

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проєкт**

на здобуття ступеня бакалавра

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології  
на тему: Підвищення рівня енергоефективності інженерних систем  
машинобудівного підприємства

Виконав (-ла):

студент (-ка) III курсу, групи ОН-п81

*Мірошніченко Дмитро Владиславович* \_\_\_\_\_

Керівник:

*к.т.н., доц. Веремійчук Юрій Андрійович* \_\_\_\_\_

Консультанти:

Теплова частина \_\_\_\_\_

(назва розділу)

к.т.н., Буяк Н.А. \_\_\_\_\_

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Охорона праці та пожежна безпека д.т.н., проф.Третьякова Л.Д. \_\_\_\_\_

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

(назва розділу)

ас. Прокопенко І.Д. \_\_\_\_\_

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2021 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Освітня програма: Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Мірошніченку Дмитру Владиславовичу

1. Тема проєкту «Підвищення рівня енергоефективності інженерних систем машинобудівного підприємства»,  
керівник проєкту к.т.н., доц.Веремійчук Юрій Андрійович, затверджені наказом по університету від «\_\_» травня 2021 р. №\_\_\_\_\_
2. Термін здачі студентом закінченого проєкту “11” червня 2021 р.
3. Вихідні дані до проєкту Отримані під час проходження практики
4. Перелік розділів, які мають бути розроблені
  - а) електрична частина: - Аналіз ефективності використання електричної енергії на об’єкті
  - б) теплова частина: - Аналіз ефективності використання палива та теплової енергії на об’єкті
  - в) охорона праці та пожежна безпека:-  
Охорона праці та пожежна безпека під час модернізації електротермічного устаткування

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. Детальна інформація по заходам з енергоефективності (електрична частина)

2. Детальна інформація по заходам з енергоефективності (теплова частина)

3. Схема теплопостачання об'єкту

4. Однолінійна електрична схема електропостачання (з або без ТП (деталізованої)) об'єкту

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання “17” травня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК

виконання дипломного проекту

студентом Мірошніченком Дмитром Владиславовичем

(прізвище, ініціали)

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Позначки керівника про виконання завдань
	Розрахунок електричної частини	20.05.-23.05.21	
	Розрахунок теплової частини	23.05.-27.05.21	
	Розрахунок частини енергетичного менеджменту	27.05-30.05.21	
	Оцінка застосування вторинних та відновлюваних джерел енергії	30.05-03.05.21	
	Розрахунок частини охорони праці та пожежної безпеки	03.05.-05.06.21	
	Підготовка графічного матеріалу	10.06.-13.06.21	
	Захист дисертації	14.06.21	

Студент  
Керівник проекту

Д.В. Мірошніченко  
Ю.А. Веремійчук

## РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт на тему «Підвищення рівня енергоефективності інженерних систем машинобудівного підприємства» складається з 102 сторінок, має 30 ілюстрацій, 42 таблиці, 2 додатки і 4 креслення.

Об'єктом дослідження є машинобудівельне підприємство. Загальна характеристика наведена в першому розділі дипломного проєктування. Проведений детальний аналіз систем електропостачання та тепlopостачання об'єкту. Обрано найбільш доцільні з точки зору енергоменеджменту заходи для енергоефективного використання енергетичних ресурсів. Проаналізовано доцільність впровадження даних заходів.

Також, в проєкті розкриті питання енергоменеджменту та охорони праці

Дипломний проєкт носить практичний характер і його результати можуть бути використані для впровадження на даному об'єкті.

Ключові Слова:

ЕНЕРГЕЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ,  
ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ, МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО  
УСТАТКУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК  
ЕНЕРГОРЕСУРСИ

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Abstract

Diploma project on "Improving the level of engineering systems of the machine-building enterprise" will consist of 100 pages, a maximum of 30 pages, 42 tables, 2 additions and 4 chairs.

The object of research is a machine-building enterprise. The general characteristic is given in the first section of diploma proctation. A detailed analysis of the power supply and heat supply systems of the facility. The most appropriate from the point of view of energy management measures for energy efficient use of energy resources are selected. The expediency of implementation of these measures is analyzed.

Also, the projects address issues of energy management and labor protection

The diploma project is practical and its results can be used for implementation at this facility.

Keywords:

ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY MANAGEMENT,  
MODERNIZATION OF ELECTROTHERMAL EQUIPMENT,  
MODERNIZATION OF WELDING EQUIPMENT

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ .....	10
1.1 Короткий опис об'єкту .....	10
1.3 Аналіз динаміки споживання ПЕР за останні три роки .....	14
1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР .....	20
1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності .....	22
Висновки до розділу .....	23
2 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ .....	24
2.1 Визначення, коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів електричної енергії .....	24
2.2 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту .....	27
2.4 Оцінка завантаженості ТП .....	30
2.5 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту .....	33
2.6 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання електричної енергії об'єкту у аналітичній формі .....	33
2.7 Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання електричної енергії на об'єкті .....	34
2.8 Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів електричної енергії .....	35
Висновки до розділу .....	41
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ .....	42
3.1 Коротка характеристика та оцінка енергоефективності суттєвих споживачів палива та теплової енергії .....	42
3.2 Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту .....	42
3.4 Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту .....	51
3.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі .....	53
3.6 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії .....	55

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.7	Оцінка стану та ефективності систем обліку та моніторингу споживання теплової енергії на об'єкті.....	61
3.8	Розроблення типових заходів з енергоефективності для суттєвих споживачів теплової енергії.....	62
	Висновки до розділу .....	72
4	СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ .....	73
4.1	Оцінка відповідності стану існуючої на об'єкті системи енергетичного менеджменту вимогам ДСТУ ISO 50001:2020 .....	73
4.3	Представлення «Енергетичної політики» підприємства.....	75
4.4	Планування впровадження заходів з енергоефективності, запропонованих в розділах 2 та 3 .....	76
	Висновки до розділу .....	77
5.	ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ВТОРИННИХ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ.....	78
5.1	Розосереджені джерела енергії.....	78
	Висновок до розділу .....	83
6	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	85
6.1	Загальна характеристика об'єкта, технічні характеристики серійного енергетичного устаткування та систем енергопостачання.....	85
6.2	Визначення обсягів і послідовності робіт під час модернізації енергетичного об'єкту .....	87
6.3	Визначення та оцінка показників умов праці на робочих місцях.....	89
6.4	Визначення та оцінка небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків .....	90
6.5	Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці .....	91
6.6	Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек .....	92
6.8	Розрахунок захисного заземлення.....	97
	Висновок до розділу: .....	99
	ВИСНОВОК.....	100
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
	ДОДАТОК А.....	104
	ДОДАТОК Б .....	105

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ СКОРОЧЕННЯ

ГВП–гаряче водопостачання;

ТП - трансформаторна підстанція;

ДСТУ–державний стандарт України;

ДБН – державні будівельні норми;

Д – дерев'яний;

ЗІЗ– заходи індивідуального захисту;

LED – світлодіодні лампи;

Зх – захід;

ЩО – щит освітлення

Пд–південь;

ПДВ – податок на додану вартість;

ПЕР – паливо-енергетичні ресурси;

IRR – внутрішня норма рентабельності;

NPV– чистий дисконтований дохід;

РУ – розподільчий пристрій;

ЕЗЗ – енергозберігаючий захід.

$t_{\text{вн.}}$  – внутрішня температура в приміщеннях будівлі;

$t_{\text{р.о.}}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення;

$\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;

$\delta$  – товщина;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності;

$R$  – опір теплопередачі;

$K$  – коефіцієнт теплопередачі;

$F$  – площа;

$h$  – висота;

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Енергетика України – це складний та розгалужений технологічний комплекс, який є основою функціонування всього виробництва та забезпечення життєдіяльності країни. На сьогоднішній день Україна недостатньо забезпечена власними енергоресурсами (нафта, газ), і з’являється необхідність в їх раціональному використуванні, тобто енергозбереженні. Раціональне використання енергії дозволяє не тільки покращити економічні показники роботи підприємства, а й зменшити викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Метою даної роботи являється підвищення рівня енергоефективності інженерних систем машинобудівного підприємства, визначити технічну та економічну доцільність впровадження заходів з енергоефективності при техніко-економічних показниках, що відповідають вимогам.

Дипломний проєкт оформлений за допомогою текстового редактору Microsoft Word. Обробка табличних даних та розрахунки в програмі Microsoft Excel. Для розробки графічної частини використовувався графічний редактор Autodesk AutoCAD.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ

## 1.1 Короткий опис об'єкту

Об'єктом проекту є підвищення рівня енергоефективності інженерних систем машинобудівного підприємства

Підприємство було введе в експлуатацію у 1928 році і відноситься до машинобудівної промисловості.

Основним видом продукції, що виробляється це вантажні транспортні засоби, спеціальна та сільськогосподарська техніка.. А це у середньому – близько 150 одиниць універсальних автоцистерн. Компанія також виконує приватні замовлення. Згідно з вимогами клієнта конструюють автомобілі, виготовляючи їх на обраних замовником шасі та комплектують найсучаснішим обладнанням.

Підприємство працює в одну восьмигодинну робочу зміну.

Згідно інформації, отриманої від головного технолога компанії, на підприємстві здійснюються технологічні операції та застосовуються енергоносії, що наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні дані технологічні операції, що здійснюються на об'єкті

№з/п	Технологічний етап	Опис	Вид енергоносія
1.	Заготівельні операції	Розмітка, різання на стрічково-пилкових верстатах та дискових пилкових верстатах	Електричний струм
2.	Ливарні операції	Точне кольорове литво по виплавлених моделях та литво в кокіль. Стале литво	Електричний струм, стиснене повітря

					НТУУ.001.8106.091 ПЗ			
З	Л	№ докум.	Підп	Д				
Розроб.	Мірошніченко Д.В				ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС ОБ'ЄКТУ	Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А						10	
Н.контр.	Прокопенко І.Д					ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.								

Продовження таблиці 1.1

3.	Слюсарно-зварювальні операції	Складання та зварювання вузлів конструкції	Електричний струм
4.	Слюсарні операції	Зачищення, обпиловка вузлів конструкції після зварювання	Електричний струм, стиснене повітря
5.	Токарські операції на верстатах з ручним керуванням та на верстатах з програмним керуванням	Обточування, розточування, різьбонарізання та інші поверхні деталей	Електричний струм, стиснене повітря
6.	Фрезерні операції	Фрезерування площин, поверхонь криволінійних форм та інших поверхонь, у тому числі зубофрезування та зубодовбання	Електричний струм, стиснене повітря
7.	Слюсарні операції	Зачищення, обпиловка деталей та промивання, продування	Електричний струм, стиснене повітря, керосин
8.	Свердлильні операції	Свердління отворів, у тому числі в корпусних деталях на верстатах з ЧПК	Електричний струм
9.	Координатно-розточувальні операції	Розточка прецизійних отворів в корпусних деталях	Електричний струм, стиснене повітря
10.	Термічні та хімічно-термічні операції	Загартування, відпуск, оксидування	Електричний струм, стиснене повітря, вода
11.	Координатно-шліфувальні операції	Шліфування прецизійних деталей серійного та інструментального виробництва	Електричний струм, стиснене повітря

Продовження таблиці 1.1

12.	Плоско-шліфувальні операції	Шліфування технологічних базових площин та площин деталей в завершеному стані	Електричний струм, стиснуте повітря
13	Механічна обробка корпусних деталей на обробних центрах	Фрезерування, свердління, розточування, нарізання різьбових отворів	Електричний струм, стиснене повітря, вода
14	Електроерозійні операції	Координатна прошивка отворів електродами та відтворення контурів на дротяно-вирізних верстатах	Електричний струм, стиснене повітря
15	Операції виготовлення пружин	Навиття пружин різного призначення та випробовування їх характеристик	Електричний струм, стиснене повітря
16	Промивання, прокачування корпусних деталей, вузлів на програмних стендах	Промислове очищення каналів з'єднання в деталях від дрібних часток та інших забруднень	Гарячий пар, стиснене повітря, вода
17	Слюсарно-складальні операції вузлів	Комплектування та складання вузлів виробів	Електричний струм, стиснене повітря
18	Остаточне складання виробів	Складання підвузлів, вузлів та остаточне складання виробів	Не потрібна
19	Приймально-здавальні та періодичні випробовування	Випробування в присутності ВТК та представника-замовника	Електричний струм, стиснене повітря, вода, пальне
20	Остаточний метрологічний контроль	Контроль згідно вимог метрологічної служби	Електричний струм, стиснене повітря

Продовження таблиці 1.1

21	Тривалі випробування	Здійснюються згідно КД виробу	Електричний струм, стиснуте повітря, олива, вода, пальне
22	Консервація	Консервація згідно технічних умов КД	Не потрібна
23	Упакування	Згідно технічних вимог КД	Електричний струм
24	Тривалі випробування	Здійснюються згідно КД виробу	Електричний струм, стиснуте повітря, олива, вода, пальне
25	Консервація	Консервація згідно технічних умов КД	Не потрібна
26	Упакування	Згідно технічних вимог КД	Електричний струм

1.2 Аналіз динаміки виробничої діяльності за останні три роки

Основні дані щодо виробничої діяльності за 2017 – 2019 роки наведено у таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Основні дані щодо виробничої діяльності за 2017 – 2019 роки

№ з/п	Вид продукції	Кількість продукції за роками, шт		
		2017	2018	2019
1	Транспортний засіб	31	56	146
2	Спеціальна машина	н/д	н/д	11
3	Причіп самоскид	6	17	20
4	Автомобіль самоскид	н/д	н/д	н/д
5	Бункер накопичувач перевантажувальний	25	27	27
6	Культиватор	н/д	н/д	8

Відповідно до даних, наведених у таблиці 1.2 спостерігається суттєве зростання виробництва автомобілів пожежних (в 2019 році, в порівнянні з

2018 роком, - зростання в понад 4 рази) та причепів самоскидів в 2019 році, в порівнянні з 2018 роком, - зростання в понад 3 рази), а також позитивна динаміка у випуску спеціальних машин та бункерів накопичувачів перевантажувальних.

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

Використовує електричну енергію в таких виробничих процесах, як: заготівельні, ливарні, слюсарно-зварювальні, слюсарні, зварювальні, свердлильні та на інших видах операцій. Оскільки електрична енергія є однією із основних видів енергії, проводилося вивчення динаміки зміни її споживання протягом року.

Дані щодо споживання електричної енергії за 2016 – 2019 роки, що представлені в таблиці 1.3, були надані працівниками підприємства, а на рисунку 1.1 відображено динаміку зміни споживання за 2016-2019 роки.

Таблиця 1.3 - Дані щодо споживання електричної енергії за 2016 – 2019 роки

місяць	Споживання електричної енергії за роками, кВт·год			
	2016	2017	2018	2019
січень	131521,2	12900,6	149349,6	368213,3
лютий	92461,8	14338,2	101891,4	340680,2
березень	110395,8	11234,4	61386,6	210822,5
квітень	33960	20399,4	35615,4	108716,3
травень	15462	23288,4	26762,4	74020,8
червень	17017,8	21565,8	14698,8	78790,6
липень	17134,8	15628,2	52907,4	69839
серпень	13610,4	15597	61087,8	84371
вересень	15097,8	39589,2	77395,2	94625,3
жовтень	22904,4	77427,6	125906,4	160918,8
листопад	26325	145859,4	219330,6	256580,8
грудень	24814,2	140871,6	269898,6	620250,4
Разом	520705,2	538699,8	1196230,2	2467829

Проаналізувавши вище представлений графік по споживанню електроенергії, бачимо що в споживанні електричної енергії протягом року спостерігається збільшення у зимові місяці, що пояснюється збільшенням потреб на технологічні процеси на виробництві.

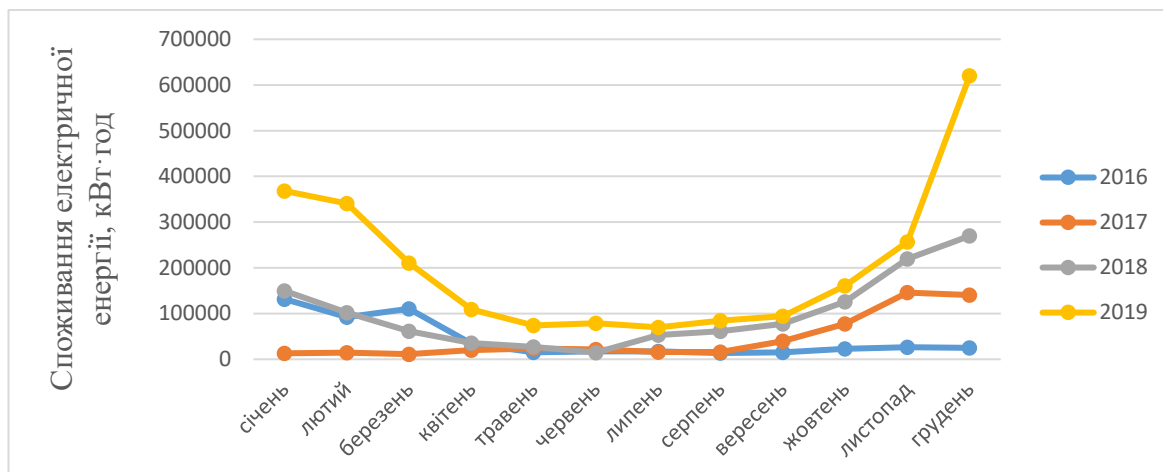


Рисунок 1.1 – Динаміка зміни споживання електричної енергії за 2016-2019 роки

Для зручності покажемо динаміку річних змін у споживанні електричної енергії на рисунку 1.2

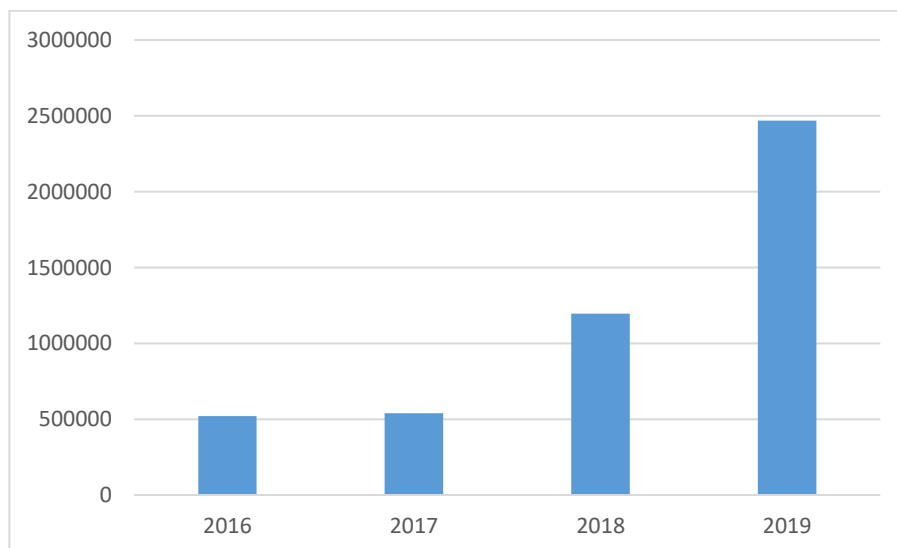


Рисунок 1.2 – Динаміка річних змін у споживанні електричної енергії за 2016-2019 роки

Аналізуючи рисунок 1.2 бачимо постійно зростаючу динаміку зміни у споживанні електричної енергії протягом 2016-2019 років. Порівнюючи споживання у 2019 році та у 2016, маємо збільшення на 1 947 124 кВт·год, а в порівнянні з попереднім 2018 роком, маємо збільшення на 1 271 599 кВт·год, що свідчить про те, що споживання за 2019 рік в порівнянні з 2016 збільшилось в 5 разів, а в порівнянні з минулим 2018 роком в 2 рази .

#### Споживання природного газу

Підприємство використовує природний газ для роботи теплогенеруючого обладнання, розташованого на території підприємства. Хімічний склад природного газу: 94,0% CH<sub>4</sub>; 1,8% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; 0,4% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>; 0,1% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>; 0,1% C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>; 0,1% CO<sub>2</sub>; 3,5% N<sub>2</sub>. Теплоутворювальні характеристики палива енергетична служба підприємства отримує кожний тиждень з сайту ПАТ «Житомиргаз». Природний газ поступає на підприємство з міської мережі, пониження тиску відбувається в газорозподільному пункті (ГРП). Система обліку природного газу приладова.

На підприємстві основними споживачами газу є теплогенеруюче устаткування розташоване на території заводу. Помісячне споживання паливно енергетичних ресурсі, було отримано від працівників. Отримана статистична інформація зведена до таблиці 1.5.

Для зручності аналізу динаміки зміни споживання, представимо вищезазначені данні у вигляді графіку на рисунку 1.3

Як бачимо на рисунку 1.3 споживання газу є значно більшим у зимовий проміжок часу, що пов'язано з потребами на опалення. Спостерігається різке збільшення споживання газу у січні та у лютому місяцях 2019 року. Також у грудні 2019 року бачимо збільшення споживання газу на 23% більше аніж у минулому році. Покажемо річну зміну споживання газу за 2016-2019 роки (рисунок 1.3).

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналізуючи споживання газу протягом 2016-2019 років (рисунок 1.4), бачимо динаміку постійного збільшення споживання. З 2016 по 2019 роки споживання газу збільшилось на 83 421 м<sup>3</sup>, що у відсотковому співвідношенні становить 40%. При порівнянні двох останніх зазначених років 2019 та 2018 споживання збільшилось на майже на 13,2%.

Таблиця 1.5 - Дані щодо споживання природного газу за 2016 – 2019 роки

місяць	Споживання природного газу за роками, м <sup>3</sup>			
	2016	2017	2018	2019
січень	9 962	8 317	21 123	24 643
лютий	9 570	8 593	9 576	22 086
березень	4 588	6 281	6 262	9 182
квітень	1 973	4 657	3 903	2 204
травень	2 885	2 355	253	1 950
червень	7 484	4 855	1 117	775
липень	5 692	3 247	2 291	2 451
серпень	1 491	1 422	1 556	2 890
вересень	315	1 117	2 282	2 922
жовтень	1 310	6 497	5 077	7 309
листопад	6 288	12 010	14 417	12 758
грудень	10 193	16 899	21 961	17 150
РАЗОМ	61 748	76 249	89 815	106 316

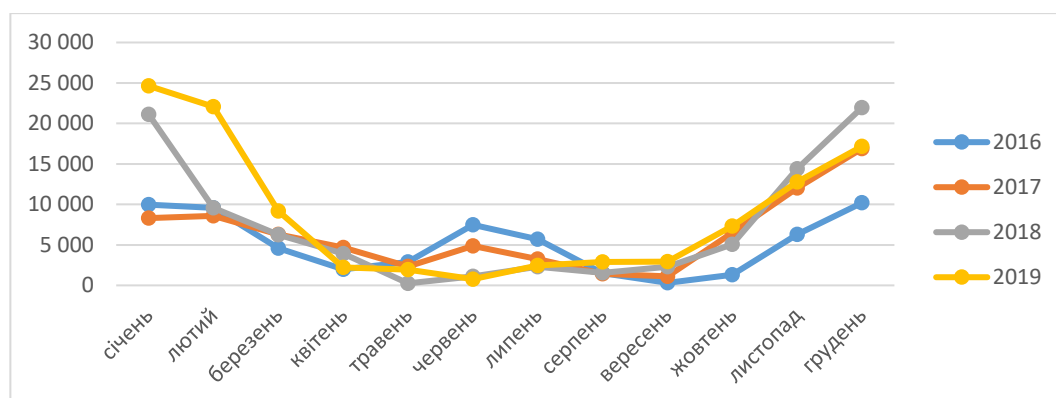


Рисунок 1.3 – Динаміка зміни помісячного споживання природного газу за 2016-2019 роки

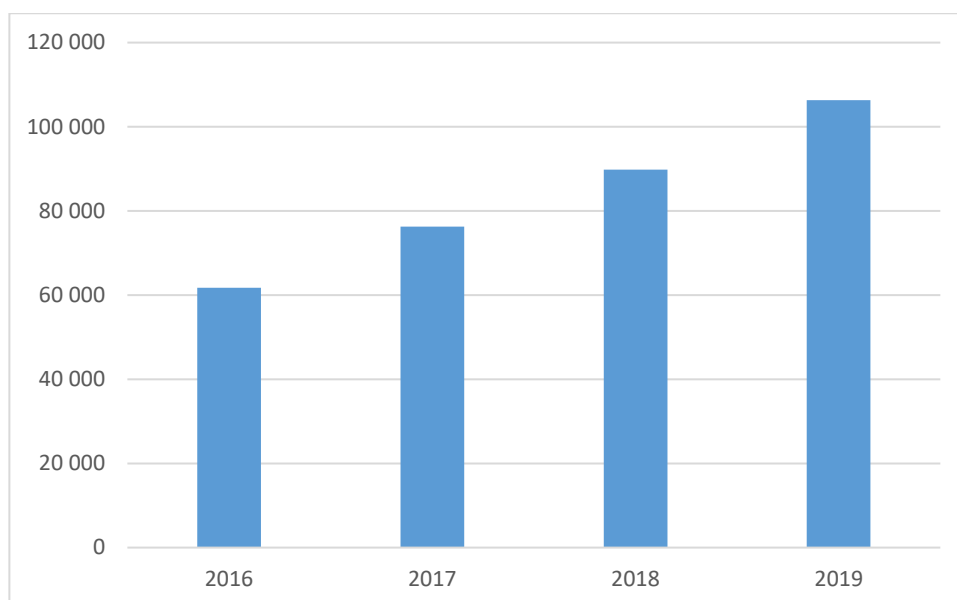


Рисунок 1.4 – Щорічне споживання газу за 2016-2019 роки

#### Споживання інших видів ПЕР

Встановлене обладнання на підприємстві окрім природного газу споживають рідке паливо (бензин моторний та дизельне паливо), споживання перерахованого палива зведено до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Дані щодо річного споживання інших видів ПЕР за 2017 – 2019 роки

Вид ПЕР	Споживання інших видів ПЕР за роками		
	2017	2018	2019
бензин моторний, тис.л.	54,6	72,4	83,1
дизельне паливо, тис.л.	52,3	67,3	119

#### Споживання стисненого повітря

Стиснене повітря дуже активно використовується в більшості технологічних операцій, а саме ливарні, слюсарні, токарські, фрезерні, термічні, шліфувальні та в інших видах операцій. Дані щодо динаміки помісячного споживання стисненого повітря була отримана від представників Підприємства. Отриману інформацію занесемо до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Дані щодо динаміки помісячного споживання стисненого повітря за 2016 – 2019 роки

місяць	Обсяг споживання за роками, м <sup>3</sup>			
	2016	2017	2018	2019
січень	13,5	38	241	221,5
лютий	20	47	111,5	217
березень	45,5	56	105,5	210
квітень	40	104,5	61,5	182,5
травень	53,5	120	58,5	154
червень	60	98	58	165
липень	58,5	94	60	221
серпень	46,5	97	63	214
вересень	32,5	62,5	65	214
жовтень	35	65	216	214
листопад	29,5	71	219,5	214
грудень	30	81,5	223	256,5
Загалом	464,5	934,5	1482,5	2483,5

Динаміка зміни споживання стисненого повітря показана на рисунку 1.5.

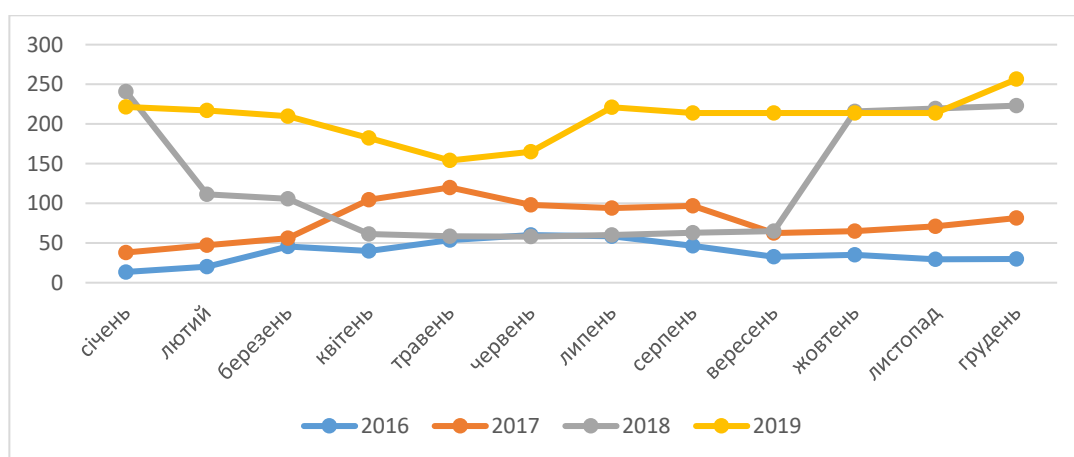


Рисунок 1.5 – Динаміка щомісячної зміни споживання стисненого повітря за 2016 – 2019 роки

Як бачимо з рисунка 1.5 у споживанні стисненого повітря спостерігаються різкі зміни, що пояснюється потребами на технологічні процеси. У січні та у жовтні 2018 року, спостерігається різкі скачки у споживанні. У 2019 році споживання є значно більшим, аніж у минулі роки, але досить рівномірним, у травні і червні спостерігається незначне зменшення у споживанні стисненого повітря.



Рисунок 1.6 – Динаміка щорічної зміни споживання стисненого повітря за 2016-2019 роки

Аналізуючи рисунок 1.6 бачимо збільшення у споживання стисненого повітря, що пояснюється технологічними потребами на виробництві. Порівнюючи 2019 та 2016 рік, споживання збільшилось на 4 038 м<sup>3</sup>/рік, що у відсотках становить майже 81,5%, а у 2018 році споживання стисненого повітря було меншим на 2002 м<sup>3</sup>/рік, що у відсотках 40,3%.

#### 1.4 Оцінка тарифної політики щодо покупних ПЕР

В наведених нижче таблицях 1.8 та 1.9 показана динаміка зміни тарифів на електричну енергію та на газ за 2016-2019 роки.

Таблиця 1.8 - Основні дані щодо тарифу на електричну енергію для за 2016 – 2019 роки

місяць	Тариф на електричну енергію за роками, грн./кВт-год			
	2016	2017	2018	2019
січень	1,91	2,42	2,657	2,564
лютий	1,91	2,45	2,741	2,564
березень	1,91	2,44	2,75	2,564
квітень	1,91	2,38	2,868	2,569
травень	2,02	2,38	2,868	2,569
червень	2,01	2,42	2,868	2,569
липень	2,19	2,42	2,863	2,649
серпень	2,15	2,43	2,864	2,484
вересень	2,16	2,43	2,864	2,289
жовтень	2,36	2,44	2,869	2,567
листопад	2,36	2,447	2,869	2,567
грудень	2,36	2,457	3,1	2,567

Динаміка змін витрат на електричну енергію має тенденцію до неухильного зростання. На зріст витрат вплинуло збільшення тарифу, який станом на 2019 рік виріс на 13% в порівнянні з 2018 роком, але основною причиною збільшення витрат є, зростання споживання електричної енергії на 32% у 2019 році в порівнянні з 2018 роком.

Бачимо поступове збільшення витрат за сплату споживаного природного газу в таблиці 1.9. Слід відзначити, що на збільшення витрат у 2018 році майже на 20 % в порівнянні з 2017 роком, вплинуло, як і збільшення тарифу на 9,3% так і збільшення споживання природного газу на 13%.

Таблиця 1.9 - Основні дані щодо тарифу на природний газ для за 2016– 2017 роки

місяць	Зміна тарифу на газ за роками, грн./м <sup>3</sup>			
	2016	2017	2018	2019
січень	7,465	7,95	9,95	12,626
лютий	7,45	8,85	9,75	12,096
березень	7,1	8,64	9,3	10,276
квітень	6,5	6,8	8,8	9,076
травень	6,1	6	8,99	9,138
червень	6,1	6,9	9,55	9,138
липень	6,35	6,9	9,65	9,138
серпень	6,35	7,3	9,93	9,138
вересень	6,39	7,35	11,3	9,138
жовтень	7,9	8,65	13,1	7,638
листопад	8,78	8,75	12,5	8,186
грудень	8,57	9,7	11,6	8,186

Бачимо поступове збільшення витрат за сплату споживаного природного газу. Слід відзначити, що на збільшення витрат у 2018 році майже на 20 % в порівнянні з 2017 роком, вплинуло, як і збільшення тарифу на 9,3% так і збільшення споживання природного газу на 13%.

#### 1.5 Коротка характеристика попередньої діяльності об'єкту у сфері енергоефективності

Служба головного енергетика провела значну роботу для скорочення витрат коштів на енергоресурси. На момент проведення обстеження вже виконано:

1. Замінено люмінесцентні лампи та ДРЛ на світлодіодні джерела світла як в цехах (частково), так і в вуличному освітленні.
2. В цехах для опалення робочих місць встановлено інфрачервоні пальники та фанкойли.

3. Система опалення заводу управління оснащена погодним регулятором, що підтримує в робочий час комфортні умови та здійснює опалення за економічним (зниженим) температурним графіком в неробочий час.

4. Встановлено сучасне компресорне обладнання на ділянках споживання стисненого повітря.

#### Висновки до розділу

Динаміка змін витрат на електричну енергію має тенденцію до неухильного зростання. На зріст витрат вплинуло збільшення тарифу, який станом на 2019 рік виріс на 13% в порівнянні з 2018 роком, але основною причиною збільшення витрат є зростання споживання електричної енергії на 32% у 2019 році в порівнянні з 2018 роком. Було виявлено, що найбільше споживання газу та електроенергії припадає на 2019 рік. Бачимо поступове збільшення витрат за сплату споживаного природного газу. Слід відзначити, що на збільшення витрат у 2018 році майже на 20 % в порівнянні з 2017 роком, вплинуло, як і збільшення тарифу на 9,3% так і збільшення споживання природного газу на 13%.

Було зазначено попередню діяльність об'єкту щодо енергоефективності:

1. Замінено люмінесцентні лампи та ДРЛ на світлодіодні джерела світла як в цехах (частково), так і в вуличному освітленні.

2. В цехах для опалення робочих місць встановлено інфрачервоні пальники та фанкойли.

3. Система опалення заводу управління оснащена погодним регулятором, що підтримує в робочий час комфортні умови та здійснює опалення за економічним (зниженим) температурним графіком в неробочий час.

4. Встановлено сучасне компресорне обладнання на ділянках споживання стисненого повітря.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Перелік споживачів електричної енергії, їх кількість, встановлена потужність та час роботи наведено в таблицях 2.1 – 2.2 станом на лютий 2019 року.

Зважаючи на відсутність паспортів на електроспоживаюче обладнання, перелік якого наведено в таблицях нижче, провести об'єктивну оцінку рівня енергоефективності цього обладнання неможливо. Однак, виходячи з

тривалості роботи обладнання, а також його завантаження, року введення в експлуатацію, стану встановлених електродвигунів, то можна зробити загальний висновок, що рівень ефективності використання електроенергії в технологічних процесах є не високим і існує суттєвий потенціал енергозбереження в частині модернізації парку електродвигунів приводів технологічного обладнання шляхом застосування сучасних електродвигунів з більш високим коефіцієнтом енергоефективності, та/або встановлення, де це є доцільним, частотно-регульованих приводів. Більш детально пропозиція описана у заході з енергозбереження, що стосується модернізації електродвигунів.

					НТУУ.001.8106.091 ПЗ			
З	Л	№ докум.	Підп	Д				
Розроб.	Мірошніченко Д.В				АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ	Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А						24	
Н.контр.	Прокопенко І.Д					ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.								

Таблиця 2.1 - Споживачі електричної енергії у цеху 4

	Цех №4	Кількість	P, кВт	T, год (за рік)
1	Бере горизонт об. центр з ЧПК мод NHP6300	1	79	1250
2	Кран мостовий ПГС г/п 5 т інв №4/К-20-546	1	20	600
3	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-50 V3.0	1	25	1200
4	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-80 V2.0	1	40	1300
5	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-100 V2.0	1	50	900
6	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-160 V 2.0	1	80	1250
7	Станок спец.багатоцільвий мод ИС-500 інв №4-75	1	52	1600
8	Станок спец.багатоцільвий мод ИС-500 інв №4-74	1	52	1600
9	Станок токарно-карусельний мод. 1531М інв №4-92	1	32	1200
10	Станок токарно-карусельний мод. 1531М інв.№4-93	1	32	1200
11	Токарний верстат з ЧПК моделі "PUMA 2100YL"	1	36	1400
12	Токарний верстат с ЧПК моделі Lunx 2100B	1	28	800

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.2 - Споживачі електричної енергії цеху 12

№	Цех №12	Кількість	Р, кВт	Т, год (за рік)
1	Верстат поздовжньо-стругальний мод 7212 інв №12-39	1	180	350
2	Генератор ШГИ інв.12-Е72	1	20	350
3	Ел. піч камерна СНО 4/8х2,5 10Н2 інв №12-Е74	1	50	300
4	Ел. піч СН04.8 2,5/13 з щитом і трансфор. інв №12-Е75	1	50	250
5	Ел.піч шахтна США 5,7-5/6 інв №12-Е79	1	24	400
6	Ел.піч шахтна США-5-1-5/6 інв №12-Е80	1	24	400
7	Зварювальний токовипрямляч Е500 інв №12-Е82	1	40	250
8	Ком-тна трансф.підстан. з 2-а тра.КТП2/400 інв №12-Е83	1	400	8760
9	Піч електрична СНО4х8х25/10Н2 інв №12-Е94	1	50	200
10	Піч електрична СН04х8х25/ЮН2 інв №12-Е95	1	50	200
11	Прес гідравл правил.-запресірів мод П А-413 інв №12-99	1	22	150
12	Прес гідравлічно-одностойчний мод. П6330 інв.№12-100	1	22	150
13	Прес гідравлічно-одностойчний мод П 6330 інв.№12-101	1	22	150
15	Прес холодного видавлюв. мод К2524301 інв.№12-104	1	22	150

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## 2.2 Повірочний розрахунок навантажень об'єкту

Алгоритм розрахунку:

1. Розрахуємо сумарну потужність для електроприймачів:

$$P_{\Sigma} = P_n \cdot n; \quad (2.1)$$

де  $P_n$  - потужність одного електроприймача, кВт;

$n$  - кількість електроприймачів.

$$P_{\Sigma} = P_n \cdot n; = 79 \cdot 1 = 79 \text{ кВт};$$

Аналогічно проводимо розрахунок для інших. Результати відображені на рисунку А1 .

2. Проміжна активна потужність:

$$P_n = P_{\Sigma} \cdot K_{\phi}; \quad (2.2)$$

де  $K_{\phi}$  - коефіцієнт використання.

$$P_{n1} = P_{\Sigma} \cdot K_{\phi 1} = 79 \cdot 0,22 = 17,38 \text{ кВт}.$$

Аналогічно проводимо розрахунок для інших. Результати відображені на рисунку А1.

3. Проміжна реактивна потужність:

$$Q_n = P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.3)$$

$$Q_{N1} = P_{n1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 17,38 \cdot 1,33 = 23,12 \text{ квар}$$

Аналогічно проводимо розрахунок для інших. Результати відображені на рисунку А1.

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

$$\frac{P_{\text{німак}}}{P_{\text{німін}}} = \frac{79}{20} = 3,95 < 3, \text{ тоді}$$

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_{\Sigma i}}{P_{\text{німак}}} = \frac{2 \cdot 526}{79} = 13,15$$

5. Визначаємо груповий коефіцієнт використання:

$$K_B = \frac{\sum P_{ci}}{\sum P_{\Sigma i}} = \frac{149,88}{526} = 0,29$$

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Кр для живлячих та розподільчих шинопроводів напругою до 1 кВ» визначаємо  $K_p=1$

7. Знайдемо розрахункові активне, реактивне та повне навантаження на СП1:

$$P_p = \sum P_{ci} \cdot K_p = 149,88 \cdot 1 = 149,88 \text{ кВт};$$

оскільки ефективне число ЕП  $n_e > 10$ , то

$$Q_p = \sum Q_{ni} = 140,64 = 140,64 \text{ квар};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{149,88^2 + 140,64^2} = 205,54 \text{ кВА}.$$

Аналогічно розрахуємо СП2

8. Розраховуємо навантаження на ЩО.

Приймаємо коефіцієнт попиту  $K_n = 0,95$  та коефіцієнт потужності

$$P_{p.осв.} = K_n \cdot P_{пит.} \cdot F = 0,95 \cdot 0,015 \cdot 45 \cdot 33 = 21,16 \text{ кВт};$$

$$Q_{p.осв.} = P_{p.осв.} \cdot tg\varphi_{осв.} = 21,16 \cdot 0,33 = 6,98 \text{ квар};$$

1. Розраховуємо навантаження на шинах НН.

$$P_n = P_{cn1} + P_{cn2} = 526 + 976 = 1502 \text{ кВт}$$

$$Q_n = Q_{cn1} + Q_{cn2} = 140,64 + 352,14 = 492,79 \text{ квар}$$

$$P_p = P_n \cdot k = 558,68 \cdot 1 = 558,68 \text{ кВт}$$

$$Q_p = Q_n \cdot k = 492,79 \cdot 1 = 492,79 \text{ квар}$$

$$P_{нн} = P_p + P_{p.осв.} = 558,68 + 21,16 = 579,84 \text{ кВт};$$

$$Q_{нн} = Q_p + Q_{p.осв.} = 492,79 + 6,98 = 499,77 \text{ квар}$$

$$S_{нн} = \sqrt{P_{нн}^2 + Q_{нн}^2} = \sqrt{579,84^2 + 499,77^2} = 765,5 \text{ кВА}.$$

10. Втрати в трансформаторі Т-1:

$$\Delta P_{тр.} = 0,025 \cdot S_p = 0,025 \cdot 765,5 = 19,14 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_{тр.} = 0,1 \cdot S_p = 0,1 \cdot 765,5 = 76,55 \text{ квар};$$

11. Знайдемо навантаження приведені до шин ВН.

$$P_{вн} = P_{нн} + \Delta P_{тр.} = 579,84 + 19,14 = 598,98 \text{ кВт};$$

$$Q_{вн} = Q_{нн} + \Delta Q_{тр.} = 499,77 + 76,55 = 576,32 \text{ квар};$$

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{BH} = \sqrt{P_{BH}^2 + Q_{BH}^2} = \sqrt{598,98^2 + 576,32^2} = 831,22 \text{ кВА} .$$

Результати розрахунків відображені на рисунку А1

### 2.3 Повірочний розрахунок системи внутрішнього електричного освітлення

Електричне освітлення – поряд з іншими пристроями технічного оснащення виробничих приміщень створює комфортні умови для продуктивної праці, рівень освітленості значно впливає на продуктивність праці.

Тому завдання економії електроенергії на освітлювальних установках слід розуміти так, щоб при мінімальних витратах електроенергії шляхом правильного улаштування та експлуатації освітлювальних установок забезпечити оптимальну освітленість виробничих приміщень та робочих місць і високу якість освітлення, створити обстановку для найбільш продуктивної праці працюючих.

Приладовий облік витрати електроенергії на потреби освітлення на підприємстві відсутній. Немає систематизованих даних про кількість і потужності світлоточок, марках світильників, результатів контрольних вимірювань освітленості. Перелік освітлювальних приладів наведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 - Перелік освітлювальних приладів

Найменування і функціональне призначення будівлі/споруди	Тип ламп	Кількість	Загальна потужність, кВт
<i>Будівлі</i>			
Головний корпус заводууправління	LED	120	4,8
Механічний цех (№4)	LED	45	1,8
Адмінбудівля механічного цеху №4	LED		

Продовження таблиці 2.3

Цех ТО та НО (№12)	LED, ЛБ	22	0,88
Адмінбудівля ремонтного цеху №15	LED, ЛБ	18	0,72

Зважаючи на той факт, що підприємство, на момент проведення енергоаудиту, вже провело модернізацію значної частини системи внутрішнього освітлення встановивши LED освітлення, вважаємо, що ефективність використання енергії у системі освітлення знаходиться на прийнятному рівні. Однак, в системі освітлення ще є певний потенціал з економії електричної енергії за рахунок заміни існуючих ламп ЛБ на LED лампи, а також використання датчиків руху в місцях, де немає постійного перебування персоналу. Потенціал енергозбереження від такої модернізації, в залежності від об'ємів заміни системи освітлення, може досягти 20-30 % від існуючого споживання електроенергії.

2.4 Оцінка завантаженості ТП

З автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ) були отримані щогодинні добові значення електричного навантаження заводу за 19 липня та 15 листопада 2019 року. Ці дані зведені до таблиці 2.4, а також зображені на рисунках 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.4 - Добові графіки електричних навантажень по активній потужності за 19.07.2018 року та 15.11.2018 року

19.07.2019 року			15.11.2019 року	
година	РП-1 №3	Разом по заводу	РП-1 №3	Разом по заводу
0	-	-	-	-
1	21,48	21,48	100,8	100,8
2	21,72	21,72	95,16	95,16

Продовження таблиці 2.4

3	21,48	21,48	103,08	103,08
4	20,52	20,52	93,96	93,96
5	19,8	19,8	105,84	105,84
6	18,84	18,84	89,76	89,76
7	19,32	19,32	122,28	122,28
8	36,12	36,12	128,52	128,52
9	222,12	222,12	380,4	380,4
10	281,52	281,52	421,92	421,92
11	300,48	300,48	425,4	425,4
12	209,76	209,76	357,12	357,12
13	104,16	104,16	249,48	249,48
14	195,84	195,84	325,56	325,56
15	177,12	177,12	325,8	325,8
16	151,44	151,44	293,28	293,28
17	98,28	98,28	244,44	244,44
18	22,08	22,08	121,68	121,68
19	19,68	19,68	122,04	122,04
20	19,44	19,44	105,12	105,12
21	19,08	19,08	91,44	91,44
22	19,44	19,44	98,28	98,28
23	20,16	20,16	88,92	88,92
24	21,24	21,24	96,12	96,12
РАЗОМ	2061,12	2061,12	4586,4	4586,4

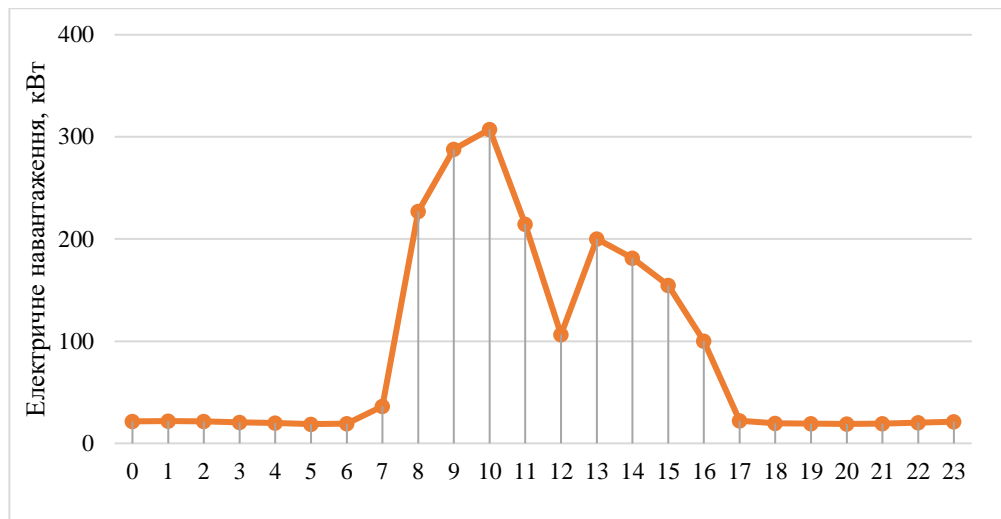


Рисунок 2.1 – Добовий графік електричного навантаження по активній потужності за 19.07.2019 року

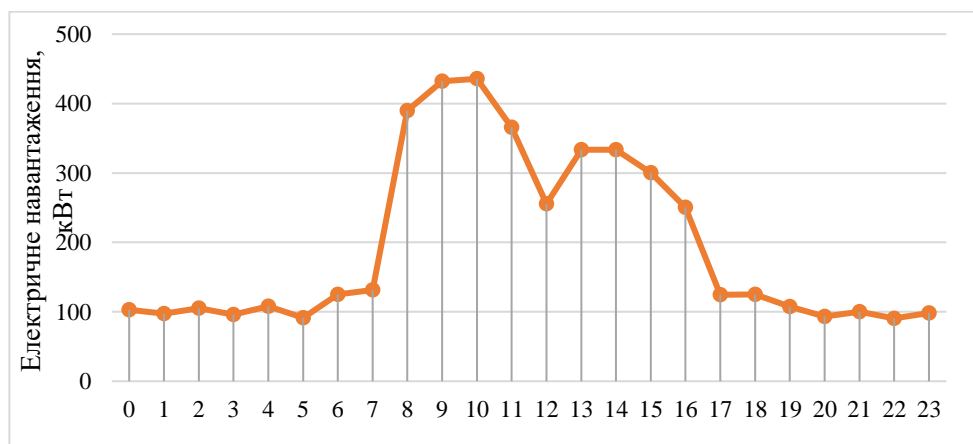


Рисунок 2.2 – Добовий графік електричного навантаження по активній потужності за 15.11.2019 року

Як було зазначено в опитувальному листі, завод має однозмінний графік роботи, що і підтверджується графіком електричного навантаження на рисунку 2.2, тому Підприємство має виражені піки у навантаженні. Пік припадає на 10.00 годину, має провал у споживанні у 12.00, що пояснюється обідньою перервою.

Як і в літній проміжок часу зимовий графік електричного навантаження має пік у споживанні о 10.00 годині, а о 12.00 має суттєві зменшення, що пояснюється обідньою перервою у працівників, опісля дванадцятою споживання знов збільшується.

## 2.5 Оцінка рівня компенсації реактивної потужності об'єкту

На підприємстві в достатній мірі приділяється увага компенсації реактивної потужності. Так на момент обстеження змонтовано 4 пристрої компенсації реактивної потужності на трансформаторних підстанціях: 2 шт. по 300 кВАр та 2 шт. по 200 кВАр. Пристрої компенсації реактивної потужності працюють в автоматичному режимі. При цьому коефіцієнт потужності на рівні підприємства складає в середньому 0,97.

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

Результати розрахунку складових балансу споживання електричної енергії наведено у таблиці 2.5 та представлено на рисунку 2.3.

Таблиця 2.5 - Баланс споживання електричної енергії

Група споживачів електроенергії	Споживання електроенергії, кВт*год	Частка в загальному споживанні, %
Зварювальні установки та гальваніка	1405286	43
Електротермічне обладнання	800650	24
Верстати та преси	714433,5	22
Освітлення	104293,3	3,0
Піднімально-транспортні установки	54049,5	2
Втрати в лініях та трансформаторах	176273,5	5,0
Інше	38035	1
РАЗОМ:	3525469,8	100,0



Рисунок 2.3 – Розподіл палива між видами його використання у 2019 році

Результати розрахунку складових балансу електроспоживання вказують, що найбільш суттєвими напрямками використання електроенергії є технологічне обладнання, а саме: 43% - зварювальне обладнання та гальваніка, 24% - електротермічне обладнання та 22% - верстати та преси. Зважаючи на відсутність даних щодо протяжності та завантаженості ліній, фактичної завантаженості окремих трансформаторів, а також реального часу їх роботи, визначення втрат в них здійснювалося наближено, оціночними шляхом. Оціночний рівень втрат в лініях та трансформаторах складає орієнтовно 5%.

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

На даний час на Підприємстві установлені комерційні прилади обліку, які дозволяють контролювати споживання активної і реактивної енергії, споживання природного газу та води. Перелік та місце розташування приладів обліку наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Перелік та місце розташування приладів обліку

Місце розташування	Ресурс, що обліковується	Серійний номер	Клас точності	Тип (марка)	Кількість
Профілакторій	Активна ел. енергія	11082900	1.0	ЛТЕ -1.03	1
РП-1	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	4901675	0.5S	LZQJ-XC	1
РП-1	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	4901676	0.5S	LZQJ-XC	1
Підстанція 35/6	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	2254	0.5S	NP-03 ADD EDO.3-U	1
Підстанція 35/6	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	1573	0.5S	NP-03 ADD EDO.3-U	1
Підстанція 35/6	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	1675	0.5S	NP-03 ADD EDO.3-U	1
Підстанція 35/6	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	1549	0.5S	EA05-RALX-P40-3	1
Підстанція 35/6	Активна, реактивна ел. енергія, генерція	2099	0.5S	EA05-RALX-P40-3	1

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

### 1. Шляхи підвищення енергоефективності зварювальних установок

Для зниження питомих витрат електроенергії є наступні групи заходів:

#### Удосконалення технології електрозварювання

1. Застосування електродів з покриттям, у яке введений залізний порошок, дозволяє знизити питомі витрати електроенергії на 8%. Переваги покриття – захист зони зварювання від взаємодії з повітрям, легування металу зварюваного шва корисними компонентами, стабілізація горіння дуги і видалення шкідливих домішок із зварювальної зони.

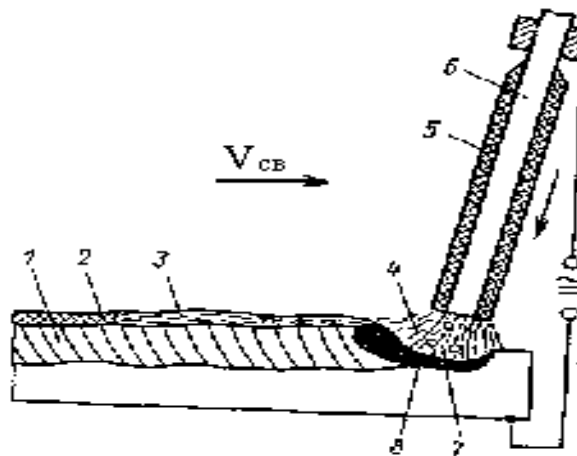


Рисунок 2.4 - Схема зварювання покритим електродом

1 – зварювальний шов; 2 – тверде покриття; 3 – шлакова ванна; 4 – газова атмосфера; 5 – покриття електрода; 6 – стержень електрода; 7 – зварювальна дуга; 8 – металева ванна.

## 2. Заміна неплавлячого електрода на плавлячий.

Дугове зварювання проводиться неплавильним електродом по методу Бенардоса. Електрод 1 виготовляють з тугоплавкого електродного матеріалу, живлення дуги 2 забезпечують джерела постійного струму, дуга розплавляє основний 3 і допоміжний метал 4. Тому найкраще замінити цей вид дугового зварювання на зварювання плавильним електродом по методу Славянова. Живлення дуги виконується від джерела перемінного, або постійного струму при прямій або зворотній полярності. Дуга розплавляє основний метал і металевий електрод.

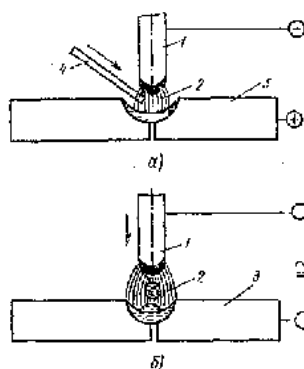


Рисунок 2.5 - Схеми електродугового зварювання:

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	НТУУ 001.8106.091 ПЗ				

а) по методу Бенардоса; 1 – електрод; 2 – дуга; 3 – основний метал; 4 – допоміжний метал; б) по методу Славянова; 1 – електрод; 2 – дуга; 3 – основний метал.

3. Заміна електродного суцільного дроту на порошковий знижує витрату електроенергії на 8...12%.

4. Застосування напіваавтоматичного й автоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу під флюсом дозволяє знизити питому витрату електроенергії на 30...40%.

#### Скорочення неробочого ходу зварювальних агрегатів

У попередніх розрахунках ефективності впровадження заходів щодо скорочення й усунення неробочого ходу зварювальних агрегатів можна приймати економію від 15 до 20%.

#### Вибір оптимального способу електрозварювання

1. Переведення зварювання з постійного на змінний струм знижує питомі витрати електроенергії на 1 кг плавленого металу для ручного дугового зварювання на 2,9 кВт·год; для автоматичного і напіваавтоматичного зварювання під флюсом на 2,0 кВт·год.

2. Заміна ручного зварювання на автоматичне під шаром флюсу забезпечує зниження питомих витрат електроенергії на змінному струмі на 0,17 кВт·год/кг; на постійному струмі на 0,65 кВт·год/кг.

3. Перехід на точкове контактне зварювання. Ефективність переходу оцінюється зниженням витрати електроенергії в 2...2,5 рази.

4. Заміна ручного дугового зварювання на контактне шовне зварювання знижує витрату електроенергії на 15%.

2. Електротермічне обладнання

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Устаткування, яке безпосередньо перетворює електроенергію в тепло, застосовується в основному в сільському господарстві та в промисловості – при обробленні металів. Загальна встановлена потужність електронагрівального і електropічного устаткування в Україні складає понад 3000 МВт.

Про значні резерви економії електроенергії говорить досить реалістичне припущення, що реконструкція лише пічного господарства чорної металургії обіцяє економію паливно-енергетичних ресурсів у розмірі 30-50% від споживаних нині.

Оснащене автоматикою і пристроями акумуляції тепла електронагрівальне устаткування сільськогосподарських споживачів може стати основним регулятором споживання активної потужності (споживачем - регулятором).

Органи Держенергонагляду України під час видачі дозволу на використання електроенергії в термічних цілях розглядають ці питання за наявності:

- техніко-економічного обґрунтування доцільності електронагрівання;
- розроблення заходів, що забезпечують зниження навантаження електротермічної установки в години максимуму енергосистеми.

## 2. Шляхи підвищення енергоефективності електротермічних установок

### 1. Рациональне завантаження печей

Для кожної печі і кожного виду виробів повинні бути розроблені схема й об'єм завантаження печі, що забезпечують максимальну її продуктивність.

В процесах, де значну частину циклу займає витримка виробів з постійною температурою, доцільно піти на значне збільшення товщини шару виробів. У цьому випадку, незважаючи на збільшення тривалості нагрівання,

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивність печі виявляється вище початкової, тому що час витримки залишається незмінним. У випадку раціонального укладання деталей, яке забезпечує вільне обдування їх гарячим повітрям, продуктивність печі зростає пропорційно завантаженню.

- Збільшення завантаження печі в 2 рази скорочує питому витрату електроенергії в середньому вдвічі. Використання електропечей із завантаженням менше 70% заборонено.

- Автоматизація керування температурним режимом електропечей у всіх випадках забезпечує зниження питомих витрат електроенергії за рахунок точної відповідності споживаної потужності заданому температурному режиму.

- Впровадження автоматизації, як показує досвід, знижує витрати електроенергії на 20...25%.

## 2. Раціональна організація роботи печей.

Найраціональнішими, з погляду економії електроенергії, є безперервний режим роботи печі, що забезпечує максимальну її продуктивність. Перерви в роботі печі викликають охолодження кладки і додаткові витрати енергії на розігрівання печі до її робочого стану. Тому в експлуатації термічних печей опору варто прагнути забезпечити повне завантаження і безперервну роботу печі.

## 3. Застосування печей з рухомим склепінням для можливої зміни їх робочого об'єму.

В залежності від кількості оброблюваних виробів цей захід енергозбереження призводить до зниження споживання електроенергії на 25% і скороченню часу розігрівання на 40%.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Підтримання оптимальних рівнів напруги забезпечує мінімальну витрату електроенергії.

5. Використання для теплової ізоляції сучасних ізоляційних матеріалів знижує витрату електроенергії на 20...25%, скорочує час розігрівання до 30%.

6. Зменшення ваги і розмірів завантажувальної тари знижує витрату електроенергії до 10...15% на 1 т оброблюваних виробів. Вага тари не повинна перевищувати 10% від ваги виробів, що завантажуються.

7. Застосування поверхневого загартування струмами високої частоти у порівнянні з технологією суцільного загартування підвищує продуктивність праці в десятки разів і скорочує витрату електроенергії в 3 - 4 рази.

8. Застосування автоматичного регулювання температури печей при вмиканні.

9. Впровадження методу форсованого режиму нагрівання металу на початку процесу дає зниження витрати електроенергії до 25%.

10. Переведення плавильних і термічних печей із двозмінної роботи на тризмінну знижує загальну витрату енергії на 20...30%.

11. Використання тепла нагрітих виробів, охолоджуваних за технологічними вимогами уповільнено для попереднього нагрівання наступної партії виробів може дати економію електричної енергії до 25...50%.

12. Заміна вугільних електродів електроплавильних печей графітизованими.

13. Правильний вибір діаметра електродів і підтримання контактів в електротримачах у справному стані дає економію електроенергії 8...9%.

14. Впровадження сучасних способів лиття (кокільне, під тиском, відцентрове) дозволяє механізувати процес і скоротити витрату електроенергії до 20%.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Попереднє підігрівання шихти знижує питому витрату електроенергії.

Висновки до розділу

На об'єкті було проведено дослідження щодо заходів з енергоефективності, і запропоновані 2 заходи.

Був оцінений рівень компенсації об'єкта. Підчас обстеження було зафіксовано 4 пристрої компенсації реактивної потужності на трансформаторних підстанціях: 2 шт. по 300 кВАр та 2 шт. по 200 кВАр

Після розрахунку був складений баланс споживання електричної енергії об'єкта.

Для заходів, які запропоновані, розраховали простий термін окупності та річна економія. Результати заходів відображені в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Результат розрахунків з енергоефективності

Захід з енергоефективності	Е, грн	T <sub>ок</sub> , роки
Шляхи підвищення енергоефективності зварювальних установок	18880	2 роки 8 міс
Шляхи підвищення енергоефективності електротермічних установок	35000	7 років 2 міс

## 3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ

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

Перелік газоспоживаючих установок, які використовуються для опалення, гарячого водопостачання будівель станом на грудень 2019 року приведені у таблиці Б1

Установками з найбільшим споживанням газу являються модульні котельні з модулями нагріву МН-120 для опалення будівель заводу управління та адмінбудівель діляниць №4 і №12. Перелік газоспоживаючих установок, які використовуються технологічних потреб станом на грудень 2019 року приведені у таблиці Б2

Твердопаливні котли були встановлені в другій половині 2019 року та використовуються для опалення виробничих приміщень механічних цехів №4 та №12

Перелік твердопаливних котлів представлений в таблиці Б3

### 3.2 Повірочний розрахунок теплових навантажень об'єкту

За основу показників енергоефективності паливо споживаючого обладнання взяті вихідні дані станом на кінець 2019 р.

Норма питомих витрат палива на виробництво теплової енергії котлами та теплогенераторами визначатиметься за формулою.

$$b = \frac{142,8}{\eta_k} \cdot 100,$$

$\eta_k$  – коефіцієнт корисної дії котла в номінальному режимі роботи.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ					
З	Л	№ докум.	Підп	Д						
Розроб.	Мірошніченко Д.В							Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А				АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА ОБ'ЄКТІ				42	
Н.контр.	Прокопенко І.Д							ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.										

Норма питомих витрат палива на відпуск тепла котельнею визначатиметься за формулою:

$$b = b_k / (1 - \alpha_{в.п} / 100)$$

де  $b_k$  – індивідуальна планова норма витрат палива котельні на виробництво теплової енергії, кг у.п./Гкал;

$\alpha_{в.п}$  – нормативна доля витрат тепла на власні потреби котельні,  $\alpha_{в.п} = 2,5\%$ .

Результати розрахунку норм питомих витрат тепла на виробництво та відпуск тепла газовими та твердопаливними та електричними котлами приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Норми витрат палива на виробництво та відпуск теплової енергії

Найменування	Одиниця виміру	Норма витрат палива на виробництво тепла	Норма витрат палива на відпуск тепла
Газові обігрівачі та теплогенератори	кг у.п./Гкал	158,67	158,67
Газові котли	кг у.п./Гкал	155,22	159,20

Розрахунок питомих витрат витрат теплової енергії та природного газу на випуск продукції підприємством проводимо основуючись на тому, що випуск продукції умовно береться у нормогодинах на її виготовлення. Це робиться по причині неоднорідності продукції. Випуск продукції в натуральних одиницях та нормогодинах затрачених на її виробництво приведені у таблиці 3.4.

Результат розрахунку базової та фактичної витрат норми витрат теплової енергії та природного газу на виробництво продукції по підприємству наведено у таблиці Б.

Таблиця 3.2 - Річний випуск продукції та затрачені нормогодини (дані за 2019 рік)

Вид продукції	Випуск продукції	Кількість нормогодин на виробництво одиниці продукції	Сумарна кількість нормо годин, тис. год
Вантажний Т/З	146	1784	260,464
Спеціальна машина	11	692	7,612
Причіп самоскид 1	20	896	17,92
Самоскид		776	0
Бункер накопичувач перевантажувальний	27	1192	32,184
Культиватор	8	714	5,712
Разом			323,892

3.3 Оцінка стану теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівлі слюсарного відділення цеху технічного оснащення та нестандартного обладнання №12

На об'єктах було проведено тепловізійне обстеження стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівель об'єкту.

Це дослідження виконувалось з метою виявлення наднормативних втрат тепла, прихованих дефектів, зон промерзання, місць пошкодження ізоляційних матеріалів, місць аномального перегріву в електричній мережі та елементах живлення тощо.

Тепловізійна зйомка передбачає здійснення контролю стану огорожувальних конструкцій та інженерних систем та надає можливість:

- оперативно провести натурні дослідження об'єкту, що виключає тривалі обстеження з використанням контактних приладів;
- організувати періодичні обстеження без переривання процесу експлуатації; за результатами обстеження надати рекомендації щодо

усунення витоків теплової енергії.

Обстеження здійснювалась при наступних параметрах зовнішнього середовища:

- температура навколишнього повітря  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- вологість повітря – 80 %;
- похмуро, вітер 2-3 м/с.

Для виявлення критичних місць всередині будівлі було проведено тепловізійну діагностику віконних рам, входних і вихідних дверей, внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій (на повітропроникливість).

Опалення будівлі під час обстеження здійснювалось відповідно до налаштування системи теплозабезпечення. Опір теплопередачі,  $(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$ , для зовнішньої стіни знайдемо за формулою:

$$R_{\text{ст.}} = \frac{1}{\alpha_{\text{вн.}}} + \frac{\delta_{\text{с.}}}{\lambda_{\text{б.}}} + \frac{\delta_{\text{шт.}}}{\lambda_{\text{шт.}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з.}}}, \quad (3.1)$$

де –  $\alpha_{\text{вн.}}$  – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі;

$$\alpha_{\text{вн.}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C});$$

$\delta_{\text{с.}}$  – товщина стіни  $\delta_{\text{с.}} = 0,4 \text{ м}$ ;

$\lambda_{\text{б.}}$  – коефіцієнт теплопровідності цегли,  $\lambda_{\text{б.}} = 1,51 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$\delta_{\text{шт.}}$  – товщина шару штукатурки,  $\delta_{\text{шт.}} = 0,035 \text{ м}$ ;

$\lambda_{\text{шт.}}$  – коефіцієнт теплопровідності штукатурки,

$\lambda_{\text{шт.}} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;

$\alpha_{\text{з.}}$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі,

$$\alpha_{\text{з.}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

Підставимо відповідні значення у формулу (2.1):

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{ст.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{1,51} + \frac{0,035}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,422 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}.$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни,  $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$ , визначатимемо за формулою:

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

Таким чином:

$$K_{ст.} = \frac{1}{0,422} = 2,369 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}.$$

Житомирська область належить до I температурної зони. Для I зони, наведемо порівняльну таблицю термічних опорів:

Таблиця 3.3 - Порівняння фактичних значень термічного опору з нормативним

№	Позначення	Один виміру	Фактичне значення	Нормативне значення
Зовнішні стіни	$R_{ст}$	$м^2 К/Вт$	0,422	3,3
Світлопрозорі конструкції	$R_{вік}$	$м^2 К/Вт$	0,28	0,75
Двері	$R_{дв}$	$м^2 К/Вт$	0,17	0,65

Тепловізійне обстеження огорожувальних конструкцій і обладнання слюсарного відділення цеху технічного оснащення та нестандартного обладнання №12

Для визначення теплових втрат та ефективної роботи обладнання об'єкту здійснено серію тепловізійного обстеження.

1. Обстеження здійснювалась при наступних параметрах зовнішнього середовища:(рисунок 3.1)

- температура навколишнього повітря  $-3^{\circ}\text{C}$
- вологість повітря – 80 %
- похмуро, вітер 2-3 м/с

2. Тепловізійне обстеження внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій (при процесі тестуванні на повітропроникливість). Для виявлення критичних місць всередині будівлі було проведено тепловізійну діагностику віконних рам, вхідних і вихідних дверей.

Тепловізійне обстеження стіни будівлі з вхідними дверима та вікнами наведено на рисунках 3.1-3.6



Рисунок 3.1 - Тепловізійне обстеження стіни будівлі з вхідними дверима

Наведено зйомку стіни будівлі з вхідними дверима, виділяються ділянки тепловтрат у швах кріпленнях рами до фасаду, прилягання дверей у конструкції - зображення на термограмі «жовтими» областями, позначка «Н» зі значеннями температури:  $-0,1^{\circ}\text{C}$ .

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На термограмах діапазон температури складає  $[-2^{\circ}\text{C} \dots +7^{\circ}\text{C}]$ ,  $[-3^{\circ}\text{C} \dots +6^{\circ}\text{C}]$ ,  
 Відповідно термограмам встановлено відхилення на поверхні віконних  
 конструкцій - області на зображенні «помаранчевого»/«малинового» кольору,  
 позначка «Н» з максимальними значеннями температури:  $+4,2^{\circ}\text{C}$ .



Рисунок 3.5 - Тепловізійне обстеження огорожувальних конструкцій зовні

Обстеження огорожувальних конструкцій зовні свідчить про значні втрати тепла зони на термограмі помаранчового кольору, позначка «Н» зі значеннями температури:  $+6,8^{\circ}\text{C}$  – у віконній рамі;  $+1,1^{\circ}\text{C}$ . Також через фасад будівлі на термограмі видно, втрати тепла - помаранчеві області, де встановлені радіатори.

Тепловізійне обстеження внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій (при процесі тестуванні на повітропроникливість)

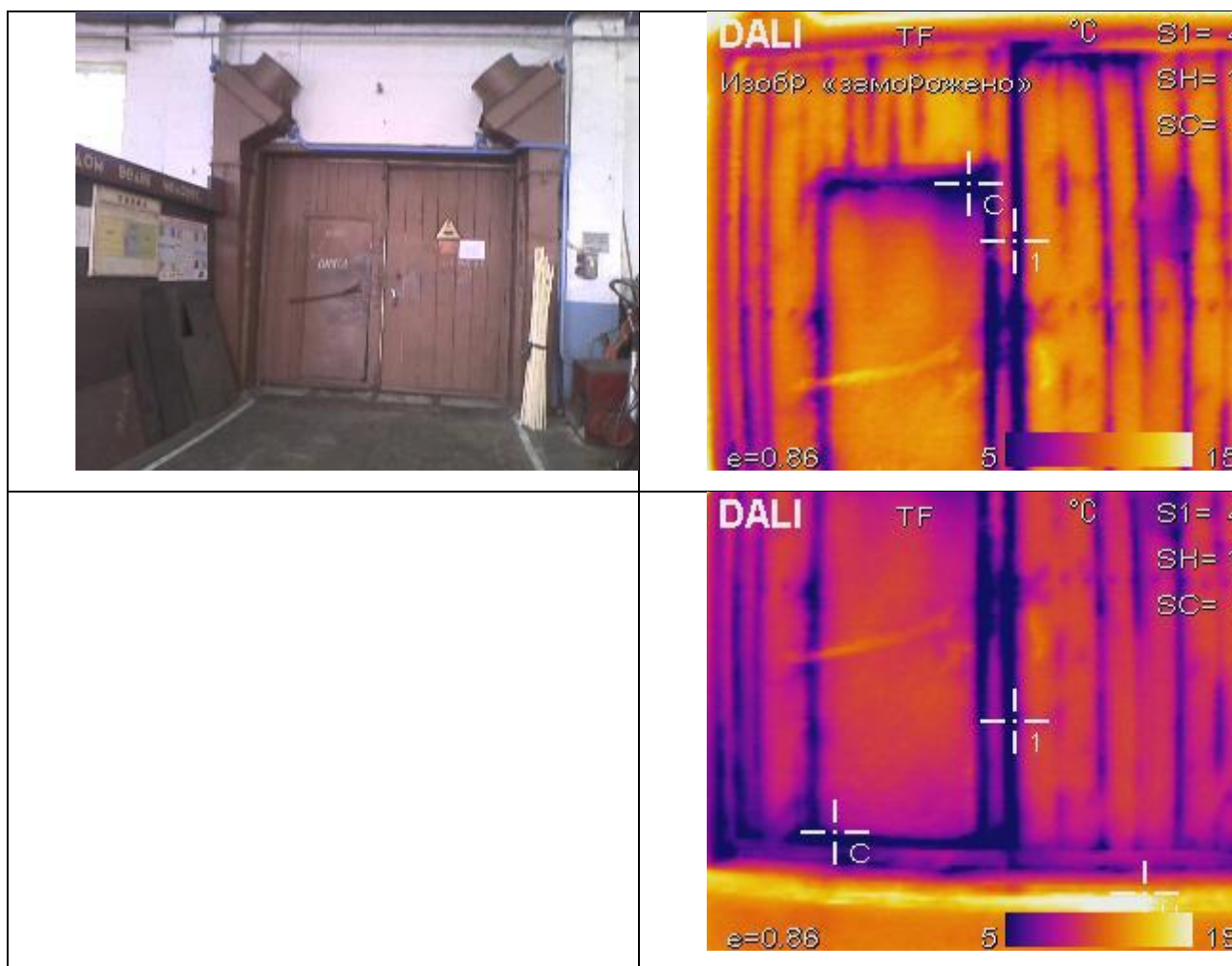


Рисунок 3.6 - Тепловізійне обстеження внутрішніх поверхонь

Проведено перевірку дверей у будівлі, діапазон температури при вимірюванні складає  $[+8^{\circ}\text{C} \dots +19^{\circ}\text{C}]$ . У місцях нещільного прилягання дверей до рами видно значні втрати тепла, зображення на термограмі «синіми»

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

областями, позначка «С» значення температури на поверхні:  $+2,1^{\circ}\text{C}$ ,  $+1,6^{\circ}\text{C}$ , Спостерігається інфільтрація повітря через нещільності примикання дверей до рами.

### 3.4 Оцінка стану теплової ізоляції розподільних тепломереж об'єкту

При тепловізійному обстеженні зовнішнього магістрального трубопроводу від газової котельні до цеху було виявлено незначні ділянки втрати тепла про, що свідчить представлені у термограми, температура на поверхні трубопроводу у місцях кріплення трубопроводу до несучих конструкцій досягає  $+9,7^{\circ}\text{C}$ . Обстеження внутрішніх трубопроводів виявили значні втрати теплової енергії, оскільки трубопроводи частково ізолювані, температура на поверхні досягає  $+52,9^{\circ}\text{C}$ .

Тепловізійне обстеження системи опалення наведено на рисунках 3.7-3.9.

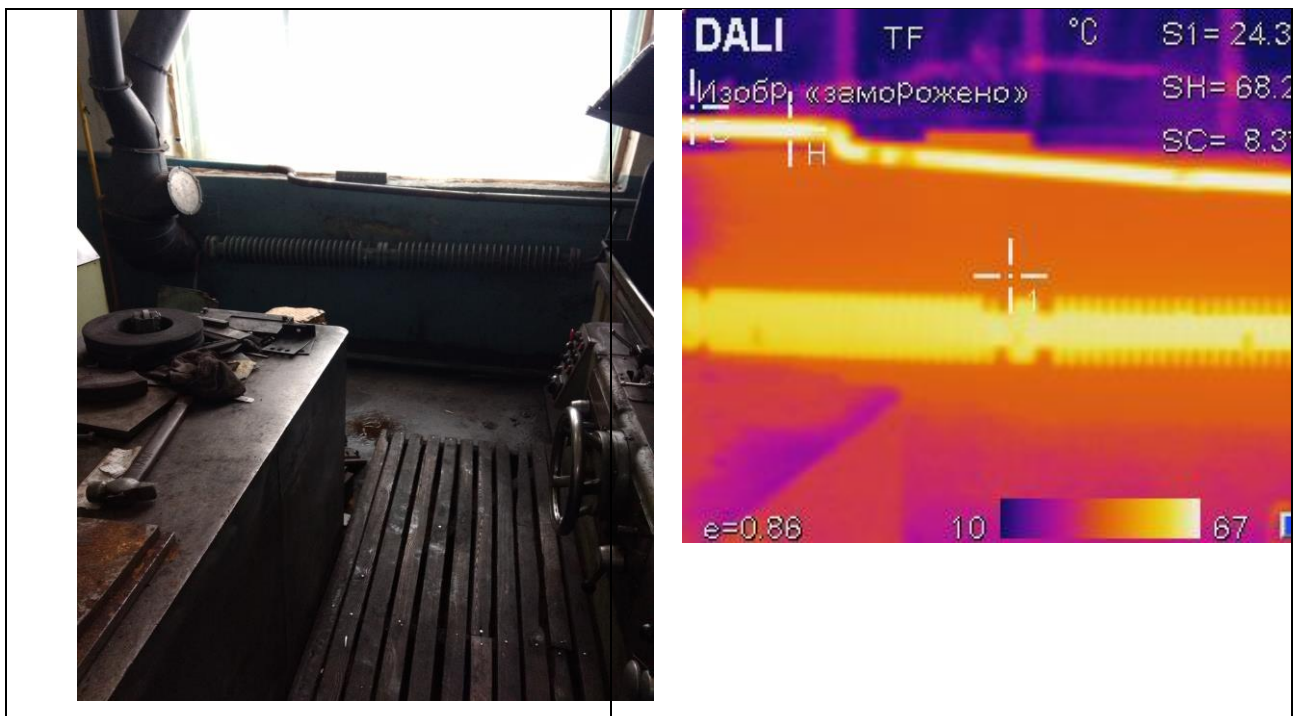


Рисунок 3.7 - Тепловізійне обстеження радіатора

Обстеження радіатора, діапазон температури при вимірюванні складає  $[+10^{\circ}\text{C} \dots +67^{\circ}\text{C}]$ . Температура на поверхні позначка «Н» становить  $+68,2^{\circ}\text{C}$ .

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Помітно рівномірний розподіл теплоносія по трубах радіатора.

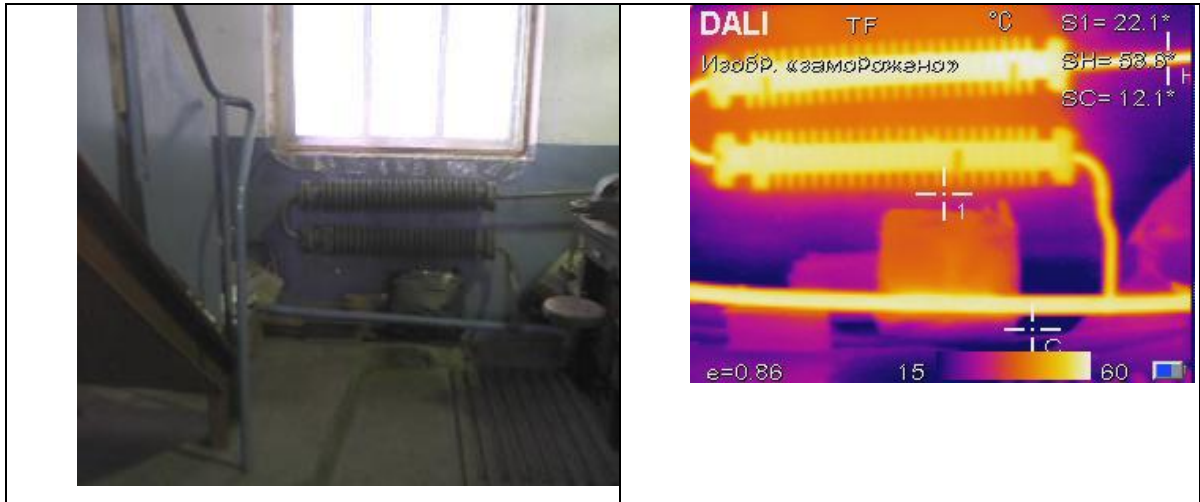


Рисунок 3.8 - Тепловізійне обстеження радіатора

Обстеження радіатора, діапазон температури при вимірюванні складає  $[+15^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}]$ . Температура на поверхні позначка «Н» становить  $+58,6^{\circ}\text{C}$ . Помітно нерівномірний розподіл теплоносія по трубах радіатора, можливе засмічення

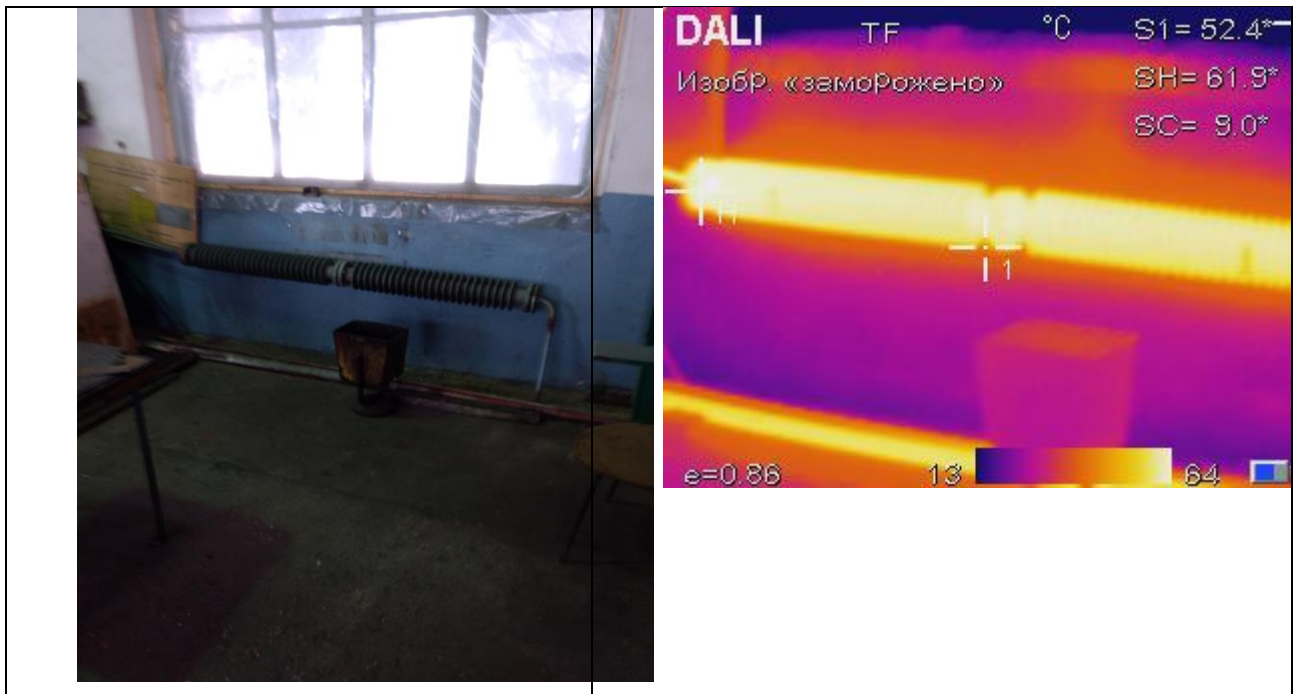


Рисунок 3.9 - Тепловізійне обстеження радіатора

Обстеження радіатора, діапазон температури при вимірюванні складає  $[+13^{\circ}\text{C} \dots +64^{\circ}\text{C}]$ . Температура на поверхні позначка «Н» становить  $+61,9^{\circ}\text{C}$ . Помітно нерівномірний розподіл теплоносія по трубах радіатора, можливе засмічення.

За отриманими термограмами видно, що в деяких радіаторах спостерігається нерівномірний розподіл температури, що може свідчити про засміченість радіаторів.

Обстеження огорожувальних конструкцій виявило теплопровідні включення у віконних відкосах та у місцях примикання світлопрозорих конструкцій та дверей до фасаду. Також з термограм видно понаднормовану температуру фасаду будівлі під віконними рамами, де встановлені радіатори.

### 3.5 Розрахунок основних складових для складання балансу споживання теплової енергії об'єкту у аналітичній формі

За основу розробки балансу споживання палива були взяті дані за 2019 рік. На підприємстві основними видами палива є природний газ, який використовується для роботи газових котлів і теплогенераторів, та дрова які використовуються для роботи твердопаливних котлів. Основні характеристики видів палива, що використовуються на підприємстві занесено до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Основні характеристики видів палива, що використовуються у 2019 році

Паливо	Одиниця виміру	Калорійність	Коефіцієнт переводу в умовне паливо
Природний газ	м <sup>3</sup>	2500	0,36
Дрова	кг	8100	1,16

Річна потреба в умовному паливі для котельні розраховується за виразом:

$$B = \sum Q_{вир} \cdot b \cdot 10^{-3}, \text{ т у.п./рік} \quad (3.3)$$

де  $Q_{вир}$  – обсяг виробленої теплової енергії за відповідний період, Гкал;

$b$  – питомі витрати умовного палива на відпуск 1 Гкал тепла, кг у.п./Гкал.

Результати розрахунку витрат палива по підприємству основним обладнанням приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Основні дані щодо обсягів палива, що використовується у 2019 році

Найменування	Відпуск тепла, Гкал	Норма витрат палива на відпуск тепла, кг у.п./Гкал	Витрати палива, т у.п.
Газові обігрівачі та теплогенератори	796,84	158,67	126,43
Газові котли	99,21	159,20	15,79
Витрати природного газу			142,22
Твердопаливні котли	1534,30	183,08	280,9
Витрати дров			280,9
РАЗОМ			423,12

Розподіл палива між видами його використання підприємством приведено на рисунку 3.10.



Рисунок 3.10 – Розподіл палива між видами його використання у 2019 році

Розподіл споживання природного газу по основним статтям наведено в таблиці 3.6 та на рисунку 3.11.

Таблиця 3.6 - Основні дані щодо тарифу на природний газ для за 2017 – 2019 роки

Стаття	Одиниця виміру	Споживання
Технологічні потреби	тис. м <sup>3</sup>	85,305
Опалення, вентиляція та гаряче водопостачання будівель	тис. м <sup>3</sup>	122,611
Разом	тис. м <sup>3</sup>	207,916

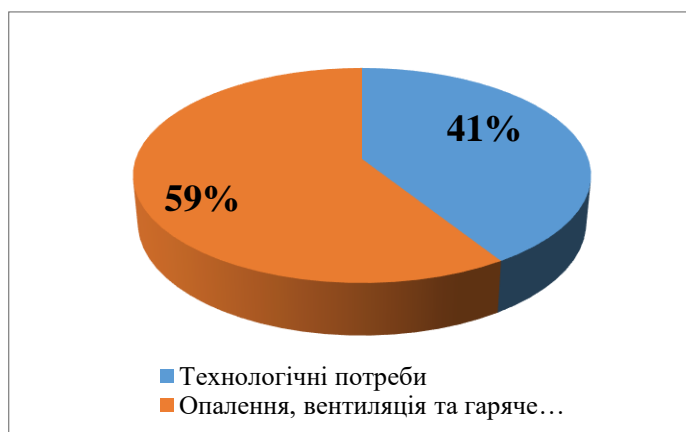


Рисунок 3.11 –Розподіл споживання природного газу по статтям витрат

### 3.6 Оцінка ефективності роботи джерела теплової енергії

Модульні газові котельні використовуються для опалення будівлі заводу управління та адмінбудівель діляниць №4 та 12 цеху. Котельні працюють цілодобово протягом опалювального сезону. В робочий час вони забезпечують теплом системи опалення будівель в штатному режимі, в неробочий час їх переводять в мінімально можливий по потужності режим.

Модульні котельні обладнані погодним регулятором, який здійснює автоматичне керування обладнанням в залежності від температури зовнішнього повітря. В таблиці 3.7 перераховані основні опалювальні установки підприємства

Таблиця 3.7 - Перелік опалюваних установок

Назва будівлі	Джерело теплопостачання	Кількість
Виробничий майданчик №1		
Заводоуправління	Модульна газова котельня БГМК 360 з трьома модулями нагріву МН-120 "Бернард"	1
Виробничий майданчик №2		
Механічний цех	Твердопаливний котел Ardenz T-600	1
Адмінбудівля ремонтного	Твердопаливний котел Ardenz T-600	1
Адмінбудівля транспортного цеху з опалюваними боксами	Твердопаливний котел Ardenz T-600	1
Слюсарне відділення цеху технічного оснащення та нестандартного обладнання №12	Твердопаливний котел Ardenz T-600	1

Газові обігрівачі та теплогенератори використовуються для обігріву виробничих приміщень. Протягом опалювального сезону обладнання працює в робочий час з перемінним навантаженням. Час роботи даного обладнання залежить від потреб технологічних процесів. Загальний вид інфрачервоного газового обігрівача зображено на рисунку 3.12.



Рисунок 3.12 – Інфрачервоний газовий обігрівач Zenit

Твердопаливні котли використовуються для опалення та гарячого водопостачання виробничої та адміністративної будівлі механічного цеху №12.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Котли працюють в робочий час в оптимальному режимі для підтримки необхідної температури в приміщеннях, в неробочий час – в мінімальному. Зовнішній вид твердопаливних котлів приведено на рисунку 3.13.

Твердопаливні котли ARDENZ T з ручним завантаженням палива призначені для підігріву води для системи опалення на підприємстві при спалюванні деревини. Можливість використання інших видів палива необхідно спочатку узгодити з виробником котла. Принципова схема водогрійних котлів серії ARDENZ T (рисунок 3.13)

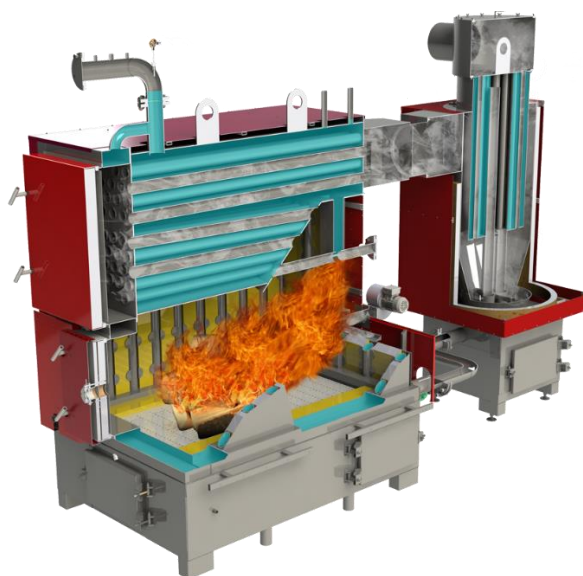


Рисунок 3.13 – Конструкція котла серії ARDENZ T.

Котел зварений з листів високоякісної вуглецевої сталі товщиною 6-8 мм і труб D76 мм, ізолюваний шаром мінеральної вати товщиною 50-80 мм.

Топка - трубний каркас, з шамотною цеглою, що забезпечує високу температуру горіння палива.

Великий дверний отвір, забезпечує зручне завантаження палива і догляд за котлом.

Двері топки сталеві, зі встановленою термостійкою плитою, що забезпечує міцність дверей і високу температуру горіння в топці. Теплообмінник - барабанний димогарного виконання.

Всі двері - праві. За попереднім замовленням вони можуть бути виготовлені лівими. Відповідно можна змінити і місце розташування пульта управління, який зазвичай знаходиться в правій стороні котла.

Зручним для використання розподільником повітря можна легко підібрати необхідне співвідношення первинного і вторинного повітря, забезпечуючи повне згорання палива. Не рекомендується топити котел, використовуючи природну тягу труби, відкривши двері зольника, так як при непрацюючому вентиляторі можуть перегрітися колосники. Вдування повітря автоматично припиняється, коли вода в котлі досягає заданої температури, встановленої регулятором температури; коли вода охолоджується, вентилятор знову включається автоматично. Шибер, змонтований на димоході, дозволяє зручно підбирати бажаний потік димових газів в залежності від використовуваного палива або інтенсивності горіння.

Технічні характеристики котла ARDENZ T, заявлені виробником представлені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.8 - Технічні характеристики котла ARDENZ T, заявлені виробником

№3/П	НАЙМЕНУВАННЯ ПАРАМЕТРУ	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ВЕЛИЧИНА
1.	Модель котла	-	T-600
2.	Номинальна теплопродуктивність	кВт	600
3.	Температура води на виході з котла	°C	не більше 95
4.	Максимальний робочий тиск води	МПа	0,6
5.	Довжина	мм	2900
6.	Ширина	мм	1610
7.	Висота	мм	2823
8.	Маса котла без води (не більше)	кг	3410
9.	Температура відхідних газів	°C	не менше 160
10.	Коефіцієнт корисної дії	%	81 – 84
11.	Витрата палива (Дрова (W= 30%))	кг	211



Рисунок 3.14 – Зовнішній вигляд водогрійних котлів серії ARDENZ T.

Для оцінки ефективності роботи котла на представленому навантаженні та порівнянні його з паспортним обчислювався коефіцієнт корисної дії ККД<sup>“бруто”</sup>, що представляє собою відношення кількості тепла, залишеного в робочому просторі агрегату, до загально-введеного тепла:

$$\eta^{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5), \% \quad (3.4)$$

При визначенні ККД використовувався метод зворотного балансу за спрощеною методикою теплотехнічних розрахунків, заснований на застосуванні узагальнених характеристик палива, що слабо залежать від зміни його складу і теплоти згоряння.

Втрата тепла з димовими газами  $q_2$ :

$$q_2 = \frac{t_{д.газ} - t_{нов}}{t'_{max}} \cdot (C' + (h - 1) \cdot B \cdot K) \cdot 100, \% \quad (3.5)$$

прийнято для деревного палива:  $t'_{max} = 1741 \text{ }^\circ\text{C}$ ,

$C' = 0,81$ ;  $K = 0,766$ ;  $B = 0,84$ .

З непрацюючими димососом, первинним та вторинними вентиляторами:

$$q_2 = (53,2 - 15,5) / 1741 \cdot (0,81 + (2,6 - 1) \cdot 0,84 \cdot 0,766) \cdot 100 = 3,983\%$$

З працюючим димососом:

$$q_2^{дим} = (153,6 - 17,1) / 1741 \cdot (0,81 + (4,82 - 1) \cdot 0,84 \cdot 0,766) \cdot 100 = 25,622\%$$

Втрата тепла внаслідок хімічної неповноти згоряння  $q_3$  розраховується за спрощеною формулою:

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_3 = (3,02 \times CO') \times \alpha, \% \quad (3.6)$$

З непрацюючими димососом, первинним та вторинними вентиляторами:

$$q_3 = (3,02 \cdot (5542/10000)) \cdot 2,6 = 4,352\%$$

З працюючим димососом:

$$q_3^{\text{дим}} = (3,02 \cdot (3025/10000)) \cdot 4,82 = 4,403\%$$

Таким чином, якщо знехтувати втратами від механічного не спалювання палива  $q_4$  та втратою тепла в навколишнє середовище  $q_5$  ( а такі присутні) згідно рівняння

$$\eta^{\text{бр}} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5), \% \quad (3.7)$$

ККД котла має наступні значення:

$$\eta^{\text{бр}} = 100 - (3,983 + 4,352) = 91,665 \%$$

$$\eta^{\text{бр дим}} = 100 - (25,983 + 4,403) = 69,614 \%$$

Ці показники, отримані в результаті обстеження ефективності роботи котла, свідчать про невідповідність показникам заявленим виробником, щодо ККД котла.

Обстеження допоміжного обладнання котельні показало, що встановлені в котельні мережеві та циркуляційні насоси – виготовлені провідними європейськими виробниками з мінімальними класами енергоспоживання.

Бак-акумулятор теплоносія надійно термоізолюваний. Трубопроводи подачі прямої та зворотної води також якісно термоізолювані. Довжина трубопроводів подачі теплоносія до споживача складає не більше 50 – 70 м. Втрати від зовнішнього охолодження всіх елементів системи опалення – мінімальні.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Для обліку теплових параметрів системи використовують теплолічильники SA-94/2М (рис. 3.15).



Рисунок 3.15 – Теплолічильник SA-94/2М.

Теплолічильники SA-94/2М:

Електромагнітні мікропроцесорні тепло-лічильники призначені для вимірювання, реєстрації та регулювання теплових параметрів в відкритих і в закритих системах тепlopостачання, що використовують воду в якості теплоносія. Кількість датчиків витрати - 2 шт. Приєднання - фланцеве.

Характеристики та робочі параметри тепло-лічильників SA-94/2М:

- Умовний тиск робочого середовища до 2,5 МПа;
- Різниця температур теплоносія в прямому і зворотному трубопроводі від 3 до 140 °С;
- Ступінь захисту тепло-лічильників IP65 по ГОСТ 14254-96 (повний захист від пилу і захист від струменів води);
- Споживана потужність не більше 15 ВА;
- Середній термін служби тепло-лічильників SA-94/2М не менше 12 років, перевірочний інтервал 4 роки;
- За стійкістю до механічного впливу прилад віброміцний, виконаний за ГОСТом 12997-84;

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепло-лічильник SA-94/2M вимірює наступні параметри:

- поточне значення об'ємної і масової витрати в прямому або зворотному трубопроводі;
- температури теплоносія в прямому і зворотному теплопроводі;
- тиск теплоносія в будь-яких двох точках системи теплопостачання;
- різниці температур теплоносія в прямому і зворотному теплопроводі;
- споживана теплова потужність;
- сумарне наростаючим підсумком споживання кількості теплоти;
- сумарні наростаючим підсумком обсяг і масу теплоносія, що протікає по трубопроводу, на якому встановлений первинний перетворювач;
- час роботи лічильника теплової енергії в режимі рахунку кількості теплоти.

Лічильник SA-94/2M фіксує у внутрішній пам'яті часові значення параметрів системи за 80 діб і добові значення – за 4 роки, а також дані про помилки в своїй роботі і в роботі системи теплопостачання. Час зберігання статистичної інформації не обмежена.

Поточні і статичні дані параметрів можна зчитувати через стандартний послідовний інтерфейс RS232 або RS422 / RS485 в залежності від замовлення споживача.

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

#### 1. Підвищення ККД котла ARDENZ T-600

В середньому показники коефіцієнта корисної дії можна підвищити приблизно від 3% до 7%. Головне, визначитися з методом збільшення ККД твердопаливного котла, вибравши найбільш дієвий.

Щоб підвищити економічність котла, слід врахувати такі нюанси:

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Не використовувати для топки вологе вугілля або дрова. Це істотно скоротити кількість енергії, яка пристрій витратить тільки для просушування мокрого твердого палива.

- Не засмічувати димар і теплообмінник. Засмічення в каналах може утворитися за рахунок регулярного скупчення. Наприклад, дрібними частинками вугільного пилу, побутовим сміттям, дефектними брикетами.

- Зниження тяги негативно позначиться на віддачі тепла і збільшить витрату твердого палива.

Підвищення якості палива. Паливо відіграє ключову роль у збільшенні ККД котлів. Якщо віддати перевагу більш якісному виду палива, можна збільшити термін служби агрегату для опалення. Насамперед, попередньо сушити дрова і вугілля. Не використовуйте для розпалювання різний побутове сміття, адже так ви з часом зменшите тягу, забивши димар сажею та іншими частинками від горіння. Більш того, це може підвищити витрати на придбання палива.

- Часта чистка. Навіть якщо ви використовуєте виключно якісне паливо, не забувайте регулярно проводити чищення котла. Під час чищення більше часу приділіть димоходу, адже саме там накопичуються всі частинки, які забивають канал.

- Котлу необхідно більше повітря. До цього пункту слід поставитися з усією серйозністю, особливо врахувати в процесі купівлі та монтажу пристрою. Пам'ятайте, що кисень – обов'язкова умова горіння. Потрібно забезпечити постійний потік повітря в приміщенні, де буде встановлено твердопаливний котел, в середині якого здійснюється горіння палива.

- Утеплити будинок, щоб зменшити тепловтрати. Це ще один спосіб підвищити ККД будинку. Бажаного результату важко досягти простою заміною твердопаливного котла або палива, якщо приміщення дуже

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- швидко віддає тепло і зовсім не зберігає його. Тому так важливо виконати утеплення будинку, заміну звичайних вікон на пластикові. Також слід виключити втрату тепла через двері, по можливості замінити їх або усунути всі щілини.

Встановлення додаткових пристроїв. Наприклад, з допомогою циркуляційного насоса можна виконати рівномірне прогрівання будинку. Це найбільш ефективний спосіб, що приводить до зростання показника ККД

приміщення. Недорогу модель твердопаливного котла можна придбати у тому випадку, якщо ваш колишній агрегат не може покрити ваші потреби. Для цього просто встановіть новий котел зі старим у каскад.

За результатами виміру параметрів димових газів визначено, що ККД котла має наступні значення:

$$\eta^{br} = 91,665 \%$$

$$\eta^{br \text{ дим}} = 69,614 \%$$

Ці показники, отримані в результаті обстеження ефективності роботи котла, свідчать про невідповідність показникам заявленим виробником, щодо ККД котла.

Також через неефективне перемішування палива та окислювача (без включених в роботу вентилятора первинного та вторинного повітря) концентрація СО (чадного газу) має рівень вище, чим дозволено до викиду. Тому, рекомендується провести режимно-налагоджувальні випробування котлоагрегату з метою оптимізації режимів горіння, збільшення ККД котла, як мінімум на 10% та зменшення концентрацій шкідливих викидів.

Згідно даних, отриманих від головного енергетика, за перші три місяці опалювального періоду в котлі було спалено 243 м<sup>3</sup> дров.

Вартість 1 м<sup>3</sup> дров становить 300 грн.

Густина деревини при  $W^p > 23\%$  визначається за формулою:

$$\rho_w = 0,823 \times (100 / (100 - W)) \times \rho_{12}; \quad (3.8)$$

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $\rho_{12}$  складає: для сосни - 500 кг/м<sup>3</sup>, для берези - 630 кг/м<sup>3</sup>, для дуба - 690 кг/м<sup>3</sup>

Таким чином середній показник густини  $\rho_{12}$  буде складати - 610 кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_w = 0,823 \times (100/(100-27)) \times 610 = 688 \text{ кг/м}^3$$

Можна припустити, що за наступні три місяці опалювального сезону кількість спожитого палива буде не набагато меншою. За опалювальний період кількість палива спаленого в котлі буде сягати приблизно

$$G_{\text{палива}} = 243 \times 2 \times 688 = 334368 \text{ кг.}$$

При вартості 1 кг - 0,43 коп, загальна сума вартості палива складе близько 143 тис. грн.

Збільшивши ККД котла на 10%, можна зекономити близько 14 тис. грн. за опалювальний період. При калорійності дров 4,2 кВт\*год/кг маємо річну економію 140,4 МВт\*год.

Детальні економічні показники реалізації заходу наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Економічні показники реалізації заходів з підвищення ККД котла ARDENZ T-600

Назва показника	Значення показника
Загальна вартість проекту (тис.грн.)	23
Річна економія енергії (МВт*год)	140,4
Річна економія витрат (тис.грн.)	14
Простий період окупності інвестицій, роки	1,9
NPV, грн	14654,62
IRR, %	41,83

Ціна щодо вартості робіт надана працівниками Інституту газу НАН України за результатами натурних обстежень.

Розрахунковий період брався виходячи з трьохрічного строку рекомендованого для проведення пуско-налагоджувальних робіт.

3. Реконструкція двохтигельної газової печі розплавлення з переробкою

підвідних каналів

За результатами обстеження роботи двоxtигельної газової печі розплавлення з газовими пальниками фірми weishaupt типу WG-20/C було виявлено, що монтаж пальникового пристрою не відповідає рекомендаціям виробника. Через це: має місце неправильне розкриття факелу, неправильна організація процесу горіння, подовження довжини факелу, перевипромінювання на пальниковий пристрій. Крім того, підвід димових газів для розігріву тигелю організовано не під правильним кутом.

Зважаючи на це пропонується:

– Провести реконструкцію двоxtигельної газової печі розплавлення з переробкою підвідних каналів, виклавши їх стінки жаростійким бетоном невеликої товщини.

– Змінити спосіб встановлення пальникових пристроїв використавши тангенціальний підвід димових газів, теплоізолювати камери розігріву з метою підвищення ефективності процесу розплавлення.

– утилізація тепла з відхідних димових газів двоxtигельної газової печі розплавлення.

Теплоутилізатор-повітряпідігрівач призначений для підігріву повітря та обігріву внутрішнього простору виробничого приміщення у зимовий період за рахунок температури відхідних димових газів двоxtигельної газової печі, з метою підвищення ККД печі й відповідної економії природного газу.

Теплоутилізатор-повітряпідігрівач являє собою односекційну конструкцію (рисунок 3.16), виконану на основі високоефективних елементів, що передають тепло – теплових труб.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

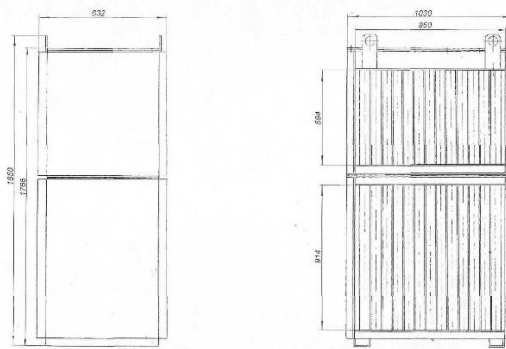


Рисунок 3.16 – Теплоутилізатор-повітряпідігрівач на теплових трубах для двохтигельної газової печі.

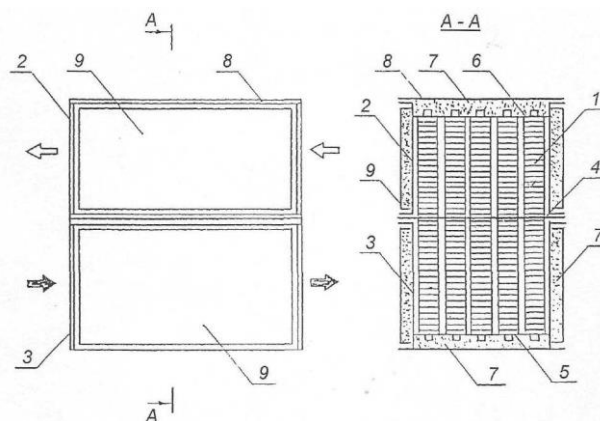


Рисунок 3.17 – Конструктивна схема теплоутилізатора-повітропідігрівача.

1 – теплова труба; 2 – корпус повітряходу; 3 – корпус газоходу; 4 – трубна дошка; 5 – нижня решітка; 6 – верхня решітка;  
7 – теплоізоляція; 8 – кришка; 9 – обшивання.

Корпус теплоутилізатора-повітропідігрівача (див. схему на рисунку 3.17) утворений двома різніми частинами: верхньої 2, закритою кришкою 8, – для проходу потоку повітря (повітряхід) і нижньої 3 – для проходу потоку продуктів згорання природного газу (газохід), розділеними між собою трубною дошкою 4.

Канали газоходу й повітряходу заповнені рядами оребрених теплових труб 1. Теплові труби проходять через трубну дошку, закріплені в ній і зафіксовані в нижній і верхній решітках 5, 6. Зовні корпус захищений теплоізоляцією 7 і закритий елементами обшивання 9.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Принцип за яким працює теплоутилізатор-повітряпідігрівач наведений на рисунку 3.18. Гарячі продукти згоряння природного газу, що йдуть з двохтигельної газової печі, простягаються через міжтрубний простір у газоході теплоутилізатора-повітряпідігрівача, а повітря, що забирається вентилятором із приміщення цеху, протитічно проходить через міжтрубний простір у повітряході та розповсюджується у внутрішньому просторі виробничого приміщення по повітряходах підігрітого повітря. При цьому частина теплової енергії потоку продуктів згоряння за допомогою теплових труб, що функціонують за принципом замкнутого випарно-конденсаційного циклу, ефективно передається зустрічному потоку повітря.

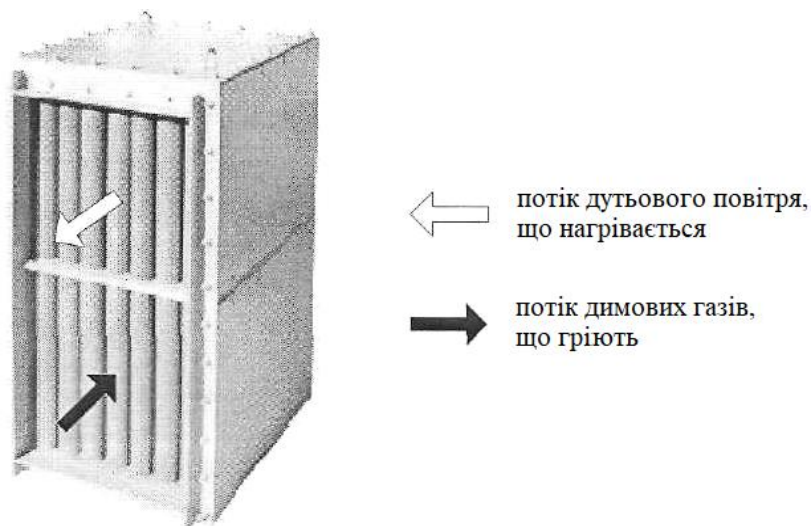


Рисунок 3.18 – Робоча схема теплоутилізатора-повітряпідігрівача.

Розрахунок економічного ефекту приводиться для двох варіантів. Перший - за результатами газового аналізу отриманому під час обстеження. Другий – за найбільш ймовірними результатами роботи двох пальникових пристроїв при їх повному навантаженні та максимальному завантаженні печі. Ні один із розглянутих варіантів розрахунку не є досить точним. Для отримання більш точних результатів потрібно уточнення значної кількості параметрів, які можна отримати тільки за результатами додаткових вимірів.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Варіант 1.

Вихідні дані:

$$\rho_{c147} = 0,849 \text{ кг/м}^3; c_{p147} = 1,0825 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}; c_{p80} = 1,0654 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}; T_1 = 147^\circ\text{C};$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C}; \alpha = 9,29; \text{ витрата газу на один пальник } 22 \text{ м}^3/\text{год.}$$

1. Об'єм димових газів з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря

$$V = 22 \times 10 \times 9,29 = 2044 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Масова витрата димових газів

$$m = (2044 \times 0,849) / 3600 = 0,482 \text{ кг/сек}$$

3. Кількість тепла, яка може бути утилізована з відхідних димових газів

$$\Delta Q = 0,482 \times (1,0825 \times 147 - 1,0654 \times 80) = 35 \text{ кВт}$$

В газовому еквіваленті це складає 4 м<sup>3</sup>/год.

Варіант 2.

Вихідні дані:

$$\rho_{c300} = 0,617 \text{ кг/м}^3; c_{p300} = 1,122 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}; c_{p80} = 1,0654 \text{ кДж/(кг}\times\text{К)}; T_1 = 300^\circ\text{C};$$

$$T_2 = 80^\circ\text{C}; \alpha = 5,00; \text{ витрата газу на два пальники } 44 \text{ м}^3/\text{год.}$$

1. Об'єм димових газів з урахуванням коефіцієнту надлишку повітря

$$V = 44 \times 10 \times 5,00 = 2200 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Масова витрата димових газів

$$m = (2200 \times 0,617) / 3600 = 0,377 \text{ кг/сек}$$

3. Кількість тепла, яка може бути утилізована з відхідних димових газів

$$\Delta Q = 0,377 \times (1,122 \times 300 - 1,0654 \times 80) = 95 \text{ кВт}$$

В газовому еквіваленті це складає 11 м<sup>3</sup>/год.

Враховуючи час роботи печі за рік в межах 800 год матимемо економію 76 МВт\*год, або в газовому еквіваленті – 8800 м<sup>3</sup>/рік, що в грошовому еквіваленті при вартості газу 11600 грн./тис.м<sup>3</sup> складе 102080 грн/рік.

В об'єм робіт входить:

- Купівля допоміжного обладнання.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виготовлення та монтаж теплоутилізатора-повітряпідігрівача.
- Монтаж повітряводів-коробі в виробничому приміщенні
- Монтаж допоміжного обладнання.
- Пуско-налагодження теплоутилізатора-повітряпідігрівача.
- Оціночна вартість робіт буде складати 1 000 000,00 грн. з ПДВ.

Ціна щодо вартості робіт надана працівниками Інституту газу НАН України за результатами натурних обстежень.

Детальне представлення економічних розрахунків даного заходу представлено в таблиці 3.10.

Розрахунковий період брався виходячи з експлуатаційних характеристик печі і розглядався в розрізі 10 років.

Таблиця 3.10 - Економічні показники реалізації заходів з реконструкція двохтигельної газової печі розплавлення з переробкою підвідних каналів

Назва показника	Значення показника
Загальна вартість проекту (млн.грн.)	1
Річна економія енергії (МВт*год)	76000
Річна економія витрат (тис.грн.)	102080
Простий період окупності інвестицій, роки	9років 9міс
NPV, грн	-277975,82
IRR, %	12,38

Таблиця 3.11 - Результати розрахунків заходів з енергозбереження

№	Захід з енергоефективності	Річна економія витрат, МВт*год	Вартість проекту, грн	Термін окупності
1	Підвищення ККД Котла	140400	23000	1 рік 7 міс
2	Реконструкція двохтигельної газової печі розплавлення	76000	100000	9 років 8 міс

## Висновки до розділу

В розділі було проведено дослідження методів економії енергоресурсів, тому було запропоновано 3 основних заходи з енергоефективності для дільниці №12.

### Запропоновані заходи:

Підвищення ККД твердопаливного котла ARDENZ T-600 за рахунок проведення режимно-налагоджувальних випробувань

Реконструкція двохтигельної газової печі розплавлення з переробкою підвідних каналів

Кожного року ці заходи будуть економити значну кількість коштів на закупівлю палива(природний газ).

Результати розрахунків заходів з енергозбереження наведено в таблиці 3.12

Таблиця 3.12 - Результати розрахунків заходів з енергозбереження

№	Захід з енергоефективності	Річна економія витрат, МВт*год	Вартість проекту, грн	Термін окупності
1	Підвищення ККД Котла	140400	23000	1 рік 7 міс
2	Реконструкція двохтигельної газової печі розплавлення	76000	100000	9 років 8 міс

## 4 СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ОБ'ЄКТУ

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

На момент проведення обстеження на підприємстві здійснюється приладовий комерційний облік покупних енергоносіїв (електроенергія, газ), ведеться журнал по споживанню електричної енергії, а також здійснюється в бухгалтерії облік закупівлі дров. Але в зв'язку з відсутністю системи технічного обліку, дані про споживання електричної енергії отримуються щодо всього підприємства. Розрахунки щодо деталізації споживання по підрозділам підприємства не ведуться. Аналіз вказаних вище даних ведеться фрагментарно. Відсутній системний підхід до проведення аналізу енергетичних даних, а також не впроваджена процедура коригувальних дій у випадку збільшення рівня енергоспоживання.

Зважаючи на вказані недоліки в існуючій системі управління енерговикористанням вважаємо за доцільне рекомендувати керівництву компанії здійснити удосконалення системи обліку споживання енергоресурсів шляхом впровадження технічного обліку, а також впровадити систему енергетичного менеджменту, що буде відповідати вимогам міжнародного стандарту[1].

Основна мета енергетичного менеджменту на підприємстві - виявлення і реалізація можливостей в управлінні резервами енерговикористання.

Питання економії енергоресурсів розглядаються при цьому з позицій системного підходу, маючи на увазі їх спрямованість на зниження витрат на виробництво і реалізацію продукції на підприємстві, управління енергозбереженням, як складової частини управління витратами.

Результатом такого управління повинно з'явитися поліпшення

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ			
З	Л	№ докум.	Підп	Д				
Розроб.	Мірошниченко Д				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІ ЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А						73	
Н.контр.	Прокопенко І.Д					ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.								

фінансового становища підприємства і підвищення його конкурентоспроможності.

Енергоменеджмент як управлінський процес, який передбачає послідовне виконання, циклічність і координацію планування, створення адекватних структур управління, механізмів симулювання і контролю над раціональним витрачанням паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що спирається на облік витрат, планування, контроль і аналіз, не заслужив на підприємстві належного визнання[2].

Ознаки наявності енергетичного менеджменту на підприємстві відсутні (немає енергетичної політики, відсутня організаційна структура, немає делегування відповідальності за раціональне використання енергії, споживання енергії не відстежується і не аналізується). Наслідком цього є втрата можливості знизити енергоспоживання і витрати коштів підприємства в секторі енергоспоживання.

До числа організаційних труднощів слід віднести, в першу чергу, що не остаточно сформовану виробничу структуру, так і структуру управління підприємством.

У цій структурі до теперішнього моменту не знайшлося місця для організаційно-адміністративної структури, професійно орієнтованої на управління витратами і вартістю енергії.

Початку роботи по встановленню контролю над енергоспоживанням, як першої та обов'язкової стадії розвитку енергетичного менеджменту, перешкоджають технічні труднощі:

- в частині споживання електричної енергії;
- відсутність технічних засобів вимірювання витрат електричної енергії (єдиний лічильник електричної енергії призначений для розрахунків з електропостачальних підприємств);

Зростання актуальності впровадження енергетичного менеджменту на підприємстві обумовлений наявністю наступних причин:

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нераціональне використання ПЕР (прямі і непрямі втрати ПЕР);
- недосконалість управління витратами і вартістю ПЕР (застаріла структура управління, недосконалість обліку, планування та аналізу використання ПЕР, ігнорування використання інформаційних технологій).

У поточному стані підприємства перспективи ефективного енергоменеджменту пов'язані з розробкою і впровадженням заходів, де переважає ефект економії енергії та витрат на її оплату.

#### 4.3 Представлення «Енергетичної політики» підприємства

Енергетична політика на підприємстві відсутня

Такий стан управління підприємством в енергетичному секторі обумовлено стадією становлення підприємства з ускладненнями організаційного і технічного характеру.

Але підприємство вже зараз гостро потребує прийняття початкового варіанту енергетичної політики, що відповідає специфіці поточного моменту.

Основними принципами цієї політики при становленні енергетичного менеджменту повинні стати:

- стійка перспектива - завчасне і обґрунтоване визначення необхідних прогностичних обсягів енергоспоживання;
- комплексна оцінка поточних і перспективних змін структури підприємстві і розвитку загальнозаводських технічних систем і скорочення майбутніх витрат на енергопостачання підприємства;
- послідовність і цілеспрямованість у використанні власних і позикових коштів на розвиток підприємства з урахуванням зростання тарифів на енергоносії.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Енергоефективні заходи за терміном окупності зазвичай поділяють на короткострокові (до 1 року), середньострокові (1-3 роки) і довгострокові (від 3 і більше років). Усі заходи з енергоефективності, запропоновані в розділах 2 та 3 пропонуються по черговості впровадження (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Планування впровадження заходів з енергоефективності на підприємстві

Назва заходу	Економія, грн/рік	Капітальні вкладення, грн	Простий термін окупності, роки	Короткострокові(К), середньострокові(С) чи довгострокові(Д)
Підвищення ККД Котла	14000	23000	1,9	С
Реконструкція	102800	1000000	9,9	Д
Модернізація електротермічного устаткування	35000	250000	7,2	Д
Модернізація зварювальних устновок	18880	50000	2,8	С

Власні кошти підприємств, мали б бути переважно найдешевшим та найбільш надійним та доступним джерелом фінансування короткострокових інвестиційних заходів в сфері енергоефективності. Виходячи з таблиці 4.1, на підприємстві відсутні короткострокові заходи з енергозбереження.

З середньострокових заходів підприємства планується Підвищення ККД твердопаливного котла ARDENZ T-600 за рахунок проведення режимно-налагоджувальних випробувань та модернізація зварювальних устновок

. З довгострокових - це реконструкції двохтигельної газової печі розплавлення з переробкою підвідних каналів та модернізація

електротермічного устаткування. Реконструкція є в пріоритеті серед інших довгострокових заходів.

Для швидкого впровадження довгострокових заходів з енергозбереження рекомендується залучитися фінансуванню від міжнародних інвесторів.

#### Висновки до розділу

В даному розділі було розглянуто систему енергетичного менеджменту підприємства машинобудування та перспектива «Енергетичної політики» підприємства. Ефективність в сучасній промисловості досягається не тільки за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а також за рахунок змін у методах і способах управління.

Прийняття підприємством концепції енергетичного менеджменту має позитивний вплив на її організаційні та технічні процедури, а також на модель поведінки з метою скоротити загальне енергоспоживання, економічно витратити основні та допоміжні матеріали і постійно покращувати свою енергоефективність в цілому.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### 5.1 Розосереджені джерела енергії

На об'єкті пропонується встановлення фотовольтаїчної системи, до складу якої входять: фотоелектричні модулі, кабелі, інвертори. . Вироблена системою електрична енергія буде використовуватись для власних потреб.

Рівень сонячної інсоляції для м. Житомир наведений в таблиці 5.1[3].

Таблиця 5.1 – Рівень сонячної інсоляції для м. Житомир

	Січ	Лют	Бер	Квіт	Тра	Чер	Лип	Сер	Вер	Жов	Лис	Гру
кВт·год/м <sup>2</sup> ·добу	1,01	1,82	2,87	3,88	5,16	5,19	5,04	4,66	3,06	1,87	1,04	0,83
кВт·год	31,31	50,96	88,97	116,4	159,96	155,7	156,24	144,46	91,8	57,97	31,2	25,73

Площа даху будівлі складає 4256 м<sup>2</sup>. Дах має рівну поверхню.

Для реалізації можливості обираємо фотоелектричні модулі фірми EGing PV, марки EG-M144-450W-HD/BF-DG, зовнішній вигляд панелей зображено на рисунку 5.1[4].

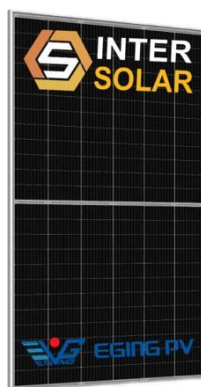


Рисунок 5.1 – Сонячний модуль EG-M144-450W-HD/BF-DG

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ			
З	Л	№ докум.	Підп	Д				
Розроб.	Мірошніченко Д				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІ ЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А						78	
Н.контр.	Прокопенко І.Д					ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.								

Кількість сонячних панелей, що буде встановлено на даху розраховуються за його геометричними розмірами і становить 1022 шт.

Електричні характеристики модулів представлені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Електричні характеристики фотомодуля[4]

Виробник	EGing PV
Країна виробник	Китай
Тип панелі	Монокристал
Матеріал виготовлення модулю	Чистий кремній
Матеріал рамки	Алюміній
Потужність	450 Вт
Струм при максимальній потужності	10,81 А
Напруга при максимальній	41,63 В
Струм короткого замикання	11,31 А
Напруга холостого ходу	49,85 В
Кількість елементів	144 шт
Мінімальна робоча температура	-40 °С
Максимальна робоча температура	85 С
Ступінь захисту IP	68
ККД	22,37%
Габаритні розміри	
Вага	27,8 кг
Довжина	2094 мм
Ширина	1038 мм
Товщина	35 мм
Температурні коефіцієнти	
Температурний коефіцієнт струму	0,039%/°С
Температурний коефіцієнт напруги	-0,39%/°С
Температурний коефіцієнт потужності	-0,295 %/°С

Прогноз сумарної електроенергії, що вироблятиметься за рік 498,75 МВт·год.



Technical Specification		SUN2000-60KTL-M0
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V	
European efficiency	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V	
<b>Input</b>		
Max. Input Voltage <sup>1</sup>	1,100 V	
Max. Current per MPPT	22 A	
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A	
Start Voltage	200 V	
MPPT Operating Voltage Range <sup>2</sup>	200 V ~ 1,000 V	
Rated Input Voltage	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac	
Number of MPP trackers	6	
Max. input number per MPP tracker	2	
<b>Output</b>		
Rated AC Active Power	60,000 W	
Max. AC Apparent Power	66,000 VA	
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W	
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE	
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz	
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V	
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V	
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging	
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%	
<b>Protection</b>		
Input-side Disconnection Device	Yes	
Anti-islanding Protection	Yes	
AC Overcurrent Protection	Yes	
DC Reverse-polarity Protection	Yes	
PV-array String Fault Monitoring	Yes	
DC Surge Arrester	Type II	
AC Surge Arrester	Type II	
DC Insulation Resistance Detection	Yes	
Residual Current Monitoring Unit	Yes	
<b>Communication</b>		
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP	
RS485	Yes	
USB	Yes	
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)	
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle - 4G (Optional)	
<b>General Data</b>		
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)	
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)	
Cooling Method	Natural Convection	
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)	
Relative Humidity	0 ~ 100%	
DC Connector	Amphenol Helios H4	
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamp	
Protection Degree	IP65	
Topology	Transformerless	
Nighttime Power Consumption	< 2 W	

Рисунок 5.4 – Характеристика інвертора HUAWEI SUN2000-60KTL[5]

Ціна обладнання необхідного для побудови системи сонячних панелей та вартість усього проекту приведена у табл.5.3.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 – Вартість впровадження системи фотовольтаїчних модулів

№	Найменування обладнання	Кількість	Ціна, грн./од.	Ціна, грн.
1	Фотовольтаїчний модуль EG-M144-450W-HD/BF-DG	1022 шт	3812	3 895 864
2	Інвертор HUAWEI SUN2000-60KTL	7 шт	100 681	704 767
3	Монтаж та пусконалагоджувальні роботи	-	-	230 032
4	Кабель 1,5 мм <sup>2</sup>	500 м	9	4500
5	Кабель 10 мм <sup>2</sup>	50 м	81	4050
	Сумарна вартість	-	-	4 839 213

Кількість електроенергії, виробленої сонячними панелями дорівнює 498,75 МВт·год.[6] Всю електроенергію яка вироблена сонячними панелями використовуємо для покриття особистих потреб цеху. Також використання сонячних панелей зменшить шкідливе навантаження на навколишнє середовище.

$$A = b \cdot W = 2,5 \cdot 498,75 \cdot 10^3 = 1\,246\,875 \text{ грн/міс}$$

Де:  $b$  – це тариф на електроенергію (грн/кВт\*год);

$W$  – це кількість електроенергії виробленої сонячними панелями.

Простий термін окупності розрахуємо як:

$$T_n = \frac{3}{B},$$

де  $3$  – затрати, тис. грн/рік;

$B$  – економічні вигоди, тис. грн/рік;

$$T_n = \frac{4\,839\,213}{1\,246\,875} = 3,9 \text{ років,}$$

Таким чином простий термін окупності проекту становитиме близько 4 роки.

Висновок до розділу

В даному розділі була розрахована сонячна електростанція на даху цеху для

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

задоволення особистих потреб цеху. Площа даху склала 4256 м, на якій розмістили 1022 сонячних модулів, 511 з них розташовані на південний схід і 511 на південний захід. Згідно з рекомендаціями програми кут нахилу прийняли рівним 35°. Обраним модулем є EG-M144-450W-HD/BF-DG технічні характеристики зазначенні в таблиці 5.1. Для даної СЕС було вибрано 7 інверторів HUAWEI SUN2000-60KTL. Прогноз сумарної електроенергії, що вироблятиметься за рік 498,75 МВт·год.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Метою даного розділу є впровадження організаційних та технічних заходів безпеки при установці та експлуатації модернізованих електротермічних установок.

Електротермічні установки – установки зі шкідливими виділеннями встановлено в приміщеннях, ізольованих як від пічних прольотів, так і одне від одного. Вони встановлені як в окремих, так і в загальних приміщеннях, у місцях, що відповідають технології виробництва.

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

Об'єктом дослідження являється модернізація електротермічної установки ЕТУ-250 в механічному цеху №12. Приміщення відноситься до пожежонебезпечних приміщень категорії «Г», так як під час роботи за установками використовуються: Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо[12].

Установка індукційного нагрівання ЕТУ-250 призначена для електротермічної обробки деталей і вузлів різноманітної техніки. Сфери використання установки: термообробка деталей і заготовок та нагрівання деталей при ремонті промислового, енергетичного і транспортного обладнання.

Технічні характеристики:[13]:

- напруга живлення – 400 В/50 Гц;

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ			
З	Л	№ докум.	Підп	Д				
Розроб.	Мірошниченко Д				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПІД ЧАС МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕРМІ ЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	Літ.	Лис	Листів
Перевір.	Веремійчук Ю.А						85	
Н.контр.	Прокопенко І.Д					ІЕЕ, гр.ОН-п81		
Затверд.								

- максимальна повна вихідна потужність – 250 кВА;
- регульована частота струму в індукторі – 0,5 ... 25 кГц;
- загальний коефіцієнт корисної дії – до 95 %;
- питома швидкість нагріву – (30 ... 50)°С/кг·с;
- температура нагрівання – до 900°С.

Загальна характеристика об'єкта наведена в таблиці 6.1

Переваги Установа такої потужності не має аналогів в Україні.

У порівнянні з традиційними електротермічними технологіями використання ЕТУ-250 дає змогу:

- знизити споживання електричної енергії на 20-30%;
- підвищити продуктивність праці в 1,5-2 рази;
- значно знизити витрати матеріальних ресурсів на виготовлення та ремонт індукторів;
- здійснювати заміни індукторів різних розмірів і конфігурації при автоматичній підтримці на заданому рівні параметрів електротермічного процесу;
- поліпшити екологію виробництва.

Показники технічних характеристик наведені в таблиці 6.2[13]

Таблиця 6.1 - Загальна характеристика об'єкту

Найменування ЕУ	Вид розміщення	Розміщення робочого місця	Категорія електроприміщення	Категорія пожежної безпеки
1	2	3	4	5
Електротермічна установка	Внутрішня ЕУ	Відкрита ЕУ на рівній підлозі	Приміщення з підвищеною небезпекою	Категорія Г

Таблиця 6.2 - Показники технічних характеристик ЕУ

Найменування ЕУ і марка	Основні характеристики	Числове значення показника
1	2	3
Електротермічна установка ЕТУ-250	напруга живлення	400 В/50 Гц;
	максимальна повна вихідна потужність	250 кВА
	регульована частота струму в індукторі	0,5 ... 25 кГц;
	Загальний коефіцієнт корисної дії	до 95 %;
	питома швидкість нагріву	(30 ... 50)°С/кг·с;

## 6.2 Визначення обсягів і послідовності робіт під час модернізації енергетичного об'єкту

До нарядів додаються проекти виконання робіт за рішенням осіб, які мають право видачі нарядів, з урахуванням вимог цих Правил.

Наряд виписується у двох примірниках, один з яких залишається у працівника, який його видав, другий передається відповідальному керівнику робіт. Наряд видається на строк, необхідний для виконання заданого обсягу робіт, але не більше 15 календарних днів від дня початку роботи.

Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який його видав, а у разі його відсутності - інший працівник, який має право видавання нарядів для виконання робіт на висоті.

Під час цільового інструктажу, який проводиться за нарядом або розпорядженням, роз'яснюються такі питання [14]:

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

- способи безпечного виконання робіт;
- порядок підходу до робочого місця та виходу з нього;
- стан робочого місця;
- порядок і місце установки вантажопідіймальних засобів;
- способи безпечного переходу з одного робочого місця на інше.

Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від видів робіт, що виконуються.

Роботи відбуваються в будь-який період року впродовж робочого дня. При модернізації задіяний кваліфікований робочий персонал у кількості 5 чол.

Монтажні роботи тривають на протязі 30 робочих днів.

Наряди і розпорядження на виконання підготовки робочих місць видаються та реєструються у такому ж порядку, як і на безпосереднє виконання робіт - у Журналі обліку робіт, що виконуються за нарядами і розпорядженнями.

Ведення Журналу покладається на працівника, який видає наряди (розпорядження), або на іншого працівника, якому доручається ведення цього Журналу.

Все обладнання, що використовується при виконанні монтажу відповідає вимогам чинного законодавства.

Засоби колективного та індивідуального захисту, технологічну оснастку використовують за призначенням, зберігають у технічно справному стані та проводять їх технічне обслуговування, ремонт, а також експлуатаційні випробування відповідно до вимог законодавства та документів з експлуатації виробників.

Послідовність виконання робіт наведено в таблиці 6.3.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Чинники електричного походження			
	Напруга прямого дотику	400кВ	Небезпечний
	Напруга непрямого дотику	36 В	Допустимий
	Напруга кроку	110В	Небезпечний
	Струм	16А	Небезпечний
	Електрична дуга	Під час комутації	Небезпечний

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

- виконання робіт без оформлення нарядів-допусків;
- допуск працівників до роботи без проведення медичних оглядів, навчання та перевірки знань;
- незабезпечення працівників засобами колективного і індивідуального захисту, зокрема, контролю повітряного середовища, та/або невикористання їх працівниками під час виконання ними робіт підвищеної небезпеки;
- низький рівень виробничої та трудової дисципліни, культури виробництва, безвідповідальність посадових осіб та безпечність виконавців робіт підвищеної небезпеки (у тому числі допуск працівників до роботи у стані алкогольного сп'яніння)
- коротке замикання внаслідок пошкодження ізоляції струмоведучих частин.

Перелік небезпек та ризиків професійних чинників наведено в таблиці 6.5[16].

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.5. - Перелік небезпек та ризиків професійних чинників

Категорія небезпеки	Найменування небезпеки	Рівень ймовірності нещасного випадку	Оцінка рівня ризику	Група ризику
1	2	3	4	5
Фізична	Електричного походження	Імовірні	Катастрофічний	I
	Шум	Малоймовірний	Значний	III
	Нагріті поверхні	Імовірний	Високий	II

### 6.5 Вибір технічних та організаційних заходів з безпеки праці

Технічні заходи з електробезпеки передбачають впровадження заходів; від прямого дотику[16]:

- ізоляції струмовідних частин ЕУ (робоча, подвійна, посилена);
- огорожувальних засобів (бар'єр, оболонка, огорожа);
- блокувальних засобів (електричні, електромагнітні, механічні);
- маркування усіх ЕУ;
- розміщення знаку безпеки;
- від непрямого дотик та напруги кроку:
- захисне заземлення;
- Захисне автоматичне вимикання.
- Ізольовальні зони.
- Електричний поділ кіл (у приміщеннях підвищеної небезпеки)
- Системи наднизької (малої) напруги

Організаційні заходи передбачають визначення[16]:

- категорії робіт (зі зняттям напруги; без зняття напруги; поблизу або віддалік струмовідних частин ЕУ);
- виду дозвільного документу (наряд-допуск, розпорядженням, поточна експлуатація);
- розміщення плакатів безпеки (заборонні, вказівні, застережні, настановні) та інше.

Таблиця 6.6. - Перелік технічних і організаційних заходів

Вид заходу	Найменування заходу	Опис, показники і характеристики
1	2	3
Приклад заповнення		
Технічні заходи з електробезпеки		
Від прямого дотику		
Ізоляція	Робоча, струмовідних частин	Полівінілхлорид.
		$R = 10^{15}$ Ом, $\text{tg}\delta = 0,02$
Знак безпеки	Трикутник	На усіх ЕУ
Від непрямого дотику		
Захисне заземлення	По периметру	10 вертикальних і 1 горизонтальний заземлювач, опір 3, 85 Ом.
	Для підключення ручного інструменту	Напруга 18 В, живлення – трансформатор 220/18. Мережа кабельна, перетин 10 мм <sup>2</sup> , довжина 100 м.
Від напруги кроку		
Захисне заземлення	Вертикальні заземлювачі на відстані 2 м	Довжина 2,5 м, переріз – 10мм <sup>2</sup>
Організаційні заходи з електробезпеки		
Категорія робіт щодо заходів безпеки	Роботи без напруги.	Наряд-допуск на 10 робочих днів
Технічні заходи щодо виключення інших небезпек		
Шум	Звукоізоляція приміщення	Плити з мінеральної вати, товщина 4 мм.
Очищення повітря	Загальна вентиляція припливно-витяжна	Марка «Icurkamet», P=1,5 кВт, висота установки 4 м.

## 6.6 Вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек

При виконанні роботи, відповідно до виду небезпечних і шкідливих

виробничих факторів, працівник зобов'язаний користуватися засобами індивідуального захисту (спецодягом, спецвзуттям і запобіжними пристосуваннями: окулярами, респіратором, навушниками та ін.), А також електрозахисними засобами з обов'язковим виконанням правил особистої гігієни [17].

При виконанні монтажу працівників забезпечують такі засоби індивідуального захисту [18]:

- костюм «Робочий» К5 (фірма OZON);
- черевики «ЛІДЕР» 2-х шаровий метносок (фірма OZON);
- рукавички поліестерові з поліуретаном (фірма OZON);
- каска захисна MSA V-GARD (фірма OZON);
- респіратор У-2К
- навушники 3М-PELTOR-X5 UNI

Перелік засобів індивідуального захисту наведено в таблиці 6.7

Таблиця 6.7 - Перелік засобів індивідуального захисту

Вид ЗІЗ	Призначення	Марка або маркування. Модель Матеріал.	Гарантований термін використання	Технічні характеристики
1	2	3	4	5
Приклад заповнення				
Захисний одяг	Захист від знижених температур	«Робочий» К5 (фірма OZON)	2 роки	За температури повітря до мінус 25 °С
Захисне взуття	Захист від механічних ушкоджень	МЗ «Електро». Черевики.	6 місяців	Під час переміщення вантажів масою до 15 кг
Захист рук	Захист від механічних ушкоджень	рукавички поліестерові з поліуретаном (фірма OZON);	5 робочих змін	Під час монтажних робіт

Продовження таблиці 6.7

Захист голови	Захист від електричного струму	каска захисна MSA V-GARD (фірма OZON)	2 роки	Під час робіт з прокладання кабеля
Захист очей	Захист від електричної дуги ті ультрафіолетового випромінювання	Закриті подвійні окуляри. Полікарбонат.	2 роки	Під час робіт в ЕУ
Захист органів слуху	Зниження рівня шуму на 10 дБА	навушники 3M-PELTOR-X5 UNI.	12 місяців	Під час роботи з підвищеним звуковим навантаженням
Захист органів дихання	Захист від ураження органів дихання	распіратор У-2К	2 робочі зміни	Під час монтажних робіт

Таблиця 6.8 - Перелік електрозахисних засобів[18]

Вид ЕЗЗ	Найменування	Технічні характеристики	Призначення і норми випробувань
1	2	3	4
Приклад заповнення			
Електрозахисний засіб індивідуального захисту	Діелектричні рукавички	Для робіт під напругою до 35 кВ	Підключення ЕУ після ремонту. Періодичні випробування - що 6 місяців
Контрольно-сигнальні прилади	Ізолювальні кліщі	Накладання муфт, Заміна плавких вставок	0,4-35 кВ Раз у 24 місяці
Захисні пристосування	Захисне переносне заземлення, ізолюючі підставки, плакати безпеки.	Виконання робіт	0,4 – 10 Раз у 24 місяці

6.7 Вибір заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів

Пожежна безпека повинна забезпечуватись шляхом проведення організаційних технічних та інших заходів спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі її виникнення, створення

умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових документах (функціональних обов'язках, інструкціях, положеннях тощо)[19]

Протипожежні вимоги до електротермічного обладнання[20]:

- індукційні плавильні печі необхідно розміщати в будівлях зі ступенем вогнестійкості не нижче другого;
- двері блоків генераторів повинні блокуватися. При відчиненні дверей напруга повинна автоматично вимикатися;
- генератори для високочастотного нагрівання повинні екрануватися;
- персонал, що обслуговує індукційні плавильні печі, зобов'язаний вести постійне спостереження за ступенем нагрівання установок.
- сітчасті електроди перед укладанням на штабелі деревини необхідно ретельно виправляти, тому що усілякі вм'ятини погіршують контакт, викликаючи небезпеку утворення дуги і загоряння деревини;
- забороняється сушіння різних порід деревини або однієї породи деревини, але з різним вмістом вологи, а також із корою. забороняється форсувати процес сушіння;
- у разі появи іскор між електродами і деревиною установку слід вимкнути.
- В приміщенні були погоджені наступні заходи та засоби ліквідації:
- Технічні засоби:
- первинні засобів до тушіння пожеж за (вогнегасник, пожежний інвентар);
- блискавкозахист будівель;

Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки наведено в таблиці 6.9

Таблиця 6.9 - Перелік заходів і засобів з пожежної безпеки [21]

Група заходів	Технічні характеристики	Критерії вибору
1	2	3
<b>Технічні</b>		
Вуглекислотний вогнегасник ВВ-2:	Пересувний, тривалість дії – 25с, довжина струмені – 5м	У приміщенні, розміщено через 70 м.
Блискавкозахист	Сітчастий, на поверхні даху, з кроком 75 см.	II категорія, приміщення з нафтопродуктами
<b>Організаційні</b>		
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
план евакуацію з приміщення	Вимоги до евакуаційних заходів, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
ліквідації наслідків пожежі	Вимоги до евакуаційних заходів, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
навчання та тренінги	Вимоги до евакуаційних заходів, забезпечення дотримання протипожежних вимог, виконання приписів і постанов органів державного пожежного нагляду	Відділ з охорони праці
<b>ЗІЗ</b>		
Протигаз	М98 «Scott» з фільтром ХС відмоноксиду вуглецю.	Температура зберігання – від 30°С до 170°С. Термін зберігання – 15 років

## 6.8 Розрахунок захисного заземлення

Опір розтікання одиночного вертикального електрода заземлення з круга сталевого оцинкованого Ø16 мм (верхній кінець нижче рівня землі):

$$R_{з.в.} = \frac{0,366\rho}{\ell} \left( \lg \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + \ell}{4t - \ell} \right) = \frac{0,366 \cdot 75}{3} \left( \lg \frac{2 \cdot 3}{0,016} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 25,12 \text{ Ом}$$

де  $\rho = 75 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  – питомий опір ґрунта,

$\ell = 3 \text{ м}$  – довжина електрода,

$d = 0,016 \text{ м}$  – діаметр електрода,

$t = 2 \text{ м}$  – глибина закладення вертикального електрода.

Сумарний опір вертикальних електродів:

$$\sum R_{з.в.} = \frac{R_{з.в.}}{n\eta_B} = \frac{25,12}{4 \cdot 0,84} = 7,48 \text{ Ом}$$

де  $n=4$  шт – кількість вертикальних електродів,

$\eta_B=0,84$  – коефіцієнт, що враховує екранування електродів сусідніми.

Опір розтікання одиночного горизонтального електрода заземлення зі смугової оцинкованої сталі:

$$R_{з.г.} = \frac{0,366\rho}{\ell} \lg \frac{2\ell^2}{bt} = \frac{0,366 \cdot 75}{18} \lg \frac{2 \cdot 18^2}{0,04 \cdot 0,5} = 6,88 \text{ Ом}$$

де  $\rho=75 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  – питомий опір ґрунта,

$\ell = 18 \text{ м}$  – довжина смугового електрода,

$b = 0,04 \text{ м}$  – ширина смугового електрода,

$t = 0,5 \text{ м}$  – глибина закладення смугового електрода.

Опір розтіканню горизонтально прокладеної смуги, що зв'язує вертикальні електроди між собою:

$$\sum R_{з.г.} = \frac{R_{з.г.}}{\eta_G} = \frac{6,88}{0,89} = 7,73 \text{ Ом}$$

де  $\eta_G=0,89$  – коефіцієнт, що враховує екранування смуги іншими електродами.

Повний опір розтіканню заземлювача:

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_3 = \frac{\sum R_{3.В.} \cdot \sum R_{3.Г.}}{\sum R_{3.В.} + \sum R_{3.Г.}} = \frac{7,48 \cdot 7,73}{7,48 + 7,73} = 3,8 \text{ Ом}$$

Опір заземлюючого пристрою для електроустановок напругою до 1кВ у електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю не повинен перевищувати 4 Ом для лінійної напруги 380 В джерела трифазного струму.

За результатами розрахунку опір контуру заземлювального пристрою склав

$$R_3 = 3,8 \text{ Ом, що менше } 4 \text{ Ом}$$

Система заземлення являє собою контур заземлення, що складається із вертикальних штирів (електродів) у кількості 8 шт., заземлення сполучених між собою горизонтальним сталевим заземлювачем (сталевий штаб 40x4) на відстані 1м. від фасаду споруд. Корпуси обладнання, розміщені в цеху, з'єднуються з контурами заземлення мідним провідником Ø16 мм.

Схема заземлення спроектована такою, що всі металеві частини обладнання, підключені до контуру заземлення незалежно від заземлення нейтралі розподільчої мережі, тобто всі металеві частини цеху приєднані до однієї шини, а заземлення нейтралі розподільчої мережі приєднане до іншої шини заземлення. Заземлення зроблено таким чином, щоб не порушити властивості заземлення розподільчої мережі. Дотримані всі норми у відповідності до ПУЕ та стандартів з електробезпеки.

Струмопровідні провідники ізольовані від заземлення.

Заземлюючий провідник підключають до металевих каркасів обладнання.

Величина опору заземлюючого пристрою визначається у відповідності до та в будь-яку пору року не повинна перевищувати для 4 Ом.

Блискавкозахист цеху забезпечується наступними заходами:

- влаштування системи зрівнювання потенціалів шляхом приєднання до загального заземлюючого пристрою усіх струмопровідних частин, що запобігає виникненню різниці потенціалів та іскрінню на різних елементах та сприяє швидкому переходу струму блискавки в землю і його подальшому

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розподіленню;
- організація великої кількості паралельних шляхів для струму блискавки (він розподіляється та становить значно меншу небезпеку).
- забезпечена надійність механічних з'єднань та безперервний електричний контакт між ними.
- При дотриманні вищезгаданих умов, дії блискавки та її вторинних проявів будуть мінімізовані і не здатні завдати значних втрат, сприяти пожежі чи ураженню обслуговуючого персоналу електричним струмом.

Висновок до розділу:

В даному розділі було проаналізовано організаційні та технічні заходи безпеки при установці та експлуатації модернізованих електротермічних установок.

Приміщення в якому встановлювалась нова установка ЕТУ-250 знаходиться в приміщенні з підвищеною небезпекою, що відноситься до категорії «Г».

Було розглянуто:

- Загальну характеристику об'єкта, технічна характеристика серійного ЕУ
- обсяги і послідовність робіт під час модернізації енергетичного об'єкту
- Визначені показники умов праці на робочих місцях.
- оцінка всіх можливих факторів небезпек і ризиків виникнення нещасних випадків.
- вибрані технічні та організаційні заходи з безпеки праці.
- вибір засобів індивідуального захисту для обмеження впливу небезпек.
- заходів із запобігання та ліквідації наслідків пожеж і вибухів
- технічним заходом було вибрано та розраховано захисне заземлення.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

1. В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи підприємства машинобудування, поточний стан та параметри.

2. Були дослідженні та пораховані всі електричні та теплові навантаження цехів та адмінбудівель, які відносяться до них. Були отримані дані для запровадження заходів з енергозбереження.

3. В результаті проведених аналізів було обрані найдоцільніші заходи для ефективнішого використання паливо-енергетичних ресурсів на даному підприємстві машинобудування.

4. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які можуть покращити енергоефективність підприємства. Для впровадження запропонованих заходів не лише технологічної, а й економічної сторони, були проведені відповідні розрахунки.

5. Була спроектована сонячна електростанція на даху цеху №12, для задоволення особистих потреб та цілях економії.

6. В окремому розділі було проведено детальний аналіз охорони праці та пожежної безпеки при модернізації електротермічного устаткування та описано основні заходи з пожежної безпеки і охорони життя працівників

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ISO 50001:2020 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання»
2. Керівництво з впровадження систем енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2020 / Анатолій Чернявський, Євгеній Іншеков., Олександр Соловей, Олена Бориченко, Павло Пертко,
3. Таблиця сонячної інсоляції по містах України 2021 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://alternative-energy.com.ua/uk/shho-take-insolyacziya/>
4. Монокришталева сонячна панель EGing-M144-450W-HD/BF-DG Основні характеристики [Електронний ресурс] – 2021 – Режим доступу до ресурсу: <https://intersolar.com.ua/solnechnyie-batarei/monokristallicheskaya-solnechnaya-panel-eging-m144-450w-hd-tier1.html>
5. Каталог інвертору HUAWEI Основні характеристики [Електронний ресурс] - 2021 – Режим доступу до ресурсу: <https://solar.huawei.com/en/download?p=%2F%2Fmedia%2FSolar%2Fattachment%2Fpdf%2Feu%2Fdatasheet%2FSUN2000-60KTL-M0.pdf>
6. Калькулятор сонячної станції [Електронний ресурс] – 2021 – Режим доступу до ресурсу: <https://rent techno.ua/ua/solar-calc.html>
7. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с. ISBN: 978-617-05-0260-5. URI <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/39011>
8. Веремійчук Ю.А. Аналіз результатів перевірки суб'єктів господарювання наглядовими органами – основа для здійснення енергетичного аудиту/ А.І. Замулко, Ю.А. Веремійчук, М.В. Матвійчук //

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016. № 4 С. 32-37 ISSN 1813-5420 (Print).

9. Б. І. Басок, О. М. Лисенко, Ю. А. Веремійчук Оцінка потенціалу кінцевого енергоспоживання теплової та електричної енергії населенням // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. № 2 С. 68-75 ISSN 1813-5420 (Print).

10. Оцінка ресурсного потенціалу сонячної електроенергетики у Одеській області // Басок Б.І., Веремійчук Ю.А. – К.: «КІМ».- 2019. -250 с. ISBN 978-617-628-081-1

11. Веремійчук Ю.А., Опришко В.П., Притискач І.В., Ярмолюк О.С. Оптимізація функціонування інтегрованих систем енергозабезпечення споживачів. Київ, Видавничий дім «Кий», 2020. 186 с. ISBN 987-617-7177-12-

12. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 33 с.

13. Технічні характеристики ЕТУ-250 [Електронний ресурс] – 2021 - Режим доступу до ресурсу: - <https://files.nas.gov.ua/NASDevelopmentsBook/PDF/0916.pdf>

14. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: наказ від 26.01.2005 р. №15. Вид. офіц. Київ: Держнагляд охорони праці, 2005. 15 с.

15. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ-2018). Вид. офіц. Харків: Форт, 2018. 458 с.

16. ДСТУ ОHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги. Вид. офіц. Київ Держнагляд охорони праці, 2011. 15 с.

17. Третьякова Л.Д., Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2008. 317 с

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

18. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2011. 6 с.
19. НАПБ А.01001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 45 с
20. ДБН В.1.2-7-2008. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2008, 25 с.
21. ДБН В.2.5-56:2010. Державні будівельні норми. Системи протипожежного захисту. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 34 с.

					НТУУ 001.8106.091 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ДОДАТОК А

№	ЕП	P <sub>H</sub>			tg	Середнє навантаження		n	ne	Рорахункове навантаження				
		P <sub>H</sub>	P <sub>ε</sub>	кв		P <sub>c</sub>	Q <sub>c</sub>			K <sub>p</sub>	P <sub>p</sub>	Q <sub>p</sub>	S <sub>p</sub>	
СП1														
1	Бере горизонт об. центр з ЧПК мод NHP6300	79	79,00	0,22	1,33	17,38	23,12	1,00						
2	Кран мостовий ПГС г/п 5 т інв №4/К-20-546	20	20,00	0,17	1,33	3,40	4,52	1,00						
3	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-50 V3.0	25	25,00	0,1	1,33	2,50	3,33	1,00						
4	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-80 V2.0	40	40,00	0,14	1,33	5,60	7,45	1,00						
5	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-100 V2.0	50	50,00	0,14	1,33	7,00	9,31	1,00						
6	Стабілізатор напруги Елекс Герц У16-3-160 V 2.0	80	80,00	0,16	1,33	12,80	17,02	1,00						
7	Верстат спец.багатоцільвий мод ІС-500	52	52,00	0,3	0,75	15,60	11,70	1,00						
8	Верстат спец.багатоцільвий мод ІС-500	52	52,00	0,6	0,75	31,20	23,40	1,00						
9	Верстат токарно-карусельний мод. 1531М	32	32,00	0,6	0,75	19,20	14,40	1,00						
10	Верстат токарно-карусельний мод. 1531М	32	32,00	0,6	0,75	19,20	14,40	1,00						
11	Токарний верстат з ЧПК моделі "PUMA 2100YL"	36	36,00	0,25	0,75	9,00	6,75	1,00						
12	Токарний верстат с ЧПК моделі Lunx 2100В	28	28,00	0,25	0,75	7,00	5,25	1,00						
СП1		526,00	526,00	0,28		149,88	140,64	12,00		13,15	1,00	149,88	140,64	205,54
СП2														
13	Верстат поздовжньо-стругальний мод 7212	180	180,00	0,22	1,73	39,60	68,51	1,00						
14	Генератор ШГИ	20	20,00	0,17	1,73	3,40	5,88	1,00						
15	Ел. піч камерна СНО 4/8х2,5 10Н2	50	50,00	0,2	1,02	10,00	10,20	1,00						
16	Ел. піч СНО4.8 2,5/13 з шитом і трансфор.	50	50,00	0,22	1,02	11,00	11,22	1,00						
17	Ел.піч шахтна СЩА 5,7-5/6	24	24,00	0,14	1,02	3,36	3,43	1,00						
18	Ел.піч шахтна СЩА-5-1-5/6	24	24,00	0,16	1,02	3,84	3,92	1,00						
19	Зварювальний токовипрямляч Е500	40	40,00	0,3	0,75	12,00	9,00	1,00						
20	Ком-тна трансф.підстан. з 2-а тра.КТП2/400	400	400,00	0,6	0,75	240,00	180,00	1,00						
21	Піч електрична СНО4х8х25/10Н2	50	50,00	0,1	1,02	5,00	5,10	1,00						
22	Піч електрична СНО4х8х25/ЮН2	50	50,00	0,6	1,02	30,00	30,60	1,00						
23	Прес гідравл правил.-запресрв мод П А-413	22	22,00	0,6	0,48	13,20	6,34	1,00						
24	Прес гідравлічно-одностойчний мод. П6330	22	22,00	0,5	0,48	11,00	5,28	1,00						
25	Прес гідравлічно-одностойчний мод П 6330	22	22,00	0,6	0,48	13,20	6,34	1,00						
26	Прес холодного видавлов. мод К2524301	22	22,00	0,6	0,48	13,20	6,34	1,00						
СП2		976,00	976,00	0,42		408,80	352,14	14,00		4,88	1,20	490,56	352,14	603,87
По секціям шин		1502,00	1502,00	0,37		558,68	492,79	26,00		38,03	1,00	558,68	492,79	744,96
ЩО												21,16	6,98	
Шини НН ТП												579,84	499,77	765,50
Втрати в трансформаторі												19,14	76,55	
Шини ВН ТП												598,98	576,32	831,22

Рисунок А1 - Розрахунки повірного навантаження підприємства

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б1 - Перелік споживачів газу які використовуються для опалення будівель

Назва котла	Продуктивність, кВт (Гкал/год)	ККД, %	Вид теплової енергії, що виробляється	Кількість, шт	Температура вихідних газів, С	Годинна витрата палива, м <sup>3</sup> /год	Рік встановлення	Час роботи, год/рік	Середньорічне споживання палива, тис м <sup>3</sup> рік
Газовий інфрачервоний обігрівач Zenit 58 kW/12m/U	58 (0,05)	92	Теплове випромінювання з підігрітої поверхні	38	160	5,8	2009	780	4600
Теплогенератор ВП-75	250 (0,21)	85	Підігріте повітря	4	180	25	1984	400	10000
Теплогенератор RiELO RS-44	80 (0,069)	90	Підігріте повітря	1	160	67,6	2009	90	4600
Модуль нагріву МН-120 "Бернард"	120 (0,103)	92	Гаряча вода	5	110	13,2	2009	3600	43920

Таблиця Б2 - Норми питомих витрат теплової енергії та природного газу на виробництво продукції

Вид продукції	Витрати теплової енергії фактичні, Гкал	Витрати теплової енергії базові, Гкал	Витрати природного газу, тис.м <sup>3</sup>	Витрати природного газу, т у.п.	Норма витрат тепла на виробництво продукції факт, Гкал/тис.год	Норма витрат тепла на виробництво продукції базова, Гкал/тис.год	Норма витрат природного газу на виробництво продукції, т у.п./тис.год
Т\З, спеціальна та с/г техніка	2625,260	16852,620	85,305	98,954	8,105	52,032	0,306

Таблиця Б3 - Перелік твердопаливних котлів

Назва котла	Продуктивність, кВт (Гкал/год)	Діапазон регулювання, кВт	ККД, %	Температура вихідних газів, С	Кількість, шт	Рік встановлення	Час роботи, год/рік
Твердопаливний котел Ardenz T-600	600 (0,516)	240-640	83	160	1	2018	3600