

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

другого (магістерського) рівня освіти

на тему:

**«РОЗРОБКА МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МАЙСТЕРНІ НА  
ПІДПРИЄМСТВІ "ЕЛЕКТРОКОНТАКТ УКРАЇНА" З РОЗРОБКОЮ  
СИСТЕМИ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ УСТАНОВКИ»**

Виконав: студент VI курсу  
групи Ен-6 спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

\_\_\_\_\_ Кравець А.В.

Керівник: \_\_\_\_\_ Гошко М.О.

Рецензент: \_\_\_\_\_ Сиротюк С. В.

**ДУБЛЯНИ 2024**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – *другий (магістерський) рівень*  
Спеціальність 141 «*Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка*»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Левонюк В. Р.  
(вч. звання, прізвище, ініціали)

“    ”    \_\_\_\_\_ 202\_\_

року

**З А В Д А Н Н Я**  
на кваліфікаційну роботу студенту

Кравецю А.В.

Тема роботи: «Розробка мережі електропостачання майстерні на підприємстві "Електроконтакт Україна" з розробкою системи припливно-втяжної установки»

Керівник роботи доцент, к.т.н. Гошко М.О.

±

( наук.ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом по університету від «12» вересня 2024 р. № 616 /к-с

1. Строк подання студентом роботи 6.12.2024 р.
2. Вихідні дані до роботи  
технічна документація, науково-технічна і довідкова література, законодавча та нормативна база України з питань охорони праці.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРИПЛИВНО – ВИТЯЖНОЇ УСТАНОВКИ СИЛОВОЇ МАЙСТЕРНІ

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Висновки

Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу – презентація.

6. Консультанти з розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконан ня
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4	<i>Гошко М.О. к.т.н., доцент</i>			
5	<i>Городецький І. М. к.т.н., доцент</i>			

7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 12.09.2024  
р. \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ етапу	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Отримання завдання. Вивчення рекомендованої літератури за темою КР, написання аналітичного огляду кваліфікаційної роботи, вивчення об'єкту (I розділ роботи).</i>	12.09.2024 – 25.09.2024	
2.	<i>Обґрунтування та розроблення мережі електропостачання.(II-III розділи).</i>	26.09.2024 – 1.11.2024	
3.	<i>Розроблення та обґрунтування пропозицій щодо реалізації результатів роботи. Розроблення питань з охорони праці, Написання економічної частини. (IV- V розділи роботи).</i>	2.11.2024 – 24.11.2024	

4.	<i>Кінцеве оформлення кваліфікаційної роботи та оформлення ілюстративних матеріалів, таблиць, здача КР на рецензування.</i>	<i>25.11.2024 – 1.12.2024</i>	
5.	<i>Підготовка до захисту в ЕК (написання доповіді). Пробний захист на кафедрі, виправлення зауважень. Завершення кваліфікаційної роботи в цілому</i>	<i>2.12.2024 – 6.12.2024</i>	

Студент \_\_\_\_\_ Кравець А.В.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Гошко М.О.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## **УДК 631.01**

Кравець А.В. Розробка мережі електропостачання майстерні на підприємстві "Електроконтакт Україна" з розробкою системи припливно-витяжної установки. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024 р. 55 с. текстової частини, 10 таблиць, 16 рисунків, 14 джерел.

В даній кваліфікаційній роботі було розглянуто питання розробки мережі електропостачання майстерні на підприємстві "Електроконтакт Україна" з розробкою системи припливно-витяжної установки, а також було розраховане освітлення з використанням різних типів ламп, а саме: компактно люмінесцентних ламп та світлодіодних ламп. Після розрахунків силової мережі було розроблено систему припливно-витяжної установки. Також було розраховано економічну ефективність модернізації та дано рекомендації щодо її реалізації.

**МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МАЙСТЕРНІ, ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ УСТАНОВКИ, ВЕНТИЛЯЦІЯ.**

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У сучасних умовах військового протистояння України з російською федерацією особливої актуальності набуває питання забезпечення енергонезалежності країни та раціонального використання енергетичних ресурсів. Енергетична інфраструктура України регулярно зазнає обстрілів, що ставить підприємства перед викликами, пов'язаними з безперебійним енергопостачанням, ефективністю енергоспоживання та впровадженням новітніх технологій для зменшення енергозатрат.

Для промислових підприємств, таких як "Електроконтакт Україна," оптимізація енергопостачання є не лише стратегічним кроком для збереження коштів, але й внеском у загальнодержавні зусилля щодо зменшення енергетичної залежності від зовнішніх джерел. Ефективне управління енергією дозволяє підтримувати виробничі процеси навіть у кризових ситуаціях, зменшувати витрати та підвищувати конкурентоспроможність підприємства.

Розробка енергомережі для майстерні підприємства є прикладом важливого практичного завдання, що охоплює технічні, економічні та екологічні аспекти. В умовах дефіциту енергоресурсів кожен кіловат енергії набуває стратегічного значення, а енергоефективні рішення забезпечують тривалий економічний ефект та мінімізують вплив виробничої діяльності на довкілля.

Особливе значення в розробці енергомережі має врахування вимог сучасних стандартів енергетичної ефективності та стійкості. Паралельно з цим, інтеграція системи припливно-витяжної вентиляції є ключовим аспектом для забезпечення здорових умов праці у виробничих приміщеннях. Така система дозволяє зменшити споживання енергії через використання інноваційних технологій рекуперації тепла, одночасно підвищуючи комфорт та безпеку працівників.

Робота спрямована на вирішення важливих завдань у контексті сучасних викликів, зокрема:

1. Забезпечення надійного та стабільного енергопостачання в умовах воєнного стану.
2. Зменшення витрат на енергоносії через впровадження енергоефективних рішень.
3. Підвищення екологічності виробничих процесів.

Таким чином, розробка проєкту мережі електропостачання майстерні з інтеграцією сучасної системи вентиляції не лише відповідає нагальним потребам підприємства, а й узгоджується із загальнодержавною стратегією енергоефективності та стійкого розвитку.

Цей проєкт стане вагомим внеском у розвиток підприємства "Електроконтакт Україна" та слугуватиме прикладом для інших промислових об'єктів щодо впровадження енергоефективних технологій у виробничу діяльність.

Щоб досягнути запропонованої мети потрібно виконати **завдання**:

- розрахунок силової мережі електропостачання майстерні на підприємстві "Електроконтакт Україна",
- розрахунок мережі освітлення з використанням різних типів ламп, а саме: компактно люмінесцентних ламп та світлодіодних ламп,
- розробка системи припливно-витяжної установки.

**Об'єктом** кваліфікаційної роботи є мережа електропостачання майстерні.

**Предметом** кваліфікаційної роботи є розрахунок силової мережі електропостачання майстерні, розрахунок мережі освітлення з використанням різних типів ламп, розробка системи припливно-витяжної установки.

## 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Товариство з обмеженою відповідальністю "Електроконтакт Україна," засноване у 2003 році, розташоване за адресою: м. Перемишляни, вул. Мазепи, Основна діяльність підприємства пов'язана з виробництвом кабельно-провідникової продукції, зокрема виготовленням бортових кабельних мереж для автомобілів та інших енергетичних засобів.

У 2008 році на підприємстві було проведено масштабні ремонтні роботи, в рамках яких частково модернізували обладнання. Система електропостачання перебуває в належному технічному стані, а вентиляція приміщень реалізована через примусову витяжку з використанням вентиляторів.

Основну сировину підприємство отримує від постачальника з Чехії — компанії «Autoelectric». Готова продукція експортується здебільшого до Німеччини, де основними клієнтами є такі відомі компанії, як «BMW», «King Group», «JCB», «Claas».

Виробничий процес організовано з урахуванням системи нормування часу роботи. Працівники мають встановлений місячний ліміт виробничих хвилин, який визначає обсяг їхньої роботи. У разі недовиконання плану із заробітної плати працівника утримується частина коштів, а за перевиконання норми нараховується премія.

Технологічний процес на підприємстві передбачає кілька основних етапів:

Підготовка проводів до використання





Рисунок 1.1 - .Склад матеріалів

Маркування проводів здійснюється вручну працівниками підприємства (рис.1.2.).

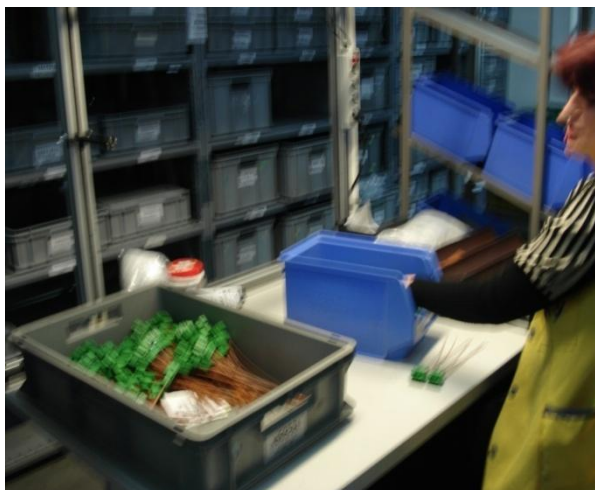


Рисунок 1.2 - Процес маркування проводів



Рисунок 1.3 - Монтаж розгалужен



Рисунок 1.4 - Прилади для кремпування

### Згинання клем.

Ця операція виконується на спеціалізованому обладнанні, яке дозволяє регулювати кут згину клеми в межах від  $50^\circ$  до  $70^\circ$  (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 - Пристрої для згинання клем і пневматична викрутка

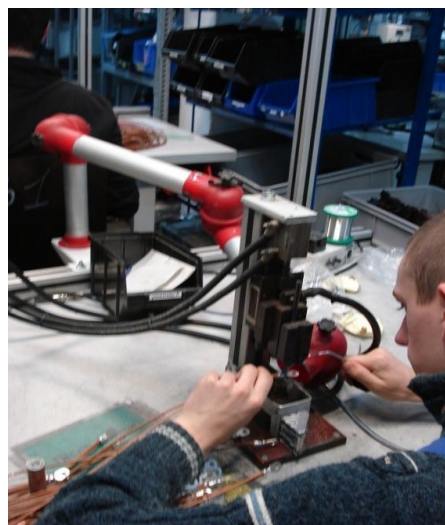


Рисунок 1.6 - Процес паяння



Рисунок 1.7 - Пристрій для кветчування

Завдяки сучасній організації виробництва та використанню високоякісних матеріалів підприємство забезпечує стабільний рівень якості продукції та зберігає конкурентоспроможність на міжнародному ринку.

## 2 РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

### Теоретичні основи силових електромереж

Силові електромережі є ключовим елементом забезпечення електропостачання промислових, комерційних та житлових об'єктів. Вони призначені для передачі і розподілу електроенергії до кінцевих споживачів із дотриманням вимог надійності, економічності та безпеки. Залежно від призначення, конфігурації та характеристик об'єкта, силові мережі поділяються на кілька типів.

### Внутрішні силові електромережі

Внутрішні силові мережі — це електричні мережі, які забезпечують передачу електроенергії всередині будівлі чи споруди. Їх основна задача полягає в забезпеченні роботи обладнання та систем, необхідних для функціонування об'єкта.

### Основні види внутрішніх електромереж

#### 1. Трифазні мережі

Цей тип мереж найчастіше використовується на промислових підприємствах, оскільки він забезпечує більш рівномірний розподіл потужності та дозволяє використовувати потужне трифазне обладнання.

#### 2. Однофазні мережі

Використовуються переважно для живлення малопотужних споживачів або у приміщеннях з незначним навантаженням.

### Конструктивні особливості внутрішніх мереж

Вибір конструкції та матеріалів для внутрішніх електромереж залежить від багатьох факторів, таких як:

- Потужність обладнання, яке буде підключено;
- Вимоги до безпеки;
- Особливості приміщень (вологість, температура, агресивність середовища).

Для внутрішніх силових мереж часто використовуються кабелі з мідними або алюмінієвими жилами в ізоляції з полівінілхлориду, поліетилену або гуми. Висока якість ізоляційних матеріалів забезпечує захист від коротких замикань і підвищує довговічність мережі.

### Які мережі краще використовувати?

Вибір типу силової мережі залежить від кількох ключових факторів:

#### 1. Потужність і характер навантаження

Для великих промислових об'єктів рекомендується використовувати трифазні мережі, оскільки вони здатні забезпечити стабільність напруги навіть при нерівномірному навантаженні.

#### 2. Економічна доцільність

При виборі типу мережі варто враховувати як вартість встановлення, так і експлуатаційні витрати. Наприклад, мідні кабелі дорожчі за алюмінієві, але вони забезпечують менші втрати енергії та довший термін служби.

#### 3. Умови експлуатації

У середовищах з високим рівнем вологості або підвищеними вимогами до безпеки рекомендується використовувати кабелі з додатковим захистом.

### Цікава інформація про сучасні рішення

У сучасному проектуванні силових мереж активно впроваджуються нові технології, що дозволяють підвищити ефективність та надійність систем. Серед них:

### 1. Системи моніторингу стану мережі

Завдяки сучасним сенсорам і програмному забезпеченню можливо в режимі реального часу відстежувати параметри роботи мережі (напруга, струм, температура кабелів) і виявляти потенційні аварійні ситуації.

### 2. Кабелі з низьким рівнем диму і токсичних газів (LSZH)

Ці кабелі використовуються у приміщеннях з підвищеними вимогами до пожежної безпеки. Вони знижують ризик отруєння продуктами горіння у випадку займання.

### 3. Енергозберігаючі технології

Внутрішні електромережі все частіше інтегруються з відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячні панелі чи вітрогенератори, що дозволяє зменшити споживання енергії від зовнішніх мереж.

### Значення правильної організації мереж

Правильний підхід до проектування силових мереж є важливим як з точки зору економії коштів, так і забезпечення безперебійності роботи підприємства.

Зокрема, використання енергоефективних рішень допомагає не лише зменшити споживання електроенергії, але й знизити вплив на навколишнє середовище.

Врахування вищезгаданих теоретичних аспектів дає змогу обрати оптимальну конфігурацію силової мережі для конкретного об'єкта, забезпечуючи її надійну та економічну експлуатацію.

Таблиця 2.1 – Перелік силового обладнання та їх технічні характеристики

№ п/п	Найменування та марка обладнання	Тип електродвигуна	$K_i$	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм
1	Бетономішалка (Limeх LS190)	АИР71В2	6	1,1	3,9
2	Столярний верстат (Bosch)	АИР90L2	6,5	3,0	3,46
3	Електрозварюваль	--	--		

	на установка ММА – 200			7,6	20-200
4	Свердильний верстат (СВ-12)	АИР80В4	2,3	1,5	3,95
5	Генератор бензиновий GBG8000TE	Genpower190 FD	--	6,4	26
6	Токарний станок	АИР71В4	6,1	0,75	1,77
7	Шліфувальний станок	АИР56В2	5,3	0,25	0,73
8	Компресор FORTE ZA65 – 100	АИР80В2	7,0	2,2	4,85

Визначаємо пускові струми електродвигунів

$$I_n = 4,85 \cdot 7,0 = 33,95 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА61F29-3С

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$16 > 4,85 \text{ А}$$

$$25 > 4,85 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок не спрацювання теплового 16озчіплювала

$$n = \frac{4,85}{10} = 0,5$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ-S-09

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$10 > 4,85 \text{ А}$$

$$10 > 4,85 \cdot 7,0 / 6 \text{ А}$$

$$10 > 5,6 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле РТ-S-21( $I_n = 12 \dots 18 \text{ А}$ ).

Таблиця 2.2 - Перелік пуско-захисного обладнання

Марки електродвигуні в	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	Марки електромагнітни х пускачів	$I_n$ , А	Марки автоматични х вимикачів	$I_n$ .а. , А	$I_n$ .р. , А
АИР71В2	1,1	3,9	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20
АИР90L2	3,0	3,46	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20

ММА - 200	7,6	20-200	-	-	АВ3003/3Б*	225	15
АИР80В4	1,5	3,95	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20
Genpower190FD	6,4	26	-	-	АВ3002/3Н	63	32
АИР71В4	0,75	1,77	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20
АИР56В2	0,25	0,73	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20
АИР80В2	2,2	4,85	ПМЛ - 1210	10	ВА-51-25	25	20

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики розподільних щитків

Розподільний пункт	Тип щитка	Кількість вимикачів		Ступінь захисту	Кліматичне виконання
		ВА-51-25	АВ3003/3Б АВ3002/3 Н		
СЦ1	CRN.BS4Z	3	1	IP54	У3
СЦ2	CRN.BS4Z	3	1	IP54	У3

Для прикладу вибираємо кабель, який буде жити від мережі асинхронний двигун з короткозамкненим ротором

$$I_{\text{макс.р}} = 1 \cdot 4,85 = 4,85 \text{ А}$$

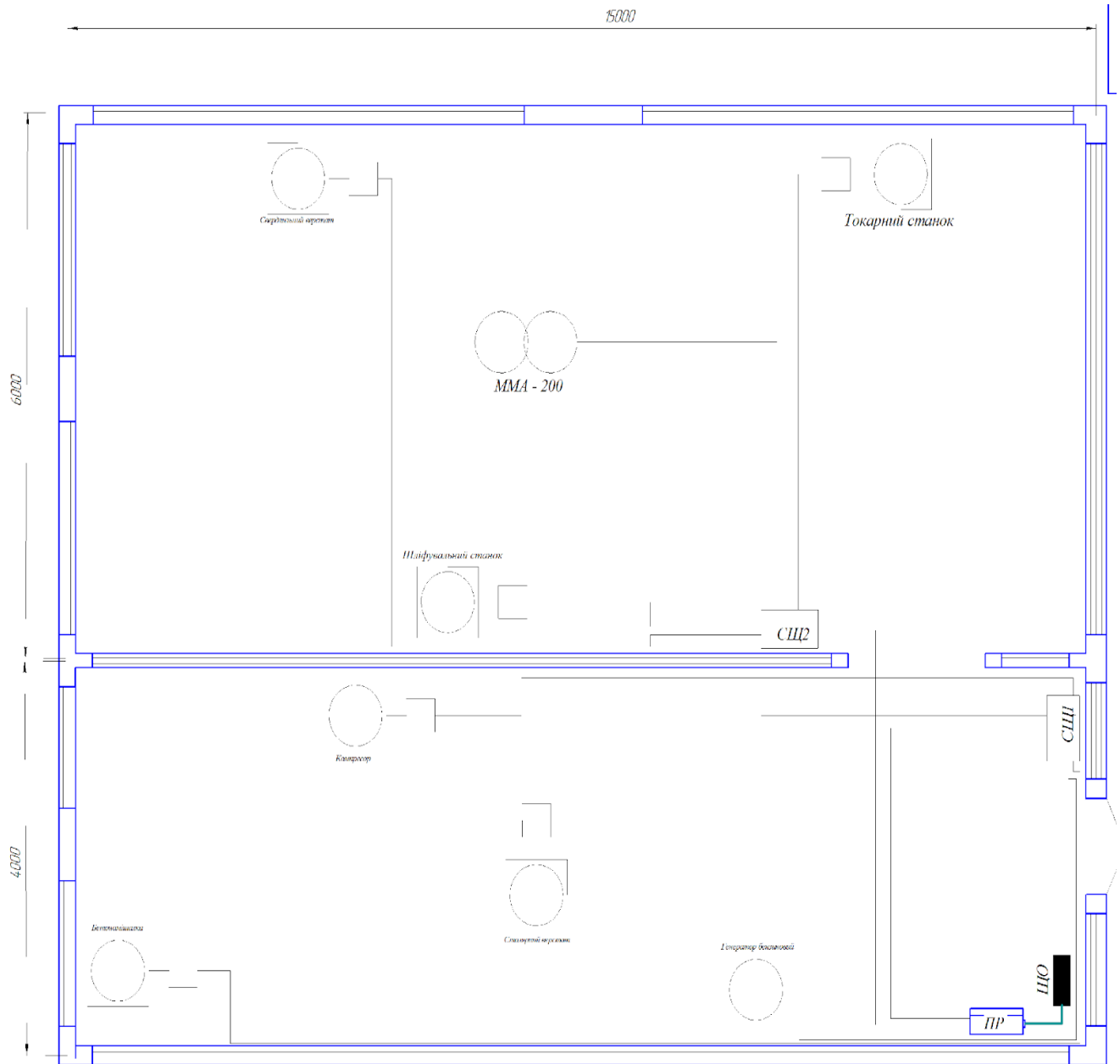
$$I_{\text{доп}} = 1 \cdot 19 = 19 \text{ А}$$

$$19 > 4,85$$

Таблиця 2.4 - Марки кабелів для живлення електрообладнання

№ п/п	Найменування обладнання	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	Марка кабеля, провoda	$I_{\text{доп}}$ , А
1	Бетономішалка (Limex LS190)	1,1	3,9	АВВГ 4x2,5	19
2	Столярний верстат (Bosch)	3,0	3,46	АВВГ 4x2,5	19
3	Електрозварювальна установка ММА - 200	7,6	20-200	АВВГ 4x150	235
4	Свердлильний верстат (СВ-12)	1,5	3,95	АВВГ 4x2,5	19
5	Генератор бензиновий GBG8000TE	6,4	26	АВВГ 4x6	30
6	Токарний станок	0,75	1,77	АВВГ 4x2,5	19
7	Шліфувальний станок	0,25	0,73	АВВГ 4x2,5	19
8	Компресор FORTE ZA65 – 100	2,2	4,85	АВВГ 4x2,5	19





Всід АВВГ-4х95  $I_p=170 A$

Рисунок 2.1 - Схема силової мережі та розміщенням обладнання.

### 3 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ

#### Теоретичні основи освітлювальних систем

Освітлювальні мережі є важливою складовою електропостачання будь-якого об'єкта. Від якості та ефективності освітлення залежить комфорт роботи персоналу, безпека та економія енергії. Одним із ключових факторів у проектуванні системи освітлення є правильний вибір типу ламп, які визначають не лише освітленість, але й енергоефективність та тривалість експлуатації.

#### Типи ламп для освітлення

##### 1. Лампи розжарювання

- Принцип роботи: Світло утворюється внаслідок нагрівання тонкої нитки, виготовленої зі спеціального сплаву.
- Переваги:
  - Низька вартість;
  - Простота встановлення та експлуатації.
- Недоліки:
  - Низький коефіцієнт корисної дії (лише близько 5% енергії перетворюється у світло, решта витрачається на тепло);
  - Короткий термін служби (до 1000 годин).
- Застосування: Використовуються здебільшого у побутових приміщеннях та в місцях, де освітлення вмикається рідко.

##### 2. Люмінесцентні лампи

- Принцип роботи: Газорозрядні лампи, де світіння утворюється завдяки проходженню електричного струму через пару ртуті, що збуджує люмінофор.
- Переваги:

- Висока енергоефективність (в 3-5 разів економічніші за лампи розжарювання);
- Тривалий термін служби (до 15 000 годин).
- Недоліки:
  - Вміст ртуті, що ускладнює утилізацію;
  - Чутливість до низьких температур.
- Застосування: Підходять для офісів, навчальних закладів, промислових приміщень.

### 3. Світлодіодні лампи (LED)

- Принцип роботи: Використовують електролюмінесценцію — світіння напівпровідників під впливом електричного струму.
- Переваги:
  - Найвищий рівень енергоефективності (економія до 80% енергії порівняно з лампами розжарювання);
  - Тривалий термін служби (до 50 000 годин);
  - Відсутність токсичних компонентів.
- Недоліки:
  - Вища початкова вартість у порівнянні з іншими типами ламп.
- Застосування: Використовуються у всіх типах приміщень завдяки універсальності, енергоефективності та довговічності.

### 4. Галогенні лампи

- Принцип роботи: Модифікація ламп розжарювання, де в балон додається газ (галоген), що збільшує яскравість і тривалість роботи.
- Переваги:
  - Більший термін служби (у 2-3 рази довше, ніж у звичайних ламп розжарювання);
  - Більш якісна передача кольорів.
- Недоліки:
  - Схильність до нагрівання;
  - Вища вартість порівняно з лампами розжарювання.

- Застосування: Використовуються в декоративному освітленні, прожекторах, автомобільних фарах.

## 5. Індукційні лампи

- Принцип роботи: Електромагнітне випромінювання генерує світло без використання електродів.
- Переваги:
  - Тривалий термін служби (до 100 000 годин);
  - Стабільна робота при низьких температурах.
- Недоліки:
  - Висока вартість;
  - Обмежена доступність.
- Застосування: Використовуються у великих промислових приміщеннях, тунелях, на відкритих майданчиках.

Які лампи краще використовувати?

Вибір лампи залежить від конкретних умов і вимог:

### 1. Для побутових приміщень:

Рекомендується використовувати світлодіодні лампи через їх енергоефективність і безпечність.

### 2. Для офісів:

Люмінесцентні лампи або LED забезпечують рівномірне освітлення з комфортною передачею кольорів.

### 3. Для промислових об'єктів:

Люмінесцентні або індукційні лампи ідеально підходять для великих площ.

## **Економічна ефективність освітлювальних систем**

Світлодіодні лампи мають найвищу початкову вартість, однак їх тривалий термін служби і значна економія електроенергії дозволяють швидко

компенсувати витрати. Люмінесцентні лампи є компромісним варіантом, забезпечуючи достатню енергоефективність при доступній ціні. Лампи розжарювання практично не використовуються у сучасних системах освітлення через їх низьку ефективність.

Правильний вибір освітлювальних елементів дозволяє не лише знизити витрати на електроенергію, але й покращити умови роботи, що позитивно впливає на продуктивність праці.

### **3.1 Розрахунок мережі освітлення з компактними люмінесцентними лампами**

Розміри першого приміщення  $15 \times 4 \times 4$

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення. ГСП17

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників

$$H_p = 4 - (0,2 + 0,8) = 3 \text{ м}$$

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах

$$L = 0,75 \cdot 3 = 2,2 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників

$$n_p = \frac{4}{2,2} \approx 1,8 \text{ м}$$

Приймаємо  $n_p = 2$ .

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін

$$L_c = 0,3 \cdot 2,2 = 0,66 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо

$$L_B = \frac{4 - 2 \cdot 0,66}{2 - 1} = 2,68 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_a = \frac{2,2^2}{2,68} = 1,81 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду

$$n_a = \frac{15 - 2 \cdot 0,66}{1,81} = 7,6$$

Приймаємо  $n_a = 8$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_A = \frac{15 - 2 \cdot 0,66}{8 - 1} = 1,95 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо

$$N = 2 \cdot 8 = 16$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{15 \cdot 4}{3 \cdot (15 + 4)} = 1,053$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника

$$\Phi_{p.c} = \frac{200 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 1,4 \cdot 1,15}{16 \cdot 0,46} = 2625 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампу КЛЛ типу КЛС – 48/827 – 4U/TS – E27 з  $P_n = 48$  Вт,  $\Phi_n = 2700$  лм, час горіння 8000 год

Розраховуємо фактичну освітленість

$$E_\phi = 200 \cdot \frac{2700 \cdot 1}{2625} = 205,7 \text{ лк.}$$

Обчислюємо відхилення освітленості

$$E = \frac{205,7 - 200}{200} \cdot 100 \approx 2,9 \%$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 48 \cdot 1 \cdot 16 = 768 \text{ Вт.}$$

Розміри другого приміщення  $15 \times 6 \times 4$

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників

$$H_p = 4 - (0,2 + 0,87) = 2,9 \text{ м}$$

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах

$$L = 0,75 \cdot 2,9 = 2,18 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників

$$n_p = \frac{6}{2,18} \approx 2,75$$

Приймаємо  $n_p = 3$ .

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін

$$L_c = 0,3 \cdot 2,18 = 0,65 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо

$$L_B = \frac{6 - 2 \cdot 0,65}{3 - 1} = 2,35 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_a = \frac{2,18^2}{2,35} = 2,02 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду

$$n_a = \frac{15 - 2 \cdot 0,65}{2,02} = 6,78 \text{ м}$$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_A = \frac{15 - 2 \cdot 0,65}{7 - 1} = 2,28 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо

$$N = 3 \cdot 7 = 21$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{15 \cdot 6}{2,9 \cdot (15 + 6)} = 1,49$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника

$$\Phi_{p.c} = \frac{200 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 1,4 \cdot 1,15}{21 \cdot 0,46} = 3000 \text{ лм}$$

Вибираємо лампу КЛЛ типу NAVIGATOR 94 078 NCL-SH-55-840-E27 з  $P_n = 55 \text{ Вт}$ ,  $\Phi_{л} = 3250 \text{ лм}$ , 8000 год [3]. Вибираємо світильник ГСП 17.[2]

Розраховуємо фактичну освітленість

$$E_{\phi} = 200 \cdot \frac{3250 \cdot 1}{3000} = 216,7 \text{ лк}$$

Обчислюємо відхилення освітленості

$$E = \frac{216,7 - 200}{200} \cdot 100 \approx 8,35 \%$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 55 \cdot 1 \cdot 21 = 1155 \text{ Вт.}$$

Таблиця 3.1 - Розподіл освітлювальної електропроводки на групи

Номер та тип щитка	Номер групи	Номер приміщення на плані	Кількість ламп	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
ЩО ЩО 8505-0203	1	1	16	0,768	Технологічне освітлення
	2	2	21	1,155	Технологічне освітлення

Визначаємо струм групи освітлювального щитка:

$$I_{сп1} = \frac{0,768 \cdot 10^3}{220} = 3,49 \text{ А;}$$

$$I_{сп2} = \frac{1,155 \cdot 10^3}{220} = 5,25 \text{ А.}$$

Вибираємо тип освітлювального щитка від кількості груп: ЩО 8505-0203 – на 2 групи

Для всіх трьох груп освітлювального щитка вибираємо провід типу АППВ 2×2,5 у якого  $I_{дон} = 17 \text{ А}$

Визначаємо втрату напруги для груп освітлювального щитка ЩО 8505-0203:

$$\Delta U_1 = \frac{0,768 \cdot 32}{12,8 \cdot 2,5} = 0,8 \%$$

$$\Delta U_2 = \frac{1,155 \cdot 48}{12,8 \cdot 2,5} = 1,7 \%$$



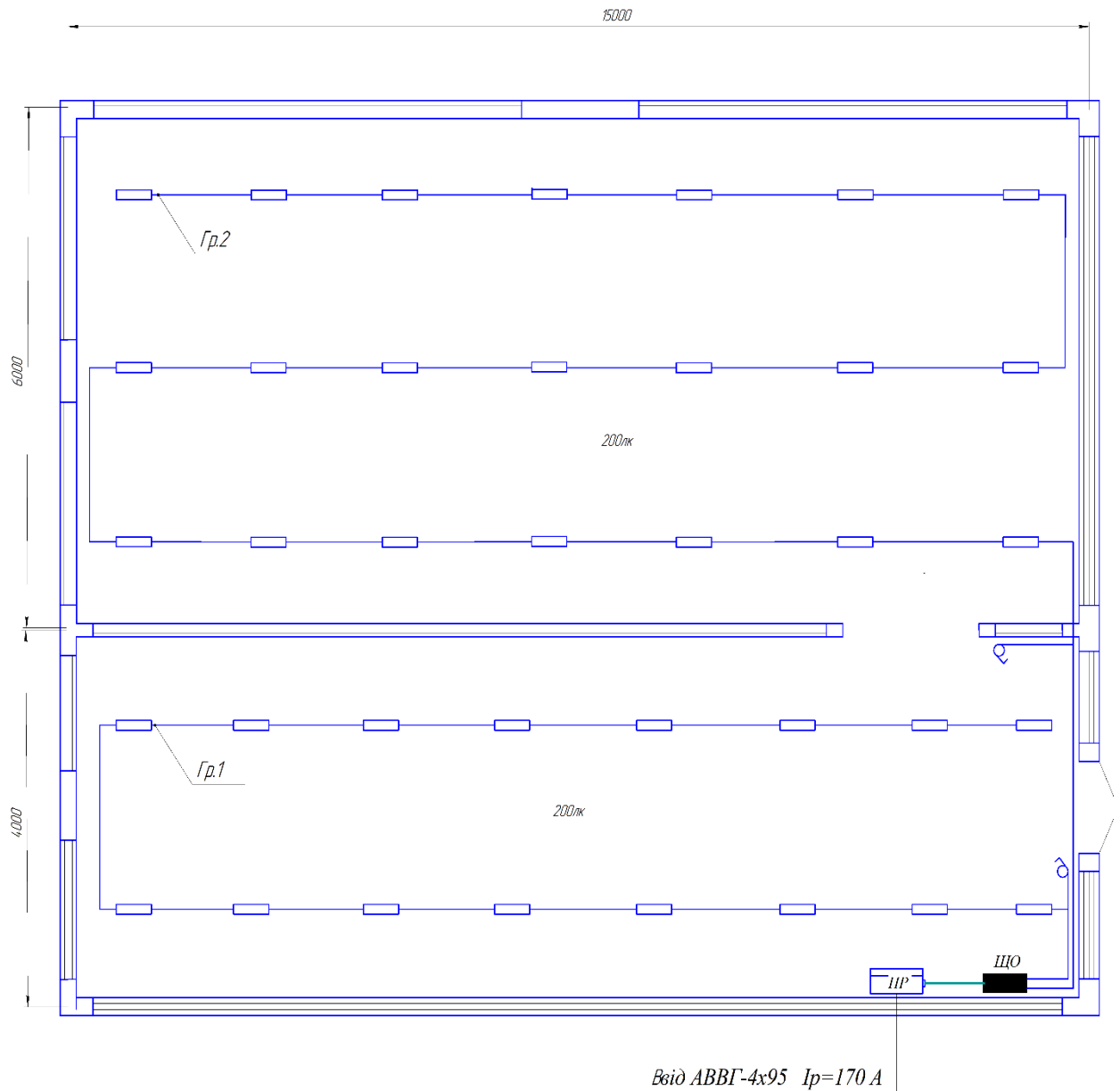


Рисунок 3.1 - План силової майстерні з нанесення освітлювальної проводки для ККЛ.

### 3.2 Розрахунок мережі освітлення з світлодіодними лампами

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників

$$H_p = 4 - (0,2 + 0,8) = 3 \text{ м}$$

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах

$$L = 0,75 \cdot 3 = 2,2 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників

$$n_p = \frac{4}{2,2} \approx 1,8 \text{ м}$$

Приймаємо  $n_p = 2$ .

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін

$$L_c = 0,3 \cdot 2,2 = 0,66 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо

$$L_B = \frac{4 - 2 \cdot 0,66}{2 - 1} = 2,68 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_a = \frac{2,2^2}{2,68} = 1,81 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду

$$n_a = \frac{15 - 2 \cdot 0,66}{1,81} = 7,6$$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_A = \frac{15 - 2 \cdot 0,66}{8 - 1} = 1,95 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо

$$N = 2 \cdot 8 = 16$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{15 \cdot 4}{3 \cdot (15 + 4)} = 1,053$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника

$$\Phi_{p.c} = \frac{200 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 1,4 \cdot 1,15}{16 \cdot 0,53} = 2278,3 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампу світлодіодну типу E27 25Вт  $P_n = 25 \text{ Вт}$ ,  $\Phi_n = 2350 \text{ лм}$ , час горіння більше 40000 год

Розраховуємо фактичну освітленість

$$E_\phi = 200 \cdot \frac{2350 \cdot 1}{2278,3} = 206,3 \text{ лк.}$$

Обчислюємо відхилення освітленості

$$E = \frac{206,3 - 200}{200} \cdot 100 \approx 0,03 \%$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 25 \cdot 1 \cdot 16 = 400 \text{ Вт.}$$

Розміри другого приміщення  $15 \times 6 \times 4$

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників

$$H_p = 4 - (0,2 + 0,87) = 2,9 \text{ м}$$

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах

$$L = 0,75 \cdot 2,9 = 2,18 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників

$$n_p = \frac{6}{2,18} \approx 2,75$$

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін

$$L_c = 0,3 \cdot 2,18 = 0,65 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо

$$L_B = \frac{6 - 2 \cdot 0,65}{3 - 1} = 2,35 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_a = \frac{2,18^2}{2,35} = 2,02 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду

$$n_a = \frac{15 - 2 \cdot 0,65}{2,02} = 6,78 \text{ м}$$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо

$$L_A = \frac{15 - 2 \cdot 0,65}{7 - 1} = 2,28 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо

$$N = 3 \cdot 7 = 21$$

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{15 \cdot 6}{2,9 \cdot (15 + 6)} = 1,49$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника

$$\Phi_{p.c} = \frac{200 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 1,4 \cdot 1,15}{21 \cdot 0,8} = 1725 \quad \text{лм}$$

Вибирає]

Розраховуємо фактичну освітленість

$$E_{\phi} = 200 \cdot \frac{1700 \cdot 1}{1725} = 197,1 \quad \text{лк}$$

Обчислюємо відхилення освітленості

$$E = \frac{197,1 - 200}{200} \cdot 100 \approx -0,01 \quad \%$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 18 \cdot 1 \cdot 21 = 378 \quad \text{Вт}$$

Таблиця 3.2 Розподіл освітлювальної електропроводки на групи

Номер та тип щитка	Номер групи	Номер приміщення на плані	Кількість ламп	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
ЩО ОП-34ХЛ4	1	1	16	0,400	Технологічне освітлення
	2	2	21	0,378	Технологічне освітлення

Визначаємо струм групи освітлювального щитка:

$$I_{zp1} = \frac{0,400 \cdot 10^3}{220} = 1,82 \quad \text{А}$$

$$I_{zp2} = \frac{0,378 \cdot 10^3}{220} = 1,72 \quad \text{А}$$

Вибираємо тип освітлювального щитка від кількості груп: ОП-34ХЛ4 – на 3 групи

Вибираємо автоматичні вимикачі для груп 1, 2 освітлювального щитка серії ВА 2006 з  $I_{ном,p1} = 1,82 \text{ А}$ ,  $I_{ном,p2} = 1,72 \text{ А}$

Для всіх трьох груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ППВ  $2 \times 2,5$  у якого  $I_{дон} = 17$  А [5]. У якого допустимий струм є більший ніж робочий струм кожної групи:

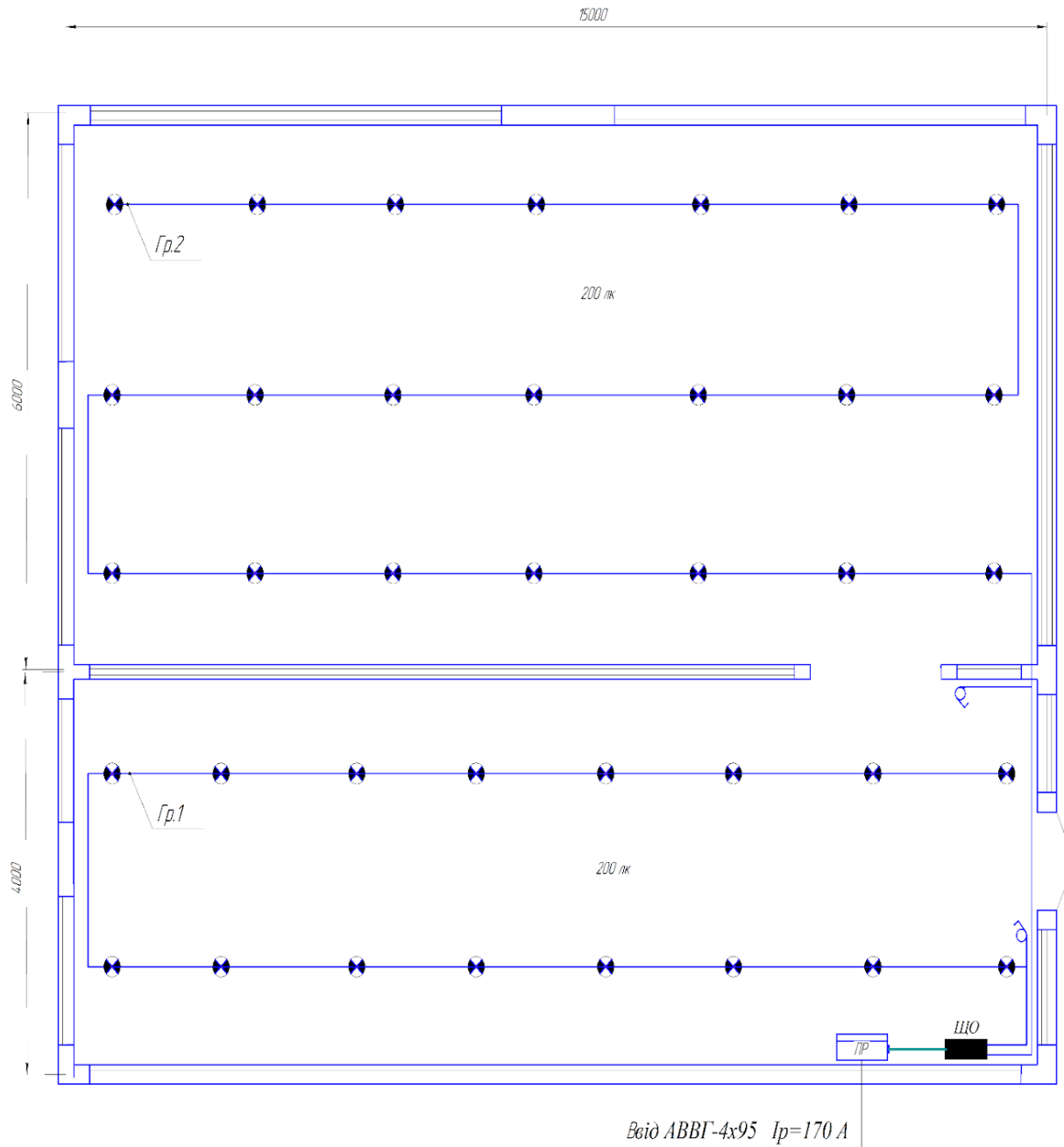


Рисунок 3.2 - План силової майстерні ТзОВ «ЕКУ» з нанесенням освітлювальної проводки для світлодіодних ламп

Для першої групи –  $1,82 < 17$  А;

Для другої групи –  $1,09 < 17$  А;

Визначаємо втрату напруги для груп освітлювального щитка ОП-34ХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{0,400 \cdot 32}{6,8 \cdot 2,5} = 0,8 \%$$

$$\Delta U_2 = \frac{0,378 \cdot 48}{6,8 \cdot 2,5} = 1,06 \%$$

## **4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПРИПЛИВНО – ВИТЯЖНОЇ УСТАНОВКИ СИЛОВОЇ МАЙСТЕРНІ**

### **4.1 Теоретичні основи припливно-витяжної вентиляції**

Припливно-витяжна вентиляція є ключовим елементом забезпечення комфортних та безпечних умов у приміщеннях, особливо в промислових майстернях. Її основна мета — підтримка оптимальних параметрів повітря (температури, вологості, складу), що сприяє підвищенню продуктивності праці, збереженню здоров'я персоналу та продовженню терміну служби обладнання.

#### **Основні функції припливно-витяжної вентиляції**

1. Оновлення повітря: Вентиляція забезпечує видалення відпрацьованого, забрудненого або насиченого шкідливими речовинами повітря та заміну його свіжим.
2. Регулювання мікроклімату: Система допомагає підтримувати оптимальні рівні температури та вологості, що є критично важливим для комфортної роботи.
3. Захист від шкідливих речовин: Відведення пилу, диму, газів і парів, які утворюються внаслідок технологічних процесів.
4. Економія енергії: Сучасні вентиляційні системи використовують технології рекуперації тепла, що дозволяє знижувати витрати на обігрів або охолодження повітря.

#### **Типи вентиляційних систем**

1. Природна вентиляція:
  - Принцип дії: Обмін повітря відбувається завдяки різниці температур і тисків між внутрішнім та зовнішнім середовищем.
  - Переваги:

- Низька вартість встановлення і експлуатації;
- Простота конструкції.
- Недоліки:
  - Неможливість точного регулювання обсягів повітря;
  - Залежність від погодних умов.
- Застосування: Використовується в будівлях з невеликим рівнем забруднення повітря.

## 2. Механічна вентиляція:

- Принцип дії: Використання вентиляторів, насосів або компресорів для примусового обміну повітря.
- Переваги:
  - Незалежність від зовнішніх умов;
  - Можливість регулювання параметрів мікроклімату.
- Недоліки:
  - Високі витрати на обладнання та обслуговування.
- Застосування: Використовується у промислових приміщеннях та будівлях з високими вимогами до повітряного обміну.

## 3. Припливна вентиляція:

- Принцип дії: Свіже повітря подається у приміщення, створюючи легкий надлишковий тиск, який витісняє відпрацьоване повітря через природні або спеціальні витяжні отвори.
- Переваги:
  - Контрольований приток свіжого повітря;
  - Ефективне охолодження у літній період.
- Недоліки:
  - Не завжди ефективна без витяжної системи.
- Застосування: Офіси, житлові будівлі, невеликі промислові об'єкти.

## 4. Витяжна вентиляція:



- Принцип дії: Забруднене повітря витягується з приміщення, створюючи невеликий вакуум, який компенсується за рахунок природного припливу свіжого повітря.
- Переваги:
  - Ефективно видаляє шкідливі речовини.
- Недоліки:
  - Можливий недостатній приплив свіжого повітря.
- Застосування: Промислові майстерні, кухні, санвузли.

#### 5. Припливно-витяжна вентиляція:

- Принцип дії: Поєднує приплив і витяжку повітря в єдиній системі, забезпечуючи збалансований повітрообмін.
- Переваги:
  - Можливість точного налаштування параметрів;
  - Використання рекуператорів для економії енергії.
- Недоліки:
  - Висока вартість встановлення і обслуговування.
- Застосування: Промислові приміщення, великі офісні будівлі, лабораторії.

#### **Види припливно-витяжної вентиляції**

1. Загальнообмінна: Забезпечує рівномірний обмін повітря по всьому приміщенню.
2. Місцева: Забезпечує очищення або подачу повітря в конкретні зони (наприклад, витяжки над технологічними установками).
3. Аварійна: Використовується для швидкого очищення повітря в екстрених ситуаціях (наприклад, при витокі шкідливих речовин).

#### **Ефективність вентиляційних систем**

Сучасні припливно-витяжні системи оснащуються автоматичним керуванням, що дозволяє:

- Регулювати обсяги повітрообміну залежно від кількості людей у приміщенні;
- Оптимізувати витрати енергії завдяки рекуперації тепла;
- Підвищувати якість повітря за рахунок фільтрів, які затримують пил, алергени та шкідливі домішки.

Правильно спроектована припливно-витяжна вентиляція забезпечує ефективний повітрообмін, підтримує комфортний мікроклімат і сприяє економії енергії. Це особливо важливо для силових майстерень, де технологічні процеси можуть виділяти велику кількість тепла та шкідливих речовин.

Припливно-витяжна вентиляція — це організована система, яка забезпечує подачу очищеного та обробленого повітря в приміщення і одночасне видалення відпрацьованих повітряних мас. Вона відіграє ключову роль у створенні комфортного мікроклімату та забезпеченні відповідності санітарно-гігієнічним нормам.

### **Енергоефективність припливно-витяжних систем**

Сучасні припливно-витяжні установки, особливо з використанням технології рекуперації тепла, є одним із найекономічніших рішень для вентиляції приміщень. Рекуператори дозволяють утилізувати теплову енергію відпрацьованого повітря для підігріву свіжого, що надходить у приміщення. Це дозволяє суттєво знизити витрати на опалення, що особливо важливо у виробничих майстернях та інших приміщеннях зі специфічними умовами роботи.

### **Переваги припливно-витяжної вентиляції**

1. Економічність: Використання рекуперації тепла дозволяє мінімізувати енергетичні витрати на обігрів повітря.
2. Простота обслуговування: Такі системи не вимагають складного технічного догляду, що зменшує експлуатаційні витрати.

3. Низький рівень шуму: Сучасні установки працюють тихо і не створюють дискомфорту для персоналу.
4. Відсутність вібрацій: Системи спроектовані так, щоб не генерувати коливань, що позитивно впливає на довговічність обладнання.

### **Застосування припливно-витяжної вентиляції у силових майстернях**

У даній силовій майстерні використовується припливно-витяжна вентиляційна установка ПВУ-4М. Вона розроблена для забезпечення вентиляції та обігріву приміщень, які мають специфічні умови експлуатації, зокрема:

- Високий рівень вологості;
- Підвищену запиленість повітря;
- Наявність задимлення, що утворюється під час роботи;
- Обмеженість у використанні традиційних систем опалення (наприклад, газових).

### **Технічні особливості установки ПВУ-4М**

Припливно-витяжна установка ПВУ-4М є універсальним рішенням для приміщень, які вимагають стабільного обігріву та вентиляції. Її конструкція дозволяє ефективно справлятися із завданнями очищення повітря, підтримки температурного балансу та видалення шкідливих домішок. Функціональна схема роботи установки забезпечує послідовність таких процесів:

1. Збір відпрацьованого повітря з приміщення;
2. Фільтрація повітря від пилу та забруднень;
3. Передача теплової енергії через рекуператор;
4. Подача свіжого підігрітого повітря в приміщення.

Ця установка є оптимальним вибором для приміщень, які потребують постійного обігріву та вентиляції, з мінімальними витратами енергії. Її

функціональна схема наведена на рисунку 5.1, що демонструє основні етапи процесу обробки повітря.

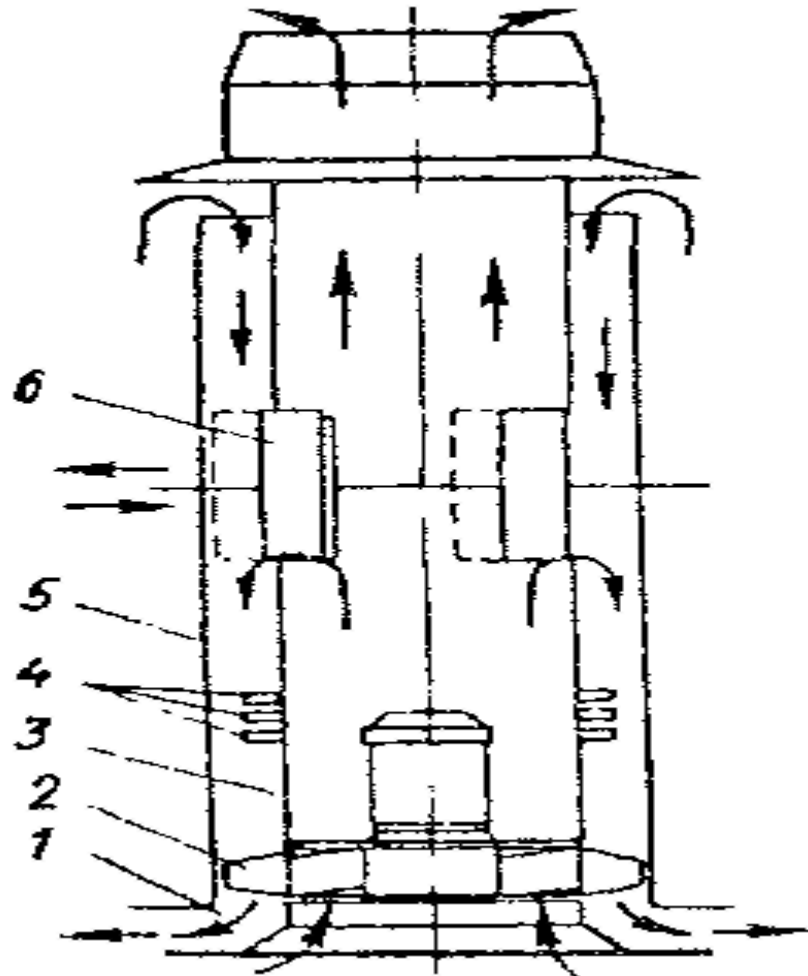


Рисунок 4.1 - Функціональна схема припливно витяжної установки ПВУ – 4М: 1 – кільцевий канал; 2 – робоче колесо вентилятора; 3 – внутрішній повітропровід; 4 – електронагрівачі; 5 – корпус; 6 – заслінки

Комплекси припливно-витяжних установок розроблені для забезпечення вентиляції та обігріву різних типів приміщень. До кожного комплексу входять шість комбінованих установок, які об'єднують функції подачі свіжого повітря та видалення відпрацьованого. Переміщення повітря здійснюється за допомогою двоконтурного робочого колеса 2 (рис. 1) вентилятора, що має два ряди лопаток.

Внутрішній ряд лопаток відповідає за видалення відпрацьованого повітря через внутрішній повітропровід, тоді як зовнішній ряд спрямовує свіже повітря через кільцевий канал 1, розташований між корпусом 5 та внутрішнім

повітропроводом 3. Для організації рециркуляції повітря комплекси оснащені змішувальними заслінками 6. У холодну пору року система використовує нагрівальні елементи 4 для підігріву припливного повітря.

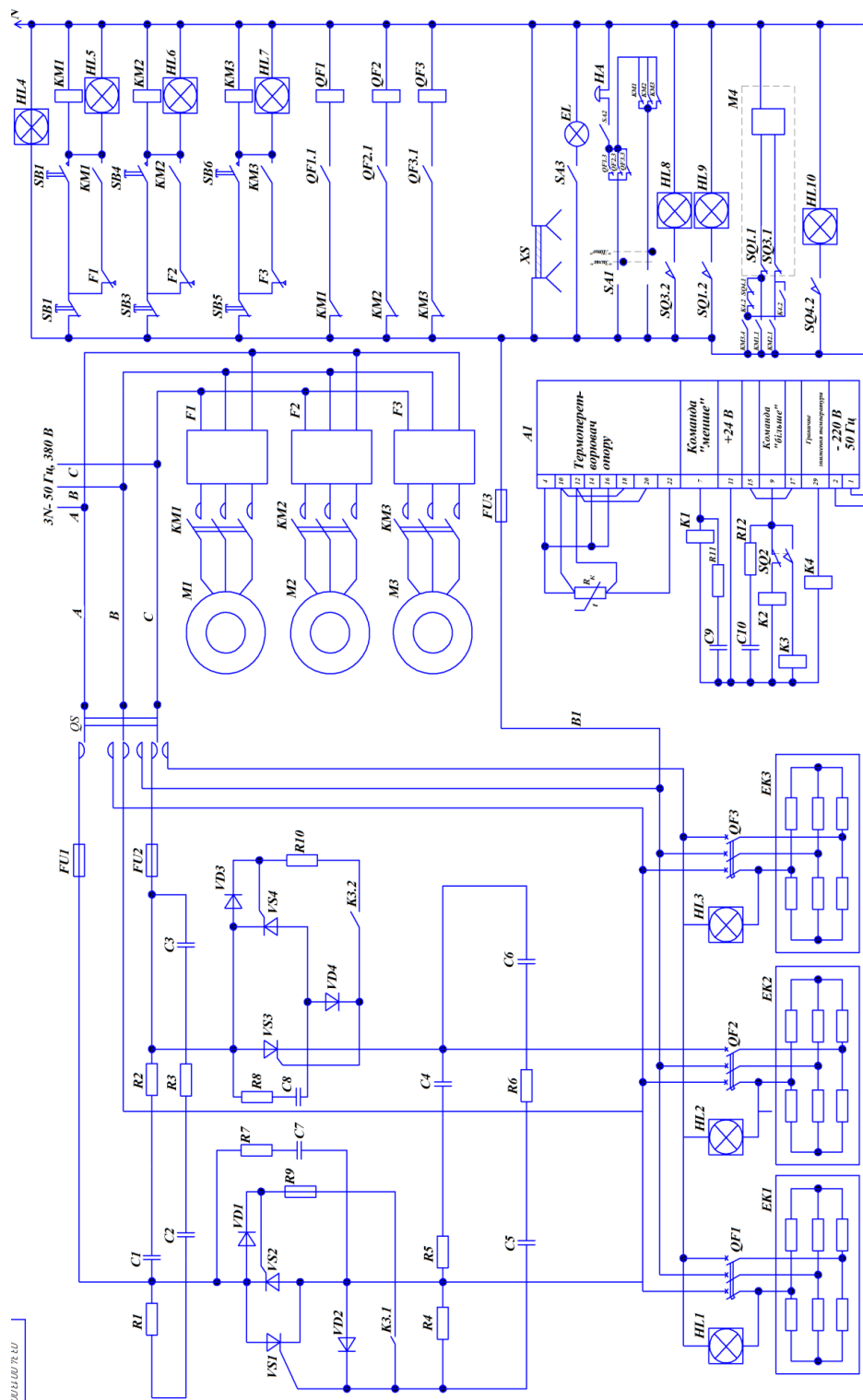


Рисунок 4.2 - Принципіальна електрична схема припливно – витяжної установки ПВУ – 4М

Теплообмін між відпрацьованим і свіжим потоками відбувається через стінки внутрішнього повітропроводу, що дозволяє передати 5–7 % теплової

енергії відпрацьованого повітря свіжому потоку. Це значно підвищує енергоефективність системи. Схема управління установкою ПВУ-4М представлена на рис. 5.2.

Система управління припливно-витяжною вентиляцією забезпечує автоматичне регулювання температури повітря в приміщенні. При зниженні температури нижче заданого значення система закриває регулювальні заслінки та змінює потужність нагрівальних елементів відповідно до ПІ-закону. У разі підвищення температури заслінки автоматично відкриваються.

Електродвигуни вентиляторів (М1-М3) керуються кнопковими постами (SB1-SB6), а нагрівальні елементи активуються лише після ввімкнення вентиляторів, завдяки використанню автоматичних вимикачів (QF1-QF3) із незалежними розчіплювачами. Для вибору режиму роботи нагрівальних елементів (ручний або автоматичний) використовується перемикач QS.

В автоматичному режимі живлення нагрівальних елементів здійснюється через блок силових тиристорів (VS1-VS4). Регулювальні заслінки керуються виконавчим механізмом М4, який отримує команди від температурного регулятора Л1. Сигнал від датчика температури РК передається на вхід регулятора, де він порівнюється із заданим значенням температури. У разі розбіжності формується сигнал непогодження, який через реле (К1, К2) керує виконавчим механізмом для зміни положення заслінок.

Коли заслінки досягають положення «Норма рециркуляції» (контроль здійснює кінцевий вимикач SQ2), але температура в приміщенні залишається нижчою від норми, реле К3 активує тиристори (VS1-VS4), ввімкнувши нагрівальні елементи ЕК1-ЕК3. Якщо температура продовжує знижуватися і досягає критичного рівня, реле К4 переводить заслінки в режим «100% рециркуляції», забезпечуючи повернення теплого повітря в приміщення. При підвищенні температури процес регулювання змінюється у зворотному напрямку.

Для захисту електродвигунів вентиляторів від аварійних ситуацій використовуються фазочутливі пристрої захисту (F1, F2, F3). Нагрівальні

елементи захищені автоматичними вимикачами (QF1-QF3), а тиристори – плавкими запобіжниками (FU1, FU2).

Всі елементи управління та захисту встановлені в шафі керування (Ш9202-4474УХЛЗ.1), яку монтують у електросиловому приміщенні. Відстань від шафи до стін приміщення має бути не менше 200 мм. Проводи вводять через герметичні сальникові штуцери, а кабель датчика температури підключають через окремий ввід. Опір провідників кабелю не повинен перевищувати 1 Ом, а датчик температури розташовують у зоні без впливу припливного повітря.

Перед введенням системи в експлуатацію проводиться налаштування регулятора температури А1 (типу РС29.2) та фазочутливого захисту ФУЗ-М згідно з технічною документацією.

Одна установка ПВУ-4М здатна подавати 5 тис. м<sup>3</sup>/год припливного повітря та видаляти 4,5 тис. м<sup>3</sup>/год відпрацьованого. Потужність нагрівальних елементів становить 15 кВт. Осьовий вентилятор приводиться в дію електродвигуном потужністю 1,1 кВт, а механізм заслінок працює від мотора-редуктора потужністю 0,55 кВт.

#### **4.2 Аналіз енергозберігаючої установки припливно – витяжної вентиляції. Розрахунок силової частини**

Дана припливно – витяжна установка ПВУ – 4М забезпечується роботою за допомогою трьох асинхронних електродвигунів які мають однакову потужність і характеристики які наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Асинхронні двигуни установки ПВУ – 4М та їх характеристики.

Тип електродвигуна	Р <sub>н</sub> , кВт	U, В	I <sub>н</sub> , А	IP
AIP 80 B6	1,1	220/380	3,2	54
AIP 80 B6	1,1	220/380	3,2	54
AIP 80 B6	1,1	220/380	3,2	54

Визначаємо пускові струми електродвигунів

$$I_n = 3,2 \cdot 5,3 = 16,96 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА-51-25:

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$20 > 3,2 \text{ А}$$

$$25 > 3,2 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок не спрацювання теплового розчіплювача

$$n = \frac{3,2}{25} = 0,1$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМЛ - 1230:

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$10 > 3,2 \text{ А}$$

$$10 > 3,2 \cdot 5,3/6 \text{ А}$$

$$10 > 2,8 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле РТ-S-16( $I_n = 12 \dots 18 \text{ А}$ ).

Таблиця 4.2 - Перелік пуско-захисного обладнання

Марки електродвигунів	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	Марки електромагнітних пускачів	$I_n$ , А	Марки автоматичних вимикачів	$I_n$ .а., А	$I_n$ .р., А
АІР 80 В6 (ІІІ)	1,1	3,2	ПМЛ - 1230	10	ВА-51-25	25	20

Для прикладу вибираємо кабель, який буде жити три двигуни, від мережі марки АВВГ 4х2,5  $I = 19 \text{ А}$ .

$$I_{\text{макс.р}} = 1 \cdot 3,2 = 3,2 \text{ А};$$

$$I_{\text{доп}} = 1 \cdot 20 = 20 \text{ А};$$

$$20 \text{ А} > 3,2 \text{ А}.$$

Таблиця 4.3 - Марки кабелів для живлення двигунів установки ПВУ – 4М

№ п/п	Найменування обладнання	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка кабеля, провода	$I_{\text{доп}}$ , А
1	АІР 80 В6 (ІІІ)	1,1	3,2	АВВГ 4×50	20



Управління, запуск установки ПВУ – 4М здійснюється із силової шафи керування шафі керування Ш9202-4474УХЛЗ.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Система управління охороною праці (СУОП) – це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових безпечних і високопродуктивних умов праці. Створення цієї системи здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдання і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації. Головна мета управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму і профзахворюванням.

Заходи для забезпечення створення СУОП:

- розробити і затвердити на підприємстві положення про організацію управління охорони праці;
- щорічно оформляти наказ про призначення осіб відповідальних за стан охорони праці в галузях і на дільницях, а також безпечне використання об'єктів підвищеної небезпеки (котлів і посудин, що працюють під тиском, експлуатація вантажопідйомних машин, газового господарства, пестицидів);
- оформлення наказу про визначення персональних обов'язків з охорони праці усіх спеціалізацій, керівників дільниць та інших службових осіб;
- щорічне проведення паспортизації умов праці, технічних засобів безпеки і технічного стану робочих місць;

- складання планів роботи з охорони праці, комплексне, річне і оперативне планування;
- організація заходів матеріально і морального стимулювання щодо охорони праці;
- впровадження державних, галузевих стандартів, а також розроблення на їх основі стандартів підприємства;
- проведення розслідування і вивчення причин травм, пожеж їх аналіз і облік, а також розробка заходів щодо їх застосування;
- вивчення узагальнення, впровадження передового досвіду з охорони праці;
- організація аудиту охорони праці, лабораторні дослідження умов праці, оцінку технічного стану виробничого плану, атестація робочих місць.

Суб'єктом управління в СУОП на підприємстві в цілому є керівник, а в цехах, на виробничих дільницях і в службах – керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Організаційно - методичну роботу по управлінню охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює служба охорони праці підприємства, що підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства. Суб'єкт управління аналізує інформацію про стан охорони праці на структурних підрозділах підприємства та приймає рішення спрямовані на проведення фактичних показників охорони праці у відповідність з нормами. Об'єктом управління СУОП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому.

Згідно Закону України „Про охорону праці” фінансування охорони праці здійснюється власником підприємства. Працівник не несе ніяких витрат на заходи щодо охорони праці. У господарстві створенні фонди охорони праці

відповідно до Положення про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці.

Власники підприємства визначає порядок управління фондами підприємства, призначає відповідальних за це осіб. Кошти фондів підприємства використовуються на виконання комплексних заходів, що забезпечують досягнення встановлених нормативів з охорони праці, а також на подальше підвищення рівня охороною праці на виробництві відповідно до визначеного переліку.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком. Фінансування заходів по охороні праці здійснюється у відповідності нормам і зображено у таблиці 4. 1.

Таблиця 5. 1 - Фінансування заходів з охорони праці

Показники	Рік	
	2022	2023
Загальні витрати по господарству, грн.:	1922	2150
- на ЗІЗ	620	755
- на лікувально-профілактичне оздоровлення	1302	1495

Виходячи з даних таблиці 4.1 можна зробити висновок, що фінансування охорони праці за останні роки збільшується на 15%, це пов'язано із

збільшенням реалізованої продукції, оскільки щорічно від суми реалізованої продукції господарство виділяє 0,8% коштів на фінансування заходів з охорони праці. Отже, згідно чинного законодавства ця сума не повинна бути меншою 0,5%.

Аналіз умов праці, побуту і профілактики травматизму дозволяє виявити причини і визначити закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики виробничого травматизму. Для аналізу виробничого травматизму застосовують такі основні методи: статистичний, топографічний, монографічний, економічний, метод анкетування, метод експертних оцінок.

На основі даних показників визначають динаміку виробничого травматизму, професійної та загальної захворюваності за відповідний період, яка дозволяє оцінити стан охорони праці на підприємстві, правильність обраних напрямків щодо забезпечення здорових та безпечних умов праці.

Таблиця 5. 2. - Аналіз умов праці та травматизму

Показники	2021	2022	2023
Середньомісячна кількість працівників, чол	324	335	352
Число потерпілих з втратою працездатності, чол	2	1	1
Число потерпілих з смертельним наслідком, чол	-	-	-
Кількість днів непрацездатності, днів	80	40	35
Показник частоти травматизму	6,17	2,99	2,84
Показник важкості травматизму	40	40	35
Показник непрацездатності	246,9	119,4	99,43

У господарстві на відповідному рівні організовані всі виробничі процеси та побут працівників для підвищення продуктивності праці. Для безпечної роботи персоналу з працівниками проводяться інструктажі по охороні праці. На кожному об'єкті та на робочих місцях розміщено інструктажі з вимогами техніки безпеки.

Для профілактики виробничого травматизму у господарстві впроваджують нові технології які сприяють охороні праці. На відповідних об'єктах впроваджують автоматичні блокуючі пристрої, створюють місцеву вентиляцію і систему кондиціонування повітря, освітлення окремих робочих місць на даний момент перебуває у належному стані, за рахунок модернізації освітлювального обладнання. Аналіз стану виробничого травматизму проводиться щорічно і за остання три роки наведені у таблиці 5.2.

## **5.2 Розробка заходів щодо покращення стану охорони праці**

Розрізняють такі основні заходи щодо покращення стану охорони праці у господарстві:

- обладнати кабінет з охорони праці, з метою ефективного навчання персоналу, встановити необхідні плакати, стенди;
- удосконалення нормативної бази з питань охорони праці;
- укомплектування щитів пожежної безпеки ящиками з піском і необхідним інвентарем;
- встановлення відсутності освітлювальних приладів, покращення освітленості робочих місць;
- відновлення заземлення корпусів та відновити пошкоджену ізоляцію струмоведучих частин електроустановок;
- забезпечення працівників ЗІЗ ;
- покращити природу і при необхідності створити штучну вентиляцію;

- професійний добір працівників з окремих професій;
- провести паспортизацію та атестацію необхідних робочих місць.

### **5.3 Пожежна безпека**

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України „Про пожежну безпеку”, та інші закони, постанови, укази.

Попередження розповсюдження пожеж, в основному забезпечується пожежною безпекою будівель і споруд і забезпечується; правильним вибором необхідного ступеня вогнестійкості будівель та споруд, розташування приміщень з урахуванням вимог пожежної безпеки, встановлення протипожежних перешкод, проектування шляхів евакуації. Згідно діючого законодавства відповідальність за утримання промислового підприємства у належному протипожежному стані покладається безпосередньо на керівника підприємства.

Власником розробленні комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, розробленні та затвердженні положення, інструкції, інші нормативні акти, що діють в межах підприємства, здійснює постійний контроль за їх додержанням, забезпечено додержання протипожежних вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду, утримання в справному стані засобів протипожежного захисту, пожежну безпеку, обладнання та інвентар.

Для запобігання пожежам на складах нафтопродуктів останні зберігають у спеціально обладнаних резервуарах, які встановлені на фундаментах. Усі заправні ємності заземлені, а вся територія нафтоскладу обнесена земляним валом.

## 5.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Забезпечення захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань не лише підприємства, але й цілої держави.

Актуальність проблеми забезпечення природо-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатися як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів рад.

Захист населення є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами влад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованими їм силами та підприємств, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Загрози життєво важливих інтересів громадян, держави, суспільства поділяються на зовнішні та внутрішні і виникають під час надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та воєнних конфліктів.

Зовнішні загрози безпосередньо пов'язані з безпекою життєдіяльності населення і держави у разі розв'язання сучасної війни або локальних збройних



конфліктів, виникнення глобальних техногенних екологічних катастроф за межами України, які можуть спричинити негативний вплив на населення та територію держави.

Внутрішні загрози пов'язані з надзвичайними ситуаціями техногенного і природного характеру або можуть бути спровоковані терористичними діями.

Принципи захисту впливають з основних положень Женевської конвенції щодо захисту жертв війни та додаткових протоколів до неї, можливого характеру воєнних дій, реальних можливостей держави щодо створення матеріальної бази захисту. З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має право проводитися спеціальний комплекс заходів.

Оповіщення та інформування, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення.

Спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою забезпечується створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості.

Укриття в захисних спорудах, якому підлягає усе населення відповідно до приналежності, досягається створенням фонду захисних споруд.

Евакуаційні заходи, які проводяться в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час, основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні.

Інженерний захист проводиться з метою виконання вимог ІТЗ із питань забудови міст, розміщення ПНО, будівлі будинків, інженерних споруд та інше.

Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідеміологічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки .

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічні розрахунки ми будемо проводити таким чином: ми зведемо всі види лампочок по терміну служби до тої яка має найбільший термін служби, так як найбільший термін служби мають світлодіодні лампи (40000 год.) ми будемо зводити до них. Таким чином ми зможемо визначити скільки потрібно разів замінювати одні види лампочок в порівнянні з іншими. Для подальших розрахунків складаємо таблицю, яка надає інформацію про види встановлених ламп, їх потужність, термін служби, споживану потужність, кількість і ціну.

Таблиця 6.1 - Загальна характеристика ламп

Тип лампи	Модель	Ціна, грн	Кількість ламп, шт	Потужність, кВт	Загальна споживана потужність	Термін служби тис.год.
КЛЛ	КЛС48/827 – 4U/TS – E27	86	16	0,048	0,768	8000
	NAVIGATOR 94 078 NCL-SH-55-840-E27	146	21	0,055	1,155	8000
Світлодіодна лампа	5630 98-SMD LED	195	16	0,025	0,400	40000
	Electrum LED A60 E27	124	21	0,018	0,378	40000

Розрахунок економічної частини проведемо на прикладі КЛЛ.

Визначимо кількість заміни КЛЛ по відношенню до світлодіодних ламп за формулою:

$$N_{\text{зж}} = \frac{T_{\text{сд}}}{T_{\text{ж}}} \quad (6.1)$$

де  $T_{\text{сд}}$  – термін служби світлодіодної лампи;

$T_{\text{ж}}$  – термін служби КЛЛ.

$$N_{зжс} = \frac{40000}{8000} = 5 \text{ разів.}$$

Визначимо суму затрачену на купівлю КЛЛ для приміщень за формулою:

$$H_3 = H_{л} \cdot N_{зжс} \cdot N \quad (6.2)$$

де  $H_{л}$  – ціна однієї лампи, грн;

$N$  – кількість ламп в приміщенні, шт.

Для першого приміщення

$$H_3 = 86 \cdot 5 \cdot 16 = 6880 \text{ грн.}$$

Для другого приміщення

$$H_3 = 146 \cdot 5 \cdot 21 = 15330 \text{ грн.}$$

Визначимо суму потрачену на заміну всіх КЛЛ на підприємстві з час 40 тис. год. за формулою:

$$H_{зз} = \sum H_3 \quad (6.3)$$

$$H_{зз} = 6880 + 15330 = 22210 \text{ грн.}$$

Визначаємо кількість затрачених коштів на оплату електроенергії для приміщень силової майтерні за формулою:

$$H_{ке} = P_{л} \cdot N \cdot N_{зжс} \cdot T_{жс} \cdot H_{ел} \quad (6.4)$$

Для першого приміщення

$$H = 0.048 \cdot 16 \cdot 5 \cdot 8000 \cdot 4.6 = 141312 \text{ грн}$$

Для другого приміщення

$$H = 0.055 \cdot 21 \cdot 5 \cdot 8000 \cdot 4.6 = 212520 \text{ грн}$$

Кількість затрачених коштів на оплату електроенергії всієї кузні визначимо за формулою:

$$H_{ке.заг} = \sum H_{ке} \quad (6.5)$$

$$H = 141312 + 212520 = 353832 \text{ грн.}$$

Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) визначаємо за формулою:

$$H = H_{33} + H_{\text{ке.заг.}} \quad (6.6)$$

$$H = 22210 + 353832 = 376042 \text{ грн.}$$

Для аналізу робимо розрахунки для світлодіодних ламп і результати заносимо в таблицю розрахунків.

Визначаємо кількість затрачених коштів на оплату електроенергії СД ламп для приміщень силової майтерні за формулою:

Для першого приміщення

$$H = 0,025 * 16 * 40000 * 4.6 = 73600 \text{ грн}$$

Для другого приміщення

$$H = 0,018 * 21 * 40000 * 4.6 = 69552 \text{ грн}$$

Кількість затрачених коштів на оплату електроенергії СД ламп всієї кузні визначимо за формулою:

$$H = 73600 + 69552 = 143152 \text{ грн.}$$

Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) визначаємо за формулою:

$$H = 5724 + 143152 = 148876 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.2 - Таблиця розрахунків

№ приміщення	Тип лампи	Кошти затрачені на купівлю, грн	Кошти затрачені на оплату ел. ен. грн	Всього, грн
1	КЛЛ	6880	141312	376042
2		15330	212520	
1	Світлодіодні	3120	73600	148876
2		2604	69552	

Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) становлять 376042 грн.

Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) становлять 148876 грн.

Як бачимо, витрати, затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.), в 2 рази перевищують витрати, затрачені на купівлю світлодіодних ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.).

## ВИСНОВКИ

У межах даної роботи було виконано комплексне проектування електричної інфраструктури для силової майстерні.

1. Розроблено силову схему, визначено параметри кабелів, засобів захисту та електричної апаратури для живлення верстатів.

2. Проведено аналіз систем освітлення із застосуванням компактних люмінесцентних і світлодіодних ламп, що дозволило обґрунтувати найкраще рішення для забезпечення енергоефективності.

3. Особливу увагу приділено вентиляційній системі приміщення, що базується на припливно-витяжній установці ПВУ-4М. Розроблено її електричну частину, включаючи вибір проводів та апаратури, які здатні забезпечити стабільну роботу системи за різних умов. Автоматичний контроль мікроклімату забезпечується системою регулювання температури. У разі зниження температури нижче норми система адаптує положення заслінок і активує нагрівальні елементи відповідно до ПП-закону. При підвищенні температури заслінки автоматично відкриваються, відновлюючи приплив свіжого повітря.

4. Здійснено економічний аналіз втрат. Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) становлять 376042 грн. Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.) становлять 148876 грн. Як бачимо, витрати, затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.), в 2 рази перевищують витрати, затрачені на купівлю світлодіодних ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (40000 год.).

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Романюк Ю. В. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. В. Романюк. – Івано-Франківськ : Факел, 1997. – 248 с.
2. Алексеев Б.А. Міжнародна конференція по вітроенергетиці / Електричні станції. 1996. №2.
3. Безруких П.П. Економічні проблеми нетрадиційної енергетики / Енергія: Екон., техн., екол. 1995. №8.
4. Дьяков А.Ф., Прокурорів Н.С., Перминов Е.М. Калмицька досвідчена вітрова електростанція / Електричні станції 1995. № 2.
5. Логинов В.Б. Новак Ю.И. Високоєфективні вітроенергетичні установки / Проблеми машинобудування й автоматизації. 1995. №1-8.
6. Селезньов И.С. Стан і перспективи робіт МКБ "Веселка" в області вітроенергетики / Конверсія в машинобудуванні. 1995. №5.
7. Соболев Я.Г. "Вітроенергетика" в умовах ринку (1992-1995 р.) / Енергія: Екон., техн. екол. 1995. №11.
8. Ципльонков П. С. Організація і планування електрифікації сільськогосподарського виробництва / П. С. Ципльонков. – К. : Вища школа 1980. – 544 с.
9. Саенко, Ю. Л. Реактивна потужність в системах електропостачання і нелінійним навантаженням / Ю. Л. Саенко// Автореф. дис. на здобуття наук, ступеня д-ра техн. наук, спец. 05.09.05 - теоретична електротехніка, НУ «Львівська політехніка», Львів, 2003.– 36 с.
10. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: підручник / М. С. Сегеда. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2007.– 488 с
11. Костін, М. О. Миттєва реактивна потужність у системах електричного транспорту постійною струму / М. О. Костін, О. І. Саблін, О. Г. Шейкіна, А. В. Петров // Гірничя електромеханіка та автоматика : наук.-техн. зб., 2007. – С. 3-8.



12. Щербина О. Енергія для всіх : технічний довідник / О. Щербина – Ужгород, вид-во В. Падяка, 2000. – 200 с.
13. Якимець В. Т. Методичні рекомендації до дипломного проектування для студентів напрямку підготовки “Енергетика та електротехнічні системи в АПК” ОКР ”Бакалавр” / В. Т. Якимець, С. В. Сиротюк. – Львів: Львівський НАУ, 2009. – 40 с.
14. Добровольська Л. Н. Про стан автоматизації компенсувальних установок і перспективи їх оснащення пристроями нового технічного рівня / Л. Н. Добровольська, І. О. Віт, І. П. Сосенко // Промелектро : Пром. електроенергетика та електротехніка. – 2008. – № 4. – С. 26 – 30.