text{р,дв}} = 124,5 \text{ м}^2.$$

Площа вхідних дверей:

$$F_{\text{Пн-Сх}} = 1,5 \cdot 1,8 \cdot 2 = 5,4 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{Пн-Зх}} = 1,5 \cdot 1,8 \cdot 2 = 5,4 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Зх}} = 1,5 \cdot 1,8 \cdot 3 = 8,1 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{Пд-Сх}} = 0;$$

$$F_{\text{дв}} = 18,9 \text{ м}^2.$$

Підставимо значення у формулу (3.4):

$$Q_{\text{ст}} = \left(\frac{1}{2,18} \cdot 592,02 \right) \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 1,1 = 12,546 \text{ кВт} = 0,0108 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через вікна за формулою:

Загальна площа вікон, що виходять на Північний-схід– по 79,92 м².

Підставимо значення у формулу (3.4):

$$Q_{\text{в.д.}} = \left(\frac{1}{0,55} \cdot 79,92 \right) \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 1,1 = 6,71 \text{ кВт} = 0,0058 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через ролетні двері:

Загальна площа дверей , що виходять на Північний-схід– по 57 м².

Підставимо значення у формулу (3.4):

$$Q_{\text{в.м.}} = \left(\frac{1}{0,159} \cdot 57 \right) \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 1,1 = 16,56 \text{ кВт} = 0,0142 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}.$$

Визначимо втрати теплоти через дах цеху за формулою:

Загальна площа даху складає 1672,2 м².

Підставимо значення у формулу (3.4):

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					57

$$Q_{\text{дах}} = \left(\frac{1}{6,22} \cdot 1672,2 \right) \cdot (20 + 22) \cdot 1 \cdot 1,1 = 11,29 \text{ кВт} = 0,0097 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Розрахуємо теплові втрати будівлі, підлога якої розташована на ґрунті.

Загальна площа підлоги складає 1480,8 м².

Підрахуємо теплові втрати для будівлі.

Загальна площа підлоги складає 1480,8 м².

Схема розрахункової методики представлена на рисунку 3.9.

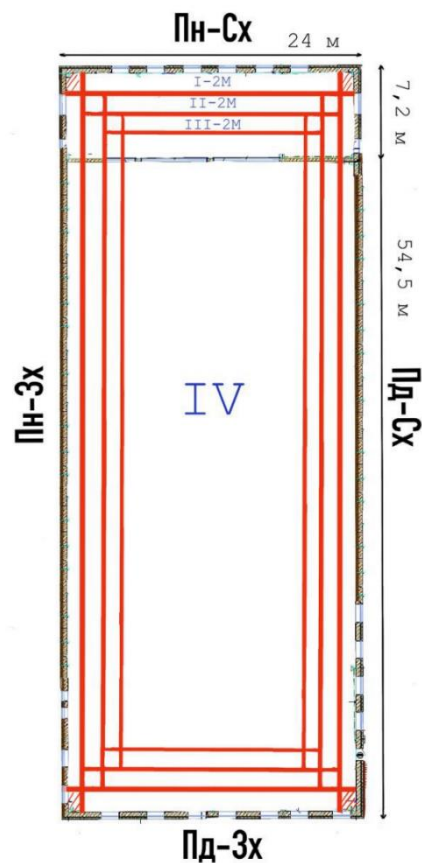


Рисунок 3.9 – Схема розрахункової методики у розрізі об'єкту

$F_{\text{ок}}$ - з Пн-Сх, Пд-Сх (16,2 м²).

$F_{\text{ок}}$ - з Пн-Зх (10,2 м²).

$F_{\text{ок}}$ - з Пд-Зх (14,6 м²)

L - довжина будівлі (61,7 м).

Ш - ширина будівлі (24 м).

h - висота першого поверху (2,6 м)

1) Визначимо геометричні розміри огорожень для розрахунку

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					58

теплових втрат за правилами обміру:

$$A \cdot B - F_{ок} = L \cdot h - F_{ок}; \quad (3.6)$$

Зовнішні стіни з Пн-Сх і Пд-Сх.

$$A \cdot B - F_{ок} = 61,7 \cdot 2,6 - 16,2 = 1464,6 \text{ м}^2.$$

Зовнішні стіни з Пн-Зх.

$$A \cdot B - F_{ок} = 61,7 \cdot 2,6 - 10,2 = 1470,6 \text{ м}^2.$$

Зовнішні стіни з Пд-Зх.

$$A \cdot B - F_{ок} = 61,7 \cdot 2,6 - 14,6 = 1466,7 \text{ м}^2.$$

Площі зон підлоги:

- Зона 1 - $(Ш) \cdot 2 + (L) \cdot 2 = 24 \cdot 2 + 61,7 \cdot 2 = 171,4 \text{ м}^2.$
- Зона 2 - $(Ш - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2) \cdot 2 = (24 - 2) \cdot 2 + (61,7 - 2 - 2) \cdot 2 = 159,4 \text{ м}^2.$
- Зона 3 - $(Ш - 2 - 2) \cdot 2 + (L - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = (24 - 2 - 2) \cdot 2 + (61,7 - 2 - 2 - 2) \cdot 2 = 151,4 \text{ м}^2.$
- Зона 4 – Розрахуємо підлогу що залишилась: $1480,8 - 171,4 - 159,4 - 151,4 = 998,6 \text{ м}^2.$

Розрахуємо термічний опір утеплюючих шарів підлоги за формулою (3.1):

$$R_{у.п} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{1,92} + \frac{0,3}{0,67} + \frac{0,01}{0,41} + \frac{0,4}{0,93} + \frac{1}{12} = 1,12 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Отже по зонам значення опорів наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Термічний опір підлоги в залежності від зони

Зона	I	II	III	IV
Термічний опір, (м²К)/Вт	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ 3,27	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ 5,43	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ 9,72	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ 15,32

Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі зведено в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Загальна таблиця тепловтрат підлоги.

Огородження офісної частини	Орієнтація	$R, \frac{m^2 \cdot K}{W}$	F, m^2	$\Delta t, ^\circ C$	1 + $\Sigma\beta$	Q_o, W
Зона 1		3,27	171,4	42	1	2201,468
Зона 2		5,43	159,4		1	1232,928
Зона 3		9,72	151,4		1	654,1975
Зона 4		15,32	998,6		1	2737,676
Загалом:						6826,27

Отже згрупуємо розрахунки у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Загальна таблиця тепловтрат на будівлю.

Огородження	Орієнтація	$R, \frac{m^2 \cdot K}{W}$	F, m^2	$\Delta t, ^\circ C$	b_u	1 + $\Sigma\beta$	Q_o, W
ЗС (без СК, ДВ)	Пн-Сх	2,18	592,02	42	1	1,1	12546,48
	Пд-Сх		338,4			1,05	6845,61
	Пд-Зх		592,02			1	11405,89
	Пн-Зх		338,4			1,1	7171,60
СК	Пн-Сх	0,55	79,92	42	1	1,1	6713,28
	Пд-Сх		119,89			1,05	9613,16
	Пд-Зх		104,33			1	7966,87
	Пн-Зх		67,86			1,1	5700,24
Дв. ролетні	Пн-Сх	0,159	57	42	1	1,1	16562,26
	Пд-Сх		0			1,05	0,00
	Пд-Зх		67,5			1	17830,19
	Пн-Зх		0			1,1	0,00
Дв. металопластик	Пн-Сх	0,9	5,4	42	1	1,1	277,20
	Пд-Сх		0			1,05	0,00
	Пд-Зх		5,4			1	252,00
	Пн-Зх		8,1			1,1	415,80
Дах		6,22	1672,2	42	1	1	11291,25
Підлога		-	1480,8	42	1	-	6826,27
Разом							121418,1

3.5 Оцінка стану теплової ізоляції розподільчих тепломереж об'єкту.

Тепловою ізоляцією покриваються газоходи та трубопроводи гарячої води.

Газоходи

Газохід та димова труба з нержавіючої сталі покриваються теплоізоляцією з базальтового волокна, товщиною 35 мм, покривний шар-лист сталевий, оцинкований, товщиною 0,6 мм. Газохід та димова труба збираються з секцій Ф330/250 довжиною 1,0 м трубопроводи до нанесення ізоляції.

Трубопроводи

Основний теплоізоляційний шар для трубопроводів Ду20 та Ду125 це теплоізоляційні циліндри URSA, товщиною 30-40 мм, із скляного штапельного волокна. Товщина теплоізоляційного шару для трубопроводів Ду125-50 прийнята 50 мм, для діаметрів Ду 40 - 30 мм. Покривний шар - алюмінієва фольга.

3.6 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі.

За 2021 рік річні втрати тепла становили 121418,1 Вт у таблиці 3.6 ми бачимо як розподілялись втрати.

Таблиця 3.6 –Розподіл втрат теплової енергії між огорожувальними конструкціями .

Огородження	Q, Вт
ЗС (без СК, ДВ)	37969,58
СК	29993,55
Дв. роletні	34392,45
Дв. металопластик	945
Дах	11291,25
Підлога	6826,27

За даними таблиці 3.5 побудуємо баланс тепловтрат будівлі 3.10.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61



Рисунок 3.10 – Теплові втрати крізь огорожувальні конструкції

3.7 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії, котельня

Теплопостачання закладу забезпечується за допомогою котельні. Розміри котельні в плані становлять 7,8x11,43 метра. Котельня вбудована в корпус будівлі на висоті п'ятого поверху і має окремий вихід на зовнішній бік через сходову клітину, а також вихід на покрівлю. Одна стіна котельні прилягає до сходової клітини, а інша - до кімнати відпочинку.

У котельні встановлені два сталеві опалювальні котли VITOPLEX 200, тип SX2 від компанії "Viessmann" з Німеччини. Потужність котла 560 кВт він обладнаний пальниками фірми "Weishaupt" моделей WM-G10/2-A, ZM, R11/2".

План розташування обладнання зображений на схемі 3.11.

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

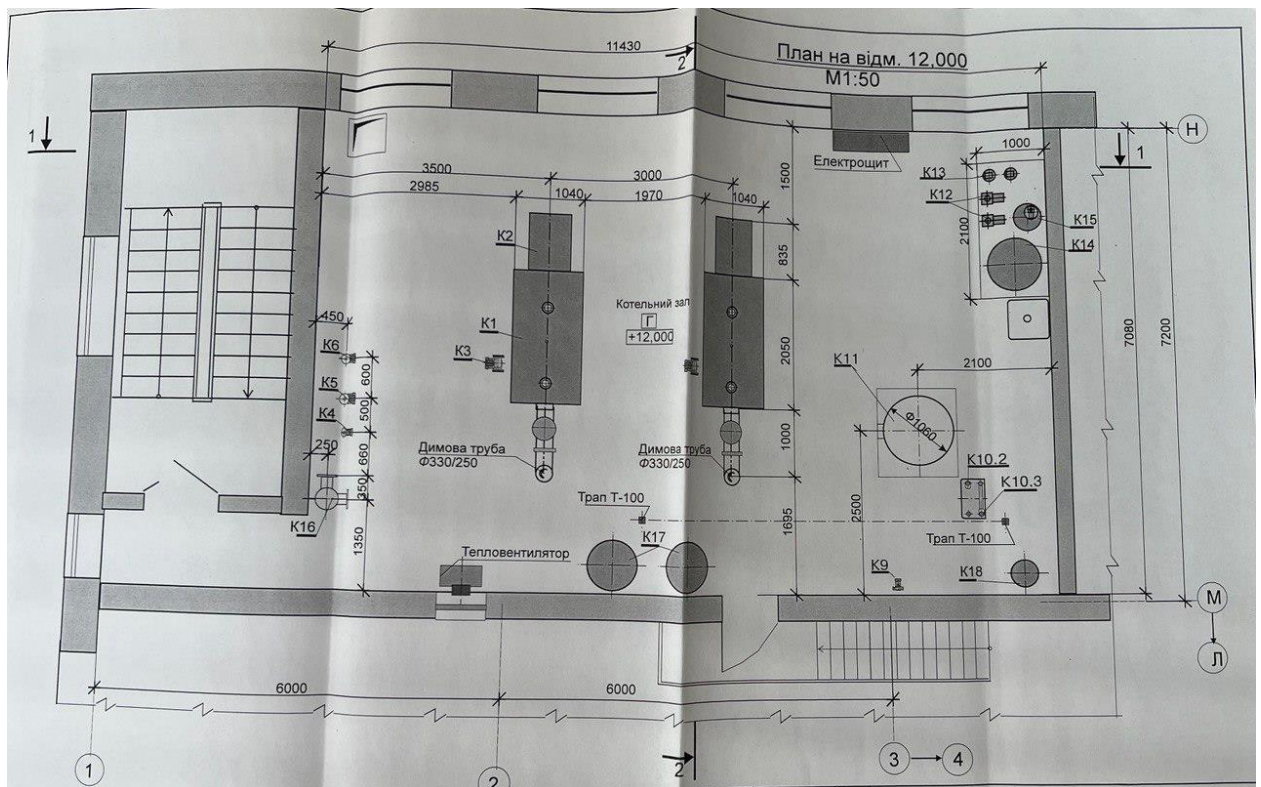


Рисунок 3.11 – Котельня, розташування обладнання

В котельному залі встановлюються:

- котли;
- газове обладнання;
- водопом'якшувальна установка з помпами підживлення, резервуаром підживлюючої води, установка хімічної деаерації (комплекс пропорційного дозування);
- розширювальні баки;
- мережеві помпи;
- установка ГВП засоби обліку витрат води;
- димові труби.

Котел поставлявся у повній заводській готовності комплектно з системами автоматики і захисту і працює у автоматичному режимі без постійного обслуговуючого персоналу.

Проектом передбачена двотрубна система з поверховою розводкою та

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

верхнім розведенням подавального та зворотнього трубопроводів.

На кожному котлі встановлено пристрій цифрового програмного управління контуром котлової води "VITOTRONIK 100 GC1" та один пристрій погодозалежного цифрового каскадного управління "VITOTRONIK 300 MW1"

Система котлової автоматики забезпечує:

- автоматизацію процесу спалювання палива;
- високу ефективність спалювання палива;
- автоматичне включення в роботу необхідної кількості котлів для
- забезпечення температури мережевої ВОДИ в залежності від температури зовнішнього повітря;

Основні показники котельні

Теплопродуктивність котельні показник який визначається здатністю генерувати теплову енергію для опалення та постачання гарячої води занесено у таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Теплопродуктивності котельні .

Розрахунковий режим	Теплопродуктивність котельні, кВт		
	витрата теплоти на		
	опалення та вентиляцію	гаряче водопостачання	загальна
Максимально зимовий (-22°C)	986,5	132,9 (сер.) 132,5 (макс.)	1119,4
Найбільш холодного місяця (-5,9°C)	589,4	132,9 (сер.)	722,3
Літній	0	106,3 (сер.) 146,8 (макс.)	20

Технічні характеристики котельні занесено у таблицю 3.8.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 3.8 –Технічні характеристики котельні.

Найменування	одиниці	Кількість
Теплова продуктивність котла: номінальна	кВт	560
Температура води на виході з котла	° С	90
Розрахунковий к.к.д.	%	94
Температура димових газів при навантаженні номінальному:	° С	185
Температура димових газів при навантаженні мінімальному:	° С	125
Коефіцієнт надлишку повітря		1,17
Приєднувальний тиск газу на пальник номінальний	КПа	2,5
Витрата природного газу при номінальному навантаженні	нм ³ /год	63,5
Обсяг води в котлі	м ³	0,635

3.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті

За використані енергоносії (електроенергія, теплоенергія, вода) офіс розраховується за показниками лічильників. На даному об'єкті система моніторингу обсягу споживаних ресурсів є задовільною. Система обліку

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоносіїв у корпусі представлена лічильниками:

Лічильником газу Ду 80, $Q_{\min}=1$ м/год: $Q_{\max}=160$ м'/год (в комплекті з фланцями) – 1шт.

Лічильник води Ф 15 МТОН 1.5 АН90 – 2шт.

Лічильник води Ф15 МТ QN 1.5 Т 40. (для обліку питної води)

Лічильник холодної води, Ду 25, $G=3,5$ м°/г, ЕТК1-12528- 2шт.

Лічильник холодної води, Ду 20, $G=2.5$ м~/г. ЕТК1-77114 - 2шт.

Лічильники холодної води встановлені на подаючому трубопроводі у котельню. Також врахований лічильник гарячої води який знаходиться на виході з котельні

3.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії

Розрахунки показали що в будівлі, яка на перший погляд є доволі сучасною, є великий потенціал до енергозбереження. Тепловтрати через зовнішні огороження будинку є досить суттєвими тому пропонується зробити утеплення [7].

У фасаді офісу присутні габаритні алюмінієві ворота опір теплопередачі яких є незадовільним, тому у якості заходу пропонується зробити теплову завісу.

На даний момент контроль температури в будівлі здійснюється безпосередньо через пристрої управління встановлені у котельні, тому змоги регулювати температуру у приміщеннях за місцем не можливо. Тому доречно встановлення терморегуляторів. Установка терморегуляторів дозволить оптимізувати використання системи опалення в офісі.

Промивка системи опалення є обов'язковою для будівель з котельнею, адже це впливає на довговічність роботи установки.

Будемо вважати, що ставка дисконту для розрахунків термінів окупності нижчезазначених заходів з енергоефективності становить 7,5 %.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Утеплення фасадів

Розрахунок показав що опір теплопередачі є незадовільним і є значні втрати тепла тому прийнято рішення про утеплення фасаду [6].

Для дотримання нормативних значень опору теплопередачі пропонується провести утеплення стін мінеральною ватою рисунок 3.12.

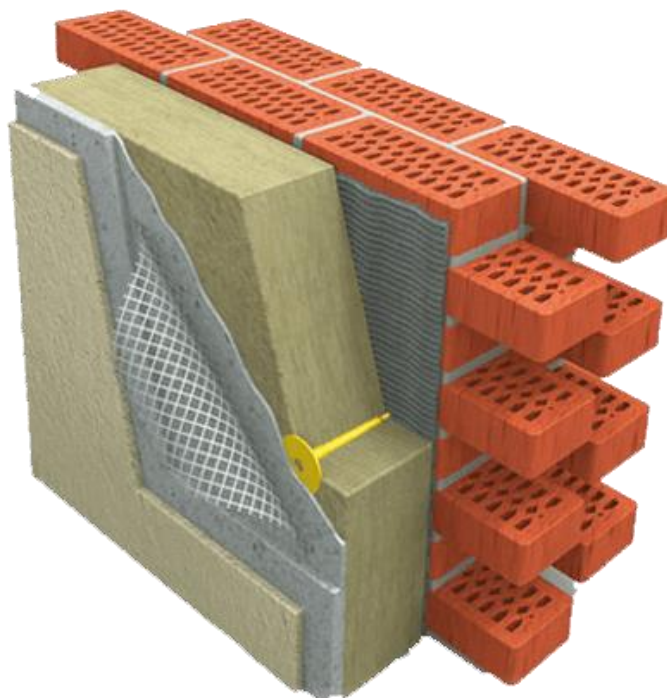


Рисунок 3.12 – Розріз конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками

Для утеплення обираємо матеріал з пінополістиролу з густиною 50 кг/м³. Він є відносно дешевим, надійним утеплювачем та має гарні характеристики.

Пінополістирол є полімерним матеріалом, що має закриті пори в своїй структурі, які забезпечують його низьку теплопровідність.

Пінополістирол виготовляється з полімерних смол, до яких додаються спеціальні пінопластоутворюючі речовини та розширювачі. В результаті формується легка, пориста структура з закритими порами. Фізично пінополістирол представляє собою пластичний матеріал білого кольору з гладкою поверхнею.

Пінополістирол має високу теплоізоляційну здатність, що дозволяє знизити втрати тепла через стіни, покрівлю та інші елементи будівельної

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

конструкції. Він має низький коефіцієнт теплопровідності, що забезпечує ефективну ізоляцію від холоду і тепла. Пінополістирол є легким матеріалом, що спрощує процес транспортування та монтажу. Він може бути легко розрізаний, пристосований до форми та розміру будівельних конструкцій, а також забезпечує хорошу адгезію до інших матеріалів. Пінополістирол має низьку водопоглинаючу здатність, що робить його стійким до впливу вологи. Це дозволяє використовувати його в умовах з високою вологою, таких як ванні кімнати, кухні та інші приміщення з підвищеною вологою.

У нашому випадку в будівлі є котельня тому вогнестійкість важливий фактор на який слід звернути увагу. Існують спеціальні типи пінополістиролу, які мають покращену вогнестійкість. Ці матеріали включають в себе модифікований пінополістирол або пінополістирол з додаванням вогнезахисних добавок. Ці модифікації роблять пінополістирол більш стійким до вогню. Тому оберемо саме такий матеріал пінополістирол Техноніколь CARBON 1180x580x100мм товщиною 100 мм.

Властивості які гарантує виробник: не вбирає воду, не набухає і не дає усадки, хімічно стійкий з додаванням негорючих сумішей і не схильний до гниття. Це відмінний теплоізоляційний матеріал для тих, хто шукає якісну теплоізоляцію із високими характеристиками. Пінополістирол ТЕХНОНІКОЛЬ CARBON є одним з найефективніших теплоізоляційних матеріалів. Висока міцність та низький показник теплопровідності.

Кріпити утеплювач можна на плитковий клей, але куди простіше і зручніше для цього використовувати монтажну піну Для монтажу плит пінопласту знадобляться наступні матеріали та інструменти:

- плити пінополістиролу (пінопласту) з товщиною 10 см і щільністю;
- будівельна клей-піна (середня витрата балон на 12 м²);
- ґрунтовка Бетоноконтакт або плівкотвірні аналоги;
- малярський хутряний валик;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- штукатурна терка з алмазної сіткою;
- ножівка з дрібним нерозведеним зубом;
- вимірювальний інструмент.

Інструкція монтажу Пінополістиролу, завдяки якій можна розрахувати основні матеріали, необхідна для проведення цього заходу з енергоефективності:

- По всій монтажній поверхні, в один шар наносимо плівкоутворювальний ґрунтовку, таку, наприклад, як Бетоноконтакт;
- Укладаємо лист на рівну горизонтальну поверхню і наносимо сітку з піни;
- Кріпимо пінополістирол дюбелями і монтуємо армуючу сітку
- Зовнішні кути закриваються куточком, звареним з тієї ж сітки;
- На металеву сітку наноситься ґрунтовка, а потім вирівнюючий шар штукатурки;
- Фінішний шар штукатурки або облиційної плитки.

Орієнтовна вартість проведення заходу з модернізації 100 м² фасаду представлена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Орієнтовна вартість проведення заходу з модернізації фасадів для будівель підприємства.

1. Найменування статті витрат	2. Од. вим.	3. Кількість на 100 м ²	4. Вартість одиниці, грн	5. Вартість на 100 м ² , грн	6. Загальна вартість, грн
Пінополістирол	м ²	100	450	45000	607500
Бетоноконтакт (ґрунтівка)	шт	3	480	1440	19440
Розпінний дюбель 10x120 мм	шт	350	5	1750	23625
будівельна клей-піна	шт	30	290	8700	117450
Сітка армована	шт	2,4	2200	5280	71280
Фарба ґрунтуюча	шт.	4	1100	4400	59400

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.9

Додаткові матеріали(плівка, наждачний папір, піна, малярська стрічка)	шт.	-	5000	5000	67500
Штукатурка декоративна	шт.	9	1150	10350	139725
Монтажні роботи			8000	8000	108000
Транспортні витрати			6000	6000	81000
Робочий проект обличкування фасаду будівлі			8000	8000	108000
Всього				103920	1402920

Площа фасадів окремо від площі вікон та дверних проїомів становить 1345,44 м².

Опір теплопередачі стіни до утеплення:

$$R_{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,07}{0,048} + \frac{0,005}{0,82} + \frac{0,1}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,18 \frac{м^2К}{Вт}$$

Визначимо опір теплопередачі стіни після утеплення:

$$R_{ут} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,07}{0,048} + \frac{0,005}{0,82} + \frac{0,1}{0,81} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{23} = 4,4 \frac{м^2К}{Вт}$$

Порівняльний аналіз опору теплопередачі стін після ізоляції з нормативним значенням [8]:

$$R_{ут} \geq R_{wmin}$$

$$4,4 \geq 4$$

Зменшення теплових втрат через зовнішні стіни за рахунок утеплення.

$$\Delta Q_{зс1} = \frac{1}{4,4} \cdot (592,02 \cdot 1,1 + 338,4 \cdot 1,05 + 592,02 \cdot 1 + 592,02 \cdot 1,1) \cdot (20 + 22) \cdot 1 = 21,475 \text{ кВт}$$

Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення зовнішніх стін цехів:

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.ЗС}} = \Delta Q_{\text{ЗС1}} \frac{t_{\text{ВН}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{ВН}} - t_{\text{р.о.}}} n_0 24 \frac{10^{-6}}{1,163} \quad (3.7)$$

Підставимо значення в формулу 3.7:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.ЗС}} = 21475 \frac{20 + 0,1}{20 + 22} \cdot 176 \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163} = 37,32 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Економія витрат від впровадження заходу буде становити 37,32 Гкал/рік.

Порахуємо скільки палива потрібно щоб, котельня яка знаходиться у будівлі виробила 37,32 Гкал.

$$B = \frac{37,32 \cdot 10^6}{0,94 \cdot 8000} = 4962,76 \text{ (м}^3\text{)}$$

4962,76 м³ у грошовому еквіваленті: 4962,76 · 41 = 203473,16 грн.

Тобто впровадивши цей захід ми отрисали економію 203,473 тис. грн. Фінансові показники заходу розпишемо в таблиці 3.10 ставка дисконтування 12,5%.

Таблиця 3.10 – Фінансові показники реалізації заходу

Назва показника	Значення показника
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	1402,92
Річна економія палива (Гкал/рік)	37,32
Річна економія витрат (тис. грн.)	203,473
Простий період окупності інвестицій, роки	6 років 11 місяців
Дисконтований період окупності, роки	16 років 10 місяців
NPV, тис.грн	29,5
IRR	13,08

Встановлення теплової завіси на ролетних алюмінієвих дверях типу «ворота»

У складській частині будівлі є ролетні двері, які встановлені для

						Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комфортного вивантаження габаритної продукції на склад , геометрія воріт: 4x4,5м у кількості 4 штук і 3,5x3,5м у кількості 5 штук. Під час великих поставок на склад, та під час сезону удобрення рослин, коли з'являється потреба постійного доступу до приміщень складу двері залишаються у відкритому стані значний період часу. Зазвичай компанія закуповує нові поставки добрив у кінці зими у лютому тому за цей період є значні втрати тепла.

Пропонується встановити теплову завісу. Оберемо двосторонньою завісу з кутом подачі повітря 45°, рисунок 3.13. Розрахуємо початкову витрату повітря в завісі при прийнятому коефіцієнті витрати $K_q=0,2$ (у випадку, коли теплова завіса діюча).

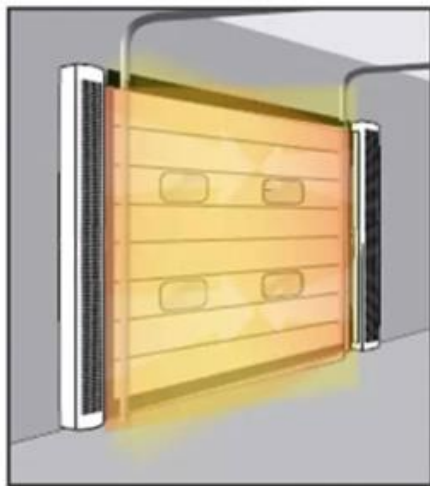


Рисунок 3.13 – Теплова завіса, зовнішній вигляд

Теплова завіса відсутня

- розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення [11]

$$t_{p.o.} = -22 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період

$$t_{c.o.} = -0,1 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- розрахункова кількість днів опалювального періоду

$$n_o = 176 \text{ днів.}$$

Середня швидкість вітру для південно східного фасаду :

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$$w_i = 2 \text{ м/с.}$$

Масова витрата зовнішнього повітря G_n , кг/с, що поступає через ворота за відсутності завіси:

$$G_n = A + (\alpha + K \cdot w) F \cdot 1/30, \quad (3.8)$$

де

A і α - витрати повітря, що визначаються залежно від розрахункової температури $t_{p.o.}$ зовнішнього повітря для проектування опалювання;

K - умовний коефіцієнт:

- для воріт розміром 3,5x3,5 м дорівнює 0,23,
- для воріт розміром 4x4,5 м дорівнює 0,18;

w - швидкість вітру в м/с;

F - площа перетину воріт, що відкриваються, м².

Витрату повітря при відсутності повітряної завіси визначемо по таблиці 3.11 [11].

Таблиця 3.11 – Значення A і α при визначенні витрати зовнішнього повітря, що надходить через ворота виробничого приміщення при відсутності повітряної завіси.

Розміри воріт, м	Внутрішня температура повітря, °С	Значення α і A , кг/с	Температура зовнішнього повітря t_z , °С						
			-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
3,5×3,5 і 4×4,5	+5	α	-	-	1,27	1,38	1,46	1,51	1,55
	+15...+20		-	1,27	1,4	1,5	1,55	1,58	1,6
3,5×3,5	+5	A	6,0	5,0	5,8	6,6	7,4	8,1	8,9
	+15...+20		6,0	6,5	7,3	8,0	8,8	9,4	10,0
4×4,5	+5	A	10,0	11,6	13	14,5	16	17,5	19
	+15...+20		12,7	13,9	15	16,3	17,5	18,8	20

Спочатку проведемо розрахунок для воріт розміром 4x4,5 м

Підставляючи дані, отримаємо:

$$G_n = 15,5 + (1,42 + 0,18 \cdot 2) 18 \cdot 1/30 = 16,57 \text{ кг/с або } 59652 \text{ кг/год,}$$

Теплова потужність, кВт, необхідна для нагріву повітря, що уривається у ворота, без завіси (в середньому за опалювальний період):

$$Q = G_n c_p (t_{вн} - t_{c.o.}) = 16,6 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-0,1)) = 334,72 \text{ кВт}$$

де

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					73

G_{Π} - масова витрата повітря, що вривається, кг/с;

$c_p = 1,005$ кДж/(кг К) – теплоємність повітря,

$t_{вн} = 20$ °С;

Витрата теплоти, кВт год, за період часу без діючої завіси [11]:

$$Q_{рік} = G_{\Pi} c_p (t_{вн} - t_{с.о.}) (n_o - n_{нероб}) \cdot 8 \cdot k; \quad (3.9)$$

Де

$n_{нероб}$ – кількість неробочих та святкових днів протягом опалювального періоду (52 дні)

k - коефіцієнт, що враховує фактичний час відкривання воріт протягом години [11]:

$$k = \tau / 60, \quad (3.10)$$

- де τ - час відкривання воріт в хвилинах, приймаємо $\tau = 5$ хвилин, тоді $k = 5/60 = 0,083$.

Підставляючи дані, отримаємо:

$$Q_{рік} = 16,57 \cdot 1,005 (20 - (-0,1)) \cdot (176 - 52) \cdot 8 \cdot 0,083 = 27559,69 \text{ кВт-год}$$

Діюча завіса

Витрата повітря, що створюється завісою [11]:

$$G_{\Pi}^3 = q \cdot G_{\Pi} = 0,55 \cdot 16,6 = 9,13 \text{ кг/с}$$

Значення коефіцієнта q визначили з графіку на рисунок 3.14 по кривій 2 і $K_q = 0,3$.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

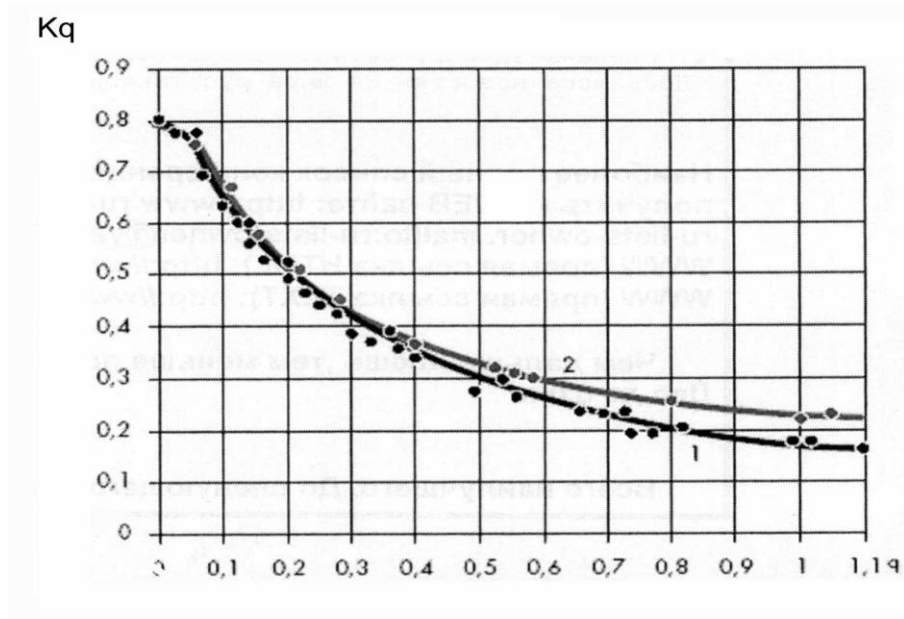


Рисунок 3.14 – Залежності коефіцієнту витрати повітря через ворота, захищені завісою, від відносної витрати повітря: крива 1 – одностороння завіса; крива 2 – двостороння завіса

Теплова потужність, кВт, необхідна для нагріву повітря, що уривається у ворота, з працюючою завісою (в середньому за опалювальний період) [11]:

$$Q = G_n \cdot c_p (t_{вн} - t_{с.о.}) = 9,13 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-0,1)) = 184,43 \text{ кВт}$$

де

G_n - масова витрата повітря, що вривається, кг/с;

$c_p = 1,005$ кДж/(кг К) – теплоємність повітря,

1) Витрата теплоти (кВт год) за період часу з діючою завісою:

$$Q_{рік} = G_n \cdot c_p (t_{вн} - t_{с.о.}) n_o \cdot 24 \cdot k, \quad (3.11)$$

Підставляючи дані, отримуємо [11]:

$$Q_{рік}^3 = 9,13 \cdot 1,005 (20 - (-0,1)) \cdot (176 - 52) \cdot 8 \cdot 0,083 = 266,77 \text{ кВт-год}$$

2) Зниження споживання енергії:

$$\Delta Q = Q_{рік} - Q_{рік}^3 = 27559,69 - 266,77 = 27292,92 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 23,53 \text{ Гкал}$$

Таким чином на воротах такої конфігурації, можливе зниження теплової енергії. А економія енергії 23,53 Гкал.

Проведемо аналогічний розрахунок для воріт розміром 3,5x3,5 м

Теплова завіса відсутня

Підставляючи дані, отримаємо [11]:

$$G_n = 15,5 + (1,42 + 0,23 \cdot 2) 12,25 \cdot 1/30 = 16,27 \text{ кг/с або } 69372 \text{ кг/год,}$$

Теплова потужність, кВт, необхідна для нагріву повітря, що уривається у ворота:

$$Q = G_{\text{п}} c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) = 16,27 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-0,1)) = 328,66 \text{ кВт}$$

Витрата теплоти, кВт год, за період часу без діючої завіси:

$$Q_{\text{рік}} = G_{\text{п}} c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) n_o \cdot 24 \cdot k$$

Підставляючи дані, отримаємо:

$$Q_{\text{рік}} = 16,27 \cdot 1,005 (20 - (-0,1)) (176 - 52) \cdot 8 \cdot 0,083 = 27060,72 \text{ кВт-год}$$

Діюча завіса

Витрата повітря, що створюється завісою [11]:

$$G_{\text{п}}^3 = q \cdot G_{\text{п}} = 0,3 \cdot 16,27 = 4,88 \text{ кг/с}$$

Теплова потужність, кВт, необхідна для нагріву повітря, що уривається у ворота, з працюючою завісою (в середньому за опалювальний період):

$$Q = G_{\text{п}}^3 \cdot c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) = 4,88 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-0,1)) = 98,58 \text{ кВт}$$

Витрата теплоти (кВт год) за період часу з діючою завісою:

$$Q_{\text{рік}}^3 = G_{\text{п}}^3 \cdot c_p (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) n_o \cdot 24 \cdot k$$

Підставляючи дані, отримаємо:

$$Q_{\text{рік}}^3 = 4,88 \cdot 1,005 (20 - (-0,1)) \cdot (176 - 52) \cdot 8 \cdot 0,083 = 8116,55 \text{ кВт-год}$$

Зниження споживання енергії [11]:

$$\Delta Q = Q_{\text{рік}} - Q_{\text{рік}}^3 = 27060,72 - 8116,55 = 18944,17 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 16,3 \text{ Гкал}$$

Таким чином, можливе зниження теплової енергії в 3,33 рази. А економія енергії 16,3 Гкал.

Пропонується встановити теплові завіси на двох воротах конфігурації 4,5x4 і 3,5x3,5 для використання цих воріт у зимовий період. Загальна економія від заходу складатиме:

$$23,53 + 16,3 = 39,83 \text{ Гкал.}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Розрахуємо еквіваленті палива:

$$B = \frac{39,83 \cdot 10^6}{0,94 \cdot 8000} = 5296,54 \text{ м}^3;$$

Розрахуємо вигоду у грошовому еквіваленті: $5296,54 \cdot 41 = 217156,5$ грн/рік.

Розрахуємо вартість заходу:

Оберемо електрична повітряну завісу Wing E150 EC рисунок 3.15 вартістю 21800 грн. Всього нам потрібно 4 штуки, встановлюємо по 2 установки на кожні ворота.



Рисунок 3.15 – Повітряна завіса "Wing E150 EC"

Вартість:

$$21800 \cdot 4 = 87200 \text{ грн.}$$

Вартість встановлення:

$$1500 \cdot 4 = 6000 \text{ грн.}$$

Доставка: 5000 грн

Загальна вартість проекту:

$$I = 87200 + 6000 + 5000 = 98200 \text{ Грн.}$$

Економічний розрахунок зі ставкою дисконтування 12,5% наведений у таблиці 3.12.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Таблиця 3.12 –Економічний розрахунок .

Назва показника	Значення показника
Щорічні експлатаційні витрати	2,5
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	98,2
Річна економія палива (Гкал/рік)	39,83
Річна економія витрат (тис. грн.)	217,156
Простий період окупності інвестицій, роки	0,55
Дисконтований період окупності, роки	0,618

Встановлення терморегуляторів на батареях

Встановлення терморегулюючих клапанів та термоелементів на радіаторах допоможе зекономити енергію і дасть можливість регулювати температуру в приміщенні. Розглянемо можливість встановлення терморегулятора Danfoss 013G5143, рисунок 3.16.



Рисунок 3.16 – Терморегулятор Danfoss 013G5143.

Вартість одного терморегулятора складає 740 грн. Терморегулятори встановлюються поштучно на кожен батарею, тому потрібно стільки ж, скільки є батарей в будівлі $N = 144$.

$$I = 740 \cdot 144 = 106560 \text{ грн}$$

По курсу євро 39,71. Ціна у євро складатиме 2683,45 €.

Економія теплоти при встановленні терморегуляторів в складає близько 5 %.

Візьмемо річне споживання теплової енергії після утеплення фасаду за 2021

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рік яке становить $Q_{\text{заг}} = 616,41$ Гкал.

$$Q_{\text{ек}} = Q_{\text{заг}} \cdot 0,15 = 616,41 \cdot 0,05 = 30,82 \text{ Гкал/сезон}$$

Розрахуємо економію у еквіваленті використаного палива у котельні:

$$B = \frac{30,82 \cdot 10^6}{0,94 \cdot 8000} = 4098,4 (\text{м}^3)$$

Розрахуємо річну економію у грошовому еквіваленті, за умови що тариф на природний газ становить 41 грн/ м³:

$$4098,4 \cdot 41 = 168034,57 \text{ грн/рік.}$$

Економічний розрахунок зі ставкою дисконтування 12,5 наведений у таблиці 3.13.

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.13 – Фінансові показники реалізації заходу розрахований на 7 років зі ставкою дисконтування 12,5%.

Назва показника	Значення показника
Загальна вартість проекту (тис. грн.)	106,56
Річна економія палива (Гкал/рік)	30,82
Річна економія витрат (тис. грн.)	168,034
Простий період окупності інвестицій, роки	0,76
Дисконтований період окупності, роки	0,86
NPV, тис.грн	648,3
IRR	48,7

Можна зробити висновок, що при терміні окупності в 0,86 роки або за 11 місяців цей захід є доцільним.

Промивка системи опалення

Технічне обслуговування котельні є важливою процедурою для забезпечення безпеки, ефективності та тривалості роботи системи опалення. Одним із основних етапів технічного обслуговування котельні є промивання системи опалення. Водяна система опалення, включаючи труби, радіатори і насоси, потребує регулярного промивання. Це допомагає видалити накопичені забруднення, такі як відкладення котлового каменю або корозія, рисунок 3.17, які можуть обмежувати потік тепла і знижувати ефективність системи опалення.

В водяних системах опалення, які використовують радіатори рекомендується проводити промивку системи принаймні один раз на 5-7 років. Промивка допоможе видалити забруднення, такі як котловий камінь або іржу, що можуть утворюватися в системі з часом. Компанія раніше вже робила таку процедуру, у 2011 році, адже помітила погіршення якості води, у тому ж році було зроблено титрування води. Титрування води і градація жорсткості

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

використовуються для визначення кількості розчинених мінералів, зокрема кальцію і магнію, у воді. Ці параметри є важливими при оцінці якості води та її впливу на системи опалення, включаючи котельні. Титрування води відбувається за допомогою хімічних розчинів, які реагують на мінерали у воді. Аналіз показав високу жорсткість : більше 120 мг/л (більше 8°dH).

Отже в данній ситуації чищення труб є важливою профілактичною мірою для забезпечення ефективної роботи .

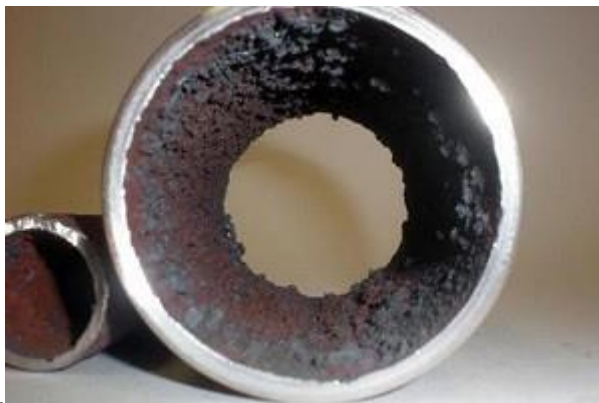


Рисунок 3.17– Приклад накипу всередині металевих труб

Товщина відкладень в 1-2 мм є значною. Допустима величина для теплофікаційних систем становить 0,11 г/м²·год.

За 17 років існування споруди промивка системи опалення відбувалася лише раз у 2011 році. На той момент в елементах системи опалення відклався накип приблизною товщиною в 1мм, а коефіцієнт тепловіддачі відповідно зменшився на 10% за період 5 років. У той же рік було проведене титрування води, результати тесту на жорсткість води були не задовільними.

При якісній очистці ми можемо видалити майже весь накип, а отже отримати економію в витраті теплоносія близько 5-8%. Для розрахунку візьмемо 5%.

Розрахунок втрат, візьмемо за основу 2021 рік адже він був найбільш стабільним $Q_{\text{рік}} = 653,73$:

$$\Delta Q = 0,1 \cdot Q_{\text{рік}} = 0,05 \cdot 653,73 = 32,687 \text{ кВт}\cdot\text{год.} \quad (3.12)$$

Розрахуємо економію у еквіваленті паливних ресурсів:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

$$B = \frac{32,687 \cdot 10^6}{0,94 \cdot 8000} = 4346,68 \text{ м}^3$$

Розрахунок економії помножимо витрату палива на тариф:

$$E = 4346,68 \cdot 41 = 178213,696 \text{ грн}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Всього у місцях загального користування будинку 160 батарей. Вартість очистки однієї батареї складає 500 грн.

Тоді:

$$B = 160 \cdot 500 = 80000 \text{ грн};$$

Розрахуємо простий термін окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{B}{E}, \quad (3.13)$$

Підставляємо значення у формулу :

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{80000}{178213,696} = 0,449 \text{ року}$$

Можемо зробити висновок, що цей захід є цілком доцільним і інвестиція окупиться через 5,39 місяці.

Висновки до розділу 3

В офісі є великий потенціал для енергозбереження. В результаті дослідження теплової частини об'єкту, офісу зі складськими приміщеннями було виявлено, що реалізація енергозберігаючих заходів може виявитись дуже ефективною для зменшення споживання енергії та зниження витрат на опалення. Було запропоновано наступні заходи:

Утеплення фасадів є одним із найважливіших енергозберігаючих заходів, оскільки значна кількість тепла втрачалась через недостатню ізоляцію. Застосування ізоляційних матеріалів допоможе знизити теплові втрати.

Використання теплових завіс допоможе утримувати тепло в приміщенні складу та уникати надмірного проникнення холодного повітря під час

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доставки продукції в зимові періоди року. Це зменшить потребу в опаленні та знизить енерговитрати.

Встановлення терморегуляторів дозволить точно контролювати температуру у кожній зоні будівлі. Це дозволить оптимізувати роботу систем опалення.

Очищення системи опалення є важливим заходом для ефективної роботи котельні. Це сприятиме оптимальній роботі, запобігатиме втратам тепла через неправильне функціонування та забезпечить ефективну роботу системи опалення. і

Економічні показники наведених вище заходів представлені у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Заходи з енергозбереження

Захід №	Захід з енергозбереження	Витрати на впровадження, тис. грн	Річна економія теплової енергії, Гкал/рік	Річна економія витрат, тис. грн	Простий термін окупності, років
1	Утеплення фасадів будівлі	1402,92	37,32	203,473	6,11
2	Встановлення теплової завіси	98,2	39,83	217,16	0,55
3	Встановлення терморегуляторів на батареях	106,56	30,82	168,034	0,76
4	Промивка водяної системи опалення	80	32,687	178,213	0,449

4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

4.1. Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020

На даний момент об'єкт не має ознак енергетичного менеджменту та енергетичної політики, відсутність функціональної структури, відсутність делегування відповідальності за раціональне використання ПЕР. Це призводить до втрати можливостей зниження енергоспоживання та непотрібних витрат коштів на енергію підприємства у секторі енергоспоживання.

4.2. Визначення базового рівня споживання газу

Для аналізу споживання палива та енергетичних ресурсів, об'єкту, необхідно дослідити зміну обсягу енергоспоживання протягом певного періоду часу. Для цього рекомендується використовувати початкову статистичну інформацію про витрати на паливо та електроенергію протягом визначеного періоду, а також інформацію про зміну факторів, що впливають на рівень енергоспоживання [38].

Для побудови графіків, які демонструють динаміку споживання палива та електроенергії, використаємо наступні дані:

- відомості про щомісячні витрати палива та електроенергії котельнею за 2021 рік;
- відомості про середньомісячні температури зовнішнього повітря за той самий період.

Розрахуємо значення градусодіб за формулою[38]:

					НТУУ 001.7106.067 ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Родіна Ю.О.				СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Шовкалюк М.М.						84	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91		
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.							
Затвер.								

$$N = (T_{\text{рпн}} - T_{\text{срзп}}) \cdot Z_{\text{сут}}; \quad (4.1)$$

Де,

N – фактична кількість градусодіб;

$T_{\text{рпн}}$ – нормативна температура повітря у опалювальному приміщенні, $+20$ °С;

$T_{\text{срзп}}$ – фактична середньодобова температура зовнішнього повітря,

$Z_{\text{сут}}$ – кількість днів опалювального періоду, днів.

Підставимо у формулу (4.1) данні за січень:

$$N_{\text{січень}} = (20 - (-4,9)) \cdot 31 = 771,9 \text{ (градусодіб)};$$

Аналогічно підрахуємо для інших опалювальних місяців і занесемо у таблицю 4.1.

За формулою 4.2 підрахуємо нормативне споживання газу.

$$V_{\text{міс}}^{\text{н}} = V_{\text{міс}}^{\text{ф}} \cdot \frac{\text{ГД}^{\text{н}}}{\text{ГД}^{\text{ф}}} \text{ (м}^3\text{/міс)}; \quad (4.2)$$

Підставимо у формулу (4.2) нормативні данні за січень:

$$V_{\text{січ}}^{\text{н}} = 10000 \cdot \frac{-4,7}{-4,9} = 765,7 \text{ (м}^3\text{/міс)};$$

Таблиця 4.1 – Фактична кількість градусодіб по опалювальним місяцям та витрата газу по місяцям.

Місяць	Фактичні температур и помісячно	Нормативні температур и помісячно	Витрата газу Фактична (м ³ /міс)	Витрата газу Нормативна (м ³ /міс)	Градусодоб и фактичні	Градусодоб и нормативні
Січень	-4,9	-4,7	10000	9591,8	771,9	765,7

Продовження таблиці 4.1

Лютий	-3,7	-3,6	12008	11683,5	711	731,6
Березень	1	1	10824,5	10824,5	589	589
Квітень	8,7	9	8977,4	9287,0	169,5	341
Жовтень	7,6	8,1	5359	5711,6	186	368,9
Листопад	1,8	1,9	8843,1	9334,4	546	561,1
Грудень	-2,6	-2,5	12110,4	11644,6	700,6	697,5

Коеф перерахунку витрат палива на нормативні (стандартні) погодні умови

По даним таблиці 4.1 побудуємо графік 4.1.



Рисунок 4.1 – Фактична динаміка споживання природного газу на котельні та зміна градусодіб

По даним таблиці 4.1 побудуємо графік 4.2.

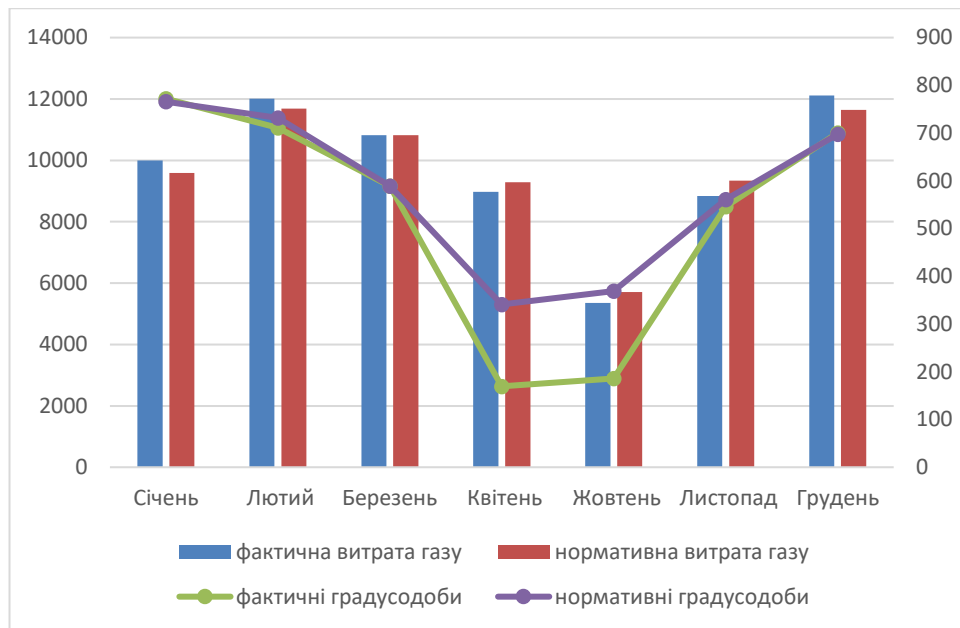


Рисунок 4.2 –Динаміка споживання природного газу на котельні та зміна градусодіб фіктивних і нормативних.

4.3. Представлення «Енергетичної політики» підприємства

Розробка і реалізація енергетичної політики, що визначає стратегію та цілі щодо енергоефективності, включаючи плани зниження споживання енергії. Організація потребує створення функціональної структури, яка визначає відповідальність за енергетичний менеджмент на різних рівнях підприємства та забезпечує координацію між відділами та підрозділами.

Пропонується розпочати впровадження енергетичного менеджменту з аналізу енергоспоживання. Це дозволить відстежувати та оцінювати енергетичну ефективність підприємства, виявляти потенційні проблеми та коригувати їх. Також необхідна оцінка, систем та актуальності обладнання, після чого робиться аналіз і відокремлюються процеси які можна оптимізувати [14].

Наступним кроком буде навчання співробітників правилам енергоефективного споживання та процедур дій в надзвичайних ситуаціях, стимулювання свідомого ставлення до енергії та постійного підвищення кваліфікації.

Таке навчання ефективно об'єднати з фінансовими стимулами, у цьому

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

випадку обов'язково чітко описати критерії досягнення результату, наприклад за певні досягнення заохочуються окремі працівники, а за інші колектив. Додатково така політика буде згуртовувати колектив адже вони матимуть спільну ціль [16].

Також існують нематеріальні стратегії стимулу. Які передбачають вплив на певного співробітника. Проведені заходи повинні стимулювати його інтерес до роботи, давати почуття задоволення після виконаного завдання, або відчуття схвалення іншими.

4.4. Планування впровадження заходів

Енергетичний менеджмент має свій перелік заходів які доцільно буде застосувати, такі заходи наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Заходи енергетичного менеджменту

Стратегія	Опис стратегії	Приклад використання
Програма преміювання	Співробітники отримують бонуси або премії за досягнення конкретних цілей з енергозбереження.	Встановлення мети щодо зниження місячного споживання енергії, а якщо колектив досягає цієї мети, надайте їм фінансову винагороду.
Ідеї та пропозиції	Залучення співробітників до активної участі, генерації ідей та пропозиції щодо енергозбереження.	Система винагород за найкращі пропозиції, які сприяють значним економіям енергії в офісному середовищі

Продовження таблиці 4.2

Індивідуальні досягнення	Відзначення індивідуальних досягнень співробітників у галузі енергозбереження.	Надання фінансових бонусів або підвищення заробітної плати за виявлення та реалізацію інноваційних підходів до енергоефективності.
Навчання	Організація навчальних заходів та семінарів щодо енергозбереження для співробітників.	Запросіть фахівців з енергоефективності які зможуть провести тренінги та вебінари з основних принципів енергозбереження та практичних підходів до його досягнення.
Конкурси та виклики	Проведення конкурсів серед співробітників на зменшення споживання енергії.	Запустіть конкурс "Енергозберігаючий місяць", відстежується споживання енергії різних відділів офісу, а переможці отримують фінансову винагороду або інші привілеї.

Висновки до розділу 4

У майбутньому важливим кроком для об'єкту буде впровадження системи енергетичного менеджменту. Це дозволить забезпечити ефективне використання енергетичних ресурсів, зниження витрат та підвищення загальної продуктивності. Впровадження системи енергетичного менеджменту має очевидні переваги, які сприятимуть сталому розвитку і сприятимуть зниженню його впливу на довкілля [15].

5.ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті.

Електроенергія постачається за тарифом 3,5 грн/м³ (тариф для Київської обл. станом на 2022 р.). Але 2022 року управління офісу зацікавилася можливістю частково зробити офіс автономним, адже в моменти блекауту робітники офісу не мали можливості повноцінно працювати, а продукція у складських приміщеннях будівлі псувалася. Проблему частково було вирішено генераторами, але компанія зацікавлена у екологічно чистому джерелі енергії, адже вони позиціонують себе як компанія з передовими поглядами.

5.2 Опис метеорологічних умов

Розташування об'єкта, село Квітневе у Броварському районі Київської області, рисунок 5.1. Географічні координати наступні: 50°54'71" пн. ш. 30°84'44" сх. д. Знаходиться село на півночі України, на заході межує з містом Бровари. Рельєф села переважно рівнинний, слабохвилястий.

Клімат київської області: помірно континентальний; м'яка зима та тепле літо. Середня температура липня +18,5 °С, січня –6 °С. Оподи взимку і влітку випадають рівномірно у вигляді снігу та дощу. За рік випадає 500—600 мм опадів, головним чином влітку.

					НТУУ 001.9113.055 ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Родіна Ю.О.			ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Шовкалюк М.М.					90	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

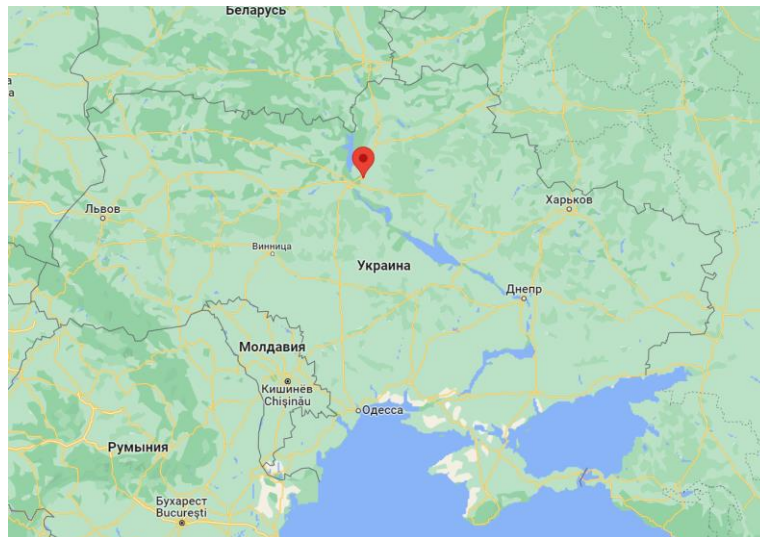


Рисунок 5.1 – Розташування с. Квітневе на карті України

Число ясних і похмурих днів впливає на ефективність роботи фотоелектричної станції, кількісне дослідження представлено на рисунку 5.2.

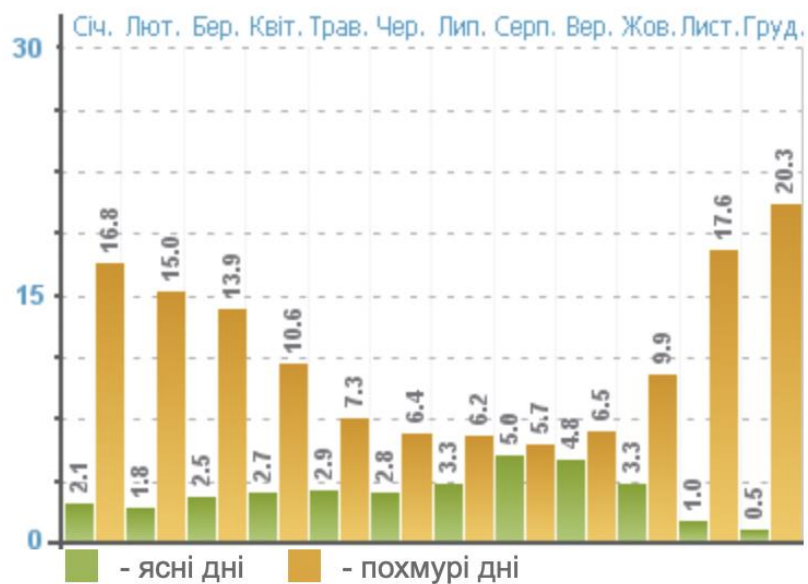


Рисунок 5.2 – Число ясних і похмурих днів за загальною та нижньою хмарністю у м. Київ.

Пряме нормальне опромінення зображено на рисунку 5.3 на карті України.

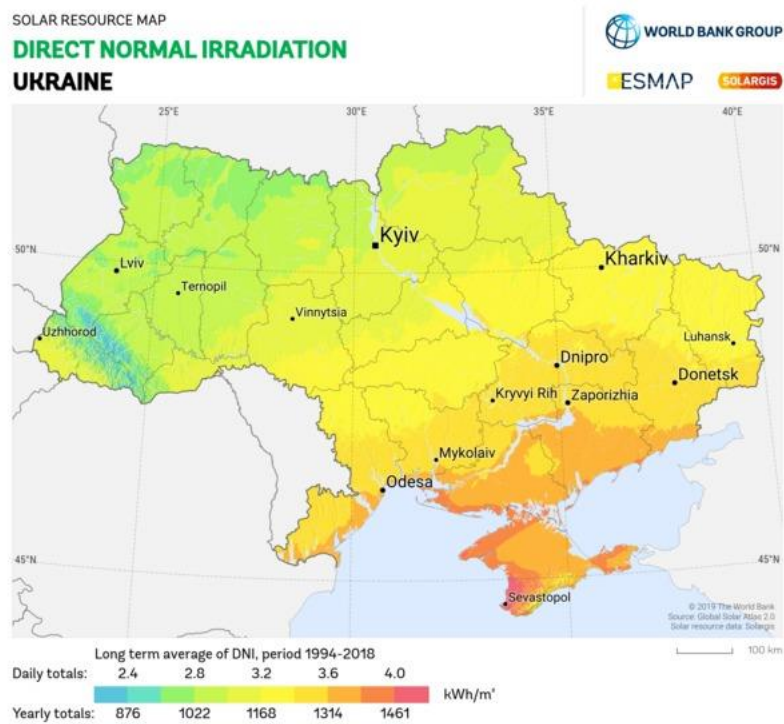


Рисунок 5.3 – Пряме нормальне опромінення
 Глобальне горизонтальне опромінення зображено на рисунку 5.4 на карті України.

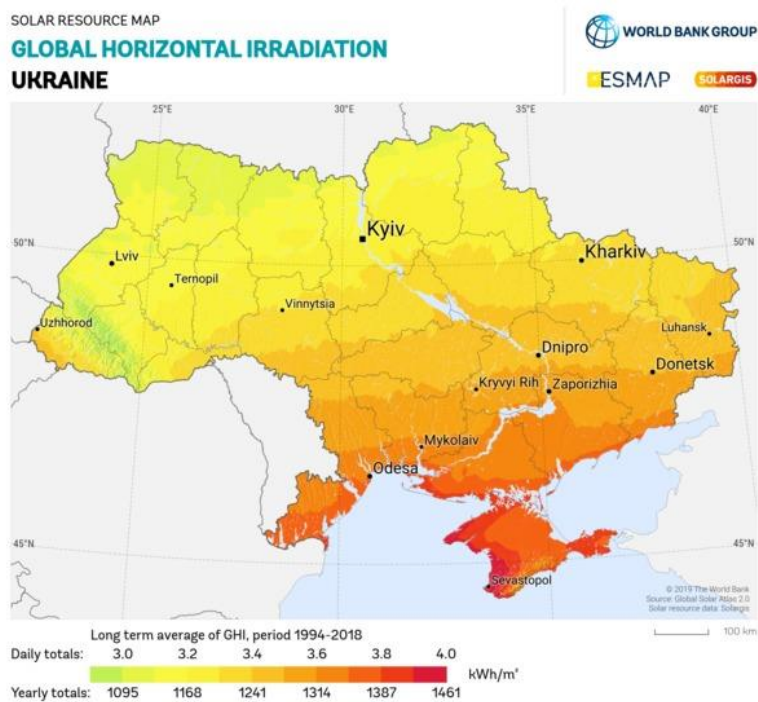


Рисунок 5.4 – Глобальне горизонтальне опромінення

Використовуючи PVGIS, ми можемо розрахувати, скільки енергії можна отримати від різних типів фотоелектричних систем практично в будь-якій точці світу. Зважаючи на варіації сонячної інсоляції, в техніко-економічних розрахунках для проектів сонячних систем на дахах переважно використовуються дані щодо місячного рівня сонячного випромінювання.

Як бачимо, спад наших значень, отриманих за допомогою сайту PVGIS з 2019 по 2020, у зимовий період та значення максимумів, що досягаються у літній період рисунок 5.5.

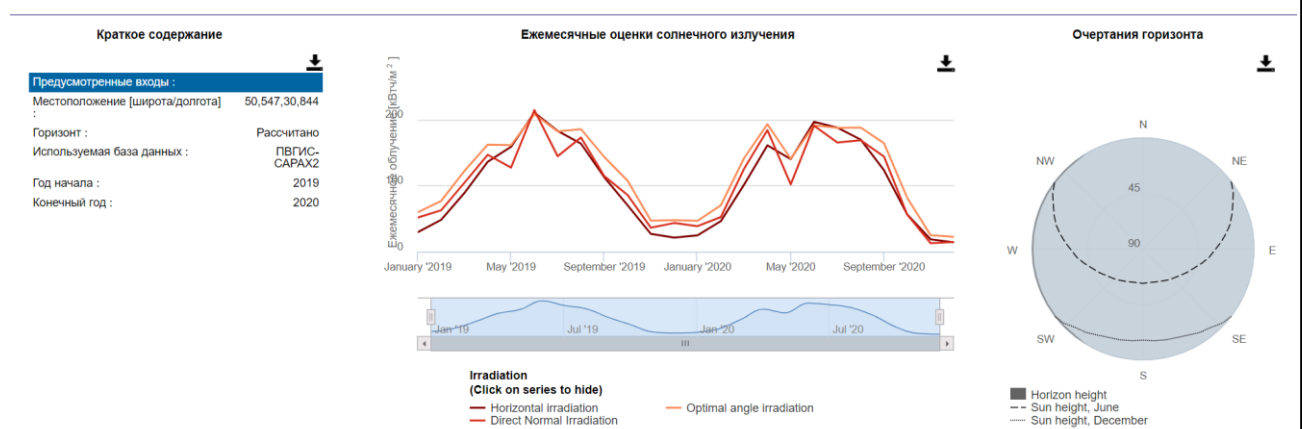


Рисунок 5.5 – PVGIS Оцінка сонячного випромінення за координатами (з 01.01.2019 по 31.12.2020).

За допомогою програмного забезпечення pv-sol зробимо графік середньомісячного рівня сонячної інсоляції місця розташування об'єкту, рисунок 5.6.

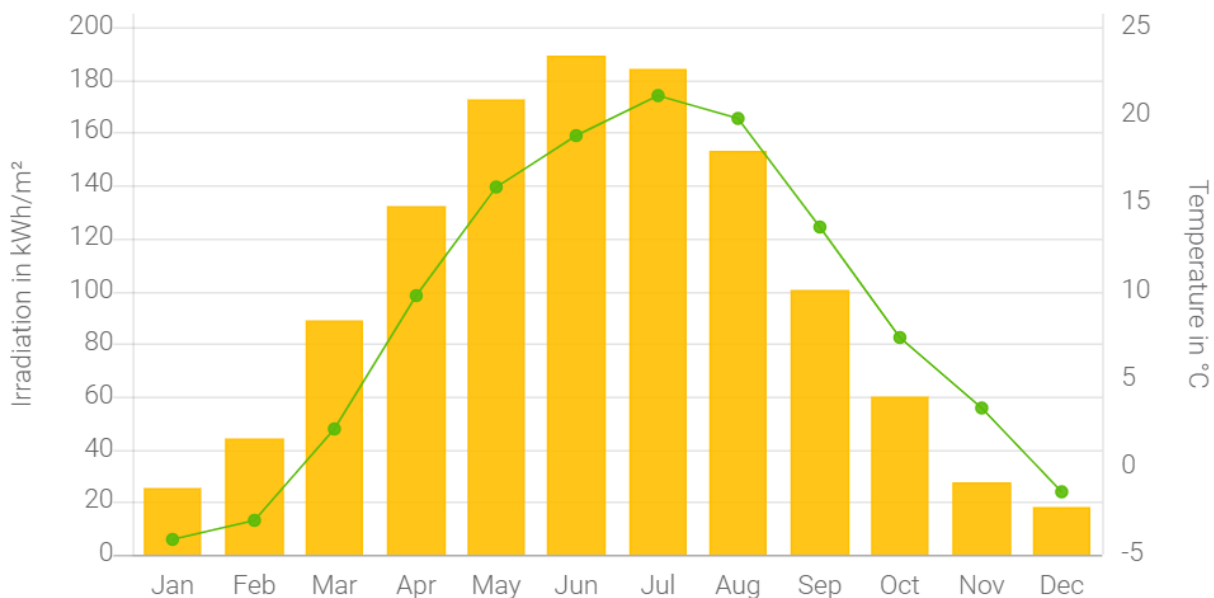


Рисунок 5.6 – Середньомісячний рівень сонячної інсоляції для обраного нами місяця розташування (з 01.01.2019 по 31.12.2020).

Розташування фотоелектричних модулів має значний вплив на їхню генерацію. Для оптимальної ефективності необхідно уникати розміщення модулів в місцях з потенційною тіньовою затіненістю, таких як середина високих дерев або території, що періодично затіняються. У таких умовах продуктивність сонячних панелей значно знижується. Важливо врахувати рівень сонячної інсоляції, щоб визначити необхідну потужність сонячної установки.

5.3 Теоретичний опис

Розглянемо детальніше переваги, так і недоліки монокристалічних панелей наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Переваги, так і недоліки монокристалічних панелей

Переваги	Недоліки
Високі показники роботи завдяки високому ступеню очищення кремнію.	Вартість
Високий рівень продуктивності. Він досягає 18-23%.	
Можуть забезпечити високу продуктивність в умовах недостатньої освітленості (в ранкові та вечірні години) та при значній хмарності.	
Тривалий період експлуатації. Гарантований строк служби монокристалічної панелі складає від 25 до 30 років.	

5.4 Підбір та розрахунок впровадження СФЕУ

Після розглянутих на ринку різних сонячних панелей оберемо сонячний фотомодуль панель монокристалічна SOLA-S144/M10H/540 Вт, рисунок 5.7.

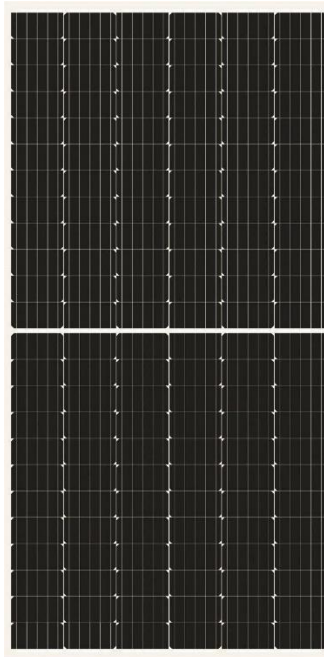


Рисунок 5.7 – сонячна панель монокристалічна SOLA-S144/M10H/540 Вт.

Технічні характеристики на монокристалічну сонячну батарею приведені в таблиці 5.2 [22]:

Таблиця 5.2 – Характеристики обраної панелі

Розміри,мм	2279x1134x35
Потужність, Вт	540
U _{хх} ,В	49,6
I _{кз} ,А	13,86
U _р ,В	41,64
I _р ,А	12,97
Вага, кг	29

Обрані панелі мають однакові габарити: 2279x1134x35 мм.

Отже площа панелі: $2,279 \cdot 1,134 = 2,58 \text{ м}^2$

Площа даху складає: 1672,2 м².

Врахуємо показник сонячної радіації. Який у київській області становить у травні і червні - 5.25, а найменший показник - в грудні - 0.86, [23].

Розрахуємо скільки така панель може виробити електроенергії взимку і влітку. Для цього скористаємося наступною формулою:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

$$W = k \cdot P_w \cdot E; \quad (5.1)$$

де k - поправочні коефіцієнти для зими і літа

P_w - потужність панелі

E - показник сонячної радіації для зимового і літнього місяців.

Літо: $W = 0.5 \cdot 540 \cdot 5.25 = 1417.5$ (Вт · год);

Зима: $W = 0.7 \cdot 540 \cdot 0.86 = 325,08$ (Вт · год).

За допомогою програмного ресурсу [25] розрахуємо споживання за день, яке становить: 47,11 кВт·год, за умови що за рік 269 робочих днів, по 9 годин.

Наше середньодобове споживання становить 47,11 кВт·год, а з урахуванням втрат з боку акумуляторів, збільшимо цей показник на 20%.

$$W = 47,11 \cdot 1,2 = 56,53 \text{ (кВт·год)}.$$

Тепер розраховує необхідну кількість панелей влітку і взимку для забезпечення потреб споживання:

Літо: $56530 \div 1417,5 \approx 40$ (шт.);

Зима: $56530 \div 325,08 \approx 174$ (шт.).

Отже, візьмемо кількість 174 штуки, за для забезпечення потреб.

Пікова потужність обраних панелей:

$$N_p \cdot W_p = 174 \cdot 540 = 93960 \text{ кВт}.$$

Оберемо мережевий інвертор huawei sun sun2000-36k1-m3 (36 кВт),
рисунок 5.8.



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

Рисунок 5.8 – Мережевий інвертор huawei sun sun2000-36ktl-m3

Основні характеристики інвертора huawei sun sun2000-36ktl-m3[23]:

- Максимальна потужність: 36 кВт;
- Частота 50 Гц;
- Робоча напруга 200-1000 В;
- Максимальний струм входу від сонячних панелей: 26 А (на кожен МРРТ);
- Коефіцієнт ефективності: понад 98,7%;
- Захист від перевантаження та короткого замикання;
- Можливість моніторингу за допомогою програмного забезпечення;

Нам необхідно три таких інвертор.

Виконаємо перевірку обраного інвертора:

Кількість панелей в лінії не повинно перевищувати максимально допустимої кількості N_{max} :

$$N_{\text{панелей в лінії}} < N_{max}$$

$$N_{max} = \frac{U_{max}}{U_{xx \text{ пан}}} = \frac{540}{41,64} \approx 13 \text{ шт}$$

В лінії має бути не більше $N_{max} = 13$ шт.

Струм КЗ на один МРРТ не повинен перевищувати допустимого значення:

$$I_{\text{КЗ панелі}} < I_{\text{доп}}$$
$$13,86 \text{ А} < 26 \text{ А}$$

де $I_{\text{КЗ панелі}}$ – струм короткого замикання панелі.

$I_{\text{доп}}$ – допустимий струм на один МРРТ інвертора згідно його паспортних даних.

За допомогою програмного забезпечення pv-sol зробимо розрахунок встановлення сонячних панелей по нашому об'єкту.

						Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт розмірності у нашому випадку зображений на рисунку 5.9.



Рисунок 5.9 – Коефіцієнт розмірності

Річна згенерована фотоелектрична енергія з урахуванням факторів забруднення, затінення згенерована програмою pv-sol: 110 400 кВт.

Коефіцієнт продуктивності: 92,41%.

За допомогою програми pv-sol [24] згенеруємо графік виробництва енергії по місячно, рисунок 5.10.

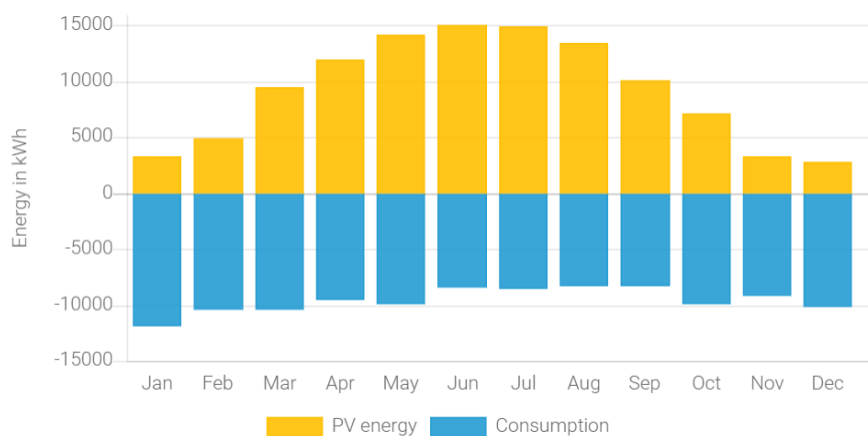


Рисунок 5.10 – Виробництво енергії по місячно згенероване програмою pv-sol, на рисунку: PV energy- фотоелектрична енергія, Consumption - власне споживання.

Тобто з графіку ми бачимо що в зимові періоди власне споживання не зможе покриватись роботою станції, але влітку даний захід буде актуальним, і навіть можливо продавати електроенергію за зеленим тарифом 4,85 грн/Вт·год.

Розрахунок вартості заходу представлений у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3– Розрахунок вартості заходу

Обладнання	Позначення	Кількість,шт	Ціна
Сонячні панелі	SOLA-S144/M10H/540 Вт	174	1461600
Інвертор	Solis 3P-100K-5G	3	304500
Двонаправлений лічильник	ACE 6000 Itron (Actaris)	1	12 500
Рамки і кріплення			10 000
Акумулятор	LiFePo4 48В 50А. US2000В Plus	2	54 560
Конектори,		4	15 000
PV-кабеля	MC4	92	3 670
Проектно-монтажні роботи			53 000
Доставка			31 000
Підключення			40 000
			1985830

Розрахунок фінансових показників наведено в таблиці 5.4 з розрахунку на 18 років зі ставкою дисконтування 12,5%.

Таблиця 5.4 – Фінансові показники реалізації заходу

Назва показника	Значення показника
Генерація за рік кВт/рік	110400
Річна економія витрат (тис. грн.)	535,440
Загальна вартість проекту (грн.)	1985,830
Експлатація, % від капітальних витрат	0,12
Простий період окупності інвестицій, роки	6,68
Дисконтований період окупності, роки	15,33
NPV, тис.грн	105,99
IRR	13,7

Висновок з розділу 5

У даному розділі було розглянуто можливість встановлення сонячних

					Арк.
					100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

модулей на даху об'єкту дослідження. За для цього були застосовані програмні забезпечення pv-sol, PVGIS. Загалом становлення сонячних панелей на даху офісної будівлі є перспективним рішенням. Ця технологія дозволяє використовувати сонячну енергію для генерації електрики, знижуючи залежність від традиційних джерел енергії та сприяючи зменшенню викидів вуглецю. Термін простої окупності даного заходу становить майже 7 років що є гарним показником для нетрадиційної енергетики.

						Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ КОТЕЛЬНОЇ

6.1 Загальна характеристика об'єкта та технічна характеристика котельні.

Котельня, габаритами 7,8x11,43м, знаходиться на об'єкті потребує технічне обслуговування, до якого входить: перевірка та очищення фільтрів палива, налаштування паливного насоса та перевірка стану паливних ліній для забезпечення належного подачі палива. Перевірка системи безпеки. Перевірка роботи безпечних пристроїв, таких як датчики пожежі, термостати, клапани безпеки.

Перелік обладнання котельні:

- Котли VITOPLEX 200 тип SX2 у кількості 2 штук по 560 кВт кожний;
- Пальники фірми "Weishaupt" WM-G10/2-A, ZM, R11/2".
- водопом'якшувальна установка з насосами підживлення, резервуаром підживлюючої води V=500 л з поплавковою системою, установка хімічної деаерації (комплекс пропорційного дозування)
- Комплекс пропорційного дозування ALDOS Primos 208=1.0;
- розширювальні баки для систем ГВП V=60л, DE60 "Reflex;
- мережеві насоси TOP - S50/7, ф.»Wilo» 6224.0 М3/ГОД, Н=4 М, N=0,625 кВт, 3°400 В, Ду50, Ру=1,0 МПа;
- насоси опалювального контуру механічного цеху TOP- 530/10, Ф.»Wto», С-4,0 м³/год, Н=7,5 м, N=0,40 кВт.
- насоси вентиляції механічного цеху TOP - S50/10, Ф.»Wilo», G- 17М3/год, Н=8,5 м, N=0.4 кВт.

					НТУУ 001.9113.055 ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Родіна Ю.О.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Шовкалюк М.М.					102	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-91		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

- Теплообмінний агрегат Vitotrans222 Ф."Viessmann" в складі:
пластинчастий теплообмінник NQ=240 кВт:
помпа живлення акумуляторної ємності; 0,25 кВт
помпа гріючої води; 0.25 кВт
- установка ГВП засоби обліку витрат води;
- Бак- акумулятор ГВП VITOCCELL- 100 L. CVA ф. "Viessmann",
- димові труби
- Вентиляційна система "WOLF".
- Система контролю та автоматизації "VITOTRONIK 100 GC1"
- Лічильник холодної води, Ду 25, G=3,5 м³/г, ЕТК1-12528
- Лічильник холодної води Ду 20, G=2.5 м³/г. ЕТК1-77114

Енергоносієм котельні є природний газ, одорований, для комунально- побутового призначення, розрахунковою нижчою теплотою згорання 33,52 МДж/м³ (8000 ккал/м³).

Котельня потребує регулярного технічного обслуговування. Зазвичай компанія робить щорічне обстеження за вказівками виробника.

Обслуговування паливної системи котельні включає в себе: Перевірку та очищення фільтрів палива, налаштування паливного насоса та перевірка стану паливних ліній для забезпечення належного подачі палива. Перевірка системи безпеки. Перевірка роботи безпечних пристроїв, таких як датчики пожежі, термостати, клапани безпеки.

Перевірка та очищення фільтрів палива в котельні є важливим етапом технічного обслуговування системи опалення. Зазвичай вона проходить так:

Вилучення фільтрів палива з системи. Вони розташовані на шляху подачі палива в систему, перед котлом. Далі Викручують кришку, що кріпить фільтр, і дістаньте фільтр з корпусу.

Далі настає етап очистки фільтрів. У випадку сильного забруднення, або дефекту фільтра рекомендується його заміна.

Очищування слід здійснювати не рідше одного разу на рік.

						Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи по очищенню резервуарів, внутрішній огляд та усунення дефектів слід провадити у світлий час доби і обов'язково оформити наряд-допуск на небезпечні роботи. Концентрація парів палива в повітрі резервуарів повинна контролюватися газоаналізаторами. Готовність до роботи обладнання сезонної дії, що використовує газ, необхідно оформляти відповідним актом.

Зняття заглушок і пуск газу допускаються за наявності документів, які підтверджують виконання цих робіт.

6.2 Перелік робіт та склад бригади

Роботи виконуються в будь-яку пору року протягом 1 зміни.

Послідовність робіт наведена в таблиці 6.2. [26], [27].

Таблиця 6.2–Послідовність виконання робіт

Послідовність виконання робіт	Період виконання робіт і тривалість	Кількісний склад бригади	Кваліфікація
Вимкнення подачі палива	До завершення робіт	1 людина	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Вилучення фільтрів з системи	До завершення робіт	1 людина	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Перевірка та очищення фільтрів палива	До завершення робіт	1 людина	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Встановлення фільтрів в систему	До завершення робіт	1 людина	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Налаштування паливного насоса	До завершення робіт	2 людини	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Перевірка стану паливних ліній	До завершення робіт	2 людини	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки

Продовження таблиці 6.2

Перевірка роботи безпечних пристроїв: термостатів, газовий датчиків, пожежних датчиків та сповіщувачів, аварійного вимкнення живлення	До завершення робіт	2 людини	дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки
Доставка нових фільтрів, інструментів для відкриття і закриття доступу до фільтрів гайковерти, ключі	До початку робіт	1 людини	-
Складання актів про проведення обслуговування	До зняття заглушок і пуску гозу	1 людина	Юридична

6.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях

Чинники умов праці наведені нижче у таблиці 6.3. [26], [27].

Таблиця 6.3 – Чинники умов праці та їх показники

Чинники умов праці та їх показники			
Найменування чинника	Основні характеристики	Фактичні числові значення показника	Визначення допустимості або шкідливості показників
Параметри мікроклімату у приміщенні	Температура повітря	T = 20-25°C,	Допустимі
	Вологість	W = 55 %	

Продовження таблиці 6.3

Важкість праці	Переміщення вантажів	До 15 кг	Шкідливі
	Робоче положення	«стоячи»,	
	Робота на висоті	2,5 м над підлогою	
	Статичні та динамічні навантаження	Періодичні, до 100 Вт	
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження	30 % робочого часу	Допустимі
	Тривалість активних дій	50 % робочого часу	
	Змінність	1 зміна, 8 годин	
	Напруженість органів чуття: зір	20 % робочого час	
Запиленість і загазованість на виробництв	Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі	0,05мг/м ³	Допустимі
Чинники електричного походження	Напруга прямого дотику	220 В	Удоп= 6 В Небезпечний
	Струм	186 А	Ідоп=0,6 мА Небезпечний

6.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

До можливих небезпек при перевірці та очищення фільтрів палива, налаштування паливного насоса та перевірка стану паливних ліній для забезпечення належного подачі палива можна віднести приведені нижче (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Можливі небезпеки [26], [27].

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
Фізичні	Опіки	Імовірний	Катастрофічний	II

Продовження таблиці 6.4

	Рухомі механізми, механічні травми	Імовірний	Значний	III
Хімічні	Емісії шкідливих речовин	Високо ймовірний	Значний	III
	Отруєння	Імовірний	Значний	III
Рідина	Гаряче мастило	Імовірний	Значний	III
Біологічні	-	-	-	-
Інші	монотонність	малоймовірний	низький	III
	Незручні робочі положення	Імовірний	Значний	II

Слід зазначити що присутні емісії шкідливих речовин, адже використання трьохходової схеми руху продуктів спалювання і наявність водоохолоджуємої камери спалювання з тепловіддаючими опалювальними поверхнями створюють ідеальні умови для роботи з низькими викидами шкідливих речовин, особливо в комбінації з пальником, робота якого погоджена з котлом і забезпечує загалом не високі показники викидів шкідливих речовин.

6.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в котельнях.

Технічні заходи з електробезпеки і газопостачання наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Технічні і організаційні заходи [26], [27].

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
Контроль доступу	Встановлення системи контролю доступу	Обмеження доступу до котельні для неуповноважених осіб шляхом встановлення системи контролю доступу по магнітним карткам "SEVEN Systems", виробник Україна. З метою запобігти недозволеним втручанням та забезпечує безпеку робітників.
Вентиляція та видалення продуктів згорання	Очищення і заміна фільтрів повітря	Припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім спонуканням фірми "WOLF" для видалення продуктів згорання, таких як дим, чадний газ та інші.

Продовження таблиці 6.5

Установка пристроїв захисту	Установлення автоматичних вимикачів	Установлення автоматичних вимикачів "Schneider Electric".
Регулярне обслуговування	Перевірки раз на рік	Перевірка проводки, з'єднань, пристроїв безпеки, регуляторів тиску газу та інших елементів, щоб переконатися в їх належному функціонуванні.
Психологічний	Напружена праця	Наряд-допуск

6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Засоби індивідуального захисту необхідні для забезпечення безпеки працівників на робочому місці у таблиці 6.6 наведені необхідні засоби для технічного обслуговування котельні.

						Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.6 – Засоби індивідуального захисту [26], [27], [28], [29].

Вид	Період випробування	Призначення	Документи, де прописані вимоги до ЗІЗ
Напівкомбінезон	12 місяців	робочий одяг, захищає від механічних впливів	ДСТУ 7239:2011
Захисні окуляри від механічних ушкоджень	24 місяці	Захист від механічних ушкоджень	ДСТУ EN 166:2017
Рукавички	5 робочих змін	Захист від механічних ушкоджень та електричних	ДСТУ EN 60903:2017
Газо-пилозахисні маски	30 робочих змін	Захист дихаючих шляхів від небезпечних речовин	ДСТУ EN 136:2003

6.6 Заходи пожежної безпеки

Складники для попередження і тушіння пожежі і ліквідації вибухів:

По-перше проведення регулярних оглядів та обслуговування котельного обладнання, та іншого обладнання на об'єкті, перевірку електричних систем, вимірювання параметрів температури та тиску, а також встановлення систем автоматичного виявлення пожежі та вибухів[27], [28]. У нашому випадку встановлено автоматичну установку пожежної сигналізації і система оповіщення про пожежу які призначені для виявлення пожежі. В якості апаратури прийому сигналів про пожежу в приміщенні котельні, використовується прилад пожежний контрольно-приймальний в вибухобезпечному виконанні ємністю 2 шлейфи - ПИКП 019/2 -2 Ex та блок іскро захисту БІЗ-2. Прилади встановлюються в сусідньому приміщенні яке є кімнатою відпочинку. ПИКП 019/2-2 Ex окремим шлейфом підключається до основного ПИКП 019/20-2, який знаходиться на 2-му поверсі в приміщенні складу - кімната 205. Для виявлення пожежі в приміщенні котельні використовується сповіщувачі в вибухобезпечному виконанні пожежні

						Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

теплові типу ИТТ 105.1 Ех та ручний сповіщувач типу ИПР Ех. Шлейф пожежної сигналізації виконується кабелем ШВВП 2×0,5 і прокладається в сталій тонкостінній водогазопровідній трубі ДУ20 відкрито по стелі котельної. Для оповіщення персоналу на стіні котельні використовується оповіщувач світлозвуковий типу ОСЗ-1. Мережа оповіщення про пожежу виконується вогнетривким кабелем типу JE-H(St)HBdFE-30 1,5x2Re.

По-друге будівля повинна бути обладнана системою автоматичного пожежогасіння [27], [28], [31]. У нашому випадку внутрішнє пожежогасіння котельні запроєктовано від мережі протипожежного водопроводу і здійснюється з розрахунку 2 струмені по 2.5 л кожний і складає 5.0 л/с. Діаметр пожежних кранів 16 мм, довжина рукава 20 м діаметр спринку наконечника пожежного стволу - 16мм. Внутрішня мережа водопроводу монтується з сталевих ел/зв труб Ф50 мм.

По-третє у будівлі повинні бути чітко позначені евакуаційні шляхи та плани дій у разі пожежі [27], [31]. У будівлі є 16 виходів, 3 з яких є евакуаційними шириною проходів 1,5 метри.

Персонал повинен бути навчений процедурам евакуації та вміти правильно використовувати доступні вогнегасні засоби.

Котельня обладнана системами контролю температури, тиску та інших параметрів, які можуть вказувати на можливі проблеми або загрози. Такі системи допомагають виявляти можливі джерела пожежі або вибуху та приймати відповідні заходи.

Додатково, необхідно забезпечити навчання співробітників правилам пожежної безпеки та процедурам дій в надзвичайних ситуаціях [27], [30]. Це включає ознайомлення з місцем розташування вогнегасників, правильним використанням ними, а також знання про автоматичну систему пожежогасіння і правила її використання. Навчання співробітників сприятиме забезпеченню їх безпеки та допоможе запобігти можливим пожежам та надзвичайним ситуаціям.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

6.7 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Обмеження доступу до котельні для неуповноважених осіб шляхом встановлення системи контролю доступу "SEVEN Systems", виробник Україна. З метою запобігти недозволеним втручанням та безпеку роботи котельні.



Рисунок 6.1 – Система контролю доступу "SEVEN Systems", SEVEN CR-7477BF - це автономний, захищений від вологи, металевий, контролер зі зчитувачем з управлінням та налаштуванням через Bluetooth для роботи в системах контролю доступу. Усі налаштування, створені за допомогою клавіатури, будуть автоматично відображатися у програмі. Підтримка дистанційного відкриття замку за допомогою Bluetooth брелка. Управління та налаштування через інтернет. Ступінь пило - та вологозахисту IP67 (призначений для зовнішньої установки). Можливість переглядати хто і в який час входив. Давати допуск на вхід іншим людям: постійний, тимчасовий або циклічний (наприклад, запрограмувати на відкриття в певний проміжок часу (наприклад з 9.00-18.00) або тільки по понеділках) [37].

Вибір вогнегасників

Оберемо вогнегасники для котельні на нашому об'єкті, параметри за якими будемо обирати наведено у таблиці 6.7

						Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.7 – Параметри вибору вогнегасника у приміщення котельні

Критерії вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта [32], [33], :	Данні об'єкта
категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою виробничих, складських та лабораторних приміщень;	"В пожежонебезпечна"
клас можливої пожежі	Клас С
придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;	Газові вогнегасники
вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу [34]	Вогнегасник вуглекислотний Хладар 5кг ВВК-3.5 використовує вуглекислий газ (CO ₂), має вогнегасну концентрацію до 75%.
Заряд вогнегасної речовини	5 Кг
Захищувана площа (котельня 7,8x11,43м, 2,7м)	89,15 м ²

Норми кількості газових вогнегасників наведено у таблиці 6.8.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

Таблиця 6.8 – норми належності газових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств. Приміщення категорій А, Б, а також В з наявністю горючих рідин [35]:

Гранична захищена площа, м ²	Клас можливої пожежі	переносний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг	пересувний вогнегасник із зарядом вогнегасної речовини, кг			
		5 кг	7 кг	14 кг	18 кг	28 кг
більше 50 до 150 включно	В	3	3	2	1	-

Висновки до розділу 6

У даному розділі були розглянуті питання, охорони праці та пожежної безпеки під час проведення технічного обслуговування котельні. Були враховані фактори робочих умов та потенційні небезпеки, що можуть виникнути під час перевірки та очищення фільтрів палива, налаштування паливного насоса та перевірки стану паливних ліній для забезпечення належного подачі палива. Перевірок системи безпеки. Перевірок роботи безпечних пристроїв. З метою запровадження відповідних заходів з охорони праці.

Отже було обрано для використання вогнегасник вуглекислотний Хладар 5кг ВВК-3.5 [34] який використовує вуглекислий газ (CO₂) для захисту пожежної безпеки у приміщенні котельні площею 89,15 м² загальна кількість вогнегасників потрібна у кількості 3 штук [35].

Також було обрано систему захисту від небажаних втручань у роботу котельні, а саме систему доступу "SEVEN Systems" .

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Підготовка бакалаврських кваліфікаційних робіт. Організація, вимоги до структури, змісту та оформлення [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дерев'янка Д.Г., Бориченко О.В., М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 63 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52305>
2. Енергоефективність та енергетична сертифікація будівель: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 81 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53129>
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», чинний з 01.09.2022.
4. Закон України від 22 червня 2017 року № 2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».
5. ДБН В.1.2-11:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність», чинний з 2022-09-01.
6. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування», чинний з 01.09.2022.
7. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель», чинний з 01.01.2017.
8. ДСТУ Б В.2.6-34:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги», чинний з 01.06.2009.
9. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», чинний з 01.03.2019.

						Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія», чинний з 01.11.2011.
11. Енергоефективність та енергетична сертифікація будівель: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М.М. Шовкалюк – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського. Розділ: 3.4. Впровадження теплової зависи для виробничих та громадських, будівель з дверима типу ворота 2023. 4 с.
12. ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт. Київ: ДП НДІБК, 2007. – 7 с.
13. ДБН В.2.5-28-2018 Природне і штучне освітлення. Київ: ДП НДІБК, 2018. – 137 с.
14. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). Вид. офіц. Київ: ДП НДІБК, 2020 – 7 с.
15. Іншеков Є.М., Нікітін Є.Є., Тарновский М.В., Чернявський А.В. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту. Київ : Поліграф плюс, 2014. 238 с.
16. Чернявський А. В., Іншеков Є. М., Соловей О. І., Бориченко О. В., Пертко П. П. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 : навч. посіб. / за ред. Є. М. Іншекова, А. В. Чернявського. Київ : Проєкт UNIDO/GEF «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України», 2021. 137 с. URL: http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/EnMS-Practical-Guide2021_Ukraine_ukr.pdf
17. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

						Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

https://shop.electrum.com.ua/uk/lampa-lyuminescentna-t8-30-54-g13-a-ft-0220?gad=1&gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAIi168zephcbbbb07812UIMF_9exMWn4LpJRjfxWJVJdMEasNdTaYtl87ABoCvxgQAvD_BwE

18.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://shop.electrum.com.ua/uk/lampa-svitlodiodna-trubchata-electrum-18w-g13-4000k-sklo-a-lt-1974>

19.РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНОГО РІВНОМІРНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ОФІСНИХ ТА АДМІНІСТРАТИВНО-ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ МЕТОДОМ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ.2020 – с.16 URL:

https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/zavdannya_na_kr_oop_praktyka.pdf

20.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/holodilniki_bosch_kgn36nl306.html?gclid=CjwKCAjws7WkBhBFEiwAIi16851cY0oWrDswdGShKLLK-VPyDzdUVQYygFDRb1wJlvIcqEZrKdqWihoCdewQAvD_BwE

21.Попов Володимир Андрійович, д-р техн. наук, проф. Замулко Анатолій Ігорович, канд. техн. наук, доц. Ткаченко Вадим Владиславович, канд. техн. наук, доц. Федосенко Микола Миколайович, канд. техн. наук, доц. Ярмолюк Олена Сергіївна, канд. техн. наук, доц. "СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КУРСОВИЙ ПРОЄКТ " 2021. 61 с.

22.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://energosome.in.ua/ua/p1451875002-solnechnaya-batareya-sola.html>

23.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://gosolar.com.ua/p1806331335-setevoj-invertor-huawei.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjw-b-kBhB-EiwA4fvKrOOhq6ptGaw1EMUZZ_k7RRJIXqkTKO656ay8w5RssaxQ3rOCdb1MyhoCaaYQAvD_BwE <https://1solar.com.ua/ua/stati/kak-rasschitat-solnechnyie-batarei.html>

24.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pvsol-online.valentin-software.com/#/>

						Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 25.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://buildingclub.ru/kalkulyator-onlajn/perevesti-kvt-god-v-kvt-ch/>
- 26.Третьякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с.
- 27.Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третьякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2010. 425 с.
 Державні стандарти та нормативно-правові документи
- 28.ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 25 с.
29. ДСТУ 3651.1-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Вид. офіц. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. 25 с. Держспоживстандарт України, 2016.16 с.
- 30.НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с.
- 31.«ДБН В.2.5-56:2010 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту» 2010. 23 с
- 32.НПАОП 0.00-3.09-052004-11-01. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі.). Вид. офіц. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. 25 с.
- 33.ДСТУ 3764-98 "Пожежна безпека підприємств, будинків та споруд" 1998. 12 с
- 34.ДСТУ 6009:2008 "Пожежні вимоги до вогнегасників. Види, класифікація і методи випробувань"2008. 16 с.
- 35.ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники

						Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

36.Наказ про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників 2021. 32 с

37.[Електронний ресурс]. – Режим доступу:

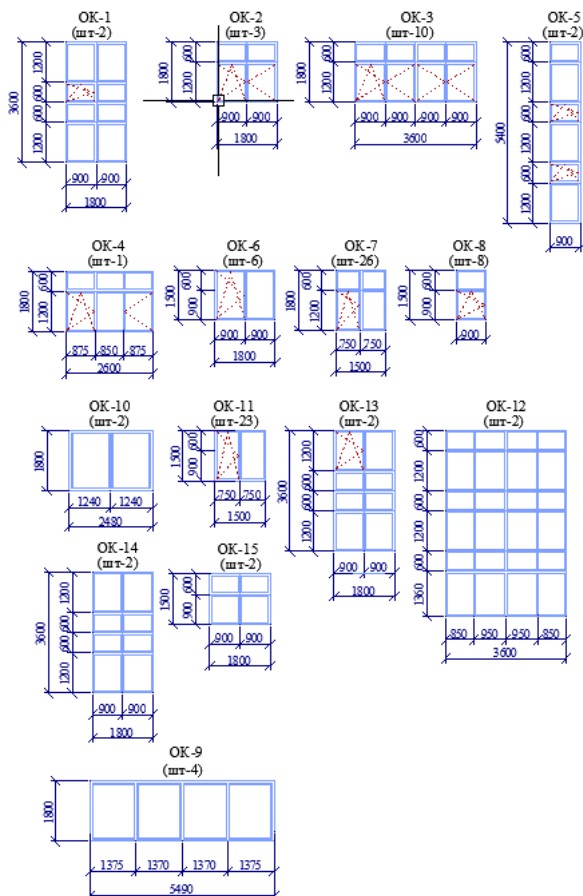
https://www.google.com/shopping/product/1?q=SEVEN+Systems+%D0%B%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D1%96+%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BA%D0%B8&prds=epd:16498883115541248237,eto:16498883115541248237_0,pid:16498883115541248237&sa=X&ved=0ahUKEwjG5fvxjsb_AhWRBhAIhVhDDFoQ9pwGCAw

38. Навчальний посібник: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ. ЧАСТИНА 1 ПРАКТИКУМ Укладачі: О. В. Бориченко, Ю. А. Веремійчук. 2022. 27 с.

						Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ ДОДАТОК А

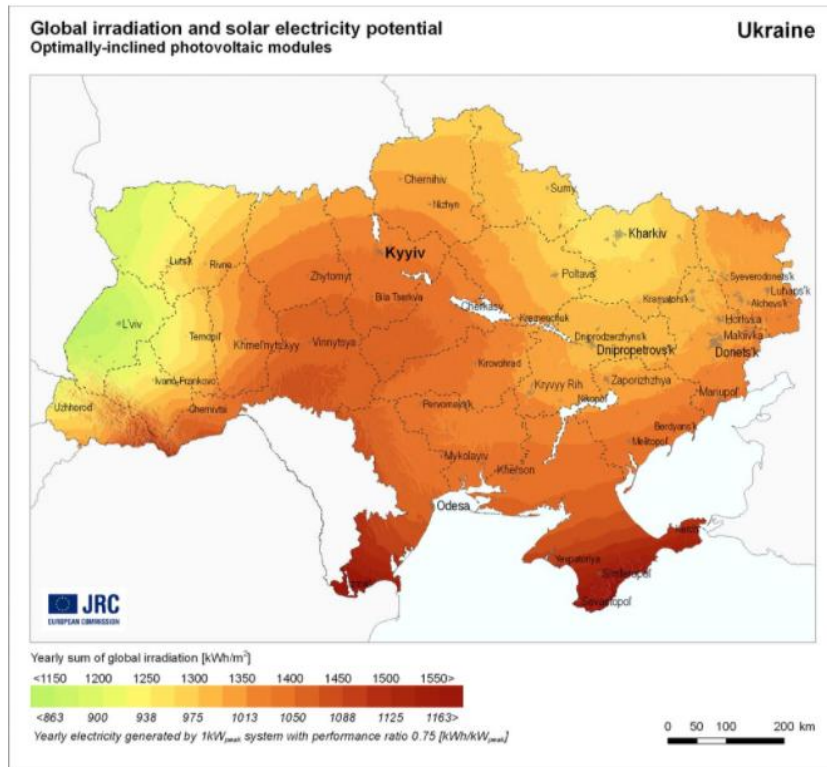
Схема розмірів світлопрозорих конструкцій об'єкту



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		120

ДОДАТОК Б

Карта сонячної інсоляції України



						Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		