

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. ПОТЕБНІ Ю.М.

Електричної інженерії та кіберфізичних систем

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

перший (бакалаврський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз ефективності електроспоживання електроспоживання  
обладнанням ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій»

Виконав: студент 3 курсу, групи 6.1411-с  
спеціальності 141 Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Захлинюк В.Є.

(ініціали та прізвище)

Керівник д.т.н., доц. Коваленко В.Л.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Артемчук В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Потебні Ю.М. \_\_\_\_\_  
Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем \_\_\_\_\_  
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень \_\_\_\_\_  
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)  
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
д.т.н., доц. Зиму В.Л. Коваленко  
« 11 » 06 2024 року

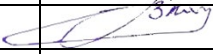


**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Захлинюку Вадиму Євгеновичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи Аналіз ефективності електроспоживання електроспоживання обладнанням ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій»  
керівник роботи Коваленко Віктор Леонідович, д.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом ЗНУ від « 26 » грудня 2023 року № 2215 - с
- 2 Строк подання студентом роботи 11 червня 2024 р.
- 3 Вихідні дані до роботи: на території заводу розташовуються: 6 цехів заготовки і комплектуючих (800 м<sup>2</sup> кожен); 4 ділянки механічної обробки; 10 складальних цехів; 7 цехів підготовки.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз можливостей впровадження заходів з економії електричної енергії ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» 2) Впровадження заходів щодо підвищення ефективності електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» 3) Техніко-економічне обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів.
- 5 Перелік графічного матеріалу 1) Аналіз електроспоживання 2) Схема однолінійна 3) План розміщення обладнання 4) Дугова сталеплавильна піч 5) Схема металорізального верстата 6) Модернізація системи вентиляції

7) Техніко-економічні показники підвищення ефективності електроспоживання цеху.


6 Консультанти розділів роботи

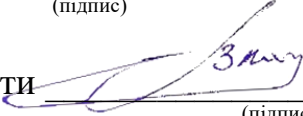
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		
Розділ 2	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		
Розділ 3	Коваленко В. Л. д.т.н. доцент		

7 Дата видачі завдання 01.02.2024 р.


**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз можливостей впровадження заходів з економії електричної енергії ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій»	01.03.2024	
2	Впровадження заходів щодо підвищення ефективності електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій»	01.04.2024	
3	Техніко-економічне обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів	10.05.2024	

Студент  В.Є. Захлинюк  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи  В.Л. Коваленко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер  С.В. Башлій  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 73 сторінки, 10 рисунків, 13 таблиць, 10 джерел.

Темою дипломної роботи є «Аналіз ефективності електроспоживання електроспоживання обладнанням ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій».

Об'єкт дослідження - ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій», що використовує достатньо значну кількість енергетичних ресурсів. Предметом роботи є підвищення рівня енергоефективності вищезазначеного підприємства, визначення технічної та економічної доцільності впровадження енергоефективних технологій.

Метою дипломної роботи є підвищення рівня ефективності електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій», визначення технічної та економічної доцільності впровадження енергоефективних технологій.

В загальній частині розраховані втрати потужності та електроенергії, що дозволило запропонувати декілька заходів з енергозбереження: зміна технології плавки металу в цеху шляхом переходу з індукційного методу нагріву на дуговий; впровадження системи керування швидкості обертання двигунів верстатів; модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної.

Економічна частина містить економічний аналіз ефективності енергозберігаючих проектів.

ЕЛЕКТРОУСТАНОВКА, ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ,  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, КОМПЕНСАЦІЯ  
РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, ТЕРМІН ОКУПНОСТІ

# ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз можливостей впровадження заходів з економії електричної енергії ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій».....	10
1.1 Коротка характеристика об'єкта дослідження.....	10
1.2 Огляд споживачів електроенергії підприємства .....	11
1.3 Аналіз електроспоживання підприємства.....	13
1.3.1. Характеристика встановлених електроприймачів та електроустановок .....	13
1.3.2. Динаміка споживання електроенергії.....	15
1.4 Можливості енергозбереження .....	17
1.4.1. Використання енергозберігаючих електродвигунів .....	17
1.4.2. Обґрунтування доцільності застосування компенсації реактивної потужності .....	21
1.4.3 Перехід на більш ефективні джерела світла .....	28
1.4.4 Обґрунтування доцільності застосування автоматизованої системи на підприємстві.....	28
1.4.5 Обґрунтування доцільності заміни індукційної плавильної печі на дугову постійного струму .....	32
2 Впровадження заходів щодо підвищення ефективності електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій».....	36
2.1 Заміна індукційної плавильної печі на дугову піч постійного струму .....	40
2.1.1 Розрахунок системи електропостачання для заміни печі ..	40
2.1.2 Вибір дугової печі постійного струму .....	44
2.2 Впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів.....	46

2.3 Модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної .....	49
2.4 Узгодження заходів з існуючим обладнанням цеху .....	50
2.5 Автоматизована система контролю та обліку енергоспоживання.....	56
2.5.1 Вибір засобів вимірювання споживання електричної енергії.....	59
3 Техніко-економічне обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів.....	64
3.1 Розрахунок фонду заробітної плати спеціалістів .....	64
3.2 Техніко-економічна оцінка ефективності енергозберігаючих заходів.....	65
3.2.1 Економічна ефективність заміни індукційної плавильної печі на дугову піч постійного струму .....	65
3.2.2 Впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів .....	67
3.2.3 Модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної .....	68
3.3 Загальні техніко-економічні показники впровадження енергозберігаючих заходів .....	69
Висновки.....	72
Перелік посилань.....	73

## ВСТУП

Питання економії енергетичних ресурсів є надзвичайно актуальним для сучасного суспільства, особливо з урахуванням зменшення запасів енергоресурсів в Україні та складнощів, пов'язаних з їх видобутком. Оскільки використання нетрадиційної енергетики в Україні ще не набула широкого розповсюдження, економія енергоресурсів стає єдиним реалістичним шляхом. На світовому рівні спостерігається стійка тенденція до збільшення виробництва і споживання енергії, особливо електричної. Навіть з урахуванням структурних змін в промисловості та переходу на енергозберігаючі технології, потреби в тепловій і електроенергії будуть зростати в найближчі десятиліття.

У багатьох країнах світу енергозбереження є одним з головних пріоритетів енергетичної політики. Питання підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів стає все більш актуальним у всіх секторах економіки. Для України основним завданням є забезпечення відповідного рівня енергоефективності національної економіки, що сприятиме її незалежності від інших країн.

Завдання на шляху підвищення енергоефективності української економіки полягає у збереженні інтелектуального та творчого потенціалу нації та забезпеченні ринкового попиту на цей потенціал. На промислових підприємствах стратегічною метою є підвищення енергоефективності. Поняття потенціалу енергозбереження підприємства можна визначити як систему взаємопов'язаних поточних і перспективних можливостей, а також здатності керівників і персоналу мобілізувати ці ресурси для підвищення енергоефективності виробництва.

Сучасна економіка пропонує багато можливостей для раціонального використання енергоресурсів. Проте на мікрорівні питання впровадження енергозберігаючих технологій ще не отримали достатньої уваги. Процес

впровадження енергозберігаючих заходів на підприємствах ускладнюється через брак фінансових ресурсів, зростання тарифів на енергетичні ресурси, дефіцит кваліфікованого персоналу та відсутність мотивації у промислових підприємств. Для успішного впровадження енергозберігаючих заходів необхідно створити ефективний економіко-організаційний механізм управління, заснований на використанні інноваційного потенціалу підприємства.

Основний потенціал енергозбереження полягає в економії енергії у процесі її споживання, особливо електричної енергії. Зменшення втрат в проміжних ланках обладнання та електромережах, де втрати сягають 30 відсотків, є важливим напрямом енергозбереження для об'єктів, які розглядаються в дипломному проекті.

На основі аналізу електроспоживання підприємства ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій», в роботі пропонуються конкретні заходи з енергозбереження. Впровадження цих заходів дозволить суттєво знизити щорічне споживання електроенергії підприємством та зменшити собівартість продукції. Одним з ключових напрямів політики енергозбереження є вдосконалення механізмів фінансування енергозберігаючих заходів, зокрема, заохочення самофінансування підприємствами. У разі відсутності реальних джерел фінансування доцільно створювати фонди енергозбереження, які наповнюватимуться за рахунок пільгового оподаткування приросту прибутку, отриманого завдяки енергозберігаючим заходам.



# 1 АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТДВ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКИЙ ЗАВОД МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ»

## 1.1 Коротка характеристика об'єкта дослідження

ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» - підприємство імпортер, постачальник, виробник промислового обладнання.

Основний вид діяльності спрямований на постачання промислових підприємств вантажопідйомним, верстатний, зварювальним устаткуванням. Завод ZBUD був заснований на початку 80-х років минулого століття. Управління та стратегія розвитку з початку існування були спрямовані на забезпечення максимальної самостійності в діях і виконання замовлень.

В процесі тридцятирічного розвитку і становлення Завод втілює всі існуючі європейські та світові стандарти співвідношення оснащення виробництва, кваліфікації співробітників і відповідних призначенням вироблених машин компетенції і досвіду.

Основним завданням розвитку бізнесу ставилося відхід від ідеї інжинірингового центру, залежить від кваліфікації та оперативності суміжних виробництв, в сторону спеціалізованого, максимально концентрованого виробництва продукції в одному місці. Результатом розвитку в цьому напрямку стало постійна зайнятість 850 осіб, наявність конструкторського бюро, виробнича площа 45000 м<sup>2</sup> і 27 цехів з найсучаснішим металообробних, зварювальним і контрольовано-вимірювальним обладнанням.

У складі цехового комплексу на території заводу розташовуються: 6 приміщень (складів, цехів) заготовки і комплектуючих (800 м<sup>2</sup> кожен); 4 цехи механічної обробки (в тому числі з машинами і станами для обробки великогабаритних елементів); 10 складальних цехів - зварювання / механіка /

гідравліка / електрика (400 м<sup>2</sup>кожен); 7 цехів підготовки і ЛКП (440 м<sup>2</sup> кожен), в тому числі 3 піскоструминних kabіни (18x4) і 5 фарбувальних камер (15x4).

Для виконання контрольної збірки, тестів і випробувань, на території заводу передбачені спеціальні майданчики з естакадами і стендами для об'єктів до 110 тонн. За підсумками 2008р. оргкомітетом Національного Бізнес Рейтингу завод визнаний лідером за критеріями: "Обсяг реалізованої продукції», «Заробітна плата», «Продуктивність праці» в галузі «Оптова торгівля машинами та устаткуванням».

## 1.2 Огляд споживачів електроенергії підприємства

Споживачів можна класифікувати за принципом перетворення електричної енергії в інші види, за такими групами:

1. Загальнопромисловий електропривод, де відбувається перетворення електричної енергії в механічну. Такий вид приймачів зустрічається на всіх промислових підприємствах, де для електропривода на сучасних верстатах застосовуються всі види двигунів. Потужність двигунів надзвичайно різноманітна і коливається від часток до сотень кіловат і більше.

### 2. Група електротехнологічних установок:

а) електротермічні - перетворення електричної енергії в теплову (до них відносяться: печі опору, індукційні печі і установки, дугові електричні печі, печі електрошлакового переплаву, установки електроннопроменевого нагріву, контактна і дугове зварювання);

б) електрохімічні - перетворення електричної енергії в хімічну (до них відносяться: установки електролізу, гальваніка, електрохімічна обробка, анодування);

в) електрофізичні - перетворення електричної енергії в різні види механічної енергії, яка використовується для обробки виробів (до них відносяться: ультразвукова обробка, магнітоімпульсна обробка, електростатичні фільтри).

3. Освітлювальні установки (перетворення електричної енергії в світло): лампи розжарювання, люмінесцентні, газорозрядні.

Окремим видом навантаження є установки для вентиляції виробничих приміщень. Вентиляцією називається сукупність заходів і пристроїв, що використовуються при організації повітрообміну для забезпечення заданого стану повітряного середовища в приміщеннях і на робочих місцях відповідно до СНіП (будівельними нормами і правилами). Системи вентиляції забезпечують підтримку допустимих метеорологічних параметрів в приміщеннях різного призначення.

Класифікація систем вентиляції:

При всьому різноманітті систем вентиляції, обумовленому призначенням приміщень, характером технологічного процесу, видом шкідливих виділень і т.ін., їх можна класифікувати за наступними характерними ознаками [11]:

1. За способом створення тиску для переміщення повітря:

- з природним;
- з штучним (механічним);

2. За призначенням:

- приточна;
- витяжна;

3. За зоною обслуговування:

- місцева;
- загальнообмінна;

4. За конструктивним виконанням:

- канална;
- безканална.

### 1.3 Аналіз електроспоживання підприємства

#### 1.3.1. Характеристика встановлених електроприймачів та електроустановок ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій»

Основними споживачами електричної енергії цеху є технологічне та зварювальне обладнання. Вони живляться від трифазної мережі з частотою 50 Гц напругою 0,38 кВ. Також проектом передбачається загальне робоче та аварійне освітлення напругою 220 В.

Структура споживачів, які споживають електроенергію представляється на рисунку 1.1 так: електроприводи - 62%, електричний транспорт - 9%, електротермія та електротехнології - 8%, освітлення та інші споживачі - 21%.

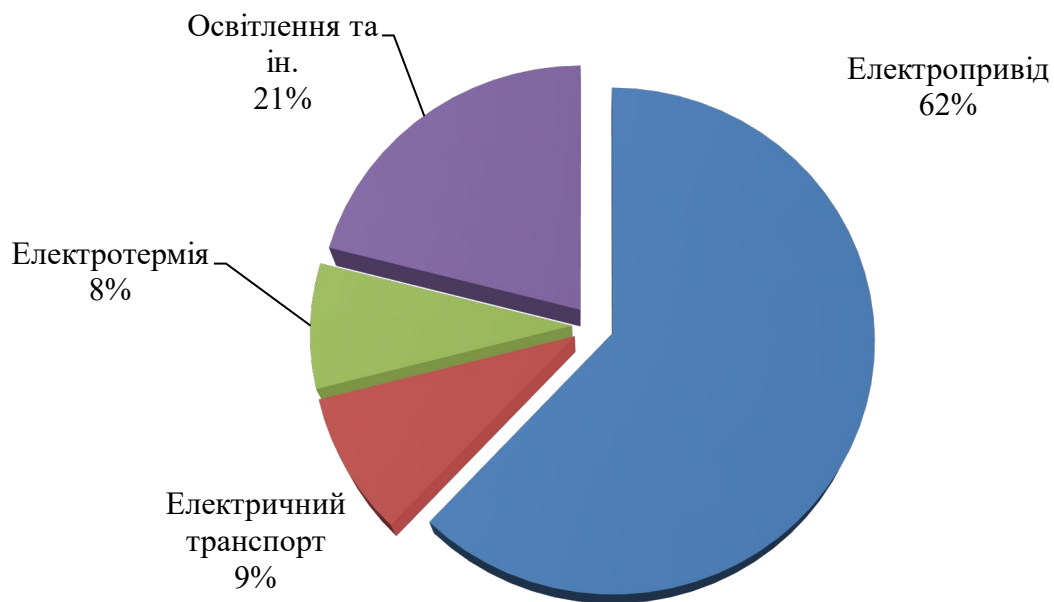


Рисунок 1.1 – Діаграма співвідношення електроенергоспоживання обладнання ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій»

Процентне співвідношення витрат електричної енергії на живлення споживачів ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура споживачів ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій»

№ з/п	Назва	За 2023	Відсоткове співвідношення, %
1	Загальна встановлена потужність електрообладнання, кВт	1261	100
2	Електроапарати для технологічних процесів, кВт:		
	- ел.печі	136	5,6
	-нагрівання і термообробка:		
	-нагрівальні пристрої	113	0,74
	- електрозварювання	223	12,27
3	Загальна потужність електродвигунів, кВт:	871	100
	- обробка металів різанням	410	54,4
	- електрифікований транспорт	222	22,26
	- вентиляція і кондиціонування	239	25,83
4	Загальна потужність систем освітлення	170	100
	- зовнішнє	31	15,96
	- внутрішнє	139	84,039

Основні електроприймачі підприємства:

– технологічне обладнання (всього близько 180 шт.: станки, преси, електричні пічі, компресори стисненого повітря – 4 шт.);

– зварювальне обладнання (близько 100 од., в т.ч. зварювальні випрямлячі типу ВС-600 – 9 шт., ВДУ-506У – 14шт., КИУ-501 – 8шт., ВДУЧ-350 – 3шт., ВДМ-1001 – 6шт., «КЕМРІ» - 1шт., ВДУ-1201 – 2шт., ВКСМ-

1000 – 1шт., ВДУ-504 – 4шт., ВДУ-1202 – 2шт., обладнання для зварювання MIG/MAG ВАРИО СТАР 457/2 – 2шт., обладнання дугового зварювання,

– кран-балки;

– освітлення (освітлення у виробничих цехах – світильники з люмінесцентними лампами типу ДРЛ-1000 та ДРЛ-700 – 70 шт., освітлення цехів – з люмінесцентними лампами типу ДРЛ-400 (30 шт.) і ДРЛ-250 (10 шт.), освітлення периметру – з люмінесцентними лампами типу ДРЛ-250 (30 шт.) і ДРЛ-125 (30 шт.); освітлення в адміністративних і побутових приміщеннях виконано світильниками з люмінесцентними лампами типу ЛБ-36 (50 шт.); освітлення в туалетах, КНС, побутових приміщеннях – з лампами розжарювання (50) шт.);

– вентиляція (приточних та витяжних вентиляційних установок потужністю 3-20 кВт – 20 шт.).

Ця електроенергія на пром підприємствах широко застосовується для приводів різних механізмів, для освітлення, для різних електротехнологічних установок, в які входять: електротермічні, електрозварювальні, установки електролізу та ін

З табл. 1.1 видно, що великий відсоток споживання електроенергії припадає на електродвигуни, більшу частину яких складають асинхронні двигуни.

### 1.3.2 Динаміка споживання електроенергії

Динаміка споживання електроенергії у 2022-2023 р. наведена у таблиці 1.2.

Дані про місячне споживання електроенергії основними споживачами та тарифи на електроенергію 2023 р.[2] представлені в таблиці 1.3 і динаміка місячного споживання електроенергії на рисунку 1.3.

Таблиця 1.2 - Річне споживання електроенергії в 2023 р.

Місяць 2023 р.	Споживання електроенергії, млн. кВт·год	Витрати, млн. грн.
Січень	6,52	6,09
Лютий	6,38	6,10
Березень	6,12	6,93
Квітень	5,98	6,84
Травень	6,72	6,49
Червень	6,14	6,18
Липень	6,05	4,13
Серпень	6,76	4,64
Вересень	6,85	4,70
Жовтень	6,97	4,78
Листопад	6,51	4,47
Грудень	7,2	4,94
Усього	78,2	52,29

Таблиця 1.3 - Динаміка споживання електроенергії в 2023-2023 р.

Найменування	Роки		
	2013	2014	2023
Споживання електроенергії, млн. кВт·год	7,36	7,52	8,11
Витрати, млн. грн.	7,65	7,83	8,43

З вищенаведених даних видно, що протягом останніх 3 років споживання електроенергії підприємством стабільно збільшується. Це пов'язано з ростом випуску товарної продукції і розширенням її асортименту.

млн.кВт год

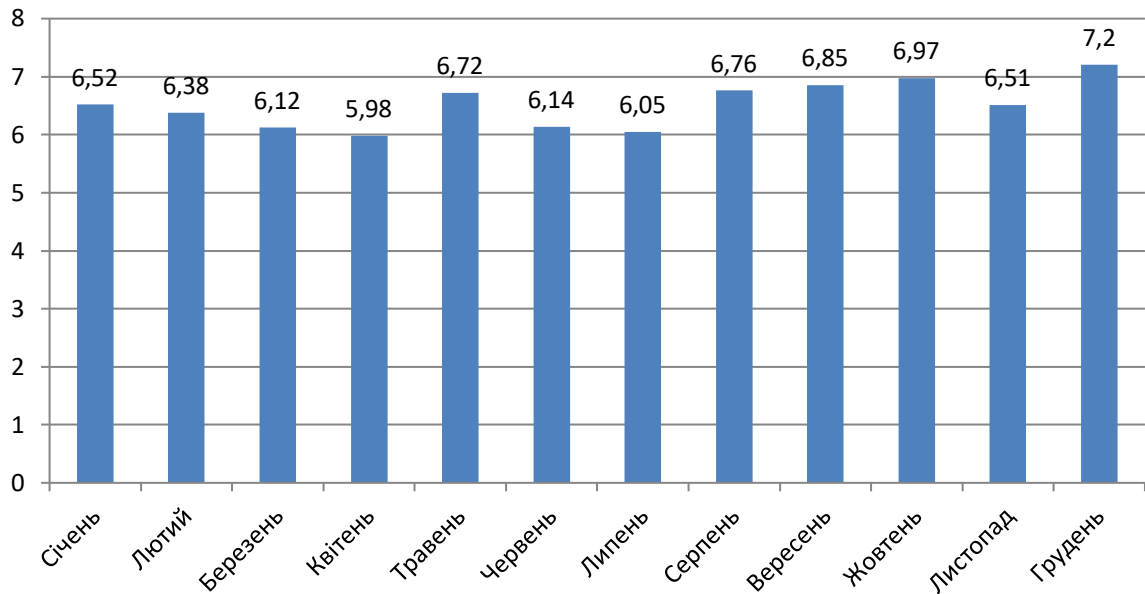


Рисунок 1.3 - Динаміка помісячного споживання електроенергії в 2023 р.

Приріст обсягу електроспоживання в 2023 р. у порівнянні з 2022 р. склав 10%.

## 1.4 Можливості енергозбереження на підприємстві

### 1.4.1 Використання енергозберігаючих електродвигунів

Оскільки двигуни широко використовуються у виробничому процесі, вони споживають значну кількість електричної енергії і можуть стати привабливим об'єктом з погляду інвестування в енергозберігаючі заходи.

Цілеспрямований і систематичний збір даних по кожному двигуну, що функціонує більш 2000 годин у рік, є початковим етапом



підвищення ефективності використання двигунів на підприємстві. При обліку даних про двигуни особливу увагу слід звернути на місце розташування двигунів, призначення, частоту обертання, навантаження, паспортні дані. Відразу ж після огляду цього устаткування можна впровадити деякі заходи щодо підвищення ефективності електродвигунів на підприємстві.

Правильний вибір потужності електродвигуна дозволить скоротити споживання енергії. Найчастіше двигуни мають надмірну потужність, щоб при необхідності можна було б справитися зі значним перенавантаженням. Електродвигуни повинні працювати при навантаженні 75-90 % від їхньої паспортної потужності. До того ж електродвигуни більшої потужності коштують дорожче, ніж електродвигуни меншої потужності. Зростають також витрати, оскільки електродвигуни працюють з максимальною ефективністю при навантаженні, близьким до повного.

Одна з можливостей енергозбереження — установка електродвигунів з частотно-керованим електроприводом. Вони застосовуються у випадках, коли навантаження електродвигуна коливається, і він тривалий час працює з низьким навантаженням. Визначення графіку навантаження електродвигуна (відсоток навантаження від часу) має важливе значення при оцінці економічної ефективності: звичайно краще застосовувати частотно-керовані електроприводи для двигунів потужністю більш 10 кВт, що працюють більш 8000 годин у рік.

Частотно-керовані електроприводи приводять споживання електроенергії у відповідність з рівнем навантаження, змінюючи частоту обертання електродвигуна. Застосування частотно-керованих електроприводів ефективно для вентиляторів, насосів і устаткування, частота обертання якого не є критичною. Електроприводи даного типу можуть сприяти підвищенню якості продукції, за рахунок контролю і зниження вартості технічного обслуговування.

Натяжка і регулювання пасових передач також підвищує енергоефективність. Необхідно систематично здійснювати контроль стану пасових передач. Ослаблення ременів і розрегулювання ремінних приводів приводять до збільшення витрат на тертя. Це викликає додаткове споживання електричної енергії і скорочує термін служби ремінного приводу. Ремінні приводи мають низьку вартість, але для ефективного функціонування існує постійна необхідність у їхньому технічному обслуговуванні. Навчання персоналу, відповідального за керування системами електродвигунів, допоможе підвищити рівень технічного обслуговування.

Заміна стандартних клинчастих ременів вискоефективними ременями підвищить загальну ефективність електропроводу при більш низьких витратах у порівнянні з вартістю нового двигуна з більш високим ККД. Клинчасті ремені з зубцями і синхронні ремені більш ефективні, ніж стандартні клинчасті. Вискоефективні електродвигуни (з підвищеним коефіцієнтом корисної дії) також можуть скоротити витрати на енергоресурси. КПД електродвигунів визначається як відсоток електричної енергії, перетвореної в механічну енергію.

Виходячи з діючих сьогодні тарифів на електричну енергію і щодо високих капітальних витрат, необхідних для модернізації електродвигунів, заміна функціонуючих двигунів новими (більш ефективними) в більшості випадків не має сенсу. Однак періодично на підприємствах електродвигуни все-таки приходиться замінити (до 10% на рік). Придбання вискоефективних електродвигунів для заміни старих може мати високу економічну ефективність.

Часто економічно доцільною є заміна двигуна на двигуни з великим ККД, якщо ККД приводу не можна змінити в іншому місці. Коефіцієнт потужності показує, наскільки ефективно пристрій перетворить вхідну напругу і струм у корисну електричну потужність.

Звітність за пророблену роботу у напрямі впровадження енергозберігаючих заходів. Кожен звітний період управління головного енергетика, повинне складати відомості про виконані на підприємстві енергозберігаючі заходи. Необхідність такої звітності полягає в можливості оцінки ефективності проведених заходів задля планування втілення подібних, у суміжних виробництвах.

При проведенні поетапного втілення проекту з енергозбереження на певному підприємстві також потрібне складання таких відомостей, які являють собою частину проекту, бо містять інформацію про отриману економію в фінансовому та енергетичному еквівалентах.

Ефективна енергетична політика підприємства, безумовно, є запорукою прибуткового виробництва.

Шляхом підвищення економічності масового нерегульованого електроприводу розрахованого на незмінні, розрахункові режими роботи є перехід на енергозберігаючі електродвигуни, в яких за рахунок збільшення маси активних матеріалів (заліза та міді) підвищено номінальні значення ККД. Електродвигуни з підвищеним ККД забезпечують зменшення витрат на електроенергію за рахунок скорочення втрат в електродвигуні.

Загальні удосконалення асинхронних електродвигунів з підвищеним ККД полягають в:

- подовженні сердечника, що збирається з окремих пластин із більш якісної електротехнічної сталі з малими втратами. Такі сердечники зменшують магнітну індукцію  $i$ , відповідно, втрати в сталі;

- зменшенні втрат в міді за рахунок максимального використання пазів і використання провідників збільшеного поперечного розрізу в статорі та роторі;

- електродвигун з підвищеним ККД виділяє при роботі менше тепла, що дозволяє зменшити потужність та розміри охолоджуючого вентилятора, що в свою чергу приводить до зменшення вентиляторних втрат  $i$ , відповідно, до зменшення загальних втрат потужності.

Якщо термін роботи електродвигуна у режимі незмінного, номінального навантаження високий, то електродвигуни при вищевказаних умовах будуть забезпечувати самі низькі експлуатаційні витрати. Однак доцільність створення та використання енергозберігаючих двигунів має оцінюватися із всебічним врахуванням додаткових затрат на їх монтаж та обслуговування.

Економія електроенергії при використанні енергозберігаючих електродвигунів складає приблизно 3-8% від загального споживання.

#### 1.4.2 Обґрунтування доцільності застосування компенсації реактивної потужності

Більшість споживачів електроенергії становлять електричні машини (двигуни, генератори, трансформатори), в яких протікає реактивний струм, що індукує реактивну е.р.с., яка обумовлює створення фазового зсуву між напругою і струмом. Підключене навантаження не тільки споживає активну енергію (віддає при роботі генератора) з мережі, а також реактивну енергію, що приводить до збільшення повної потужності в середньому на 20-25% по відношенню до активної. При незначному завантаженні електричної машини (холостий хід) зсув фаз між напругою і струмом, як правило, збільшується, а  $\cos\varphi$  зменшується в середньому 0,2-0,4. Якщо не використовувати компенсацію реактивної потужності, значно збільшиться споживаний струм при тій ж споживаній потужності.

Як правило, основним засобом компенсації реактивної потужності в електричних мережах промислових підприємств є конденсаторні установки. Це пояснюється їхніми значними перевагами у порівнянні з іншими засобами компенсації, а саме:

- малими, практично постійними в зоні номінальної температури довколишнього середовища, втратами активної енергії, що не перевищують 0,4% чи 0,004 кВт/кВАр КУ (для порівняння: в синхронних компенсаторах це значення досягає 10% номінальної потужності компенсатора, а в синхронних двигунах, що працюють в режимі перезбудження - 7%);

- відсутністю частин, що обертаються;
- порівняно незначними капітальними вкладеннями;
- можливістю підбору будь-якої необхідної потужності конденсаторів;
- встановлення їх у будь-яких точках мережі;
- відсутністю шуму під час їхньої роботи;
- простота монтажу и експлуатації.

За допомогою КУ можливі наступні види компенсації:

1. Індивідуальна (не є регульованою) - КУ розташовуються безпосередньо у електроприймачів і комутуються одночасно з ними. При індивідуальній компенсації від реактивного навантаження розвантажуються не тільки мережі вищої напруги, а й цехові розподільчі мережі. Вона є найкращою при компенсації окремих електроспоживачів, що працюють у тривалому режимі. Недоліки даного виду КРП - залежність часу підключення КУ від часу підключення електроприймачів і необхідність узгодження ємності КУ з індуктивністю електроприймача, реактивне навантаження якого компенсує КБ, для запобігання виникнення резонансних явищ або застосування спеціальних схем підключення (перемикання з "зірки" на "трикутник", яке передбачає паралельне підключення до обмоток двигуна трьох однофазних конденсаторів).

2. Групова (також не є регульованою). Застосовується при КРП кількох індуктивних навантажень, що приєднані. КУ встановлюються в цехах і приєднуються до розподільних пунктів чи шин 0,38 кВт. Від реактивної потужності розвантажуються трансформатори на підстанції та мережі 0,38 кВ, що живлять. Недоліки - окрема комутація КУ і неповне розвантаження розподільних мереж підприємства від реактивної потужності

(не розвантаженими залишаються розподільчі мережі до окремих споживачів).

3. Централізована (як правило, є регульованою). Застосовується в системах з великою кількістю споживачів, що мають великий розкид коефіцієнту потужності протягом доби, тобто для змінного навантаження. Централізована компенсація може здійснюватись на боці вищої напруги, коли КУ приєднується до шин 6-10 кВ головної знижувальної підстанції (ГЗП) або на боці нижчої напруги. Перший варіант забезпечує гарне використання конденсаторів: їх треба менше та вартість одного квар нижче, ніж при інших варіантах. Проте при компенсації за цією схемою від реактивної потужності розвантажуються тільки розташовані вище ланки розподільної мережі. Розподільні мережі 6 – 10 та 0,38 кВ при цьому не розвантажуються, отже втрати енергії в них не зменшуються, і потужності трансформаторів 6 – 10/0,38 кВ не можуть бути зменшені. При централізованій компенсації на боці нижчої напруги, коли КУ приєднується до шин 0,38 кВ трансформаторної підстанції 6 – 10/0,38, від реактивної потужності розвантажуються не тільки мережі 6 – 10 кВ, що живлять, а й трансформатори на підстанції. Не розвантаженими лишаються лише внутрішньоцехові розподільні мережі напругою 0,38 кВ. Регулювання потужності КУ може здійснюватись в функції реактивного струму навантаження, але для цього КУ повинна бути обладнана спеціальним автоматичним регулятором, а її повна компенсаційна потужність розділена на ступені, що окремо комутуються. Такі комплектні КУ називаються автоматизованими. Даний тип КУ виконує КРП відповідно до фактичного споживання реактивної потужності.

Існує два способи підвищення  $\cos \varphi$  без застосування та з застосуванням конденсаторів реактивної потужності [3].

При компенсації реактивної потужності споживаний струм з мережі зменшується в залежності від  $\cos \varphi$  на 30-50%. Установки засобів компенсації реактивної потужності забезпечує підтримання близького до 1

значення  $\cos\varphi$ , чим спонукають зниження практично до 0 оплати за реактивну енергію, значне збільшення пропускної здатності трансформаторів, кабелів (нарощення споживаної потужності підприємства без реконструкції енергосистеми) за рахунок відсутності втрат активної потужності, які виникають при протіканні реактивного струму, а також ефективне розвантаження електромереж приводить до економії від 5-15% споживаної активної електроенергії (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 - Добовий графік споживання активної потужності ділянкою цеху за 12.12.2023р.

Години	Потужність, кВт
00:00-01:00	28
01:00-02:00	28
02:00-03:00	28
03:00-04:00	28
04:00-05:00	28
05:00-06:00	28
06:00-07:00	28
07:00-08:00	64
08:00-09:00	104
09:00-10:00	130
10:00-11:00	142
11:00-12:00	136
12:00-13:00	155
13:00-14:00	160
14:00-15:00	150
15:00-16:00	123
16:00-17:00	115
17:00-18:00	122
18:00-19:00	128
19:00-20:00	109

21:00-22:00	96
22:00-23:00	38
23:00-24:00	28

Найбільш вигідний коефіцієнт потужності електроустановок визначається за умов досягнення найбільшої річної економії електроенергії в зв'язку із зниженням втрат електроенергії від реактивних навантажень електричної лінії або використання збільшеної пропускної спроможності електромережі (ліній і трансформаторів) у зв'язку з компенсацією реактивного навантаження.

До заходів, які не потребують застосування компенсуючих пристроїв, належать:

- упорядкування технологічного процесу, що створює кращий енергетичний режим роботи обладнання;
- перемикання обмоток статора асинхронних електродвигунів напругою до 1000В із трикутника на зірку, якщо їх завантаження менше 40%;
- ліквідація режиму роботи асинхронних двигунів без навантаження шляхом встановлення обмежувачів неробочого ходу, коли міжопераційний період більший за 10с;
- заміна або відключення трансформаторів, які завантажені у середньому менше ніж на 30% номінальної потужності;
- заміна незавантажених електродвигунів електродвигунами меншої потужності за умови, що при цьому зменшуються загальні витрати активної енергії в енергосистемі і електродвигунах;
- заміна асинхронних електродвигунів синхронними тієї ж потужності або застосування синхронних електродвигунів для нового електрообладнання, якщо це доцільно з техніко-економічних міркувань;
- плавне регулювання напруги за допомогою тиристорних пристроїв;
- поліпшення якості ремонту електродвигунів, при якому



зберігаються їх номінальні дані (рисунок 1.4).

Якщо ці заходи не підвищують  $\cos \varphi$  до 0,9-0,95, то застосовуються штучні компенсуючі пристрої. Найчастіше використовують статичні конденсатори, які встановлюють у розподільних щитах або на підстанціях.

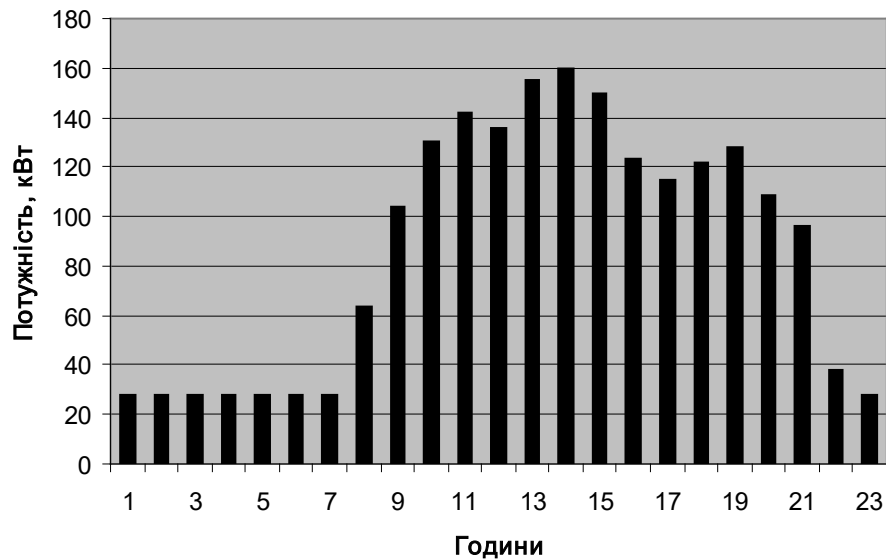


Рисунок 1.4 - Добовий графік споживання активної потужності за 12.12.2023р.

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

Баланс електроспоживання - частина паливно-енергетичного балансу, що складається на підприємстві. Він потрібен для аналізу ефективності використання електроенергії, розробки прогресивних норм витрат електроенергії по окремим агрегатам, цехам та підприємству в цілому, для визначення змін структури електроспоживання, а також для аналізу ефективності заходів з економії електроенергії. Електробаланс складається з прихідної та витратної частин, що визначаються по показникам лічильників.

В прихідну частину включають всю електроенергію, отриману струмоприймачами підприємства від енергосистеми, з мережі інших споживачів та від власних джерел підприємства .

Витратна частина балансу електроспоживання за звичай враховує окремо:

- прямі витрати електроенергії на основний технологічний процес,
- втрати електроенергії в елементах мережі електропостачання,
- відпуск електроенергії стороннім споживачам.

#### 1.4.3 Перехід на більш ефективні джерела світла

Оскільки, на забезпечення освітлення ділянок підприємства витрачається близько 21% від витрат останнього на електроенергію, то зниження енергоспоживання в даному напрямку є актуальним. Для аналізу системи освітлення підприємства необхідна наступна інформація (таблиця 1.5, рисунок 1.5):

- тип встановлених ламп - ДРЛ – 400.

Таблиця 1.5 – Характеристика ламп ДРЛ - 400

Тип лампи	Напруга, В	Світловий потік, лм	Довжина, мм	Термін експлуатації, годин
ДРЛ-400	220	19000	292	10000

- кількість ламп – 48 штук.
- потужність лампи – 400 Вт.

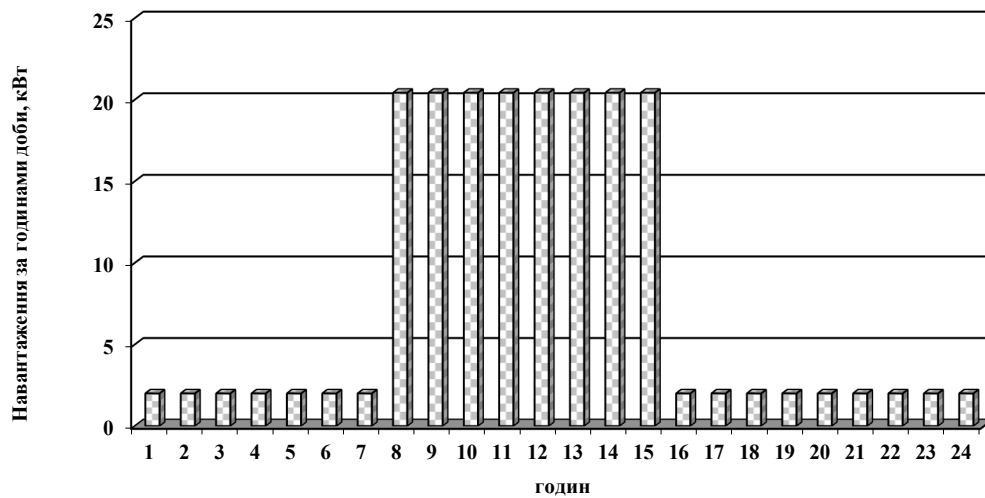


Рисунок 1.5 Добовий графік навантаження освітлювальних установок

Таблиця 1.6 - Характеристика світильника РСП 05-400/Г03

Тип світильника	Джерело світла		Діаметр, мм	Висота, мм	ККД
	Тип	Потужність, Вт			
РСП 05-400/Г03	ДРЛ	400	490	607	0,7

Тип світильника – РСП05-400/ГО3.

#### 1.4.4 Обґрунтування доцільності застосування АСКОЕ на підприємстві

З плином часу актуальність проблем, пов'язаних з обліком енергоресурсів, зростає. На сьогоднішній день через багаторазове подорожчання енергоресурсів їх частка в собівартості продукції для багатьох промислових підприємств різко зростає і становить 20-30%. Фактор високої

вартості енергоресурсів обумовив в останні роки кардинальні зміни ставлення до організації енергообліку в промисловості та інших енергоємних галузях.

Вирішення проблем енергообліку на підприємстві вимагає створення автоматизованих систем контролю й обліку енергоресурсів (АСКОЕ).

За призначенням АСКОЕ підприємства підрозділяють на системи комерційного та технічного обліку. Комерційним, або розрахунковим обліком називають облік виробленої і відпущеної споживачу (підприємству) енергії для грошового розрахунку за неї. Відповідно прилади для комерційного обліку називають комерційними або обліковими.

Комерційний облік консервативний, має усталену схему електропостачання, для нього характерна наявність невеликої кількості точок обліку, за якими потрібна установка приладів підвищеної точності, а засоби обліку нижнього та середнього рівнів АСКОЕ повинні вибиратися з державного реєстру вимірювальних засобів. Крім того, система комерційного обліку в обов'язковому порядку пломбується, що обмежує можливості внесення до неї будь-яких оперативних змін з боку персоналу підприємства [4].

Рівень споживання електроенергії ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій» визначається з одного боку енергоємністю встановленого обладнання, а з іншого боку - режимами його експлуатації, які задаються персоналом підприємства безпосередньо на робочих місцях, виходячи з виробничих потреб.

Основними цілями впровадження АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій» є:

- підвищення точності і надійності обліку електроенергії та потужності;
- оперативний контроль роботи об'єктів обліку електроенергії (підвищення надійності експлуатації точок обліку електроенергії);
- визначення балансу електроенергії по підприємству-замовника (точний облік втрат електроенергії);

- міжмашинний обмін інформацією про електроспоживання (підвищення оперативності та достовірності обліку електроенергії).

Основними завданнями впровадження АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» є:

- підвищення ефективності використання енергоресурсів;
- забезпечення енергозбереження та раціонального використання електроенергії;
- економія грошових коштів підприємства-замовника в оплаті за спожиту електроенергію.

АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» забезпечує цілодобовий режим роботи вимірювальних елементів системи, сигналізує про наявність або пропажі інформаційного зв'язку між підривнями при опитуванні лічильників електроенергії та веде журнал опитування, з назви фідера, дати й часу приходу останніх даних з опитуваного лічильника, а також повноту даних по фідерах об'єкта. Опитування всіх лічильників електроенергії входять до складу автоматизованої системи, необхідно проводити не менше одного разу на добу.

АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» має можливість модернізації, тобто, збільшення кількості точок електроенергії, зокрема для створення технічного обліку споживання електроенергії структурними підрозділами підприємства-замовника, збільшення кількості автоматизованих місць користувача системи, а також зміни конфігурації системи.

Персонал АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металокопструкцій» складається не менше ніж з трьох осіб інженерно-технічного персоналу підприємства-замовника: особа відповідальна за АСКОЕ, інженер з обліку енергоресурсів та інженер-програміст.

Склад функцій що реалізуються автоматизованою системою.

У число основних функцій проекрованої автоматизованої системи входять:

- вимірювання, обробка, накопичення, зберігання і відображення багатofункціональними лічильниками електроенергії вимірювальної інформації про спожиту (видану) активну та реактивну енергії та потужності;
- об'єднання вимірювань отриманих з лічильників встановлених на точках розрахункового обліку, в єдині вимірювання за групами обліку електроенергії підприємства-замовника;
- вимірювання енергії та потужності на заданих тимчасових інтервалах і при необхідності за тарифними зонами доби;
- визначення максимальних потужностей за добу і при необхідності за тарифними зонами доби;
- формування і друк звітних документів;
- накопичення, зберігання і відображення даних, що надходять з лічильників, в базу даних АСКОЕ на підприємства-замовника;
- ведення архівів заданої структури;
- захист вимірювальної інформації та метрологічних характеристик системи від несанкціонованого доступу та змін;
- контроль працездатності системи;
- конфігурування системи.

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії призначена для автоматичного вимірювання, збору, обробки, зберігання, відображення і документування інформації про надходження, розподіл та споживанні електричної енергії.

Призначення автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії - забезпечення високоточного комерційного обліку активної та реактивної електричної енергії у відповідності до вимог енергоринку. Однорівнева АСКОЕ ТДВ «Червоноградський завод металокопункцій» підрозділяється на два підрівня (нижній і верхній), які виконують свої наступні функції. Нижній рівень системи забезпечує збір даних, їх первинну обробку та зберігання в енергонезалежній пам'яті для подальшої передачі верхнього рівня системи. Передача даних від нижнього рівня здійснюється

по підтримуваному нижнім рівнем каналу зв'язку, до якого належить комутований телефонний зв'язок з використанням модему [5].

Функції нижнього підрівня автоматизованої системи:

- автоматичний облік споживання активної електроенергії, споживання та генерації реактивної електроенергії по точках обліку;
- передача даних про електроспоживання з точок обліку електроенергії на верхній підрівень системи.

Верхній рівень системи утворений біля автоматизованих робочих місць, які об'єднані в локальну обчислювальну мережу.

Функції верхнього підрівня автоматизованої системи:

- обробка даних надходять з нижнього підрівня системи та надання отриманої інформації у зручному для аналізу вигляді;
- оперативний автоматичний контроль та облік параметрів електроспоживання по точках і групам розрахункового обліку електроенергії, в цілому по підприємству;
- зберігання в базі даних електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металокопирів» добових параметрів електроспоживання по активній енергії, реактивної енергії в двох напрямках у цілому по підприємству, по групах обліку, в кожній точці обліку протягом не менше 365 діб;
- зберігання в базі даних електроспоживання ТДВ «Червоноградський завод металокопирів» 30-хвилинних значень навантаження по активній потужності, реактивної потужності у двох напрямках у цілому по підприємству, по групах обліку, в кожній точці обліку протягом не менше 365 діб;
- формування балансу електроенергії по підприємству, по об'єкту обліку;
- організація інтерфейсу користувача;
- забезпечення видачі даних про електроспоживання підприємства в суміжні автоматизовані системи з використанням різних каналів зв'язку;

- автоматизована передача даних про електроспоживання підприємства у ВАТ «Запоріжжяобленерго»;
- надання звітних форм відображення отриманих даних про електроспоживання підприємства.

#### 1.4.5 Обґрунтування доцільності заміни індукційної плавильної печі на дугову постійного струму

Дугові печі постійного струму забезпечують можливість плавки:

- феросплавів;
- високоякісних сталей;
- спеціальних сталей;
- шлаків з низьким вмістом металів;
- каталізаторів.

Переваги дугових печей постійного струму:

- малі габарити;
- низьке енергоспоживання;
- підвищена стійкість футеровки;
- малий робочий шум;
- вибухобезпечність;
- екологічність.

Високі показники обладнання не досягаються перекладом печей на нагрів дугою постійного струму, а шляхом концепції створення взаємопов'язаного комплексу і з його застосуванням, технічних рішень, розроблених і запатентованих при створенні обладнання ДППС (таблиця 1.6).



Таблиця 1.6 - Переваги дугових печей постійного струму у порівнянні з індукційними

Перевага	Кількісні показники переваг	Обґрунтування переваг ДППС
Продуктивність	+ 100%	Час плавки по чавуну 30-60 хвилин (у 2 рази швидше, ніж в індукційних печах).
Споживання електроенергії	- 50%	Питома витрата електроенергії для сірого чавуну 600-800 кВт·г/т., (розплавлення і перегрів до 1400 град).
Якість отриманого металу	+	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дозволяє проводити окислювально-відновні реакції.</li> <li>2. Знижений вміст газів у сплавах: <ul style="list-style-type: none"> <li>- виключно насичення розплаву киснем;</li> <li>- видаляється розчинений у металі водень.</li> </ul> </li> <li>3. Відновлюються оксиди металу.</li> </ol>
Можливість плавки кольорових і дорогоцінних металів	+	Дозволяє плавити навіть шлаки і каталізатори з низьким вмістом металів.
Перехід на виплавку різних марок сплавів	+	Легкий і з незначними витратами перехід на виплавку сплавів різних марок.

Дугові печі постійного струму (ДППС) призначені для переплавки чавуну, сталей, кольорових металів, феросплавів, а також дрібно-дисперсних відходів, з високим виходом металу (до 95%) і низьким чадом легуючих елементів [10].

Печі ємністю 1000 кг дозволяють отримувати за місяць до 400 т рідкого металу високої якості.

Електроустаткування і схеми електропостачання ДППС мають ряд особливостей.

У дугових електропечних установках розрізняють головну і допоміжні ланцюги струму. Головна включає в себе основне електроустаткування й електричні дуги печі. До допоміжної відносяться ланцюги управління, вимірювання і захисту автоматики та ін.

У ДППС виплавляються і переплавляються марки сталі, у тому числі асортимента вакуумно-індукційних печей: вуглецеві сталі типу: Ст0, Ст3 тощо; високолегованого типу: 95Х18; 08Х17Т, 12Х18Н10Т, 08Х18Н10 та ін; інструментального типу: 20Х23Н18, 08Х13, 15ХВФ, 15Х5М, 14Х17Н2, 20Х23Н18 та ін ; штампові сталі: 3Х3М3Ф, 35Х3М3ФС, 3Х2В8Ф, 4Х5МФС, 4Х4ВМФС (ДІ22) та ін; азотовмісні сталі: 03Х20Н16АГ6, 07Х13Н4АГ20 (ЧС52), 02Х19АГ3Н10, 03Х19Н15Г6М2АВ2 (ЧС39) та ін; безліч інших сталей і сплавів відповідного призначення.

З накопиченого досвіду освоєння ДППС можливо винести наступне:

1. Печі твердо займають позиції в ливарному виробництві України.
2. Техніко-економічні показники печей, в основному визначаються не витратою електроенергії та не можливістю ведення швидкісних плавок, а економією матеріальних ресурсів, можливістю отримання якісного металу з дешевої рядової шихти, скороченням вартості основних фондів за рахунок відмови від додаткових, особливо хімічних видів енергії та додаткового обладнання, застосування освоєних в Україні вогнетривів, скорочення кількості операцій при досягненні високої якості металу, відмови від безлічі шкідливих речовин, оснащення промисловості обладнанням, які різко

зменшують шкідливі викиди, а не збільшують їх, спонукаючи підприємства вести великі витрати на охорону навколишнього середовища. Переваги ДППС в реалізації цих показників очевидні.

3. Технології та обладнання ДППС засновані не на мистецтві, а на найбільш повному використанні теоретичних основ металургії, накопиченого досвіду виробництва та експлуатації інших типів печей, результатів технічного прогресу в області електротехніки, інших галузей науки і техніки.

## 2 ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ ТДВ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКИЙ ЗАВОД МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ»

### 2.1 Заміна індукційної плавильної печі на дугову піч постійного струму

#### 2.1.1 Розрахунок системи електропостачання для заміни печі

Розрахунок електричного навантаження освітлювальної мережі проводимо оцінюючим методом питомих площ:

$$P_p = k \cdot P_{\text{уд}} \cdot S \cdot 10^{-3}, \quad (2.1)$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує потужність пускових приладів залежно від джерела світла;

$P_{\text{уд}}$  - питома навантаження загального освітлення і-того цеху, Вт/м;

$S$  - площа і-го цеху, що підлягає освітленню, м.

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot \text{tg} \varphi, \quad (2.2)$$

де  $\text{tg} \varphi = 0$  для ламп розжарення;  $\text{tg} \varphi = 1,33$  для ламп типу ДРЛ;  $\text{tg} \varphi = 1,73$  для люмінесцентних ламп.

Розрахунок електричного навантаження силової мережі електроспоживачів. Сьогодні розрахунок електричних навантажень в системі електропостачання починають з рівня електроспоживачів, описуючи їх середнє електроспоживання статистичними оцінками коефіцієнтів використання ( $K_{\text{в}}$ ), а нерівномірність групового електроспоживання - граничними моделями коефіцієнта форми ( $K_{\text{ф}}$ ) та максимуму ( $K_{\text{м}}$ ), чи

коефіцієнта попиту ( $K_n$ ). При цьому ігнорується структура технологічних процесів і взаємозв'язків між основним технологічним процесом та споживанням. На характер процесів в системі електропостачання впливають також узагальнені часові характеристики трудової діяльності людей, організаційні, соціальні фактори, тижневий та добовий графіки роботи, встановлення зимового чи літнього часу в країні та інше.

Розрахункова активна та реактивна потужність для силової мережі розраховується за наступними формулами:

$$P_p = P_{НОМ} \cdot K_c, \quad (2.3)$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.4)$$

Сумарна електрична потужність визначається, як сума потужностей освітлювальної та силової мереж, за формулою:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p + Q_{осв})^2}, \quad (2.5)$$

де  $P_p$  і  $Q_p$  - активна та реактивна потужності силової мережі;

$P_{осв}$  і  $Q_{осв}$  - активна та реактивна потужності освітлювальної мережі.

Розрахунковий струм визначаємо за наступною формулою:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (2.6)$$

де  $U_{НОМ}$  - номінальна напруга для високої та низької сторін живлення мереж живлення та розподільчої мережі.

Вибір кількості та потужності трансформаторів КТП. Число трансформаторів КТП вибирається відповідно до вимог електропостачання електроприймачів, а також відповідно до режиму роботи електроприймачів,

що визначається завантаженням трансформатора на протязі доби. Для електроприймачів з переважанням 2 категорії і відсутності електроприймачів 1 категорії рекомендується застосовувати 2-х трансформаторну підстанцію, але може бути використана й 1-о трансформаторна КТП, в цьому випадку передбачають резервне живлення по лінії 0,4 кВ, що пов'язує суміжні КТП. Резервне живлення можна не застосовувати у випадку наявності на складі резервного трансформатора.

Вибір потужності трансформаторів. Потужність трансформаторів вибирається для режиму максимального навантаження і проводиться спільно з вирішенням питання про компенсацію реактивної потужності. Компенсуючі пристрої можуть встановлювати на стороні 0,4 кВ або на стороні 6-10 кВ [3]. Питання про місце розташування компенсуючих пристроїв вирішується за допомогою техніко-економічних розрахунків і щоб здійснити порівняння варіантів необхідно з вибором потужності компенсуючих пристроїв здійснювати вибір потужності трансформаторів КТП. Можливо 3 варіанти розміщення компенсуючих пристроїв: компенсація реактивної потужності на стороні 0,4 кВ; компенсація реактивної потужності на стороні 6-10 кВ; компенсація реактивної потужності частина на стороні 0,4 кВ, а інша частина на 6-10кВ. Питання про місце встановлення вирішується окремо і на потужність трансформаторів КТП не впливає.

Розрахунок потужності компенсуючих пристроїв на низькій стороні за формулою:

$$Q_{нкy} = Q_p - \Delta Q_m, \quad (2.7)$$

де -  $\Delta Q_m$  втрати реактивної потужності,

$$\Delta Q_m = \sqrt{S_{ном.ст}^2 - P_p^2}. \quad (2.8)$$

Розрахунок втрат на ТП проводиться по наступній формулі:

$$\Delta P_m = n \cdot P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot k_z^2 \cdot P_{кз}. \quad (2.9)$$

Коефіцієнт завантаження розраховується за формулою:

$$K_{зав} = S_p / S_{ном}. \quad (2.10)$$

У мережах напругою вище 1 кВ встановлюються компенсуючі пристрої на високій стороні. Сумарна розрахункова потужність ВКП визначають з умови:

$$Q_{вкп} = Q_p + \Delta Q_m + \sum \Delta Q_{кмп} - Q_{сд} - Q_{p'} - \sum Q_{нкп.ст}. \quad (2.11)$$

Схеми цехових мереж. Схеми цехових мереж з напругою менше 1 кВ виконуються із застосуванням 3 можливих варіантів виконання схем: радіальні; магістральні; змішані.

Переваги і недоліки схем цехового електропостачання. Радіальні схеми: мають менші втрати електроенергії і більшу надійність електропостачання, однак мають підвищені витрати провідникового матеріалу на одиницю довжини, більше капітальних витрат і більш високу трудомісткість монтажу. Магістральні схеми: більш низька вартість, менший термін монтажу і зручність в експлуатації за рахунок комплектного виконання елементів. Можливість більш гнучкої зміни схеми електропостачання при заміні технологічного процесу. Недоліками є менша надійність електропостачання та більш високі втрати електроенергії.

Вибір перерізу проводів і КЛ. Для КЛ як правило здійснюють кабелі з алюмінієвими жилами марки ААШв. Якщо КЛ передбачають посилений

захист від зовнішніх впливів, то застосовують кабелі броньовані. Для збільшення пропускної спроможності КЛ, для потужних приєднань застосовують кабелі з Си жилами.

Перетин КЛ вибирається з 3 умов [1]:

1) за умовою економічної щільності струму. Розрахункове значення перетину знаходиться по формулі:

$$F = \frac{I_p}{J}; \quad (2.12)$$

2) по термічній стійкості та струму КЗ. Термічно стійкий перетин до струмів КЗ визначають за формулою:

$$S_m = I_\infty \cdot \sqrt{t_n} / K_m, \quad (2.13)$$

де -  $I_\infty$  - стале значення струму КЗ, А;

$t_n$  - приведений час КЗ, він визначається як сума аперіодичної та періодичної складової часу струму КЗ:

$$t_n = t_{na} + t_{m}, \quad (2.14)$$

де  $K_m$  - температурний коефіцієнт, що враховує обмеження допустимої температури нагріву жил кабелю.

3) за умовами тривало допустимого нагріву:

$$K_l \cdot K_z \cdot I_{d.дон} \geq I_{роб.мак}. \quad (2.15)$$

Після визначення перетину кабелю по трьом умовам вибирається найбільше стандартне значення.



Вибір перетину ПЛ проводиться за умовами економічної щільності струму.

Вибір автоматичних вимикачів. Вибір автоматичних вимикачів - полягає у виборі типу АВ який характеризується номінальним струмом АВ, а так само у виборі установок спрацьовування АВ. Випускаються АВ з номінальними струмами: 16, 25, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500, 4000 А.

Вибір запобіжників. У силових пунктах для захисту окремих приєднань використовуються запобіжники, які передбачають захист лінії від КЗ. Запобіжники вибирають таким чином: 1) тип запобіжника в даному РП і характеризується номінальним струмом запобіжника; 2) для даного запобіжника вибирають  $I_{ном}$  плавкою вставки і у відповідності зі стандартними значеннями для обраного запобіжника. У РП використовують запобіжники типу ПН-2, з номінальним струмом 100, 250, 400А і запобіжники НПН-2-60 з  $I_{ном} = 63А$ .

Вибір пускорегулюючої апаратури. Для включення і виключення електроприймачів застосовують пускачі або контактори, які можуть встановлюватися безпосередньо біля електроприймачів. Часто в комплект до електроприймачів входить пускорегулююча апаратура, що поставляється комплектно. У цьому випадку при проектуванні систем електропостачання пускачі та контактори не обираються. У випадку наявності електроприймачів для яких необхідно здійснювати дистанційне управління і регулювання режиму роботи: насоси, компресори, засувки трубопроводів та інше, то в цьому випадку в якості силових пунктів вибираються щіти станцій управління (ЩСУ), які комплектуються з блоків управління.

Вибір шинопровода. Шинопроводи вибирають за розрахунковим току, за умовою  $I_{дл.дон} \geq I_{розр}$ . Шинопровід перевіряють за умовою допустимої втрати напруги.

### 2.1.2 Вибір дугової печі постійного струму

В даний час на підприємстві встановлена індукційна піч типу ІСТ-1/0,8. Індукційна піч ІСТ-1/0,8 може бути використана в ливарних виробництвах промислових підприємств всіх галузей народного господарства і для поставок на експорт, у країни з помірним і тропічним кліматом.

Індукційна піч виготовляється в кліматичному виконанні УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды» і призначена для роботи в наступних умовах:

- зачинене приміщення;
- висота над рівнем моря - не більше 1000 м;
- температура навколишнього середовища - від +5 до +40 °С;
- відносна вологість навколишнього середовища при температурі +2 °С до 90% і при +40 °С - до 50%;
- навколишнє середовище - невибухонебезпечне, що не містить агресивних газів і домішок, які руйнують ізоляцію та метали;
- температура охолоджуючої води від +5 до +25 °С;
- відсутність в охолоджувальній воді домішок, що утворюють осад;
- температура охолоджуючої води не повинна бути нижче за температуру навколишнього повітря в приміщенні більш, ніж на 15 °С (щоб уникнути появи роси);
- пари та пил в концентраціях, які не перевищують зазначених у ГОСТ 2.1.005-88 «Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- вібрація та удари в місці установки електропечі повинні бути відсутніми.

Індукційна піч призначена для плавки, перегріву і витримки кольорових і чорних металів.

Індукційні печі (ІП) довгий час по цілому ряду показників не мали конкурентоспроможних аналогів серед інших типів печей, незважаючи на наявність явних, дуже серйозних недоліків.

Головним з недоліків ІП є принципова їх вибухонебезпечність. У них метал плавиться всередині водоохолоджуваної ємності, стінки якої відокремлені від розплаву тонким шаром футеровки. У процесі роботи завжди існує принципова можливість вибуху, тому розвивати та експлуатувати, очевидно, небезпечне обладнання припустимо лише у разі гострої необхідності, яка визначається відсутністю технологічних та інших можливостей ІП у інших вибухобезпечних типів печей.

Іншим серйозним недоліком ІП є їхня технологічна пасивність, пов'язана з відсутністю можливості роботи з гарячими шлаками, ведення окисного процесу, широкого вибору матеріалів футеровки визначається не безпекою експлуатації, а вимогами технологічного процесу.

До істотних недоліків ІП слід, також віднести необхідність безлічі підзавалок шихти в розплав. У печах промислової частоти плавки ведуть з "болотом" і не допускається повний злив розплаву, в ІП середньої частоти повний злив проводиться, проте у "суху" піч завантажується тільки перша порція шихти, а інші матеріали завантажуються в розплав. Це викликано тим, що плавильний обсяг ІП приблизно дорівнює обсягу розплаву після закінчення плавки, а обсяг шихти зазвичай на порядок більше обсягу розплаву.

Обладнання та технології ливарного виробництва більшості підприємств України значною мірою застаріло, характеризується низькими показниками рентабельності та якості продукції, що випускається, не відповідає сучасним вимогам екологів.

## 2.2 Впровадження системи керування швидкості обертання двигунів верстатів

Сумарні втрати активної потужності двигуна визначаються за формулою:[5]

$$\Delta P_{\text{сум}} = [Q_{xx} \cdot (1 - K_n^2) + K_n^2 \cdot Q_n] \cdot K_{i.n} + \Delta P_{xx} + K_n^2 \cdot \Delta P_{\text{в.н.}}, \quad (2.30)$$

де  $Q_{xx} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{n.x}$  реактивна потужність, яка використовується двигуном з мережі при номінальному навантаженні, квар;

$U_n$  - номінальна напруга, В;

$I_{n.x}$  - струм електродвигуна, А;

$K_n = \frac{P_{cp}}{P_n}$  - коефіцієнт завантаження електродвигуна;

$P_{cp}, P_n$  - середнє навантаження і номінальна потужність електродвигуна, кВт;

$Q_n = \frac{P_n}{\eta_n} \cdot \text{tg } \varphi_n$  - реактивна потужність електродвигуна при номінальному навантаженні, квар;

$\eta_n$  - ККД електродвигуна при номінальному навантаженні;

$\text{tg } \varphi_n$  - виробнича від номінального коефіцієнта потужності електродвигуна;

$K_{i.n}$  коефіцієнт втрат,  $K_{i.n} = 0,1 \text{ кВт/квар}$ ;

$\Delta P_{xx} = P_n \cdot (1 - \eta_n) \cdot \gamma / [\eta_n \cdot (1 + \gamma)]$  - втрати активної потужності при неробочому ході електродвигуна, кВт;

$\Delta P_{\text{в.н.}} = P_n \cdot (1 - \eta_n) / [\eta_n \cdot (1 + \gamma)]$  - приріст втрат активної потужності в електродвигуні при 100% навантаженні, кВт

$\gamma = \Delta P_{xx} / [(100 - \eta_n) \cdot \Delta P_{xx}]$  - розрахунковий коефіцієнт, який залежить від конструкції електродвигуна.

Характеристики однотипних старих двигунів різних установок, встановлених цеху:

$P_H=30$  кВт;  $U_H=380$  В ;  $\eta_H=0,89$ ;  $\cos \varphi=0,9$ ;  $I_{xx}=16,8$ А;  $\Delta P_{xx}=1,2$  кВт, тоді:

$$Q_{xx}=\sqrt{3}\cdot 380\cdot 16,8\cdot 10^{-3}=11,05 \text{ квар};$$

$$K_H=\frac{P_{cp}}{P_H}, \quad (2.31)$$

$$\gamma=\frac{\Delta P_{xx}}{[(100-\eta_H)\Delta P_{xx}]}, \quad (2.32)$$

$$\Delta P_{в.н.} = P_H \cdot (1 - \eta_H) / [\eta_H \cdot (1 + \gamma)] \quad (2.33)$$

Характеристики електродвигуна А2-71-6:

$P_H = 17$ кВт; $U_H = 380$ В; $\eta_H = 0,88$ ; $\cos \varphi = 0,9$ ; $I_{xx} = 13,5$ А; $\Delta P_{xx} = 0,9$ кВт,

$$K_{H2} = \frac{P_{cp}}{P_{H2}}, \quad (2.34)$$

$$\gamma_2 = \Delta P_{xx2} / [(100 - \eta_{H2}) \cdot \Delta P_{xx2}], \quad (2.35)$$

$$\Delta P_{в.н.2} = P_{H2} \cdot (1 - \eta_{H2}) / [\eta_{H2} \cdot (1 + \gamma_2)] . \quad (2.36)$$

Сумарні втрати активної потужності двигуна:

$$\Delta P_{сум} = [11,05 \cdot (1 - 0,5^2) + 0,5^2 \cdot 15] \cdot 0,1 + 1,2 + 0,5^2 \cdot 3,3 = 5,16 \text{ кВт}.$$

Ефективність заміни електродвигуна визначається одержаним зниженням втрат активної потужності в кожному двигуні:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{сум}} - \Delta P_{\text{сум}2}. \quad (2.37)$$

Тобто, впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів, дозволить додатково економити підприємству близько 0,343 млн. кВт год/рік.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів — системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегатуються в апараті - кондиціонері. Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99.

### 2.3 Модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної

Вентиляційні системи можуть бути загально-обмінними, локальними (місцевими) і комбінованими. При загально-обмінній вентиляції зміна повітря відбувається у всьому обсязі приміщення. Призначенням локальної

вентиляції є локалізація шкідливих виділень у місцях їхнього утворення і видалення їх із приміщення. При комбінованій системі одночасно з загальним повітрообміном локалізуються також і окремі найбільш інтенсивні джерела виділень.

У залежності від способу переміщення повітря в робочих приміщеннях – вентиляція поділяється на природну і штучну (механічну).

У системах механічної вентиляції рух повітря здійснюється в основному вентиляторами повітродувними машинами (осьового чи відцентрового типу) Осьовий вентилятор являє собою розташоване в циліндричному кожусі лопаткове колесо, при обертанні якого повітря, що надходить у вентилятор, під дією лопаток переміщається в осьовому напрямку. До переваг осьових вентиляторів відноситься простота конструкції, велика продуктивність, можливість економічного регулювання продуктивності, можливість реверсування потоку повітря. До їхніх недоліків відноситься мала величина тиску (30-300 Па) і підвищений шум. Відцентровий вентилятор складається зі спірального корпусу з розміщеним усередині лопатковим колесом, при обертанні якого повітря, що припливає через вхідний отвір, попадає в канали між лопатками колеса і під дією відцентрової сили переміщається по цих каналах, збирається корпусом і викидається через випускний отвір. Тиск вентиляторів такого типу може досягати більш 10000 Па. У залежності від складу переміщуваного повітря вентилятори можуть виготовлятися з різних матеріалів і різної конструкції (звичайного, пилового, антикорозійного, вибухобезпечного виконання). При підборі вентиляторів потрібно знати необхідну продуктивність, створюваний тиск і, в окремих випадках, конструктивне виконання.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів — системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегатуються в апараті - кондиціонері.

#### 2.4 Узгодження заходів з існуючим обладнанням

Існуюче електропостачання ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій» виконано на напрузі 35кВ від підстанції 330/150/35кВ. Для енергоефективного електропостачання передбачається модернізація існуючої ПС з установкою комплектної двох трансформаторної підстанції 35/6кВ типу КТБР (М) 35-4Н з двома масляними трансформаторами типу ТРДНС-10000/35-У1, 10000кВА, 35/6кВ, вакуумного вимикача, трансформаторів струму, роз'єднувачів, обмежувачів перенапруги та модернізацією релейного захисту та автоматики.

До установки прийнятий вакуумний вимикач ВР35НС-35-20/1600УХЛ1 зовнішньої установки, з кремній-органічною і повітряною ізоляцією в полюсах (без трансформаторного масла) і приводом з використанням принципу двохпозиційної "магнітної засувки". Вимикач відповідає технічним умовам ТУ У 22588376.002-96, а також ГОСТ 687-78. Вимикач виготовляється концерном «Високовольтний союз» ТОВ «РЗВА-ЕЛЕКТРИК» м. Рівне, Україна.

Основні параметри вимикача:

- номінальна напруга, кВ	35
- найбільша робоча напруга, кВ	40,5
- номінальний струм, А, при частоті 50Гц	1600



- номінальний струм відключення, кА	20
короткого замикання, кА:	
а) найбільший пік (струм динамічної стійкості)	52
б) середньоквадратичне значення струму за час його протікання (струм термічної стійкості для проміжку часу 3с)	20
- механічний ресурс, циклів ВВ	30000
- комутаційний ресурс, циклів ВВ:	
при номінальному струмі	30000
при номінальному струмі відключення	55
- температура	від -60°C до +40°C

Для виконання основних і резервних захистів ПЛ-35кВ встановлюються трансформатори струму типу ТФЗМ 35Б-II У1, 200/5А, клас точності - 0,5. Трансформатори струму - опорні, з масляним наповненням, полімерною ізоляцією, виробництва ВАТ «Запорізький завод високовольтної апаратури». Основні параметри трансформаторів струму:

- номінальна напруга 35кВ
- струм термічної стійкості 18кА
- струм динамічної стійкості 48кА.

Кількість вторинних обмоток трансформаторів струму забезпечує:

а) роздільне підключення засобів РЗА, засобів АСКОЕ та інших вимірювань-ний. Для підключення АСКОЕ трансформатори струму мають вимірювальну обмотку класу точності 0,5 s;

б) підключення пристроїв РЗА до різних вторинним обмоткам класу «Р» з метою забезпечення необхідних надійності, резервування і точності вимірювання.

Для захисту від грозових і комутаційних перенапруг електрообладнання ОРУ-35кВ встановлюються обмежувачі перенапруги типу ОПН-П-35/40, 5/10/1УХЛ1, що випускаються заводом електрозахисних

пристроїв, м. Санкт-Петербург, Російська Федерація. Обмежувачі перенапруги нелінійні, з полімерною ізоляцією, з достатньою енергоємністю і необхідним захисним рівнем, обладнані реєстраторами спрацьовування в полімерному корпусі.

Встановлювані роз'єднувачі РД (З) -35/1000УХЛ1, вироблені ВАТ «Запорізький завод високовольтної апаратури», мають поліпшену кінематику і контактну систему, з ручним приводом головних ножів і ножів заземлення. Роз'єднувачі - горизонтально-поворотні, з підшипниковими вузлами, які не потребують ремонту з розбиранням протягом усього терміну служби.

Основні параметри роз'єднувача:

- номінальна напруга 35кВ;
- номінальний струм 1000А;
- номінальна частота 50Гц;
- струм термічної стійкості 31,5кА;
- струм динамічної стійкості 80кА.

Траса проходить по незаселеній пересіченій території. По трасі є можливість проїзду транспортних засобів і механізмів для будівництва і експлуатації. При цьому організовується охоронна зона ПЛ-35кВ на всьому протязі траси шириною 15 м по обидва боки лінії від крайніх проводів при їх невідхиленого положенні.

Для ПЛ-35кВ використані багатодротяні проводи й троси. Провід прийнятий марки АС-120/19, грозозахисний трос - ТК-9.1. Грозозахисний трос прокладається тільки на підходах до підстанцій. Вибір проводу і троса виконаний відповідно до вимог ПУЕ. Провід й трос перевірені за умовами корони. Розрахунок наведено на кресленні М2223.8-ЕС.РР. Трос перевірений на термічну стійкість.

Максимальна напруга в дротах АС 120/19 прийнято рівним 13,0 кг/мм<sup>2</sup>. Максимальна напруга в тросі ТК-9.1 прийнято - 40,0 кг / мм<sup>2</sup>. Напруга в тросі в прольотах визначено з умови забезпечення необхідного за рівнем грозоупорності габариту між дротом і тросом і прийнято 32,0-34,0 кг/мм<sup>2</sup>.

Відповідно до вимог ПУЕ передбачається установка гасителів вібрації для захисту від танці проводів. Гасителі вібрації для троса не потрібні.

Монтажні стріли провисання проводів і троса і місця встановлення гасителів вібрації наведені на кресленнях «Таблиці монтажних стріл провисання проводів і тросів» і «Відомість гасителів вібрації».

Вибір підвісний ізоляції проведено відповідно до вимог, через викладені в листі ВАТ «Запоріжжяобленерго» від 12.04.06 № Т1018/13-29 (додаток Б) виходячи з нормованої ефективної довжини шляху витоку 1,9 см / кВ для I ступеня забрудненості атмосфери. Провід кріпляться до опор за допомогою ізольованих підвісок з ізоляторами ПСС-70А з подвійним кріпленням проводу на переходах.

Кріплення троса на анкерно-кутових опорах - ізольоване, за допомогою натяжних підвісок з одним ізолятором типу ПСС-70А. Типи підвісок для кріплення проводів і троса наведені на кресленнях «Відомість підвісок проводів і тросів. Зведена відомість підвісок проводів і троса ».

При влаштуванні лінії проміжні опори виконуються на центрифугованих стійках за типовим проектом 3.407.1-164. Анкерно-кутові опори - металеві за типовим проектом 3.407.2-170. На перетині з існуючою ПЛ-150кВ встановлюються анкерні опори в габаритах 110 кВ для зміни розташування проводів. Застосування металевих опор обумовлено дотриманням найменших допустимих відстаней для перетину їх ВЛ згідно гл.2.4 ПУЕ-2006р. Металоконструкції опор виконуються із сталі марки ВСТ-ЗПСб. Захист сталевих конструкцій опор від корозії виконується грунтовкою і подальшим забарвленням їх лаком ПФ171 з алюмінієвою пудрою, грозозахисний трос та відтяжки опор покриваються електротехнічної мастилом типу ЗЕС.

Закладення стійки залізобетонної опори проводиться у свердленні котлован з непорушеною структурою ґрунтів з заповненням пазух піщано-гравійної сумішшю складом 1:1. Фундаменти під сталеву опору прийняті

уніфіковані із залізобетонними підніжжями, встановлюваних в відриті екскаватором котловани.

У зв'язку з установкою опор на ґрунтах II ступеня просадності необхідно для залізобетонної опори виконати подушку висотою 0,5 м з гравійно-піщаної суміші перед установкою опори і глиняний вимощення висотою 0,5 м з ухилом

На низькій стороні застосовується розподільчий пристрій 6кВ типу КРПЗ-6. Конструкція КТПБР розрахована для роботи в умовах кліматичного району У, категорії розміщення I. КТПБР виготовляється за технічними умовами ТУ У 00113997.014-98. Технічна характеристика КТПБР наведена в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Технічна характеристика КТПБР

Найменування параметра	Одиниці виміру	Значення
Номінальна потужність силового трансформатора не більше	кВА	2x1000
Номінальна напруга,	кВ	35
Найбільша робоча напруга	кВ	40,5
Номінальний струм:	А	
- головних кіл		630
- збірних шин		1000
Ударний струм короткого замикання	кА	52
Струм термічної стійкості (трьохсекундний)	кА	20
Номінальна напруга допоміжних кіл	В	380/220
- змінного струму		220
- постійного (випрямленого) струму		

Захист лінії від прямих ударів блискавки здійснюється підвіскою грозозахисного тросу на підходах до підстанцій. На переході під діючими лініями 150 кВ підвіска троса не передбачається.

Захисний трос приєднується до заземлювальних контурів опор. Всі встановлюються опори заземлити. Опір заземлювальних пристроїв не повинен перевищувати 10 Ом.

Для прийому і розподілу електроенергії передбачається встановити комплектну блокову трансформаторну підстанцію (далі - КТПБР) Рівненського заводу високовольтної апаратури з вищою напругою 35кВ з розподільчим пристроєм 35кВ, з вимикачами ВР-35НС. Номінальна напруга обмоток низької напруги (НН) силового трансформатора - 6кВ.

Обладнання, передбачене в схемі електричних з'єднань первинних ланцюгів, наведено в таблиці 2.11

Таблиця 2.11 - Обладнання, передбачене в схемі електричних з'єднань первинних кіл

Найменування електрообладнання, характеристика	Тип
Трансформатор 35/6кВ, 1МВА	ТМН-1000/35-У1
Вимикач 35кВ з електромагнітним приводом	ВР-35НС-35-20/1600УХЛ1
Роз'єднувачі, заземлювачі 35кВ - з приводом ПРГ УХЛ1 - з приводом ПРГ УХЛ1	РДЗ.1-35(Б)/1000У1 РДЗ.2-35(Б)/1000У1
Трансформатори струму 35кВ	ТФЗМ-35Б-ІІУ1
Обмежувачі перенапруг	ОПН-П-35/40,5 УХЛ1
Пристрій комплектний розподільчий (КРП) з вакуумними вимикачами	КУ-10Ц

Схема електричних з'єднань головних ланцюгів КТПБР 35/6кВ виконана на підставі «Схем принципів електричних розподільних пристроїв 110, 35, 10 (6) кВ», наведених в ТУ У 00113997.014-98 і ГКД 341.004.001-94 "Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з вищою напругою 6-750кВ ». Схема електричних з'єднань головних ланцюгів - два блоки ліній - трансформатор з вимикачами і перемичкою з боку ліній.

## 2.5 Автоматизована система контролю та обліку енергоспоживання

У чарунці 35кВ релейний захист виконано на базі мікропроцесорного пристрою типу 7SJ6126-5EB62-1FB1 виробництва фірми Siemens. При цьому апаратура управління, захисту та сигналізації обладнання, розташованого на відкритій частині 35кВ набирається на існуючих панелях, встановлених в приміщеннях релейного залу і головного щита управління підстанції. Панелі захисту, управління, обліку та сигналізації інтегровані в загальнопідстанційну систему телесигналізації (ТС) і автоматизованої системи комерційного обліку (АСКОЕ).

Підключення до систем ТЗ та АСКОЕ дозволяють:

- контролювати стан обладнання з диспетчерського пункту;
- проводити моніторинг режимів електроспоживання та стану електрообладнання.

Щоб уникнути наведень і помилкових спрацьовувань у проекті застосовані екрановані контрольні кабелі. Для захисту відходить повітряної лінії 35кВ та підключається до неї ПС-35/6кВ на живильної підстанції передбачені наступні види захистів:

- струмова відсічка (ТО);
- максимальна струмовий захист (МТЗ);

- автоматична частотна розвантаження (АЧР);
- автоматичне повторне включення (АПВ);
- частотне АПВ (ЧАПВ);
- контроль залишкового напруги на відключеній лінії 35кВ для ремонтного режиму;
- контроль положення вимикача;
- контроль цілісності запобіжників в колах напруги;
- контроль справності кіл керування та пристроїв РЗА;
- сигналізація аварійних відключень вимикача і роботи захистів.

Щоб уникнути помилкових дій персоналу на комірці 35кВ № 347 виконана оперативна блокування роз'єднувачів і їх заземлюючих ножів. Проектом передбачена телемеханізація чарунки № 347 з видачею сигналів про стан вимикача (вкл. / викл.) Та про споживаної активної та реактивної потужності через перетворювач на існуюче пристрій телемеханіки.

Апаратура управління та захисту обладнання, розташованого на ВРП-35кВ, а також загальнопідстанційна сигналізація розташовуються на панелях у ОПУ. Апаратура управління, захисту та сигналізації на стороні 6кВ розташовується в релейних відсіках осередків ЗРУ-6кВ. Для захисту силових понижувальних трансформаторів 35/6кВ потужністю 10МВА на підстанції передбачені наступні види захисту та автоматики:

- диференційний захист;
- МТЗ;
- від перевантаження;
- газовий захист;
- логічний захист шин (ЛЗШ);
- контроль ланцюгів відключення і положення вимикача;
- сигналізація роботи захистів, справності ланцюгів відключення і пристроїв РЗА та аварійних відключень вимикачів;
- автоматичне регулювання напруги силового трансформатора під навантаженням.

Для захисту приєднань 6кВ на підстанції передбачені наступні види захистів, автоматики і сигналізації:

- ТО;
- МТЗ;
- захист від замикання на землю (ЗНЗ);
- захист від дугових замикань (ЗДЗ);
- УРОВ;
- сигналізація «Земля» на шинах 6 кВ;
- сигналізація стану та стану вимикачів;
- сигналізація справності пристроїв релейного захисту і ланцюгів управління, а також аварійних відключень вимикачів.

Для підвищення рівня надійності електропостачання передбачено АВР на стороні 6кВ. Щоб уникнути наведень і помилкових спрацьовувань у проекті застосовані екрановані контрольні кабелі. У проекті застосовані мікропроцесорні пристрої керування, захисту та сигналізації, які відповідають сучасним вимогам та завданням захисту, автоматизації та управління підстанціями та дозволяють забезпечити:

1) наочність процесу роботи КРУ за рахунок більшої кількості вимірювань і сигналізації, а також показу інформації на динамічних екранах, які дають можливість оператору своєчасно реагувати для запобігання аварії.

2) дистанційне керування, як терміналами релейного захисту, так і первинним обладнанням підстанцій.

3) постійну діагностику обладнання, що дозволяє проводити передаварійну профілактику устаткування (порівняно з поставарійний, або періодичним технічним обслуговуванням традиційного обладнання).

4) можливість покрокового нарощування системи як релейного захисту, так і систем вимірювання і управління, зміни їх функцій шляхом перепрограмування.

5) можливість реєстрації і збереження всіх величин контрольних параметрів в передаварійних і аварійних режимах роботи.



### 2.5.1 Вибір засобів вимірювання споживання електричної енергії

Розрахунковий облік електричної енергії забезпечується лічильниками електричної енергії, встановленими на межі балансової належності на панелі обліку осередки 35кВ № 347 ПС-330/150/35кВ.

Для організації комерційного обліку використовуються багатотарифні багатофункціональні лічильники електричної енергії типу SL 7000 Smart (110В, 5А, кл.т.0, 5) виробництва ДП Актаріс України. Лічильники забезпечують облік активної і реактивної електроенергії в режимі багатотарифності і внесені в Держреєстр України.

Ланцюги обліку (матеріал, переріз і довжина проводів та кабелів, установка випробувальних блоків, захисних та комутаційних апаратів у вторинних ланцюгах) виконані у відповідності з вимогами ПУЕ.

Передбачена пломбування всіх елементів ланцюгів розрахункового обліку.

Технічний облік електроенергії передбачається на трифазних електронних багатотарифних, багатофункціональних лічильниках електричної енергії типу SL 7000 Smart, що встановлюються на панелі обліку осередки 35кВ № 347 ПС-330/150/35кВ, а також на приєднаннях 6кВ понижувальної підстанції 35 / 6кВ.

Лічильники мають функції багатотарифності вимірювання активної та реактивної енергії і можуть бути інтегровані в подальшому в автоматизовану систему обліку, що дасть можливість побачити всю картину споживання і розподілу електроенергії з урахуванням енергії, споживаної на власні потреби підстанції.

Для комерційного обліку характерна наявність невеликої кількості точок обліку, за якими потрібна установка приладів підвищеної точності, а самі засоби обліку повинні вибиратися з державного реєстру вимірювальних засобів.

Лічильник SL 7000 Smart - це новітня розробка в області обліку електроенергії та організації АСКОЕ. Область застосування лічильника SL 7000 Smart - повний і точний комерційний та технічний облік у великому промисловому й дрібномоторному секторі.

Мікропроцесорні багатфункціональні лічильники електроенергії SL 7000 Smart призначені для обліку активної та реактивної енергії в трифазних ланцюгах змінного струму трансформаторного включення, в одно-і багатотарифних режимах з класом точності 1,0, при цьому число тарифних зон може досягати 16. Лічильник SL 7000 Smart працює в широкому діапазоні робочих струмів і напруг, має високу чутливість. Лічильник SL 7000 Smart вимірює і відображає параметри електричної мережі - напруги і струми фаз, активну, реактивну й повну потужність трифазної системи, а також сервісні дані.

Абсолютно нові можливості надає лічильник SL 7000 Smart для організації АСКОЕ. Для комунікації лічильника можуть незалежно використовуватися імпульсні входи/виходи і цифрові інтерфейси та навіть вбудований GSM-модем. Цікавою особливістю SL 7000 Smart є те, що додаткові інтерфейси підключаються без відключення лічильника та порушення метрологічних пломб.

Всі виміряні та обчислені дані, в тому числі і отримані з інших лічильників по імпульсним каналах, лічильник SL 7000 Smart зберігає в енергонезалежній пам'яті. Можливості лічильника SL 7000 Smart дозволяють зберігати графіки навантаження по 16 каналах, при цьому термін зберігання графіків може досягати 900 днів. У лічильниках SL 7000 Smart застосовується технологія закладена в лічильниках серії SL 7000, давно довела свою високу точність і надійність.

Функціональні можливості лічильників SL 7000 Smart:

- широкий діапазон багатотарифних функцій з обліку електроенергії;
- можливість виконувати вимірювання в багатотарифному режимі і відображати їх на РКІ;

- можливість зберігання графіків навантаження по 16 каналах. Кількість каналів графіків навантаження, тривалість інтервалу усереднення, вимірювані параметри, за якими будуть накопичуватися графіки навантаження, задаються програмно;

- достовірність інформації про облік електроенергії за рахунок функцій самодіагностики і захисту від несанкціонованого доступу до комерційної інформації;

- зчитування всіх необхідних даних на портативний комп'ютер через оптичний порт (стандарт МЕК 1107);

Технічні характеристики лічильника електроенергії SL 7000 Smart наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Технічні характеристики лічильника SL 7000 Smart

Найменування характеристики	Значення	Примітка
Клас точності	0,5S;1.0	В залежності від виконання
Номинальні напруги, В	57/100, 220/380 63/110, 230/400	В залежності від модифікації
Робочий діапазон, у % від номінального	± 20	
Номинальна частота мережі, Гц	50 ± 5%	60 ± 5% на замовлення
Номинальні (максимальні) струми, А	1(2),1(1,2),1(6) 2(6),2(10),	В залежності від модифікації
Поріг чутливості, по відношенню до номінальної P,%	0,1 0,4	В залежності від модифікації

Лічильник SL 7000 Smart вимірює і фіксує в пам'яті значення енергії за встановленим інтервалом часу. Після зчитування інформації з лічильника будується графік споживання і вироблення активної та реактивної енергії. Лічильник видає сигнал про перевищення заданого порогового значення потужності, який використовується як попереджувальний, або для відключення, а надалі включення навантаження при зниженні потужності, що дозволяє автоматично контролювати навантаження та уникнути штрафу за перевищення потужності. Для роботи та зчитування інформації з лічильника розроблено спеціальне програмне забезпечення російською мовою. Програмування лічильника здійснюється тільки за наявності спеціального пароля. Є три рівня спеціальних паролів доступу. Самий нижній рівень дозволяє тільки зчитувати інформацію з лічильників.

Структура лічильника SL 7000 Smart. Лічильник складається з вимірювальних датчиків напруги і струму, спеціалізованого мікропроцесора, що дозволяє всі етапи перетворень сигналу та обчислень проводити в цифровій формі з високою точністю, і додаткових електронних плат, що розширюють його функціональні можливості.

Мікропроцесорна вимірювальна система лічильника SL 7000 Smart обчислює і зберігає у своїй пам'яті дані енергії та потужності в цифровому вигляді з прив'язкою до часу.

Вимірювальний мікропроцесор отримує сигнали струму і напруги через високолінійні трансформатори струму і резистивні подільники напруги. Аналого-цифрові перетворювачі здійснюють виділення дискретних значень кожного вхідного сигналу струму і напруги.

Мікропроцесор обчислює значення струму та напруги і передає їх до мікроконтролеру.

Мікроконтролер обробляє і запам'ятовує виміряні дані в пам'яті лічильника. Мікроконтролер служить також для відображення даних на дисплеї і передачі їх через інтерфейси.

Наявність у лічильників SL 7000 Smart цифрових інтерфейсів дозволяє здійснювати зв'язок лічильника з персональним комп'ютером. А спеціально розроблене програмне забезпечення дозволяє зчитувати з лічильників і обробляти отриману інформацію.

У лічильниках SL 7000 Smart є наступні програмовані автоматичні функції:

- фіксація максимальної потужності при зміні сезонів;
- авточитання (самосчитування) лічильника у визначений день місяця або через певний інтервал у днях;
- здійснення дзвінка на ЕОМ верхнього рівня при відключенні і відновлення живлення;
- автоматичний перехід на літній і зимовий час;
- відображати на РКІ застереження при перевищенні заданого порогу по потужності;
- функція "управління навантаженням" - спрацювання електронного реле при переході через кордон тарифної зони або при перевищенні порогу по потужності в кожній тарифній зоні;
- виконання тестів якості електроенергії по завантажених в лічильник порогах;
- виконання тестів напруги і струму навантаження в 00:00 годин і при подачі живлення.

Журнал відключення живлення. У журналі відображається кількість відключень живлення, загальний (сумарний) час перерв живлення, дата і час останнього відключення та відновлення живлення.

Журнал зв'язку. У журналі зв'язку накопичується загальна кількість зв'язків з лічильником, а також час і дата програмування та останньої модифікації програми лічильника.

Журнал подій. У журналі подій фіксуються факти виходу відслідковуються параметри за межі встановлених порогів. Фіксуються початок і закінчення фактів виходу.

Журнал таймерів ПКЗ. У цьому журналі фіксуються загальна кількість та сумарний час відхилення по кожному параметру.

Інтерфейс каналу зв'язку. Автоматизована система комерційного обліку енергоспоживання підприємства ТОВ «ЦВ» використовує внутрішньозаводські телефонні лінії, тому працює з інтерфейсом RS-232, до якого приєднані модеми як з боку систем, так і з боку ПК. До такої мережі можна приєднувати необмежену кількість систем за умови, що час збору даних не лімітується. Як конвертор протоколу використовуються модулі ADAM 4520 фірми Advantech [6].

Технічні характеристики модулів серії ADAM 4000. Загальні технічні характеристики модулів серії ADAM 4000:

- 1) підсистема послідовного зв'язку;
  - протокол фізичного рівня: EIA RS-485 (двопровідний), управління від провідного комп'ютера;
  - швидкість обміну 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 біт/с;
  - довжина сегмента мережі 1200 м;
  - світлодіодний індикатор наявності живлення і зв'язку;
  - протокол канального рівня: символний ASCII з безпосередньою адресацією вузлів;
  - виявлення помилок перевіркою контрольної суми довжиною 2 байти;
  - режим обміну даними - асинхронний напівдуплексний;
  - формат даних в асинхронному режимі: 1 старт-біт, 8 біт даних, 1 стоп-біт без контролю парності;
  - максимальна кількість пристроїв у мережі на один послідовний порт – 256;
  - можливість підключення та відключення пристроїв без порушення працездатності мережі;
  - придушення перешкод і викидів напруги в лініях зв'язку.
- 2) Вимоги щодо живлення:

- напруга живлення від 10 до 30 В постійного струму нестабілізованого;

- захист від зміни полярності напруги живлення.

Конструктивне виконання:

- добувані клемні колодки з гвинтовою фіксацією: перетин жив провідників від 0,5 до 2,5 мм<sup>2</sup>.

3) умови експлуатації:

- діапазон робочих температур від -10 до 70 ° С;

- відносна вологість повітря від 5 до 95% при 25 ° С без конденсації.

В таблиці 2.13 представлені зведені можливості енергозберігаючих заходів на ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій».

Таблиця 2.13 – Можливості енергозбереження на ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій»

№ з/п	Назва можливості з енергозбереження	Річна економія електричної енергії, тис. кВт · год
1	Зміна технології плавки металу в цеху шляхом переходу з індукційного методу нагріву на дуговий;	95
2	Впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів	221
3	Модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної.	435
Всього		752

В результаті впровадження заходів з енергозбереження, економія електричної енергії складе близько 752 тис. кВт · год.

### 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

#### 3.1 Розрахунок фонду заробітної плати спеціалістів

При розрахунку цієї статті витрат штатним розкладом передбачено посаду майстра.

Годинна тарифна ставка 15 грн.

Заробітна плата по тарифу:

$$ЗП_{тар} = 15 \cdot 225 \cdot 8 = 6300, \text{ грн / рік.}$$

Величина премії за виконання місячного плану, приймається в розмірі 40% від посадового окладу,:

$$ЗП_{прем} = 0,4 \cdot 6300 = 2520 \text{ грн.}$$

Оплата відпусток:

$$ЗП_{відп} = (ЗП_{тар} + ЗП_{прем}) \cdot O/T_n, \quad (3.1)$$

$$ЗП_{відп} = (6300 + 2520) \cdot 24/225 = 940,8 \text{ грн.}$$

Оплата за виконання обов'язків,:

$$ЗП_{держ} = (ЗП_{тар} + ЗП_{прем}) \cdot Г/T_n, \quad (3.2)$$

$$ЗП_{держ} = 8820 \cdot 2/225 = 78,4 \text{ грн.}$$



Річний фонд заробітної плати фахівців,:

$$ЗП_{cn}^{np} = ЗП_{мар} + ЗП_{прем} + ЗП_{омн} + ЗП_{зо}, \quad (3.3)$$

$$ЗП_{cn}^{np} = 8820 + 1019,2 = 9839,2 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати:

$$\Phi OT = ЗП^{мп} + ЗП_{cn}^{np}, \quad (3.4)$$

$$\Phi OT = 146443,81 + 9839,2 = 156283,01 \text{ грн/рік.}$$

Нарахування на фонд оплати праці, приймаємо 39,35%:

$$ЗП_{нач} = 39,35/100 \cdot ЗП, \quad (3.5)$$

$$ЗП_{нач} = 0,3935 \cdot 156283,01 = 61497,36 \text{ грн/рік.}$$

## 3.2 Техніко-економічна оцінка ефективності енергозберігаючих заходів

### 3.2.1 Економічна ефективність заміни індукційної плавильної печі на дугову піч постійного струму

При заміні ІІ на ДППС різко поліпшуються показники виробництва чорних і кольорових металів. Зменшуються питомі витрати електроенергії на 15-20%, графітованих електродів до 1,3-1,5 кг/т, коливання навантаження на 80%, час плавки в 1,5-3,5 рази, угар шихти до 0,5-1,5%, феросплавів на 75-

95%, пилевіброси в 10-15 разів, практично усувається викид агресивних газів - окислів азоту, діаксинів, фуранів, різко зменшується викид CO і CO<sub>2</sub>.

Заміна діючих печей окупається зазвичай протягом від 3-4 до 12-15 місяців залежно від асортименту металу, що виплавляється. Значно покращується якість виробів, а активні технологічні процеси на ДППС дозволяють виробляти високоякісні метали з дешевої сировини. Вартість дугової печі, що встановлюється, разом з допоміжним обладнанням складає станом на 2012 рік складає 918 тис. грн.

Економічний ефект від заміни індукційної плавильної печі на дугову:

$$E = \Delta P \cdot C_{ee} \cdot T_{pich} \quad (3.6)$$

де  $\Delta P$  – різниця між споживаною потужністю індукційної плавильної печі і дугової, кВт;

$T_{pich}$  – річна кількість годин роботи печі, год.;

$C_{ee}$  – тариф на електричну енергію для підприємств,  $C_{ee} = 1,84$  грн/кВт·год;

$$E = 203 \cdot 3200 \cdot 1,84 = 675 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{K_n}{E}, \quad (3.7)$$

$$T = 1,36 \text{ років.}$$

Економічна ефективність капіталовкладень:

$$E = \frac{I}{T} \quad (3.8)$$

$$E=0,735.$$

В результаті,  $E$  не перевищує нормативний коефіцієнт, що свідчить про доцільність впровадження проекту.

### 3.2.2 Впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів

Ефективність впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів визначається одержаним зниженням втрат активної потужності в двигуні  $\Delta P = 3,18$ кВт:

Економія грошових коштів при реалізації даного заходу становить:

$$E = 129 \cdot \Delta P \cdot t_{роб} \cdot \epsilon, \quad (3.9)$$

$$E = 73 \cdot 3,18 \cdot 5200 \cdot 1,04 = 357689 \text{ грн/рік}.$$

Капітальні затрати на реалізацію даного заходу становлять 486 тис. грн – 73 двигуни за ціною 6657 грн. кожен.

Простий термін окупності становитиме, років:

$$T = \frac{K}{E} \quad (3.10)$$

$$T = \frac{486}{357,689} = 1,36.$$

### 3.2.3 Модернізація системи вентиляції з переходом від

загальнообмінної до локальної

Вирати діляться на:

- придбання пристроїв для локальної системи вентиляції;
- доставка.

Витрати на придбання пристроїв:

$$B_{ЛХБ} = Ц \cdot n, \quad (3.11)$$

де  $Ц$  – вартість одного пристрою,  $Ц = 60$  тис. грн.

$n$  – кількість пристроїв, яка дорівнює 6.

$$B_{ЛХБ} = Ц \cdot 60 = 360000 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку та монтаж:

$$B_{\partial} = 2000 \text{ грн.}$$

$$B_{м} = 35000 \text{ грн}$$

Сумарні витрати знайдемо за формулою:

$$B_{сум} = B_{ДРЛ} + B_{\partial} + B_{м} \quad (3.12)$$

$$B_{сум} = 360000 + 2000 + 35000 = 397000 \text{ грн.}$$

Тоді простий строк окупності буде дорівнювати:

$$T_{ок} = \frac{B_{сум}}{E_{грн}} \quad (3.13)$$

$$T_{ок} = \frac{397000}{148000} = 2,682 \text{ років.}$$

### 3.3 Загальні техніко-економічні показники впровадження енергозберігаючих заходів

Капітальними інвестиціями є потреби, необхідні для здійснення проекту.

Оцінка капітальних інвестицій проводиться з урахуванням витрат на здійснення будівельних робіт, придбання устаткування, оплати монтажних робіт та інше. Сумарні капітальні інвестиції на реконструкцію та купівлю обладнання становлять 1,427 тис. грн.

Вартість основних фондів (Оф) визначена виходячи з обсягу капітальних вкладень, визначених зведеним кошторисним розрахунком вартості, з виключенням витрат, що не відносяться до поняття основних фондів.

Для розрахунку амортизаційних відрахувань основні фонди розподілені за групами таким чином:

Річна норма амортизації основних фондів прийнята з 01.01.2018 р. на знову введені основні фонди відповідно до Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств» у таких розмірах:

Ефективність капітальних вкладень характеризується рядом показників, що входять у систему показників економічної ефективності інвестицій:

— рентабельністю капітальних вкладень (%) - відношенням приросту прибутку до капітальних вкладень, що зумовили цей приріст;

— питомими капітальними вкладеннями;  
 — строком окупності капітальних вкладень (років) - часом, протягом якого проект буде працювати «на себе». При цьому весь обсяг коштів, що генеруються проектом, складається з нерозподіленого прибутку і суми амортизаційних відрахувань (тобто чистих грошових потоків), зараховується як повернення початкового інвестованого капіталу.

Строк окупності капітальних вкладень визначається за формулою:

$$T = \frac{\sum K}{\sum E},$$

де  $\sum K$  – сумарні капітальні вкладення в енергозберігаючий проект;

$\sum E$  - сумарна економія, що планується, за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів з урахуванням експлуатаційних та інших витрат.

$$T = \frac{1,427}{1,166} = 1,22 \text{ років}$$

Ефективність капіталовкладень:

$$E = 0,82.$$

В результаті,  $E$  не перевищує нормативний коефіцієнт, що свідчить про доцільність впровадження проекту.

У цьому розділі проведено розрахунок економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів в системі електропостачання ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій». Для здійснення зазначених заходів необхідні капітальні інвестиції в сумі 1,427 тис. грн.

Застосування останніх дасть змогу ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій» досягти наступних результатів:

1. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію за рахунок зменшення її втрат в системі електропостачання.
2. Одержати сумарний прибуток від зменшення втрат електричної енергії близько 1166 тис. грн.
3. Зменшити витрати на споживану підприємством електричну енергію.
6. Підвищити надійність і якість енергопостачання підприємства.

В результаті техніко-економічного обґрунтування доцільності впровадження заходів з підвищення енергоефективності системи електроспоживання цеху було встановлено, що всі вони є економічно доцільними. Для здійснення зазначених заходів необхідні капітальні інвестиції в загальній сумі майже 1,43 млн. грн. При цьому економія за рахунок їх впровадження складе більше 1,16 млн. грн. на рік., а загальний строк окупності близько 1,22 року.

## ВИСНОВКИ

В роботі дана загальна характеристика споживачів електричної енергії та електроспоживання на підприємстві ТДВ «Червоноградський завод металоконструкцій».

1. Були проаналізовані можливості впровадження енергозберігаючих заходів із зниження підприємством електроспоживання задля підвищення енергоефективності підприємства в цілому. Проведений аналіз показав, що найбільший потенціал енергозбереження має електрична енергія.

2. Запропоновані енергозберігаючі заходи із зниження споживання і втрат електричної енергії дають значний економічний ефект, який станом на січень 2022 року складе близько 1,166 млн. грн/рік.

3. Найбільш енергоефективними заходами з енергозбереження на підприємстві є:

а) зміна технології плавки металу в цеху шляхом переходу з індукційного методу нагріву на дуговий;

б) впровадження системи керування швидкості обертання шпинделів металорізальних верстатів

в) модернізація системи вентиляції з переходом від загальнообмінної до локальної.

Таким чином, запропоновані заходи з енергозбереження дали значний економічний ефект, що дозволяє знизити собівартість продукції, яка виробляється.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шевченко, І. Г. Енергозбереження: проблеми та шляхи вирішення [Текст] / І. Г. Шевченко. – Київ: Техніка, 2008. – 256 с.
2. Золотаренко, В. І., Гончарук, В. К. Енергетичний менеджмент: навчальний посібник [Текст] / В. І. Золотаренко, В. К. Гончарук. – Харків: Фактор, 2011. – 344 с.
3. Коваленко, П. О. Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві [Текст] / П. О. Коваленко. – Львів: Центр Європи, 2012. – 320 с.
4. Губаренко, В. А. Енергоефективність в Україні: стан і перспективи [Текст] / В. А. Губаренко. – Київ: Фенікс, 2010. – 290 с.
5. Мельничук, О. П. Інноваційні підходи до енергозбереження на підприємствах [Текст] / О. П. Мельничук. – Київ: Освіта, 2014. – 256 с.
6. Савченко, І. П. Енергозбереження та енергоефективність у будівництві [Текст] / І. П. Савченко. – Одеса: Чорномор'я, 2013. – 278 с.
7. Демченко, В. М. Технології енергозбереження у промисловості [Текст] / В. М. Демченко. – Харків: Промінь, 2011. – 332 с.
8. Кириченко, С. П. Енергоефективні технології та їх застосування в Україні [Текст] / С. П. Кириченко. – Дніпропетровськ: Грані, 2015. – 310 с.
9. Овсієнко, О. В. Енергетична безпека України: виклики та шляхи забезпечення [Текст] / О. В. Овсієнко. – Київ: Знання, 2017. – 288 с.
10. Кучерук, М. М. Енергоефективність та раціональне використання енергетичних ресурсів [Текст] / М. М. Кучерук. – Львів: Техніка, 2018. – 265 с.