

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А.В. Попов

«__» _____ 2021 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: «Підвищення рівня енергоефективності паперової фабрики»

Виконав:

студент IV курсу, групи ОН-71

Лупеха Дмитро Юрійович

Керівник:

к.т.н., доц. Закладний О.О.

Консультанти:

Теплова частина к.т.н., доц.Виноградов-Салтиков О.В.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Охорона праці

(назва розділу)

д.т.н., проф.Третьякова Л.Д.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль

(назва розділу)

ас.Прокопенко І.Д.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

к.т.н., доц. Данілін О.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

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

Студент _____

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.В. Попов

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Лупесі Дмитру Юрійовичу

1. Тема проекту «Підвищення рівня енергоефективності паперової фабрики»,

керівник проекту *к.т.н., доц. Закладний О.О.*, затверджені наказом по університету від «27» травня 2021 р. №1353-с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту «11» червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: результати проведеного енергетичного аудиту паперової фабрики.

4. Перелік розділів, які мають бути розроблені

а) електрична частина: - аналіз ефективності використання електричної енергії на паперовій фабриці;

б) теплова частина: - аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на паперовій фабриці;

в) охорона праці та пожежної безпеки: - Охорона праці та безпека під час експлуатації паперової фабрики.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз теплоспоживання об'єкту
2. Аналіз електроспоживання об'єкту
3. Опис заходів з енергоефективності в системі тепlopостачання
4. Опис заходів з енергоефективності в системі електропостачання

6. Консультанти:

Розділ (частина)	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Теплова частина</i>	<i>к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков В.О.</i>		
<i>Охорона праці та пожежна безпека</i>	<i>д.т.н., проф. Третьякова Л.Д.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>ас. Прокопенко І.Д.</i>		

7. Дата видачі завдання «17» травня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання дипломного проекту

студентом Лупехою Дмитром Юрійовичем

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
	Загальний опис об'єкту	20.05.-26.05.21	
	Розрахунок електричної частини	20.05.-26.05.21	
	Розрахунок теплової частини	26.05.-01.06.21	
	Впровадження СЕНМ	26.05.-01.06.21	
	Розрахунок впровадження ВДЕ	26.05.-01.06.21	
	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	02.06.-05.06.21	
	Підготовка графічного матеріалу	05.06.-07.06.21	
	Захист дипломного проекту	17.06.21	

Студент

Д.Ю. Лупеха

Керівник проекту

О.О. Закладний

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з шести розділів, містить 88 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено 22 ілюстрації, 22 таблиць та 24 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою даного проекту є підвищенні рівня енергоефективності паперової фабрики закладу. Для досягнення даної мети було запропоновано впровадити такі заходи: замінити вікна, на енергоефективні, встановити перетворювач частоти та автоматичне керування, утеплити дах, модернізувати фасади, , підвищити ККД існуючих приладів вентиляції Сумарний економічний ефект є прийнятним, тому що загальний простий термін окупності становить 12 років та 5 місяців.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ, СПОЖИВАННЯ, ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ, РОЗРАХУНОК, ЗАХІД З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, БАЛАНС

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

The explanatory note to the diploma project consists of six sections, contains 88 pages of the main text. The main text of the work contains 22 illustrations, 22 tables and 24 bibliographic names according to the list of references.

To achieve this goal, it was proposed to implement the following upgrade facades, increase the efficiency of existing ventilation devices measures: replace windows with energy-efficient ones, install a frequency converter and automatic control, insulate the roof. The total economic effect is acceptable because the total simple payback period is 12 years and 5 months.

Keywords: ELECTRICITY, THERMAL ENERGY, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, COSTS, LOSSES, ECONOMY, CONSUMPTION, FENCES

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	11
1.1 Короткий опис об'єкту	11
1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки	13
1.3 Оцінка тарифної політики щодо покупних (ПЕР)	19
Висновки до розділу 1	20
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	21
2.1. Схема електропостачання об'єкта та її аналіз.....	21
2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енерго-ефективності споживачів електричної енергії.....	22
2.3 Оцінка завантаженості (ТП) (ввідних кабельних ліній).....	23
2.4 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту.....	26
2.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі	28
2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті.....	35
2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії.....	36
Висновки до розділу 2	43
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	44
3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях.....	44
3.2. Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії	48
3.3 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій.....	55
Висновки до розділу 3	61
4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ	63
4.1 Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020.....	63
4.2 Представлення «Енергетичної політики» підприємства.....	65

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.3 Планування впровадження заходів з енергоефективності.....	66
Висновки до розділу 4	67
5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ’ЄКТІ.....	68
5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об’єкті. Оскільки на фабпиці використовується велика кількість гарячої води, а ціна на воду з централізованого гарячого водопостачання та воду, дуже висока, пропонується встановити геліоколектори	68
5.2 Опис метеорологічних умов.....	69
5.3 Розрахунок навантаження на гаряче водопостачання	70
5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу	71
Висновки до розділу 5	73
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	74
6.1 Загальна характеристика об’єкта.....	74
6.2 Перелік робіт та склад бригади.....	75
6.3 Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників.....	75
6.4 Визначення небезпек для працівників на робочих місцях.....	77
6.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках.....	79
6.6 Заходи пожежної безпеки.....	80
6.7 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації	80
Висновки до розділу 6	83
ВИСНОВКИ	84
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ.....	85
ДОДАТКИ.....	88
Додаток А.....	88

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ, ТЕРМІНІВ

ГВП – гаряче водопостачання;

Д – дерев'яний;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державний стандарт України;

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

М – металевий;

МП – металопластиковий;

ПДВ - податок на додану вартість;

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;

СТеМ – система енергетичного менеджменту

ТП – трансформатор підстанції;

IRR – внутрішня норма рентабельності;

NPV – чистий дисконтований дохід;

α – коефіцієнт тепловіддачі;

δ – товщина;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа;

Q – теплота.

ст – стіна;

в – вікно;

д –двері;

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Для зменшення грошових витрат існує економія енергоресурсів. Для України на сьогоднішній день ця проблема є актуальною через підвищення ціни на них. Одним із варіантів економії ПЕР є впровадження енергетичного аудиту об'єкту з виконанням відповідних заходів з енергетичної ефективності. Можна казати, що для економії на опаленні необхідно провести термомодернізацію огорожувальних конструкцій чи системи опалення; щоб отримати економію на електроенергії необхідно замінити старе обладнання на нове, більш енергоефективне, чи змінити режим роботи обладнання. На противагу просте обмеження споживання може погано вплинути на комфорт в приміщенні чи на продуктивність підприємства.

Таким чином, практичне виконання задач енергозбереження є ефективним способом економії коштів, хоч і потребує великих інвестицій.

Дипломний проект складається з таких розділів:

Загальний опис об'єкту, де розглянуто початковий стан будівлі та інженерних систем.

Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті, де розглянуто споживання електричної енергії, баланс, заходи з підвищення рівня енергоефективності електроустановок.

Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті, де розглядається теплові втрати через огорожувальні конструкції, баланс, заходи з підвищення енергоефективності огорожувальних конструкцій та інженерних систем.

Система енергетичного аудиту, де розглянуто відповідність стану існуючого на об'єкті системи енергетичного менеджменту, планування та впровадження заходів відповідно до попередніх розділів.

Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті, де розглянуто економічну доцільність впровадження сонячних колекторів

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охорона праці, де розглядається правила яких потрібно дотримуватись при експлуатації системи вентиляції.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

1.1 Короткий опис об'єкту

Дніпровську паперову фабрику було засновано у 1914 році в місті Єкатеринославі на лівому березі Дніпра засновниками Г.Кофманом і Я.Фурманом. На початку вироблялась обгорточна бумага і тольова приблизно 1000 тон в рік. Вихідною сировиною слугували солома, макулатура та ганчір'я місцевих заготовок.

В 1946 році із Германії було отримане устаткування репарації папероробної машини фірми «Фюльн» та дерево-масний завод. З 1964 року на базі устаткування, поставленого польською фірмою «Фампа», була проведена реконструкція обох папероробних машин, що дозволило збільшити потужності вироблення бумаги з 17 тисяч до 28 тисяч тон. З 1971-1975рр. Продовжувалось технічне переозброєння фабрики за допомогою заводу «Днепротяжбуммаш» ім. Артема.

В 1971 році введений в експлуатацію цех целюлози зі складом для зберігання волокнистих матеріалів, що дозволило забезпечити зберігання сировини і суттєво зменшити тяжку ручну працю, як на вигразці тяжких залізодорожніх вагонів, так і на загрузці целюлози в гідророзбивачі.

Починаючи з 1992 року із-за розпаду Радянського Союзу були розірвані налагоджені виробничі та кооперативні зв'язки, виникли перебої з поставкою целюлози, що призвело до зупинки підприємства.

З 1998 року почався період відновлення виробництва паперу. Була пущена в виробництво німецька лінія Belomatic по різанню паперу на формати рулонного паперу. Змонтовані та пущені макулатурні лінії для білого та рудого потоку. Змонтована лінія по виробництву зошитів.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ								
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Лупеха Д.Ю.			Загальний опис об'єкту			Літ		Аркуш		Аркушів	
Перевір.		Закладний О.О.								11		25	
Реценз.								ІЕЕ, гр. ОН-71					
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.											
Затвер.													

В 2003 році прийнято рішення і почато будівництво цеха під паперообробну машину зображена на рисунку 1.2 для випуску тисью паперу наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Цех під паперообробну машину

ОАО «Дніпровська паперова фабрика» являється одним із інтенсивно працюючих підприємств паперової промисловості України і практично єдиним виробником офсетного паперу. Асортимент продукції також включає лайнер, лайнер з білим верхом, флутинг, папер обгорточний, шкільні зошити, а також іншу паперо-більову продукцію.

Якість паперу постійно покращується, і ОАО «Дніпровська паперова фабрика» займає тверде місце на ринку України. Сегмент ринку, займає ОАО «Дніпровська паперова фабрика», щорічно збільшується. Загальний об'єм продукції складає більше 18000 тон паперу, щорічний приріст-20%.

ОАО «Дніпровська паперова фабрика» для досягнення високої якості паперу купують за кордоном хімікати виробництва фірм Ciba (Німеччина) та Kemira (Фінляндія).



Рисунок 1.2 – Станок для виготовлення паперу

1.2 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

У таблиці 1.1 та таблиці 1.2 наведено споживання за 21 грудня та 21 червня 2019 року.

Таблиця 1.1 – Споживання електричної енергії на паперовій фабриці за 21 грудня 2019 р.

Години доби	Погодинна потужність	
	кВт	кВар
00.00-01.00	44	32
01.00-02.00	56	36
02.00-03.00	48	32
03.00-04.00	52	36
04.00-05.00	44	32
05.00-06.00	40	28
06.00-07.00	44	32
07.00-08.00	96	68
08.00-09.00	240	168

Продовження таблиці 1.2

09.00-10.00	228	164
10.00-11.00	264	184
11.00-12.00	292	156
12.00-13.00	212	124
13.00-14.00	328	212
14.00-15.00	336	240
15.00-16.00	336	256
16.00-17.00	256	128
17.00-18.00	276	76
18.00-19.00	140	32
19.00-20.00	116	68
20.00-21.00	144	48
21.00-22.00	120	36
22.00-23.00	76	12
23.00-24.00	56	8
Споживання за добу	3844	2208

Таблиця 1.2 – Споживання електричної енергії на паперовій фабриці за 21 червня 2020 р.

Години доби	Погодинна потужність	
	кВт	кВар
00.00-01,00	24	12
01,00-02,00	24	12

Продовження таблиці 1.2

02.00-03.00	20	12
03.00-04.00	28	16
04.00-05.00	24	12
05.00-06.00	24	12
06.00-07.00	28	32
07.00-08.00	48	76
08.00-09.00	92	168
09.00-10.00	240	140
10.00-11.00	172	144
11.00-12.00	180	92
12.00-13.00	124	92
13.00-14.00	144	144
14.00-15.00	184	88
15.00-16.00	120	48
16.00-17.00	132	52
17.00-18.00	132	64
18.00-19.00	124	116
19.00-20.00	164	116
20.00-21.00	212	124
21.00-22.00	184	116
22.00-23.00	92	32
23.00-24.00	48	24
Споживання за добу	2564	1640

Зобразимо споживання електричної енергії за допомогою графіків (див. рис. 1.3 та 1.4).

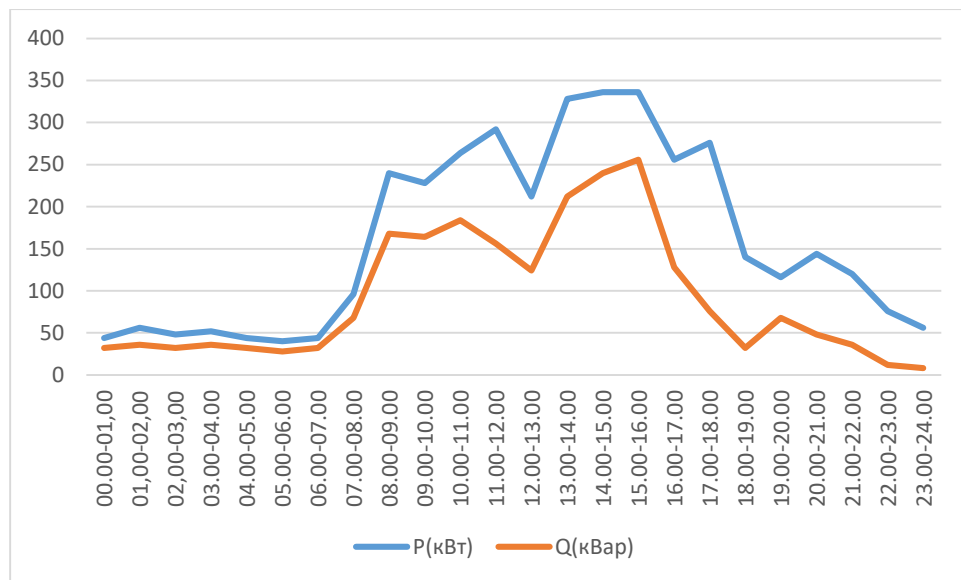


Рисунок 1.3 – Добовий графік за 21.12.2019 р.

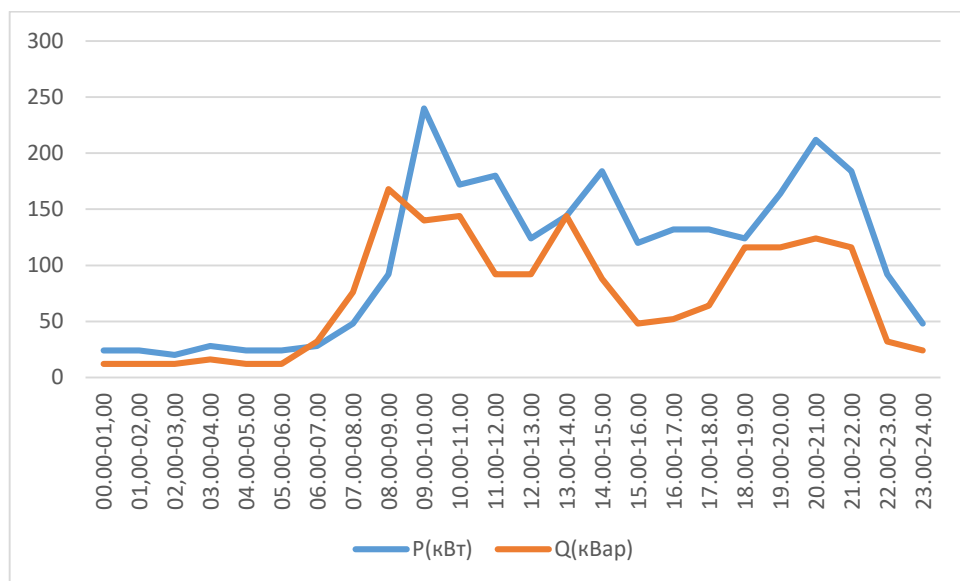


Рисунок 1.4 – Добовий графік за 21.12.2020 р.

З графіків можемо зробити висновок, що у 2019 році найбільше споживали з першої години до шостої, а у 2020 році навпаки найменше, а найбільше ранок з 9 і до 11 та вечір з сьомої по одинадцяту годину.

Графіки електричних навантажень за 2018-2020 роки наведені у таблицях 1.3, 1.4 та 1.5:

Таблиця 1.3 – Річне споживання електроенергії фабрикою за 2018р

Місяць 2018р.	Ел.енергія, тис. кВт*год	Ліміт тис. кВт*год	Витрати, тис. грн.
Січень	314	400	91,845
Лютий	315	400	93,24
Березень	299	350	88,11
Квітень	213	255	62,81
Травень	210	255	64,11
Червень	239	260	73,08
Липень	254	300	78,66
Серпень	286	300	87,34
Вересень	336	350	102,7
Жовтень	344	350	108,8
Листопад	379	400	118,58
Грудень	353	400	110,27
Всього	3542	4020	1076,545

Таблиця 1.4 – Річне споживання електроенергії фабрикою за 2019р.

Місяць 2019р.	Ел.енергія, тис. кВт*год	Ліміт тис. кВт*год	Витрати, тис. грн.
Січень	384	400	112,32
Лютий	355	400	105,08
Березень	210	350	61,86
Квітень	200	255	58,92
Травень	210	255	64,11

Продовження таблиці 1.4

Червень	251	260	76,75
Липень	284	300	87,9
Серпент	295	300	90,12
Вересень	312	350	95,37
Жовтень	310	350	96,1
Листопад	310	400	96,8
Грудень	324	400	101,3
Всього	3445	4020	1046,3

Таблиця 1.5 – Річне споживання електроенергії фабрикою за 2020р.

Місяць 2020р.	Ел.енергія, тис. кВт*год	Ліміт тис. кВт*год	Витрати, тис. грн.
Січень	71,8	85	22,71
Лютий	74	85	22,9
Березень	81,5	85	25,67
Квітень	83,4	85	26,34
Травень	85,9	90	27
Червень	89,1	90	28,86
Липень	92,7	95	30,125
Серпент	88,2	95	29,01
Вересень	87,2	95	28,9
Жовтень	93,4	95	30,82
Листопад	91,8	95	31,6
Грудень	92	95	32,2
Всього	1031	1100	336,1

Зобразимо річне споживання за 2018-2020 роки графічно на рисунку 1.5.

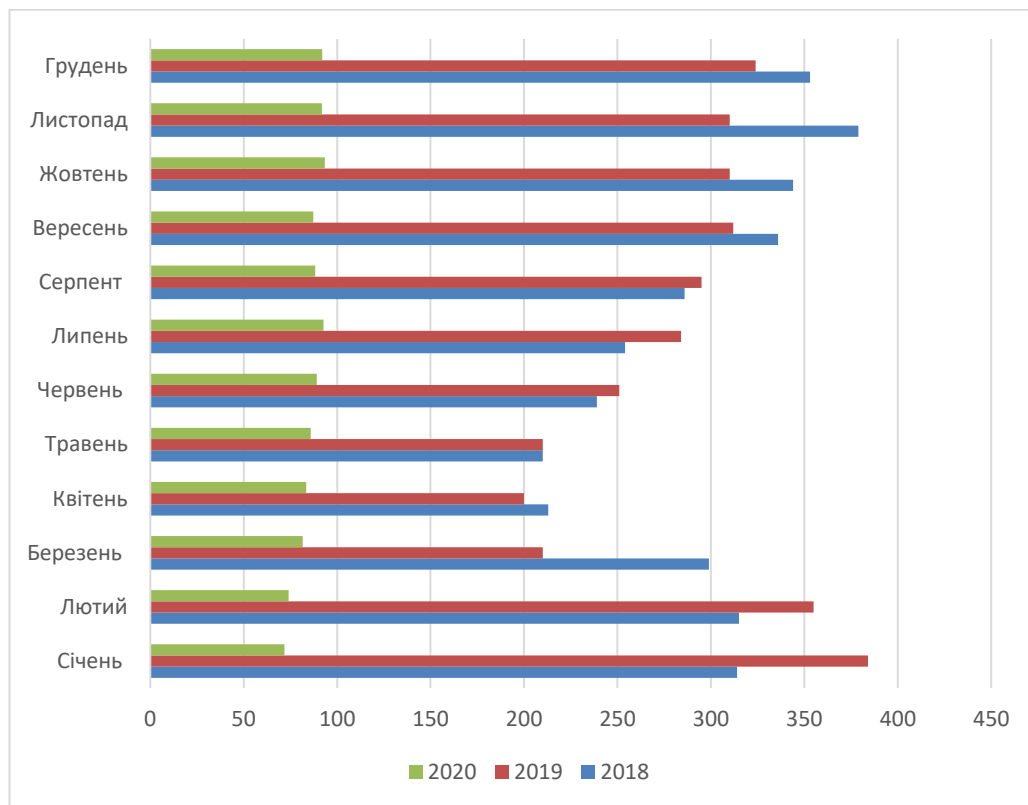


Рисунок 1.5 – Річне споживання електроенергії фабрикою

Можемо зробити висновок, що споживання (ЕЕ) значно зменшилось у 2020 році, в порівнянні з минулими роками.

1.3 Оцінка тарифної політики щодо покупних (ПЕР)

У Дніпровській паперовій фабриці споживаються такі енергоносії: електрична енергія, теплова енергія та вода. За використані енергоносії фабрики розраховується з такими організаціями:

- 1) АО «ДТЕК Дніпровські електро» – електроенергія;
- 2) КП «Теплоенерго» Дніпровської міської ради – теплоенергія;
- 3) КП «Дніпроводоканал» ДМР – вода.

Фабрика відноситься до промислових споживачів і розраховується за електроенергію за одноставочним тарифом за умовами договору.

Тариф на електроенергію в 2019 році становить 1,9 грн./кВт*год

Тарифи на теплову енергію та воду в 2019 році становлять відповідно 1451,10 грн./Гкал та 38,50 грн./м³ з врахування (ПДВ).

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 1

Дніпровська паперова фабрика була збудована досить давно, через що стан огорожувальних конструкцій знаходиться в непридатних умовах та не є придатним на сьогоднішній день. На фабриці встановлені паперообробні верстати у досить великій кількості, система опалення централізована. Кількість всіх працівників на підприємстві складає 266 осіб. Всі системи знаходяться у робочому стані, але необхідно проводити заміну обладнання на більш сучасне.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

2.1. Схема електропостачання об'єкта та її аналіз

На паперовій фабриці споруджено РП-10 кВ, від якого за допомогою кабельних ліній 10 кВ живиться комплектна двотрансформаторна підстанція 10/0,4 кВ. Електропостачання споживачів підприємства передбачається від існуючої (КТП), розташованої у приміщенні друкарського цеху. В даній ПС встановлені трансформатори типу ТМ-4000/10 з такими параметрами:

$$\Delta P_{xx} = 8,6 \text{ кВт} ,$$

$$\Delta P_{кз} = 33,5 \text{ кВт} ,$$

$$I_{xx} = 3 \% ,$$

$$U_{кз} = 6,5 \% ,$$

$$U_{в} = 10 \text{ кВ} ,$$

$$U_{н} = 0,4 \text{ кВ} .$$

Електропостачання виробничих корпусів підприємства виконується (КЛ)-0,4 кВ від різних секцій РУ-0,4 кВ ТП з урахуванням категорій надійності споживачів.

Електроживлення освітлювальних установок передбачається від щитків робочого та аварійного освітлення, які живляться від магістральних пунктів робочого та аварійного освітлення.

Розподільча мережа виконується кабельними лініями з алюмінієвими та мідними жилами в полівінілхлоридній ізоляції. Кабелі у виробничих приміщеннях прокладаються по кабельних конструкціях та в трубах, а по території кабелі прокладаються на естакаді, в землі, в траншеях.

Електропостачання підприємства передбачається від зовнішніх та внутрішніх джерел.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті			Літ	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Лупеха Д.Ю.									21	25
Перевір.	Закладний О.О.										
Реценз.											
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.										
Затвер.											
					ІЕЕ, гр. ОН-71						

Зовнішнє постачання енергії виконується від підстанцій 110/10 кВ. Внутрішнє електропостачання передбачається від розподільчого пункту, який призначений для прийняття і розподілу електроенергії на напрузі 10 кВ без перетворення і трансформації, між корпусами паперової фабрики і допоміжних приміщень. Живлення (РП) виконується кабельними лініями (КЛ)-10 кВ від міських підстанцій.

2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енерго-ефективності споживачів електричної енергії.

Споживачами електричної енергії на фабриці є: освітлення, комп'ютерна техніка, папероробні машини, насоси, вентиляція наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Споживачі електричної енергії фабрики

Найменування ваючого обняладна енергоспожи-	Встановлена потужність одиниці обладнання, кВт	Кількість одиниць обладнання, шт.	Загальна встановлена потужність обладнання, кВт	Коефіцієнт використання встановленої потужності	Середня потужність обладнання, кВт	Тривалість роботи за рік, год	Річне електро-споживання, кВт•год
Освітлення, в тому числі:							
- лампи денного світла	0,04	400	16	0,3	4,8	2088	10022,5
- ДРЛ-400	0,4	184	73,6	0,9	66,24	1850	122544
- лампи розжарювання	0,075	200	15	0,6	9	1500	13500
Комп'ютерна техніка	0,5	25	12,5	0,9	11,25	1302	14647,5
Силове обладнання, в тому числі:							
-папероробні машини	50	2	100	1	100	40	4000
-цех №1	10	6	60	0,8	48	1566	75168
-цех №2	8	8	64	0,5	32	720	23040

Продовження таблиці 2.1

-цех №3			45	0,7	32	2088	65554
-цех №4			66				97247
-компресорна	10		10	0,8	8	2088	16704
-насоси	2,2	8	17,6	0,6	10,5	4600	48576
Вентиляція			72,5	0,65	47,125	24	298584
Решта споживачів					125	2088	241000
Втрати в мережах							405
Всього							993059

Після аналізу таблиці 2.1 можемо робити висновок, що найбільшу частину електричної енергії на себе бере вентиляція, тому в першу чергу потрібно підвищити рівень енергоефективності системи вентиляції.

2.3 Оцінка завантаженості (ТП) (ввідних кабельних ліній)

Перевірка завантаження трансформаторів

Для перевірки завантаження трансформаторів і системи розподілу електроенергії необхідно визначити розрахункові навантаження. Розрахунок навантажень проведемо за допомогою коефіцієнта попиту[1]:

$$K_c = \frac{P_{\max}}{P_{\text{ном}}}, \quad (2.1)$$

де: $P_{\max}$ - максимальна активна потужність групи електроприймачів, кВт;

$P_{\text{ном}}$ - номінальна активна потужність групи електроприймачів, кВт.

$$P_{\max} = K_{\max} \times P_{\text{ср}}, \quad (2.2)$$

$$P_{\text{ср}} = \sum_{i=1}^n k_b \times p_{n_i}, \quad (2.3)$$

$$P_{\text{ср}} = 0,65 \times 554,79 = 360,7 \text{ кВт}$$

$$P_{\max} = 1,3 \times 360,7 = 468,91 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт попиту дорівнює:

$$K_c = \frac{468,91}{554,79} = 0,84 ,$$

Розрахункове активне навантаження знаходимо за формулою:

$$P_p = K_c \times P_{ном} , \quad (2.4)$$

$$P_p = 0,84 \times 554,79 = 398,84 \text{ кВт}$$

Розрахункове реактивне навантаження знаходимо за формулою:

$$Q_p = P_{cp} \times \operatorname{tg} \varphi , \quad (2.5)$$

$$Q_p = 398,84 \times 1,2 = 477,8 \text{ квар}$$

Повна розрахункова потужність:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \times K_{p.m} , \quad (2.6)$$

де K_m – коефіцієнт різночасності максимумів активної потужності групи електроприймачів, знаходиться за [1], $K_{p.m} = 0,9$;

$$S_p = \sqrt{398,84^2 + 477,8^2} \times 0,9 = 563,2, \quad \text{кВА}$$

Оскільки від ТП живляться споживачі II категорій електропостачання, то необхідно, щоб постачання електроенергії відбувалося через два трансформатора, які працюють паралельно.

Вибір номінальної потужності трансформаторів здійснюється за повною розрахунковою потужністю S_p споживачів, які живляться через ці трансформатори.

На двотрансформаторній підстанції номінальна потужність кожного трансформатора визначається з умови:

$$S_{нт} \geq \frac{S_p}{2 \times 0,7} , \quad (2.7)$$

де $S_{нт}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА.

В аварійних умовах трансформатор, який залишився в роботі, необхідно перевірити на допустиме навантаження. Повинна виконуватись умова:

$$1,4S_{нт} \geq S_{p\Sigma} . \quad (2.8)$$

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У трансформаторному пункті знаходяться 2 трансформатори ТМ 630/10 з наступними параметрами: $S_n=630$ кВА, $U_{BH}=10$ кВ, $U_{HH}=0,4$ кВ, $P_x=1100$ Вт, $P_k=8100$ Вт, $U_k=5,5\%$, $I_x=1,5\%$.

Схема з'єднання обмоток - Δ/Y .

Підставивши відповідні значення в (2.7), отримаємо:

$$S_{um} \geq \frac{563,2}{2 \times 0,7} = 403 \text{ кВА.}$$

Перевірка обраних трансформаторів за умовою (2.8):

$$1,4 \times 630 = 882 > 403, \text{ умова виконується.}$$

Перевірка перерізів кабелів

Електричний розрахунок мереж проводиться з метою визначення і вибору перерізу проводів, жил кабелів, які б задовольняли умовам технічним, економічним, безпеки експлуатації, як в нормальному режимі, так і при перевантаженні.

Переріз провідників вибирають за нагрівом провідників робочим струмом в номінальному режимі.

Розрахункове навантаження на одну лінію складає:

$$I_p = \frac{S_n}{n \times \sqrt{3} \times U_n}, \quad (2.9)$$

де S_n - навантаження і-го ТП, кВт;

n - число паралельних кабелів.

$$I_p = \frac{2 \times 630}{4 \times \sqrt{3} \times 0,4} = 453,23 \text{ А}$$

Попередньо вибираємо кабель марки АВВГ 3х185+1х70 з тривало допустимим навантаженням $I_{доп}=500$ А [2].

Перевіряємо вибраний кабель за нагрівом струму нормального режиму:

$$I_p \leq I_{доп} \times K_1 \times K_2, \quad (2.10)$$

де K_1 - коефіцієнт, що враховує поправку на температуру навколишнього середовища;

K_2 - коефіцієнт, який враховує кількість кабелів в траншеї.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$453,23 \leq 500 \times 1,1 \times 0,9 = 495 \text{ A}$$

Величина мінімального перерізу кабеля напругою 0,4 кВ за умовою термічної стійкості:

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C_T}, \quad (2.11)$$

де $B_K = I_{\infty}^2 \times t_{K3}$ — величина теплового імпульсу, $\text{kA}^2 \text{ c}$;

C_T - 90 А/мм - коефіцієнт для кабеля з алюмінієвими жилами напругою 0,4 кВ [3].

При дійсному часу короткого замикання $t_{K3} = 0,7$ сек. мінімальний переріз кабеля за умовою термічної стійкості дорівнює:

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{(4,238 \times 10^3)^2 \times 0,25}}{90} = 23,544 \text{ мм}^2.$$

Відповідно, за умовою термічної стійкості кабель повинен мати переріз не менше 3 x 185 мм .

Остаточно приймаємо кабель, переріз жил якого задовольняє максимальному з вище перерахованих вимог, тобто АВВГ 3x185+1x70 .

Енергопостачання фабрики надходить від трансформаторної підстанції ТП-1, та ТП-2, які знаходяться на території, в яких задіяно два трансформатори по 630 кВА. Від трансформаторів за допомогою чотирьох кабелів АВВГ 3x185+1x70, струм надходить на щитові . Кабелі АВВГ-3x185+1x70 під землею на відстані не менш 0,8-2,0 м від поверхні.

При виході з ладу однієї з живильних ліній, усе навантаження автоматично переводиться на другу лінію (у шафі передбачено АВР вводи).

2.4 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту

Компенсація реактивної потужності, або підвищення коефіцієнту потужності електропристроїв підприємства, має велике значення і є частиною спільної мети підвищення ККД роботи системи електропостачання і покращення якості відпущеної споживачу електроенергії.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі передачі споживачам активної (P) і реактивної (Q) потужності в провідниках системи електропостачання виникають втрати активної потужності:

$$\Delta P = 3I^2 R = \frac{S^2}{U^2} R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p, \quad (2.12)$$

де ΔP_a і ΔP_p - втрати на передачі активної і реактивної потужностей.

Враховуючи, що коефіцієнт потужності $\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$

знаходимо

$$P^2 + Q^2 = \frac{P^2}{\cos^2 \varphi}, \quad (2.13)$$

$$\Delta P = \Delta P_a + \Delta P_p = \frac{P^2 R}{U^2 \cos^2 \varphi}. \quad (2.14)$$

Звідси втрати активної потужності обернено пропорційні квадрату коефіцієнта потужності. Цим підтверджується значення величини коефіцієнта потужності при передачі електроенергії від джерела живлення до споживачів.

З (2.12) виходить, що при зниженні передаваної реактивної потужності Q втрати активної потужності в мережі знижується від величини ΔP_1 до величини ΔP_2 , що досягається застосуванням компенсуючих пристроїв. Отримане при цьому питома значення втрат активної потужності $\Delta P = \Delta P_1 - \Delta P_2$ (кВт) по відношенню до передаваної реактивної потужності Q (квар) називається коефіцієнт зниження втрат або економічним еквівалентом $k_{ек}$.

Підвищення коефіцієнта потужності електропристрою залежить від зниження споживання реактивної потужності. Підвищення коефіцієнта потужності знижує втрати активної потужності і підвищує напругу. Активна і реактивна потужності підприємства змінюються не тільки протягом тривалих проміжків часу (добы, місяця), але й протягом однієї виробничої зміни.

Компенсація реактивної потужності на паперовій фабриці здійснюється за допомогою нерегульованих конденсаторних установок. Встановлені КБ мають загальну реактивну потужність $Q=1600$ квар.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Втрати потужності на підприємстві

Втрати потужності та електроенергії на підприємстві складаються з втрат в трансформаторах і втрат в лініях. Визначимо ці втрати на поліграфічному підприємстві.

Для розрахунку втрат в трансформаторі використаємо паспортні дані ТМ4000/10.

$$\Delta P_{xx} = 8,6 \text{ кВт} ,$$

$$\Delta P_{кз} = 33,5 \text{ кВт} .$$

Втрати активної електроенергії в трансформаторі визначаються за формулою:

$$\Delta W = \Delta P_{xx} T_{в} + \kappa_{з}^2 \Delta P_{кз} \tau, \quad (2.15)$$

де ΔP_{xx} , $\Delta P_{кз}$ - втрати потужності при холостому ході та при короткому замиканні відповідно,

$\kappa_{з}$ - коефіцієнт завантаження трансформатора визначається згідно з формулою $\kappa_{з} = \frac{S_{\text{мах.потр.}}}{S_{н}}$ і на підприємстві, що розглядається, дорівнює 0,65,

$T_{в}$ - тривалість включення трансформатора, $T_{в} = 8760$ годин / рік ,

τ - час максимальних втрат, знайдений за кривою залежності $\tau = f(T_{в}, \cos \varphi)$, де $\cos \varphi$ приймають незмінним за встановлений час.[1]

Таким чином, на паперовій фабриці активні втрати електричної енергії в трансформаторі становлять:

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta W = 8,6 \cdot 8760 + 0,65^2 \cdot 33,5 \cdot 8000 = 188566 \text{ кВтгод / рік ,}$
 враховуючи, що на підприємстві встановлені 2 трансформатори,
 загальні втрати активної енергії дорівнюють:

$$\Delta W_{2\text{тр.}} = 2 \cdot 188566 = 377132 \text{ кВтгод/рік .}$$

Втрати в лініях розраховують по формулі:

$$\Delta W_{\text{л}} = 3 \cdot I_{\text{р}}^2 \cdot \kappa_{\text{ф}}^2 \cdot R_{\text{е}} \cdot T_{\text{роб}} \cdot 10^{-3}, \quad (2.16)$$

де $I_{\text{р}}$ - робочий струм;

$R_{\text{е}}$ - активний опір лінії;

$T_{\text{роб}}$ - час включення лінії.

Виконаємо розрахунки втрат на даному підприємстві.

Втрати в лінії до друкарського коефіцієнт форми графіка електричних навантажень, приймається 1,05;цеху.

Довжина лінії $L=20 \text{ м}$, r_0 для алюмінієвих проводів з перерізом 4х95 маємо 0,326 Ом/км. Звідси $R_{\text{е}}=20 \times 0,326 \times 10^{-3}=0,00652 \text{ Ом}$.

$$\Delta W_{\text{л}} = 3 \cdot 161^2 \cdot 1,05^2 \cdot 0,00652 \cdot 7920 \cdot 10^{-3} = 4427,15 \text{ (кВтгод/рік)}.$$

Результати розрахунку втрат в лініях до інших установок наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Втрати в лініях електропередачі на фабриці

L, м	r_0 , Ом/км	$I_{\text{р}}$, А	$T_{\text{р}}$, год/рік	$\Delta W_{\text{л}}$, кВт год/рік
Секція 1				
Цех1				
20	0,326	161	7920	4427,151
20	0,206	310	7200	9428,725
20	0,206	203	7200	4043,167
20	0,206	202	7200	4003,431
20	0,206	237	1768	1353,24

Продовження таблиці 2.2

20	0,443	130	1850	916,2
Цех2				
40	0,326	157	1850	1966,75
40	0,326	116	7200	4178,553
40	0,326	117	7200	4250,908
40	0,326	167	7200	8660,498
40	0,258	200	7200	9830,419
40	0,326	175	7920	10461,13
40	0,206	244	360	584,1296
Адміністративний корпус				
60	3,1	20	1768	435,07
Допоміжні приміщення				
20	1,94	57	1768	737,16
160	1,24	65	1850	5129,09
Секція 2				
Цех3				
20	0,326	161	7920	4427,151
20	0,326	60	1768	137,26
20	0,206	323	7200	10236,1
20	0,206	211	7200	4368,119
20	0,206	202	7200	4003,431

Продовження таблиці 2.2

20	0,206	55	5760	237,4351
20	0,443	70	360	51,693
Цех4				
40	0,326	115,5	7920	4556,87
40	0,326	117	7200	4250,908
40	0,326	209	1768	3330,83
40	0,326	211	7200	13825,31
40	0,206	244	360	584,1295
40	3,1	12	1850	109,26
Адміністративний корпус				
60	0,62	90	1850	1843,74
62	5,17	14	1768	109,26
Допоміжні приміщення				
20	0,326	155	7920	4103,326
20	0,326	167	1850	1112,63
160	0,326	156	7200	30228,68

Сумарні втрати в лініях дорівнюють:

$$\Delta W_{\text{л}} = 158179,8742 \text{ кВтгод} / \text{рік}$$

Енергетичний баланс об'єкту

Енергетичний баланс представляє собою систему взаємопов'язаних показників одержання і використання усіх видів ПЕР. Він дозволяє встановити необхідні обсяги і співвідношення надходження і споживання різних видів ПЕР.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс електроспоживання - частина, що входить до складу паливно-енергетичного балансу на підприємстві. Він потрібен для аналізу ефективності використання електроенергії, розробки прогресивних норм витрат електроенергії по окремим агрегатам, цехам та підприємству в цілому, для визначення змін структури електроспоживання, а також для аналізу ефективності заходів з економії електроенергії.

Електробаланс складається з прихідної та витратної частин, що визначаються по показникам лічильників або розрахунковим методом.

В прихідну частину включають всю електроенергію, отриману електроприймачами підприємства від енергосистеми, з мережі інших споживачів та від власних джерел підприємства (генератори, синхронні компенсатори та конденсатори). При цьому окремо враховують активну енергію по всьому підприємству, по цехам підприємства, а при необхідності й по окремим потужним агрегатам. Реактивну енергію враховують по всьому підприємству, а інколи і по енергомістким цехам.

Витратна частина балансу електроспоживання за звичай враховує окремо:

- а) прямі витрати електроенергії на основний технологічний процес
- б) втрати електроенергії в елементах мережі електропостачання
- в) відпуск основний технологічний процес внаслідок його недосконалості, а також витрати електроенергії на допоміжні потреби (вентиляція, транспорт), якщо їх можна визначити розрахунковим методом.

Визначення енергобалансу проводимо за формулою:

електроенергії стороннім споживачам

Інколи ця частина балансу може містити також непрямі втрати електроенергії.

$$W_{\text{спож}} = W_{\text{кор}} + \Delta W_{\Sigma}, \quad (2.17)$$

де $W_{\text{спож}}$ - споживана з мережі електроенергія,

$W_{\text{кор}}$ - енергія, затрачувана на використання корисної роботи,

ΔW_{Σ} - втрати при споживанні, розподілі й перетворенні енергії.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{кор}} = P_{\text{ном}} \cdot K_{\text{поп}} \cdot T_{\text{мах}}, \quad (2.18)$$

де $P_{\text{ном}}$ – загальна встановлена потужність обладнання, кВт,

$K_{\text{поп}}$ – коефіцієнт попиту встановленої потужності,

$T_{\text{мах}}$ – кількість годин використання максимуму електричного навантаження.

Електричний баланс паперової фабрики приведений в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Електричний баланс паперової фабрики

Статті балансу	Річні обсяги витрат електроенергії кВтгод/рік	% відношення
1 Надходження електроенергії від енергетичної системи	23310241,89	100
2 Споживання, всього	23310241,89	100
3 Кінцеве споживання, всього, в тому числі:	22774930,01	
Корпус 1:	19024898,4	81,61605
цех:	16324819,2	70,03282
Корпус 2	93840	0,40257
Корпус 3	13825,35	0,05931
Блок допоміжних приміщень:	3642366,261	15,6256

Продовження таблиці 2.3

Компресорна	888000	3,809484
Зарядна	598500	2,567541
Насосна станція пожежогасіння	0	0
Освітлення	525400	2,253945
Система вентиляції	716040	3,071783
Кондиціонери	516256	2,214717
Ліфти, ворота	16909	0,072539
Ремонтне господарство	233007,5	0,999593
Система автоматичного керування	13320	0,057142
Інші споживачі	134933,76	0,57886
Втрати в трансформаторах	377132	1,617881
Втрати в лініях	158179,8742	0,678585

Зобразимо графічно електричний баланс рис.2.1.

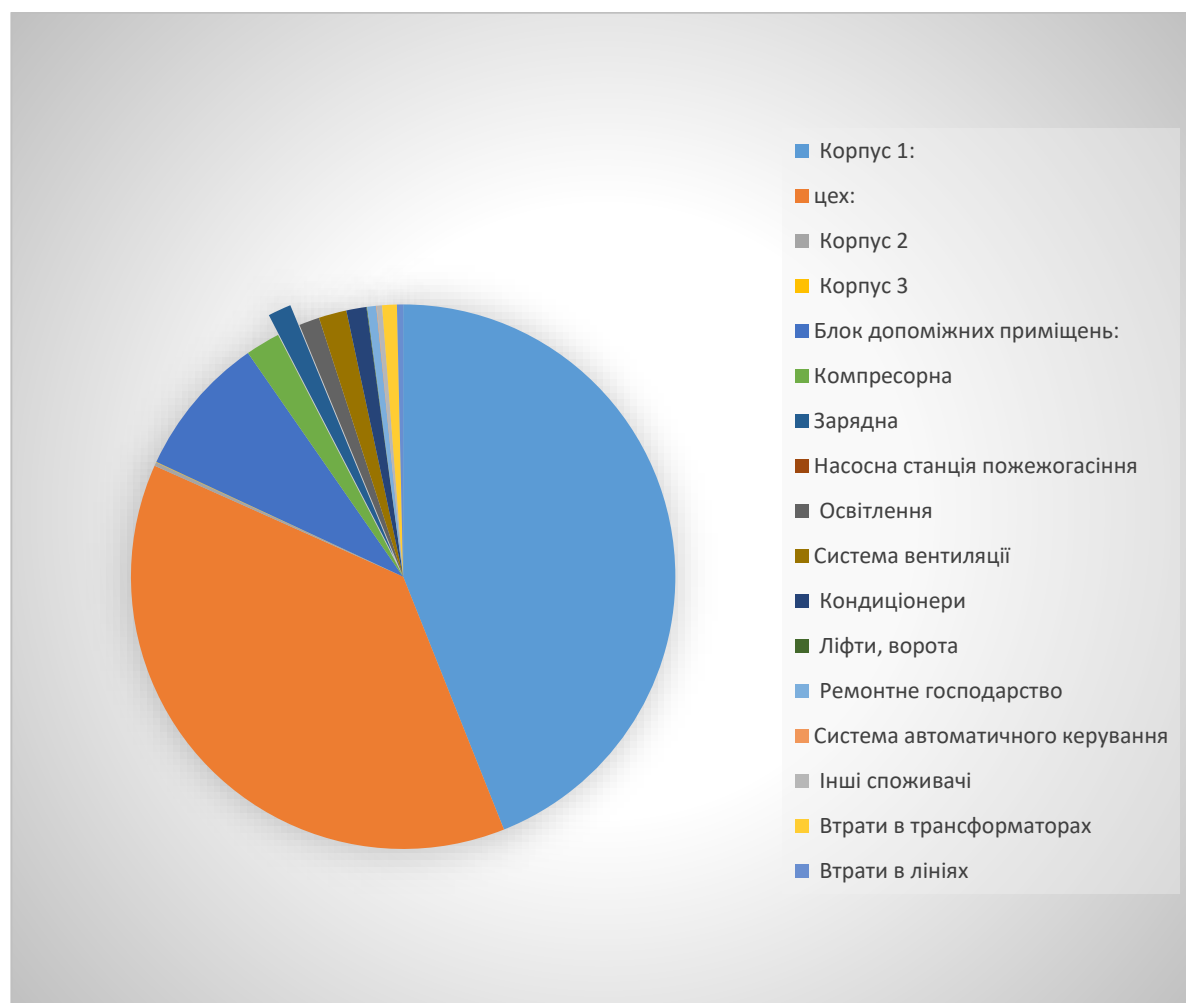


Рисунок 2.1–Електричний баланс

2.6 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті

Організація комерційного и технічного урахування електроенергії різних категорій споживачів складається з двох частин. Перша частина - автоматизований комерційний облік електроенергії, який дозволяє зібрати комерційні дані з багатофункціональних лічильників електроенергії по цифровому інтерфейсу з використанням будь-яких каналів зв'язку і відображає інформацію в текстовому і графічному вигляді. Комерційна доречність використання полягає в оперативному отриманні звітних форм і підвищення якості обліку за рахунок використання електронних пристроїв обліку. Друга частина -це можливість управляти електроспоживачем, що

дозволяє значно зменшити витрати на електропостачання підприємства при збереженні (або навіть підвищенні) споживання.

Оплата за споживання електроенергії здійснюється щомісяця, на підставі рахунків від енергопостачальних організацій.

Облік та контроль споживання електричної енергії на заводі необхідний для нормування електроспоживання з одного боку та для розрахунків з енергопостачальною організацією з другого боку.

На сьогоднішній день на фабриці здійснюється розрахунковий (комерційний) та технічний облік споживання енергії. Система обліку залежить від схеми електропостачання, характеру електроприймачів та типів електричних навантажень.

Облік активної електроенергії повинен забезпечувати визначення кількості активної енергії, отриманої від енергопостачальної організації та повинен забезпечувати можливість визначення кількості реактивної енергії, отриманої від енергопостачальної організації або переданої їй, тільки в тому випадку, коли по цим даним проводяться розрахунки й контроль дотримання заданого режиму роботи компенсуючих приладів і пристроїв.

2.7 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії

Підвищення ККД існуючих приладів вентиляції внаслідок чищення і ремонту повітропроводу

В ході проведення аудиту системи вентиляції, було виявлено численні випадки засмічення і пошкоджень повітропроводу. Це призводить до 15-20% додаткових втрат тиску в мережі. В свою чергу додаткові втрати обумовлюють необхідність експлуатації більшої кількості вентиляторів для їх погашення.

Система вентиляції споживає 716040 кВт·год на рік.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок річної економії витрат:

$$E = \Delta W \cdot C_E \quad (2.19)$$

Розрахунок річної економії витрат:

$$E_e = \Delta W \cdot C \quad (2.20)$$

Оцінка простої окупності визначається за формулою :

$$T = \frac{B}{E_e} \quad (2.21)$$

Використавши формулу (2.19) обчислимо річну економію енергії.

$$E = 716040 \times 0,15 = 107406 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Використавши формулу (2.20) обчислимо річну економію витрат при вартості електроенергії 1,9 грн. за 1 кВт·год.

$$E_e = 107406 \cdot 1,9 = 204071,4 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Витрати на введення в експлуатацію:

Всі матеріали і пристрої необхідні для проведення чистки і ремонту повітропроводу є на фабриці в повному обсязі і додаткових закупок не потребують. Для більш ефективного проведення даного заходу рекомендується виділити двох співробітників для проведення всіх необхідних робіт терміном на один місяць. Отже, витрати складатимуться з заробітної восьми працівників за один місяць та непередбачені витрати

$$B = 5000 \cdot 8 + 20000 = 60000 \text{ грн}.$$

Оцінка простої окупності визначається за формулою(2.21) :

$$T = \frac{B}{E_e} = \frac{60000}{204071,4} = 0,46 \text{ року}.$$

Встановлення перетворювачів частоти на двигуни вентиляторів цеху

№1

В даному цеху широко використовується вентиляційна система. В зв'язку зі зниженням обсягів виробництва зменшилась потреба у використанні вентиляції.

Опис заходу з енергозбереження

На сьогоднішній день все більшого застосування знаходить регульований електропривод. Застосування регульованого електроприводу сприяє вирішенню задач щодо забезпечення оптимальних режимів роботи механізмів, підвищення ефективності використання енергії, надійності і терміну служби агрегату. Такий ефект досягається за рахунок застосування перетворювачів частоти для асинхронних двигунів.

Перетворювачі частоти (ПЧ) керують швидкістю обертання трифазних асинхронних двигунів, забезпечують плавний пуск/зупинку, динамічне гальмування і захист від перевантаження.

ПЧ з програмованим контролером дозволяє також задавати великі прискорення при пуску і зміні режимів, розвивати високий момент на низьких обертах, здійснювати оперативну зміну програми приводу на вимогу технології. Враховуючи, що потреба в вентиляції в цеху протягом доби в різні дні тижня значно коливається, доцільно застосовувати ПЧ.

Отже, технічний і економічний ефект при використанні частотно-регульованого привода досягається:

- за рахунок введення зворотнього зв'язку по регульованому параметру (частоті обертання).При цьому привод дозволяє автоматично регулювати потужність електродвигуна залежно від заданої програми;
- за рахунок використання режимів „м'якого” пуску і зупинки двигуна.

Пропонуємо перетворювач рисунок 2.2 LENZE 8200 [2], 3-фазний на напругу 380 В, E82EV753K4B2

З характеристиками:

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вихідна частота 0...480 Hz
- Перевантажувальний момент до 180% МП
- Ступінь захисту IP 20
- Робоча температура: -10 до +55 C



Рисунок 2.2 – Перетворювач частоти LENZE 8200

Розрахунок річної економії

Враховуючи ціну перетворювачів (22000грн/шт.), окремо розглянемо доцільність їх встановлення на приводи потужністю нижче 5кВт і на приводи потужністю вище 5кВт.

Практика показує, що споживання електроенергії вентилятором при застосуванні частотно-регульованого приводу складає мінімум 30% в рік. Вентилятори з приводом потужністю вище 5кВт споживають 264845 кВт·год на рік.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Використавши формулу (2.19) обчислимо річну економію енергії.

$$E = \Delta W \cdot 0,3$$

$$E_1 = 264845 \cdot 0,30 = 79453,44 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Використавши формулу (2.20) обчислимо річну економію витрат при вартості електроенергії 1,9 грн. за 1 кВт·год.

$$E_{e1} = 79453,44 \cdot 1,9 = 150961,5 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію зведемо до таблиці 2.4

Таблиця 2.4 - Витрати на введення в експлуатацію частотно-регульованого приводу потужністю вище 5кВт·год в системі вентиляції

Стаття витрат		Розмір фінансування, грн
1	Перетворювач частоти LENZE 8200 (15 шт.)	330000
2	Пусконаладжувальні роботи	50000
3	Непередбачені витрати	10000
ВСЬОГО		390000

Оцінка простої окупності визначається за формулою (2.21).

$$T_{ок1} = \frac{390000}{150961,5} = 2,5 \text{ року}$$

Вентилятори з приводом потужністю нижче 5кВт споживають 47697кВт·год на рік.

Використавши формулу (2.19) обчислимо річну економію енергії.

$$E_2 = 47697 \cdot 0,30 = 14309,22 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використавши формулу (2.20) обчислимо річну економію витрат при вартості електроенергії 1,9 грн. за 1 кВт·год.

$$E_{e2} = 14309,22 \cdot 1,9 = 27187,1 \text{ грн/рік}$$

Витрати на введення в експлуатацію зведемо до таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Витрати на введення в експлуатацію частотно-регульованого приводу потужністю нижче 5кВт·год в системі вентиляції

Стаття витрат		Розмір фінансування, грн
1	Перетворювач частоти LENZE 8200 (16 шт.)	352000
2	Пусконаладжувальні роботи	50000
3	Непередбачені витрати	10000
ВСЬОГО		412000

Оцінка простої окупності визначається за формулою (2.21).

$$T_{ок2} = \frac{412000}{27187,1} = 15,15 \text{ року}$$

З вище знайденого видно, що економічно доцільно встановлювати перетворювачі частоти лише на приводи потужністю вище 5кВт.

Автоматичне регулювання і керування СВК залежно від температури зовнішнього повітря

Використовуємо регулятор температури[3] рисунок2.3



Рисунок 2.3 – Регулятор температури РТ-10

Розрахуємо економію від впровадження заходу.

Регулювання подачі повітрорудовок в залежності від температури зовнішнього повітря дає економію електроенергії 10-15%. Розглянемо найгірший випадок, тобто економію 10%.

$$W_e = 716040 \cdot 0,10 = 71604 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Система вентиляції фабрики споживає 71604 кВт·год на рік.

Обчислимо річну економію енергії.

$$E_e = 71604 \cdot 1,9 = 136047,6 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Використавши формулу (2.16) обчислимо річну економію витрат при вартості електроенергії 1,9 грн. за 1 кВт·год.

Витрати на введення в експлуатацію (див. табл. 2.6)

Таблиця 2.6 - Кошторис

Стаття витрат		Розмір фінансування, грн
1	Автономний регулятор температури для вентиляції РТ-10 (6 шт.)	6120
2	Пусконаладжувальні роботи	25000
4	Непередбачені витрати	10000
ВСЬОГО		41120

Оцінка простої окупності здійснюється за формулою:

$$T = \frac{B}{E_e} = \frac{41120}{136047,6} = 0,3 \text{ року}.$$

Висновки до розділу 2

В результаті побудови середньорічного балансу споживання електричної енергії основними підрозділами, в яких використовуються електрична енергія є корпус 1 та блок допоміжних приміщень.

Не дивлячись на те, що технологічне обладнання споживає значну кількість електричної енергії, вирішувати задачі енергозбереження для цієї групи обладнання недоцільно. Оскільки друкарське обладнання, що використовується на підприємстві, є досить сучасним та енергоефективним.

Таким чином, основними напрямками підвищення ефективності використання електроенергії на підприємстві можна вважати пошук можливостей збереження електричної енергії у системах вентиляції, компресорних установках та за рахунок компенсації реактивної потужності в системі електропостачання підприємства. Заходи наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – ЗЕЗи з електричної енергії

Заходи енергозбереження	Заощаджена енергії, <i>кВт · год</i>	Вартість заощаджень тис.грн.	Термін Окупності, років
Підвищення ККД існуючих приладів вентиляції внаслідок чищення і ремонту повітропроводу	107406	204,071	0,3
Встановлення перетворювачів частоти на двигуни вентиляторів цеху 1	79453,44	150,961	2,5
Автоматичне регулювання систем вентиляцій залежно від температури зовнішнього повітря	71604	136,047	0,3
Всього	1106,97	1664,237	

З АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

3.1 Огляд нормативних вимог щодо енергетичної ефективності в будівлях

Стара система теплопостачання паперової фабрики знаходиться в досить задовільному стані, хоча щодо енергозбереження – малоефективна. А у зв'язку з встановленням нової системи вентиляції на паперовій фабриці нової системи теплопостачання, стару з радіаторного типу замінили на тепловентилятори. Теплопостачання споживачів здійснюється від автономної котельні, яка знаходиться на території паперової фабрики. Раніше теплопостачання здійснювалось від центральної котельні промислової зони. Вузол приєднання – місцевий тепловузол. Схема прокладення теплової мережі – тупикова, двохтрубна від тепловузла. Для якої характерною є різниця в тривалості виходу та повернення води. Така система відрізняється маючи дві гілки трубопроводу. За допомоги першої гілки відбувається подача та розподіл води, в той час, як з другої гілки відбувається охолодження і від тепловентилятора повертається до котла. Схема підключення зображена на рис. 3.1 [4]:

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Лупеха Д.Ю.				Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об'єкті	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Виноградов-Салтиков В.О.						44	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-71		
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.							
Затвер.								

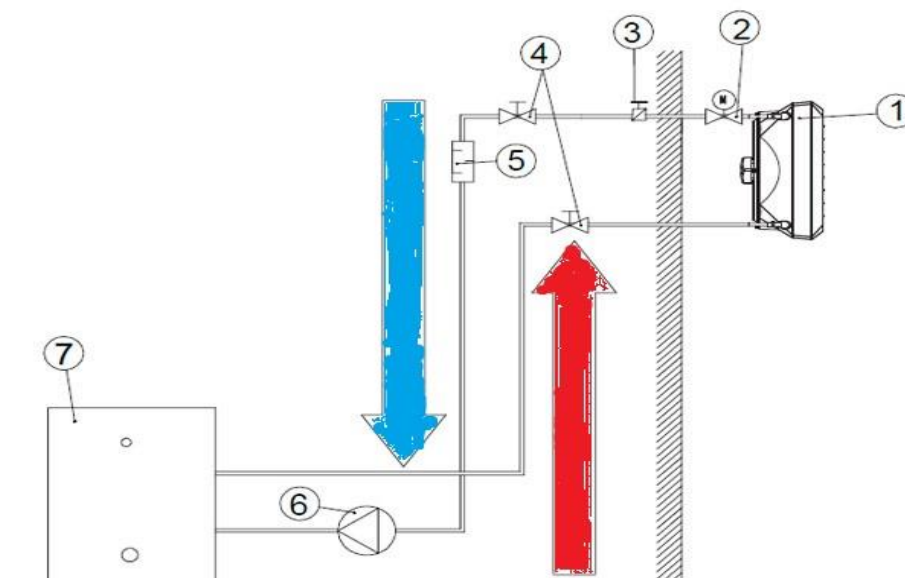


Рисунок 3.1 – Схема підключення тепловентилятора

де: 1 – тепловентилятор; 2 – двоходовий клапан; 3 – повітровідвідник;
4 – шаровий кран; 5 – фільтр грубої очистки ; 6 – котел

У таблицях 3.1 та 3.2 наведено споживання води та газу 2018-2020 роки

Таблиця 3.1 – Споживання води

Місяць	Роки		
	2018	2019	2020
Січень	15000	13000	14600
Лютий	14200	12500	14100
Березень	13400	13400	15300
Квітень	12000	14000	14000
Травень	10000	13500	14900
Червень	10000	13000	15700
Липень	9000	14100	16400
Серпень	9000	12900	15000

Продовження таблиці 3.1

Вересень	10000	12000	13800
Жовтень	10000	13500	11520
Листопад	13000	14000	12500
Грудень	15700	14900	13250
Всього по підприємству	141300	160800	171070

Таблиця 3.2 – Споживання газу

Місяць	Газ, тис. м3		
	2018р.	2019р.	2020р.
Січень	12	18	25
Лютий	14	18	24
Березень	15	15	24
Квітень	11	14	21
Травень	15	15	21
Червень	9	8	25
Липень	8	10	24
Серпень	10	15	24
Вересень	11	14	70
Жовтень	15	18	128
Листопад	14	14	149

Продовження таблиці 3.2

Грудень	17	21	158
Всього по підприємству	151	180	734

На рисунку 3.2 зображено споживання води, на рисунку 3.3 споживання газу за останні три роки.

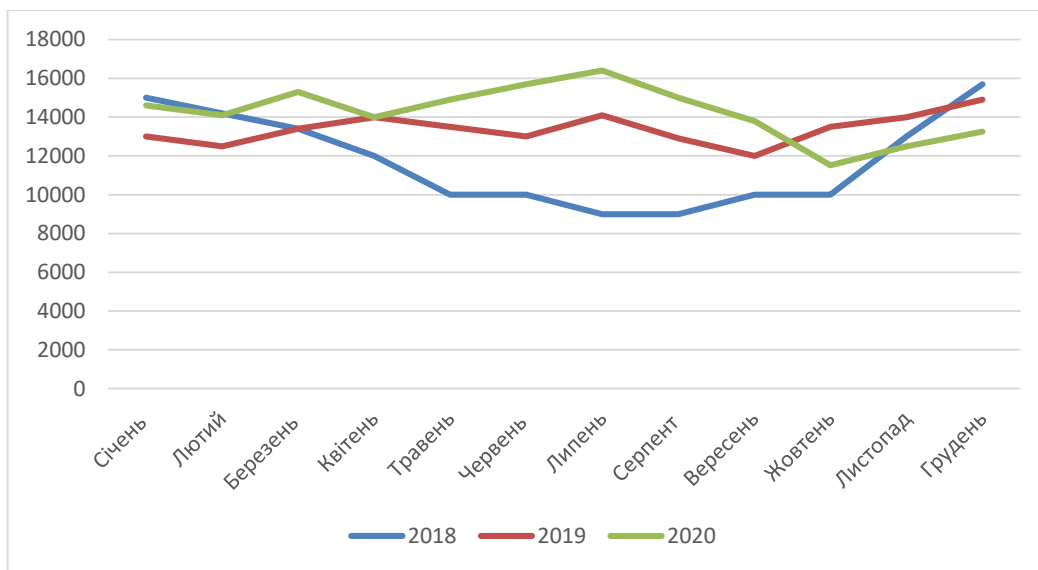


Рисунок 3.2 – Споживання води

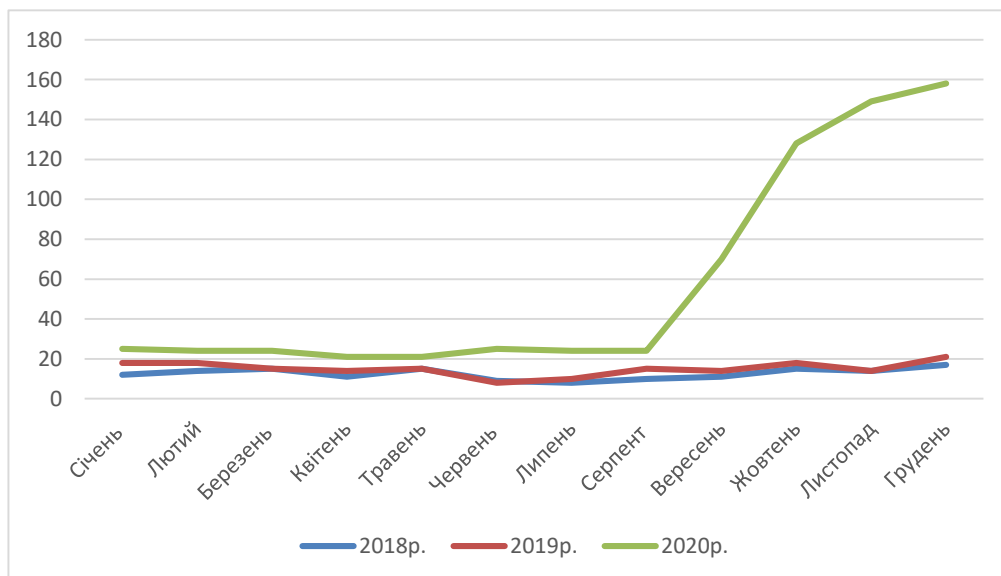


Рисунок 3.3 – Споживання газу

Система тепло вентиляторів обігрівас паперову фабрику, котельня також підігрівас воду для власних потреб. Проектна потужність системи – 1,08 Гкал.

Водопостачальною організацією є КП "Дніпроводоканал" ДМР. Вода надходить на завод з центральної магістральної лінії. Діаметр труб внутрішньої розводки системи – 20 мм. Наявні 10 умивальників і 20 кранів, душ.

Каналізація становить собою систему трубопроводів з внутрішнім діаметром 100 мм, що надходять з заводу до колодязів каналізації у загальні системи, які розташовані поруч із паперовою фабрикою.

Природний газ на заводі використовується як паливо для котельні, та на потреби виробництва.

На паперовій фабриці наявна витяжна вентиляція, що здійснюється за допомогою системи вентиляторів. Повітря, вуглекислий газ, підіймаючись до стелі, втягуються у вентиляційні шахти і далі ними виходять у навколишнє середовище. Однак разом із ними у шахти виходить дорогоцінне тепло – енергія, що за холодної пори року необхідна на паперовій фабриці.

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

Огороджувальні конструкції

Будівельний матеріал споруди – цегла з шириною кладки 0,76м. Площа стін будівлі – 2768 м², що становить 25 % від загальної площі. Стан добрий.

Вікна паперової фабрики – подвійні, віконні рами дерев'яні, роздільні. Площа оскління – 579 м², що становить 5 % від загальної площі, а від площі стін – 20%. Стан вікон не задовільний. В деяких вікнах одне скло розбите, що призводить до додаткових теплових втрат. Загальна кількість вікон – 28шт.

Двері у корпусі дерев'яні та металевих конструкцій. Загальна площа дверей – 240 м², що становить 2 % від загальної площі будівлі. Стан дверей

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

задовільний.

Для даху використано покрівельне залізо завтовшки 0,7 мм. Зверху вкрите шаром полімерних фарб. Стан даху добрий.

Розрахунок коефіцієнтів теплопередачі

Стіни цегляні: $\lambda=0.68 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ товщиною $\delta=0,76$ м.

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{стіни}} = \frac{\delta_{\text{стіни}}}{\lambda_{\text{цегли}}} = \frac{0,76}{0,68} = 1,12 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\text{стіни}}} = \frac{1}{1,12} = 0,892 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Вікна з подвійним склінням. Для склоблоку $R_{\text{вікна}} = 0,28 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$.

Коефіцієнт теплопередачі вікна: $k_{\text{вікна}} = \frac{1}{R_{\text{вікна}}} = \frac{1}{0,28} = 3,58 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$.

Двері дерев'яні: $R_o = 0.58 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$.

Коефіцієнт теплопередачі дверей: $k_{\text{дверей}} = \frac{1}{R_{\text{дверей}}} = \frac{1}{0,58} = 1,72 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$

Підлога:

- бетон на щебені $\lambda=1,86 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ товщиною $\delta=0,2$ м

- керамзит $\lambda=0,075 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ товщиною $\delta=0,07$ м

- цементно-шлаковий розчин $\lambda=0,43 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ товщиною $\delta=0,03$ м

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{пд}} = \frac{\delta_{\text{бетон}}}{\lambda_{\text{бетон}}} + \frac{\delta_{\text{керамзит}}}{\lambda_{\text{керамзит}}} + \frac{\delta_{\text{розчин}}}{\lambda_{\text{розчин}}} = \frac{0,2}{1,86} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,003}{0,43} = 1,11 \frac{м^2 К}{Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{\text{підлоги}} = \frac{1}{R_{\text{підлоги}}} = \frac{1}{1,11} = 0,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Стеля: _____

- залізобетонні плити з $\lambda=1,55 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,15$ м
- керамзит з $\lambda=0,075 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,07$ м
- цементна стяжка з $\lambda=0,5 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,03$ м
- руберойд з $\lambda=0,15 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,004$ м
- гідроізоляція з $\lambda=0,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,002$ м
- залізо з $\lambda=106 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,007$ м

Опір теплопередачі стелі:

$$= \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,03}{0,5} + \frac{0,004}{0,15} + \frac{0,002}{0,7} + \frac{0,07}{106} = 1,385 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \right)$$

$$R_{\text{стелі}} = \frac{\delta_{\text{з/б}}}{\lambda_{\text{з/б}}} + \frac{\delta_{\text{керамзит}}}{\lambda_{\text{керамзит}}} + \frac{\delta_{\text{стяжки}}}{\lambda_{\text{стяжки}}} + \frac{\delta_{\text{руберойд}}}{\lambda_{\text{руберойд}}} + \frac{\delta_{\text{гідроіз}}}{\lambda_{\text{гідроіз}}} =$$

Коефіцієнт теплопередачі стелі $k_{\text{стелі}} = \frac{1}{R_{\text{стелі}}} = \frac{1}{1,385} = 0,722 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

Розрахуємо коефіцієнти теплопередачі за формулою [5]:

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{R_{\text{ст}}}. \quad (3.1)$$

Відповідно [6] зробивши аналіз, зробимо порівняння вище отриманих значень з мінімально допустимими. Місто Дніпро входить у І. На рисунку 3.3 вказані мінімально допустимі значення.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5

Рисунок 3.4– Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель

Таблиця 3.3– Порівняння термічних опорів

Огорожа	$K_0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$R_{\text{існ.}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{\text{норм.}}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	Менше ДБН в рази
Стіни	0,892	1,12	3,3	2,94
Вікна	3,58	0,28	0,75	2,67
Двері	1,72	0,58	0,6	1,03
Підлога	0,9	1,11	3,75	3,37
Стеля	0,72	1,385	4,95	3,57

Розрахунок теплових втрат будівлі

Визначення теплових втрат через огорожуючі конструкції проводились за формулою[7]:

$$Q = F \cdot k \cdot (t_g - t_n) \cdot \eta \quad (3.2)$$

де F- площа поверхні огороження

k- коефіцієнт теплопередачі

η - коефіцієнт додаткових теплових втрат, приймається не більше 10%

Приймаємо, що розрахункова температура внутрішнього повітря $t_e = 18^{\circ}\text{C}$, розрахункова температура зовнішнього повітря $t_e = -22^{\circ}\text{C}$. Швидкість вітру $4,3 \text{ м/с}$

Зовнішні стіни.

Загальна площа $S = 2768 \text{ м}^2$;

коефіцієнт теплопередачі $\kappa_{\text{стіни}} = 0,892 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

$$Q = 2768 \cdot 0,892 \cdot 40 \cdot 1 = 98,4301 \text{ (кВт)} = 0,084 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Сумарні втрати через стіни: $Q = 98,4301 \text{ (кВт)}$

Вікна:

Загальна площа $S = 579 \text{ м}^2$

коефіцієнт теплопередачі $\kappa_{\text{вікон}} = 3,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

Якщо взяти до уваги те, що значна частина вікон в не задовільному стані (одинарне оскління, розбите і тд.), значна частина втрат іде на інфільтрацію, це складає близько 1,5 рази більше від загальних втрат через вікна..

$$Q = 579 \cdot 3,58 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 1,5 = 120,288 \text{ (кВт)} = 0,103 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Сумарні втрати через вікна: $Q = 120,288 \text{ (кВт)}$

Стеля:

Площа стелі: $S = 11232 \text{ м}^2$

коефіцієнт теплопередачі $\kappa_{\text{стелі}} = 0,772 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

$$Q = 11232 \cdot 0,772 \cdot 40 \cdot 1 = 348,6413 \text{ (кВт)} = 0,29 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Підлога:

Площа підлоги: $S = 11232 \text{ м}^2$

коефіцієнт теплопередачі $\kappa_{\text{підлога}} = 0,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

$$Q = 11232 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 1 = 404,3 \text{ (кВт)} = 0,341 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Двері:

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа $S = 240 \text{ м}^2$

коефіцієнт теплопередачі $\kappa = 1,72 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

$$Q = 240 \cdot 1,72 \cdot 40 \cdot 1 = 16,512 \text{ (кВт)} = 0,01 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Отже, визначимо загальні втрати тепла через огорожувальні конструкції за формулою:

$$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{стелі}} + Q_{\text{підлоги}} \quad (3.3)$$

Підставивши значення у формулу (3.12) маємо:

$$Q_{\text{огор}} = 0,084 + 0,103 + 0,29 + 0,341 + 0,01 = 0,828 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Зведемо всі дані та розрахунки теплового навантаження житлового будинку до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Теплове навантаження котельної

№	Найменування	Умовні позначення	Одиниця виміру	Значення
Вихідні дані				
1	Площа стін	$F_{\text{стін}}$	м^2	2768
2	Площа вікон	$F_{\text{вікон}}$	м^2	579
3	Площа дверей	$F_{\text{дверей}}$	м^2	240
4	Площа стелі	$F_{\text{стелі}}$	м^2	11232
5	Площа підлоги	$F_{\text{підлоги}}$	м^2	11232
6	Загальна площа	$F_{\text{будівлі}}$	м^2	26051
7	Розрахункова температура опалювальних приміщень	$t_{\text{вн}}$	$^{\circ}\text{C}$	18

Продовження таблиці 3.4

8	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°C	-22
9	Тепловтрати через стіни	$Q_{\text{ст}}$	кВт	98,43
10	Тепловтрати через вікна	$Q_{\text{в}}$	кВт	120,2 8
11	Тепловтрати через стеля	$Q_{\text{дв}}$	кВт	348,6 4
12	Тепловтрати через підлога	$Q_{\text{с}}$	кВт	404,3 8,76
13	Тепловтрати через двері	$Q_{\text{п}}$	кВт	15,51
14	Сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції	$Q_{\text{ок}}$	кВт	987,2 4

Втрати тепла на вентиляцію:

$$Q_{\text{ВВ}} = 0,337 \cdot V_{\text{в}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot 0,7, \quad (3.4)$$

де $F_{\text{п}}$ - площа підлоги ;

h - висота приміщення

$$Q = 0,337 \cdot 11232 \cdot 3 \cdot 40 = 605629 \quad (\text{Вт})$$

Теплові втрати в корпусі будівлі становлять:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{стін}} + Q_{\text{вікон}} + Q_{\text{стелі}} + Q_{\text{дверей}} + Q_{\text{ВВ}} = 1200129,256 \quad (\text{Вт}) = 1,2 (\text{МВт})$$

Покажемо за допомоги діаграми на рис. 3.4 тепловтрати, а також визначимо через, яку конструкцію найбільше втрат.

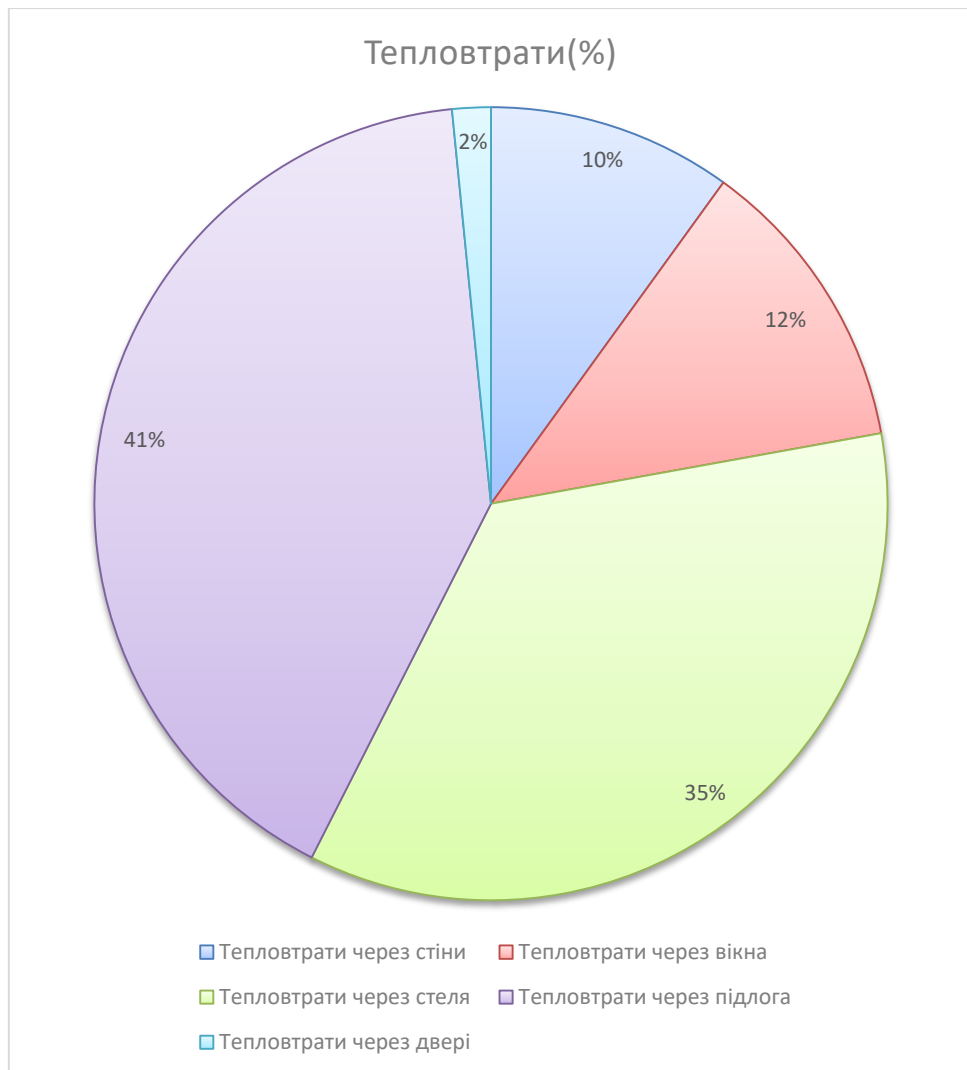


Рисунок 3.5 – Тепловтрати

3.3 Розроблення типових заходів з енергоефективності для огорожувальних конструкцій

Зменшення теплових втрат через стіни

При виборі оптимального теплозахисту існуючих стін було розглянуто внутрішнє утеплення стін. Зменшити теплові витрати можливо завдяки теплоізоляції зовнішніх стін.

В Україні в якості плитного теплоутримувача настінних панелей отримав найбільше розповсюдження пінополістирол ПСБ-С-25 [8]: товщиною 40мм.



Рисунок 3.6 – пінополістирол ПСБ-С-25

Плити з пінополістиролу мають достатню конструкційну міцність (витримують навантаження 80-125 кН/м²).

Розрахунок втрат.

При встановленні пінополістиронних панелей будемо мати наступний термічний опір глухих стін:

$$R = \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} ,$$

$\delta_c = 0,76$ м - товщина шару цегли;

$\lambda_c = 0,68 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ – теплопровідність цегли;

$\delta_n = 0,04$ м - товщина плит, що утепляють;

$\lambda_n = 0,03 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ - теплопровідність плит, що утепляють;

$$R = \frac{0,76}{0,68} + \frac{0,04}{0,03} = 2,45 \frac{м^2 \cdot K}{Вт}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі стін:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{2,45} = 0,4 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$$

Коефіцієнт теплопередачі стін на сьогоднішній день:

$$K_c = 0,892 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Загальна площа стін $S=2768м^2$.

Розрахунок річної економії енергії.

Зменшення теплових втрат через стіни можна розрахувати як:

$$\Delta Q = 1,05 \times (K - K_c) \times F \times (t_2 - t_1) / 10^6 = 1,05(0,892 - 0,45) \times 2768 \times (18 - 1,1) / 10^6 = 0,021 \text{ Гкал/год.}$$

Економія коштів складе :

$$E = \Delta Q \times T \times C,$$

де T – число годин опалювального періоду;

C – тариф споживання теплової енергії.

$$E = 0,021 \times 5760 \times 1451,10 = 175512,3 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на введення в експлуатацію:

$1м^2$ теплоізоляційного матеріалу коштує 34,62 грн, для ізоляції та роботи по утепленню складуть 200 грн/ $м^2$.

Загальна площа стін $2768м^2$. Загальні витрати по впровадженню дорівнюють:

$$Ц = F_c \cdot C_p,$$

$$Ц = 2768 \cdot 200 = 553600 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{Ц}{\Delta E}$$

$$T = \frac{553600}{175512,3} = 3 \text{ роки}$$

Зменшення теплових втрат через вікна

На фабриці вікна мають високий коефіцієнт теплопередачі, втрати тепла крізь вікна складають значну частину в загальних втратах тепла будівлі.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зменшення теплових втрат замінити існуючі вікна на нові однокамерні герметичні енергозберігаючі склопакети з опором теплопередачі[9]: $0,66 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$.



Рисунок 3.7 – Однокамерний склопакет

Площа вікон складає 579 м^2 .

Річні втрати теплової енергії через вікна складають:

$$Q_{\text{вікон}} = k_{\text{в}} \cdot F_{\text{в}} \cdot \Delta t = 3,58 \cdot 579 \cdot (18 - (-22)) \cdot 187 \cdot 24 \cdot 0,86 \\ = 293,2 \text{ Гкал/рік.}$$

Втрати крізь нові склопакети складуть:

$$Q_1 = k_1 \cdot \Delta t \cdot F = 1,24 \cdot (18 - (-22)) \cdot 579 \cdot 187 \cdot 24 \cdot 0,86 = 116,4 \\ \text{Гкал/рік.}$$

Річна економія теплової енергії:

$$\Delta Q = Q - Q_1 = 293,2 - 116,4 = 176,8 \text{ Гкал/рік.}$$

Економія в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E = 1451,10 \cdot 176,8 = 256554 \text{ грн/рік.}$$

Вартість 1 м^2 енергозберігаючого склопакету разом з витратами на його встановлення складуть 1901 грн .

$$\text{Загальні витрати на введення в експлуатацію: } 3B = 1901 \cdot 579 = \\ 1100679 \text{ грн.}$$

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Простий термін окупності складе:

$$T_{ок} = \frac{1100679}{256554} = 4,2 \text{ років.}$$

Теплоізоляція покрівлі

На даний момент втрати на покрівлю складають 348,641 кВт/рік.

- залізобетонні плити з $\lambda=1,55 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ товщиною $\delta=0,15$ м
- керамзит з $\lambda=0,075 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ товщиною $\delta=0,07$ м
- цементна стяжка з $\lambda=0,5 \frac{ккал}{м \cdot год \cdot K}$ товщиною $\delta=0,03$ м
- руберойд з $\lambda=0,15 \frac{ккал}{м \cdot год \cdot K}$ товщиною $\delta=0,004$ м
- гідроізоляція з $\lambda=0,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ товщиною $\delta=0,002$ м
- залізо з $\lambda=106 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$ товщиною $\delta=0,007$ м

Опір теплопередачі стелі:

$$R_{стелі} = \frac{\delta_{з/б}}{\lambda_{з/б}} + \frac{\delta_{керамзит}}{\lambda_{керамзит}} + \frac{\delta_{стяжки}}{\lambda_{стяжки}} + \frac{\delta_{руберойд}}{\lambda_{руберойд}} + \frac{\delta_{гідроіз}}{\lambda_{гідроіз}} =$$

$$= \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,03}{0,5} + \frac{0,004}{0,15} + \frac{0,002}{0,7} + \frac{0,07}{106} = 1,385 \left(\frac{м^2 \cdot K}{Вт} \right)$$

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі стелі } k_{стелі} = \frac{1}{R_{стелі}} = \frac{1}{1,385} = 0,722 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$$

Для зменшення втрат будемо використовувати мінеральну покрівельну вату щоб, збільшити термічний опір, тобто зменшити тепловий потік через покрівлю.

Для утеплення використовуємо НЕМАН+ М-11 Лайт [10]:з

$$\text{теплопровідністю } 0,04 \frac{Вт}{м^2 \cdot K}; R_{дах} = 1,385 \frac{м^2 K}{Вт}$$

Визначаємо необхідну товщину утеплювача:

$$\delta_{ут} = (R_0 - R_{дах}) \cdot \lambda_{ут}$$

Підставимо дані у формулу:

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{\text{ут}} = (5 - 1,385) \cdot 0,04 = 0,14 \text{ м.}$$

Визначаємо термічний опір товщиною 0,15 м:

$$R_{\text{дах}} = \frac{0,15}{1,55} + \frac{0,07}{0,075} + \frac{0,03}{0,5} + \frac{0,04}{0,15} + \frac{0,002}{0,7} + \frac{0,07}{106} + \frac{0,14}{0,04} = 4,86 \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}$$

Визначаємо коефіцієнт теплопровідності дахового покриття після утеплення:

$$k_n = \frac{1}{4,86} = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$$

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі:

$$Q_{\text{ст}} = 0,2 \cdot 11232 \cdot (22 + 18) \cdot = 89,85 \text{ кВт} = 0,07 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

Знайдемо економію теплової енергії

$$Q_{\phi} = 0,22 \cdot 187 \cdot 24 \cdot 0,86 = 849,129 \text{ Гкал / рік}$$

Знайдемо економію теплової енергії в грошовому еквіваленті:

$$E = 849,129 \cdot 1451,10 = 1232171 \text{ грн / рік}$$

Ціна на утеплювач НЕМАН+ М-11 Лайт складе 39 грн/м². Витрати на встановлення становитиме 150 грн/м².

Витрати на утеплення даху:

$$C_{\phi} = 11232 \cdot (39 + 150) = 2122848 \text{ грн}$$

Знайдемо простий термін окупності:

$$T = \frac{2122848}{1232171} = 1,7 \text{ року}$$

Заміна радіаторів опалення на біметалеві

Встановлені радіатори на фабриці не можуть задовольнити режим опалення будівлі. Для забезпечення нормативних умов теплопостачання будівлі пропонується заміна існуючих радіаторів на біметалеві радіатори Samino 500/96 наведені [25] з кращим показниками тепловіддачі. Основні

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимоги щодо систем опалення та внутрішнього теплопостачання наведені в[6]
Опалення, вентиляція та кондиціонування.

Зовнішній вигляд біметалічних радіаторів представлено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6– Зовнішній вигляд біметалевих радіаторів Camino 500/96

На паперовій фабриці 80 радіаторів після заміни на нові отримаємо економію теплової енергії у кількості 13,33 Гкал/рік. У такому випадку економії у грошовому еквіваленті складе відповідно до[16] тариф на (ГВП) в Дніпровській області становить 47,91 грн/м³, тариф на водопостачання та водовідведення в Дніпровській області становить 12,936 грн/м³ відповідно економія 13 181,64грн.

Ціна одного радіатора 199грн. Витрати на монтажні роботи 10 000грн.

Відповідно капітальні витрати складуть 25 920грн. Термін окупності складе пів року.

Висновки до розділу 3

Після обрахунку тепло втрат можемо зробити висновок, що найбільші втрати через стелю 35%, стіни 10%, вікна 12%. Через це, для того щоб,

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшити втрати теплоти утеплюємо дах та стіни, а також робимо заміну вікон.

Після виконаних заходів маємо заощадження теплової енергії у розмірі 1106,97 Гкал/рік. Найбільш ефективним заходом виявилось утеплення даху мінеральною ватою.

Заходи з енергоефективності наведені у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Заходи з енергоефективності з теплової енергії

Заходи з енергоефективності	Заощаджена енергії, Гкал	Вартість заощаджень грн.	Термін окупності, років
Утеплення стін	81,05	175512	3
Заміна вікон	176,8	256554	4,2
Утеплення даху	849,129	1232171	1,7
Заміна радіаторів опалення на біметалеві	13,33	13 181,64	0,5
Всього	1106,97	1664237	

4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

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

За допомогою стандарту ДСТУ ISO 50001:2020 на паперовій фабриці є можливість створення системи енергоменеджменту. Для успішного застосування систем енергоменеджменту потрібна постійна підтримка на всіх рівнях організації.

В систему енергоменеджменту має входити: розроблення енергетичної політики, а також складання енергетичних завдань та плану дій по їх вирішенню. Стандарт [24] містить в собі вимоги до процесу, які мають систематично здійснюватися, що в результаті націлений на постійне покращення енергетичної результативності. Енергетична результативність – ключовий елемент понять, увійшовши в стандарт [24] для того, щоб згодом отримати результативні і вимірні результати. Для виконання цілі система енергоменеджменту на фабриці повинна функціонувати за принципом, який наведено на Рисунку 4.1.



Рисунок 4.1– Спрощена схема циклічності енергоменеджмента

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Система енергетичного менеджменту об'єкту	Літ	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лупеха Д.Ю.						63	25
Перевір.	Закладний О.О.					ІЕЕ, гр. ОН-71		
Реценз.								
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.							
Затвер.								

Виконаємо оцінку відповідності згідно зі стандартом [24] системи енергоменеджменту. Для проведення оцінки визначимо шкалу від 0 – дуже низький рівень, 5– дуже високий рівень. Данні наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка системи енергетичного менеджменту

Питання	Назва	Оцінка
Чи знає вище керівництво, що економія буде досягнута за допомогою недорогих заходів?	Потенціал	2
Чи встановлений базовий рівень енергетичної ефективності?	Базова лінія	1
Чи були визначені ролі, відповідальність і повноваження для осіб які мають вплив на споживання енергії?	Ролі та обов'язки	1
Чи визначені суттєві споживачі енергії?	Суттєві споживачі	1
Чи зацікавлений топ-менеджмент у скороченні витрат?	Підтримка керівництва	2
Чи визначені цілі та завдання?	Цілі і завдання	1
Чи визначені показники, для порівняння ваших показників з базовими?	Показники	1
Чи розроблений план дій?	План дій	1
Чи функціонує система енергетичного менеджменту?	СЕНМ	0

Зобразимо оцінку системи енергетичного менеджменту за допомогою діаграми на рисунку 4.2/

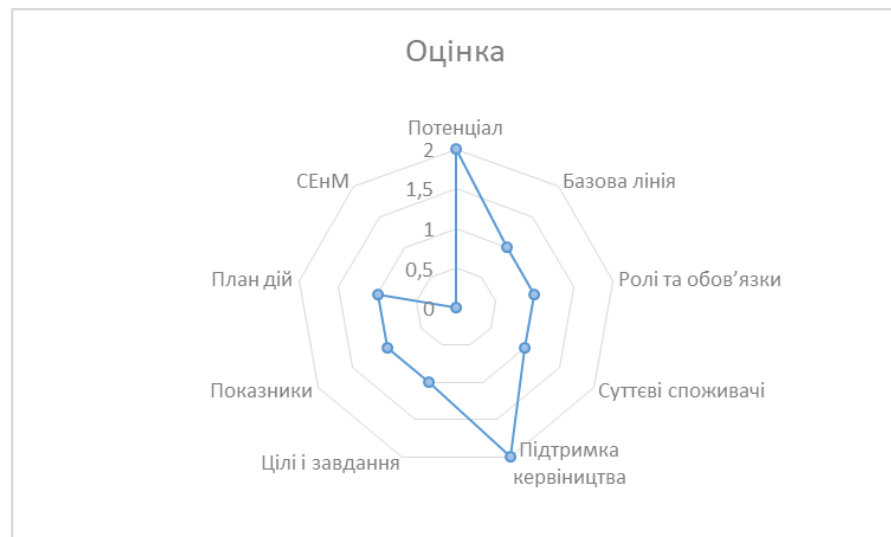


Рисунок 4.2– Діаграма оцінки системи енергетичного менеджменту

4.2 Представлення «Енергетичної політики» підприємства

Згідно [24] енергетична політика паперової фабрики – це планування керівництвом основної стратегії розвитку фабрики у напрямку розвитку та до покращення показників енергетичної результативності у системі енергетичного менеджменту. Паперова фабрика має досвід з реалізацією заходів з енергозбереження, але за відсутності результатів впровадження не дає можливості зробити аналіз та підготувати висновки про змінення показників та рівня економії.

Керівництво паперової фабрики має намір брати участь у розробці енергоефективних заходів, проте в момент проведення обстеження не має визначеної кількості та наявності ресурсів на підвищення рівня ергоєфективності.

Керівництвом паперової фабрики було прийняте рішення щорічно зменшувати споживання електричної енергії до 4%. Також було прийнято рішення про підвищення компетентності та рівня кваліфікації працівників у сфері енергоефективності.

4.3 Планування впровадження заходів з енергоефективності

Зробивши обстеження паперової фабрики були пропозиції щодо впровадження таких заходів підвищення рівня ефективності як: підвищення ККД існуючих приладів вентиляції внаслідок чищення і ремонту повітропроводу, встановлення перетворювачів частоти на двигуни вентиляторів цеху №1, автоматичне регулювання й керування СВіК залежно від температури зовнішнього повітря, утеплення стін, заміна вікон, утеплення даху, модернізація системи опалення.

Занесемо данні до таблиці 4.2 розподіливши заходи енергозбереження підприємства за терміном окупності: довгострокові(більше 3 років), середньострокові(від 1 року до 3) і короткострокові (до 1 року) відповідно. Таблиця 4.2– Розподіл заходів за терміном окупності з підвищення рівня енергоефективності

Короткострокові заходи з енергоефективності				
Назва заходу	Витрати на впровадження	Річна економія, кВт·год/рік (Гкал/рік)	Річна економія, грн	Простий термін окупності
Підвищення ККД існуючих приладів вентиляції внаслідок чищення і ремонту повітропроводу	16 000	46 881,3	89 074,4	0,17 років

Продовження таблиці 4.2

Автоматичне регулювання і керування СВіК залежно від температури зовнішнього повітря	41 1202	59 716,8	113 461	0,36 років
Модернізація систем теплопостачання	10 000	13,33	13 181,64	0,5 років
Середньострокові заходи з енергоефективності				
Встановлення перетворювачів частоти на двигуни вентиляторів цеху №1	553 600	79 453,44	150 961,5	2,5 років
Утеплення стін	81,05	81,05	175 512	3 років
Утеплення даху	2 122 848	849,129	1 232 171	1,7 років
Довгострокові заходи з енергоефективності				
Заміна вікон	1 100 679	176,8	256 554	4,2 років

Висновки до розділу 4

Проаналізувавши підприємство згідно стандарту ДСТУ ISO 50001:2020 робимо висновок, що із запропонованих нами заходами три заходи – є короткострокові; три заходи – середньострокові і лише один захід буде довгостроковим.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

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

5.1 Обґрунтування вигоди застосування та відновлюваних джерел енергії на об'єкті. Оскільки на фабпиці використовується велика кількість гарячої води, а ціна на воду з централізованого гарячого водопостачання та воду, дуже висока, пропонується встановити геліоколектори .

Такі установки можуть слугувати довговічним і ефективним джерелом тепло забезпечення. Собівартість теплової енергії знижується за допомогою технологічним зрушенням у побудові геліоколекторів. Встановлення сучасних сонячних колекторів дозволяє зменшити витрати на постачання гарячої води в середньому до 60÷70%. Управління системою описано в [11].

Приклади геліоколекторів наведено на рисунку 5.1



б) Вакуумні

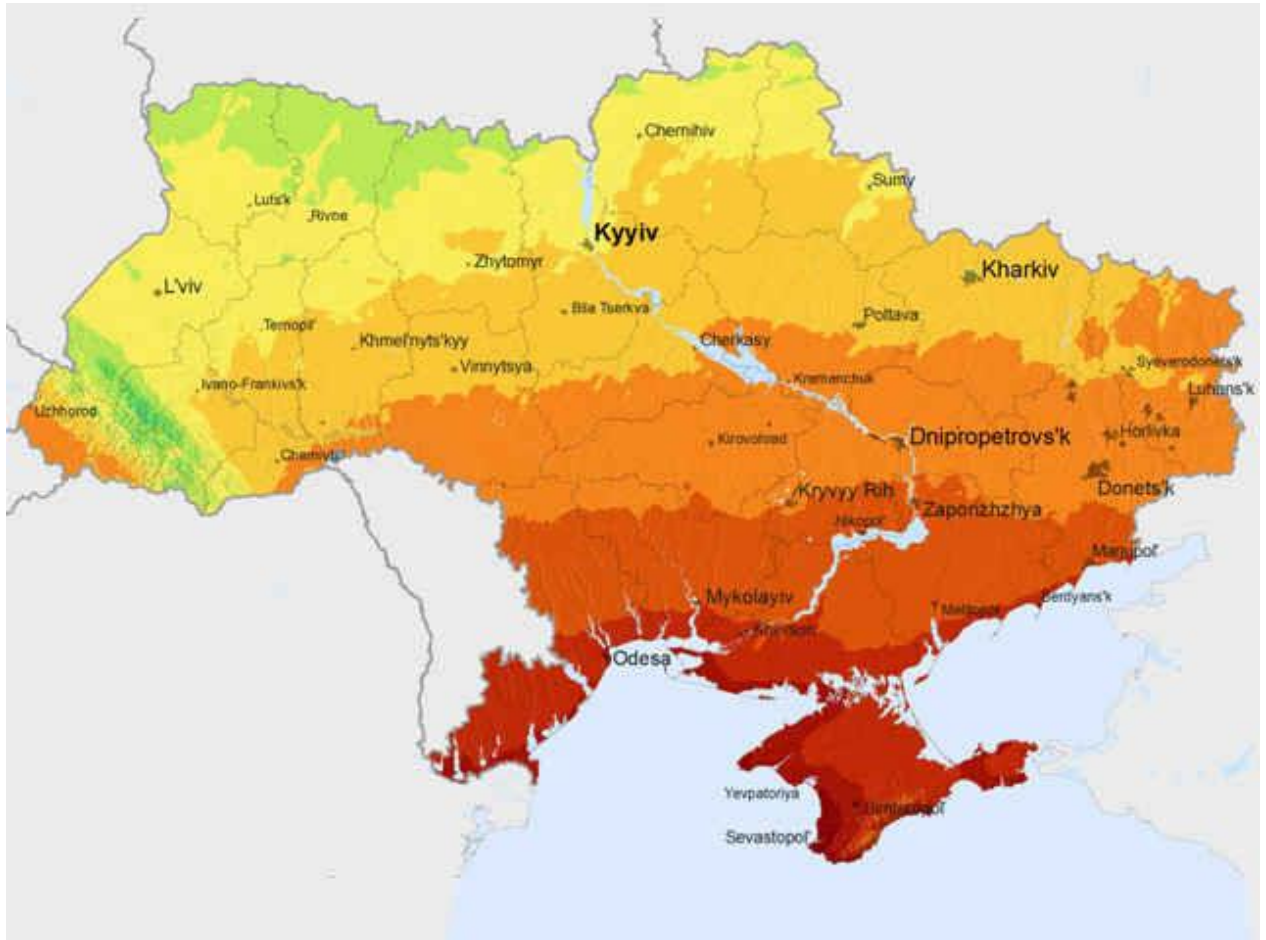
в) Плоскі.

Рисунок 5.1 - Типи сонячних колекторів

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ		
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Лупеха Д.Ю.				Оцінка можливості застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті	Літ	Аркуш
Перевір.	Закладний О.О.					68	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-71	
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.						
Затвер.							

5.2 Опис метеорологічних умов

Потенціал розвитку сонячних систем теплопостачання найперше залежить від рівня сонячного випромінювання та кількості сонячних днів в регіоні. Потенціал сонячної енергетики описано в [12]. Для України, показник середньорічної сонячної радіації коливається в межах від 800 до 1400 кВт·год./м² залежно від регіону (рис.5.2).



Рисисунок 5.2 - Карта середніх річних показників сонячного випромінювання в Україні

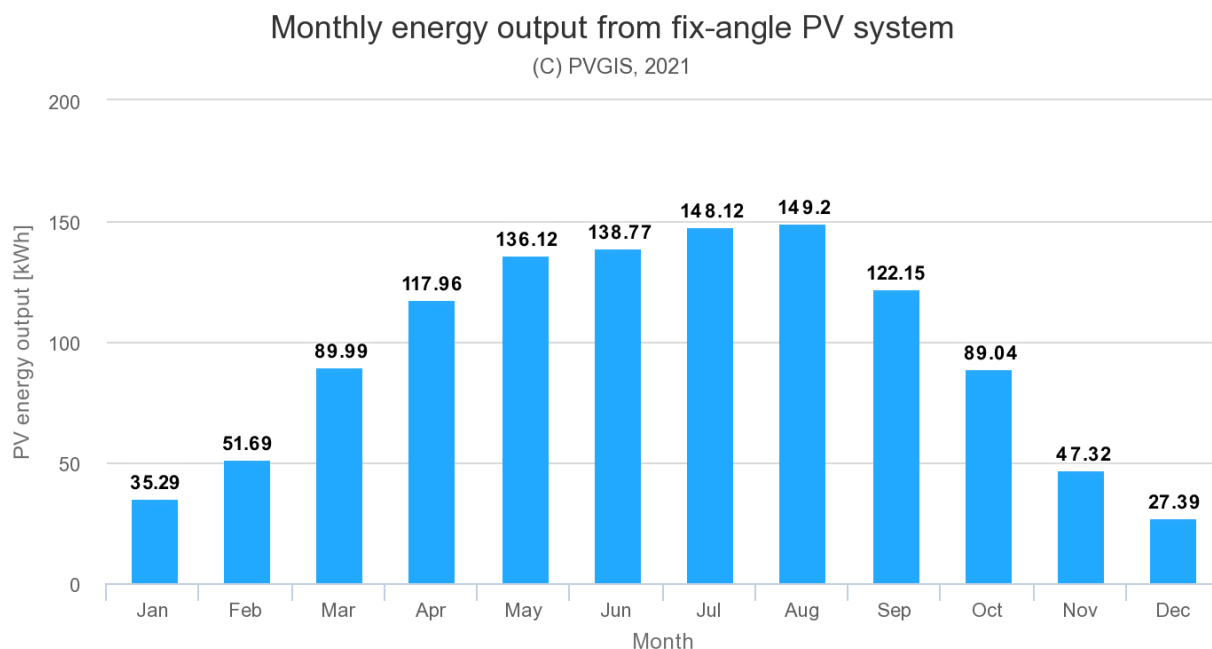
Оптимальний кут нахилу геліоколекторів знаходиться за формулою:

$$\alpha = \beta \cdot 0,76 + 3,1 = 48,5 \cdot 0,76 + 3,1 = 40, \quad (5.1)$$

Де α Оптимальний кут нахилу

β географічна широта Дніпровської області

Згідно сайту [13] для порохованого куту нахилу 40 , Південної орієнтації маємо такий рівень сонячної інсоляції (див. рис. 5.3):



Риисунок 5.3 - Рівень сонячної інсуляції Одеській області

5.3 Розрахунок навантаження на гаряче водопостачання

Згідно [14], додаток А, таблиця А.2, для цеху промислового підприємства питома витрата гарячої води $Q_h^t = 11$ л/(добу×відвідувача). Звідси витрата води на добу даної будівлі становить:

$Q^t = Q_h^t \cdot n = 11 \cdot 266 = 2926$ л/добу, де n - кількість працівників Згідно комерційної пропозиції “Atmosfera” обираємо 3 системи геліоколектів СПК-2m2 (додаток А) , продуктивністю 1000 л/добу.

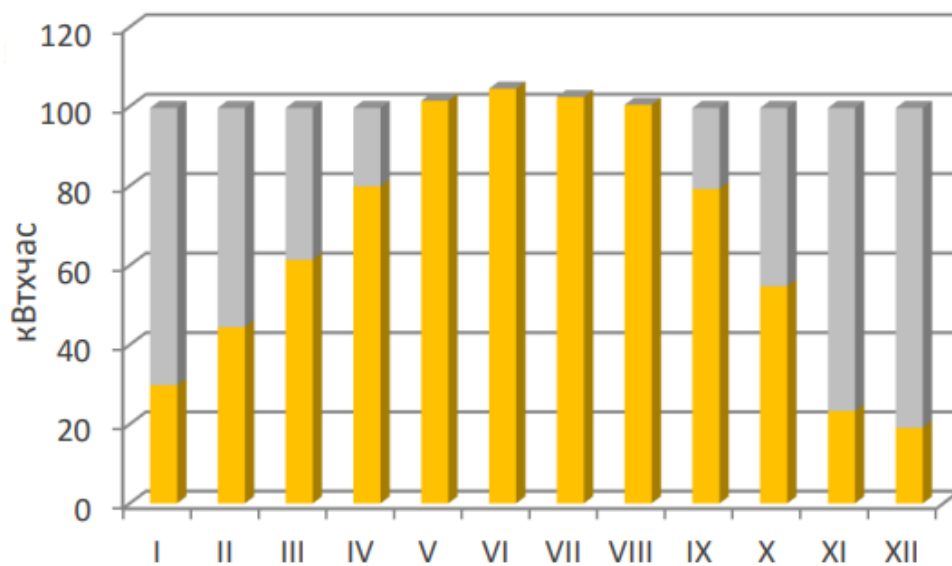


Рисунок 5.4 - Питома потужність сонячного колектора

На рис.5.3 зображено рівень сонячної інсоляції – кількість сонячної енергії яку можна перетворити в теплову. На рис. 5. – зображено питому потужність сонячного колектора- кількість енергії, яка йде на гаряче водопостачання. Порівнюємо ці графіки за потужністю (для січня):

$$p = P/S \cdot 31 = 15/15,4 \cdot 31 = 30,195 \text{ кВт/м}^2 \quad (4.3)$$

$$35,29 > 30,195$$

Отже колектори відповідають умовам припустимої сонячної інсоляції.

$$\text{Площа необхідна на встановлення колекторів: } S = 3 \cdot 15,4 = 46,2 \text{ м}^2 \quad (5.5)$$

$$S_d > S_c, 2816,4 > 308$$

5.4 Розрахунок економічних показників реалізації заходу

Згідно комерційної пропозиції, капітальні витрати складаються з

1. Вартість основного обладнання системи, 487944 грн
(при курсі USD 1 до 27 грн)
2. Монтажні роботи 15-25%
3. Додаткові витрати 5–15%

Отже, капітальні витрати становлять: 634327 грн

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [15]облікова ставка Національного банку становить 7,5%

Згідно сайту [16] тариф на гаряче водопостачання в Дніпровській області становить 47,91 грн/м³.

Згідно сайту [17] тариф на водопостачання та водовідведення в Дніпровській області становить 12,936 грн/м³

Експлуатаційні витрати приймаємо 1% від капітальних, термін експлуатації 20 років.

Провівши фінансовий розрахунок маємо такі результати:

Таблиця 5.1 Фінансовий розрахунок

FINANCIAL CALCULATION					
CAPEX, грн.	634327	тариф. ГВП,грн		47,91	
OPEX, грн.	634,33	тариф. ВП та ВВ,грн		12,936	
R дисконт	7,50%	к-сть води, л/добу		2926	
CASH FLOW STRUCTURE BY YEARS					
YEAR	CAPEX	OPEX	SAVING	TOTEX	DTOTEX
0	634 327,00	0	0	-634327	-634327,00
1	0	634,33	37351,88	36717,56	34155,87
2	0	634,33	37351,88	36717,56	31772,90
3	0	634,33	37351,88	36717,56	29556,18
4	0	634,33	37351,88	36717,56	27494,12
5	0	634,33	37351,88	36717,56	25575,93
6	0	634,33	37351,88	36717,56	23791,56
7	0	634,33	37351,88	36717,56	22131,69
8	0	634,33	37351,88	36717,56	20587,62
9	0	634,33	37351,88	36717,56	19151,27
10	0	634,33	37351,88	36717,56	17815,13
11	0	634,33	37351,88	36717,56	16572,22
12	0	634,33	37351,88	36717,56	15416,02
13	0	634,33	37351,88	36717,56	14340,48
14	0	634,33	37351,88	36717,56	13339,98
15	0	634,33	37351,88	36717,56	12409,29
16	0	634,33	37351,88	36717,56	11543,52
17	0	634,33	37351,88	36717,56	10738,16
18	0	634,33	37351,88	36717,56	9988,99
19	0	634,33	37351,88	36717,56	9292,08
20	0	634,33	37351,88	36717,56	8643,80
RESULT					
терм. окуп.	років	місяців	днів	IRR	NPV
	Проект	не	окупається	-	-260010

Згідно фінансового розрахунку проект є економічно недоцільним.

Висновки до розділу 5

Виконавши аналіз споживання енергоресурсів було виявлено

Що показник IRR нижче за 0 тому виконувати та розраховувати аналіз чутливості IRR та аналіз чутливості NPV не є доцільним. Відповідно можемо робити висновок, що встановлення геліоколекторів на паперовій фабриці є економічно не доцільний.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

6.1 Загальна характеристика об'єкта

Перед початком експлуатації вентиляційних систем після монтажу або реконструкції повинні бути проведені випробування і на кожному вентиляційну установку повинен бути складений паспорт, в якому позначаються схема установки, її продуктивність, тип і характеристика вентилятора і електродвигуна, переріз (діаметр) та довжина повітропроводів.

У процесі експлуатації випробування на ефективність проводиться не рідше одного разу на рік у вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 2 та один раз на три роки в інших зонах. За результатами випробування на ефективність повинен бути виданий технічний звіт, в якому подаються схеми вентиляційних пристроїв, їх продуктивності, типи і характеристика вентиляторів і двигунів, повітрообміни в приміщеннях, таблиці метеорологічного і санітарно-гігієнічного стану повітря в приміщенні та висновки про ефективність роботи вентиляції.

В кожній вентиляційній системі повинно бути присвоєно позначення і порядковий номер, які наносяться яскравою фарбою на кожусі вентилятора або поблизу вентилятора на повітроводі.

Залежно від умов виробництва на об'єктах повинні бути установлені терміни проведення профілактичних оглядів та очищення повітроводів, фільтрів, вогнезатримуючих клапанів, іншого обладнання вентиляційних систем, а також визначений порядок відключення вентиляційних систем і дій обслуговуючого персоналу у разі виникнення пожежі або аварії.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ						
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Лупеха Д.Ю.			Охорона праці та пожежнаа безпека при експлуатації системи вентиляції			Літ	Аркуш	Аркушів	
Перевір.		Третьякова Л.Д.								74	10
Реценз.								ІЕЕ, гр. ОН-71			
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.									
Затвер.											

Особа, призначена відповідальною за технічний стан та справність вентиляційних систем, зобов'язана забезпечити додержання вимог пожежної безпеки під час їх експлуатації.

Не допускається робота технологічного обладнання у вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях у разі несправних або відключених гідрофільтрів, сухих фільтрів, пиловідсмоктуючих, пиловловлюючих і інших пристроїв систем вентиляції.[18]

6.2 Перелік робіт та склад бригади

Відповідальним за додержання вимог пожежної безпеки при експлуатації вентиляційних систем (установок), їхній технічний стан та справність є головний механік підприємства або інша особа, призначена наказом. Вентиляційні камери, циклони, фільтри, повітроводи слід регулярно очищати від горючого пилу, відходів виробництва, жирових відкладень пожежобезпечними способами. Перевірку та очищення вентиляційного обладнання необхідно проводити за графіком, затвердженим головним інженером або іншою посадовою особою підприємства. Результати огляду заносяться до спеціального журналу.

Для забезпечення безперебійної та ефективної роботи вентиляційних установок на підприємствах повинна здійснюватися їх правильна експлуатація згідно з нормами [19], яка передбачає:

- а) необхідний штат працівників для обслуговування вентиляційних установок на кожному промисловому підприємстві;
- б) періодичне проведення робіт з обстеження стану повітряного середовища в приміщеннях;
- в) проведення робіт з визначення ефективності роботи вентиляційних установок і їх наладки;
- г) забезпечення нормального технічного стану вентиляційних установок і проведення своєчасного ремонту.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бригада, для виконання робіт по експлуатації вентиляційних установок (зазвичай, 1 місяць в неопалюваний період), у кількості 2 осіб, повинна мати не менш як III кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Під час експлуатації вентиляційних систем забороняється згідно з [20]: відключати або знімати вогнезатримні пристрої; випалювати накопичені в повітроводах, зонтах жирові відкладення та інші горючі речовини; закривати витяжні канали, отвори й решітки; залишати двері вентиляційних камер відчиненими, зберігати в камерах різні матеріали, устаткування тощо; використовувати припливно-витяжні повітроводи й канали для відведення газів від приладів опалення, газових колонок, кип'ятильників та інших нагрівальних приладів; складувати впритул (на відстані менше 0,5 м) до повітроводів і устаткування горючі матеріали або негорючі матеріали в горючій упаковці; видаляти за допомогою тієї самої системи відсосів різні гази, пар, пил та інші речовини, котрі при змішуванні можуть викликати спалахи, горіння або вибух; експлуатувати переповнені циклони.

6.3 Аналіз умов праці на робочих місцях електротехнічних працівників

Аналіз умов роботи персоналу, що виконує монтажні роботи, проводиться з метою визначення небезпечних і шкідливих факторів для життя і здоров'я, які призводять до травм, захворювань, погіршення самопочуття і інших негативних наслідків, а також розробка заходів з їх усунення.

Працівники, зайняті на роботах зі шкідливими й небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, повинні забезпечуватися спеціальним одягом, засобами індивідуального захисту відповідно до вимог Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, затвердженого наказом Державного

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. Чинники умов праці занесені до таблиці 6.1 згідно з нормами [19]

Таблиця 6.1 – 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 Вологість	T = 15-30°C W = 60 %	Допустимі
Важкість праці	Переміщення вантажів Робоче положення Статичні та динамічні навантаження	До 15 кг «стоячи», Періодичні, до 55 Вт	Допустимі
Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження Тривалість активних дій Змінність Напруженість органів чуття: зір	20 % робочого часу 60 % робочого часу 1 зміна, 8 годин 20 % робочого часу	Допустимі
Чинники електричного походження	Напруга	220 В	Удоп= 36 В Небезпечний
	Струм	6 А	Ідоп=0,6 мА Небезпечний
	Електрична дуга	Під час комутацій	Небезпечний

6.4 Визначення небезпек для працівників на робочих місцях

Аналіз небезпечних факторів

На підприємствах у процесі експлуатації вентиляційних установок необхідно систематично перевіряти стан повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень і його відповідність чинним санітарним нормам.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен встановлюватися відповідно до вимог.[21]

Основним небезпечним фактором під час експлуатації компресорних установок є електрична напруга. Значення струму через людину залежить від схеми доторкання.

Обертovими частинами є ротори асинхронних двигунів та приводні вали. Частота обертання двигунів становить 1000 обертів на хвилину. Також, обертovими частинами є осьові вентилятори. Частота обертання вентиляторів становить 3000 обертів на хвилину.

Аналіз шкідливих факторів

Повітря робочої зони виробничих приміщень визначають наступні параметри: температура повітря в приміщенні, відносна вологість повітря та швидкість руху повітря. Ці параметри окремо та в комплексі впливають на організм людини, визначаючи його самопочуття. Температура повітря для холодного і перехідного періодів року повинна бути 15-21 °С. Відносна вологість повітря повинна бути не більше 75%, а швидкість руху повітря в приміщенні не повинна перевищувати 0,4м/с.

Для забезпечення кращих умов зорової роботи нормують мінімальну освітленість на найбільш темних ділянках. В приміщенні компресорної штучне освітлення забезпечується лампами розжарення. Контраст (K) об'єкту з фоном середній ($0,2 \leq K \leq 0,5$), а коефіцієнт відбиття (ρ) знаходиться в межах від 0,2 до 0,4. За нормами освітленість складає 300 лк.

Найбільший шум в системі вентиляції створюється електродвигуном, який обертається зі швидкістю 1000 об/хв. Згідно норм для даної установки рівень звуку складає 85 дБА.

Вібрації характеризуються наступними чинниками: амплітудою зсуву – величина найбільшого відхилення точки, що коливається від положення рівноваги; амплітудою коливань швидкості та амплітудою коливань прискорення. Нормованою величиною вібрації будівель, конструкцій, обладнання є діюче значення коливальної швидкості, яке не повинно перевищувати 0,013 м/с.[22]

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Можливі небезпеки під час встановлення рекуператорів

Категорія небезпек	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізичні	Робота на висоті	Високо ймовірний	Значний	III
	Механічні ушкодження	Високо ймовірний	Значний	III
	Електричного походження	Імовірний	Катастрофічний	I
Хімічні	Амбразивний пил	Високо ймовірний	Значний	III
Рідина	відсутні			
Біологічні	відсутні			
Інші	Незручні робочі положення	Дуже рідкий	Значний	III

6.5 Вибір технічних засобів і заходів безпеки робіт в енергоустановках

Вентилятори охолоджувачів закриті сітчастими кожухами для унеможливлення випадкового доторкання до обертових частин вентилятора.

Підтримання на заданому рівні параметрів, що визначають мікроклімат – температуру, вологість та швидкість руху повітря забезпечується вентиляцією. Для цього у вікно приміщення необхідно вмонтувати вентилятор.

Для освітлення приміщення застосовуються лампи розжарювання, які є неенергоефективні, тому потребують заміни.

Засоби індивідуального захисту під час встановлення рекуператорів:

- костюм з напів-комбінезон з високоміцної сумішевої тканини саржевого переплетення (використання як робочого одягу, захищає від загальних виробничих забруднень і механічних впливів),
- рукавички захисні (захист від механічних ушкоджень),
- черевики шкіряні (використання як робочого взуття, захист від виробничих забруднень і механічних впливів),
- захисні окуляри (використовуються як захист від виробничих забруднень),
- респіратор (використовуються як захист від виробничих забруднень),

- захисні навушники (зниження рівня шуму на 10 дБА).

6.6 Заходи пожежної безпеки

Пожежна небезпека обумовлена наявністю ізоляційних матеріалів, що горять. Такою ізоляцією є ізоляція проводів та кабелів.

Причиною загоряння може бути перевантаження провідників. Тоді, особливо у випадку проходження струмів короткого замикання, температура ізоляції підвищується настільки, що матеріал розкладається з виділенням горючих парів та газів. Електродвигуни, що працюють з перевантаженням або в двофазних режимах довгий час, внаслідок неприпустимого перегріву обмоток також схильні загорянню ізоляції їх обмоток.

Для швидкого сповіщення служби пожежної охорони про виниклу пожежу в приміщенні є електрична пожежна сигналізація. Рігдно з нормами [23] вона застосовується в приміщеннях, які не підлягають пожежному захисту за допомогою автоматичного пожежогасіння. Система автоматичної пожежної сигналізації складається з сповіщувачів-датчиків, приймальної станції, джерел живлення та електричної мережі, яка зв'язує сповіщувачі з приймальною станцією. Окрім автоматичної пожежної сигналізації застосовуються ручні сповіщувачі типу ПКИЛ-7. Автоматичні пожежні сповіщувачі здійснюють посилення сигналів, що засновані на різних принципах замикання електричного ланцюгу.

Для гасіння пожеж в електроустановках до 1 кВ, які знаходяться під напругою застосовуються вуглекислотно-брометилові вогнегасники., оскільки бромистий етил не проводить електричний струм. Також, для гасіння пожеж в електроустановках, які знаходяться під напругою застосовується порошковий вогнегасник згідно з нормами [22] типу ОПС-10. Він в якості вогнегасільного засобу використовує сухий порошок (вуглекислотну соду), яким заповнена посудина ємністю 10 л. Для гасіння невеликих загорянь всіх видів застосовуються вуглекислотні вогнегасники.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний комплекс протипожежних заходів згідно з нормами [23] на фабриці повинен включати:

- погодження проектів будівництва та реконструкції із пожежною інспекцією;
- відкриття новобудов або реконструйованих споруд лише після дозволу пожежної інспекції;
- експлуатацію споруд, обладнання та механізмів відповідно до протипожежних вимог;
- виконання будь-яких робіт лише підготовленими, зокрема, з питань пожежної безпеки, фахівцями;
- установлення адміністративної відповідальності керівників усіх структур за адекватне виконання необхідних протипожежних заходів;
- проведення протипожежного інструктажу персоналу та пацієнтів;
- забезпечення споруд (відділень) засобами пожежно-охоронної сигналізації та пожежогасіння;
- створення в закладі відповідних структур пожежогасіння, добровільних дружин та ланок пожежогасіння;
- затвердження заходів протипожежної профілактики.

6.7 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахунок на відключаючу здатність

Розрахуємо струми короткого замикання для кабельних ліній за формулою:

$$I_{кз} = \frac{U_{\phi}}{r_{\phi} + r_o + \frac{z_{mp}}{3}},$$

де U_{ϕ} - фазна напруга, В;

r_{ϕ} - активний опір фазного проводу, Ом;

r_o - активний опір нульового проводу, Ом;

z_{mp} - повний опір трансформатора, Ом.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питомий активний опір алюмінієвого фазного проводу з перерізом 50 мм² дорівнює 0,62 Ом/км.

Активний опір фазного проводу довжиною 250 м:

$$r_{\phi} = 0.62 \cdot 0.25 = 0.155 \text{ Ом.}$$

Питомий активний опір алюмінієвого нульового проводу з перерізом 16 мм² дорівнює 1,94 Ом/км.

Активний опір нульового проводу довжиною 250 м:

$$r_o = 1.94 \cdot 0.25 = 0.485 \text{ Ом.}$$

Опір трансформатора ТМ 400/10 дорівнює 0,056 Ом.

Підставивши значення у формулу отримаємо:

$$I_{\epsilon\zeta} = \frac{220}{0.155 + 0.485 + \frac{0.056}{3}} = 334 \text{ А.}$$

Визначимо кратність струму короткого замикання, значення якого повинно задовольняти умові:

$$k_{кр} = \frac{I_{кз}}{I_{ном.МЗ}} \geq k_{доп},$$

де $I_{кз}$ - струм плавкої вставки, А;

$k_{доп}$ - коефіцієнт кратності струму допустимий (для плавких запобіжників $k_{доп} = 3$).

$$k_{\epsilon\delta} = \frac{334}{100} = 3.34.$$

Оскільки коефіцієнт кратності номінального струму плавкої вставки запобіжника більше трьох, нульовий захисний провідник вибрано правильно.

Визначимо напругу на корпусі

Без повторного заземлення напруга на корпусі визначається:

$$U_{\epsilon\delta} = I_{\epsilon\zeta} \cdot z_0 \leq U_{доп.доп.},$$

де z_0 - повний опір нульового проводу, для кабельних ліній дорівнює r_i , Ом;

$U_{доп.доп.}$ - допустима напруга дотику, В.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\hat{e}\hat{i}\hat{o}\hat{i}} = 334 \cdot 0.485 = 162 \text{ В.}$$

Висновки до розділу 6

Для проведення робіт з експлуатації вентиляційних систем на паперовій фабриці допускаються працівники з III кваліфікаційної групи з електробезпеки, або вище.

Роботи можуть проводитися без зняття напруги.

На працівника можуть діяти такі шкідливі та небезпечні чинники:

- 1) ураження електричним струмом;
- 2) механічні ушкодження;
- 3) абразивний пил;
- 4) підвищений шум

З метою запобігання та обмеження впливу цих факторів впроваджують такі технічні заходи:

- для контролю за станом ізоляції встановлюються мегаомметри з номінальною напругою 1кВ;
- недоступність струмовідних частин забезпечується розташуванням кабелів під землею, а проводки освітлення - під штукатуркою.

Орієнтація забезпечується наявністю знаку безпеки „обережно електрична напруга”;

– для захисту працівників від ураження електричним струмом у випадку дотику до корпусу електроустановки використовують записне заземлення та індивідуальні засоби захисту; – призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт;

– вентилятори закриті сітчастими кожухами для унеможливлення випадкового доторкання до обертових частин вентилятора;

– захист від вібрації необхідно здійснювати встановивши амортизатори.

Отже, зробивши аналіз, можна зробити висновок, що експлуатація вентиляційної системи на фабриці задовольняє стандартам, а також даний захід можна впроваджувати і він буде доцільним.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проєкту було проведено енергетичний аудит паперової фабрики. З точки зору енергоефективності стан інженерних систем та огорожувальних конструкцій не задовільний. Частина споживачів електричної енергії має низькі показники енергоефективності.

1. Було побудовано баланс споживання електричної енергії та проведено його аналіз - основними споживачами електричної енергії об'єкту є система вентиляції та цех 1. Тому було запропоновано підвищити ККД приладів вентиляції, встановити перетворювач частоти для цеху номер , а також встановлення автоматичного регулювання.

2. Побудовано баланс споживання теплової енергії та проведено його аналіз – всі огорожувальні конструкції не відповідають вимогам [6] стосовно мінімального термічного опору, труби якими здійснюється теплопостачання, гаряче водопостачання, а також природна система вентиляції мають значні теплові втрати. Тому було запропоновано замінити всі вікна на нові, утеплити дах, модернізувати фасади та систему опалення.

3. Було проведено аналіз для створення системи енергоменеджменту на об'єкті. . Запропоновано використання технології відновлюваної енергетики, а саме геліоколектори, для гарячого водопостачання. В даному випадку захід виявився недоцільним через неможливість окупації даного заходу.

4. Запропоновано використання технології відновлюваної енергетики, а саме геліоколектори, для гарячого водопостачання. В даному випадку захід виявився недоцільним через неможливість окупації даного заходу.

5. Були перераховані необхідні організаційні заходи, вимоги до засобів індивідуального захисту та до виконавців робіт, також було передбачено можливі небезпеки, проведений аналіз чинників умов праці та дотримання правил пожежної безпеки з метою забезпечення охорони праці під час експлуатації системи вентиляції.

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ

- 1) Давиденко В.А. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи електропостачання»: / Давиденко В.А., Давиденко Н.В. – Рівне: НУВГП, 2018. – 32 с.
- 2) Prom інтернет магазин [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://prom.ua/Lenze-8200-vector.html>
- 3) Vents інтернет магазин [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://vents-shop.com.ua/elektricheskij-termostat-rt-10/>
- 4) Svittepla. Схеми підключення водяних тепловентиляторів до системи опалення [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://www.svittepla.com.ua/blog-kompanii/shemy-podkliucheniia-vodianyh-teploventiliatorov-k-sisteme-otopleniia>
- 5) Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. зі Зміною №1 від 1 липня 2013 року. – [Чинний від 01.04.2007]. - К.: Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
- 6) ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2006. 37 с
- 7) ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 2662985 ; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с. – (Державний стандарт України).
- 8) Пінополістерол ПСБ-С-25 [електронний ресурс].– Режим доступу: <https://domteplo.com/ru/products/pinoplast-psb-s-25-40mm>
- 9) Вікна Двері Екіпазх [електронний ресурс].– Режим доступу: <https://ekipazh.ibud.ua/ua/company-prais>
- 10) Alex Group [електронний ресурс].– Режим доступу: <https://alex-group.com.ua/utepliteli/mineralnaja-vata/neman-m-11-lajt>
- 11) Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177-12-7

- 12) Оцінка ресурсного потенціалу сонячної електроенергетики у Одеській області // Басок Б.І., Веремійчук Ю.А. – К.: «КІМ».- 2019. -250 с. ISBN 978-617-628-081-1
- 13) PVGIS, сонячна інсуляція [електронний ресурс] .– Режим доступу: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP (дата звернення: 09.06.2021)
- 14) ДБН.В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація
- 15) Облікова ставка Національного банку [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/monetary/stages/archive-rish> (дата звернення: 04.03.2021)
- 16) Тариф ГВП Дніпровська міська рада [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://dniprorada.gov.ua/uk/page/povidomlennya-pro-shvalennya-proektiv-postanov-pro-vstanovlennya-tarifiv-na-teplovu-energiyu-dlya-potreb-naselennya-ta-poslugi-z-centralizovanogo-opalennya-ta-centralizovanogo-postachannya-garyachoi-vodi-kp-komenergосervis> (дата звернення: 01.06.2021)
- 17) Тариф Водопостачання Дніпровська міська рада [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://dniprorada.gov.ua/uk/page/tarifi-kp-dniprovodokanal-dmr> (дата звернення: 01.06.2021)
- 18) ДБН В.1.2-7-2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2008, 25 с
- 19) Третьякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с
- 20) ДСТУ ISO 16732-1:2018 (ISO 16732-1:2012, IDT) Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1. Загальні положення). Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2018. 120 с.
- 21) ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 22) ДБН В.2.5-56:2010. Державні будівельні норми. Системи протипожежного захисту. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.
- 23) НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с
- 24) ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT) «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання»,
- 25) Строй сервис, біметалеві радіатори [електронний ресурс] .– Режим доступу: http://otvod.kiev.ua/index.php?route=product/category&path=20_66_79 (дата звернення: 01. 06.2021)

					НТУУ 001.7108.070 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

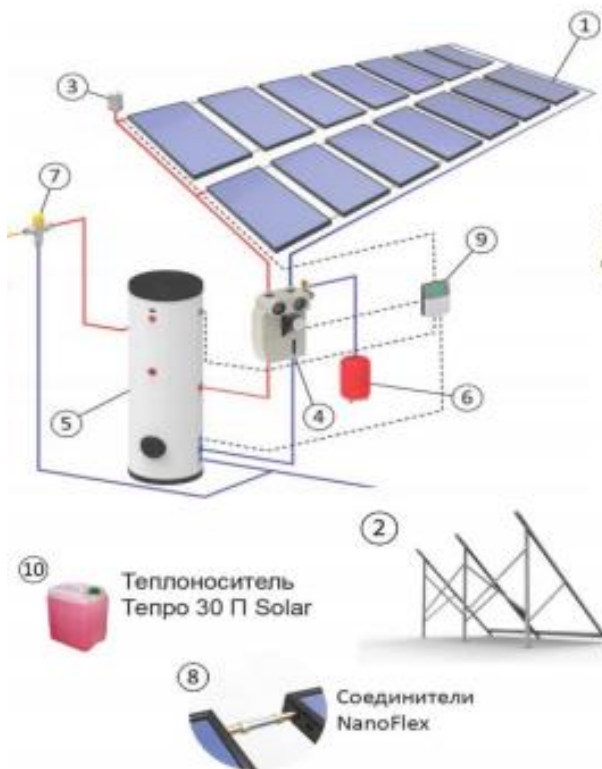
Коммерческое предложение

2 000 л горячей воды в сутки

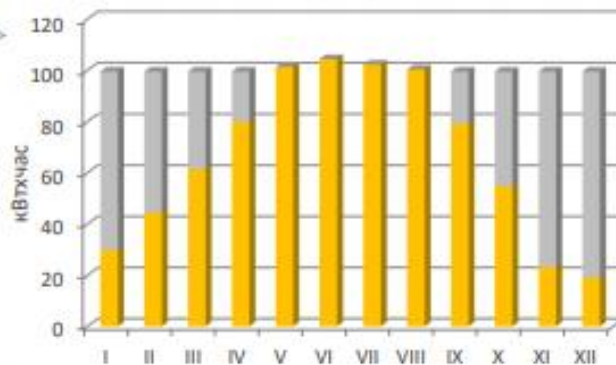


Температура холодного водоснабжения **12 °C** Требуемая температура горячего водоснабжения **55 °C**

Такая система идеально подойдет для гостиницы, пансионата, АЗС, больницы, спортивного комплекса, промышленного объекта, коттеджа, индивидуальной установки или любого другого объекта с круглогодичным потреблением заданного количества ГВС.



Количество тепла, которая вырабатывает гелиосистема 4 регион



данные	значение
Год. нагрузка ГВС	36 460 кВт·час
Год. выработка гелиосистемы	24 416 кВт·час
Год. нагрузка гарант.ист.	12 331 кВт·час
Год. замещение тепла на ГВС	66 %

	Монтажная площадь на наклонную поверхность
	30,8 м2

№	Наименование	Ед. изм	Цена, \$	К-во	Сумма, \$
1	Плоский солнечный коллектор СПК-2м2	шт.			
2	Крепления на наклонную крышу для 2-х коллекторов	шт.			
3	Автоматический воздухоотводчик + кран	шт.			
4	Насосная группа 1 линия 8-28 л/мин, Wilo ST25/7, 1"	шт.			
5	Бак накопительный ATMOSFERA (Украина) 1500л., 2т/о	шт.			
6	Бак расширительный CP 150л 3/4" на ножках	шт.			
7	Соединитель NanoFlex DN16 100mm	шт.			
8	Контроллер для солнечной систем СК91	шт.			
9	Жидкость для гелиосистем ТЕПРО-30П Солар	кг.			
10	Трубопровод гофрированный Nanoflex DN20	м.п			
11	Расходомер 1", 2-12 л/мин, накидная гайка	шт.			
12	Крестовина 3/4" с гильзой для датчика	шт.			
13					
Стоимость оборудования:					9 941

Рисунок А.1 Характеристики системы соляных коллекторов Atmosfera