

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: «Розробка плану заходів з підвищення енергоефективності  
фармацевтичного підприємства»

Виконав:

студент ІV курсу, групи ОН-71

*Криворучко Станіслав Володимирович* \_\_\_\_\_

Керівник:

*к.т.н., доц. Закладний О.О.* \_\_\_\_\_

**Консультанти:**

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

(назва розділу )

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

*Охорона праці д.т.н., проф.Третьякова Л.Д.* \_\_\_\_\_

(назва розділу )

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

*Нормоконтроль ас.Прокопенко І.Д.* \_\_\_\_\_

(назва розділу )

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

**Рецензент** \_\_\_\_\_ *к.т.н., доц.Данілін О.В.* \_\_\_\_\_

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

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**

**Криворучку Станіславу Володимировичу**

**1. Тема проекту** «Розробка плану заходів з підвищення рівня

енергоефективності фармацевтичного підприємства»,

керівник проекту *к.т.н., доц. Закладний О.О.*, затверджені наказом по

університету від «27» травня 2020 р. №1353-с

**2. Термін задачі студентом закінченого проекту** «14» червня 2021 р.

**3. Вихідні дані до проекту:** результати енергетичного аудиту

фармацевтичного підприємства.

**4. Перелік розділів, які мають бути розроблені**

а) енергетична ефективність постачання та використання електричної енергії: - Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті;

б) енергетичний аудит системи теплопостачання: - Визначення рівня енергетичної ефективності будівлі та заходів з її підвищення;

в) охорона праці та пожежної безпеки: - Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях під час модернізації системи вентиляції.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк. 2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	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 об'єкту.
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 «17» травня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання дипломного проекту

студентом Криворучком Станіславом Володимировичем

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
	Загальний опис об'єкту	20.05.-26.05.21	
	Розрахунок електричної частини	20.05.-26.05.21	
	Розрахунок теплової частини	27.05.-31.05.21	
	Розрахунок впровадження ВДЕ	27.05.-31.05.21	
	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	01.06.-05.06.21	
	Підготовка графічного матеріалу	05.06.-07.06.21	
	Захист дипломного проекту	18.06.21	

Студент

С.В. Криворучко

Керівник проекту

О.О. Закладний

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з чотирьох розділів, пояснювальна записка містить 98 сторінок основного тексту. В основному тексті роботи наведено 12 ілюстрацій, 43 таблиць та 14 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Мета проекту полягала у підвищенні рівня енергоефективності фармацевтичного підприємства Економічний ефект від наведених варіантів модернізації є достатнім, на що вказують невеликі терміни окупності.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ, ТЕПЛОВА ЕНЕРГІЯ, ЗАХІД  
З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ,  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ВИТРАТИ, ВТРАТИ, ЕКОНОМІЯ,  
СПОЖИВАННЯ.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

The explanatory note to the diploma project consists of four sections, the explanatory note contains 98 pages of the main text. The main text of the work contains 12 illustrations, 43 tables and 14 bibliographic names according to the list of references.

The aim of the project was to increase the level of energy efficiency of the pharmaceutical plant. The economic effect of the above modernization options is sufficient, as indicated by the short payback period.

Key words: ELECTRICITY, THERMAL ENERGY, MEASURE TO INCREASE THE LEVEL OF ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, COSTS, LOSSES, ECONOMY.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ, ТЕРМІНІВ

ГВП – гаряче водопостачання;

ТМ – трансформатор масляний;

ДСТУ – державний стандарт України;

ДБН – державні будівельні норми;

Зх – Захід

ККД – коефіцієнт корисної дії

Пд – Південь

ПДВ - податок на додану вартість

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси

Пн – Північ

Сх – Схід

LED – світлодіодні лампи;

IRR – внутрішня норма рентабельності

NPV – чистий дисконтований дохід

NPVq – коефіцієнт чистого дисконтованого доходу

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>10</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ .....</b>	<b>12</b>
1.1 Короткий опис об'єкту .....	12
1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки .....	13
1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки .....	15
1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР .....	17
1.5 Характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності ....	17
Висновки до розділу 1. ....	17
<b>2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ .....</b>	<b>18</b>
2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз.....	18
2.2 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії .....	19
2.4 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення (цеху, приміщення).....	32
2.5. Оцінка завантаженості ТП (ввідних кабельних ліній) .....	33
2.6. Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту.....	33
2.7 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі .....	33
2.8 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті.....	35
2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії.....	35
Висновок до розділу 2 .....	42
<b>3 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ.....</b>	<b>44</b>
3.1 Системи паливо- та теплопостачання об'єкта та їх аналіз.....	44
3.2. Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії .....	48
3.3. Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту (будівлі, цеху) .....	48
3.4. Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі об'єкту.....	59
3.5. Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту.....	59

										НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
											7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3.6. Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі .....	60
3.7. Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії та стану систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті.....	67
3.8. Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії.....	67
<b>Висновки до розділу 3 .....</b>	<b>76</b>
<b>4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ .....</b>	<b>77</b>
4.1 Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020 .....	77
4.2 Визначення базового рівня споживання електроенергії та показника(ів) енергоефективності на рівні всього об'єкту.....	79
4.3 Представлення «Енергетичної політики» підприємства.....	80
4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності, запропонованих в розділах 2 та 3.....	82
Висновки до розділу 4 .....	84
<b>5 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....</b>	<b>85</b>
5.1 Розрахунок сонячної інсоляції.....	85
5.2 Розрахунок навантаження на гаряче водопостачання .....	86
5.3 Розрахунок економічних показників реалізації заходу .....	87
Висновки до розділу 5 .....	88
<b>6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ .....</b>	<b>89</b>
6.1 Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання .....	89
6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт.....	90
6.3 Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях .....	91
6.4 Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків.....	92
6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці .....	92
6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек.....	93
6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів .....	94
6.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації.....	95
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>97</b>

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 98**

**ДОДАТКИ..... 99**

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підис</i>	<i>Дата</i>		

## ВСТУП

Сьогодні промисловість України переживає складні часи. Обсяги випуску продукції впали більш ніж в два рази. Багато підприємств припинили роботу. Причинами цього стали: розриви економічних зв'язків між країнами СНД, орієнтація українських виробників на задоволення попиту колишніх союзних республік; вплив дешевих товарів з-за кордону; здебільшого застосування морально і фізично застарілих технологій і устаткування.

Основні пріоритети розвитку підприємства:

- а) сучасне устаткування;
- б) молоді кваліфіковані кадри.

Практика перетворення в Східній Європі, а особливо в Німеччині показала, що позитивні результати дає не пристосування і реконструкція малими витратами наявного устаткування, будинків, споруджень, технологічних ліній до нових технологій, а корінна реконструкція аж од побудови нових цехів.

Дипломний проект передбачає визначення витрат, теплової та електричної енергії на фармацевтичному підприємстві.

Особлива роль приділяється економії води, теплової та електричної енергії. Питанню автоматизації електропривода насосів котельні на базі присвячується спеціальна частина даного проекту.

Основним інструментом скорочення споживання і підвищення ефективності використання енергії на промислових підприємствах є енергетичний менеджмент.

Енергетичний менеджмент – це система управління, що базується на проведенні типових замірів і перевірок, що забезпечують таку роботу підприємства, при якій споживається тільки необхідна для виробництва кількість енергії. Це інструмент управління підприємства, який забезпечує постійне дослідження і інформацію про розподіл і умови споживання енергоресурсів на підприємстві, а також про оптимальне використання

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергоресурсів як для виробництва, так і для потреб опалення і інших виробничих потреб.

Основною метою енергоменеджменту є забезпечення найефективніших шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії підприємства на окремих етапах його розвитку. При цьому енергоменеджмент повинен являти собою ефективну та стійку працюючу систему, яка забезпечує рішення головної мети.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

## 1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом дослідження даного дипломного проекту є фармацевтичне підприємство, який розташований в м. Києві.

Стратегічним напрямком розвитку підприємства стала розробка та виробництво готових лікарських форм: таблеток, капсул, драже, препаратів у флаконах, ампулах, тубах тощо. Підприємство досить швидко зуміло переорієнтуватися до роботи в умовах нових ринкових відносин. Ставши першопрохідником нових форм господарювання, колектив підприємства одразу ж збагнув: без розвитку й оновлення виробництва конкуренції не здолати. Тож серйозно зайнялися маркетингом, підвищенням кваліфікації кадрів, впровадженням новітнього обладнання й нових технологій.

Реорганізація виробництва успішно здійснена, незважаючи на складну макроекономічну ситуацію в Україні. Якщо на початку 1992 року підприємство випускало тільки 5 найменувань готових лікарських засобів, то сьогодні асортимент продукції складається майже зі 100 найменувань і щорічно збільшується на 15-20 нових найменувань. За весь період переорієнтації підприємства на випуск готових лікарських засобів підприємство не втратило обсягів виробництва і, на ньому не відбулося скорочення робочих місць, а також підприємство не мало і не має заборгованості по заробітній платі. У фармацевтичній галузі України даний об'єкт дослідження впевнено посідає провідне місце на протязі останніх 7-и років і забезпечує 10% обсягу виробництва лікарських засобів. Понад 11% виготовленої на підприємстві продукції відправляється на експорт у Росію, СНД, держави Балтії, Болгарію, Польщу.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Криворучко С.В.			Загальний опис об'єкту	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Закладний О.О.					12	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-72		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

## 1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

Основним видом діяльності підприємства є виробництво та оптова реалізація синтетичних субстанцій, готових лікарських засобів у вигляді таблеток, драже, ін'єкційних засобів в ампулах та флаконах, розчинів та рідин у флаконах та ампулах, екстрактів, мазей.

Номенклатура продукції охоплює такі розділи медицини, як кардіологію, рентгенологію, алергологію, ендокринологію та ін., а також хімічні продукти і напівпродукти для синтезу субстанцій. За останні 7 років значно розширено номенклатуру продукції – освоєно виробництво майже 100 найменувань нових ліків, більш як у сім разів збільшили обсяги виробництва, створили 170 додаткових робочих місць.

За цей час до бюджету усіх рівнів перераховано майже 60 мільйонів гривень. Підприємство має обсяг виробництва продукції на 110 млн.грн. на рік (\$22 000 000). Забезпечує 12% загального обсягу виробництва вітчизняних лікарських препаратів. Експортує 25% виготовленої продукції.

Щороку засвоює випуск у середньому 20 нових найменувань продукції.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

Таблиця 1.1 - Обсяг продукції підприємства, тис. грн.

Місяці	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
I	4745	9561	14029
II	4835	11608	11013
III	7032	12515	15046
IV	7118	11316	13467
V	5576	12518	14897
VI	6159	10270	12223
VII	5070	10920	12996
VIII	4813	8544	10168
IX	7055	11758	13993
X	7850	12528	
XI	8461	15420	
XII	8496	14054	
<b>Всього</b>	<b>77210</b>	<b>141012</b>	–
<b>в т.ч. 9 міс.</b>	<b>52403</b>	<b>99010</b>	<b>117832</b>
Позначення на графіках	① - ▲	② - ●	③ - ■

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

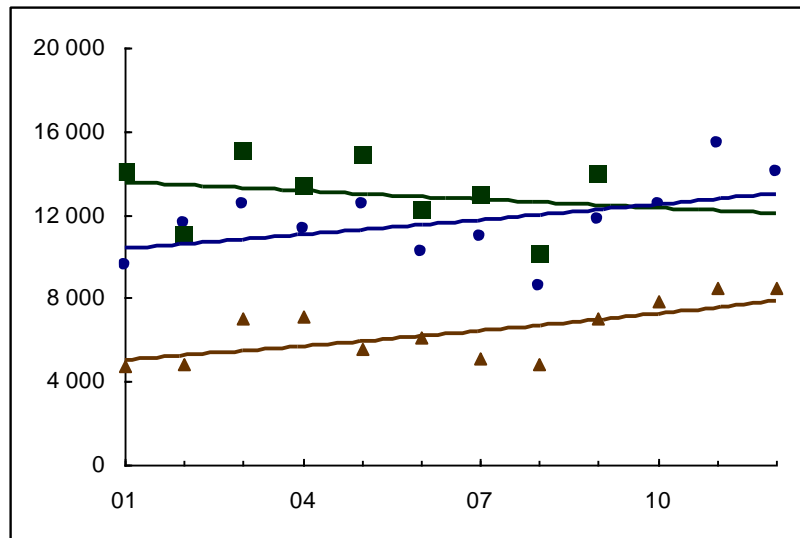


Рисунок .1.1 - Обсяг продукції підприємства за 2017, 2018 і 2019 роки

### 1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки

На підприємстві використовуються первинні види енергії, які закупаються у місцевих енергопостачальних організацій у вигляді електричної енергії, природного газу, води. Теплова енергія виробляється у власній котельні.

Таблиця 1.3 - Споживання енергоресурсів підприємством

Назва енергоресурсів	Одиниця виміру	Фактичні значення		
		2017 рік	2018 рік	2019 рік
Електроенергія	тис.кВт год	6570,63	7423,578	7619,744
	тис.грн.	1077,583	1217,467	1249,64
Питна вода	тис.м <sup>3</sup>	438,5	495	203,5
	тис.грн.	357,816	403,92	166,056
Природний газ	тис.м <sup>3</sup>	5089	5028	2793
	тис.грн.	1679,37	1659,24	921,69



## 1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

Таблиця 1.5 – Тарифи на енергоресурси за останні 3 роки

Вид енергоресурсу	Природний газ	Електроенергія	Питна вода
Розмірність	грн./м <sup>3</sup>	грн./кВт*год	грн./м <sup>3</sup>
2017	4,8	2,2	9,122
2018	5,2	2,58	11,278
2019	5,7	3,6	13,344

## 1.5 Характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

Дані про попередню діяльність об'єкту у сфері енергоефективності відсутні.

### Висновки до розділу 1.

Даний фармацевтичне підприємство є провідним виробником ліків в Україні. Обсяг виробленої продукції зростає з року в рік. Споживання енергоресурсів теж має тенденцію до зростання, за виключенням природного газу.

Наявна власна котельня.

## 2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТИ

### 2.1 Схема електропостачання об'єкта та її аналіз

#### Характеристика джерела живлення

На фармацевтичне підприємство подається напруга 10 кВ через кабельні лінії від:

- ПС "Подільська" (2·10 кВ);
- КТП-1857 (2·10 кВ);
- КТП-768 (2·10 кВ).

На території підприємства знаходиться три трансформаторні підстанції.

- ТП-61-0,4кВ з двома трансформаторами по 1000 кВА;
- ТП-2-0,4кВ з двома трансформаторами по 1000 кВА;
- КТП-1 і КТП-2 з трансформаторами: 2 по 1000 кВА і 2 по 1600 кВА.

Від ТП-61-0,4кВ живляться: цех №2 корпус 1, насосна станція, повітряно- компресорна станція, комерційний центр, освітлення складу біля цеху №2 корпусу 1, градирня, зовнішнє освітлення.

Від КТП-1 живляться: цех №3 (лінія виготовлення корвалолу), цех №2 корпус 5, котельна, АБК, терміна.

Від КТП – 2 живляться: цех №3 (лінія нафтизину, корвалолу, ампульне виробництво), ГЛС, ремонтно-механічний цех, компресорна станція, цех №4 (Ботелпак, ампульне виробництво ,валідол).

Від ТП-2-0,4 кВ живляться: склади (ангари), ЦОС, насосна станція пожежотушіння, цех №2 корпус 7, ампульне виробництво (спортзал), РМЦ,

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Криворучко С.В.			Аналіз ефективності використання електричної енергії на об'єкті	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Закладний О.О.					18	25
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-72		
Н. Контр.		Прокопенко І.Д.						
Затвер.								

На КТП-1 знаходяться два масляні трансформатори ТМ потужністю 1600 кВА та 1000 кВА. На КТП-2 – два масляні трансформатори потужністю 1000 кВА та 1600 кВА.

Секції шин низької напруги трансформаторних підстанцій можуть бути з'єднані секційним вимикачем. Захист трансформаторів від КЗ та перенавантажень по низькій стороні виконано автоматичними вимикачами ВА55-41. По високій напрузі трансформатори обладнано автоматичними вимикачами ВН-11.

На виробничу ділянку підприємства здійснюється електропостачання від 8 трансформаторів (однолінійна схема електроспоживання представлена на рисунку на листі А1):

- ТМ -1000/10 (6 шт.) з параметрами:  $S_H=1000$  кВА,  $U_{ВН}=10$  кВ,  $U_{НН}=0,4$  кВ,  $P_{ХХ}=1550$  Вт,  $P_{КЗ}=10800$  Вт,  $U_{КЗ}=5,5$  %,
- ТМ-1600/10 (2 шт.) з параметрами:  $S_H=1600$  кВА,  $U_{ВН}=10$  кВ,  $U_{НН}=0,4$  кВ,  $P_{ХХ}=2050$  Вт,  $P_{КЗ}=16000$  Вт,  $U_{КЗ}=6,0$ %.

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

Склад електротехнічного обладнання цеху наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Електротехнічне обладнання цеху №3

Назва обладнання	$P_n$ , кВт
Реактор для приготування розчину Р-3 1,2	6,0
Машина для миття кришок і пробок ГФ – 7	1,8
Дозувально – розливна машина ГФ – 10 1,2	6,0
Сушарка СШ – 8	3,0
Машина для вдавлювання пробок-капельниць ГФ – 11 1,2	6,0
Автоматична миюча машина з сушильним стерилізаційним тунелем	1,8
Машина для укупорки ковпачками, що нагвинчуються ГФ – 12 1,2	6,0
Машина для флаконів у пачки ГФ – 14 1,2	6,0

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Продовження таблиці 2.1

Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>2</sub>	7,0
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>3</sub> , ГФ – 4041 <sub>4</sub>	2,0
Машина для упаковки пачок в термоусадочну плівку ГФ – 16 <sub>1,2</sub>	1,5
Вентилятор: В - 1 , тип двигуна 2В112М-472	4,5
Вентилятор: В - 2 , тип двигуна ВА052-672	7,5
Вентилятор: В - 6 , тип двигуна 4А80А4	1,1
Вентилятор: В - 16 , тип двигуна 2В132М-672,5	15,0
Вентилятор: П - 1 , тип двигуна 2816 – У3	30,0
Дозувально – розливна машина ГФ – 10 <sub>3</sub>	0,52
Машина для вдавлювання пробок-капельниць ГФ – 11	3,0
Автоматична миюча машина з сушильним стерилізаційним тунелем ГФ – 9	0,9
Етикетувальна машина Гф – 13 <sub>1,2,3</sub>	9,0
Реактор для приготування розчину Р - 44	1,0
Машина для миття флаконів ГФ -10 (2 шт.)	1,2
Дозувально – розливна машина ГФ – 11	1,04
Машина для миття резинових пробок ГФ -7	3,0
Машина закаточна ГФ – 13 <sub>1-10</sub>	6,0
Стерилізатор ГФ – 57, 59	4,4
Центробіжний насос Н – 60	3,5
Етикетувальна машина ГФ – 14 (2 шт.)	2,2
Машина для нанесення надпису на етикетки ГФ – 17	1,5
Машина для упаковки флаконів у пачки ГФ – 15 <sub>1,2</sub>	12,0
Машина для упаковки пачок в термоусадочну плівку ГФ – 20 <sub>1,2</sub>	10,0
Вентилятор: В - 3, тип двигуна КОМ	1,5
Вентилятор: В - 10, тип двигуна КОМ 21 – 4	1,7
Вентилятор: В - 11, тип двигуна КОМ	7,5
Вентилятор: В – 2, тип двигуна 2В112М-472,5 (2 шт.)	9,0
Вентилятор: В – 1, тип двигуна ВА052-652	7,5
Вентилятор: В - 16, тип двигуна 2В132М-672,5	15,0
Вентилятор: В – 6, тип двигуна 4А80А4	1,1
Вентилятор: В – 10, тип двигуна КОМ 21-4	1,7
Вентилятор: В – 18, тип двигуна КОМ 21-6 (2 шт.)	15,0
Вентилятор: В – 22, тип двигуна ВА0 51-4	7,5

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Продовження таблиці 2.1

Вентилятор: В – 30, тип двигуна ВА041-4У3	4,0
Вентилятор: В - 73, тип двигуна ВА042-6	7,5
Насос для циркуляції води для ін'єкцій Н – 3002	17,0
Реактор для приготування розчинів Р – 3008, 3009	0,36
Насос перистальтичний Н -3007, 3014	1,5
Сушильно-стерилізаційний тунель ГФ -3024 <sub>2</sub>	8,0
Машина для заповнення і запайки ампул ГФ – 3024 <sub>3</sub>	0,6
Насос для подачі води у стерилізатор ГФ – 3027	17,0
Автоматична лінія для пакування ампул у пачки ГФ – 3029	2,2
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 3030 <sub>1</sub>	5,0
Автомат для виготовлення і наповнення пачок ГФ – 3030 <sub>2</sub>	7,0
Автоматична машина для формування картонних упаковок ГФ-3030 <sub>3</sub>	1,5
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 3030 <sub>4</sub>	0,5
Насос для подачі вхідної води на систему очистки	1,0
Насос центробіжний для подачі очищеної води на систему очистки	0,7
Реактор для приготування розчинів Р – 3036 <sub>1</sub>	1,0
Машина для миття ампул ГФ – 2025	3,0
Насос центробіжний Н – 1015	1,0
Насос центробіжний Н – 1018	4,0
Насос перистальтичний Н – 2001	0,075
Реактор для приготування розчину Р – 2006	0,18
Стерилізатор паровий ГФ – 2028	0,6
Сушарка СШ – 2020	3,0
Машина для маркування ампул ГФ – 3032	2,2
Автомат для нанесення етикеток ГФ – 3030 <sub>1</sub>	5,0
Автомат для виготовлення пачок ГФ – 3030 <sub>2</sub>	7,0
Автоматична машина для формування картонних пачок ГФ – 3030 <sub>3</sub>	1,5
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 3030 <sub>4</sub>	0,5
Насос центробіжний Н – 1015	1,0
Насос центробіжний Н – 1021	1,1
Реактор Р – 1031 <sub>1,2</sub>	1,1
Миюча машина ГФ – 1045 <sub>1</sub>	3,0
Сушильно-стерилізаційний тунель ГФ – 1045 <sub>2</sub>	16,0

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		21

## Продовження таблиці 2.1

Машина для заповнення і запайки ампул ГФ – 1045 <sub>3</sub>	0,5
Стерилізатор паровий ГФ – 2028	0,6
Машина для маркування ампул ГФ – 2032	2,2
Машина для нанесення етикетки ГФ – 060 <sub>1</sub>	5,0
Автомат для виготовлення і наповнення картонних пачок ГФ – 060 <sub>2</sub>	7,0
Автоматична машина для формування картонних пачок ГФ – 060 <sub>3</sub>	1,5
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 060 <sub>4</sub>	0,5
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>1</sub>	5,0

### 2.3 Повірений розрахунок навантаження об'єкту (будівлі, цеху)

Розрахунок проведемо для цеху №3.

Згідно довідникової літератури [1f] сумарне активне навантаження знайдемо за формулою:

$$P_{н.сум.} = P_n \cdot n, \text{кВт}, \quad (2.1)$$

де  $P_n$  - номінальна потужність одного електроприймача, кВт;

$n$  - кількість електроприймачів, шт.

Отже, підставивши значення в формулу (2.1) отримаємо:

$$P_{н.сум.} = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{кВт}.$$

Середня потужність групи знаходиться за формулою (2.2):

$$P_{вст.} = P_{н.сум.} \cdot k_{\phi}, \text{кВт}, \quad (2.2)$$

де  $k_{\phi}$  - коефіцієнт використання встановленої потужності.

Підставивши відповідні значення в формулу (2.2), отримуємо:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		22

$$P_{cp.} = 0,8 \cdot 1,8 = 1,44 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність групи електроприймачів знаходиться за формулою:

$$P_{p.} = \sum_{i=1}^n P_{cp.} \cdot k_p, \text{ кВт,} \quad (2.3)$$

де  $\sum_{i=1}^n P_{cp.}$  - сума середніх потужностей всього обладнання, кВт;

$k_p$  - коефіцієнт розрахункового навантаження, який визначається в залежності від ефективного числа електроприймачів.

Визначимо ефективне число електроприймачів  $n_e$ :

$$m = \frac{P_{n.\max}}{P_{n.\min}}, \quad (2.4)$$

де  $P_{n.\max}$  - найбільша потужність електроприймача, кВт;

$P_{n.\min}$  - найменша потужність електроприймача, кВт.

Якщо  $m \leq 3$ , то  $n_e = n$ , а якщо  $m > 3$ , то:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_n}{P_{n.\max}}. \quad (2.5)$$

Отже, для технологічного обладнання отримаємо:

$$m = \frac{30}{0,5} = 60.$$

Оскільки  $m > 3$ , то  $n_e$  розраховується за формулою (2.5):

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$n_e = \frac{2 \cdot 373,4}{30} = 24,9 \approx 25.$$

З довідкових таблиць [2] в залежності від  $n_e$  та  $k_e$  визначаємо  $k_p = 1,11$ .

Отже, розрахункова потужність технологічного обладнання:

$$P_p = 222,725 \cdot 1,055 = 234,975 \text{ кВт.}$$

У таблиці 2.2. представлено отримані результати після розрахунку для допоміжного обладнання, виконаний за допомогою програмного продукту MS Excel.

Таблиця 2.2 - Розрахунок навантаження об'єкта

Електроспоживаюче обладнання	Кількість однієї години працюючого обладнання	Встановлена потужність одиниці обладнання, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Середня потужність, кВт	$n_e$	$K_p$	$P_p$ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
Машина для миття кришок і пробок ГФ – 7	1	1,8	0,8	1,44			
Дозувально – розливна машина ГФ – 10 <sub>1,2</sub>	1	6,0	0,7	4,2			
Сушарка СШ – 8	1	3,0	0,8	2,4			
Машина для вдавлювання пробок-капельниць ГФ – 11 <sub>1,2</sub>	1	6,0	0,7	4,2			
Автоматична миюча машина з сушильним стерилізаційним тунелем	1	1,8	0,8	1,44			
Машина для укупорки ковпачками, що нагвинчуються ГФ – 12 <sub>1,2</sub>	1	6,0	0,8	4,8			
Машина для флаконів у пачки ГФ – 14 <sub>1,2</sub>	1	6,0	0,8	4,8			
Машина для упаковки пачок в термоусадочну плівку ГФ – 16 <sub>1,2</sub>	1	1,5	0,8	1,2			
Вентилятор: В - 1, тип двигуна 2В112М-472	1	4,5	0,5	2,25			
Вентилятор: В - 2, тип двигуна ВАО52-672	1	7,5	0,8	6			

## Продовження таблиці 2.2

Вентилятор: В - 6 , тип двигуна 4А80А4	1	1,1	0,8	0,88			
Вентилятор: В - 16 , тип двигуна 2В132М-672,5	1	15,0	0,8	12			
Вентилятор: П - 1 , тип двигуна 2816 – У3	1	30,0	0,8	24			
Дозувально – розливна машина ГФ – 10 <sub>3</sub>	1	0,52	0,8	0,416			
Машина для вдавлювання пробок-капельниць ГФ – 11	1	3,0	0,8	2,4			
Автоматична миюча машина з сушильним стерилізаційним тунелем ГФ – 9	1	0,9	0,7	0,63			
Етикетувальна машина Гф – 13 <sub>1,2,3</sub>	1	9,0	0,6	5,4			
Реактор для приготування розчину Р - 44	1	1,0	0,8	0,8			
Машина для миття флаконів ГФ - 10 (2 шт.)	2	1,2	0,8	1,92			
Дозувально – розливна машина ГФ – 11	1	1,04	0,7	0,728			
Машина для миття резинових пробок ГФ -7	1	3,0	0,8	2,4			
Машина закаточна ГФ – 13 <sub>1-10</sub>	1	6,0	0,7	4,2			
Стерилізатор ГФ – 57, 59	1	4,4	0,8	3,52			
Центробіжний насос Н – 60	1	3,5	0,8	2,8			
Етикетувальна машина ГФ – 14 (2 шт.)	2	2,2	0,8	3,52			
Машина для нанесення надпису на етикетки ГФ – 17	1	1,5	0,8	1,2			
Машина для упаковки флаконів у пачки ГФ – 15 <sub>1,2</sub>	1	12,0	0,5	6			
Машина для упаковки пачок в термоусадочну плівку ГФ – 20 <sub>1,2</sub>	1	10,0	0,8	8			
Вентилятор: В - 3, тип двигуна КОМ	1	1,5	0,8	1,2			
Вентилятор: В - 10, тип двигуна КОМ 21 – 4	1	1,7	0,8	1,36			
Вентилятор: В - 11, тип двигуна КОМ	1	7,5	0,8	6			
Вентилятор: В – 2, тип двигуна 2В112М-472,5 (2 шт.)	2	9,0	0,8	14,4			
Вентилятор: В - 16, тип двигуна 2В132М-672,5	1	15,0	0,7	10,5			
Вентилятор: В – 6, тип двигуна 4А80А4	1	1,1	0,6	0,66			
Вентилятор: В – 10, тип двигуна КОМ 21-4	1	1,7	0,8	1,36			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата

НТУУ 001.7205.080 ПЗ

Арк.

25

Продовження таблиці 2.2

Вентилятор: В – 18, тип двигуна КОМ 21-6 (2 шт.)	2	15,0	0,8	24			
Вентилятор: В – 22, тип двигуна ВА0 51-4	1	7,5	0,7	5,25			
Вентилятор: В – 30, тип двигуна ВА041-4У3	1	4,0	0,8	3,2			
Вентилятор: В - 73, тип двигуна ВА042-6	1	7,5	0,7	5,25			
Насос для циркуляції води для ін'єкцій Н – 3002	1	17,0	0,8	13,6			
Реактор для приготування розчинів Р – 3008, 3009	1	0,36	0,8	0,288			
Насос перистальтичний Н -3007, 3014	1	1,5	0,8	1,2			
Сушильно-стерилізаційний тунель ГФ -3024 <sub>2</sub>	1	8,0	0,8	6,4			
Машина для заповнення і запайки ампул ГФ – 3024 <sub>3</sub>	1	0,6	0,5	0,3			
Насос для подачі води у стерилізатор ГФ – 3027	1	17,0	0,8	13,6			
Автоматична лінія для пакування ампул у пачки ГФ – 3029	1	2,2	0,8	1,76			
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 3030 <sub>1</sub>	1	5,0	0,8	4			
Автомат для виготовлення і наповнення пачок ГФ – 3030 <sub>2</sub>	1	7,0	0,8	5,6			
Автоматична машина для формування картонних упаковок ГФ-3030 <sub>3</sub>	1	1,5	0,8	1,2			
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 3030 <sub>4</sub>	1	0,5	0,8	0,4			
Насос для подачі вхідної води на систему очистки	1	1,0	0,7	0,7			
Насос центробіжний для подачі очищеної води на систему очистки	1	0,7	0,6	0,42			
Реактор для приготування дезрозчинів Р – 3036 <sub>1</sub>	1	1,0	0,8	0,8			
Машина для миття ампул ГФ – 2025	1	3,0	0,8	2,4			
Насос центробіжний Н – 1015	1	1,0	0,7	0,7			
Насос центробіжний Н – 1018	1	4,0	0,8	3,2			
Насос перистальтичний Н – 2001	1	0,075	0,7	0,0525			
Реактор для приготування розчину Р – 2006	1	0,18	0,8	0,144			
Стерилізатор паровий ГФ – 2028	1	0,6	0,8	0,48			
Сушарка СШ – 2020	1	3,0	0,8	2,4			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.7205.080 ПЗ

Арк.

26

Продовження таблиці 2.2

Машина для маркування ампул ГФ – 3032	1	2,2	0,8	1,76			
Автомат для нанесення етикеток ГФ – 3030 <sub>1</sub>	1	5,0	0,5	2,5			
Автомат для виготовлення пачок ГФ – 3030 <sub>2</sub>	1	7,0	0,8	5,6			
Автоматична машина для формування картонних пачок ГФ – 3030 <sub>3</sub>	1	1,5	0,8	1,2			
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 3030 <sub>4</sub>	1	0,5	0,8	0,4			
Насос центробіжний Н – 1015	1	1,0	0,8	0,8			
Насос центробіжний Н – 1021	1	1,1	0,8	0,88			
Реактор Р – 1031 <sub>1,2</sub>	1	1,1	0,8	0,88			
Миюча машина ГФ – 1045 <sub>1</sub>	1	3,0	0,7	2,1			
Сушильно-стерилізаційний тунель ГФ – 1045 <sub>2</sub>	1	16,0	0,6	9,6			
Машина для заповнення і запайки ампул ГФ – 1045 <sub>3</sub>	1	0,5	0,8	0,4			
Стерилізатор паровий ГФ – 2028	1	0,6	0,8	0,48			
Машина для маркування ампул ГФ – 2032	1	2,2	0,7	1,54			
Машина для нанесення етикетки ГФ – 060 <sub>1</sub>	1	5,0	0,8	4			
Автомат для виготовлення і наповнення картонних пачок ГФ – 060 <sub>2</sub>	1	7,0	0,7	4,9			
Автоматична машина для формування картонних пачок ГФ – 060 <sub>3</sub>	1	1,5	0,8	1,2			
Автомат для пакування пачок у коробки ГФ – 060 <sub>4</sub>	1	0,5	0,8	0,4			
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>1</sub>	1	5,0	0,8	4			
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>2</sub>	1	7,0	0,8	5,6			
Автомат для нанесення етикетки ГФ – 4041 <sub>3</sub> , ГФ – 4041 <sub>4</sub>	1	2,0	0,5	1			
Всього					25	1,11	381,6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Добовий графік активного та реактивного навантаження

Дані про споживання електричної енергії цехом за зимові та літні місяці.

Дані щодо споживання активної енергії за 05.12.2019 року та 02.06.2014 року наведено у таблиці 2.3 та таблиці 2.4 відповідно.

Таблиця 2.3 - Споживання електричної енергії за 05.12.2019

Години доби	$\sum P_a, \text{кВт}\cdot\text{год}$
00:00-01:00	1097,40
01:00-02:00	1128,00
02:00-03:00	1124,00
03:00-04:00	1128,20
04:00-05:00	1102,40
05:00-06:00	1091,00
06:00-07:00	1112,40
07:00-08:00	1284,00
08:00-09:00	1460,60
09:00-10:00	1740,40
10:00-11:00	1855,60
11:00-12:00	1783,80
12:00-13:00	1771,20
13:00-14:00	1712,60
14:00-15:00	1732,40
15:00-16:00	1785,80
16:00-17:00	1679,60
17:00-18:00	1574,40
18:00-19:00	1475,20
19:00-20:00	1425,40
20:00-21:00	1409,60
21:00-22:00	1293,20
22:00-23:00	1254,00
23:00-24:00	1143,20
За добу	34164,40

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.4 - Споживання електричної енергії за 02.06.2019

Години доби	$\sum P_{a, кВт \cdot год}$
00:00-01:00	1443,00
01:00-02:00	1358,20
02:00-03:00	1283,60
03:00-04:00	1191,40
04:00-05:00	1200,60
05:00-06:00	1159,60
06:00-07:00	1142,60
07:00-08:00	1316,00
08:00-09:00	1594,00
09:00-10:00	1614,40
10:00-11:00	1680,80
11:00-12:00	1573,60
12:00-13:00	1537,20
13:00-14:00	1560,00
14:00-15:00	1602,40
15:00-16:00	1571,40
16:00-17:00	1515,40
17:00-18:00	1574,40
18:00-19:00	1468,00
19:00-20:00	1412,60
20:00-21:00	1431,80
21:00-22:00	1174,00
22:00-23:00	1036,60
23:00-24:00	1064,20
За добу	33505,80

На рисунку 2.1 та на рисунку 2.2 наведенні добові графіки електричного навантаження підприємства за 05.12.19 року та за 02.06.19 року відповідно.

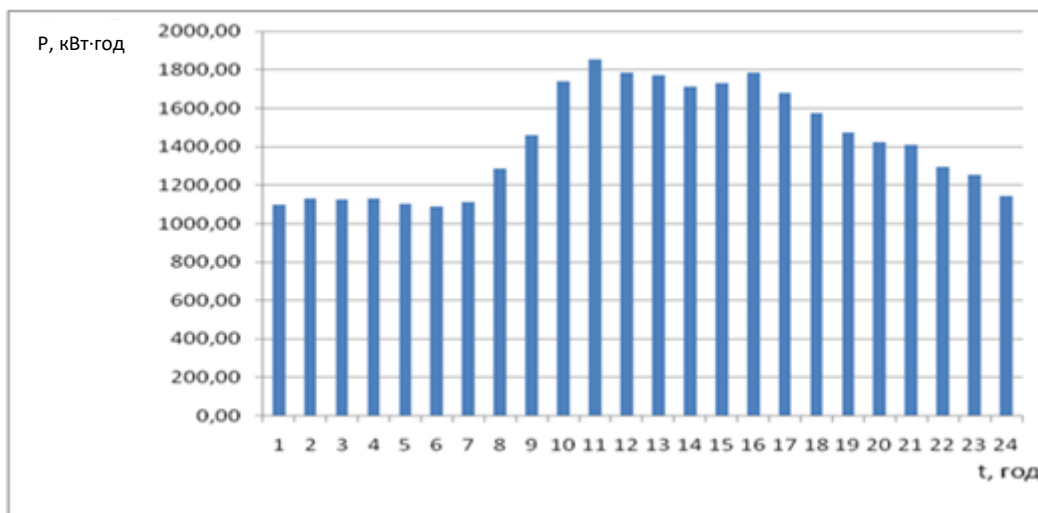


Рисунок 2.1 - Добовий графік навантаження за 05 грудня 2019 року

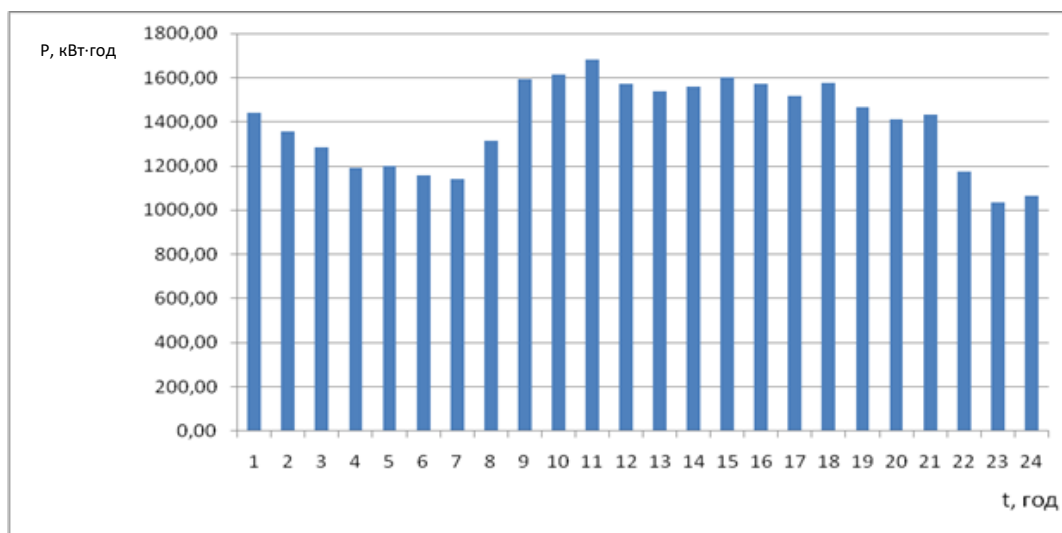


Рисунок 2.2 - Добовий графік навантаження за 02 червня 2019 року

## Динаміка споживання активної енергії

Данні про річне споживання електроенергії фармацевтичним підприємством за 2017-2019 роки зведемо до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Споживання підприємством електроенергії з 2017 по 2019 роки

Місяць	2017р.		2018р.		2019р.	
	Кількість спожитої енергії <i>кВт год/міс</i>	Сума <i>грн/міс</i>	Кількість спожитої енергії <i>кВт год/міс</i>	Сума <i>грн/міс</i>	Кількість спожитої енергії <i>кВт год/міс</i>	Сума <i>грн/міс</i>
1	2	3	4	5	6	7
Січень	1756416,8	918781,63	1765342,4	1002361,41	1735486,40	1196791,42
Лютий	1634256,6	854879,63	1635245	951712,59	1603475,50	1161076,61
Березень	1678423,4	877983,28	1657483,2	964655,22	1692978,00	1240106,39
Квітень	1675914	876670,61	1655345	963410,79	1657894,90	1238613,28
Травень	1678345,7	877942,64	1687345	1030967,80	1647345,60	1239627,56
Червень	1673451,2	875382,32	1675673,4	1046458,04	1638486,80	1244758,42
Липень	1679841,4	878725,04	1673459,9	1068169,45	1671452,20	1269802,24
Серпень	1675342,9	876371,87	1672365,9	1087539,54	1671541,50	1269870,08
Вересень	1668453,6	872768,08	1672347,9	1109101,13	1672342,60	1270478,67
Жовтень	1765934,7	923760,44	1699375,5	1165771,59	1704573,20	1294964,26
Листопад	1678345,5	920740,34	1673488,4	1148013,04	1729845,60	1379724,85
Грудень	1783976,3	988322,87	1745987,5	1197747,43	1744562,90	1404722,05
<b>ВСЬОГО</b>	<b>20348702,1</b>	<b>10742328,75</b>	<b>20213459,1</b>	<b>12735908,4</b>	<b>20169985,2</b>	<b>15210535,83</b>





Таблиця 2.7- Співвідношення річного споживання активної енергії споживачами

Статті балансу	Обсяги електричної енергії, кВт·год/рік	Частка від надходження, %
<b>Надходження (всього спожито електроенергії):</b>	1332663	<b>100</b>
у тому числі:		
На технологічні потреби	207533,2	15,57282
Виробництво та транспортування тепла	102302,2	7,676524
Внутрішнє та зовнішнє освітлення виробничих цехів	85783	6,436961
Вентиляція та кондиціонування виробничих цехів	397792	29,84941
Холодопостачання	286740	21,51632
Втрати в лініях і трансформаторах	47806,4	3,587284
Водопостачання	204706,6	15,36072

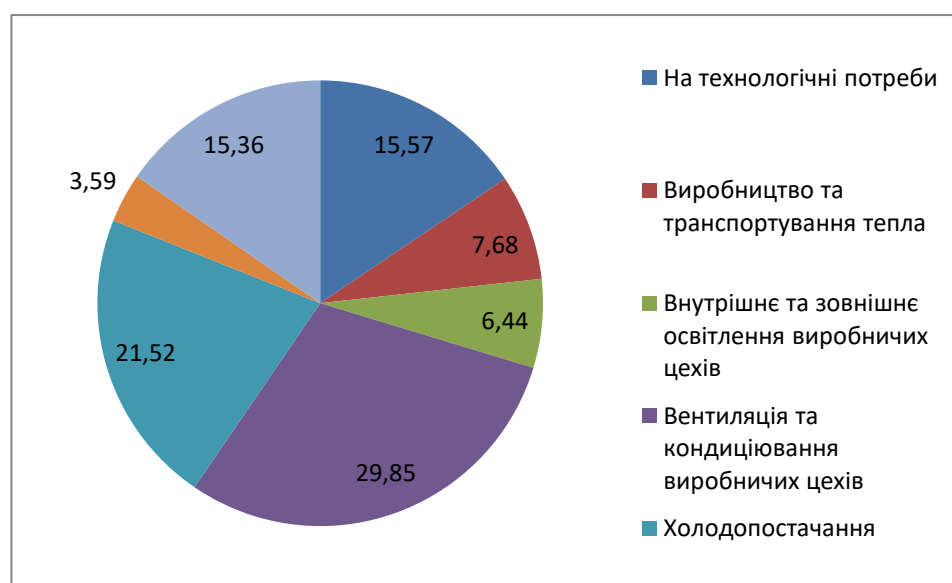


Рисунок 2.5 Кругова діаграма річного споживання активної енергії дільницями цеху №3, %

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

Для нормування електроспоживання та розрахунків з енергопостачальною організацією, на підприємстві необхідний облік та контроль споживання електричної енергії.

На підприємстві існує комерційний облік споживання активної та реактивної електроенергії. Система обліку залежить від схеми електропостачання підприємства, характеру електроприймачів та типів електричних навантажень. Лічильники комерційного обліку споживання електроенергії перелічені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Прилади комерційного обліку електроенергії

Тип, марка	Призначення	Клас точності	Напруга	Кількість лічильників
И672 М, СА4У	Облік споживання активної енергії	2,5	380 В	2
И673 М, СР4У	Облік споживання реактивної енергії	2,5	380 В	2

## 2.9 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії

### ЗЕЗ №1 - Впровадження системи енергетичного менеджменту

Пропонується впровадити на підприємстві систему енергетичного менеджменту в повному обсязі.

За даними 2019 року підприємство за рік споживає 20169985,2 кВт·год електроенергії.

Досвід показує, що при впровадженні системи енергетичного менеджменту гарантоване зниження споживання енергоносіїв від 5% до 10%

[3] Тоді економія електроенергії складатиме:

$$E = W \cdot e, \quad (2.9)$$

де  $W$  - кількість спожитої енергії підприємством за рік,  $кВт \cdot год$ ;

$e$  - частина енергії, що зекономлена.

Підставимо значення у формулу (2.9) отримаємо:

$$E = 20169985,2 \cdot 0,06 = 1210199(\text{кВт} \cdot \text{год}) / \text{рік}.$$

Річну економію витрат у грошовому еквіваленті знаходимо за формулою (2.10):

$$E_e = E \cdot t, \quad (2.10)$$

де  $t$  - тариф на електричну енергію,  $t=1,1$  грн/кВт·год.

Отже, підставивши значення у формулу (2.10), отримаємо:

$$E_e = 1210199 \cdot 1,1 = 1331218,9 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Практика показує, що витрати на впровадження системи енергетичного менеджменту плануються і складають 2-8% від вартості енергоносіїв. Сюди входять витрати по вдосконаленню систем обліку енергоносіїв, заробітна плата енергоменеджера підприємства, витрати на залучення консалтингової фірми для надання послуг в галузі енергозбереження.

При річних витратах на електроенергію (за даними 2014 року) 15210535,83 грн. витрати на впровадження системи енергетичного менеджменту складатимуть 6% від річних витрат, отже отримаємо:

$$B = 15210535,83 \cdot 0,06 = 912632,14 \text{ грн}.$$

Підставимо значення у формулу (2.11) та розрахуємо простий термін окупності:

$$T_{OK}^{(np)} = \frac{912632,14}{1331218,9} = 0,68 \text{ року} \quad (2.11)$$

### **ЗЕЗ №2 - Підвищення ККД насосу до паспортних значень**

Ремонт насосних установок, балансування робочих коліс, свіжі ущільнення забезпечують підтримку ККД насосів на рівні паспортних значень і забезпечують мінімальні питомі втрати електроенергії та на подачу води.

Для проведення заходу необхідно знати:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

а) витрати ( $B$ )

б) економія від впровадження заходу ( $E$ )

Тоді простий строк окупності розрахуємо за наступною формулою:

$$T_{ок}^{(np)} = \frac{B}{E_e}, \quad (2.11)$$

Витрати на ремонт насосу складаються:

- заробітна платня працівників:

$$B_{з/n} = N \cdot З \cdot n, \quad (2.12)$$

де  $N$  – кількість працівників,  $N = 5$  *чол.*;

$З$  – середня заробітна платня кожного працівника,  $З = 2000$  *грн.*;

$n$  – строк проведення ремонту,  $n = 2$  *місяці.*

Підставивши значення у формулу (2.12) отримаємо:

$$B_{з/n} = 5 \cdot 2000 \cdot 2 = 20000 \text{ грн.}$$

- закупівля нових деталей:  $B_{зак} = 35000$  *грн.*

Тоді, сумарні витрати на ремонт насосу знайдемо за формулою :

$$B_{сум.} = B_{оп.} + B_{зак.}, \quad (2.13)$$

Підставивши значення у формулу (2.13) отримаємо:

$$B_{сум.} = 20000 + 35000 = 50000 \text{ грн.}$$

Економія електричної енергії від впровадження заходу знаходиться за наступною формулою:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_e = \Delta W \cdot t, \quad (2.14)$$

де  $t$  – тариф на електричну енергію,  $t=1,12\rho\text{H}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$ ;

$\Delta W$  – споживання електричної енергії насосом,  $\text{кВт}\cdot\text{год}$ , яке розраховується за наступною формулою:

$$\Delta W = \frac{0,00272 \cdot H}{\eta_{\partial} \cdot \eta_H}, \quad (2.15)$$

де  $H_C = H_H = 410\text{м}^3 / \text{год}$  – продуктивність насосу до і після ремонту;

$\eta_{\partial}^C = \eta_H^C = 0,6$  – ККД двигуна та установки перед ремонтом;

$\eta_{\partial}^H = \eta_H^H = 0,8$  – ККД двигуна та установки після ремонту.

0,00272 – коефіцієнт переводу одиниць.

Підставивши значення у формулу (2.15) знайдемо споживання електроенергії насосом до і після ремонту:

$$\Delta W_C = \frac{0,00272 \cdot 410}{0,6 \cdot 0,6} = 3,098(\text{кВт}\cdot\text{год}) / \text{м}^3$$

$$\Delta W_H = \frac{0,00272 \cdot 410}{0,8 \cdot 0,8} = 1,743(\text{кВт}\cdot\text{год}) / \text{м}^3,$$

Економія електричної енергії за рік знаходиться за формулою:

$$\Delta W' = (\Delta W_{Cm} - \Delta W_H) \cdot m, \quad (2.16)$$

де  $m$  – споживання води цехом за рік,  $\text{м}^3/\text{рік}$ .

Підставимо значення у формулу (2.16) і отримаємо:

$$\Delta W' = (3,098 - 1,743) \cdot 41702 = 56506,21(\text{кВт}\cdot\text{год}) / \text{рік}$$

За формулою (2.14) розрахуємо економію в гривнях:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_e = 56506,21 \cdot 1,1 = 62156,83 \text{ грн / рік.}$$

Знаючи сумарні витрати та економію за рік, можемо визначити простий строк окупності за формулою (2.11):

$$T_{ок}^{(np)} = \frac{55000}{62156,83} = 10 \text{ місяців}$$

### **ЗЕЗ №3 - Заміна старих вентиляторів на нові**

На 3 поверсі відбувається виробництво препаратів В-лактамного ряду твердої форми. На даному виробництві використовується припливно-витяжна система вентиляції. Після проведення енергоаудиту було виявлено, що приточний вентилятор типу ВР 132-30, майже вийшов зі свого терміну експлуатації і тому з метою зменшення витрати електричної енергії та покращення мікроклімату в приміщенні передбачається заміна вентилятора старого типу на новий з двигуном меншої потужності.

Паспортні дані по старому та новому вентиляторам занесемо до таблиці 2.9.

Оскільки вентилятори мають однакові технічні характеристики (витрату повітря та тиск), то економію електроенергії ми отримаємо за рахунок зменшення потужності двигуна.

Таблиця 2.9 – Порівняльна характеристика старого та нового вентиляторів

Критерій	Позначення	Одиниці вимірювання	ВР 132-30	ВР 228-46-5
Витрата повітря	$Q$	$\text{м}^3/\text{год}$	16000	1600
Повний тиск	$H$	$\text{Па}$	4700	4700
Потужність електродвигуна	$P$	$\text{кВт}$	30	18
Коефіцієнт завантаження двигуна	$K_z$	-	0,9	1

Електроенергія спожита вентилятором за рік знаходиться за формулою:

$$W = P_H \cdot k_3 \cdot t \quad , \quad (2.17)$$

де  $t$  – час роботи вентилятора,  $t=3200\text{год/рік}$ .

Підставивши значення в формулу (2.15) розрахуємо електроенергію, яку споживає старий та новий вентилятор :

$$W_{cm} = 30 \cdot 0,9 \cdot 3200 = 86400 (\text{кВт} \cdot \text{год}) / \text{рік}$$

$$W_H = 18 \cdot 1 \cdot 3200 = 57600 (\text{кВт} \cdot \text{год}) / \text{рік}$$

Отже, економія електричної енергії при заміні старого вентилятора новим складе:

$$\Delta W = W_{cm} - W_H = 86400 - 57600 = 28800 (\text{кВт} \cdot \text{год}) / \text{рік}$$

Підставивши значення в формулу (2.14), отримаємо річне зменшення витрат на електричну енергію:

$$E_e = 28800 \cdot 1,1 = 31680 \text{ грн} / \text{рік}$$

Вартість заміни вентилятора складає :

- вартість вентилятора: 70000 грн;
- монтаж і підключення: 10000 грн;

Таким чином витрати на встановлення нового вентилятора складають:

$$B = 70000 + 10000 = 80000 \text{ грн}$$

Простий строк окупності визначається за формулою: (2.11), отже підставимо значення та отримаємо:

$$T_{ок}^{(np)} = \frac{80000}{31680} = 2,5 \text{ року}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

### **ЗЕЗ №4–Автоматизоване керування вентиляторними установками**

Споживання електричної енергії вентиляторними установками за 2014 рік цеху 3 по показам лічильника становить 286740кВт. Пристрої автоматичного регулювання та керування вентиляторними установками призводять до економії електричної енергії на 10-15%.

Отже, економію електричної енергії за рік знайдемо за формулою:

$$E_e = W \cdot 0,1 = 297382 \cdot 0,1 = 29738,1 (\text{кВт} \cdot \text{год}) / \text{рік}$$

Річне зменшення витрат на електричну енергію знайдемо за формулою:

$$B = 29738,1 \cdot 1,1 = 32711,91 \text{ грн} / \text{рік}.$$

Для встановлення обираємо контролери припливної вентиляції ОВЕН ТРМ133, кількістю 17, та коштовністю 2000 кожний.

Капітальні затрати на реалізацію даного заходу становлять 34000 грн.

Отже, простий термін окупності розрахуємо за формулою (2.11):

$$T_{ок}^{(np)} = \frac{34000}{31541,4} = 1,07 \text{ року}.$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновок до розділу 2

Результати розрахунків усіх вищенаведених заходів енергозбереження наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Заходи енергозбереження

ЗЕЗ №	Назва заходу енергозбереження	Річна економія електроенергії, кВт год	Річна економія витрат, грн	Витрати на впровадження, грн	Простий термін окупності, років
1	Впровадження системи енергетичного менеджменту	1210199	1331218	912632,1	0,68
2	Підвищення ККД насосу до паспортних значень	56506,21	62156,83	55000	0,8
3	Заміна вентиляторів старих типів на нові	28800	31680	80000	2,5
4	Впровадження автоматичного керування вентиляторними установками	29738,1	32711,91	34000	1,07

Баланс електроспоживання після впровадження заходів з енергосбереження зображено на рисунку 2.6

За результатами розрахунків економія електроенергії при заміні вентиляторів та при впровадженні автоматичного керування вентиляторними установками складе 4,4 %. Захід по підвищенню ККД насосу до паспортних значень принесе економію електроенергії у 4,3 %.

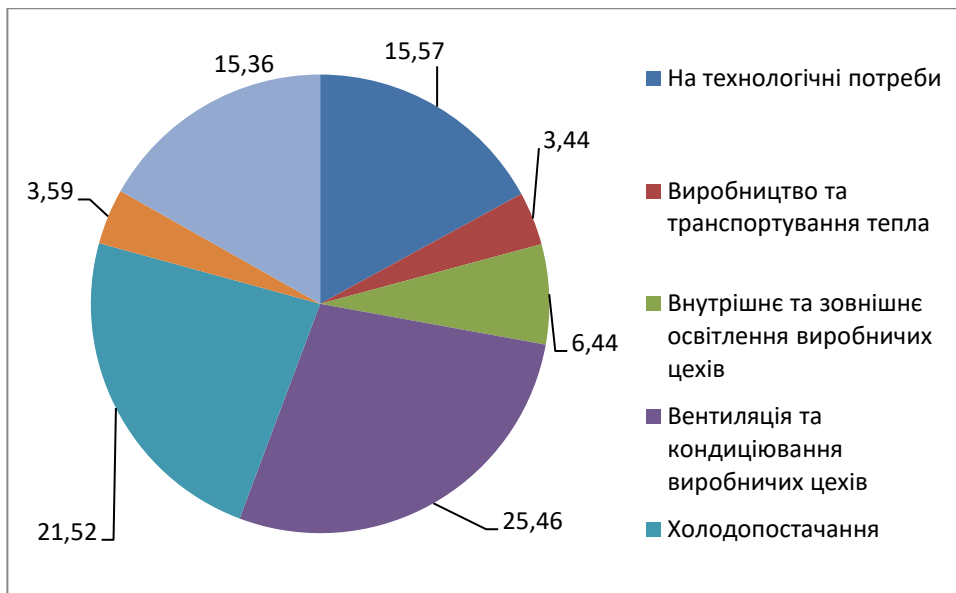


Рисунок 2.6 – Баланс електроспоживання після впровадження заходів з енергозбереження, %

Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата

## З ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ ТА ЗАХОДІВ З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

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

Теплопостачання підприємства здійснюється від власної промислової котельні. Власна котельня підприємства має загальну теплову родуктивність 27 Гкал/год. Обладнання котельної показано в табл. 3.1.

Котельня складається з двох парових котлів ДЕ-16-14ГМ і двох паровихкотлів ДКВР-10-13.

В роботі один паровий котел, решта – резервні. Паливо – природний газ. Теплотворна спроможність газу 7946 ккал/м3.Витрати газу на котел ДЕ-16-14ГМ складають:

- 568 м3/год при навантаженні 46 %;
- 618 м3/год при навантаженні 50%;
- 883 м3/год при навантаженні 73%;
- 1035 м3/год при навантаженні 85%.

Котлоагрегати виробляють насичену пару для технологічних і сантехнічних потреб із такими характеристиками: тиск - 0,3 МПа; температура - 133°C; ентальпія - 651 ккал/кг.

Паливо для котлів – природний газ. Газ надходить від газорозподільного пункту, в якому тиск газу знижується від 0,3 до 0,04 МПа. Котли Е16-14М працюють в зимовий опалювальний період, а котли ДКВР-10/13 влітку. Усі котли обладнанні по агрегатним обліком витрати пари.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Криворучко С.В.</i>			Визначення рівня енергетичної ефективності будівлі та заходів з її підвищення	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Виноградов В.О</i>					44	25
<i>Реценз.</i>						ІЕЕ, гр. ОН-72		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>						
<i>Затвер.</i>								

Таблиця 3.1 – Обладнання котельної

	ДЕ-16-14ГМ №1	ДЕ-16-14ГМ №2	ДКВР-10-13 №3	ДКВР- 10-13 №4
Тиск пари, МПа	1,3	1,3	1,3	1,3
Продуктивність, т/год	16,0	16,0	10,0	8,10
Продуктивність, Гкал/год	8,9	8,9	4,5	4,5
Річне виробництво тепла, Гкал	11085	14788	7950	7592
Тривалість роботи котлів в рік	2190	2190	2190	2190
Середня теплопродуктивність, Гкал/год	5,06	6,75	3,63	3,46
Максимально можливе навантаження при роботі одного котла, Гкал/год	8,75	7,66	4,45	4,45
Термін експлуатації, років	14	14	590	50

В котельнях встановлені манометри ОБМ 1-160 та термометри ТСЖ - 100°С (рідинні) для контролю параметрів теплоносія.

Для забезпечення водою системи централізованого опалення з температурою 90°С в котельній встановлені:

- два блока пароводяних рекуперативних підігрівачів, блок підігрівачів підживленої води, блок мережних відцентрових насосів.
- термічні деаератори атмосферного типу (2 шт., продуктивність 50 т/год; об'єм 15 м<sup>3</sup>);
- іонообмінні фільтри системи водоочищення;
- блок живильних відцентрових насосів типу ЦСНГ-38-198;
- блок сепараторів безперервної продувки.

Система опалювання підприємства є централізованою.

Редукована пара відкотлів Е16-14М подається на чотири теплообмінники, через які відцентровими насосами перепускається мережна

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вода. Тепловикористовуюче обладнання підприємства наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Тепловикористовуюче обладнання підприємства

Найменування	Кількість	Метричні параметри (об'єм V, куб.м; площа поверхні F, кв.м)	Витратні та теплові параметри (витрата повітря Vпов, куб.м/год; витрата пари Vп, кг/год; температура T, °C)	Розміщення (№ цеха, дільниця)
Сироповарка	1	V = 0,063		№4, д.1
Реактор для ін'єкційної води	1	V = 1,6		№4, д.4
Реактор для бідистилата	2	V = 2,0		№4, д.4
Реактор Р-311 для діефіра	2	V = 0,063		№2
Реактор Р-223 для метанола-отрути	1	V = 0,063		№2
Реактор Р-542 для гідразіна	1	V = 0,063		№2
Реактор Р-314 для сульфата карбоніла	2	V = 1,6		№2
Реактор Р-337 для сульфата карбоміна	1	V = 0,063		№2
Реактор Р-341 для діазоліна	1	V = 1,25		№2
Реактор для розчину метілата натрія	1	V = 0,25		№2
Теплообмінник вертикальний Т-328	2	F = 4,0		№2
Збірник розчину дінатрійової солі С-254	1	V=2,5; F=11.41		№2
Ємність для варки сиропу	1	V=0,12	Vп = 54	№4, д.2
Ємність для бідистильованої води (котел типу ВЕЕ-3,2×1,0-3-К)	1	V=3,2		№4, д.3
Сушарки типу СП-32	6		Vпов = 3000; T=50...80	№2
Сушарка типу СП-32 калориферна циркуляційна	2		Vпов = 2600; T = 60	№4, д.2
Сушарка вакуумна	1		T = 80	№4, д.2
Сушарка типу СГ-30 у киплячому шарі	1		Vпов = 1400; Vп = 43; T=60	№4, д.2
Сушарка "Glatt" розпилювальна №1	1		Vпов = 4500; Vп = 250; T=57	№4, д.1
Сушарка "Glatt" розпилювальна №2	1		Vпов = 3600; Vп = 300; T=60	№4, д.1
Автоклав-стерілізатор ГПСД 1700А	2			№3

### Продовження таблиці 3.2

Дистилятор “Фінн-Аква”	1		V <sub>п</sub> =615	№3
Автоклав-стерілізатор ГПСД 1700А-01-А-ОПС	2	V=1,7		№4, д.3
Стерілізатор ампул АП-18М	1	V=1,7		№4, д.3
Бойлер гарячої води	2	F=10		№3
Бойлер гарячої води	2	F=17		№3

Нагріта мережна вода (максимальна температура нагрівання 90°C) розподіляється по мережним трубопроводам і через теплові пункти надходить для опалення будівель і споруд підприємства. Втрати води в систем і опалення компенсуються підживленою водою за допомогою підживлюючі насосів. Системи водяного опалення підприємства в основному однотрубні. Гаряча вода подається спочатку на нагрівальні прилади верхніх поверхів.

В місцях приєднання нагрівальних приладів до вертикальних трубопроводів (стояків) вода розподіляється на два потоки: один потік направляється в нагрівальні прилади, другий проходить по замикаючій ділянці (перемичці). Ці два потоки змішуються між собою і поступають на нагрівальні прилади нижніх поверхів. Зворотна вода подається у зворотний магістральний трубопровід і далі до мережних насосів.

Для передачі теплоти теплоносія повітрю приміщень використовують нагрівальні прилади різних конструкцій: чавунні радіатори, сталеві штамповані прилади, реєстри, змієвики тощо. Реєстри та змієвики встановлені в виробничих приміщеннях.

Гаряча вода приготавлиється, як правило, в теплових пунктах. Для нагрівання водопровідної води застосовуються теплообмінники типу “труба в трубі” або кожухотрубні теплообмінні апарати, які придатні для нагрівання, конденсації та охолодження. Водопровідна вода рухається по трубках, теплоносій – пара, що нагрівається у міжтрубному просторі. Гаряча вода використовується для санітарно-гігієнічних потреб: удушових, умивальниках, для миття підлог тощо.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Більша частина виробленої в котельній теплової енергії використовується на технологічні процеси: синтез фармацевтичних субстанцій та виробництво готових лікарських препаратів.

Теплова енергія, яка використовується в технологічних процесах у вигляді пари, призначена в основному для нагрівання і сушки матеріалів та приготування очищеної води (дистиляту).

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

Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії наведені в пункті 3.7.

### **3.3. Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту (будівлі, цеху)**

Розрахунок теплових навантажень за збільшеними показниками виконується для оцінки годинникового теплоспоживання будівель, а також в тих випадках, коли для налагодження системи теплоспоживання достатньо визначення теплового навантаження будівлі в цілому.

Опалювальне  $Q_o$  та вентиляційне  $Q_v$  навантаження будівлі, ккал/год, визначаються відповідно за формулами:

$$Q_o = \alpha \cdot q_o \cdot V \cdot (t_{B.H.} - t_{P.O.}), \text{ ккал/год} \quad (3.1)$$

$$Q_v = \alpha \cdot q_v \cdot V \cdot (t_{B.H.} - t_{P.B.}), \text{ ккал/год} \quad (3.2)$$

де  $\alpha$  - поправочний коефіцієнт;

$q_o$  та  $q_v$  - відповідно питомі опалювальна та вентиляційна характеристики будівлі, ккал/(м<sup>3</sup>·год·0К);

$V$  - зовнішній будівельний об'єм, м<sup>3</sup>;

$t_{B.H.}$  - розрахункова температура повітря в приміщеннях;

$t_{P.O.}$  та  $t_{P.B.}$  - розрахункові температури зовнішнього повітря для проектування відповідно опалення та вентиляції, 0С.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові температури зовнішнього повітря для проектування опалення та вентиляції приймаються за кліматологічними даними відповідно населеного пункту.

Розрахункова температура в житлових та громадських будівлях приймається, як правило, рівною 18 0С. Для інших будівель (шкіл, дитячих, лікувальних та культурно-просвітницьких установ, магазинів, їдалень та інше) за розрахункову приймається осереднена температура повітря всередині будівлі, значення якої регламентовані та знаходяться в табл. А.3.

Визначимо розрахункові опалювальні навантаження всіх приміщень підприємства медичних препаратів.

Вихідні дані:

Загальним об'єм 17679 м<sup>3</sup>.

Розрахункова температура зовнішнього повітря при проектуванні опалення для м. Київ  $t_{p.o.} = -22$  0С[4].

Питома опалювальна характеристика згідно табл. А.1.

$q_o = 0,37$  ккал/( м<sup>3</sup>·год ·0С).

Поправочний коефіцієнт для  $t_{z.p.o.} = -22$  0С визначається з табл.. А.2.  $\alpha = 1,13$ . Тоді опалювальні навантаження цеху №3 дорівнює:

$$Q_o = 1,13 \cdot 0,37 \cdot 17679 \cdot (18 - (-22)) = 295663,597 \text{ ккал/год.}$$

Розрахунок опалювальних навантажень по приміщенням проводиться аналогічно. Також розрахуємо середню витрату теплоти на опалення. Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{cp.o.} = -22$  0С, згідно табл.А.4. Для літнього та не опалювального періоду осені та весни для розранунків тепло надходжень приймаємо дані згідно українського гідрометереологічного центру. Місячна середньо максимальна температура вересня – 19 0С, травня – 20 0С, середня температура літнього періоду 250С.

Результати розрахунків зведемо до табл. 3.3

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 - Розрахунок теплоспоживання приміщень цеху №3

Назва приміщення згідно плану	Об'єм, м <sup>3</sup>	Максимальна витрата теплоти, ккал/год	Середня витрата теплоти на опалення, ккал/год	Середні теплонадходження, ккал/год
Кладова	98,814	1,65	0,79	-0,41
Мийка флаконів	81,83	1,37	0,65	-0,34
Слюсарна майстерня	468,0	7,83	3,74	-1,96
Кладова	58,5	0,98	0,47	-0,24
Відділення отримання корвалолу	503,75	8,42	4,02	-2,11
Відділення розливу і упаковки корвалолу	4532,1	75,79	36,19	-18,95
Тепло пункт	556,85	9,31	4,45	-2,33
ПВК	128,44	2,15	1,03	-0,54
Коридор	101,25	1,69	0,81	-0,42
Лабораторія	233,74	3,91	1,87	-0,98
Кладова	183,167	3,06	1,46	-0,77
ПВК	398,19	6,66	3,18	-1,66
Упаковка глюкози	412,165	6,89	3,29	-1,72
Обкатка флаконів	281,242	4,70	2,25	-1,18
Упаковка нафтизину	818,29	13,69	6,53	-3,42
Мийка флаконів нафтизину	697,065	11,66	5,57	-2,91
Слюсарна майстерня	130,923	2,19	1,05	-0,55
Отримання очищеної води	582,307	9,74	4,65	-2,43
Відділення розливу і упаковки „KLENSAIDS	1984,447	33,19	15,85	-8,30
Коридор	103,4	1,73	0,83	-0,43
Венткамера	654,03	10,94	5,22	-2,73
Кабінет механіка	143,813	2,41	1,15	-0,60
Відділення мийки	277,388	4,64	2,22	-1,16
Кладова ОТК	153,075	2,56	1,22	-0,64
Відділення маркування і упаковки ампул	278,85	4,66	2,23	-1,17
Відділення упаковки ампул	229,679	3,84	1,83	-0,96
Кладова допоміжних матеріалів	140,89	2,36	1,13	-0,59
Відділення розливу і запайки ампул	215,28	3,60	1,72	-0,90
Відділення мийки ампул	228,93	3,83	1,83	-0,96

Продовження таблиці 3.3

Відділення отримання гідрокортизону	237,51	3,97	1,90	-0,99
Відділення огляду ампул	131,625	2,20	1,05	-0,55
Відділення отримання ін'єкційної води	292,99	4,90	2,34	-1,22
Вагова	287,625	4,81	2,30	-1,20
Відділення приготування розчинів	276,413	4,62	2,21	-1,16
Відділення розливу і запайки ампул	277,875	4,65	2,22	-1,16
Відділення мийки і сушки ампул	425,1	7,11	3,39	-1,78
Відділення стерилізації ампул	437,288	7,31	3,49	-1,83
Відділення огляду ампул	285,188	4,77	2,28	-1,19
Відділення маркування і упаковки ампул	285,675	4,78	2,28	-1,19
Відділення зберігання фільтруючих матеріалів	160,875	2,69	1,28	-0,67
Кладова	119,925	2,01	0,96	-0,50
Коридор	341,354	5,71	2,73	-1,43
Всього по цеху №3:	17679	304,98	145,62619 37	-7,62
Річні витрати Гкал		1368,733	640,57	-141,27

Розрахунок витрат на опалення:

6.44 Гкал = 1 тис. м<sup>3</sup> природного газу.

Тобто 640 Гкал = 98 тис. м<sup>3</sup>.

Вартість 1 м<sup>3</sup> природного газу (C<sub>газ</sub>) складає 2,5 грн.

Тоді загальні витрати на теплову енергію, що йде на опалення:

$$V_T = 98 \cdot 1000 \cdot 2,5 = 245000 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальне вентиляційне навантаження цеху №3.

Вихідні дані:

Загальний об'єм V = 17679 м<sup>3</sup>.

Розрахункова температура зовнішнього повітря при проектуванні вентиляції для м. Київ  $t_{p.v.} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питома вентиляційна характеристика згідно табл. А.2.

$$q_B = 0,45 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{год} \cdot 0\text{С}).$$

Поправочний коефіцієнт для  $t_{p.o.} = -22 \text{ }^\circ\text{С}$  визначається з табл.А.4.

$\alpha = 1,13$ . Тоді вентиляційне навантаження підприємства становить:

$$Q_B = 1,13 \cdot 0,45 \cdot 17679 \cdot (18 - (-10)) = 251713,602 \text{ ккал/год.}$$

Витрати тепла на гаряче водопостачання

Середні витрати тепла на гаряче водопостачання ГВП, Вт, визначаються за формулою:

$$Q_{Г.В.}^{CP} = k \cdot \frac{a \cdot m \cdot (t_{Г.В.} - t_{Х.З.}) \cdot c}{T \cdot 3600}, \quad (3.11)$$

де  $m$  – кількість людей;

$c$  – теплоємність води,  $c = 4187 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot 0\text{К})$ ;

$a$  – норма добових витрат води,  $\text{кг} / (\text{доб} \text{ люд})$ ;

$k$  – коефіцієнт, враховуючий втрати тепла у трубопроводах ГВП,  $k = 1,2$ ;

$t_{Г.В.}$ ,  $0\text{С}$  - середня температура гарячої води в водозбірних стояках;

$t_{Х.З.}$ ,  $0\text{С}$  – температура холодної води у водопроводі в зимовий період,

приймається рівною  $5 \text{ }^\circ\text{С}$ ;

$T$ ,  $\text{год}$  – період споживання гарячої води.

$$1 \text{ ккал} / \text{год} = 1,1628 \text{ Вт.}$$

Максимальні годинні витрати теплоти (Гкал/год) на ГВП для житлових і громадських будівель приймаються відповідно рівними:

$$Q_{Г.В.}^{МАКС} = \beta \cdot Q_{Г.В.}^{CP}, \quad \text{Гкал/год}, \quad (3.12)$$

де  $\beta$  - співвідношення максимального навантаження ГВП до його середнього значення, що дорівнює  $2 - 2,4$ .

Розрахуємо витрати тепла на ГВП цеху №3.

Вихідні дані:

- загальна кількість адміністративного та виробничого персоналу - 190;

- адміністративного - 20;

- виробничого - 170;

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

- кількість змін - 2 по 85 робітників за зміну;
- кількість душових сіток - 10;
- приймання душу – 2 рази на добу, після першої та другої зміни;
- температура нагріву гарячої води у водопідігрівачі – 60 0С;
- норма витрат гарячої води на одну душову сітку – 270 л/(доб·люд);
- норма витрат гарячої води на одного адміністративного робітника – 7 л/(доб·люд);
- норма витрат гарячої води на одного виробничого робітника – 11л / (доб·люд).

Середні витрати тепла на ГВП складають:

$$Q_{Г.В.}^{CP} = 1,2 \cdot \frac{(10 \cdot 270 \cdot 2 + 20 \cdot 7 + 170 \cdot 11) \cdot (55 - 5)}{16 \cdot 3600} \cdot 4187 = 35550,247$$

Визначення теплових втрат

Основою стін є цегла з шириною кладки 0,5 м, інші шари – штукатурка.

Дах має задовільний стан у зв'язку з накладанням шарів руберойду. Він складається з наступних шарів: залізобетонні плити (0,38 м), керамзит (0,1 м), цементна стяжка (0,04 м), руберойд (0,005 м).

Підлога також має задовільний стан і складається з таких шарів: бетон на щебені (0,25 м), цементна стяжка (0,05 м).

Вікна – подвійні, віконні рами дерев'яні, роздільні. Площа оскління – 270 м<sup>2</sup>. Загальна кількість вікон – 30 шт. Розрахуємо тепловтрати через огорожувальні конструкції.

Стіни:

- цегла з  $\lambda=0,58 \frac{Вт}{м \cdot К}$  товщиною  $\delta=0,5$  м;

- штукатурка із вапняно-піщаного розчину  $\lambda=0,81 \frac{Вт}{м \cdot К}$  товщиною  $\delta=0,01$  м;

Опір теплопередачі становить:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{стіни}} = \frac{\delta_{\text{цегла}}}{\lambda_{\text{цегла}}} + \frac{\delta_{\text{штукат.}}}{\lambda_{\text{штукат.}}} = \frac{0,5}{0,58} + \frac{0,01}{0,81} = 0,874 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни становить:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\text{стіни}}} = \frac{1}{0,874} = 1,144 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Вікна:

роздільні з подвійним осклінням з дерев'яною основою . Відстань між рамами  $\delta_B = 0,06 \text{ м}$  , товщина скла  $\delta_c = 0,004 \text{ м}$  .

Тоді термічний опір вікон:

$$R_B = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{2 \cdot \delta_{\text{СК}}}{\lambda_{\text{СК}}} + \frac{\delta_{\text{ПОВ}}}{\lambda_{\text{ПОВ}}} + \frac{1}{\alpha_2}, \quad (3.13)$$

де  $\alpha_1, \alpha_2$  - внутрішній та зовнішній коефіцієнти тепловіддачі повітря для вікон, ккал/(м<sup>2</sup>год оС);

$$\alpha_1 = 4 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \text{год оС});$$

$$\alpha_2 = 12 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \text{год оС}); \delta_{\text{СК}} = 0,004 \text{ м} - \text{товщина скла}; \lambda_{\text{СК}} = 0,64$$

$\frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{К}}$  – теплопровідність скла;

$\delta_{\text{ПОВ}} = 0,1 \text{ м}$  – товщина повітряного прошарку;  $\lambda_{\text{ПОВ}} = 0,02 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{К}}$  – теплопровідність повітря.

$$R_B = \frac{1}{4} + \frac{2 \cdot 0,004}{0,64} + \frac{0,06}{0,02} + \frac{1}{12} = 3,346 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{К}}{\text{ккал}};$$

Коефіцієнт теплопередачі вікон:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{\text{вікон}} = \frac{1}{R_B} = \frac{1}{5,346} = 0,299 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{К}} = 0,348 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Стеля:

- залізобетонні плити з  $\lambda=1,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  товщиною  $\delta=0,38 \text{ м}$ ;

- керамзит з  $\lambda=0,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  товщиною  $\delta=0,1 \text{ м}$ ;

- цементна стяжка з  $\lambda=0,93 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  товщиною  $\delta=0,04 \text{ м}$ ;

- руберойд з  $\lambda=0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$  товщиною  $\delta=0,005 \text{ м}$ .

Опір теплопередачі становить:

$$R_{\text{стелі}} = \frac{\delta_{\text{з/б}}}{\lambda_{\text{з/б}}} + \frac{\delta_{\text{керамзит}}}{\lambda_{\text{керамзит}}} + \frac{\delta_{\text{стяжки}}}{\lambda_{\text{стяжки}}} + \frac{\delta_{\text{руберойд}}}{\lambda_{\text{руберойд}}} = \frac{0,38}{1,69} + \frac{0,1}{0,29} + \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,005}{0,17} = 0,642 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі стелі становить:

$$K_{\text{стелі}} = \frac{1}{R_{\text{стелі}}} = \frac{1}{0,642} = 1,557 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Двері:

дерев'яні з  $R_{\text{дверей}}=0,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ .

Коефіцієнт теплопередачі дверей:

$$k_{\text{дверей}} = \frac{1}{R_{\text{дверей}}} = \frac{1}{0,43} = 2,33 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підлога

- бетон на щебені з  $\lambda=1,3 \frac{Вт}{м \cdot К}$  товщиною  $\delta=0,4$  м;

- цементна стяжка з  $\lambda=0,93 \frac{Вт}{м \cdot К}$  товщиною  $\delta=0,04$  м;

$$R_{підлоги} = \frac{\delta_{бетон}}{\lambda_{бетон}} + \frac{\delta_{стяжка}}{\lambda_{стяжка}} + \frac{\delta_{лінолеум}}{\lambda_{лінолеум}} = \frac{0,4}{1,3} + \frac{0,04}{0,93} = 0,551 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі підлоги становить:

$$K_{підлоги} = \frac{1}{R_{підлоги}} = \frac{1}{0,551} = 1,816 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Розрахуємо тепловтрати через огорожувальні конструкції. В загальному вигляді тепловтрати через огорожувальні конструкції визначаються:

$$Q_{ок} = Q_{ок}^{стін} + Q_{ок}^{вікна} + Q_{ок}^{двері} + Q_{ок}^{стеля} + Q_{ок}^{підлога}, \quad (3.14)$$

де  $Q_{ок}^{стін}$ ,  $Q_{ок}^{вікна}$ ,  $Q_{ок}^{двері}$ ,  $Q_{ок}^{стеля}$ ,  $Q_{ок}^{підлога}$  – відповідно теплові втрати крізь стіни, вікна, двері, стелю (дах) та підлогу.

Тепловтрати конструкцій визначаються за формулою:

$$Q_{ок} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i (1 + \sum \beta) \quad (3.15)$$

де  $K_i = \frac{1}{R_o}$  – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх огорожень, (Вт/(м<sup>2</sup>·К));

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$F_i$  – площа поверхні огорожувальної конструкції (зовнішні стіни розраховуються за зовнішніми розмірами; вікна – за розмірами в світлі; підлога, стеля – по внутрішнім розмірам);

$\Delta t_i = t_{вн} - t_{зовн}$  – різниця температур ( $t_{вн}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, 0С;  $t_{зовн}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, 0С);

$\sum \beta$  – додаткові втрати теплоти в долях від основних (але  $\sum \beta \leq 20\%$ ), (додаток А, рис. 1);

$R_o$  – опір теплопередачі огороження, що розраховується за наступною формулою (крім підлоги на ґрунті):

$$R_o = \frac{1}{\alpha_{вн}} + R_{шару} + \frac{1}{\alpha_{зовн}}, \quad (3.16)$$

де  $\alpha_{вн}$ ,  $\alpha_{зовн}$  – коефіцієнти тепловіддачі на внутрішній та зовнішній поверхні

$R_{шару}$  – опір теплопередачі шару, ((м<sup>2</sup>·К)/Вт).

Розрахуємо коефіцієнти теплопередачі зовнішніх огорожень згідно до (3.13).

Стіни:

$$R_1 = R_2 = R_3 = \frac{1}{8,7} + 0,874 + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,874 + 0,043 = 1,032 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

$$K_1 = K_2 = K_3 = \frac{1}{1,032} = 0,969 \text{ Вт / ( м}^2 \cdot \text{К)}$$

Стеля (дах):

$$R_{стеля} = \frac{1}{7,6} + 0,642 + \frac{1}{12} = 0,132 + 0,642 + 0,083 = 0,857 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

$$K_{стеля} = \frac{1}{0,857} = 1,167 \text{ Вт / ( м}^2 \cdot \text{К)}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розрахуємо тепловтрати через огорожувальні конструкції згідно до (3.15).

Стіни:

$$Q_{ок}^{стін} = 0,969 \cdot (396 + 154) \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,2) + 0,969 \cdot 154 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,15) + 0,969 \cdot 396 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,1) = 27500,22 + 7379,226 + 18150,145 = 53029,9 \text{ Вт} = 53,03 \text{ кВт}$$

Стеля:

$$Q_{ок}^{стеля} = 1,167 \cdot 504 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,1) = 27820,346 \text{ Вт} = 27,82 \text{ кВт}$$

Підлога (1 поверх):

$$Q_{ок}^{підлога} = \left( \frac{36 \cdot 2 \cdot 2 + 14 \cdot 2 \cdot 2}{2,15} + \frac{(36 - 4) \cdot 2 \cdot 2 + (14 - 4 - 2) \cdot 2 \cdot 2}{4,3} + \frac{(36 - 8) \cdot 2 \cdot 2 + (14 - 8 - 2) \cdot 2 \cdot 2}{8,6} + \frac{(36 - 12) \cdot 2 \cdot 2}{14,2} \right) \cdot (18 - (-25)) = 6530,705 \text{ (Вт)} = 6,531 \text{ кВт}$$

4. Вікна:

$$Q_{ок}^{вікна} = 0,348 \cdot 270 \cdot (18 - (-25)) \cdot (1 + 0,15) = 4646,322 \text{ Вт} = 4,646 \text{ кВт}$$

5. Двері:

$$Q_{ок}^{двері} = 2,33 \cdot 9 \cdot (18 - (-25)) \cdot (1 + 0,15) = 1036,967 \text{ Вт} = 1,037 \text{ кВт}$$

Отже, загальні тепловтрати через огорожувальні конструкції становлять (3.10):

$$Q_{ок} = 53,03 + 27,82 + 6,531 + 4,646 + 1,037 = 93,064 \text{ кВт}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплове навантаження будівлі за вирахуванням тепло надходжень від кількості працюючих людей:

$$Q_{ок}^{заг} = 93,064 \cdot 1,1 \cdot 1,02 - (50 \cdot 0,4 \cdot 0,1 + 50 \cdot 0,085) = 99,868 \text{ кВт.},$$

де 1,1 – коефіцієнт, що враховує додатковий тепловий потік від опалювальних приладів за рахунок округлення понад розрахункову величину до потрібного типорозміру;

1,02 – коефіцієнт обліку додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорож за відсутності теплозахисних екранів.

Розраховані тепловтрати через огорожувальні конструкції вказують на необхідність покращення стану огорожувальних конструкцій, проведення відновлювально-ремонтних заходів та розгляду можливості створення «енергетичного паспорту».

### **3.4. Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі об'єкту**

Непрозорі огорожувальні конструкції будівлі виконані з білої та пустотілої цегли. Вікна металопластикові, з подвійним склінням. Дах будівель неутеплений із металу. Перекриття даху виконане з керамзит-бетону. Підвал є тільки в адміністративній будівлі. Опір огорожувальних конструкцій не відповідає нормативним вимогам.

### **3.5. Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту**

В результаті проведеного аналізу системи розподілу пари було встановлено, що частина паропроводів і трубопроводів гарячої води не мають теплоізоляції. Відомості про пошкоджену ізоляцію наведені в табл. 3.4.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження таблиці 3.5

Склад висотногозберігання	271	157,2	144	66,2	8,2	8,2
Цех ПХСіА						
ПКД	150,3	87,3	80	50,600	7	7
Управління підприємством	138	80,1	73,400	65,5	3,8	3,8
ЦЛЕіДР	152,0	88,3	80,8	51,1	3,8	3,8
ВКЯ	120,0	69,7	63,9	40,4	3,8	3,8
Дільниця НІОПСВ	128	74,3	68,1	43,1	7,6	7,6
Разом на доп.цехи і доп.потреби	1 742,3	1 011,6	889,9	546,8	75,2	75,2
Разом на собівартість	3 891,2	3 275,8	3 204,3	2 201,4	1 687,9	744,8

Витрати на виробництво	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Цех № 1	518,0	736,8	1 264,2	1 440,5	1 320,7	1 141,2
Цех № 2	229,4	315,2	306,2	272,8	208,4	220,8
Цех № 3	124,2	41,5	106,2	207	166,2	209,4
Цех № 4	26,6	32,2	49,1	60,1	47,5	27,8
Разом на виробництво	898,4	1 125,8	1 725,9	1 980,5	1 743	1 599,4
Витрати на допоміжні цехи та господарчо-побутові потреби						
Цех № 1	15	8	7	7	217	301
Цех № 2	15	8	7	7	109	151
Цех № 3	17	8	7	7	114	158
Цех № 4	17	9	8	8	125	173
Склад висотного зберігання	13	7	6	6	196	184,9
Цех ПХСіА						
ПКД	14,6	7,7	6,5	6,5	88	88
Управління підприємством	15	8	7	7	64	70
ЦЛЕіДР	8	5	5	5	113,2	152
ВКЯ	8	5	5	5	87	120
Дільниця НІОПСВ	10	6	5,	5	128	128
Разом на доп.цехи і доп.потреби	132,6	71,7	63,5	63,5	1 241,2	1 526
Разом на собівартість	1 031	1 197,6	1 789,5	2 044,1	2 984,2	3 125,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

НТУУ 001.7205.080 ПЗ

Арк.

61



Таблиця 3.7– Споживання природного газу котельнею, тис.м<sup>3</sup>

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	665	594	678	710
Лютий	619	601	592	613
Березень	521	500	485	490
Квітень	443	386	443	380
Травень	320	280	308	301
Червень	269	273	287	263
Липень	333	245	229	224
Серпень	214	212	166	215
Вересень	269	244	263	350
Жовтень	354	395	517	465
Листопад	500	598	530	575
Грудень	582	700	834	638

Динаміка споживання природного газу зображена на рисунку 3.1

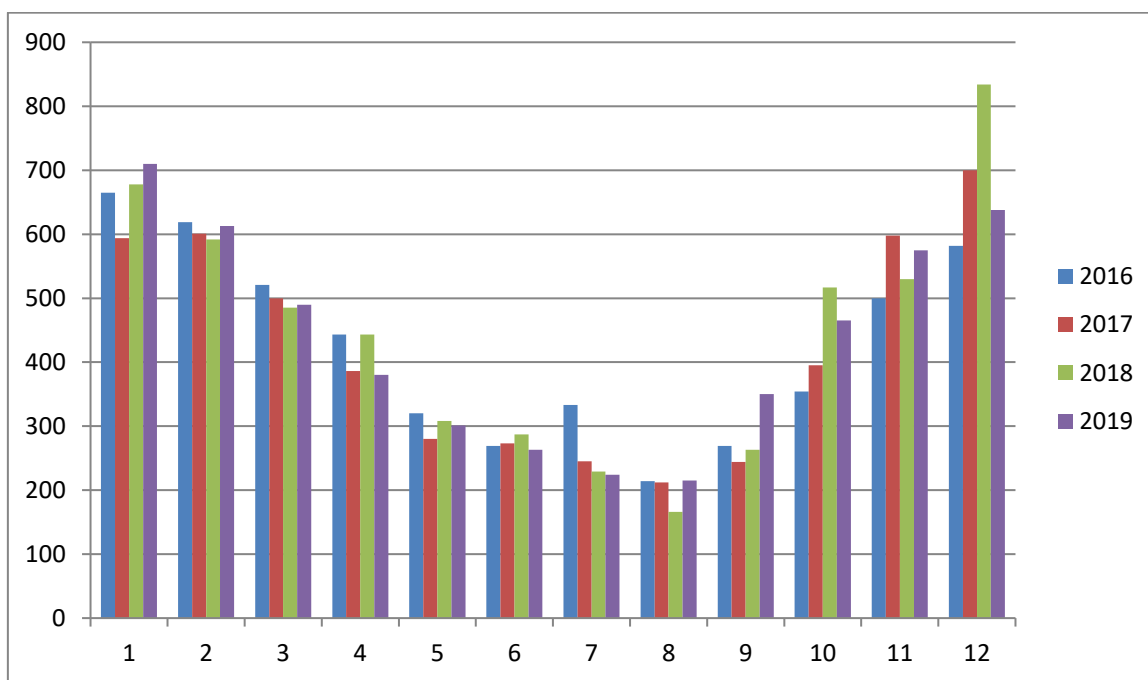


Рисунок 3.1– Споживання природного газу за 2016 – 2019 роки

Таблиця 3.8 – Споживання теплової енергії за 2016 – 2019 роки, Гкал

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	8367	7740	7356	8645,9
Лютий	7737	7941	7152	7221,2
Березень	5961	5466	4599	6557,1
Квітень	3561	3162	2661	3798,4
Травень	1701	2022	1692	1757,7
Червень	1692	1638	1965	1635,6
Липень	1032	1701	2028	1032
Серпень	1638	2025	2025	1911
Вересень	1974	2295	2568	1875,3
Жовтень	6312	6603	3222	6312
Листопад	7758	8961	3750	8016,6
Грудень	8688	9036	3978	9035,52

Динаміка споживання теплової енергії за 2016 – 2019 роки представлена на рисунку 3.2

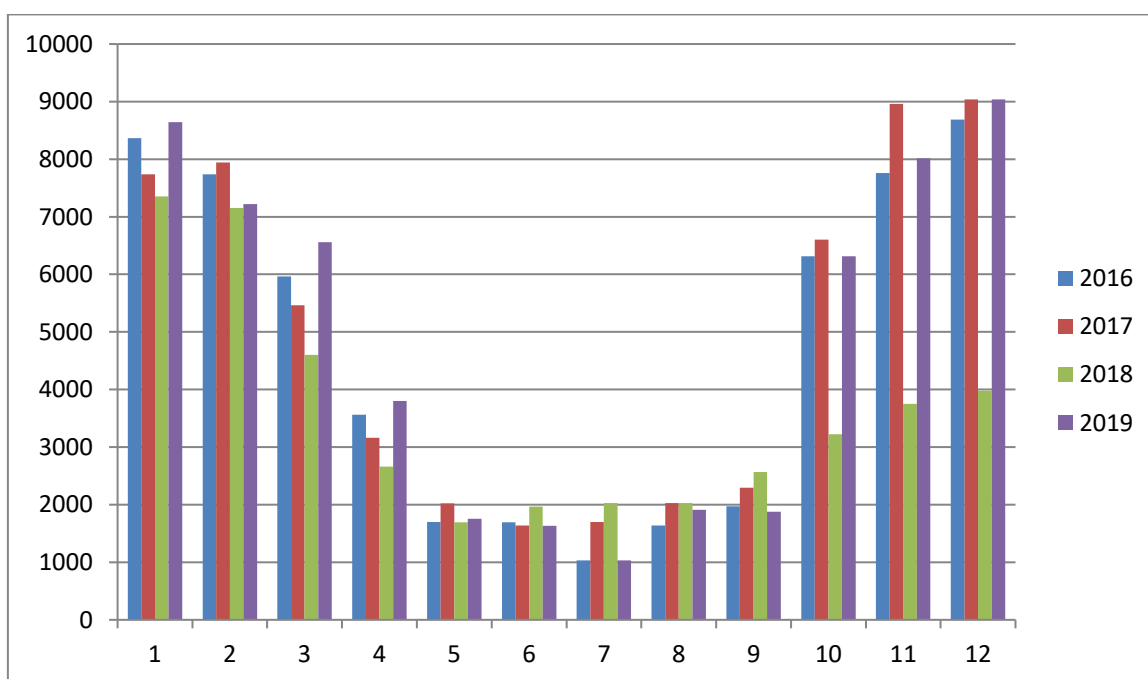


Рисунок 3.2– Споживання теплової енергії за 2016 – 2019 роки, Гкал

Як бачимо з рисунку 3.2 найбільше споживання теплової енергії припадає на опалювальний сезон, тобто в період з жовтня по квітень, як в найхолодніший час. У весняні та осінні місяці споживання теплоти

зменшується у зв'язку з поліпшенням погодних умов. У літній період споживання найменше, тому працює лише одна котельня з двох. Споживання теплоти у цей період йде на технологічні потреби. Однак, бачимо, що по роках теж є нерівномірності у споживанні теплової енергії, що можна пояснити даними гідрометцентру, що свідчать про те, що середньорічна температура повітря за 2018 рік, у порівнянні з даними за 2016-2017 роки, значно вища, що дало змогу зменшити використання теплової енергії на опалення приміщень.

Таблиця 3.9 – Споживання пари підприємством за 2016 – 2019 роки, Гкал

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	3761	4155	4021	3891
Лютий	3385	3567	3058	3276
Березень	3332	3348	3524	3204
Квітень	2274	2269	2348	2 201
Травень	1575	1802	1744	1 688
Червень	820	749	720	745
Липень	1065	1065	1031	1031
Серпень	1398	1304	1398	1198
Вересень	1701	1871	1701	1790
Жовтень	1976	2108	1976	2044
Листопад	3083	3186	3083	2984
Грудень	3251	3143	3251	3126

Динаміка споживання пари представлена на рисунку 3.3.

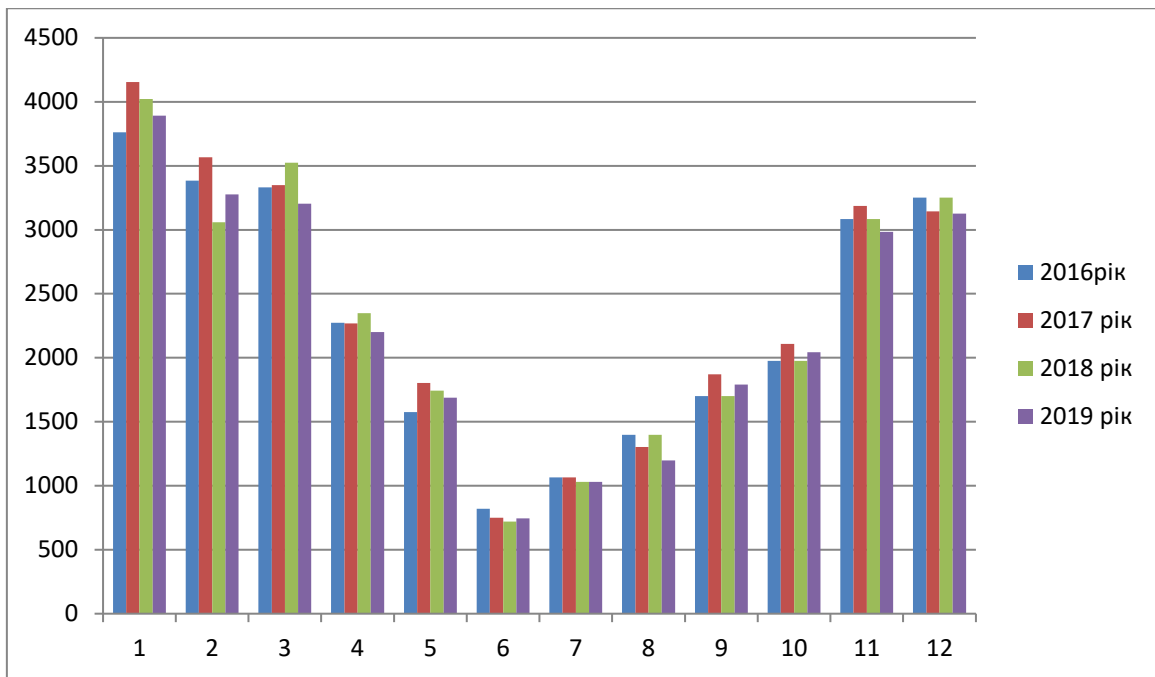


Рисунок 3.3– Споживання пари за 2016 – 2019 роки, Гкал

Таблиця 3.10 – Споживання води підприємством за 2016 – 2019 роки, м3

Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	32422	35813	34 658	33 540
Лютий	31947	33664	28 855	30916
Березень	35755	35927	37 818	34380
Квітень	37396	37316	38 603	36190
Травень	26460	30272	29 295	28350
Червень	32593	29788	28 642	29630
Липень	12844	12844	12 430	12430
Серпень	33746	31496	33 746	28925
Вересень	34333	37766	34 333	36140
Жовтень	29019	30954	29 019	30020
Листопад	34472	35621	34 472	33360
Грудень	35693	34503	35 693	34320

Динаміка споживання води підприємством за 2016 -2019 роки представлена на рисунку 3.4

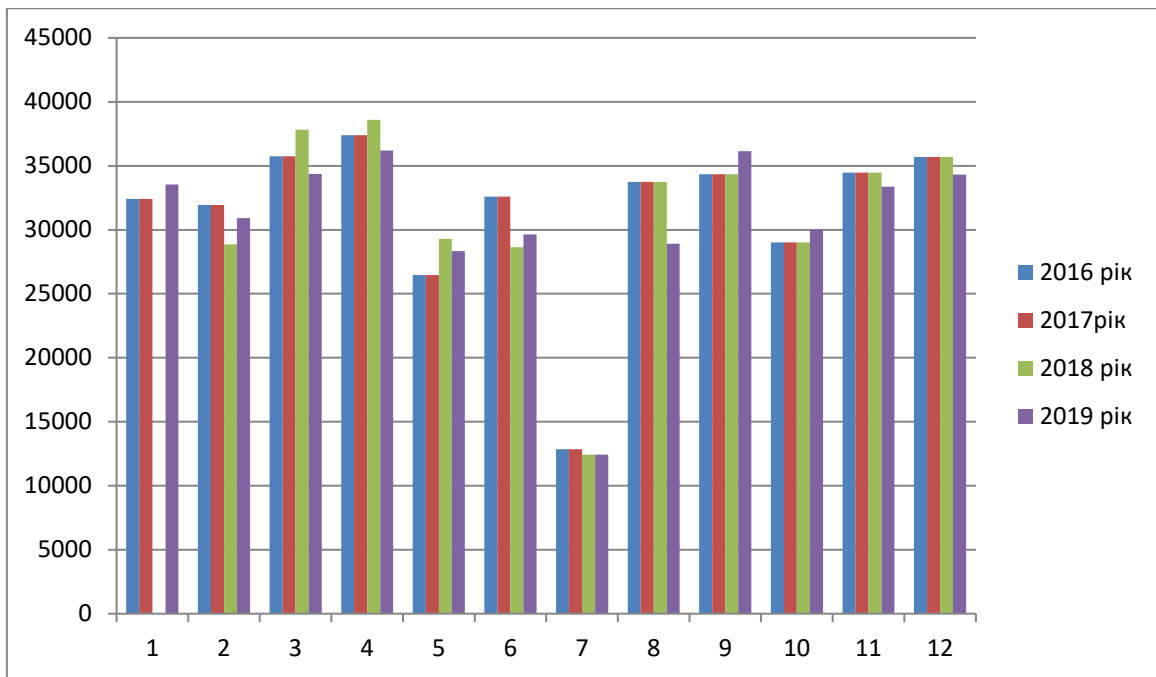


Рисунок 3.4– Споживання води за 2016 – 2019 роки, м3

На рисунках 3.1 – 3.4 приведені графіки помісячного споживання газу, теплової енергії, пари та води підприємством за 2016 – 2019 роки. З даних графіків видно, що споживання ресурсів у теплий період з 5-9 місяць зменшується, а в холодний – збільшується.

### 3.7. Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії та стану систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті

Якщо порівнювати питому продуктивність котельного обладнання з середніми показниками по Україні, то котельні підприємства мають вищі питомі показники.

Система обліку теплової енергії включає в себе лічильник теплової енергії та особу відповідальну за передачу Аналіз споживання енергоресурсів не проводиться.

### 3.8. Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії

ЗЕЗ №1 – Автоматизований облік та контроль системи опалення

Щорічне споживання теплової енергії, що йде на опалення цеху №3:

$Q_p = 640 \text{ Гкал. } 6.44 \text{ Гкал} = 1 \text{ тис. м}^3 \text{ природного газу.}$

Тобто  $640 \text{ Гкал} = 98 \text{ тис. м}^3.$

Вартість 1 м<sup>3</sup> природного газу (Сгаз) складає 8 грн.

Тоді загальні витрати на теплову енергію, що йде на опалення:

$$B_E = 98 \cdot 1000 \cdot 8 = 784000 \text{ грн.}$$

Економія від впровадження автоматизованого обліку та контролю системи опалення складає близько 10 – 30 % внаслідок зменшення витрат тепла в перехідні місяці (жовтень, листопад, березень та квітень) та вагомого зниження теплового навантаження системи опалення у вихідні та святкові дні. Розглянемо найгірший випадок, коли економія буде складати лише 10%. Тобто щорічна економія тепла складатиме:

$$E_T = 640 \cdot 0,1 = 64 \text{ Гкал,}$$

що в грошовому еквіваленті дорівнює 78400 грн.

Витрати на впровадження заходу з енергозбереження

Для впровадження системи автоматизованого обліку та контролю теплової енергії треба встановити в теплопункті лічильник теплової енергії для обліку

поточного та інтегрального фактичного споживання тепла, автономний регулятор, що здобуває та обробляє інформацію, регуляційний клапан для регулювання теплового навантаження, та циркуляційний насос для збільшення швидкості циркуляції теплоносія.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		



Рисунок 3.5 – Приклад системи автоматизованого обліку  
 Тепловий лічильник СВТУ-10М 2хДу-65 мм фірми “Семпал”  
 Кошторис витрат зображений в табл. 3.11.

Крім капітальних витрат проектом передбачаються щомісячні витрати на обслуговування та на перевірку обладнання. Вони складають 560 грн/міс при періоді опалення 6 місяців, тобто щорічно на перевірку обладнання треба витратити:

$$B_E = 560 \cdot 6 = 3360 \text{ грн.}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.11 – Кошторис витрат на впровадження автоматичної системи обліку та контролю теплової енергії

№	Найменування витрат	Вартість витрат, грн.
1	Тепловий лічильник СВТУ-10М 2хДу-65 мм фірми “Семпал”	153593
2	Комплектуючі:	
	- датчик витрат	
	- датчик температур	6620
	- витратомірна ділянка	4657
	- 2 канал	13484
	- гільза для ДТ в комплекті	94988
3	Автономний регулятор температури для опалення РТ-02 фірми “Семпал”	1144
4	Регуляційний клапан “Belimo” Ду-32 фірми “Семпал”	30395
5	Циркуляційний насос WILTopz-30	30476
6	Складання проектно-кошторисної документації фірмою “Ресурсозбереження”	59911
7	Вартість демонтажних та проектних робіт	40849
Всього капітальних витрат:		504180

Тоді простий строк окупності складає:

$$T_{ок} = \frac{504180}{78400 - 3360} = 6,7 \text{ (років)}$$

### ЗЕЗ №2 – Термоізоляція паропроводів і трубопроводів гарячої води

В результаті проведеного аналізу системи розподілу пари було встановлено, що частина паропроводів і трубопроводів гарячої води не мають теплоізоляції. Відомості про пошкоджену ізоляцію наведені в табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Перелік неізолюваних трубопроводів

Призначення Трубопроводів	Загальна довжина, м	Діаметр, мм	Кількість вентилів	t, °C
1. Паропровід	28	159	2	142,92
2. Паропровід	53	108	5	142,92
3. Паропровід	20	76	2	142,92
4. Паропровід	42	57	4	142,92
5. Паропровід	28	28	2	142,92
6. Гаряча вода	40	219	2	95
7. Гаряча вода	60	150	3	95
8. Гаряча вода	80	89	3	95

Товщина ізоляції повинна мати величину в залежності від діаметра труби та її призначення (див. табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Товщина ізоляції

Призначення	Діаметр, мм	Товщина ізоляції, мм
1. Пар	50-89	80
2. Гаряча вода	219	92
3. Гаряча вода	89-150	42

Втрати теплової енергії неізолюваним трубопроводом (ккал/год) визначаємо за формулою 2.93:

$$Q_{нз} = q_{нз} \cdot L_0 \cdot k, \quad (3.17)$$

$Q_{нз}$  – питомі втрати неізолюваними трубопроводами, ккал/м · год;

$k$  – поправочний коефіцієнт, величина якого залежить від температури повітря і від різниці температур стінок труби і повітря;

$L$  – приведена довжина трубопроводу, м:

$$L_0 = L + (l_m \cdot n), \quad (3.18)$$

$n$  – кількість вентилів на ділянці, шт.

Для трубопроводу №1 з таблиці 3.10 отримаємо:

$$Q_{нз} = 450 \cdot (42 + 4) \cdot 0,95 = 19665 \text{ ккал/год.}$$

Результати розрахунків інших трубопроводів наведені в табл. 2.36.

Теплові втрати ізолюваних трубопроводів (ккал/год) визначаємо за формулою 2.95:

$$Q_{I3} = q_{I3} \cdot (t_1 - t_2) \cdot a \cdot b \cdot L_0, \quad (3.19)$$

де  $q_{I3}$  – питома втрата 1 м трубопроводу при різниці температур  $(t_1 - t_2) = 1$  0С в залежності товщини ізоляції, (ккал / м·год·0С);

$t_1$  – температура стінки трубопроводу, приймаємо рівній температурі середовища, 0С;

$t_2$  – температура повітря, 0С;

$a$  – поправочний коефіцієнт, який залежить від товщини ізоляції, коефіцієнта теплопровідності ізоляційного матеріалу і різниці температур теплоносія і повітря. При товщині ізоляції до 100 мм і різниці температур до 300 0С приймають  $a = 1$ ;

$b$  – поправочний коефіцієнт на вплив вітру (при швидкості вітру більше 5 м/с).

На сьогодні можна знизити тепловтрати в теплових мережах шляхом використання сучасних ефективних видів теплоізоляційних матеріалів, таких як комірчасті пластмаси для паропроводів, пенопласти для конденсатопроводів і т.п.,



Рисунок 3.6 – приклад ізоляції трубопроводів

З врахуванням вищесказаного для трубопроводу №1 отримаємо:

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{I3} = 0,163 \cdot (130 - 15) \cdot 1 \cdot 1,03 \cdot 46 = 588 \text{ ккал/год.}$$

Аналогічно виконується розрахунок для інших трубопроводів, результати якого наведені в табл. 3.13.

Річна економія теплової енергії складає:

$$E_r = E_{II} \cdot n \cdot m, \quad (3.20)$$

де  $n$  – кількість робочих днів на рік,  $n = 258$  діб/рік;

$m$  – число годин на добу,  $m = 24$  год/добу.

Таблиця 3.14 – розрахунок економії теплоенергії при ізоляції трубопроводів

№ трубопровод а	Приведен а довжина	Діамет р	Тепловтрати без ізоляції	Тепловтрат и з ізоляцією	Чиста економія
	L <sub>0</sub> , м	мм	Q <sub>нз</sub> , ккал/год	Q <sub>із</sub> , ккал/год	E <sub>ч</sub> , ккал/год
1	30	159	1423,1	988,2	434,9
2	58	108	2437,8	1681,23	756,57
3	22	76	653,7	470,25	183,45
4	46	57	1863,5	1433,4	430,1
5	30	28	2039,7	1581,09	458,61
6	42	219	1946	1400	546
7	63	150	3900,6	3071,3	829,3
8	83	89	2141,7	1574,77	566,93
Всього:					4205,86

$$E_r = 4205,86 \cdot 258 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 26,04 \text{ Гкал/рік.}$$

6.44 Гкал = 1 тис. м<sup>3</sup>.

808,65 Гкал = 4,034 тис. м<sup>3</sup> природного газу (E<sub>газ</sub>).

Вартість 1 м<sup>3</sup> природного газу (C<sub>газ</sub>) складає 8 грн, тому річна економія теплової енергії в гривнях буде дорівнювати:

$$E_{грн} = C_{газ} \cdot E_{газ} \cdot 10^3 = 8 \cdot 4,034 \cdot 10^3 = 32347,8 \text{ грн/рік.}$$

Розрахуємо витрати на встановлення ізоляції на паропроводи і трубопроводи гарячої води, які складаються з:

витрати придбання ізоляції;

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

витрати на монтаж.

Сумарна вартість ізоляції, яку необхідно встановити на підприємстві, складає:

$$B_{I3} = L_{0II} \cdot C_{I3.II} + L_{0Г.В} \cdot C_{I3.Г.В}, \text{ грн.} \quad (3.21)$$

де СІЗ. П – вартість ізоляції 1м паропроводу, СІЗ. П = 542 грн.;

СІЗ. Г.В – вартість ізоляції 1 м трубопроводу гарячої води; СІЗ. Г.В = 556,7 грн.

$$B_{I3} = (30 + 58 + 22 + 46 + 30) \cdot 542 + (42 + 63 + 83) \cdot 556,7 = 205471,6 \text{ грн.}$$

Витрати на монтажні роботи складають:  $B_M = 35000$  грн.

Сумарні витрати знайдемо за формулою 3.18:

$$B_{\text{сум}} = B_{I3} + B_M = 205471,6 + 35000 = 240471,6 \text{ грн.} \quad (3.22)$$

Тоді простий строк окупності буде дорівнювати:

$$T_{ок} = \frac{240471,6}{32347,8} = 7,43 \text{ (років)}$$

ЗЕЗ №3 – Термоізоляція зовнішніх стін

Згідно з[1] мінімально допустиме значення опору теплопередачі стін не

відповідає нормі  $2,2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$ . Тому пропонується провести утеплення зовнішніх стін.

Утеплення стін виконаємо пінопластом з такими характеристиками:

$\lambda = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°С}}$  товщиною  $\delta = 0,06\text{м}$ ;

$$R_{\text{стїни}} = 0,874 + \frac{\delta_{п.}}{\lambda_{п.}} = 0,874 + \frac{0,06}{0,04} = 2,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°К}}{\text{Вт}}$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		



Рисунок 3.3 – приклад утеплення стін

Коефіцієнт теплопередачі стіни становить:

$$k_{\text{стіни}} = \frac{1}{R_{\text{стіни}}} = \frac{1}{2,4} = 0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°K}}$$

Розрахуємо коефіцієнти теплопередачі зовнішніх огорожень згідно до (3.13).

$$R_1 = R_2 = R_3 = \frac{1}{8,7} + 0,874 + \frac{1}{23} = 0,115 + 2,4 + 0,043 = 2,56 (\text{м}^2 \cdot \text{°K}) / \text{Вт} ;$$

$$K_1 = K_2 = K_3 = \frac{1}{2,56} = 0,39 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Розрахуємо тепловтрати через огорожувальні конструкції згідно до (3.15).

$$Q_{\text{ок}}^{\text{стін}} = 0,39 \cdot (396 + 154) \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,2) + 0,39 \cdot 154 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,15) + 0,39 \cdot 396 \cdot (18 - (-22)) \cdot (1 + 0,1) = 27500,22 + 7379,226 + 18150,145 = 19835,4 \text{ Вт} = 19,4 \text{ кВт}$$

Внаслідок утеплення втрати через зовнішні стіни зменшились

на величину  $\Delta Q_{\text{ок}}^{\text{стін}}$

$$\Delta Q_{\text{ок}}^{\text{стін}} = 53029,9 - 41128,57 = 11847,33 \text{ Вт} = 11,847 \text{ кВт}$$

Розрахуємо економію коштів при впровадженні даного заходу.

Економія становить 44,626 Гкал/рік, що в грошовому еквіваленті складає

$$E_{\text{зрн}} = C_{\text{газ}} \cdot E_{\text{газ}} \cdot 10^3 = 8 \cdot 6,929 \cdot 10^3 = 55436,7$$

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Витрати на встановлення складуть:

$$E = S \cdot c + C = 2072 \cdot 214 + 40000 = 483408 \text{ грн}$$

Де  $S$  – площа зовнішніх стін будівлі;

$c$  – ціна 1 м<sup>2</sup> пінопласт;

$C$  – вартість додаткових робіт.

Тоді простий термін окупності складе:

$$T_{ок} = \frac{483408}{55436,7} = 8,72 \text{ (років)}$$

### Висновки до розділу 3

Отже, всі запропоновані заходи направлені на підвищення енергоефективності Фармацевтичному підприємстві. При цьому економляться паливно-енергетичні ресурси, а при загальній тенденції підвищення вартості на них, ці заходи з енергозбереження являються ще більш ефективними.

Як підсумок, зведемо всі розрахунки заходів з енергозбереження у таблицю 3.15

Таблиця 3.15 – Запропоновані заходи з енергозбереження

Назва заходу	Капітальні витрати	Річна економія, грн	Термін окупності
Автоматизований облік та контроль системи опалення	504180	78400	6,7 років
Термоізоляція трубопроводів	240471,6	32347,8	7,43 років
Утеплення зовнішніх стін	483408	55436,7	8,72 років

## 4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

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

На фармацевтичному підприємстві утворена функціональна структура організації праці, що зображена на рисунку 5.1. До функцій структурних підрозділів входять: виробництво, фінансова та економічна діяльність, маркетинг, керівництво персоналом, охороною праці, якістю. Головною ознакою функціональної структури підприємства є спеціалізація цехів на виготовлення групи однотипних лікарських засобів.

Основу “скелета” організації складають два принципи:

- принцип розподілу праці;
- координація самостійних одиниць в єдине ціле.

Організація, як складний механізм, має такі основні компоненти:

- стратегічна верхівка;
- середня ланка;
- виробниче ядро;
- техноструктура;
- допоміжний персонал.

Представники стратегічної ланки на підприємстві ухвалюють рішення про розподіл ресурсів, підбір персоналу, його мотивації, здійснення контролю, розробляють стратегію організації і несуть відповідальність за результати її роботи. До них належать: головний інженер, комерційний директор, головний спеціаліст по економіці і фінансам, директор по управлінню людськими ресурсами, замісник генерального директора по охороні праці. Підприємство очолюється генеральним директором.

					НТУУ 001.7205.068 ПЗ			
<i>Вим</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Система енергетичного менеджменту	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Криворучко С.В.</i>					77	10
<i>Перевір.</i>		<i>Закладний О.О.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Прокопенко І.Д.</i>						
<i>Затвер.</i>						ІЕЕ, гр. ОН-72		

Виробниче ядро охоплює працівників, які виконують основну роботу, пов'язану з виготовленням лікарських засобів.

Середня ланка є передавальною між стратегічною верхівкою і виробничим ядром. До її складу входять керівники, які несуть відповідальність за реалізацію ухвалених стратегічною верхівкою рішень.

Техноструктура виконує функції стандартизації роботи підприємства. Представників цієї ланки можна умовно поділити на три групи:

- аналітики з питань вивчення роботи та інженери зі стандартизації технологічних процесів: працівники відділів головного механіка та головного енергетика, науково-технічного відділу та лабораторій;

- працівники планових та виробничих відділів: контролери якості, метрологічна група, відділ продаж і закупок, маркетингу, планування економічного аналізу і цін, бухгалтери, працівники канцелярії і відділу інвестицій;

- спеціалісти з персоналу, зокрема представники відділу керування людськими ресурсами, охорони праці і цивільної оборони.

Допоміжний персонал надає непрямі внутрішні послуги. Він виконує свої функції незалежно від виробничого ядра. Сюди відносяться: служба охорони, їдальня, юридичний відділ, працівники аптеки та будинку культури.

Цехи на підприємстві за характером своєї діяльності підрозділяються на:

- основні, які виробляють лікарські засоби;
- допоміжні, які забезпечують безперебійну ефективну роботу основних цехів (електроремонтний цех, ремонтно-механічний цех, котельня);
- обслуговуючі (транспортний цех, товарно-сировинні склади, пральня);

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експериментальні, які займаються підготовкою та випробовуванням нових виробів (лабораторії).

#### **4.2 Визначення базового рівня споживання електроенергії та показника(ів) енергоефективності на рівні всього об'єкту**

На данному етапі на підприємстві відсутня служба енергоменеджменту. Тому доцільно розглянути можливість її впровадження.

Оскільки відділ енергоменеджменту є загальним для всієї організації, енергоменеджер повинен мати доступ до всіх складових її структури для досягнення ефективного енерговикористання. Не дивлячись на це, відділ повинен бути розміщеним.

Існує п'ять варіантів його розташування:

- в технічному відділі;
- в відділі персоналу;
- в відділі фінансів;
- в офісі виконавчого директора;
- зовнішній консультант.

Всі складові всесторонньо її програми енергетичного менеджменту на Фармацевтичному підприємстві зображені на рис. 5.2. Цими компонентами є організаційна структура, політика підприємства, плани на проведення аудитів, навчання персоналу, стратегія та система подання звітів.

Відділ енергетичного менеджменту найкраще розмістити таким чином, щоб налагодити зв'язок між різними підрозділами підприємства. Найефективнішим було б рішення, при якому до відділу енергоменеджменту входили б представники інших підрозділів організації (наприклад, за сумісництвом).

Зв'язок відділу енергетичного менеджменту з технічним відділом забезпечить контроль над споживанням енергії, з відділом управління людськими ресурсами – надасть можливість для мотивації і навчання

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Продовження таблиці 4.1

3	Офіційна енергетична політика, але неактивний обов'язок топ-менеджерів	Енергоменеджер звітує енергокомітету, який представляє всіх користувачів, що керуються членами головного правління	Енергокомітет виступає основним каналом на рівні з прямим контактом з основними користувачами	M&T звіти про індивідуальні приміщення засновані на субвимірах, але звіти про збереження користувачам не надаються	Програма підвищення свідомості персоналу і регулярні рекламні кампанії	Ті ж критерії повернення коштів, що і для всіх інвестицій
2	Ще не прийнята енергетична політика, введена енергоменеджером або старшим менеджером відділу	Вводять штатну посаду енергоменеджера, що звітує спеціальному комітету, але лінія управління та повноваження ще не зрозумілі	Контакт з основними користувачами за допомогою спеціального комітету під керівництвом старшого менеджера відділу	Контроль і направленість звітів заснований на даних енергопостачання. Енергоодиниця є спеціальною статтею бюджету	Навчання деякої частини спеціального персоналу розумінню переваг	Залучення тільки короткострокових інвестицій
1	Неоформлений в письмовій формі перелік керуючих принципів	Енергоменеджмент входить в склад чийхось обов'язків з обмеженням повноважень та впливу	Неофіційні контакти між інженером та декількома користувачами	Звіт про витрати заснований на даних лічильників. Інженер збирає звіти про внутрішнє використання енергії технічним відділом	Використання неофіційних контактів для впровадження ідеї енергоефективності	Застосовуються тільки дешеві заходи
0	Ніякої явної політики не існує	Не існує політики енергоменеджменту чи будь-якої офіційної групи, що є відповідальною за енергоспоживання	Немає контакту з користувачем	Не існує інформаційної системи. Немає звіту про енергоспоживання	Ідея енергоефективності не висувається	Відсутні інвестиції на підвищення енергоефективності в приміщеннях

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

#### 4.4 Планування впровадження заходів з енергоефективності, запропонованих в розділах 2 та 3

Система енергетичного менеджменту починається з призначення керівництвом особи, яка маючи всі вищеописані характеристики і навички, буде контролювати споживання енергоресурсів та створювати максимально можливі умови для зменшення їх споживання.

Перше, що повинен зробити енергоменеджер після приходу на підприємство – провести комплексний енергетичний аудит всіх систем, а саме:

- дослідити технологічний процес на доцільність завантаження обладнання і на ефективність роботи всього комплексу;
- дослідити огорожуючі конструкції підприємства на наявність інфільтрацій і втрат тепла;
- дослідити ефективність роботи вентиляції;
- виявити місця найбільших втрат стисненого повітря;
- виявити місця неефективного використання води;
- дослідити ефективність системи освітлення.

Якщо весь цей комплекс проводить енергоменеджер підприємства без залучення субпідрядних організацій, що займаються енергетичним аудитом, то він повинен бути забезпечений необхідним обладнанням, таким як: анемометр, люксметр, тепловізор та ін.

На основі даних досліджень можна скласти карти споживання з врахуванням тих чи інших факторів, які будуть впливати на споживання, а якщо потрібно, внести пропозиції керівництву щодо ремонту або заміни обладнання.

Надалі, згідно класичної теорії енергоменеджменту, цикл роботи енергоменеджера можна розділити на 4 етапи:

- зняття показань приладів обліку
- аналіз показників споживання

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- планування енергоберігаючих заходів
- реалізація даних заходів

Після впровадження системи енергетичного менеджменту на підприємстві була розроблена чітка енергетична політика. Створений відділ проводить регулярні обстеження споживання енергоресурсів. Існує узгоджена програма інвестування в енергозбереження.

Була проведена співбесіда з працівниками з метою пояснення важливості питання раціонального використання освітлення та електроенергії.

По закінченню робочого часу на підприємстві використовується тільки чергове освітлення.

За невиконання розпорядження по економії електроенергії передбачено накладання на керівників підрозділів дисциплінарних стягнень, або зниження премії за поточний місяць.

Крім того, в опалювальний сезон в адміністративних приміщеннях на вихідні дні та вночі температура повітря не підтримується 20 °С, а знижується до 15°С.

Як бачимо зі схеми, енергетичний менеджер є підзвітним безпосередньо директору, але тісно співпрацює з іншими відділами.

Така співпраця забезпечує постійну інформативність щодо стану виробничого обладнання, зміни технологій виробництва, контролю споживання енергетичних ресурсів.

В подальшому діяльність відділу енергетичного менеджменту повинна бути направлена на налагодження офіційних і неофіційних каналів комунікацій та вдосконалення інформаційної системи.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо матрицю енергоменеджменту після введення посади енергоменеджера і проведеної ним роботи щодо покращення енергоефективності.

Матриця енергозбереження для підприємства після введення посади енергоменеджера зображена в таблиці 4.2.

#### **Висновки до розділу 4**

Після введення посади енергоменеджера його діяльність включається в офіційну структуру. Він розробляє енергетичну політику підприємства, відділ проводить регулярні обстеження. Слабкою стороною є те, що управління енерговикористанням все ще не повністю втілене і більшість менеджерів сприймають його як технічну функцію, ніж як частину їх власної сфери діяльності.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

## 5.1 Розрахунок сонячної інсоляції

Оптимальний кут нахилу геліоколекторів розраховується за формулою:

$$\phi = \theta \cdot 0,76 + 3,1, \quad (5.1)$$

де  $\theta$  - географічна широта, для м. Київ  $\theta=50.45^\circ$  Пн. широти;

Знайдемо оптимальний кут нахилу за формулою (5.1):

$$\phi = 50.45 \cdot 0,76 + 3,1 = 41.42^\circ$$

Згідно програми сайту [5] для порахованого куту нахилу  $41.42^\circ$ , Південної орієнтації маємо такий рівень сонячної інсоляції:

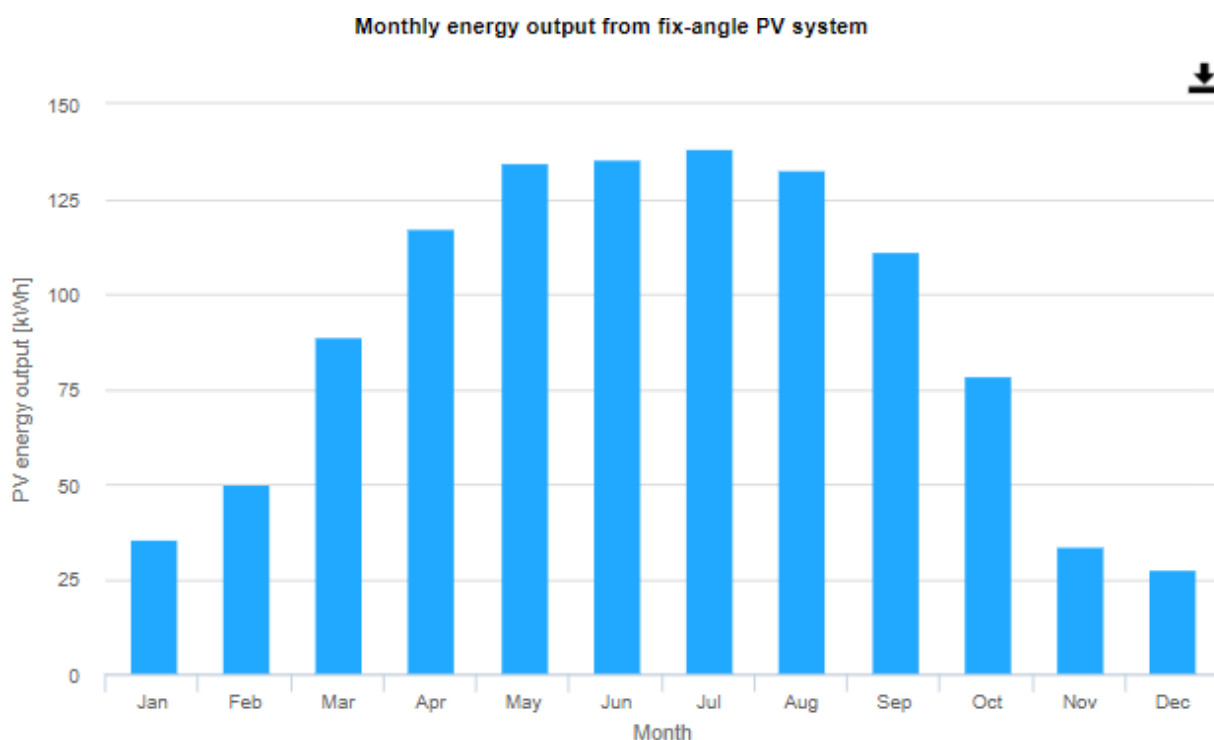


Рисунок 5.1 - Рівень сонячної інсоляції у Київській області

					НТУУ 001.7205.068 ПЗ				
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Оцінка можливостей застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії на об'єкті	Літ	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Криворучко С.В.						85	10	
Перевір.	Закладний О.О.								
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-72			
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.								
Затвер.									



Площа необхідна на встановлення колекторів:

$$S_c = S \cdot n = 30.8 \cdot 2 = 61,6 \text{ м}^2 \quad (5.5)$$

### 5.3 Розрахунок економічних показників реалізації заходу

Ціна обладнання та установки однієї системи приведена в додатку А.

Ціна 2 систем рівна 536814 грн.

До експлуатації включимо амортизаційні відрахування 5% від капітальних витрат.

Таблиця 5.1 - Результат розрахунку економічних показників реалізації заходу

Фінансовий розрахунок					
Капітальні витрати, грн.	2388629,76	<i>тариф. ГВП, грн</i>		99,79	
Експлуатаційні витрати, грн.	119431,49	<i>тариф. ВП та ВВ, грн</i>		25,38	
<i>R дисконт</i>	7,50%	<i>к-сть води, л/добу</i>		3960	
Грошовий потік					
YEAR	CAPEX	OPEX	SAVING	TOTEX	DTOTEX
0	536 814,00	0	0	-536814	-536814,00
1	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-11050,49
2	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-10279,52
3	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-9562,35
4	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-8895,21
5	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-8274,61
6	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-7697,31
7	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-7160,29
8	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-6660,74
9	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-6196,03
10	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-5763,75
11	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-5361,63
12	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-4987,56
13	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-4639,59
14	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-4315,90
15	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-4014,79
16	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-3734,69
17	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-3474,13
18	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-3231,75
19	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-3006,28
20	0	119431,49	107552,21	-11879,27	-2796,54
Результати розрахунку					
терм. окуп.	років	місяців	днів	IRR	NPV
	Проект	не	окупається	-	-657917

## Висновки до розділу 5

Було запропоновано як захід з відновлюваної енергетики - встановлення геліоколекторів на покриття потреб в гарячій воді. Витрати на обладнання геліоколекторів амортизуються в експлуатаційних витратах. Тому витрати більші за економію і захід не окупиться.

Захід не є фінансово доцільним.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		88

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

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

Об'єктом дослідження даного дипломного проекту є фармацевтичний підприємства, який розташований в м. Києві. На 3 поверсі відбувається виробництво препаратів В-лактамного ряду твердої форми. На даному виробництві використовується припливно-витяжна система вентиляції. Після проведення енергоаудиту було виявлено, що приточний вентилятор типу ВР 132-30, майже вийшов зі свого терміну експлуатації і тому з метою зменшення витрати електричної енергії та покращення мікроклімату в приміщенні передбачається заміна вентилятора старого типу на новий з двигуном меншої потужності.

В таблицю 4.1 занесемо загальну характеристику об'єкту, а в таблицю 6.2 занесемо показники технічних характеристик нового та старого обладнання.

Таблиця 6.1 – Загальна характеристика об'єкта [8]

Найменування ЕУ	Найменування ЕУ	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія з пожежної безпеки
Вентиляційна камера	Внутрішня ЕУ	Окреме, ізольоване приміщення	Приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Г

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ			
Вим	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Криворучко С.В.				Охорона праці та пожежна безпека безпека під час модернізації системи вентиляції	Літ	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Третьякова Л.Д.						89	10
Реценз.						ІЕЕ, гр. ОН-72		
Н. Контр.	Прокопенко І.Д.							
Затвер.								

Таблиця 6.2 – Показники технічних характеристик ЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
Припливний вентилятор ВР 132-30	Витрата повітря	1600
	Повний тиск	4700
	Потужність електропривода	30
	Марка вентилятора	ВР 132-30
Припливний вентилятор ВР 228-46- 5	Витрата повітря, $m^3/год$	1600
	Повний тиск, Па	4700
	Потужність електропривода, кВт	18
	Марка вентилятора	ВР 228-46-5

### 6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт

Установку і монтаж систем вентиляції та кондиціонування виробляють згідно з проектом і вимогами СНиП 3.05.01-85 "Внутрішні санітарно-технічні системи". Першочергово для розташування проточних і витяжних елементів кондиціонера (якщо планується кондиціонування приміщення) визначаються зони їх установки. Для прокладки повітропроводів (відкоси, поглиблення в стінах), створюються необхідні умови. Далі починається їх монтування та розводка разом з елементами вентиляції. А завершує підключення автоматичної системи управління.

У таблиці 6.3 наведемо основні характеристики виконання робіт.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		



## 6.4 Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків

У таблиці 6.5 наведено категорії небезпек та оцінка їх ризику.

Таблиця 6.5 – Можливі небезпеки [13]

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

## 6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

В таблиці 6.6 зазначено перелік технічних та організаційних заходів з безпеки праці.[11]

Таблиця 6.6 – Технічні та організаційні заходи з безпеки праці

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
Ізоляція	Робоча, струмовідних частин	Полівінілхлорид: $R = 10^{15} \text{ Ом}$ , $tg\delta = 0,02$
Маркування	На корпусі вентилятора	ВР 228-46-5
Знак безпеки	Трикутник	На корпусі вентилятора
Знак безпеки	Стрілочка	На вхідних дверях ізольованого приміщення вентиляторної системи
Шум	Звукоізоляція приміщення	Плити з мінеральної вати, товщина 4 мм.
Очищення повітря	Загальна вентиляція припливно-витяжна	Припливні вентилятори (3 шт. потужністю 2,2 кВт), витяжні вентилятори (4 шт. потужністю 2,2 кВт)
Робоча документація з експлуатації компресорних установок	Супроводження експлуатаційною документацією, наявність вахтового журналу, стенд з інформацією щодо експлуатації установок	Інструкція, креслення та загальні характеристики, вахтовий журнал, інформаційний стенд

### 6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек

В таблиці 6.7 наведено прелік засобів індивідуального захисту.[12]

Таблиця 6.7– ЗІЗ

Вид	Марка	Період випробовування	Призначення
Захисний костюм	SVAN	1 рік	Захищає від забруднень та механічних ушкоджень
Рукавички захисні	SVAN	5 робочих змін	Захист від механічних ушкоджень
Черевики робочі, шкіряні	Bryes	Біля 1 року	Захищає від забруднень та механічних ушкоджень
Захисні окуляри	Overlux	До зносу	Захищає від механічних ушкоджень
Захисні навушники	Peltor	До зносу	Зниження рівня шуму на 28 дБА

## 6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Зведемо всі заходи із запобігання та ліквідації наслідків пожеж та вибухів у таблицю 6.8.

Таблиця 6.8 – Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки[10]

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
Вогнегасник вуглекислотний ВВК-2	Переносний, тривалість дії – 8с, довжина струмені – не менше 3м	У корпусі розміщено
Автоматична система пожежогасіння	Автоматична система водяного пожежогасіння Brandmaster	Розміщено у корпусі та у електроприміщенні компресорної станції
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

## 6.8 Розрахунок технічного заходу з безпеки експлуатації

Розрахуємо і оберемо блискавкозахист для корпусу, де знаходиться вентиляційна система.

Параметри корпусу : довжина 35м ; ширина 24 м; висота 4 м.

Розташування будівлі: м Київ.

**Визначимо очікувану на рік кількість уражень блискавкою будівлі:**

$$N = [(A + 6 \cdot H_M)(B + 6 \cdot H_M) - 7,7 \cdot H_M^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6.1)$$

де  $A = 35$  м і  $B = 24$  м - відповідно довжина і ширина будівлі, що має прямокутну форму;

$H_M = 4$  м - висота будівлі; 2709

$n = 5,5$  – середньорічна кількість ударів блискавки на 1 км<sup>2</sup> земної поверхні в місці розташування будівлі (табл. 6.9).

Таблиця 6.9 – Очікувана середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км<sup>2</sup> земної поверхні  $n$  в залежності від інтенсивності грозової діяльності  $K$ .

Інтенсивність грозової діяльності $K$	Очікуване середньорічне число ударів блискавки $n$
10-20	1
20-40	2
40-60	4
60-80	5,5
80-100	7,0
100 і більше	8,5

Середньорічна кількість ударів блискавки на 1 км<sup>2</sup> земної поверхні  $n$  залежить від інтенсивності грозової діяльності  $K$  (табл. 6.10).

Таблиця 6.10 – Середньорічна грозова діяльність,  $K$

Області	Середньорічна грозова діяльність, $K$
1. Республіка Крим	40-60
2. Закарпатська, Запорізька, Донецька	80-100
3. Інші області України	60-80



## ВИСНОВКИ

При дослідженні об'єкту даного дипломного проекту: фармацевтичне підприємство, було виявлено, що ресурси на підприємстві використовуються не раціонально, що впливає на витрату певних коштів безкорисливо. Тому я було запропоновано різні заходи з енергозбереження: Впровадження системи енергетичного менеджменту, підвищення ККД насосу до паспортних значень, заміна вентиляторів старих типів на нові, Впровадження автоматичного керування вентиляторними установками. За результатами розрахунків економія електроенергії при заміні вентиляторів та при впровадженні автоматичного керування вентиляторними установками складе 4,4 %. Захід по підвищенню ККД насосу до паспортних значень принесе економію електроенергії у 4,3 %.. Автоматизований облік та контроль системи опалення, Термоізоляція трубопроводів, утеплення зовнішніх стін.

Отже, всі запропоновані заходи направлені на підвищення енергоефективності Фармацевтичному підприємстві. При цьому економляться паливно-енергетичні ресурси, а при загальній тенденції підвищення вартості на них, ці заходи з енергозбереження являються ще більш ефективними.

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2006. 37 с.
2. Давиденко В.А. Методичні вказівки до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Системи електропостачання»: / Давиденко В.А., Давиденко Н.В. – Рівне: НУВГП, 2018. – 32 с.
3. Облікова ставка Національного банку [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://bank.gov.ua/ua/monetary/stages/archive-rish> (дата звернення: 04.03.2021)
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2010. 130 с.
5. PVGIS, сонячна інсуляція [електронний ресурс] .– Режим доступу: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP) (дата звернення: 04.06.2021)
6. ДБН.В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація
7. Atmosfera, каталог сонячних колекторів [електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/uk/> (дата звернення: 04.06.2021)
8. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Вид. офіц. Київ: Державні норми України, 2013. 240 с.
9. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
10. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів напругою до 220 кВ. Вид. офіц. Київ: Міністерство енергетики, 1998. 55 с.
11. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1999. 56 с.
12. Третьякова Л.Д. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Литвиненко Г.Є., Третьякова Л.Д. – К.: Лібра, 2008. – 317 с.
13. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третьякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2010. 399 с.
14. ДСТУ ISO 16732-1:2018 (ISO 16732-1:2012, IDT)

					НТУУ 001.7205.080 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата		

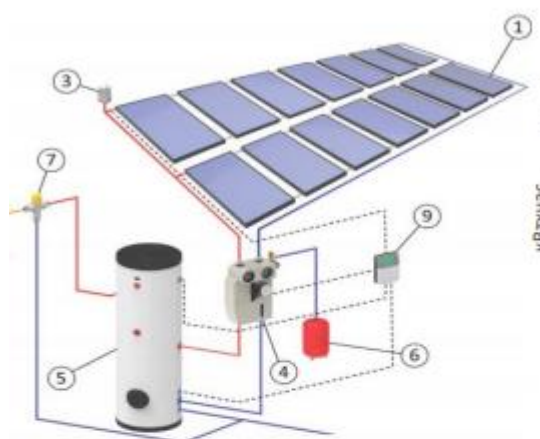
# ДОДАТКИ

## Додаток А

Коммерческое предложение  
**2 000 л** горячей воды в сутки



Температура холодного водоснабжения **12 °C** Требуемая температура горячего водоснабжения **55 °C**  
 Такая система идеально подойдет для гостиницы, пансионата, АЗС, больницы, спортивного комплекса, промышленного объекта, коттеджа, индивидуальной установки или любого другого объекта с круглогодичным потреблением заданного количества ГВС.

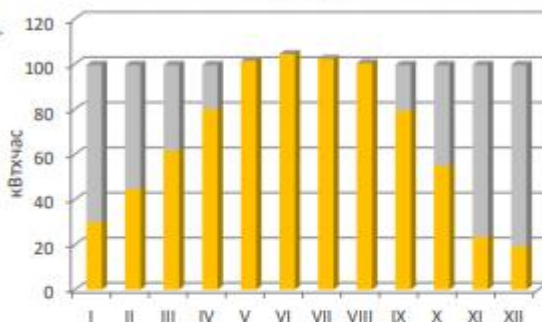


Теплоноситель  
Тепро 30 П Solar



Соединители  
NanoFlex

Количество тепла, которая вырабатывает гелиосистема  
4 регион



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

	Монтажная площадь на наклонную поверхность
	<b>30,8 м2</b>

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

Стоимость оборудования: **9 941**

Змн.	Арк.	№ докум.	Підис	Дата

НТУУ 001.7205.080 ПЗ

Арк.

99