

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А.В. Попов

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективність

на тему: «Підвищення рівня енергоефективності системи освітлення
житлового будинку за адресою вул. Стадіонна б»

Виконав:

студент ІV курсу, групи ОН-г61-1

Панадій Микола Валентинович _____

Керівник:

к.т.н., доц. Бориченко О.В. _____

Консультанти:

Теплова частина
(назва розділу)

к.т.н., доц.Виноградов-Салтиков О.В.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Охорона праці
(назва розділу)

д.т.н., проф.Третькова 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. Шовкалюк М.М.
(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

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

Студент _____

Київ – 2020 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

зі спеціальності: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації: Енергетичний менеджмент та енергоефективність

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.В. Попов

« ____ » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Панадію Миколі Валентиновичу**

1. Тема проекту «Підвищення рівня енергоефективності системи освітлення житлового будинку за адресою вул. Стадіонна 6»,

керівник проекту *к.т.н., доц. Бориченко О.В.*, затверджені наказом по університету від «21» травня 2020 р. №1131-с

2. Термін здачі студентом закінченого проекту “12” червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту: схема електро- та теплопостачання, параметри будівлі, режим роботи, споживання енергетичних ресурсів, перелік електроприймачів.

4. Перелік розділів, які мають бути розроблені

а) енергетична ефективність постачання та використання електричної енергії: - Енергетичний аудит електропостачальної системи житлового будинку по вул. Стадіонна 6;

б) енергетичний аудит системи теплопостачання: - Енергетичний аудит теплопостачання житлового будинку по вул. Стадіонна 6;

в) охорона праці та пожежної безпеки: - Охорона праці та пожежної безпеки під час монтажу ліхтарів зовнішнього освітлення.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Однолінійна схема електропостачання об'єкту проектування.
2. Результати енергетичного аудиту електропостачальної системи об'єкту.
3. Зовнішній вигляд та дані по житловому будинку по вул. Стадіонна 6.
4. Результати енергетичного аудиту теплопостачальної системи об'єкту.

6. Консультанти:

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

Охорона праці: д.т.н., проф. Третьякова Л.Д.

Нормоконтроль: ас. Прокопенко І.Д.

7. **Дата видачі завдання «18» травня 2020 р.**

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання дипломного проекту

студентом Панадієм Миколою Валентиновичем

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Загальна характеристика об'єкту	18.05.20 – 20.05.20	
2.	Підвищення рівня енергоефективності системи освітлення житлової будівлі	20.05.20 – 22.05.20	
3.	Енергетична ефективність постачання і використання електричної енергії	22.05.20 – 28.05.20	
4.	Енергетичний аудит теплопостачання житлового будинку по вул. Стадіонна 6	28.05.20 – 02.06.20	
	Охорона праці та пожежної безпеки під час монтажу ліхтарів зовнішнього освітлення	02.06.20 – 04.06.20	
5.	Підготовка графічного матеріалу	04.06.20 – 08.06.20	
6.	Оформлення пояснювальної записки	04.06.20 – 08.06.20	
7.	Захист бакалаврського проекту	16.06.20	

Студент

М.В. Панадій

Керівник проекту

О.В. Бориченко

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата					

НТУУ 001.6106.060 ПЗ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з чотирьох розділів, пояснювальна записка містить 97 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено 18 ілюстрацій, 31 таблиць та 28 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Мета проекту полягала у підвищенні рівня енергоефективності системи освітлення житлової будівлі та визначенні заходів з енергоефективності для будівлі та цеху. Економічний ефект від наведених варіантів модернізації є достатнім, та вказує на невеликі терміни окупності.

Ключові слова: ЕНЕРГІЯ, ЕНЕРГОНОСІЙ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ, СПОЖИВАННЯ.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

ABSTRACT

The explanatory note to the diploma project consists of four sections, the explanatory note contains 97 page of the main text. The main text of the work contains 18 illustrations, 31 tables and 28 bibliographic names according to the list of references.

The aim of the project was to increase the energy efficiency of the lighting system of a residential building and other energy saving measures of the building and the shop. The economic effect of these modernization options is large, and indicates a short payback period.

Keywords: ENERGY, ENERGY CARRIER, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, COSTS, LOSSES, SAVINGS, CONSUMPTION.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ, ТЕРМІНІВ

ГВП – гаряче водопостачання;

ДРЛ – ртутні лампи високого тиску;

ЛБ – люмінесцентні лампи;

ТМ – трансформатор масляний;

LED – світлодіодні лампи;

ЕП – електроприймач;

ЗЕЕ – захід з енергоефективності;

ДСТУ – державний стандарт України;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСН – державні санітарні норми.

α – коефіцієнт тепловіддачі;

δ – товщина;

λ – коефіцієнт теплопровідності;

R – опір теплопередачі;

k – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа;

Q – теплота.

ст – стіна;

в – вікно;

д – двері;

н – нормативний.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ.....	10
2 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСТАЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	14
2.1 Опис електропостачальної системи.....	14
2.2 Опис системи електропостачання.....	23
2.3 Характеристика споживачів електричної енергії.....	24
2.4 Побудова потоків споживання електричної енергії (фактичних балансів споживання електричної енергії).....	26
2.4.1. Короткий опис технологічної схеми процесу.....	26
2.4.2 Розрахунок електричного навантаження.....	27
2.4.3 Перевірка трансформаторів.....	31
2.4.4 Перевірка кабелів.....	31
2.4.5 Визначення суттєвих споживачів електричної енергії.....	33
2.5 Аналіз потоків споживання електричної енергії.....	36
2.5.1 Енергоефективність системи освітлення.....	36
2.5.2 Визначення можливих напрямків та заходів підвищення ефективності використання електричної енергії її основними споживачами.....	38
2.6 Аналіз доцільності та очікуваних результатів впровадження вибраних заходів з енергоефективності.....	38
2.6.1 Модернізація системи освітлення будинку.....	38
2.6.2 Заміна двигунів шліфувальних верстатів.....	46
2.6.3 Побудова сонячної електростанції на даху цеху.....	47
2.6.4 Встановлення нових підшипників на шліфувальних та фрезерних верстатах.....	51
2.6.5 Заміна зовнішнього освітлення.....	53
3 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ПО ВУЛИЦІ СТАДІОННА 6.....	57
3.1 Загальний опис системи теплопостачання.....	57
3.2 Огороджувальні конструкції.....	60
3.2.1 Непрозорі огорожувальні конструкції.....	61
3.2.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції.....	62

										Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата	НТУУ 001.6106.060 ПЗ					

3.2.3 Дверні конструкції	63
3.2.4 Дах	63
3.2.5 Підлога	64
3.3 Теплова потужність	68
3.4 Складання балансу втрат тепла будинку	72
3.5 Утеплення зовнішніх стін.....	73
3.6 Часткова модернізація віконних конструкцій.....	75
3.7 Утеплення даху.....	77
3.8 Чистка системи опалення	79
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЛІХТАРІВ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	83
4.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	83
4.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту.....	85
4.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях	86
4.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників.....	87
4.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці	88
4.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпечних і шкідливих виробничих чинників.....	88
4.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів.....	90
4.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації.....	91
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	95
ДОДАТКИ.....	98

ВСТУП

На даний момент важливою темою для обговорення в Україні є проблема енергозбереження та енергоефективності. Ці два поняття тісно між собою пов'язані так як один одного доповнюють.

Головними перешкодами на шляху до збільшення обсягів енергозбереження є:

- структура промисловості, а саме те, що найбільшу кількість займають сировинні галузі;
- монополізація економіки, а конкретно, промисловості.

Фактори, які впливають на енергоефективність:

- технічний стан обладнання;
- робота в неномінальних режимах роботи;
- велика пошкодженість обладнання;
- велика зношеність (близько 90%);
- якість електричної енергії;
- режими навантаження;
- умови навколишнього середовища;
- якість технічного обслуговування.

Тому при усуненні всіх негативних недоліків та при покращенні факторів, які безпосередньо будуть впливати на наші проблеми, ми зможемо вирішити майже всі наші питання по енергозбереженню та енергоефективності на довгі роки.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

1 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ

Об'єктом проведення спостереження є житловий будинок в місті Київ, Солом'янський район, вулиця Стадіонна 6. Дім збудований у 1992 році за індивідуальною серією. Дім налічує 5 під'їздів та 234 квартири поверховістю 10/15. Будинок обладнаний електроплитами у кількості 234 та 5 пасажирських і 5 вантажних ліфтів. Джерелом теплопостачання є теплоцентраль, холодне водопостачання здійснюється від міського водоканалу, а гаряче водопостачання – від центрального водопостачання.

Основною проблемою, яку було запропоновано розглянути у дипломному проекті, є підвищення рівня енергоефективності системи освітлення житлової будівлі. На даний момент стан зовнішнього та внутрішнього освітлення будинку є незадовільним. Освітлення повинно бути на найкращому рівні з точки зору якості, комфортності та економії ПЕР. Як ми можемо побачити, значна кількість освітлення припадає на світлодіодне: освітлення театрів, концертних зал, ресторанів та інших громадських місцях. Також не забуваємо про те, що світлодіодні прилади знаходять застосування в загальному освітленні. До переваг світлодіодних систем над традиційними можна віднести:

- За останніми досягненнями у сфері виробництва світлодіодів забезпечують постійність кольору та температури, що за своїми показниками рівні або кращі ніж у традиційних джерел світла. Також їх виробництво проводиться в широкому діапазоні колірних температур, що дає змогу легко замінювати традиційні джерела світла. Порівняльну характеристику наведено у таблиці 1.1.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Панадій М.В.</i>			Підвищення рівня енергоефективності системи освітлення	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бориченко О.В.</i>					10	4
<i>Реценз.</i>						ІЕЕ, гр. ОН-г61-1		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>						
<i>Затвер.</i>								

Таблиця 1.1 – Джерела світла та їх колірна температура

Колірна температура	Люмінесцентне	Галогенне	Лампа накаливання	Світлодіод	Металогалогенне
Тепле світло, 2700 К	+		+	+	
Біле світло, 3000 К	+	+		+	+
Нейтральне світло, 3500 К	+			+	
Холодне світло, 4100 К	+			+	+
Денне світло, 5000-6500 К	+			+	

- За своїм улаштуванням світлодіодні джерела світла направлені на те, щоб випромінювати світло тільки в потрібному напрямку.
- У порівнянні з лампами розжарювання або галогенними, енергоефективність світлодіодних ламп до 5 разів більша. Це пояснюється тим, що постійний розвиток технології виробництва покращує ефективність світлодіодів. Один з чинників, якому не приділяють уваги, але який може значно вплинути на пониження світлової віддачі системи, є енергоспоживання світильника у вимкненому стані. В цьому стані втрати електроенергії з'являються коли вимикачі або регулятори знаходяться в ланцюзі між блоком живлення або трансформатором і світильником. До втрат можна віднести потужність яка може перевищувати 2 Вт та до 20% загального енергоспоживання системи.
- Також для наочного представлення зведені в таблицю 1.2 дані про корисний термін служби різних джерел світла.

Таблиця 1.2 – Термін служби джерел світла

Джерела світла	Типовий діапазон використання, год
Лампа накаливання	750 – 2000/ номінальний строк використання
Галогенна лампа накаливання	2000/ номінальний строк використання
Металогалогенна лампа	500 – 2000/ номінальний строк використання
Люмінесцентна лампа	20000 – 30000/ номінальний строк використання
Білий світлодіод	35000 – 50000/ корисний строк використання

- Майже всі світлодіодні освітлювальні прилади, що виробляються, не тільки відповідають вимогам стандартів з енергоефективності та екологічності, а й часто перевершують їх.
- Порівняно з традиційними джерелами світла, світло діоди використовуються навіть попри суттєве зменшення світлового потоку.

Один із прикладів сучасних технологій освітлення. Цифровий адресний інтерфейс освітлення (DALI – Digital Addressable Lighting Interface) – це протокол для управління освітленням, дійсний відповідно до Європейського стандарту IEC 62386. DALI полегшує зв'язок а також управління декількома пристроями, такими як баласт, трансформатор, LED драйвер та інші. DALI був розроблений для того, щоб замінити традиційні 1-10В аналогові системи управління і цифрові системи управління, такі як DSI (Digital Serial Interface). DALI розроблений на основі принципу децентралізованого інтелекту, тому кожен пристрій DALI має на борту пам'ять, в якій зберігається вся необхідна інформація про нього, включаючи діагностичну, яка знижує технічні вимоги

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

до системи управління і обсяг даних, переданих по шині. На відміну від традиційних протоколів управління освітленням DALI має двосторонній зв'язок, що дозволяє системі управління запитувати дані і отримувати інформацію про стан кожного пристрою. Відповіддю на інформаційний запит може бути просто поточний стан (вкл./викл.) або більш складний, такий як стан лампи або рівень заряду акумулятора. Виклик сцен, групове управління і діагностика несправностей також доступні через DALI, що робить його дуже корисним для використання в системах автоматизації будівлі, де потрібне віддалене управління і моніторинг стану кожного пристрою.

Деякі системи управління, такі як ПЛК можуть мати інтерфейс DALI, в той час як іншим, можливо, будуть потрібні перетворювачі для налагодження зв'язку, так звані шлюзи DALI. Протоколи, які використовують DALI шлюзи, як правило, не мають повний функціонал протоколу DALI, або працюють повільніше, так як повинні переводити все команди зі свого протоколу (наприклад, KNX, LON, BacNet і т.д.) в інтерфейс DALI, в той час як пристрої з інтерфейсом DALI можуть управляти LED драйверами, баластами, диммерами і іншими безпосередньо без перетворювачів.

Висновки до розділу 1.

На об'єкті запропоновано повністю модернізувати систему освітлення включаючи внутрішнє та зовнішнє. Це дасть змогу значно скоротити витрати електроенергії, налагодити автоматизацію в освітленні будинку за новими технологіями та покращити сприятливі умови для мешканців.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОСТАЧАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

2.1 Опис електропостачальної системи

Житловий будинок знаходиться у м. Києві за адресою вул. Стадіонна, 6, Солом'янський район. Дім побудований у 1992 році за індивідуальною серією. Матеріал стін – цегла, площа рулонної покрівлі 1913 кв. м, поверховість 10/15. Посаду головного інженера КП «Керуюча компанія з обслуговування житлового фонду Солом'янського району міста Києва» займає Згурський Олексій Олександрович. Контактний телефон 067-943-45-53. Графік прийому середа, п'ятниця. З 9:00 до 17:00. Будинок обслуговується ЖЕКом №901 за адресою вулиця Єрванська, 3а та КП «Керуюча компанія з обслуговування житлового фонду Солом'янського району міста Києва» за адресою вулиця Левка Мацієвича, 6.

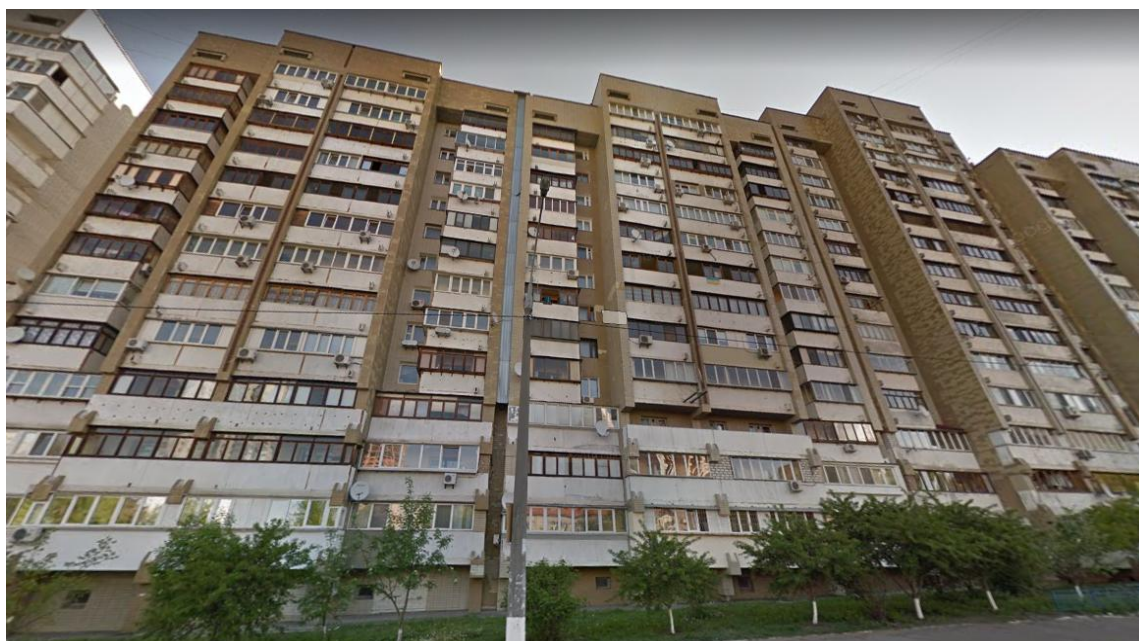


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд будівлі станом на 2020 рік

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ				
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Енергетична ефективність постачання і використання електричної енергії	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Панадій М.В.</i>						14	42
<i>Перевір.</i>		<i>Бориченко О.В.</i>				ІЕЕ, гр. ОН-г61-1			
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>							
<i>Затвер.</i>									

Енергоносії, що використовує будинок – електрична та теплова енергія, холодна вода, та гаряча. Споживання енергоресурсів було взято за показами обліку електричної та теплової енергії, води.

Електричну енергію споживають обладнання теплопункту, щитові, освітлення і т.д.. Система теплопостачання оснащена модульним індивідуальним тепловим пунктом. Теплова енергія використовується на опалення будинку та гаряче водопостачання. Вода використовується на полив прибудинкової території та для різноманітних побутових потреб.

Представимо графічно споживання електричної енергії по роках на рисунку 2.2.

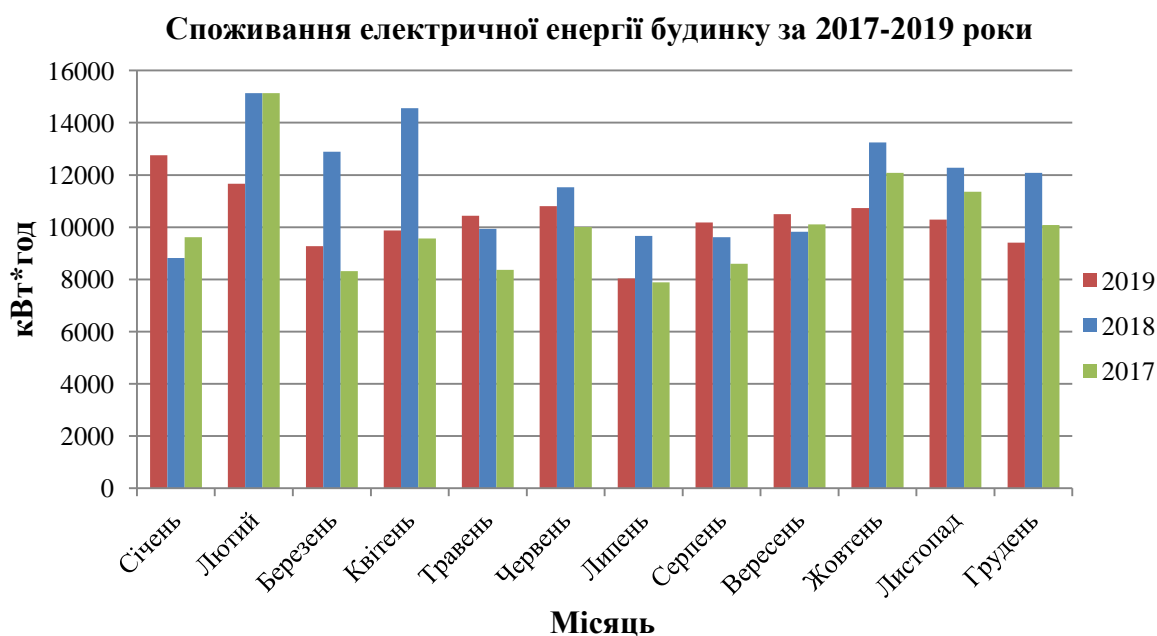


Рисунок 2.2 – Діаграма споживання електроенергії по роках

У зв'язку з різною тривалістю світлового дня і більшого часу використання освітлення взимку та восени, споживання електричної енергії нерівномірне протягом року.

Таблиця 2.1 – Споживання електричної енергії протягом 2017-2019 років

Місяць	2017		2018		2019	
	кВт·год	грн	кВт·год	грн	кВт·год	грн
Січень	9622	12412,38	8822	14820,96	12750	23715
Лютий	15130	19517,7	15130	25418,4	11660	21687,6
Березень	8315	13969,2	12894	21661,92	9269	17240,34
Квітень	9565	16069,2	14558	24457,44	9876	18369,36
Травень	8369	14059,92	9934	16689,12	10433	19405,38
Червень	10005	16808,4	11530	19370,4	10801	20089,86
Липень	7894	13261,92	9669	16243,92	8034	14943,24
Серпень	8593	14436,24	9622	16164,96	10184	18942,24
Вересень	10103	16973,04	9819	16495,92	10493	19516,98
Жовтень	12079	20292,72	13241	22244,88	10732	19961,52
Листопад	11357	19079,76	12279	20628,72	10291	19141,26
Грудень	10086	16944,48	12076	20287,68	9411	17504,46
Всього	121118	193824,96	139574	234484,32	123934	230517,24

Для коректної оцінки частки споживаної енергії необхідно привести електричну та теплову енергію до спільних одиниць виміру (в нашому випадку до кВт·год). Підрахуємо і результати зведемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Структура споживання і грошових коштів за 2017-2019 р.р.

Рік	Енергоносії	Електрична енергія	Теплова енергія	Вода
2017	кВт·год	121118	2374148,2	-
	%	4,85	95,15	-
	Грошові кошти	193824,96	1447491	141957
	%	10,87	81,17	7,96
2018	кВт·год	139574	2136384,48	-
	%	6,13	93,87	-
	Грошові кошти	234484	1243061	110524
	%	14,76	78,27	6,97
2019	кВт·год	123934	1989474,32	-
	%	5,86	94,14	-
	Грошові кошти	230517,24	1278792	200107
	%	13,48	74,81	11,71

Наочно представимо результати у вигляді кругових діаграм на рисунках 2.3, 2.4, 2.5.

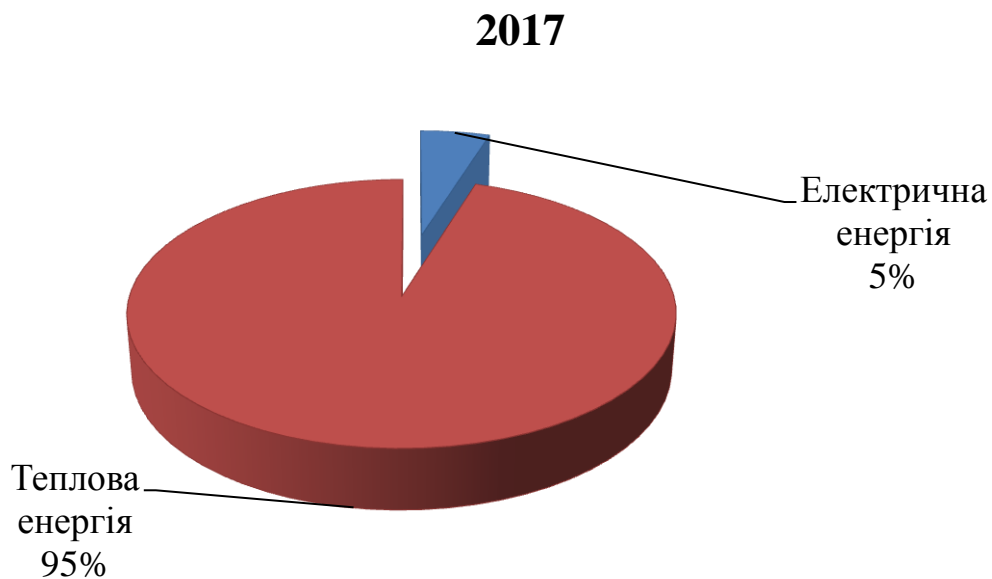


Рисунок 2.3 – Споживання теплової та електричної енергії за 2017 рік

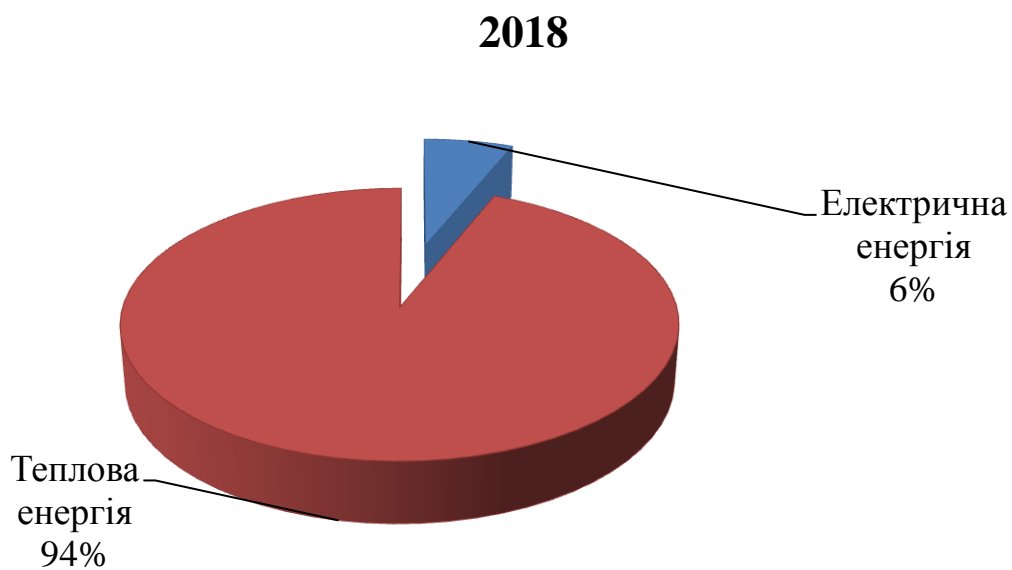


Рисунок 2.4 – Споживання теплової та електричної енергії за 2018 рік

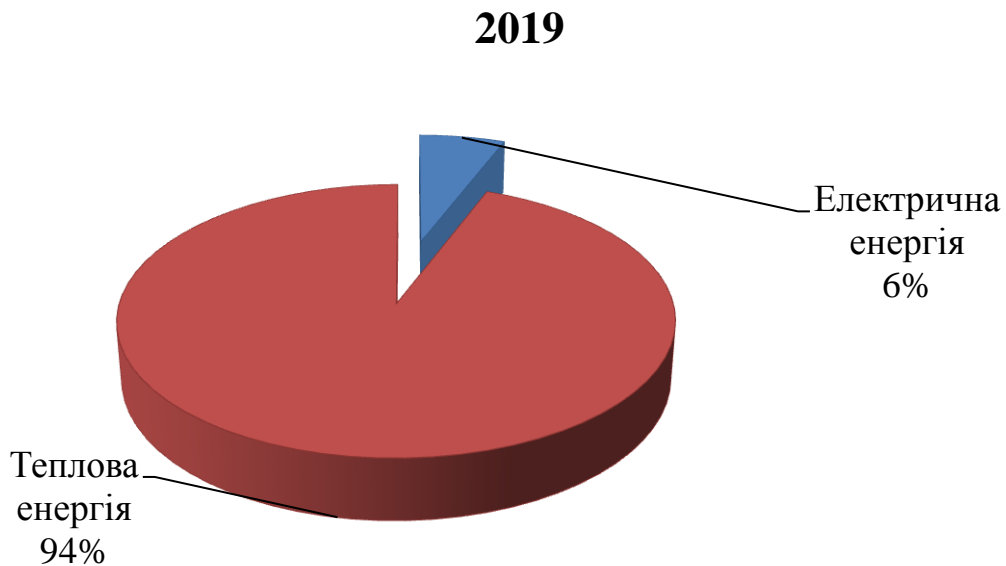


Рисунок 2.5 – Споживання теплової та електричної енергії за 2019 рік

Проаналізувавши діаграми можна сказати, що 5-6% від загального споживання енергетичних ресурсів є споживання електричної енергії. Це свідчить про те, що в першу чергу заходи з енергоефективності мають бути по теплотехнічній частині. Структура споживання була незмінною протягом трьох років.

Графічне споживання електроенергії, теплової енергії та води у грошових одиницях зображено на рисунках 2.6, 2.7, 2.8.

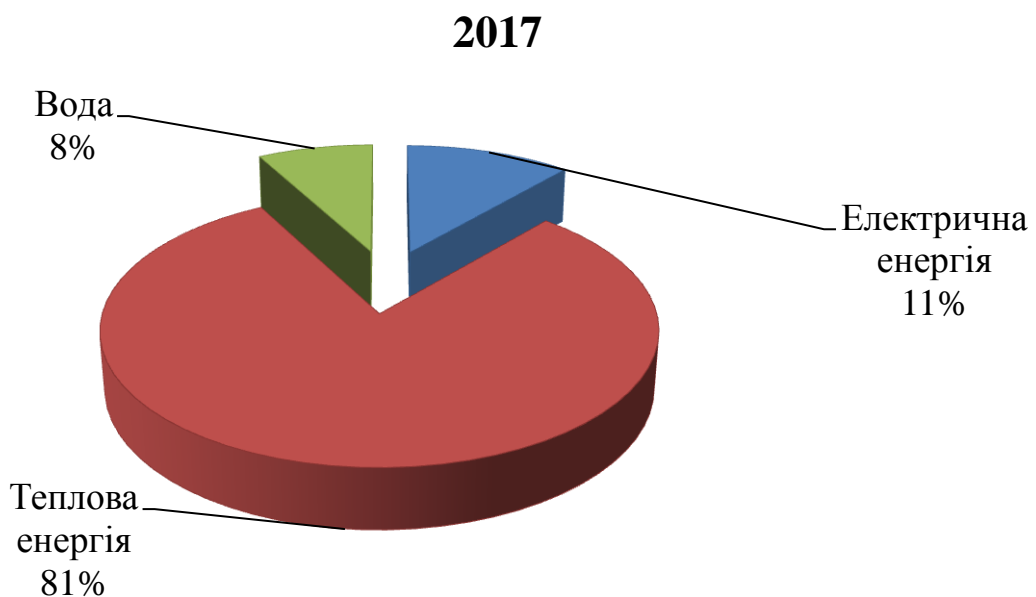


Рисунок 2.9 – Оплата за теплову, електричну енергію та воду за 2017 рік

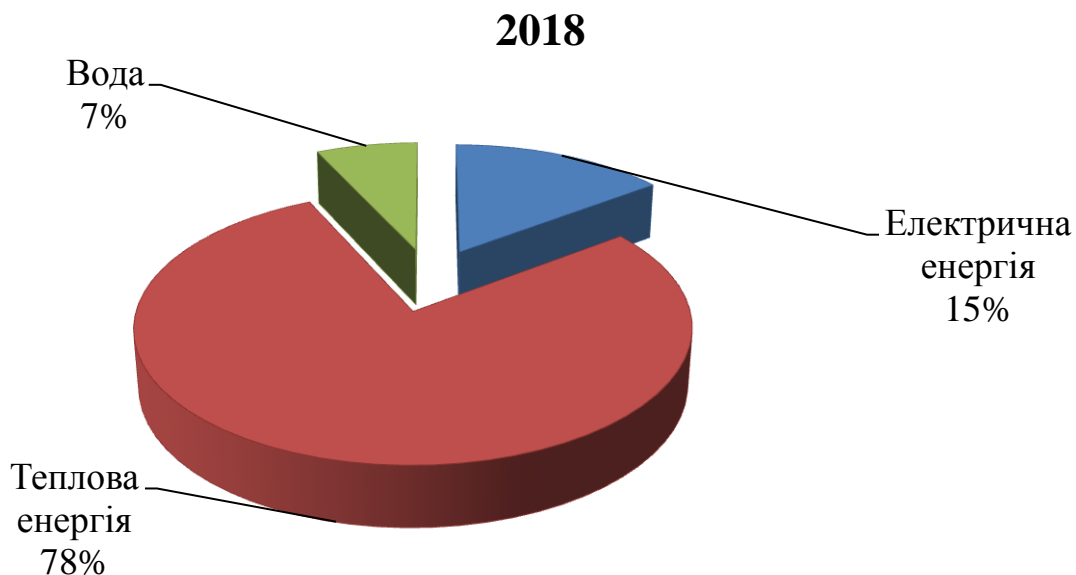


Рисунок 2.10 – Оплата за теплову, електричну енергію та воду за 2018 рік

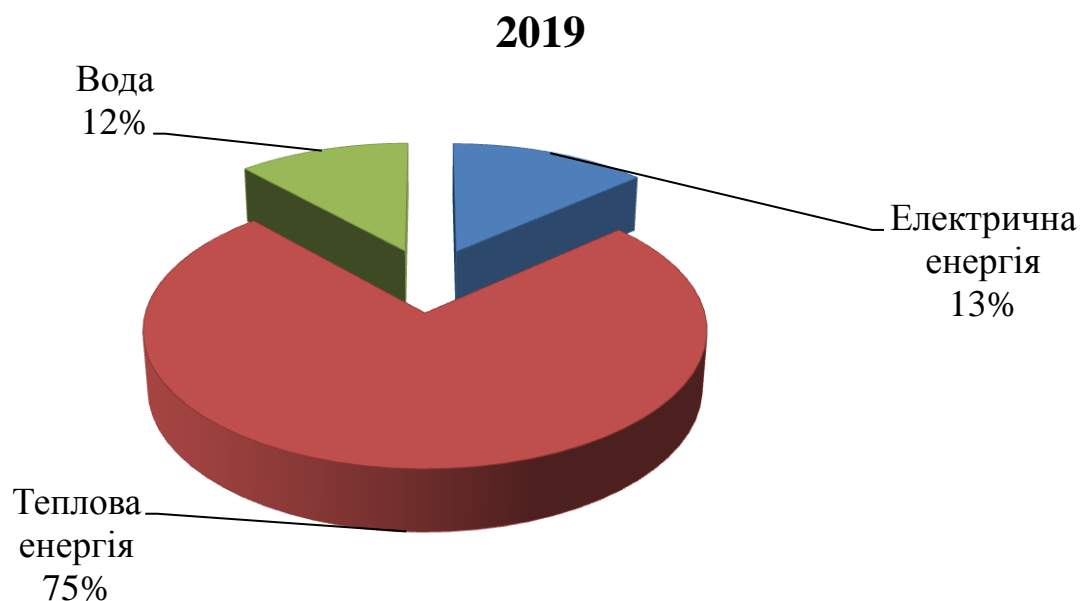


Рисунок 2.11 – Оплата за теплову, електричну енергію та воду за 2019 рік

Із наведених діаграм можна побачити, що найбільше грошей витрачається на оплату теплової енергії, в середньому 78%, на електроенергію – 13%, а воду – 9%. Отже, у першу чергу акцентуємо увагу на впровадженні енергозберігаючих заходів задля зменшення споживання

теплової енергії, а також паралельно шукаємо можливості покращення стану у системах електропостачання та водопостачання.

Другим об'єктом проектування є механозбиральний цех, що призначений для високоякісної обробки поверхонь виробів механічним та хімічним способами. У цеху виготовляється ливарна оснастка і пристосування для механічної обробки відливок, виконується механічна обробка відливок і серійне виробництво деталей. Цех оснащений універсальним і спеціальним обробним устаткуванням токарної, свердлильно-розточної, фрезерної і шліфувальної груп верстатів. Розміри цеху: 48-30-5 м.

Виготовлення різних розрядників, штовхачів і знаків складної конфігурації для ливарного оснащення проводиться на оптико-шліфувальному верстаті. Для поліпшення експлуатаційних властивостей і стійкості запасних частин впроваджена термічна обробка - Карбонітрація.

Транспортні операції виконуються за допомогою конвеєрів та наземних електровізків.

Електропостачання цеху відбувається від власної комплектної трансформаторної підстанції (КТП), підключеної до підстанції глибокого вводу (ПГВ) заводу та розташованої за межами приміщення на відстані 10 м. За категорією надійності – це споживач 2 категорії.

Підприємство працює в одну зміну (з 8.30 до 17.30).

Найбільшу частину електричної енергії цеху споживають саме шліфувальні верстати. Обладнання є застарілим, тому його удосконалення або заміна позитивно вплине на енергоспоживання цього об'єкту. Холодна вода використовується душовими задля особистої гігієни працівників цеху. Холодне та гаряче водопостачання для технологічного процесу не використовується.

Щомісячні показники споживання електроенергії цехом протягом 2016-2018 років запишемо в таблицю 2.3.

										НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
											21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата							

Таблиця 2.3 – Споживання електроенергії цехом помісячно за 2017-2019 рр.

Місяць	2017			2018			2019		
	Спожито, кВт·год	Тариф, грн/кВт·год	Вартість, грн	Споито, кВт·год	Тариф, грн/кВт·год	Вартість, грн	Спожито, кВт·год	Тариф, грн/кВт·год	Вартість, грн
1	11152	1,94	22043	11952	2,04	22682	11818	2,19	24365
2	10077	1,88	21215	10096	2,06	21215	10812	2,19	22457
3	10843	1,88	20296	10803	2,03	20945	11055	2,19	23516
4	11334	1,8	20888	10051	2,13	20808	10791	2,18	24496
5	10044	1,8	21231	11659	2,13	20054	11969	2,18	23398
6	10290	1,82	17425	11718	2,13	18358	10024	2,18	22786
7	10571	1,82	18564	10724	2,13	18968	11617	2,18	22454
8	10864	1,82	17923	11890	2,13	18183	11911	2,18	23347
9	11269	1,84	20584	11732	2,13	17612	11107	2,19	22888
10	9941	1,87	21263	10477	2,12	19422	11937	2,19	23136
11	10508	1,85	21611	10860	2,12	20234	11151	2,19	24660
12	11819	1,87	22745	11149	2,12	22133	10584	2,19	25524
Сума	128712		238050,3	133111		280338,9	134776		294596,3

Споживання електричної енергії цехом за 2017-2019 роки

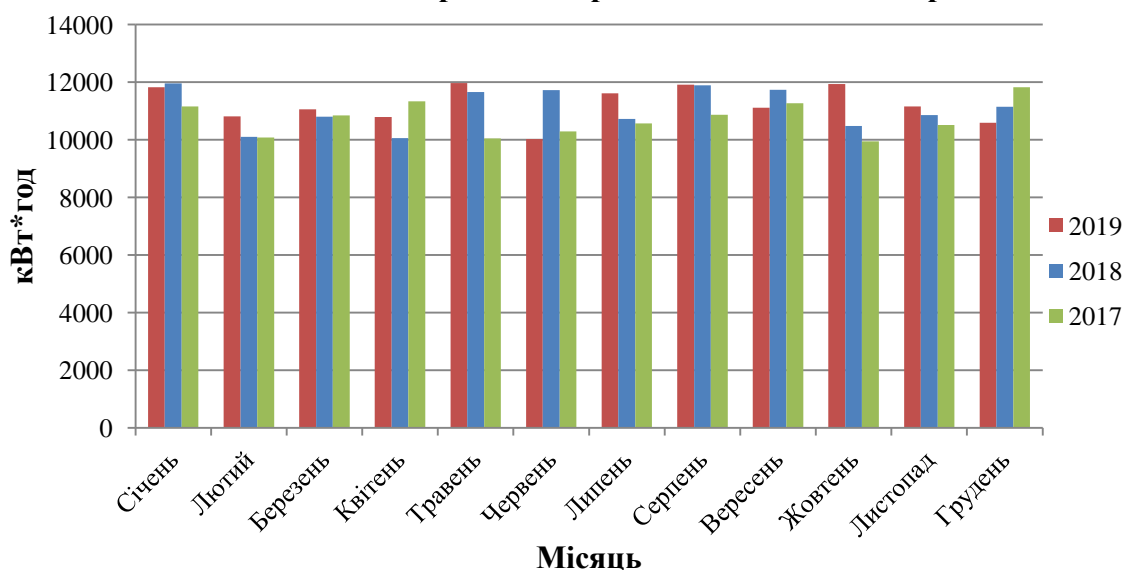


Рисунок 2.9 – Споживання електроенергії цехом за 2017-2019 рр.

Як видно з рисунку 2.9 споживання електричної енергії шліфувального цеху є досить рівномірним, що свідчить про цілорічну завантаженість підприємства.

2.2 Опис системи електропостачання

Об'єкт має однолінійну схему електропостачання. Електропостачання Будинку Стадіонна здійснюється від ТП-4871. У ТП встановлено два трансформатори ТМ 1000/10/0,4, номінальна потужність $S=1000$ кВ·А (ввід 1 робочий та ввід 2 у резерві).

Дім живиться від ТП п'ятьма кабелями АВВГ 4х240, а цех двома кабельними лініями АВВГ 4х240.

Будинок сплачує за електричну енергію за фактичними показами індукційного лічильника типу: СА4-5001($I_{ном}=5$ А, $U=380$ В), який встановлено в РП в підвалі, та не сплачує за втрати у трансформаторі та в кабельних лініях[1].

Облік споживання електроенергії цеху здійснюється лічильником НІК 2303 (5-120А) електронний, що вимірює активну і реактивну енергію за тарифом. Клас точності для вимірювання активної енергії - 1,0, клас точності для вимірювання реактивної енергії – 2,0 [2]. Має розширений діапазон робочих напруг (3х140 / 242 В - 3х270 / 467 В), підвищену ступінь захисту від впливу постійних і змінних магнітних полів (СОУ-Н МПЕ 40.1.35.110:2005), технологічний запас по класу точності не менше 50%, мале власне енергоспоживання, можливість підключення зовнішнього джерела живлення з напругою від 9 до 15 В для зняття показань при відсутності напруги мережі.

Лічильник встановлено на межі балансової належності споживача та мереж електропостачальної компанії.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		23

2.3 Характеристика споживачів електричної енергії

Основними споживачами електричної енергії житлового будинку та механічного цеху у складі якого є два приміщення складське і збиральне є такі електроприймачі:

- ліфти;
- освітлення;
- насоси;
- вентилятори цеху;
- повітрянагрівачі;
- механічні преси;
- конвеєри;
- верстатне обладнання цеху.

Електрична енергія будинку використовується в основному на роботу ліфтів та циркуляційних насосів теплопункту, цеху – на вентиляційне та верстатне обладнання.

Споживачі електричної енергії житлового будинку та механічного цеху наведені в таблиці 2.5. Для кожного споживача наведена їх кількість, встановлена потужність та тривалість роботи.

Таблиця 2.4 – Енергоспоживаюче обладнання

Група навантаження	Тип обладнання	К-ть, шт.	Встановлена потужність, кВт	Загальна потужність, кВт	Тривалість роботи, год/добу
1	2	3	4	5	6
Житловий будинок					
Освітлення	Лампи розжарювання	380	0,06	22,8	12
Обладнання	Ліфти пасажирські	5	6,5	32,5	5
	Ліфти вантажні	5	9	45	3
	Насоси	5	4	20	6
Загалом:				120,3	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Механічний цех №1					
СП1	Витяжний вентилятор	2	12	24	8
	Конвеєр	3	6,5	19,5	5
	Повітрянагрівач	2	4,5	9	6
	Полірувальні верстати	3	22	66	5
	Шліфувальні верстати	18\6	8\24	144\144	5
СП2	Шліфувальні верстати	18\6	8\24	144\144	5
	Фрезерні верстати	12\4	2,2\10	26,4\40	5
	Механічний прес	3	32	96	4
	Токарний верстат	16	4,2	67,2	5
ЩО	Освітлення	300	0,036	10,8	8
	Разом	69	125,4	1336,1	

Силві електрприймачі розраховані на напругу 380 В, струм змінний трифазний, частотою 50 Гц.

Питоме навантаження освітлення цеху площею $F = 5000 \text{ м}^2$, становить $P_{\text{жив}} = 0,025 \text{ кВт/м}^2$.

Загальна кількість електроприймачів: 69 шт. Електроприймачі відносяться до 2 категорії надійності.

Найпотужніший споживач електричної енергії: 3 механічних преса номінальною потужністю 32 кВт.

Найменш потужним споживачем є люмінесцентна лампа 36 Вт.

Розташування електроприймачів у цеху зображене на рисунку 2.10

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		25

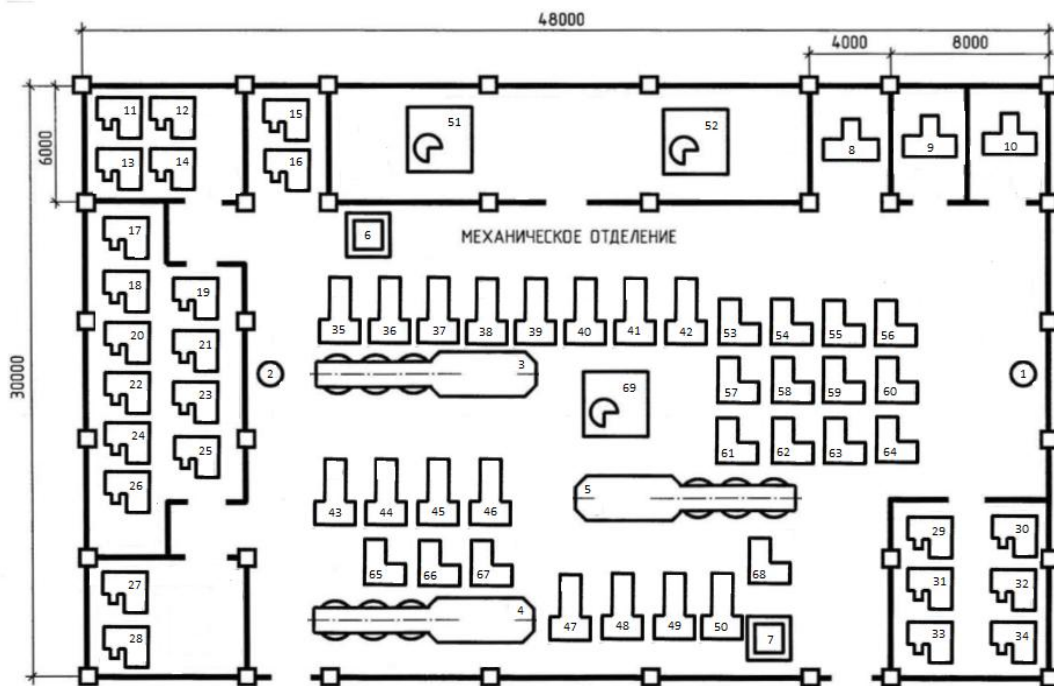


Рисунок 2.10 – Розташування електроприймачів у цеху

Все обладнання цеху знаходиться в задовільному технічному стані та придатне для використання за призначенням, відповідає вимогам державних стандартів [3].

2.4 Побудова потоків споживання електричної енергії (фактичних балансів споживання електричної енергії)

2.4.1. Короткий опис технологічної схеми процесу

Матеріал обробляється пресом під тиском. Деталі, які потрібно відшліфувати доставляються у цех по конвеєру з іншого цеху. Там їх розподіляють між шліфувальними верстатами. На фрезерних верстатах заготовки обробляються фрезою. Вентиляційне обладнання – дуже важливий елемент схеми, вона видаляє пил спричинений механічною шліфовкою, тим самим забезпечує нормативні умови праці. Верстати токарної групи — верстати, призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь тіл обертання (циліндричної, конічної і фасонних), обробки плоских торцевих поверхонь (підрізання торців), нарізування різьби та інших робіт. Наступним етапом є переміщення готових деталей конвеєром до складу готової продукції.

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.6106.060 ПЗ					

2.4.2 Розрахунок електричного навантаження

Розрахунок покажемо на прикладі розрахунку силового пункту 1 (СП1): витяжних вентиляторів.

Знаючи $\cos \varphi = 0,8$, знайдемо значення $\operatorname{tg} \varphi$:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}; \quad (2.1)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - 0,8^2}}{0,8} = 0,75.$$

Розрахуємо сумарну потужність однотипного навантаження для витяжних вентиляторів:

$$P_{\Sigma} = p_n \cdot n, \quad (2.2)$$

де p_n - потужність одного електроприймача, кВт;

n - кількість електроприймачів.

$$P_{\Sigma 1} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ кВт.}$$

Проміжна активна потужність (для витяжних вентиляторів):

$$P_n = P_{\Sigma} \cdot K_v, \quad (2.3)$$

де K_v - коефіцієнт використання.

$$P_{n1} = P_{\Sigma 1} \cdot K_{v1} = 24 \cdot 0,2 = 4,8 \text{ кВт.}$$

Проміжна реактивна потужність (для витяжних вентиляторів):

$$Q_n = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.4)$$

$$Q_{n1} = P_{n1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 4,8 \cdot 0,75 = 3,6 \text{ квар.}$$

Серед усіх споживачів СП1 знаходимо електроприймачі з максимальною та мінімальною потужностями і розраховуємо ефективне число споживачів:

$$m = \frac{P_{\text{німакс}}}{P_{\text{німін}}}; \quad (2.5)$$

$$m = \frac{24}{4,5} = 5,333 > 3;$$

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

$$P_{\text{осв}} = P_n \cdot n \cdot K = 0,036 \cdot 300 \cdot 1 = 10,8 \text{ кВт}; \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \text{tg}\varphi = 10,8 \cdot 0,33 = 3,56 \text{ квар}; \quad (2.11)$$

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{10,8^2 + 3,56^2} = 11,37 \text{ кВА.}$$

Розрахункове навантаження житлового будинку в цілому розраховується наступним чином:

$$P_{\text{ж.б}} = P_{\text{кв}} + 0,9 \cdot P_{\text{л}}; \quad (2.12)$$

$$Q_{\text{ж.б}} = P_{\text{кв}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{кв}} + 0,9 \cdot P_{\text{л}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{л}}, \quad (2.13)$$

де $P_{\text{кв}}$ – питоме розрахункове навантаження квартир, кВт/житло, розраховуємо згідно:

$$P_{\text{л}} = K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}. \quad (2.14)$$

Отже, розрахункове навантаження житлового будинку:

$$P_{\text{ж}} = n \cdot P_{\text{пит.ж}} + 0,9 \cdot K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \quad (2.15)$$

де n – кількість помешкань;

$n_{\text{л}}$ – кількість ліфтових установок;

$K_{\text{пл}}$ – коефіцієнт попиту ліфтових установок, визначаємо згідно [4];

$P_{\text{л}}$ – потужність ліфтової установки (пасажирський ліфт), кВт.

$$Q_{\text{ж}} = n \cdot P_{\text{пит.ж}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{кв}} + 0,9 \cdot K_{\text{пл}} \cdot P_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{л}}, \quad (2.16)$$

$\text{tg}\varphi_{\text{л}}$ - коефіцієнт реактивного навантаження ліфтів, згідно [4] для ліфтів.

Отже, підставимо значення у формули 2.15 та 2.16:

$$P_{\text{ж}} = 234 \cdot 1,37 + 0,9 \cdot 0,68 \cdot (6,5 + 9) \cdot 5 = 368,01 \text{ кВт},$$

$$Q_{\text{ж}} = 234 \cdot 1,37 \cdot 0,4 + 0,9 \cdot 0,68 \cdot (6,5 + 9) \cdot 5 \cdot 1,17 = 183,73 \text{ квар}.$$

Повну потужність визначаємо за формулою 2.9:

$$S_{\text{ж}} = \sqrt{368,01^2 + 183,73^2} = 411,32 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Розрахуємо навантаження на шинах НН.

$$P_{\text{р.(сн1+сн2)}} = P_{\text{п}} \cdot K_{\text{р}}; \quad (2.17)$$

$$P_{\text{р.(сн1+сн2)}} = 229,62 \cdot 0,68 = 154,99 \text{ кВт};$$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.6106.060 ПЗ				

$$P_{\text{нн}} = P_p + P_{\text{р.осв.}} + P_{\text{ж.}}; \quad (2.18)$$

$$P_{\text{нн}} = 154,99 + 10,8 + 368,01 = 533,8 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{нн}} = Q_p + Q_{\text{р.осв.}} + Q_{\text{ж.}}; \quad (2.19)$$

$$Q_{\text{нн}} = 226,67 + 3,56 + 183,73 = 413,96 \text{ квар.}$$

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{P_{\text{нн}}^2 + Q_{\text{нн}}^2}; \quad (2.20)$$

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{533,8^2 + 413,96^2} = 675,5 \text{ кВА.}$$

Розрахуємо втрати в трансформаторі ТР1:

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 \cdot S_p; \quad (2.21)$$

$$\Delta P_{\text{тр.}} = 0,03 \cdot 675,5 = 20,3 \text{ кВт;}$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 \cdot S_p; \quad (2.22)$$

$$\Delta Q_{\text{тр.}} = 0,1 \cdot 675,5 = 67,55 \text{ квар.}$$

Знаходимо навантаження приведенне до шин ВН:

$$P_{\text{вн}} = P_{\text{нн}} + \Delta P_{\text{тр.}}; \quad (2.23)$$

$$P_{\text{вн}} = 533,8 + 20,3 = 554,1 \text{ кВт;}$$

$$Q_{\text{вн}} = Q_{\text{нн}} + \Delta Q_{\text{тр.}}; \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{вн}} = 413,96 + 67,55 = 481,51 \text{ квар;}$$

$$S_{\text{вн}} = \sqrt{P_{\text{вн}}^2 + Q_{\text{вн}}^2}; \quad (2.25)$$

$$S_{\text{вн}} = \sqrt{554,1^2 + 481,51^2} = 734,08 \text{ кВА.}$$

Зведемо отримані значення в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункові навантаження по об'єкту дослідження

Вид електричного навантаження	Розрахункові електричні навантаження		
	P, кВт	Q, квар	S, кВА
Силове навантаження	106,79	164,3	195,96
Освітлювальне навантаження	10,8	3,56	11,37

Навантаження будинку	368,01	183,73	411,32
Втрати в трансформаторі	20,3	67,55	
Шини ВН на ТП	554,1	481,51	734,08

2.4.3 Перевірка трансформаторів

Згідно з розрахунками сумарного електричного навантаження в п. 2.4.2, маємо такі результати активної, реактивної та повної потужності:

$$P_{\text{ВН}} = 554,1 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{ВН}} = 481,51 \text{ квар};$$

$$S_p = 734,08 \text{ кВА}.$$

Розрахункова потужність трансформатора:

$$S_{\text{Т.р}} = \frac{S_{\text{зм}}}{\beta}; \quad (2.26)$$

де β - коефіцієнт завантаження трансформатора.

$$S_{\text{Т.р}} = \frac{734,08}{0,85} = 863,62 \text{ кВА}.$$

З початкових даних відомо, що встановлено трансформатор ТМ – 1000.

Оскільки, $S_{\text{ном}} > S_{\text{Т.р}}$, $1000 > 863,62 \text{ кВА}$, тому цей трансформатор номінальної потужності підходить для даних об'єктів.

2.4.4 Перевірка кабелів

Перевірку проводимо у після аварійному режимі (пошкодження однієї з ліній, що живить об'єкт).

Перевірку кабелю від РП до ТП здійснюємо за розрахунковим струмом [5]:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H}, \quad (2.27)$$

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		31

Підставляємо значення у формулу (2.27):

$$I_p = \frac{734,08}{\sqrt{3} \cdot 10} = 42,38 \text{ A.}$$

Наявний кабель марки АпвП 3х35, $I_{\text{доп}} = 119 \text{ A}$; $r_0 = 0,868 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,095 \text{ Ом/км}$ [6].

Так як у нас цехова електрична схема магістральна, то перевіряємо кабель від ТП до цеху за розрахунковим струмом, знайденим за формулою (2.27):

$$I_p = \frac{195,96}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 297,73 \text{ A.}$$

Наявний кабель марки АВВГ 4х240, $I_{\text{доп}} = 330 \text{ A}$, $r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,0587 \text{ Ом/км}$.

Робимо перевірку:

$$I_{\text{доп}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \geq I_p, \quad (2.28)$$

$$330 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 > 297,73 \text{ A}$$

K_1, K_2, K_3 - поправні коефіцієнти, що залежать від температури землі та повітря K_1 , від кількості кабелів, прокладених в одній траншеї або одному кабельному каналі K_2 , коефіцієнт допустимого перевантаження K_3 [7].

Нехай $K_1 = 1,0$, при температурі $+15 \text{ C}^\circ$, $K_2 = 1$, $K_3 = 1,3$.

Перевірку кабелю від ТП до житлового будинку здійснюємо за розрахунковим струмом відповідно до (2.27):

$$I_p = \frac{411,32}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 624,94 \text{ A,}$$

2 кабеля марки АВВГ 4х240, $I_{\text{доп}} = 660 \text{ A}$; $r_0 = 0,25 \text{ Ом/км}$; $x_0 = 0,0298 \text{ Ом/км}$.

Робимо перевірку за формулою (2.28):

$$660 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 > 624,94 \text{ A.}$$

Проводимо розрахунок втрат активної потужності в кабельних лініях та зводимо в таблицю 2.6:

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		32

$$\Delta P_{л} = \frac{S^2}{U_H^2} \cdot R_e \cdot 10^{-3}; \quad (2.29)$$

$$R_e = l \cdot r_0,$$

де l – довжина лінії,

R_e - еквівалентний опір, Ом.

Тоді за формулою для кабелю, який живить цех:

$$\Delta P_{л1} = \frac{195,96^2}{0,38^2} \cdot 0,05 \cdot 0,125 \cdot 10^{-3} = 1,66 \text{ кВт.}$$

Таблиця 2.6 – Перевірка кабелю та втрати в лінії

Назва	Тип кабелю	Втрати в кабелі, кВт	Розрахунковий струм, I_p , А	Допустимий струм, $I_{доп}$, А
ТП-цех	АВВГ 4х240	1,66	297,73	330
ТП-ж	2 АВВГ 4х240	14,65	624,94	660

2.4.5 Визначення суттєвих споживачів електричної енергії.

Для визначення суттєвих споживачів електричної енергії, які мають найбільшу частку електроспоживання, необхідно розрахувати баланс електричної енергії. Це дозволить запропонувати заходи з енергоефективності для тих споживачів які найбільше споживають енергії. За допомогою балансу споживання електричної енергії можна наочно побачити які саме споживачі є найбільш енергоємними. Щоб з огляду на це обрати першочергові заходи з енергоефективності. Розрахуємо баланс споживання електроенергії цеху за 2019 рік. Споживання електричної енергії розраховується за формулою:

$$W_i = P_{вст i} \cdot n \cdot k_{vi} \cdot T_{роб i}, \quad (2.30)$$

де $P_{вст i}$ - встановлена потужність обладнання, кВт, яка береться із паспортних даних;

n - кількість, штук;

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$k_{вi}$ - коефіцієнт використання встановленої потужності;

$T_{робi}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Використовуючи формулу 2.30 розрахуємо річне споживання електричної енергії для кожного споживача, результати зведемо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Баланс споживання активної енергії

Найменування	Загальна потужність, кВт	$K_{в}$	Середня потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, год	Річне споживання, кВт год
Будинок					
Ліфтове обладнання	77,5	0,3	23,25	2920	67890
Насосне обладнання	20	0,6	12	2190	26280
Освітлення	22,8	1,2	27,36	4380	119836,8
Всього	120,3		56,91		214006,8
Механічний цех №1					
Витяжний вентилятор	24	0,2	4,8	2920	14016
Конвеєр	19,5	0,4	7,8	1825	14235
Повітрянагрівач	9	0,8	7,2	2190	15768
Полірувальні верстати	66	0,15	9,9	1825	18067,5
Шліфувальні верстати	144	0,25	36	1825	65700
Всього	262,5		65,7		127786,5

Продовження таблиці 2.7

Шліфувальні верстати	144	0,25	36	1825	65700
Фрезерні верстати	66,4	0,3	19,92	1825	36354
Механічний прес	96	0,2	19,2	1460	28032
Токарний верстат	67,2	0,25	16,8	1825	30660
Освітлення	10,8	0,9	9,72	2040	19828,8
Всього	385,55		102,68		182689,87

Побудуємо діаграму балансу споживання електричної енергії окремо для житлового будинку і механічного цеху (див. рис. 2.11, 2.12).

Житловий будинок

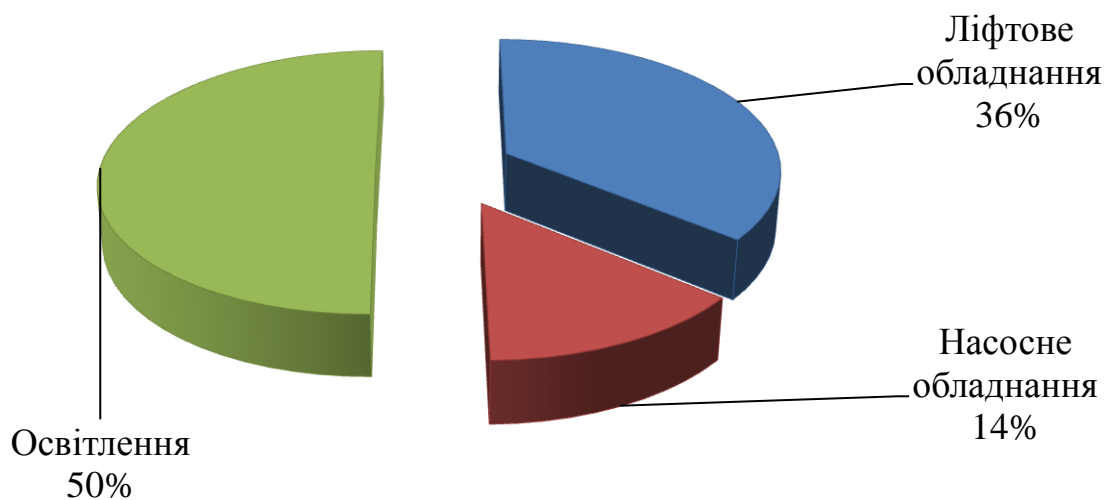


Рисунок 2.11 – Баланс споживання електроенергії будинку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата

З даної діаграми бачимо, що найбільше електричної енергії будинок витрачає на роботу освітлення. Тому першочергово потрібно обирати заходи з модернізації системи освітлення.

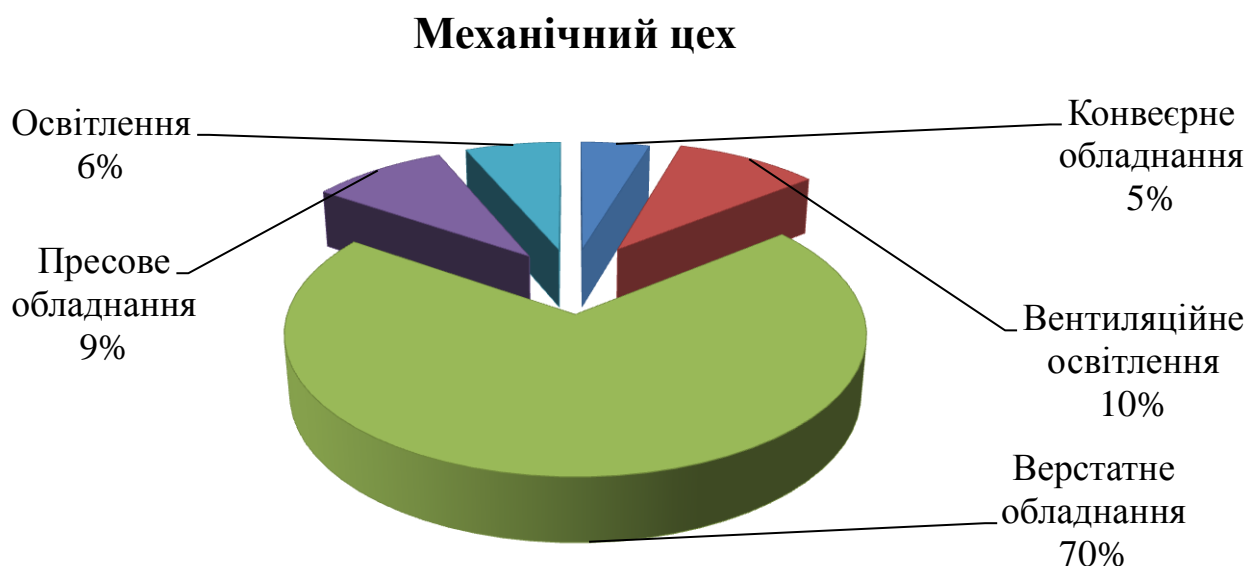


Рисунок 2.12 – Баланс споживання електроенергії цеху №1

З балансу видно, що найбільшу частку споживання цеху споживають полірувальні верстати та шліфувальні верстати.

2.5 Аналіз потоків споживання електричної енергії

2.5.1 Енергоефективність системи освітлення

Розрахуємо рівень освітленості в одному з приміщень механічного цеху. Розрахунок проведемо точковим методом світлового потоку [8]. За цим методом спочатку приймається, що світловий потік у кожному світильнику рівний 1000 Лм. У приміщенні використовуються світильники з люмінесцентними лампами потужністю 36 Вт. Кількість ламп у світильнику – 4, зі світловим потоком 2500 лм. Кількість світильників – 75.

Мінімальний рівень освітленості згідно із санітарних норм приймається $E_{\min}=300$ Лк.

Знайдемо рівень освітленості в точці А, яка знаходиться на висоті робочої поверхні над підлогою за формулою :

$$E = \frac{\Phi_{св} \cdot N \cdot \eta}{A \cdot B \cdot K_3 \cdot z \cdot 1000}; \quad (2.31)$$

де E – розрахункова освітленість, лк;

$\Phi_{св}$ – світловий потік світильника, лм;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

k_3 – коефіцієнт запасу, $k_3=1,3$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

Відомо, що висота стелі приміщення H становить 5 м. Відстань від стелі до світильника $h_c=0,2$ м. Висота робочої поверхні $h_p=0,8$ м.

Тоді висоту підвісу світильника визначимо за формулою:

$$h=H-h_p-h_c. \quad (2.32)$$

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$h=5-0,8-0,2=4 \text{ м.}$$

Індекс приміщення визначається за виразом:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}; \quad (2.33)$$

$$i = \frac{48 \cdot 30}{4 \cdot (48 + 30)} = 4,61$$

При $i=4,61$ з довідкових даних $\eta=72$. $Z=1,15$ – для люмінесцентних ламп.

Визначимо освітленість за формулою (2.31):

$$E = \frac{2500 \cdot 300 \cdot 72}{48 \cdot 30 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1000} = 294 \text{ лк,}$$

Виконаємо перевірку за умовою:

$$0,9 \cdot E_{min} < E < 1,2 \cdot E_{min};$$

$$270 < 294 < 360;$$

Перевірка умови освітленості виконується, звідси випливає що вона

										НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
											37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Таблиця 2.8 – Характеристики та ціни на будівельні матеріали

Матеріал	Марка	Розміри	Освітленість та світловий потік (Лк,лм)	Опір, Ом/м	Ціна за упаковку, грн
Датчики руху	Euroelectric	91.6 84.6 (мм Н D)	<3-2000	-	285,9
Лампи	Global	11 / 6 см	640	-	29
Кабель	ПСВВ 4x0.4	0,4 мм	0,6	160/1000	5-1м.
Саморіз	-	-	-	-	90
Короб	65672TM220	40x40	-	-	13,10-1м.

- Витрати на весь проект – 95872,5 грн.
- Витрати на монтажні роботи – 29000 грн.
- Ставка дисконтування – 10%.
- Час життя проекту – від 10 років.

З електричного балансу видно, що значна частка будинку має неякісне обладнання, а саме кабелі, отже перед модернізацією необхідно налагодити систему з'єднань кабелів.

- Витрати на ремонтні роботи: 3000 грн.

Визначаємо затрати під час реалізації проекту:

- Вартість обладнання: 63872,5 грн.
- Вартість монтажу: 32000 грн.
- Сумарні капіталовкладення: 95872,5 грн.

За оцінками, щорічна економія становитиме приблизно 48314 грн.

									НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата						

Розраховуємо різницю.

Після того, як ми визначилися з кількістю грошових втрат і кількістю інвестицій, потрібно вирахувати різницю між тим, скільки потрібно інвестувати і скільки грошей ми зекономимо.

Капітальні затрати будуть складатися з затрат на купівлю датчиків руху та вартості монтажних робіт.

Використаємо 125 датчиків моделі Euroelectric куб модерн. Вартість одного датчика руху складає 286 грн. Вартість монтажу даної кількості датчиків руху складає 23625 грн.

Отже, витрати на введення в експлуатацію визначаються за формулою:

$$K = N \cdot C + B; \quad (2.37)$$

де N – кількість необхідних датчиків руху;

C – ціна датчика руху;

B – вартість монтажних робіт.

Підставивши відповідні значення в формулу отримаємо:

$$K = 125 \cdot 286 + 23625 = 59375 \text{ грн.}$$

Кількість спожитої електроенергії приладами визначається за формулою:

$$W' = P \cdot n \cdot T', \quad (2.34)$$

де P – встановлена потужність, кВт;

n – кількість приладів, шт.;

T' – час роботи, год.

Підставивши значення в формулу (2.34) отримаємо:

$$W' = 0,06 \cdot 190 \cdot 12 \cdot 220 = 30096 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Кількість спожитої електроенергії після проведення заходу визначається за формулою (2.34):

$$W'' = 0,008 \cdot 190 \cdot 4 \cdot 220 = 1337,6 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Річна економія електричної енергії визначається за формулою:

$$\Delta W = W' - W'' ; \quad (2.35)$$

де W' – споживання електричної енергії до проведення заходу, кВт·год/рік;

W'' – споживання електричної енергії після проведення енергозберігаючого заходу, кВт·год/рік.

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$\Delta W = 30096 - 1337,6 = 28758,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}.$$

Річна економію витрат, виражену в грошовому еквіваленті розраховується за формулою:

$$E = b \cdot \Delta W, \quad (2.36)$$

де b - тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

Враховуючи тариф на електроенергію 1,68 грн/кВт·год – можна розрахувати річну економію витрат, виражену в грошовому еквіваленті за формулою:

$$E = 1,68 \cdot 28758,4 = 48314,112 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

При розрахунку простого строку окупності використовувалась формула:

$$PBP = \frac{INV_t}{\sum_{t=0}^n CF_t}. \quad (2.38)$$

При розрахунку дисконтованого строку окупності використовувалась формула:

$$DPBP = \frac{\sum_{t=0}^n INV_t \cdot \frac{1}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^n CF_t \cdot \frac{1}{(1+d)^t}}. \quad (2.39)$$

При розрахунку чистої приведеної вартості проекту використовувалась формула:

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+d)^t}. \quad (2.40)$$

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розрахунку внутрішньої норми рентабельності проекту використовувалась формула:

$$IRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=0}^n CF_t}{INV_t}} - 1. \quad (2.41)$$

Знайдемо чисту приведену вартість (ЧПВ), якій відповідає кумулятивний грошовий потік використовуючи формулу 2.40:

$$NPV_1 = \sum_{i=0}^{15} CF_i^d = -95872 + \dots + 16248 + 14771 = 139551 \text{ грн.}$$

Знайдемо внутрішню норму рентабельності. Для цього приймаємо ставку дисконту $i=10\%$ [11]. Розрахунки зведемо таблицю 3.11.

Таблиця 2.9 – Внутрішня норма рентабельності

Час життя	CF, грн	K_i	$CF_{i.d.}$, грн
0	-95872	1	-95872
1	38314	0,862068966	33029,31034
2	38314	0,743162901	28473,5434
3	38314	0,640657674	24546,1581
4	38314	0,552291098	21160,48112
5	38314	0,476113015	18241,79407
6	38314	0,410442255	15725,68455
7	38314	0,35382953	13556,62461
8	38314	0,305025457	11686,74535
9	38314	0,26295298	10074,78048
10	38314	0,226683603	8685,155582
			70548,34155
		IRR=	11,42711908

Дисконтований термін окупності капітальних вкладень дорівнюватиме:

$$T_{ок}^{\partial} = 3 \text{ роки } X \text{ місяців}$$

Де X знайдемо із співвідношення:

12 місяців – 26169,05 грн.

X місяців – 590 грн.

$$X = \frac{12 \cdot 590}{26169,05} = 0,27 \text{ місяці}$$

Тоді дисконтований термін окупності:

$$T_{ок}^{\partial} = 3 \text{ роки.}$$

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		44

Таблиця 2.10 – Планування грошових потоків енергозберігаючого проекту

Час життя	Капітальні затрати, грн/рік	Експлуатаційні витрати, грн/рік	Економія, грн	Грошовий потік CF, грн	Кумулятивний потік CF, грн	Коефіцієнт дисконту Кі	Дисконтований CF, грн	Кумулятивний CF, грн
0	95 872	0	0	-95 872	-95 872	1,00	-95872,00	-95 872
1	0	10000	48 314	38 314	-57 558	0,91	34831,01	-61 041
2	0	10000	48 314	38 314	<u>-19 244</u>	0,83	31664,56	-29 376
3	0	10000	48 314	38 314	19 070	0,75	28785,96	<u>-590</u>
4	0	10000	48 314	38 314	57 384	0,68	26169,05	25 579
5	0	10000	48 314	38 314	95 699	0,62	23790,05	49 369
6	0	10000	48 314	38 314	134 013	0,56	21627,32	70 996
7	0	10000	48 314	38 314	172 327	0,51	19661,20	90 657
8	0	10000	48 314	38 314	210 641	0,47	17873,82	108 531
9	0	10000	48 314	38 314	248 955	0,42	16248,92	124 780
10	0	10000	48 314	38 314	287 269	0,39	14771,75	139552

2.6.2 Заміна двигунів шліфувальних верстатів.

На даний момент у цеху експлуатується застаріле обладнання. Так, кожен шліфувальний верстат приводиться в дію асинхронним двигуном споживає 18 кВт, і його технічні характеристики уже давно не відповідають номінальним. Всього таких верстатів налічується 12 штук. Заміну будемо проводити для найбільш зношених двигунів в кількості 6 штук.

Пропонуємо замінити існуючий електродвигун типу 4А160М2У3 на електродвигун АІР 132М2, що має клас енергоефективності ІЕ3 згідно стандарту 60034-30:2008[12]. Капітальні витрати на заміну 6 двигунів – 40182 грн. Витрати на встановлення та підключення – 40% від вартості (16073 грн). Сумарні капітальні витрати становлять 56255 грн.

Характеристики 4А180S2 У3:

- потужність, кВт: 24;
- ступінь пило вологозахисту, ІР: 44;
- частота мережі, Гц: 50;
- коефіцієнт потужності: 0,9;
- ККД: 89.

Характеристики АІР 132М2:

- потужність, кВт: 11;
- частота мережі, Гц: 50;
- ступінь пиловологозахисту, ІР: 55;
- коефіцієнт потужності: 0,89;
- ККД: 88,4%.

Розрахункове річне споживання електроенергії двигунами шліфувального верстату визначаємо за формулою:

$$W = \frac{P}{\eta} \cdot T_{роб} \cdot n \cdot k_3. \quad (2.43)$$

Підставляючи значення в формулу (2.15) визначаємо споживання електричної енергії для старого і нового двигуна:

$$W_{ст} = \frac{24}{0,89} \cdot 1825 \cdot 6 \cdot 0,14 = 41339 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

					НТУУ 001.4115.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		46

$$W_{\text{нов}} = \frac{11}{0,884} \cdot 1825 \cdot 6 \cdot 0,14 = 19076 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік};$$

Економію електричної енергії розрахуємо за формулою (2.35):

$$\Delta W = 41339 - 19076 = 22263 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}.$$

Розраховуємо грошову економію за формулою (2.36):

$$E = 22263 \cdot 2,18 = 48533,34 \text{ грн/рік}.$$

Простий термін окупності розрахуємо за формулою:

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{B}{E}. \quad (2.44)$$

Підставимо значення у формулу (2.45):

$$T_{\text{ок}}^{\text{пр}} = \frac{56255}{48533,34} = 1,2 \text{ роки або 1 рік і 3 місяці}.$$

2.6.3 Побудова сонячної електростанції на даху цеху.

Для побудови електростанції ми обрали сонячну батарею Perlight Solar PLM-260P-60 номінальною потужністю 260 Вт, тип кремнію – полікристал [13]. Фотоелектричні модулі Perlight Solar - це відмінне поєднання ціни та якості, корпус панелі виконаний із загартованого скла і алюмінієвого корпусу, що робить її захищеною від агресивних погодних умов: граду, вітру і снігу, більш детальні характеристики наведені в таблиці А.1 додатку А. Перед тим як потрапити на ринок України фотомодулі проходять велика кількість перевірок і тестів (тест на заморожування-відтавання, теплової тест і різні дослідження на проникнення вологи). Компанія Perlight Solar є одним з лідерів на ринку Китаю по виробництву фотомодулів і пильно стежить за високим рівнем якості своєї продукції.

Розрахуємо середнє значення інсоляції за рік за формулою:

$$\bar{P}_{\text{інс}} = \frac{\sum P_{\text{інс}}}{m}, \quad (2.45)$$

де $P_{\text{інс}}$ – значення сонячної інсоляції помісячно, кВт/м²;

m – кількість місяців, $m=12$.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення з таблиці А.2 додатку А у формулу (2.45), отримаємо:

$$P_{\text{інс}} = \frac{(0,134 + 0,187 + \dots + 0,108)}{12} = 0,262 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}.$$

Розрахуємо площу однієї панелі за формулою:

$$S = a \cdot b, \quad (2.46)$$

де a – довжина однієї панелі, м;

b – ширина однієї панелі, м.

Підставимо значення у формулу (2.46):

$$S = 1,64 \cdot 0,99 = 1,69 \text{ м}^2.$$

Визначимо максимальне значення сонячної інсоляції для стандартного габаритного розміру даної сонячної панелі використовую формулу:

$$P = P_{\text{інс}} \cdot S. \quad (2.47)$$

Підставивши значення у формулу (2.47) отримаємо:

$$P = 262 \cdot 1,63 = 427,06 \text{ Вт}.$$

Визначимо кількість панелей, що можуть розміститися на даху будівлі за формулою:

$$N = \frac{B}{b}, \quad (2.48)$$

де B – довжина даху, м;

b – ширина однієї панелі, м.

$$N = \frac{48}{0,99} = 48,5 \approx 48 \text{ панелей}.$$

Фотоелектричні панелі з'єднуюватимуться між собою послідовно та паралельно у конструкції, для забезпечення необхідної напруги на вході в інвертор (240 В).

Розрахуємо відстань між рядами модулів на даху (D). Визначимо висоту конструкції за формулою:

$$H = L \cdot \sin(\alpha), \quad (2.49)$$

де L – довжина однієї панелі (1,64 м);

									НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
										48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$N_{\text{ик}} = \frac{6}{0,262} = 24 \text{ шт.}$$

Визначимо генеровану потужність за годину за формулою:

$$P_{\text{год}} = P_{\text{сес}} \cdot \eta_{\text{пан}} \cdot \eta_{\text{инв}}, \quad (2.54)$$

де $P_{\text{сес}}$ – номінальна потужність СЕС;

$\eta_{\text{пан}}$ – коефіцієнт корисної дії панелей 17,5%;

$\eta_{\text{инв}}$ – коефіцієнт корисної дії інверторів 95%.

$$P_{\text{год}} = 12,6 \cdot 0,175 \cdot 0,95 = 2,1 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо згенеровану потужність в день та за місяць, отримані результати занесемо у таблицю А.4 додатку А.

Визначимо кількість згенерованої потужності за рік за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^{12} P_m, \quad (2.55)$$

де P_m — генерована потужність за місяць.

$$P_{\text{заг}} = 504 + 630 + \dots + 504 + 504 = 8125,1 \text{ кВт}$$

Оцінимо вартість згенерованої потужності за рік. Розмір «зеленого» тарифу для мережевих станцій приватних домогосподарств введених в експлуатацію з 01.01.2020 [15]:

$$\text{Сонячні електростанції: } 4,6 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}.$$

Вартість згенерованої електричної енергії за рік обчислимо використовуючи формулу:

$$N_{\text{грн}} = P_{\text{заг}} \cdot C_e, \quad (2.56)$$

де $P_{\text{заг}}$ — кількість згенерованої потужності за рік, кВт;

C_e – вартість електроенергії згідно «зеленого» тарифу.

$$N_{\text{грн}} = 8125,1 \cdot 4,6 = 37375 \text{ грн}$$

Оцінимо загальні витрати на встановлення СЕС за формулою:

$$N_{2\text{грн}} = C_{\text{пан}} + C_{\text{инв}} + C_p, \quad (2.57)$$

де $C_{\text{пан}}$ – вартість панелей;

$C_{\text{инв}}$ – вартість інверторів;

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_p – витрати на монтаж та введення в експлуатацію ($\approx 20\%$ від $[X_{пан} + X_{інв}]$).

$$N_{2грн} = 48 \cdot 3750 + 66825 \cdot 2 + 0,2 \cdot (48 \cdot 3750 + 66825 \cdot 2) = 376380 \text{ грн.}$$

Отже, згідно з розрахунками, період окупності проекту визначимо за формулою (2.44):

$$T_{куп} = \frac{376380}{37375} = 10,07 \approx 10 \text{ років і 1 місяць.}$$

2.6.4 Встановлення нових підшипників на шліфувальних та фрезерних верстатах

З роками на шліфувальних та фрезерних верстатах зношуються такі елементи обладнання як: підшипники асинхронних двигунів. Це призводить до асиметрії магнітного поля при використанні двигуна. Відбувається нерівномірне зношення підшипників, що також викликає погіршення ККД на 4%. [16]

Тому пропонується провести заміну підшипників в двигунах потужністю 24 кВт, які знаходяться на шліфувальних верстатах, та двигунах фрезерних верстатів потужністю 10 кВт. Для заміни потрібно 6 підшипників для шліфувальних верстатів ціною 313 грн. кожен та 4 для фрезерних – 241 грн. відповідно.

Розрахуємо споживану потужність електродвигунами з електромережі за формулою:

$$P_{ел} = n \cdot \frac{P_{мех}}{\eta}, \quad (2.58)$$

де P – номінальна потужність електродвигуна, кВт;

η – ККД електродвигуна;

n – кількість двигунів.

Підставивши вище вказані значення у формулу (2.58), розрахуємо сумарну споживану потужність електродвигунами шліфувальних верстатів з електромережі:

									НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$P_1 = 6 \cdot \frac{24}{0,85} = 169,41 \text{ кВт.}$$

Та електродвигунами фрезерних верстатів:

$$P_2 = 4 \cdot \frac{10}{0,87} = 45,98 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо споживану потужність після заміни підшипників:

$$P'_1 = 6 \cdot \frac{24}{0,89} = 161,8 \text{ кВт.};$$

$$P'_2 = 4 \cdot \frac{10}{0,91} = 43,96 \text{ кВт.}$$

Визначаємо економію споживаної потужності від запропонованого заходу за формулою:

$$\Delta P = P_1 + P_2 - P'_1 - P'_2. \quad (2.59)$$

Підставивши вище розраховані значення у формулу (2.59), розрахуємо економію спожитої електричної енергії за формулою:

$$\Delta P = 169,41 + 45,98 - 161,8 - 43,96 = 9,63 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо річну економію спожитої потужності:

$$\Delta W = \Delta P \cdot T, \quad (2.60)$$

де ΔP – економія спожитої потужності, кВт;

T_p – число годин роботи електродвигунів в рік – 1200 год.

Розрахуємо економію споживання електричної енергії за рік за формулою (2.61):

$$\Delta W_{\text{дв}} = 9,63 \cdot 1825 = 17574,75 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Розрахуємо річну економію оплати за спожиту електричну енергію електродвигунами за формулою (2.36):

$$E_{\text{дв}} = 17574,75 \cdot 2,18 = 38312 \text{ грн/рік.}$$

Капітальні витрати розраховуються за формулою:

$$K = N_1 \cdot C_1 + N_2 \cdot C_2 + C_p \cdot N_p, \quad (2.61)$$

де N – кількість замінених підшипників;

C – ціна за один підшипник, ціна за ремонт – C_p .

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

Також додатково пропонується встановити нові підшипники для шліфувальних та фрезерних верстатів, що дасть змогу підвищити ККД і дасть вигоду в спожитій електричній енергії.

Сумарно капіталовкладення від запропонованих заходів становить 3983276 грн., а економія складе 146957,69 грн/рік.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		56

З ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ПО ВУЛИЦІ СТАДІОННА 6

3.1 Загальний опис системи теплопостачання

Теплопостачання житлового будинку здійснюється від центральної котельні, що знаходиться недалеко від будинку. Система теплопостачання одноконтурна з верхньою подачею теплоносія з тепловпункту, залежна схема підключення системи опалення до теплових мереж. Систему опалення житлової будівлі обладнано автоматичною системою регулювання теплового потоку з двома циркуляційними насосами. Існуюча теплоізоляція трубопроводів та запірної арматури системи опалення знаходиться в задовільному стані. Облік теплової енергії житлового будинку ведеться тепловим лічильником Polluterm з муфтовим витратоміром AN 130 [19]. Оплата за енергоносії здійснюється за показами цього лічильника.

Гаряче водопостачання об'єкта здійснюється шляхом центрального водопостачання.

Холодне водопостачання здійснюється від міського водоканалу. Всього до будівлі один підвід води, які з'єднуються з трубами, розподіляючи воду по всьому будинку. Ці труби розміщені в підвальному приміщенні. За даними для м. Києва розрахункова температура опалення становить – 22 °С, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період – 0,1 °С, внутрішня температура +22°С. Опалювальний період триває 176 діб [20].

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ					
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Енергетичний аудит системи теплопостачання житлового будинку					
<i>Розроб.</i>	Панадій М.В.							<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	Виноградов-Салтиков В.О.								57	25
<i>Реценз.</i>								ІЕЕ, гр. ОН-г61-1		
<i>Н. Контр.</i>	Прокопенко І.Д.									
<i>Затвер.</i>										

Щомісячні показники споживання теплової енергії наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Споживання теплової енергії за 2017 – 2019

Теплова енергія						
Місяць	2017		2018		2019	
	Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
Січень	193,16	271969,28	187,76	254415	186,6	308713
Лютий	169,16	239530,56	132,64	179727	186,8	309044
Березень	154,32	218517,12	132	178860	124	205147
Квітень	126,6	183063,6	49,56	67153,8	101,68	168220
Травень	12,48	17272,32	10	13250	9,56	15816,2
Червень	8	11088	4,04	5353	8,68	14360,3
Липень	0	0	9,8	12985	3,56	5889,7
Серпень	0	0	2,24	2968	1,08	1786,76
Вересень	4,76	6406,96	10,56	13992	7,56	12507,3
Жовтень	61,76	87328,64	69,56	94184,2	5,8	9595,58
Листопад	134,96	190698,48	139,68	189127	96,52	159684
Грудень	155,52	221616	170,64	231047	123,48	204287
Всього	1020,72	1447490,96	918,48	1243061	855,32	1415050

Наглядне споживання теплової енергії житловим будинком наведено на рисунку 3.1.

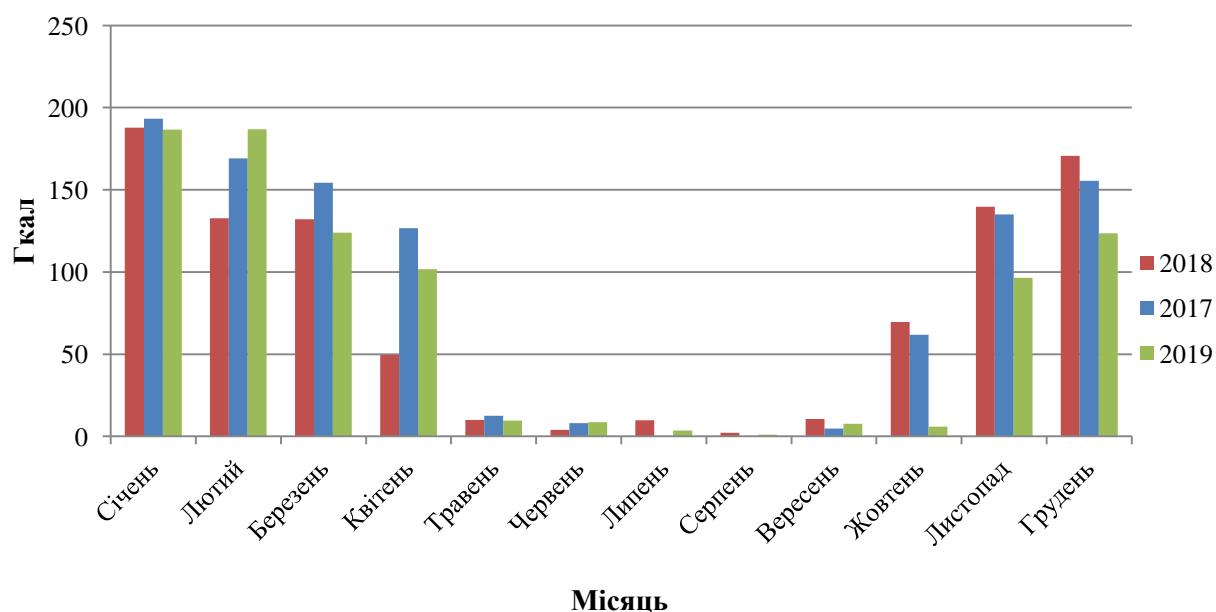


Рисунок 3.1 – Споживання теплової енергії за 2017 – 2019

Щомісячні показники споживання холодної води житловим будинком наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Споживання холодної води за 2017 – 2019

Холодна вода						
Місяць	2017		2018		2019	
	м ³	грн	м ³	грн	м ³	грн
Січень	1008	13880,16	567	8590,05	958	18345,7
Лютий	1512	20820,24	684	10603,4	1152	22060,8
Березень	861	11855,97	549	8510,6	986	18881,9
Квітень	972	13384,44	681	10556,9	875	17893,8
Травень	1191	16400,07	504	7813,01	766	15664,7
Червень	858	13230,36	804	12463,6	950	19427,5
Липень	621	9786,96	840	13021,7	984	20122,8
Серпень	336	5295,36	162	2511,32	432	7970,4
Вересень	564	8888,64	720	11161,4	814	15018,3

Продовження таблиці 3.2

Жовтень	609	9597,84	663	12232,4	765	15644,3
Листопад	561	8841,36	318	6232,8	487	10251,4
Грудень	633	9976,08	351	6826,95	899	18825,1
Всього	9726	141957,48	6843	110524	10068	200107

Наглядне споживання холодної води житловим будинком наведено на рисунку 3.2.

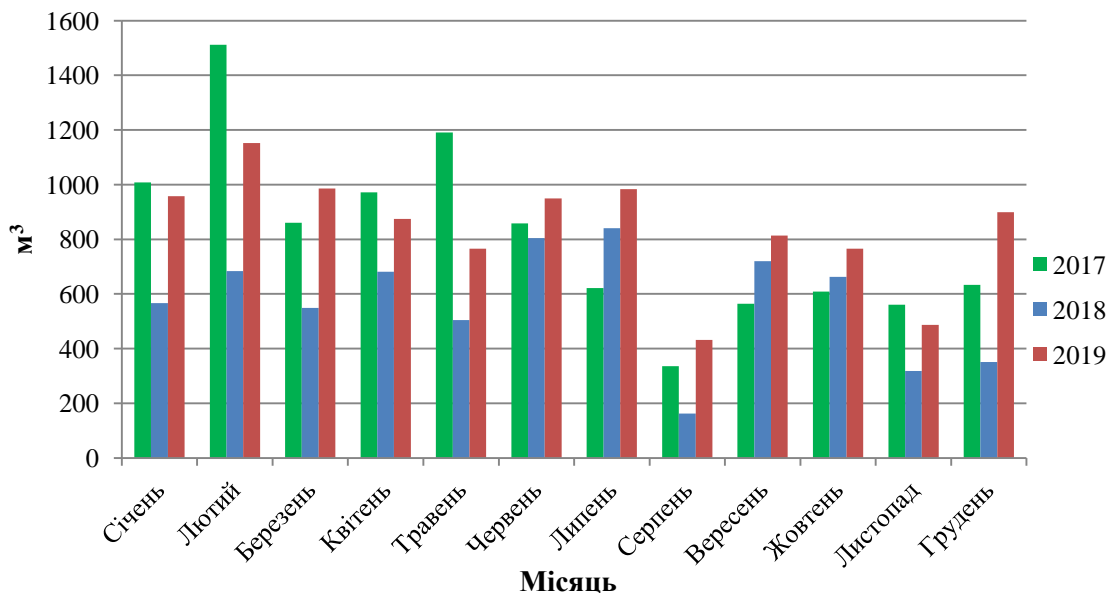


Рисунок 3.2 – Споживання холодної води за 2017 - 2019

3.2 Огороджувальні конструкції

Зовнішні стіни будівлі виконані з керамічної порожнистої цегли товщиною 0,38 м. Зовнішній фасад не має очевидних пошкоджень. Фото зовнішніх стін було представлено на рисунку 2.1.

Під дахом розташований технічний поверх, де знаходяться труби розведення опалення по стояках. Переkritтя виконано із залізобетонної панелі товщиною 220 мм та ззовні вкрито шаром утеплювача (150 мм) та подвійним шаром гідроізоляції – руберойдом (10 мм).

Перекрыття підлоги складається з залізобетонної плити товщиною 200 мм, шару цементно-піщаної стяжки – 60 мм, верхній шар – лінолеум, який має товщину 20 мм. Підлога знаходиться над неопалювальним підвалом.

Тепловтрати приміщень у житлових і цивільних будівлях складаються з тепловтрат через зовнішні огорожуючі конструкції (стіни, вікна, підлога, перекрыття) і витрат теплоти на нагрівання повітря, що інфільтрується в приміщення через нещільність в конструкціях.

Розрахунок тепловтрат приміщення полягає у визначенні всіх сумарних тепловтрат через огорожувальні конструкції для всіх опалювальних приміщень.

Розрахунок термічного опору проводимо за фактичними геометричними розмірами, які були визначені за допомогою вимірювання. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

3.2.1 Непрозорі огорожувальні конструкції

Загальна площа зовнішніх стін складає $F_c=16939,1 \text{ м}^2$.

Склад стіни:

- порожниста цегла $\lambda=0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщина $\delta=0,38 \text{ м}$;
- розчин вапняно-піщаний $\lambda=0,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщина $\delta=0,02 \text{ м}$;

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

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

Підставимо значення у формулу (3.1):

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,41} + \frac{1}{8,7} = 1,11 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін за [21]:

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{qmin} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}; \quad R_{qmin} > R_{ст1}.$$

Як бачимо, значення термічного опору не відповідає нормативному значенню, тому в майбутньому потрібно виконати утеплення фасадів.

Коефіцієнт теплопередачі стіни знаходиться за формулою:

$$k_{ст} = \frac{1}{R_{ст}}. \quad (3.2)$$

Підставимо значення у формулу (3.2):

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

3.2.2 Світлопрозорі огорожувальні конструкції

В будинку встановлені два типи вікон: металопластикові з подвійним склінням та дерев'яні також з подвійним склінням. Загальна площа вікон складає $F_b = 3518 \text{ м}^2$. Вікна першого типу переважають, але спостерігаються і з дерев'яною рамою близько $1407,2 \text{ м}^2$ (40%).

Знайдемо термічний опір для пластикових вікон:

$$R_b = 0,73 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі пластикового вікна знайдемо за формулою (3.2):

$$k_e = \frac{1}{0,73} = 1,37 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Термічний опір для вікон з дерев'яною рамою:

$$R_b = 0,568 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі дерев'яного вікна знайдемо за формулою (3.2):

$$k_e = \frac{1}{0,568} = 1,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для вікон за [21]:

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		62

$$R_{q\min} > R_B; \quad R_{q\min} = 0,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Як бачимо з порівняння номінального термічного опору з довідкових даних і діючих, потрібно для початку замінити дерев'яні вікна на більш сучасні з кращими показниками.

3.2.3 Дверні конструкції

Вхідні двері в парадних житлового будинку металеві, через них спостерігаються невеликі тепловтрати. Загальна площа дверей рівна 19,5 м².

Термічний опір дверей складає:

$$R_d = 0,465 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі дверей знайдемо за формулою (3.2):

$$k_d = \frac{1}{0,465} = 2,15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Для I зони, значення мінімального термічного опору для дверей за [21]:

$$R_{q\min} > R_d; \quad R_{q\min} = 0,65 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Робимо висновок, що значення термічного опору дверей не відповідає нормованому. Пропонується в майбутньому встановити нові енергозберігаючі двері.

3.2.4 Дах

Дах складається з наступних шарів:

- залізобетонні плити з $\lambda=1,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,22$ м ;
- керамзитовий утеплювач $\lambda=0,11 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,15$ м ;
- розчин цементно-піщаний $\lambda=0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; товщиною $\delta=0,05$ м ;
- 2 шари руберойду з $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,01$ м ;
- шар бітуму з $\lambda=0,27 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ товщиною $\delta=0,01$ м.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Розрахуємо термічний опір даху за формулою (3.1):

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{1,2} + \frac{0,15}{0,11} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{1}{8,7} = 1,73 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі даху знаходимо за формулою (3.2):

$$k_{\text{дах}} = \frac{1}{1,73} = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для даху за [21]:

$$R_{q\text{min}} > R_{\text{дах}}; R_{q\text{min}} = 5,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Робимо висновок, що значення термічного опору даху також не відповідає нормованому. Тому в майбутньому варто задуматись про утеплення даху.

3.2.5 Підлога

До перекриття підлоги входить верхній шар лінолеуму товщиною 20 мм, цементно-піщаний розчин товщиною 60 мм та залізобетонна плита товщиною 200 мм.

Більш детальний склад наведено нижче:

- залізобетонна плита з $\lambda=2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,2$ м;
- цементно-піщаний розчин з легкого бетону $\lambda=0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,06$ м;
- лінолеум з $\lambda=0,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ та товщиною $\delta=0,02$ м.

Розрахуємо термічний опір підлоги за формулою (3.1):

$$R_{\text{п}} = \frac{1}{6} + \frac{0,02}{0,33} + \frac{0,22}{2,04} + \frac{0,06}{0,58} + \frac{1}{8,7} = 0,555 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для підлоги за [21]:

$$R_{q\text{min}} > R_{\text{п}}; R_{q\text{min}} = 3,75 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

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

$$Q_{\text{підлоги}} = 1,8 \cdot 1548 \cdot (22 - (-22)) = 122,6 \text{ кВт} = 0,1 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

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

$$Q_{\text{огор}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{стелі}} + Q_{\text{підлоги}} \quad (3.8)$$

Підставивши значення у формулу (3.8) маємо:

$$Q_{\text{огор}} = 708,92 + 248,023 + 1,844 + 39,5 + 122,6 = 1120,89 \text{ кВт} = 0,96 \frac{\text{Гкал}}{\text{год}}$$

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

Таблиця 3.4 – Теплове навантаження приміщення ДНЗ

№	Найменування	Умовні позначення	Одиниця виміру	Значення
Вихідні дані				
1	Коефіцієнт теплопередачі стін	$K_{\text{стін}}$	(Вт/м ² К)	0,9
2	Коефіцієнт теплопередачі вікон в метало пластикових рамах	$K_{\text{вікон}}$	(Вт/м ² К)	1,37; 1,76
3	Коефіцієнт теплопередачі стелі	$K_{\text{стелі}}$	(Вт/м ² К)	0,58
4	Коефіцієнт теплопередачі дверей	$K_{\text{дверей}}$	(Вт/м ² К)	2,15
5	Коефіцієнт теплопередачі підлоги	$K_{\text{підлоги}}$	(Вт/м ² К)	1,8
6	Площа стін	$F_{\text{стін}}$	м ²	16939,1
7	Площа дверей	$F_{\text{дверей}}$	м ²	19,5
8	Площа вікон	$F_{\text{вікон}}$	м ²	3518
9	Площа підлоги	$F_{\text{підлоги}}$	м ²	1548
10	Площа стелі	$F_{\text{стелі}}$	м ²	1548
11	Загальна площа будівлі	$F_{\text{будівлі}}$	м ²	19016,3
12	Опалювальний об'єм будівлі	$V_{\text{опал}}$	м ³	14342,9
13	Висота будівлі	$H_{\text{буд}}$	м	46,5
14	Кількість людей	P		702
15	Коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік опалювальних приладів	b_1		1,13
16	Розрахункова температура опалювальних приміщень	$t_{\text{вн}}$	°С	22
17	Розрахункова температура зовнішнього повітря	$t_{\text{зовн}}$	°С	-22
18	Температура теплоносія в подавальному трубопроводі	t_1	°С	70
19	Температура теплоносія в зворотному трубопроводі	t_2	°С	50
Розрахунок				
1	Тепловтрати через стіни	$Q_{\text{ст}}$	кВт	708,92
2	Тепловтрати через вікна	$Q_{\text{в}}$	кВт	248,023
3	Тепловтрати через стелю	$Q_{\text{с}}$	кВт	39,5

4	Тепловтрати через двері	$Q_{дв}$	кВт	1,844
5	Тепловтрати через підлогу	$Q_{п}$	кВт	122,6
6	Сумарні тепловтрати через огорожувальні конструкції	$Q_{ок}$	кВт	1120,89

Розрахуємо витрати теплоти на вентиляцію будинку. Так як висота приміщення не більше 3,5 м, тоді розрахунок ведемо за формулою:

$$Q_{ВВ} = 0,337 \cdot h \cdot F_n \cdot (t_{В} - t_{Н}). \quad (3.9)$$

Підставимо значення у формулу (3.9):

$$Q_{ВВ} = 0,337 \cdot 2,7 \cdot 1548 \cdot (22 + 22) = 61975,1 \text{ Вт} = 0,06 \text{ МВт}.$$

3.3 Теплова потужність

До розрахунку теплового навантаження входять теплові надходження до приміщення. Вони залежать від його призначення, місця розташування, кількості людей та сумарної потужності робочого обладнання і визначаються за формулою [22]:

$$Q_{НАД} = Q_{Л} + Q_{ЕЛ} + Q_{ОСВ} + Q_{ТО} + Q_{СЛ} + Q_{П}, \quad (3.10)$$

де теплові надходження: $Q_{Л}$ - від людей; $Q_{ЕЛ}$ - від електроустаткування і приладів; $Q_{ОСВ}$ - від освітлювальних приладів; $Q_{ТО}$ - від гарячих поверхонь теплообмінних апаратів та трубопроводів; $Q_{СЛ}$ - від сонячної радіації крізь скління; $Q_{П}$ - від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі.

Теплонадходження від людей – це теплота, яка поступає в приміщення у вигляді явної $q_{Я}$ (суха тепловіддача тіла) і прихованої $q_{П}$ теплоти (випаровуванням з поверхні шкіри і вологою, що видихається разом з повітрям). Для розрахунку надходження теплоти від людей враховується тільки явна теплота тому, що тільки вона підвищує температуру приміщення.

Надходження теплоти від людей визначається за формулою:

$$Q_{Л} = n \cdot q_{Я}, \quad (3.11)$$

									Арк.
									68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.6106.060 ПЗ				

де q_y – питома кількість явної теплоти, що виділяється однією людиною (таблиця 3.5), Вт/люд.;

n – кількість людей, які одночасно знаходяться в приміщенні.

Зробимо примітку, що жінки виділяють 85% теплоти та вологи, а діти 75% теплоти та вологи, які виділяють чоловіки.

Надходження теплоти від людей за формулою (3.11) становить:

$$Q_{Д} = 234 \cdot 99 \cdot 0,75 + 468 \cdot 99 \cdot 0,85 + 5 \cdot 99 = 57251,7 \text{ Вт.}$$

Таблиця 3.5 – Показники які виділяються дорослим чоловіком

Показники	Температура повітря в приміщенні, °С					
	10	15	20	25	30	35
В стані спокою						
Теплота:						
явна	140	116	87	58	41	12
прихована	23	29	29	35	52	81
повна	163	145	116	93	93	93
Волога	30	40	40	50	75	115
При легкій роботі						
Теплота:						
явна	151	122	99	64	41	6
прихована	29	35	52	81	104	139
повна	180	157	151	145	145	145
Волога	40	55	75	115	150	200

Тепло надходження від освітлювальних приладів визначаються за формулою [22]:

$$Q_{ОСВ} = N_{ОСВ} \cdot k_{ОСВ} \cdot k_{В.ОСВ}, \quad (3.12)$$

де $N_{ОСВ}$ – сумарна потужність освітлювальних приладів, Вт;

$k_{ОСВ}$ – коефіцієнт показує, яка частина електроенергії переходить в теплоту, що нагріває повітря в приміщенні;

$k_{в.осв.}$ - коефіцієнт використання світильників.

В житловому будинку освітлення надається лампами розжарювання, що мають теплові надходження за формулою (3.12):

$$Q_{осв} = 22800 \cdot 0,6 \cdot 1,2 = 16416 \text{ Вт.}$$

Теплота від сонячної радіації поступає в приміщення крізь світлові отвори зовнішніх огорож (вікна, ліхтарі) $Q_{сл}$, а також крізь зовнішні стіни і пласкі покрівлі $Q_{п}$. Теплові надходження від сонячної радіації крізь стіни незначні і ними можна знехтувати.

Кількість теплоти, наданої до приміщення сонячною радіацією, залежить від географічної широти розташування житлового будинку, пори року, орієнтації огорож за сторонами світу, матеріалів зовнішньої огорожі та ін.

Теплові надходження крізь вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду визначаються за формулою:

$$Q_c = \xi_{в} \cdot \varepsilon_{в} (F_{Пн} \cdot I_{Пн} + F_C \cdot I_C + F_{Пд} \cdot I_{Пд} + F_3 \cdot I_3), \quad (3.13)$$

де $\xi_{в}$, $\xi_{зл}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення;

$I_{Пн}$, I_C , $I_{Пд}$, I_3 – середня величина сонячної радіації за опалювальний період (таблиця 3.6), що поступає на вертикальні поверхні, при дійсних умовах хмарності, відповідно орієнтовані за чотирма фасадами будинку;

$I_{Г}$ – середня величина сонячної радіації за опалювальний період на горизонтальну поверхню при дійсних умовах хмарності;

$\varepsilon_{в}$, $\varepsilon_{зл}$ – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації відповідно для світлопропускаючих заповнень вікон і зенітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій; мансардні вікна з кутом нахилу заповнень до горизонту 45° і більше варто вважати як вертикальні вікна, з кутом нахилу менш 45° – як зенітні ліхтарі;

$F_{Пн}$, F_C , $F_{Пд}$, F_3 – площа світлових прорізів фасадів будинку,

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

відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м²;

$F_{зл}$ – площа світлових прорізів zenітних ліхтарів будинку, м².

Тоді тепло надходження від сонячної радіації для житлового будинку за формулою (3.13) становитимуть:

$$Q_c = 0,75 \cdot 0,65 \cdot (879,5 \cdot 93 + 879,5 \cdot 76 + 879,5 \cdot 128 + 879,5 \cdot 163) = 197,23 \text{ кВт.}$$

Таблиця 3.6 – Середня величина сонячної радіації, кВт·год. /м²

Характеристика скляної поверхні	Орієнтація поверхні															
	Південь				Південний схід Південний захід				Схід Захід				Північний схід Північний захід			
	Градуси географічної широти															
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
	Вікна з подвійним склінням (дві рами):															
з дерев'яними рамами	128	145	145	169	99	128	145	169	145	145	170	170	76	76	76	70
з металевими рамами	163	186	186	210	128	163	186	210	186	186	210	210	93	93	93	93

Тепло надходження від сонячної радіації крізь плоскі покрівлі визначають за формулою [22]:

$$Q_{\Pi} = F_{\Pi} \cdot q_{\Pi} \cdot \frac{1}{R_{\Pi}^{ПОТ}} \quad (3.14)$$

де F_{Π} , - площа покрівлі, м²;

q_{Π} - середня величина сонячної радіації на 1 м² покрівлі, Вт/м²
(таблиця 3.7);

$R_{\Pi}^{ПОТ}$ - безрозмірний коефіцієнт, чисельно рівний опору теплопередачі покриття.

Таблиця 3.7 – Кількість сонячної радіації q_{Π} , Вт /м²

Характеристика покриття	Градуси географічної широти	q_{Π}
Плоске (без горища)	35	23
	45	21
	55	17,5
	65	13
З горищем	Для усіх широт	5,8

Тепло надходження від сонячної радіації за формулою (3.14):

$$Q_{\Pi} = 1548 \cdot 21 \cdot \frac{1}{0,373} = 87152,8 \text{ Вт.}$$

Підставивши значення у формулу (3.10) знайдемо сумарні теплові надходження в житловому будинку:

$$Q_{\text{над}} = 57251,7 + 16416 + 197227,9 + 87152,8 = 358048,4 \text{ Вт.}$$

Розрахункова теплова потужність знаходиться за формулою:

$$Q = Q_{\Sigma} + Q_{\text{вв}} - Q_{\text{над}}, \quad (3.15)$$

де Q_{Σ} та $Q_{\text{вв}}$ – максимальні втрати теплоти за опалювальний період, МВт.

Підставимо значення у формулу (3.15):

$$Q = 1,12 \cdot 10^3 + 0,06 \cdot 10^3 - 358,05 = 821,95 \text{ кВт.}$$

3.4 Складання балансу втрат тепла будинку

У тепловому енергобалансі, зображеному на рисунку 3.3, представимо розподіл тепловтрат через огороджувальні конструкції у відсотковому відношенні.

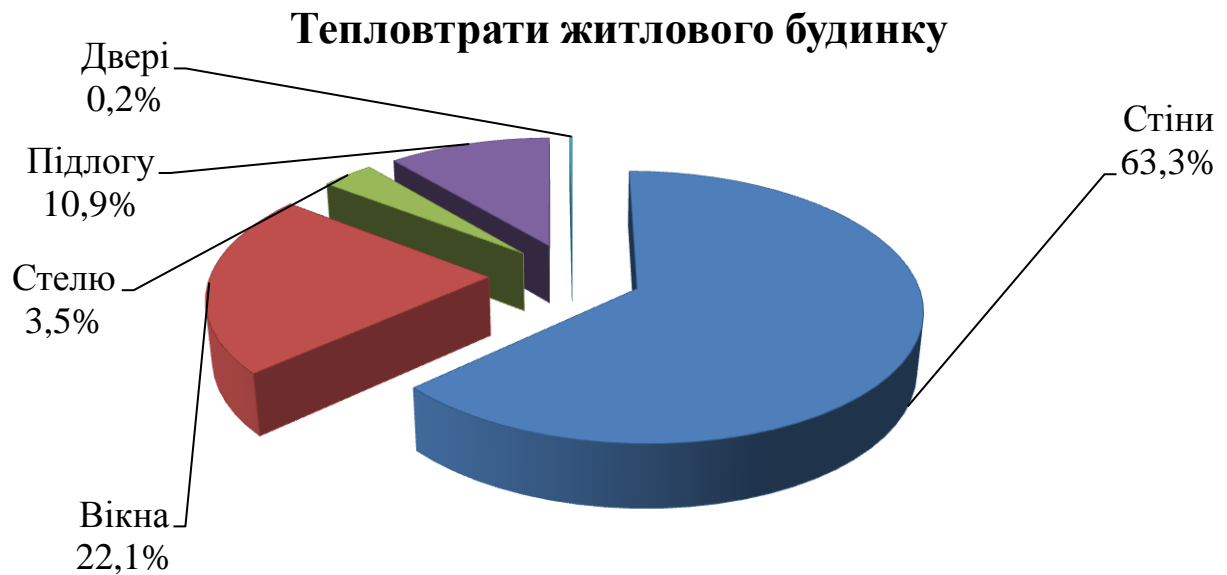


Рисунок 3.3 – Тепловий енергобаланс

Робимо висновок, що найбільша частка енергії втрачається через вікна, потім йдуть стіни та підлога зі стелею.

3.5 Утеплення зовнішніх стін

Середній коефіцієнт теплопередачі стін $k = 0,84 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_H = 0,303 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. Нормативний коефіцієнт теплопередачі визначено з додатків.

Опис заходу.

Додаткова тепла ізоляція дозволить зменшити понаднормові втрати тепла через стіни та покращити зовнішній вигляд будівлі. Площа зовнішніх стін, які необхідно вкрити тепловою ізоляцією, складає $16939,1 \text{ м}^2$. В якості утеплювача пропонується використовувати мінеральну вату ($\lambda = 0,045 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$) товщиною 100 мм. Шар утеплення стіни наведений на рисунку 3.4:



Рисунок 3.4 – Послідовність шарів утеплювача

Інвестиції:

– Розробка/Планування	100 050,00 грн
– Управління Проектом	166 750,00 грн
– Обладнання	7 419 326,00 грн
– Встановлення	4 946 217,00 грн
– Інспектування і випробування	66 700,00 грн
– Виконавча документація	100 050,00 грн
– Інші видатки	33 350,00 грн
– Загальні	12 832 443,00 грн

Загальний строк служби – 20 років.

Розрахуємо термічний опір для утепленої стіни за (3.1):

$$R_{ст} = \frac{1}{23} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,41} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{1}{8,7} = 3,33 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі знаходимо за формулою (3.2):

$$k = \frac{1}{3,33} = 0,3 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі за (3.4) для всіх сторін світу житлового будинку:

$$Q_{пн} = 6103 \cdot (22+22) \cdot 1,1 \cdot 0,3 = 88615,56 \text{ Вт};$$

потребують заміни через великі тепловтрати, просадку конструкції та її розгерметизацію. Середній коефіцієнт теплопередачі дерев'яних вікон житлового будинку $k = 1,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_{\text{н}} = 1,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

Опис заходу.

Для зменшення тепловтрат пропонується замінити існуючі дерев'яні вікна житлового будинку на металопластикові з подвійним склопакетом та коефіцієнтом теплопередачі на рівні $k = 1,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. Це дасть змогу значно знизити теплові втрати та покращити умови в середині приміщень за рахунок зменшення протягів.

Ущільнена конструкція метало пластикових вікон значно знизить інфільтрацію свіжого повітря в будівлю.

Інвестиції:

– Розробка/Планування	8 200,00 грн
– Управління Проектом	10 250,00 грн
– Обладнання	1 069 239,00 грн
– Встановлення	124 568,00 грн
– Інспектування і випробування	7 000,00 грн
– Виконавча документація	3 000,00 грн
– Інші видатки	10 250,00 грн
– Загальні	1 242 757,00 грн

Загальний строк служби – 20 років.

Розрахуємо новий коефіцієнт теплопередачі за формулою (3.2):

$$R_{\text{в,ут}} = 0,72 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \rightarrow K_{\text{ут}} = \frac{1}{0,72} = 1,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахуємо тепловтрати з новим коефіцієнтом теплопередачі за (3.4):

$$Q_{\text{пн}} = 703,6 \cdot (22+22) \cdot 1,1 \cdot 1,4 = 47675,9 \text{ Вт};$$

										Арк.
										76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.6106.060 ПЗ					

$$Q_{\text{пд}} = 703,6 \cdot (22+22) \cdot 1 \cdot 1,4 = 43341,8 \text{ Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через вікна до заміни:

$$\Sigma Q_{\text{в}} = 114422 \text{ Вт.}$$

Сумарні тепловтрати через вікна після заміни:

$$\Sigma Q_{\text{в}}^* = 91017,7 \text{ Вт.}$$

Знайдемо економію теплової енергії за формулою (3.16):

$$Q_{\text{ек}} = \frac{(114422 - 91017,7) \cdot 176 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{1163} = 85 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}.$$

Знайдемо економію в грошовому еквіваленті за формулою (3.17):

$$E = 85 \cdot 1654,41 = 140625 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Простий термін окупності визначається за формулою (3.18):

$$T = \frac{1242757}{140625} = 8,8 \text{ років.}$$

3.7 Утеплення даху

Середній коефіцієнт теплопередачі даху $k = 0,57 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ значно перевищує розрахунковий нормативний коефіцієнт теплопередачі $k_{\text{н}} = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$. Нормативний коефіцієнт теплопередачі визначено відповідно до додатків.

Опис заходу:

Теплова ізоляція дозволить зменшити наднормові втрати тепла через перекриття останнього поверху (суміщений дах). Пропоную використовувати в якості утеплювача мінераловатні плити. Площа даху, яку необхідно вкрити тепловою ізоляцією складає 1548 м². Приклад утеплення даху наведений на рисунку 3.5:

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

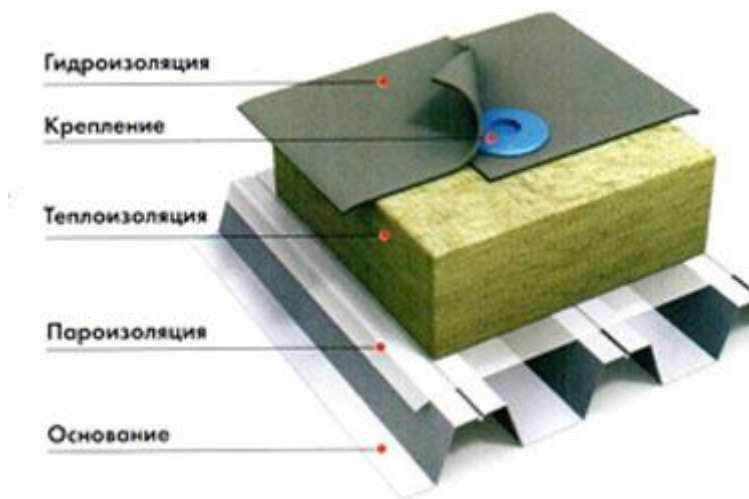


Рисунок 3.5 – Шари утеплювача даху

Інвестиції:

– Розробка/Планування	5 650,00 грн
– Управління Проектом	5 650,00 грн
– Обладнання	476 408,00 грн
– Встановлення	50 850,00 грн
– Інспектування і випробування	5 650,00 грн
– Виконавча документація	2 260,00 грн
– Інші видатки	11 300,00 грн
Загальні	557 768 грн

Загальний строк служби – 20 років.

Інвестиції приведені вище – це інвестиції потрібні на покриття даху шаром ізоляції товщиною 100 мм.

Економія:

Значення термічного опору з 100 мм ізоляції за формулою (3.1):

$$R_{\text{д}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{1,2} + \frac{0,15}{0,11} + \frac{0,05}{0,58} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,17} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{2 \cdot 0,1}{0,05} + \frac{1}{8,7} = 5,729 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі знаходимо за формулою (3.2):

$$k_{\text{д}} = \frac{1}{5,729} = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначимо за формулою (3.18) простий термін окупності:

$$T = \frac{624400}{607979} = 1,03 \text{ років.}$$

Результати запропонованих заходів з енергоефективності житлового будинку зведемо до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Заходи з енергоефективності

Назва заходу	Витрати на впровадження заходу, грн	Річна економія, Гкал/рік	Річна економія, грн	Простий термін окупності
Утеплення зовнішніх стін	12 832 443	1328,83	2 198 429	5 років та 10 місяців
Часткова модернізація віконних конструкцій	1 242 575	85	140 625	8 років та 10 місяців
Утеплення даху	557 768	100,42	166 136	3 роки та 4 місяці
Чистка системи опалення	624 400	367,49	607 979	1 рік
Річна економія від всіх впроваджених заходів			3 113 169 грн	

Висновки до розділу 3.

Проводячи обстеження системи тепlopостачання житлового будинку було запропоновано заходи з підвищення енергоефективності та зменшення витрат теплової енергії.

Було запропоновано утеплити зовнішні стіни будинку мінеральною ватою товщиною 100 мм. Цей захід дасть змогу покрити значні втрати теплової енергії через стіни (65%) та зробити комфортні умови для жителів будинку.

Було запропоновано часткову модернізацію віконних конструкцій 1407,2 м² (40%). За рахунок цього заходу зникне просадка вікон, зменшаться тепловтрати та покращаться умови в середині приміщень.

Наступним заходом для житлового будинку обрано утеплення даху мінеральною ватою по всій площі покрівлі. Цей захід дасть змогу звести до мінімуму тепловтрати та сумарно з іншими заходами створити комфортні умови.

Також додатково пропонується провести чистку системи опалення будинку. Гідрохімічне промивання дасть змогу зекономити кошти на капітальний ремонт системи опалення та продовжити нормальну роботу опалення від 10 до 15 років.

Загалом сумарні капіталовкладення від запропонованих заходів становлять 15 257 186 грн., а економія складе 3 113 169 грн./рік.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		82

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС МОНТАЖУ ЛІХТАРІВ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

4.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання

Об'єктом дипломного проекту є житловий будинок по вулиці Стадіонна 6, Солом'янського району, міста Києва та механічний цех.

Живлення будинку та прибудинкової території відбувається за рахунок трансформаторної підстанції №4871. У ТП в наявності два трансформатори ТМ 1000/10/0,4 номінальною потужністю $S=1000$ кВт·А, ввід 1 – робочий, а ввід 2 – резервний. До житлового будинку надходить електрична енергія п'ятьма кабелями АВВГ 4х240, а до цеху 2 кабельними лініями 4х240. Більш детальні данні наведені у таблицях 2.1 та 2.2.

Пропонуємо навколо будинку встановити 10 світильників зовнішнього освітлення 150W ECONOM, IP65, 6000K «Rocket» на діячі опори висотою 10 м, які є хорошими аналогами для ДРЛ-400 [7]. Консольний LED світильник забезпечить ефективне і яскраве освітлення для прибудинкової території. Високоєфективний тепловідвід, якісна світлодіодна матриця SMD і драйвер, все це забезпечить довгу і ефективну роботу світильника.

Зведемо всі данні про об'єкт до таблиці 4.1 та показники технічних характеристик ЕУ до таблиці 4.2.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Панадій М.В.			Охорона праці та пожежної безпеки під час монтажу ліхтарів зовнішнього освітлення	Літ	Аркуш	Аркуше
Перевір.		Третьякова Л.Д.					83	10
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-г61-1		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

Таблиця 4.1 – Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ або ТЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Трансформаторна підстанція	Внутрішня ЕУ	Окреме приміщення на поверхні землі, (8x10x3) м	приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Д

Таблиця 4.2 – Показники технічних характеристик ЕУ чи ТЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Трансформатор ТМ-1000	Напруга	10/0,4 кВ
	Потужність	1000 кВА
	Маса	4 200 кг
	Габаритні розміри	219,5x121x235,5 см
	Маса і марка масла	1 100 кг, МТК-60
	Маркування	ТР-1-10- 1000-6

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		84

Консольний світильник:	Марка світильника	Econom
	Робоча напруга	220 В
	Кут розсіювання	120 °С
	Світловий потік	16500 Лм
	Температура кольору	6000 К
	Потужність	150 Вт
	Клас захисту	IP65

4.2 Визначення обсягів і послідовності робіт у ході експлуатації або під час модернізації енергетичного об'єкту

До початку робіт потрібно доставити необхідний матеріал, зробити вантажно-розвантажувальні роботи силами спецтехніки та робочих [24].

Дослідити план місцевості. В першу чергу слід звернути увагу на збереження всіх отворів і каналів для прокладання кабелів. Кабелі та проводи захищати коробами в каналах. В непогоду (іній, сніг, дощ) встановлення освітлювальних приладів та прокладки струмовідних елементів не роблять. Після монтування зовнішнього освітлення робиться перевірка та явні проблеми усуваються.

Основні характеристики виконання робіт показані у таблиці 4.3.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		85

Напруженість праці	Тривалість зосередженого спостереження	60 % робочого часу
	Тривалість активних дій	80 % робочого часу
	Змінність	1 зміна, 7 годин
	Напруженість органів чуття:	25 % робочого часу
	зір	
	Категорія	ІІІ категорія

4.4 Визначення та оцінка шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Всі небезпечні і шкідливі чинники, які можуть бути при роботі з встановлення опор та світильників зовнішнього освітлення занесемо до таблиці 4.5 та наведені у додатках [26,27].

Таблиця 4.5 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Небезпечні і шкідливі чинники	Фактичне значення	Допустиме значення
1	2	3
Неелектричного походження		
Шум	115 дБа	105 дБа
Вологість	(60...100) %	(40...60) %
Швидкість вітру	(2...4) м/с	(0,3...0,4) м/с
Оцінка напруженості праці	Підвищена важкість ІІІ категорії	
Оцінка умов праці	Шкідливі І категорії	

4.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

При виборі технічних та організаційних заходів на території будинку або цеху необхідно не забувати про захист людей від ураження струмом, огорожувальні пристрої, плакати безпеки. Зведемо всі заходи з безпеки праці до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Технічні і організаційні заходи

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Технічні заходи з електробезпеки		
Ізоляція	Робоча струмовідних частин	Полівінілхлорид. $R = 10^{15}$ Ом, $\text{tg}\delta = 0,02$
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги	Наряд-допуск на 12 робочих днів

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

Працівники повинні бути забезпеченими засобами індивідуального захисту для комфортної роботи на висоті з ЕУ, при монтажних роботах з установки зовнішнього освітлення, під час робіт з прокладання кабелю, ремонтних робіт. Повний перелік засобів індивідуального захисту та електрозахисних наведений у таблицях 4.7 та 4.8 [28].

Таблиця 4.7 – Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель. Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристик и
1	2	3	4	5
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	Рукавички, поліестер з бавовною	5 робочих змін	Під час монтажних робіт
Захист голови	Захист від механічних ушкоджень та електричної напруги до 440 В	Каска захисна, ЗМ G2000, з ABS матеріалу	2 роки	Під час роботи на висоті та біля ЕУ
Захист очей	Захист від електричної дуги ті ультра - фіолетового випромінювання	Закриті подвійні окуляри Полікарбонат	2 роки	Під час робіт в ЕУ
Захист для роботи на висоті	Захист від падіння з висоти	ПЛК «UPONE». Лямки зі стабілізованого капронового волокна	До першого використання	Під час роботи на висоті більш як 1,3 м

Таблиця 4.8 – Перелік електрозахисних засобів

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
1	2	3	4
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички, діелектричне взуття, гумові діелектричні килими	Для робіт під напругою до 1 кВ	Підключення ЕУ після монтажу. Періодичні випробування - кожні 6 місяців
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки	Виконання робіт	0,4 – 10 Раз у 2 роки

4.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Кожен об'єкт у якого є в наявності ЕУ повинен бути забезпечений системою протипожежного та вибухового захисту. Для гасіння невеликих осередків пожеж та пожеж у початковій стадії, житловий будинок та цех повинні мати таке обладнання, яке наведено в таблиці 4.9.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Таблиця 4.9 – Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
Технічні		
Вуглекислотний вогнегасник ОУ-5:	Переносний, тривалість дії – 8с, довжина струмені – 3м	У під'їздах на перших поверхах. Термін експлуатації – 10 років
Кран-комплект пожежний під'їздний ЄС-66-1	Рукав пожежний, ствол пожежний, пожежний кран, голівка муфтова з'єднувальна для пожежного обладнання	В кожному парадному Гарантійний термін – 12 місяців
Організаційні		
План дій з попередження пожеж і вибухів	Вимоги до евакуаційних заходів, планах евакуації, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ЗІЗ		
Захисний одяг водонепроникний	Portwest H440, комбінезон	Багаторазового використання. Термін зберігання – 8 років.

4.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахунок захисного заземлення електроустановок напругою до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю.

Розрахунок на вимикаючу здатність передбачає розрахунок струму однофазного короткого замикання і співставлення отриманої величини зі значенням номінального струму спрацювання.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимкнення відбувається під час використання автоматичного пристрою, який відмикає струм короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}}, \quad (4.1)$$

де $I_{\text{авт}}^{\text{НОМ}}$ – номінальний струм автоматичного пристрою.

Розрахункова формула для визначення струму короткого замикання:

$$I_{\text{кз}} = U_{\phi} / (r_{\phi} + r_{\text{ре}} + (r_{\text{тр}} / 3)), \quad (4.2)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, В;

$r_{\phi}, r_{\text{ре}}, r_{\text{тр}}$ – відповідно активний опір фазного проводу, активний опір захисного проводу, активний опір трансформатора.

Відповідно активний опір захисного проводу знаходиться за формулою:

$$r = \sum_{i=1}^n (\rho \cdot l_i) / S_i, \quad (4.3)$$

де ρ_i – питомий опір матеріалу проводів (міді – 0,00175 (Ом·мм²)/м, алюмінію – 0,0028 (Ом·мм²)/м, сталі – 0,1 (Ом·мм²)/м);

l_i – довжина ділянки проводу одного матеріалу та одного перерізу;

S_i – площа поперечного перерізу проводу.

Підставимо значення у формулу (4.3):

$$r = (0,0028 \cdot 1945) / 240 = 0,023 \text{ Ом.}$$

Далі знаходимо струм короткого замикання підставивши значення у формулу (4.2):

$$I_{\text{кз}} = 0,38 / (0,125 + 0,023 + (0,08 / 3)) = 2,2 \text{ кА.}$$

Проведемо перевірку автоматичного пристрою за формулою (4.1):

$$2,175 \geq 0,0125,$$

автоматичний пристрій спрацює після спрацювання струму короткого замикання.

Розрахунок напруги на корпусі електроустановки

Без повторного заземлення захисного провідника напруга на корпусі визначається за формулою:

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

$$U_k = I_{k3} \cdot Z_3 \leq U_d, \quad (4)$$

де U_d – допустима напруга дотику (таблиця А1);

Z_3 – повний опір захисного проводу:

– для КЛ $Z_3=r_3$.

Підставимо значення у формулу (4.4):

$$50,025 = 2175 \cdot 0,023 \leq 50 \text{ В,}$$

умова виконується.

Висновки до розділу 4.

Проводячи удосконалення зовнішнього освітлення, з ДРЛ – 400 на ECONOM «Rocket», впливають наступні найнебезпечніші ситуації:

- шум;
- температура повітря;
- вологість;
- швидкість вітру.

Звідси можемо зробити висновок, що умови праці при монтажу світильників є шкідливими (І категорія) та фізично важкими (3-тя категорія). Тому щоб забезпечити надійний захист робітників у даній сфері діяльності потрібно запровадити технічні та організаційні заходи, такі як:

- зібрати бригаду з 5 робочих;
- надати засоби індивідуального захисту;
- встановити плакати безпеки, огорожувальні пристрої, які не перешкоджають огляду та заважають виконувати роботу;
- перевірити працездатність світильників та усунути всі існуючі проблеми.

Загалом у розділі надано загальну характеристику об'єкту, визначено обсяги і послідовність виконання робіт, наведено шкідливі і небезпечні виробничі чинники, вибрано та прораховано технічний захід (ізоляцію), представлено засоби індивідуального захисту та підібрано заходи і засоби для забезпечення пожежної безпеки.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

ВИСНОВКИ

Основною метою дипломного бакалаврського проекту було проведення енергетичного обстеження житлового будинку по вул. Стадіонна 6 та механічного цеху. Головним інженером та керівництвом КП «Керуюча компанія з обслуговування житлового фонду Солом'янського району міста Києва» було представлено всі данні для проведення енергетичного аудиту житлової будівлі. У ході розробки енергетичного аудиту проведено аналіз всіх енергетичних систем житлового будинку.

Запропоновані заходи з енергоефективності:

- модернізація системи внутрішнього освітлення будинку;
- заміна електродвигунів шліфувальних верстатів;
- сонячна електростанція на даху цеху;
- встановлення нових підшипників на шліфувальних та фрезерних верстатах;
- заміна зовнішнього освітлення;
- утеплення зовнішніх стін;
- часткова модернізація віконних конструкцій;
- утеплення даху;
- чистка системи опалення.

Було запропоновано можливості зменшення витрат на ПЕР. Наведено впровадження альтернативних джерел енергії. Проведено ретельний аналіз охорони праці та пожежної безпеки під час виконання монтажних робіт ліхтарів зовнішнього освітлення, запропоновано технічні і організаційні заходи та представлено засоби індивідуального захисту.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технічні данні індукційних лічильників ВАТ Росток: веб-сайт. URL: <https://forca.com.ua> (дата звернення 15.04.2020).
2. ДСТУ ІЕС 62053-21. Засоби вимірювання електричної енергії змінного струму. Частина 21. Лічильники активної енергії статичні (класів точності 1 та 2) [Чинний від 2016-02-12]. Київ, 2016. 5 с. (Вимоги щодо точності).
3. ДСТУ 2807 – 94. Устаткування метало- і деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань. [Чинний від 1996-01-01]. Київ, 1996. 4 с. (Вимоги до засобів, що забезпечують безпеку, і методи їх оцінки).
4. Системи електропостачання [Електронний ресурс] : довідкові дані (таблиці) до викон. Практ. Занять, контр., монограм. І розрах. Робіт, курсового проекту з дисципліни для студ. Напрямку підготов. 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» за спеціальністю «Електротехнічні системи електроспоживання» Нац. техн. Ун-т України «Київський політехнічний інститут» ; уклад. : В.А. Попов, В.В. Ткаченко, О.С. Ярмолук. – К. : Вид-во НТУУ «КПІ», 2014. – 7,11 с.
5. В.П. Шеховцов. Расчет и проектирование схем электроснабжения: монографія. ФОРУМ: ИНФРА – М, 2010. 42 с.
6. ДСТУ EN 50575:2018. Кабелі силові, контрольні та зв'язку. Кабелі для загального використання в будівельних спорудах згідно з вимогами щодо реакції на вогонь. [Чинний від 2020-01-01]. Київ, 2018. 42 с. (Допустиме струмове навантаження й опори для трижильних кабельних ліній).
7. Правила улаштування електроустановок [Текст]: вид.3-є, перероб. І доп. Офіц. Вид. Київ : Міненерговугілля України, 2018. 34 с, 736 с. (Розділ 1 – загальні правила).

										НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
											95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата							

8. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5.-28-2006. Офіц. Вид. Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 63с.
9. Технічні данні та ціна світлодіодних ламп : веб-сайт. URL : <https://e27.com.ua> (дата звернення 18.04.2020).
10. Технічні характеристики та ціна датчиків руху : веб-сайт. URL : <https://shop.eurolamp.ua> (дата звернення 18.04.2020).
11. Облікова ставка НБУ 2020 : веб-сайт. URL : <https://index.minfin.com.ua> (дата звернення 19.04.2020).
12. ГОСТ ІЕС 60034-30-1-2016. Машины электрические вращающиеся. [Чинний від 2018-01-03]. Москва, 2017. 10 с. (Предельные значения номинального КПД для класса ІЕ3).
13. Офіційний представник Perlight Solar в Україні : веб-сайт. URL : <http://perlight.pro/> (дата звернення 20.04.2020).
14. Стаття : Як підібрати оптимальний кут нахилу і орієнтацію сонячних панелей : веб-сайт. URL : <https://joule.ua> (дата звернення 20.04.2020).
15. Постанова 25.03.2020 : Про встановлення «зелених» тарифів на електричну енергію, вироблену генеруючими установками : веб-сайт. URL : <http://www.nerc.gov.ua> (дата звернення 20.04.2020).
16. Методичні вказівки щодо організації самостійної роботи студентів спеціальності : Монтаж і експлуатація електроустаткування підприємств і цивільних споруд. Чернігівський промислово-економічний коледж. Т.В. Ліх, В.В. Олійник. 2017. 197 с.
17. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Мін буд України : Київ, 2006. 6с. Режим доступу : <https://www.sunpower.ua/cp37498-dbn-v25-28-2006-prirodne—shtuchne-osvitlennya.html>.
18. Технічні характеристики та ціна консольного світлодіодного світильника ECONOM «Rochet»: веб-сайт. URL: <https://lightprom.com.ua> (дата звернення 25.04.2020).
19. Характеристики теплового лічильника : веб-сайт. URL : <https://ectc.com.ua> (дата звернення 15.05.2020).

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

20. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 – [Чинний від 2011-11-01]. Мінрегіонбуд України. К. : Укрархбудінформ, 2011. 123 с. (Національний стандарт України)
21. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. Офіц. Вид. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 11с.
22. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6–31:2006. [Чинний від 2007–04–01]. Мінбуд України. Київ : Укрархбудінформ, 2006. 65 с. (Державні будівельні норми України).
23. Гідрохімічне очищення систем опалення: веб-сайт. URL : <https://best-buildings.com> (дата звернення 20.05.2020).Правила улаштування електроустановок [Текст] : вид.3-є, перероб. і доп. Офіц. Вид. К. : Мінпаливенерго України, 2010. 736 с.
24. ДНПАОП 63.21-1.22-07. Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт. Вид. офіц. Київ : Держнагляд охорони праці, 2007. 35с.
25. Третякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту : виготовлення та застосування : навч. посіб. Київ: Лібра, 2008. 317 с.
26. ДНПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Вид. офіц. Київ : Міністерство юстиції, 1998. 24 – 38 с.
27. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ : МОЗ України, 1999. 53 с.
28. ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів. Вид. офіц. Київ : Міністерство енергетики, 2002. 46 с.

					НТУУ 001.6106.060 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Повні характеристики сонячної панелі

Характеристика	Величина
Номінальна потужність P_{max}	260 Вт
Напруга холостого ходу V_{oc}	37,97 В
Напруга при максимальній потужності V_{mp}	30,63 В
Струм при максимальній потужності I_{mp}	8,49 А
Тип фотоелемента	Полікристалічний кремній
Розміри фотоелемента	156 x 156 мм
Кількість фотоелементів в модулі	60 шт.
Температурний коефіцієнт I_{sc}	+0,06% / °С
Температурний коефіцієнт V_{oc}	-0,34% / °С
Температурний коефіцієнт P_{max}	-0,45% / °С
Максимальна напруга системи	1000 В, DC
Обмеження по струму	15 А
Максимальна температура модуля	-40 +85 °С
Максимальна температура навколишнього середовища	-40 +60 °С
Клас вологостійкості	IP65
Кабель	2 x 0.9 м / 4 мм ²
Профіль	алюміній (анодований)
Розміри модуля	1640 x 992 x 35 мм
Маса	17,6 кг

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.6106.060 ПЗ

Арк.

98

Таблиця А.2 – Таблиця середньої сонячної інсоляції у м. Києві

Місяць	Інсоляція за день, кВт·год/м ²	Початок дня, год	Кінець дня, год	Тривалість світлового дня, год	Інсоляція за годину, кВт/м ²
Січень	1,07	8	16	8	0,134
Лютий	1,87	7	17	10	0,187
Березень	2,95	7	17	10	0,295
Квітень	3,96	7	18	11	0,36
Травень	5,25	6	19	13	0,404
Червень	5,22	6	20	14	0,375
Липень	5,22	6	21	15	0,348
Серпень	4,67	6	20	14	0,334
Вересень	3,12	7	18	11	0,284
Жовтень	1,94	7	17	10	0,194
Листопад	1,02	8	16	8	0,128
Грудень	0,86	8	16	8	0,108

Таблиця А.3 – Порівняльні характеристики інверторів

Характеристика	Victron Energy EasySolar 48/3000/35-50	Victron Energy ECOmulti 24/3000/70-50	Victron Energy Quattro 48/10000/140- 100/100
Максимальна ефективність	95%	94%	96%
Максимальна потужність при постійному струмі, кВт	6кВт	6 кВт	60 кВт
Максимальна постійна напруга	230 В	230 В	230 В
Діапазон вхідної напруги	187-265В	187-265В	187-265В
Кількість входів (вхід А / вхід Б)	6 / 1	4 / 1	6 / 1
Максимальний струм (вхід А/вхід Б)	39А	50 А	190А
Напруга змінного струму 3 / N / РЕ	230/400 В	230/400 В	230/400 В
Частота мережі / відхилення	50 Hz / 60 Hz / ± 0,1%	50 Hz / 60 Hz / ± 0,1%	50 Hz / 60 Hz / ± 0,1%
Максимальний вихідний струм	2x35А	70 А	2x100 А
Вартість, грн	57596 грн	90860 грн	145438 грн

Таблиця А.4 – Кількість генерованої енергії сонячною станцією помісячно

Характеристика Місяць року	Генерована потужність в час, кВт	Генерована потужність в день, кВт	Генерована потужність місяць, кВт
Січень	2,1	16,8	504,0
Лютий	2,1	21	630,0
Березень	2,1	21	630,0
Квітень	2,1	23,1	597,5
Травень	2,1	27,3	819,0
Червень	2,1	29,4	882,0
Липень	2,1	31,5	945,0
Серпень	2,1	29,4	882,0
Вересень	2,1	23,1	597,5
Жовтень	2,1	21	630,0
Листопад	2,1	16,8	504,0
Грудень	2,1	16,8	504,0