

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

«МОДЕРНІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ
ПІДПРИЄМСТВА МХП «МИРОНІВСЬКИЙ ХЛІБОПРОДУКТ» З
РОЗРОБКОЮ ТРАНСПОРТУВАЛЬНОЇ ЛІНІЇ»

Виконав: студент IV курсу

групи Ен – 42 спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Ліпковський В.М.

Керівник: _____ Гошко М.О.

Рецензент: _____ Кригуль Р.Є.

ДУБЛЯНИ 2025

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

Р. _____

(підпис)
к.т.н., доцент Левонюк В.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ _____ ” _____ 2025_

року

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

Ліпковському В.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Модернізація мережі електропостачання цеху підприємства МХП «Миронівський хлібопродукт» з розробкою транспортувальної лінії»

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

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

затверджені наказом Львівського НУП 123/к-с від 25.02.25

р. _____

2. Строк подання студентом роботи 13.06.25

р. _____

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

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

Вступ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ З КОМПАКТНО ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМИ ЛАМПАМИ

РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ ЗІ СВІТЛОДІОДНИМИ ЛАМПАМИ

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Висновки

Перелік джерел посилання

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання 25.02.25 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Виконання аналізу вихідних даних для реконструкції підстанції та обчислення нормальних і аварійних режимів роботи</i>	25.02.2025 – 7.03.2025	
2	<i>Розробка схеми відкритих розподільчих пристроїв підстанції та вибір основного обладнання</i>	10.03.2025 – 14.03.2025	
3	<i>Розробка системи релейного захисту трансформатора на основі мікропроцесорного реле</i>	17.03.2025 – 18.04.2025	
4	<i>Виконання структурно-функціонального аналізу процесу та розробка моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій</i>	21.04.2025 – 2.05.2025	

Ліпковський В.М. Модернізація мережі електропостачання цеху підприємства МХП «Миронівський хлібопродукт» з розробкою транспортувальної лінії. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, 2025. 45 с. текстової частини, 12 таблиць, 11 рисунків, 15 джерел посилання.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання модернізації мережі електропостачання цеху підприємства МХП «Миронівський хлібопродукт» з розробкою транспортувальної лінії. Здійснено аналіз технічного стану існуючого обладнання цеху підприємства МХП та обґрунтовано доцільність його заміни. Також було розраховане освітлення з використанням різних типів ламп, а саме: компактних люмінесцентних ламп та світлодіодних ламп. Після розрахунків силової мережі для верстатів були вибрані кабелі та ПЗА. В роботі було розроблено основні параметри транспортувальної лінії. Проаналізовано заходи з охорони праці при монтажі та експлуатації пристроїв. Оцінено економічну ефективність запропонованих технічних рішень, визначено очікуваний економічний ефект та строк окупності.

Ключові слова: мережі електропостачання цеху, транспортувальні лінії, світлодіодні лампи.

ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку промисловості одним із найважливіших напрямів удосконалення виробництва є підвищення енергоефективності технологічних процесів. Особливої актуальності набуває модернізація електропостачання промислових об'єктів, яка дозволяє значно зменшити енергоспоживання, знизити експлуатаційні витрати та покращити надійність функціонування обладнання. Цехи харчової промисловості, зокрема підприємства агропромислового комплексу, такі як МХП «Миронівський хлібопродукт», споживають значну кількість електроенергії для освітлення, приводу технологічного обладнання, вентиляції, автоматизованих ліній транспортування продукції та інших виробничих потреб. Тому модернізація систем електропостачання таких об'єктів є важливою складовою загального процесу оптимізації виробничих витрат.

Найбільші можливості для підвищення енергоефективності в електроосвітлювальних установках полягають у вдосконаленні процесу перетворення електричної енергії в світлову. На рівень енергоспоживання освітлювальної системи при дотриманні встановлених норм освітленості впливають такі чинники:

- якісне проєктування схеми освітлення, що враховує оптимальне поєднання природного та штучного освітлення;
- впровадження адаптивного керування освітлювальними мережами;
- правильне оформлення інтер'єру й оздоблення поверхонь приміщень, що дозволяє підвищити коефіцієнт відбиття світла;
- підвищення світлової ефективності джерел світла, тобто отримання більшого світлового потоку на одиницю спожитої електроенергії;
- ефективне використання світильників з високим коефіцієнтом корисної дії;
- застосування вимикачів і регуляторів освітлення у місцях змінної потреби у світлі;

- використання стартерно-пускових пристроїв при експлуатації люмінесцентних ламп;
- раціональне планування розміщення світильників у просторі;
- зменшення коефіцієнта запасу в процесі проектування освітлювальних систем;
- використання автоматизованих систем керування та централізованого контролю освітлення;
- зниження запиленості повітря в робочих зонах, що впливає на світлорозсіювання;
- забезпечення чистоти вікон і світлових отворів для покращення використання природного освітлення.

У процесі модернізації особливу увагу варто приділяти застосуванню енергоощадного обладнання — світлодіодних ламп, високоефективних світильників, сучасних систем автоматизації та дистанційного керування освітленням. Завдяки впровадженню таких рішень можна досягти значної економії електроенергії, покращити умови праці працівників і зменшити навантаження на електромережу.

Крім того, в межах даної дипломної роботи розглядається проектування та впровадження транспортувальної лінії, що є невід'ємною частиною виробничого процесу. Вона дозволяє автоматизувати переміщення сировини або готової продукції між робочими зонами, зменшуючи витрати часу і ручної праці.

Отже, модернізація мережі електропостачання цеху підприємства МХП є не лише вимогою часу, але й стратегічним кроком на шляху до економічної доцільності, зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності праці та досягнення високих стандартів енергоефективності у харчовій промисловості.

Мета роботи: модернізація мережі електропостачання цеху.

Актуальність роботи: військові дії та нестача електроенергії в Україні стимулює до використання енергоефективних електричних джерел світла.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Миронівський хлібопродукт (МХП) — одна з найбільших агроіндустріальних компаній України, яка спеціалізується на виробництві м'яса птиці, рослинної олії, а також розробці кулінарних рішень для споживачів. Історія компанії розпочалася у 1998 році з одного підприємства, а сьогодні МХП — це міжнародна група з виробничими майданчиками не лише в Україні, але й на Балканах. Головний офіс компанії розташований у місті Київ, а дочірні підприємства працюють у Великій Британії, Нідерландах, Саудівській Аравії та інших країнах.

До складу компанії входить Ладизинська птахофабрика, розташована у місті Ладизин Вінницької області, на відстані приблизно 100 км від обласного центру — м. Вінниця. Цей виробничий майданчик є одним із ключових об'єктів МХП. На його території функціонує власна потужна електростанція 110/35/10 кВ, яка забезпечує енергоживлення всіх виробничих потужностей, що свідчить про високий рівень енергетичної автономності підприємства.

Основна діяльність підприємства в Ладизині зосереджена на вирощуванні птиці, переробці м'яса, а також на підготовці та зберіганні кормової сировини. Завдяки реалізованій у 2011 році програмі модернізації, підприємство досягло європейського рівня технічного оснащення, що дозволяє йому впевнено входити до топ-10 світових виробників м'яса птиці за рейтингом *WattPoultry.Top Companies*.

Загальна чисельність працівників Ладизинської птахофабрики становить близько 3000 осіб. Це робить підприємство одним із найбільших роботодавців у місті, населення якого становить приблизно 23 000 мешканців.

Для виконання курсового проєкту було обрано цех транспортування замороженої продукції загальною площею 121 м². Висота стелі в цеху — 8 метрів. Цей виробничий простір обладнано сучасною конвеєрною лінією, яка забезпечує переміщення продукції по технологічному ланцюгу. Конвеєрна

система складається приблизно зі 100 електродвигунів, які забезпечують рух стрічок та функціонування механізмів. Для розрахункових цілей було виділено 5 електродвигунів — по одному з кожної із п'яти логічно розділених груп (по 20 двигунів у кожній).

Цех не має підсобних приміщень чи зон для персоналу, оскільки він призначений виключно для транспортування продукції. Один з розглянутих підрозділів — механічний цех — має нормативне значення освітленості 150 лк. Усі приміщення відповідають вимогам охорони праці та промислової безпеки.

У таблиці 1.1 подано перелік основного електротехнічного обладнання, яке використовується в даному цеху, із зазначенням номінальної потужності кожної одиниці. Переважно це асинхронні електродвигуни, які живляться від трифазної мережі змінного струму.

МХП є не лише виробником м'яса, а й потужною кулінарною компанією, яка активно розвиває понад 15 продуктових брендів, зокрема: «Наша Ряба», «Апетитна», «Легко!», «Бацинський», «Секрети Шефа» та ін. Значна частина продукції — готова або напівготова, що відповідає сучасним трендам споживання.

Компанія експортує понад 50% своєї продукції у більш ніж 70 країн світу, включно з ЄС, країнами Близького Сходу та Африки. Крім того, вона є одним із провідних експортерів рослинної олії з України. У 2008 році МХП першою серед аграрних компаній України провела ІРО на Лондонській фондовій біржі, залучивши міжнародні інвестиції.

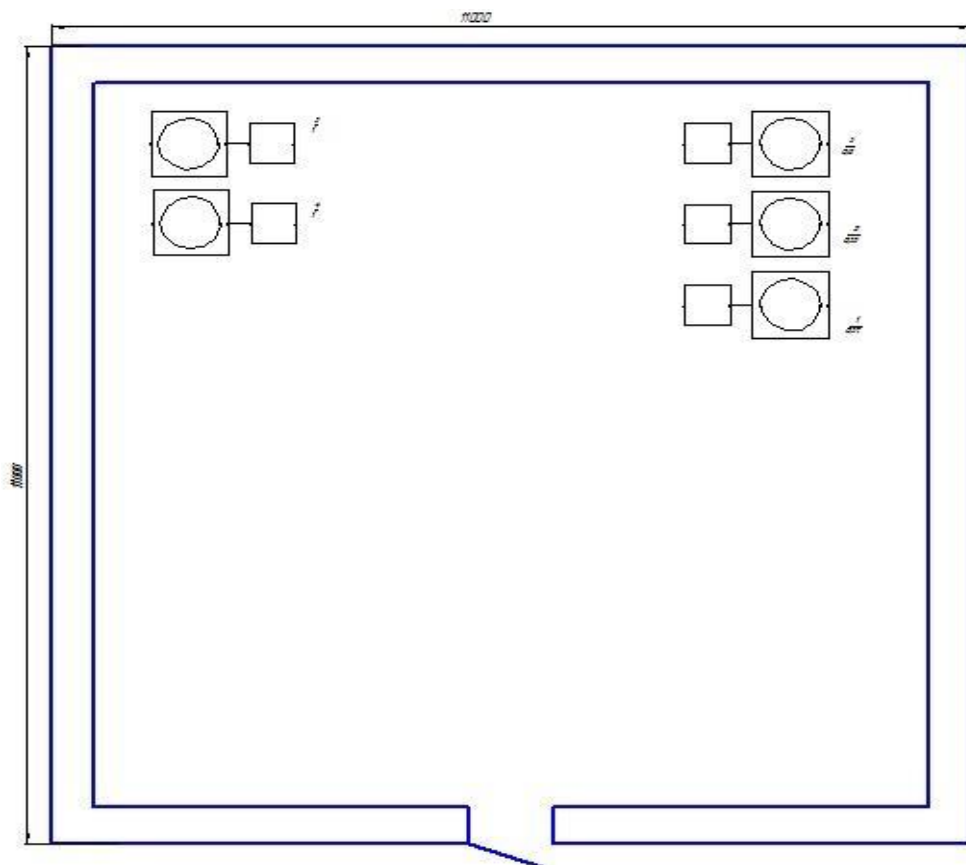
Для забезпечення високої якості продукції та стабільної роботи підприємств, МХП активно інвестує у розвиток технологій, модернізацію виробництва та автоматизацію процесів. Одним із прикладів таких інвестицій є створення Кулінарного центру з власною школою та лабораторією сенсорного аналізу, що дозволяє тестувати та впроваджувати інноваційні харчові рішення.

Таким чином, МХП — це сучасне високотехнологічне підприємство, яке не лише забезпечує населення якісними продуктами, а й дотримується міжнародних стандартів у галузях енергетики, виробництва, безпеки та управління якістю.

У таблиці 1.1 наведений перелік обладнання та їх потужність, яке знаходиться на підприємстві.

Таблиця 1.1 - Перелік обладнання та їх потужність

№ п/п	Найменування та марка обладнання	Номінальна потужність, кВт
1	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0,5 ISN	0.37
2	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0,5 MM-MO	0.55
3	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 ML	0.6
4	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 MM-mls	1
5	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 FSN	1



Рисунок

1.1 - План цеху по транспортуванню продукції на птахофабриці.

2 РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Загальна характеристика електропостачальних мереж

Система електропостачання — це сукупність технічних засобів, призначених для передачі та розподілу електричної енергії від джерела генерації до кінцевих споживачів. Вона є складовою частиною енергетичної системи та забезпечує надійне й безперебійне живлення електроустановок згідно з вимогами стандартів щодо якості електроенергії.

Силова мережа є основною частиною системи електропостачання і виконує функції передавання потужності та забезпечення споживачів необхідною напругою. Вона складається з трансформаторних підстанцій, повітряних і кабельних ліній, розподільчих пристроїв, захисної апаратури тощо. Надійна організація мережі є запорукою стабільної роботи як окремого підприємства, так і енергосистеми в цілому.

Класифікація мереж електропостачання

Електропостачальні мережі класифікуються за різними ознаками:

1. За рівнем напруги:

- Високовольтні (від 110 кВ і вище): застосовуються для передачі електроенергії на великі відстані.
- Середньої напруги (6–35 кВ): використовуються для розподілу електроенергії в межах промислових районів, міст і великих підприємств.
- Низьковольтні (0,4 кВ): подають електроенергію безпосередньо до споживачів.

2. За конструктивним виконанням:

- Повітряні мережі — характеризуються дешевизною монтажу та простотою обслуговування, але мають обмеження через погодні умови.

- Кабельні мережі — забезпечують високу надійність і безпеку, особливо в міських умовах, проте коштують дорожче.

3. За схемою побудови:

- Радіальні — прості у реалізації, але мають низьку надійність при відмовах.

- Кільцеві — дозволяють здійснювати резервне живлення при аваріях.

- Сітчасті — застосовуються в складних і відповідальних системах, де необхідна висока надійність.

4. За призначенням:

- Зовнішні мережі — з'єднують джерело електроенергії (електростанцію чи підстанцію) з вводами на підприємства.

- Внутрішні мережі — розподіляють електроенергію між споживачами в межах одного підприємства або будівлі.

Вимоги до електропостачальних мереж

До мереж електропостачання висувається ряд технічних, економічних та експлуатаційних вимог:

- Надійність — система повинна забезпечувати безперервне живлення споживачів навіть у разі відмови окремих елементів.

- Енергоефективність — зведення до мінімуму втрат електроенергії під час передачі та розподілу.

- Гнучкість — можливість швидкого перепідключення або модернізації без значних витрат.

- Безпека — дотримання норм електробезпеки для персоналу та користувачів.
- Економічність — оптимальне співвідношення між капітальними та експлуатаційними витратами.

Порівняння типів мереж за критерієм ефективності

Нижче наведено узагальнене порівняння основних типів мереж:

Тип мережі	Вартість	Надійність	Гнучкість	Сфера застосування
Радіальна	Низька	Низька	Обмежена	Невеликі об'єкти, села
Кільцева	Середня	Висока	Висока	Міські райони, підприємства
Сітчаста	Висока	Дуже висока	Дуже висока	Промислові зони, лікарні, дата-центри
Повітряна	Низька	Середня	Низька	Сільські райони
Кабельна	Висока	Висока	Висока	Міста, підземні комунікації

Тенденції розвитку систем електропостачання

Сучасні електропостачальні системи активно модернізуються з урахуванням концепції Smart Grid — "розумних" мереж, які включають елементи автоматизації, моніторингу, дистанційного керування та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Це дозволяє значно підвищити ефективність управління енергопотоками, зменшити аварійність та оптимізувати споживання.

Особливої актуальності набувають системи локального електропостачання (microgrid), які здатні функціонувати автономно від загальної енергосистеми. Такі рішення є перспективними для критичних

інфраструктур, військових об'єктів, сільських районів, а також сучасних виробничих підприємств.

2.2 Аналіз силового обладнання та електричних двигунів

У виробничому цеху з транспортування продукції на підприємстві МХП «Миронівський хлібопродукт» вже встановлено необхідне технологічне обладнання, тому в межах цього курсового проєкту відсутня потреба у повторному виборі силових агрегатів та електродвигунів. Відповідно, доцільним є лише представлення їх технічних характеристик у вигляді таблиці.

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, А
1	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0,5 ISN	6	0.37	1,2
2	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0,5 MM-MO	6	0.55	1,6
3	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 ML	6	0.6	1,7
4	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 MM-mls	5	1	2
5	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 FSN	5	1	2

Проаналізовані одиниці електрообладнання разом із відповідними електродвигунами відображаються у складі розрахунково-монтажної схеми силового електропостачання, яка подана на аркуші графічної частини №2. У цій схемі також вказано просторове розташування електроприводів на плані приміщення кузні.

2.3 Вибір пуско-захисного обладнання та розподільних пристроїв

Підбір апаратури здійснюється з урахуванням таких параметрів, як рівень робочої напруги, характер та величина струму, кліматичне виконання, умови експлуатації, рівень захисту від впливу зовнішнього середовища, а також відповідність вимогам конкретного технологічного процесу та іншим технічним критеріям.

Для ілюстрації процесу вибору розглянемо приклад підбору пуско-захисної апаратури для пневмомолота.

Дані електродвигуна наведені в таблиці 3.1.

Визначаємо пускові струми електродвигунів за формулою:

$$I_n = I_n K_i \quad (2.1)$$

$$I_n = 2 \cdot 5 = 10 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичний вимикач QF5 за умовами:

$$U_{a.ном} \geq U_{мер} \quad (2.2)$$

$$I_{a.ном} \geq \sum I_n \quad (2.3)$$

$$I_{р.ном} \geq \sum I_n \quad (2.4)$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА61F29-3С

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$63 > 10 \text{ А}$$

$$16 > 10 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок не спрацювання теплового розчіплювача за формулою:

$$n = \frac{I_n}{I_{p.n}} \quad (2.5)$$

$$n = \frac{10}{16} = 0,625$$

Вибираємо електромагнітний пускач КМ5 за умовами:

$$U_{п.ном} \geq U_{мер} \quad (2.6)$$

$$I_{п.ном} \geq \sum I_{н.дв} \quad (2.7)$$

$$I_{п.ном} \geq \frac{\sum I_n}{6} \quad (2.8)$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ-S-18

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$18 > 10 \text{ А}$$

$$18 \geq \frac{10 \cdot 5}{6} = 8,33 \text{ А}$$

$$18 > 8,33 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле за умовами:

$$U_{п.ном} \geq U_{мер} \quad (2.9)$$

$$I_{п.ном} \geq I_{н.дв} \quad (2.10)$$

$$I_{н.б} \geq I_{н.дв} \quad (2.11)$$

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

Інші елементи пуско-захисної апаратури обираються за аналогічним принципом та фіксуються у таблиці 2.2. У цій таблиці подано тип і марку електроприймача разом із його технічними характеристиками, а також зазначено тип і основні параметри відповідного пуско-захисного обладнання.

Для зручності заміняємо у всіх марках двигунів вираз SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 на SEW

Таблиця 2.2 - Перелік пуско-захисного обладнання

Марки електродвигунів	P _н , кВт	I _н , А	Марки електромагнітних пускачів	I _н , А	Марки автоматичних вимикачів	I _{н.а.} , А	I _{н.р.} , А
SEW-ISBN	0.37	1,2	ПМ-S-18	18	AE2020	16	10
SEW-MM-MO	0.55	1,6	ПМ-S-18	18	AE2020	16	11
SEW-ML	0.6	1,7	ПМ-S-18	18	AE2020	16	12
SEW-MM-mls	1	2	ПМ-S-18	18	AE2020	16	16
SEW-FSN	1	2	ПМ-S-18	18	AE2020	16	16

Всі автоматичні вимикачі розміщені в розподільних щитках. Їх маркування та пристрої захисту, що знаходяться у них, зазначено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики розподільних щитків

Розподільний пункт	Тип щитка	Кількість вимикачів		Ступінь захисту	Кліматичне виконання
		AE1000	AE2020		
СЩ1	CRN.BS4Z	3	1	IP43	УЗ

Розподільні пункти розміщують у місці де доступ до них найбільш зручний. Шлях до пункту повинен бути вільний від по сторонніх предметів.

2.4 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

У промислових виробничих об'єктах перевага надається використанню проводів і кабелів з алюмінієвими жилами перерізом від 2,5 мм² і більше. Зазвичай застосовуються типи електропроводок, що не потребують використання сталевих труб, окрім випадків, коли умови навколишнього середовища або особливості місця прокладання роблять їх застосування необхідним або доцільним. У даному випадку, з метою запобігання механічному пошкодженню ізоляції та струмопровідних жил, електропроводка силової мережі передбачена у сталевих трубах.

Площу перерізу жил провідників або кабеля в кожному випадку вибираємо так, щоб тривало допустимий для нього за нагрівом струм навантаження $I_{\text{доп}}$ був не меншим максимального тривалого робочого струму електричного кола $I_{\text{макс.р}}$, тобто

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{макс.р}}$$

Максимальний робочий струм магістралі, від якої живиться кілька електроприймачів, визначають за формулою:

$$I_{\text{макс.р}} = K_o \sum_1^n I_{\text{ном}} \quad (3.12)$$

Вибраний за нагрівом провід або кабель необхідно перевірити на відповідність його перерізу апарату захисту за умовою:

$$I_{\text{доп}} \geq K_z I_z, \quad (3.13)$$

де K_z - кратність допустимого струму провідника по відношенню до номінального струму спрацювання захисного апарату, $K_z=1$;

I_z - сила номінального струму або струму спрацювання захисного апарату.

Для прикладу вибираємо кабель, який буде жити від мережі асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, який приводить в дію пневмомолот АППВ 4×3 з $I_{\text{доп}} = 21$ А.

$$I_{\text{макс.р}} = 2 \cdot 5 = 10 \quad \text{А}$$

$$I_{\text{доп}} = 1 \cdot 21 = 21 \quad \text{А}$$

$$21 > 10$$

Інші кабелі вибираємо аналогічно. Інформацію про вибір інших кабелів можна знайти на листі №1 графічної частини.

Таблиця 2.4 - Марки кабелів для живлення електрообладнання

№ п/п	Найменуванняобладнання	P_n , кВт	I_n , А	Марка кабеля,провода	$I_{доп}$, А
1	SEW-ISN	0.37	1,2	АВВГ 4х0,75	14
2	SEW-MM-MO	0.55	1,6	АВВГ 4х0,75	14
3	SEW-ML	0.6	1,7	АВВГ 4х0,75	14
4	SEW-MM-mls	1	2	АВВГ 4х0,75	14
5	SEW-FSN	1	2	АВВГ 4х0,75	14

План цеху з нанесення силової проводки зображений на рисунку 2.1

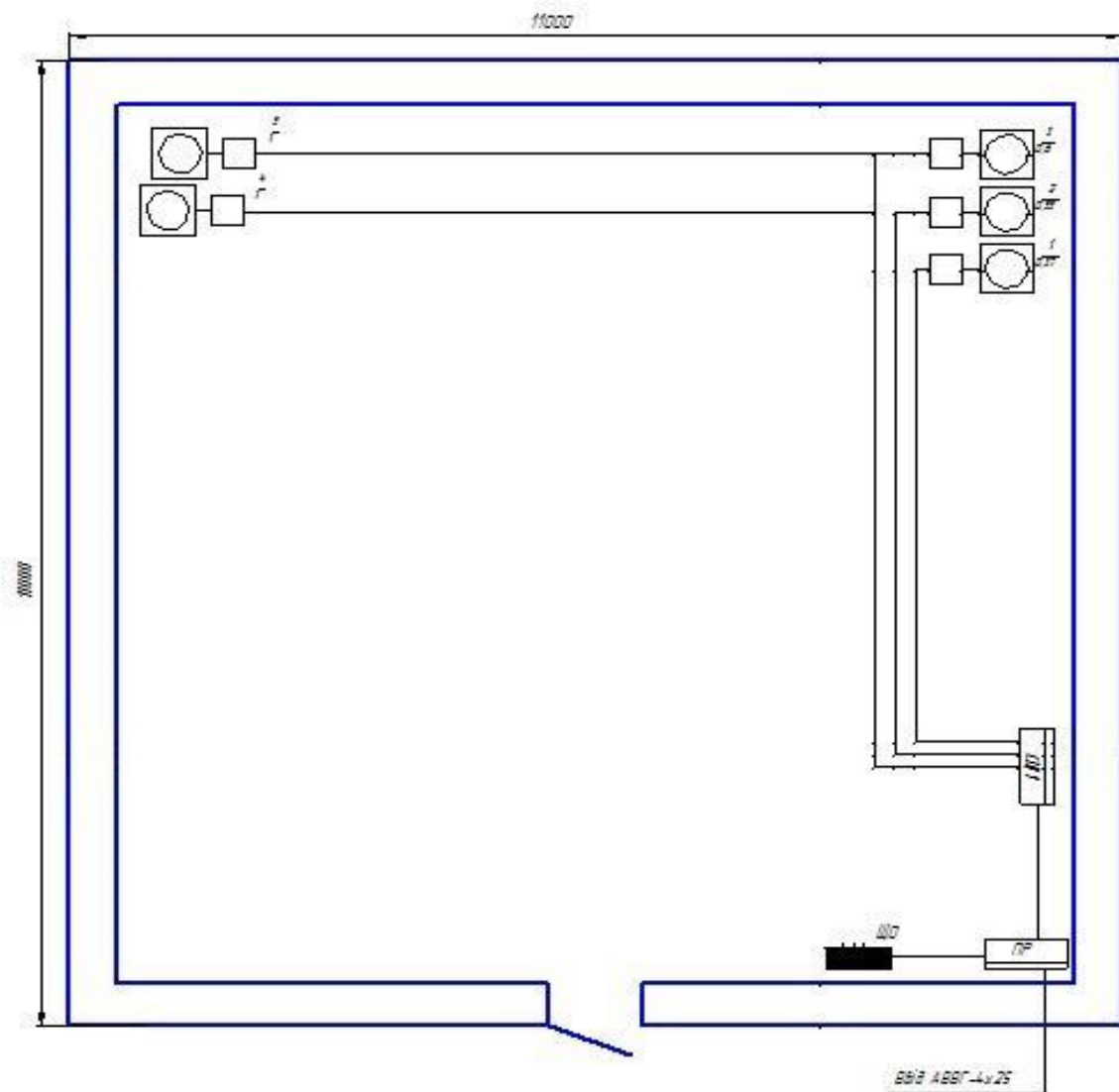


Рисунок 2.1 - План цеху по транспортуванню продукції з нанесенням
силової проводки

3 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ З КОМПАКТНИМИ ЛЮМІНІСЦЕНТНИМИ ЛАМПАМИ

3.1 Розрахунок освітлення з КЛЛ для приміщення

Розміри приміщення $11 \times 11 \times 8$

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення. Вибираємо світильник ГСП17

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників за формулою:

$$H_p = H - (h_z + h_p), \quad (3.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_z – висота звисання. Приймаємо $h_z = 0,6$ м;

h_p – рівень робочої поверхні від підлоги. Приймаємо $h_p = 4$.

$$H_p = 8 - (0,6 + 4) = 3,4 \quad \text{м}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками для кривої К $\lambda = 0,7 \dots 0,8$ Приймаємо $\lambda = 0,75$. [2]

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p \quad (3.2)$$

$$L = 0,75 \cdot 3,4 = 2,55 \quad \text{м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників за формулою:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (3.3)$$

де B – ширина приміщення, м.

$$n_p = \frac{11}{2,55} \approx 4,3$$

Приймаємо $n_p = 4$.

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою:

$$L_c = k_p \cdot L \quad (3.4)$$

де k_p - коефіцієнт, який враховує відстань світильників від стін. Згідно [1], якщо робочі місця розташовані біля стін то $k_p = 0,25 \dots 0,3$, якщо не біля стін – то $k_p = 0,4 \dots 0,5$.

Вибираємо $k_p = 0,3$.

$$L_c = 0,3 \cdot 2,55 = 0,765 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо за формулою:

$$L_B = \frac{B - 2L_c}{n_p - 1} \quad (3.5)$$

$$L_B = \frac{11 - 2 \cdot 0,765}{4 - 1} = 3,2 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_a = \frac{L^2}{L_B} \quad (3.6)$$

$$L_a = \frac{2,55^2}{3,2} = 2 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду за формулою:

$$n_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L_a}, \quad (3.7)$$

де A – довжина приміщення, м

$$n_a = \frac{11 - 2 \cdot 0,765}{2} = 4,7$$

Приймаємо $n_a = 5$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_A = \frac{A - 2L_c}{n_a - 1} \quad (3.8)$$

$$L_A = \frac{11 - 2 \cdot 0,765}{5 - 1} = 2,4 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо за формулою:

$$N = n_p n_a \quad (3.9)$$

$$N = 4 \cdot 5 = 20$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{H_p (A + B)} \quad (3.10)$$

$$i = \frac{11 \cdot 11}{3,4 \cdot (11 + 11)} = 1,6$$

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі $\rho_{\text{ст}} = 50\%$; стін $\rho_{\text{с}} = 30\%$; підлоги $\rho_{\text{п}} = 10\%$. [1]

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,51$ [1]

Приймаємо нормовану освітленість $E_n = 100$ лк.

Беремо коефіцієнт запасу $K = 1,6$.

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою:

$$\Phi_{p.c} = \frac{E_n ABKZ}{N\eta}, \quad (3.11)$$

де Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,15$.

$$\Phi_{p.c} = \frac{100 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{20 \cdot 0,51} = 2183 \text{ лм}$$

Вибираємо лампу типу TORNADO 32w E27 з $P_n = 32$ Вт, $\Phi_{\text{л}} = 2200$ лм [3].

Вибираємо світильник ГСП17. [2]

Розраховуємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot m}{\Phi_{p.c}}, \quad (3.12)$$

де m – кількість ламп у світильнику.

$$E_{\phi} = 100 \cdot \frac{2200 \cdot 1}{2183} = 100,8 \text{ лк}$$

Обчислюємо відхилення освітленості за формулою:

$$E = \frac{E_{\phi} - E_n}{E_n} \cdot 100 \quad (3.13)$$

$$E = \frac{100,8 - 100}{100} \cdot 100 \approx 0,8 \%$$

Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах +20...-10%.

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за формулою:

$$P_y = P_{\lambda} m N \quad (3.14)$$

$$P_y = 32 \cdot 1 \cdot 20 = 640 \text{ Вт}$$

3.2 Вибір пуско-захисної апаратури освітлювальної мережі

Живильні та групові щитки слід розташовувати у місцях стику живильних і групових ліній, бажано поближче до центру електричного навантаження, а також у зонах, де дозволено безпечне та зручне обслуговування.

Під час формування освітлювальної електропроводки на окремі групи необхідно враховувати такі вимоги:

- електричне навантаження повинно розподілятися між фазами максимально рівномірно;
- номінальний струм розчіплювача групового автоматичного вимикача не повинен перевищувати 25 А.

Групування електроприймачів виконується на основі табличного представлення.

Таблиця 3.1 = Розподіл освітлювальної електропроводки на групи

Номер та тип щитка	Назва лампи	Потужність однієї лампи, Вт	Кількість ламп	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка

ЩО1 ЩО 8505- 0203	TORNADO 32w	32	20	0,64	Технологічне освітлення
-------------------------	----------------	----	----	------	----------------------------

Розрахункові струми груп визнаємо для однофазних груп з лампами розжарювання за формулою:

$$I_{ep} = \frac{P_{ep} \cdot 10^3}{U_{\phi}}, \quad (3.15)$$

де U_{ϕ} - фазна напруга групи, В;

P_{ep} - розрахункова потужність групи, кВт;

Визначаємо струм групи освітлювального щитка:

$$I_{ep1} = \frac{0,64 \cdot 10^3}{220} = 2,9 \text{ А}$$

Вибираємо тип освітлювального щитка від кількості груп: ЩО 8505-0203 – на 1 групу [2].

Номінальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів вибираємо, виходячи з таких умов:

$$I_{ном.р} \geq I_{розр}$$

$$I_{y.e} \geq 1,4 \cdot I_{розр}$$

Вибираємо автоматичні вимикачі для групи освітлювального щитка серії АЕ 1000 з $I_{ном.р1} = 3,2 \text{ А}$ відповідно. [2].

3.3 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

У виробничому приміщенні цеху, де наявне пожежонебезпечне середовище, електропроводку передбачено прокладати закритим способом — під шаром штукатурки.

Площа поперечного перерізу провідника, що використовуватиметься для монтажу електропроводки, визначається за допомогою відповідної формули:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р. max}}, \quad (3.16)$$

де $I_{\text{р. max}}$ - робочий максимальний струм групи, А.

Для групи освітлювального щитка вибираємо провід типу АППВ 2×2,5 у якого $I_{\text{доп}} = 17 \text{ А}$ [5]. У якого допустимий струм є більший ніж робочий струм групи $2,9 < 17 \text{ А}$;

Умова виконується.

Розрахунок втрати напруги проводимо за формулою:

$$\Delta U = \frac{Pl}{CF}, \quad (3.17)$$

де C – постійна для даного проводу, $C = 12,8$;

F – поперечний переріз проводу, мм^2 ;

l – довжина групи, м.

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

$$\Delta U_1 = \frac{0,64 \cdot 31}{12,8 \cdot 2,5} = 0,62 \%$$

Так, як втрати напруги не перевищують допустимих 2,5% то провід залишаємо незмінним.

План цеху з нанесенням освітлювальної проводки для КЛЛ зображений на рисунку 3.1.

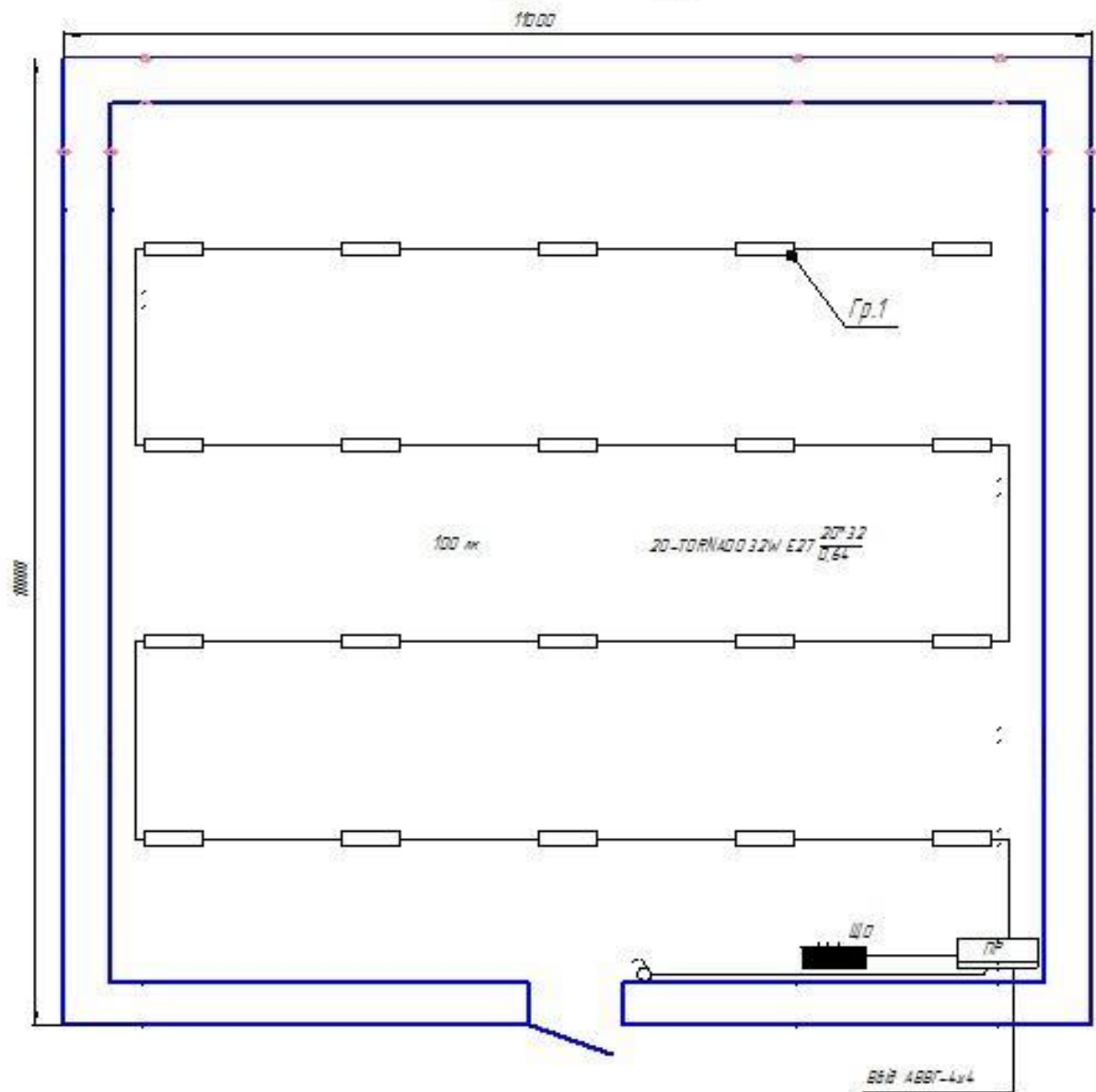


Рисунок 3.1 - План цеху з нанесенням освітлювальної проводки з КЛЛ

4 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ОСВІТЛЕННЯ З СВІТЛОДІОДНИМИ ЛАМПАМИ

4.1 Розрахунок освітлення з світлодіодними лампами для приміщення

Розміри приміщення $11 \times 11 \times 8$

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення. Вибираємо світильник ГСП17

Обчислюємо розрахункову висоту підвісу світильників за формулою:

$$H_p = H - (h_z + h_p), \quad (4.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_z – висота звисання. Приймаємо $h_z = 0,6$ м;

h_p – рівень робочої поверхні від підлоги. Приймаємо $h_p = 4$.

$$H_p = 8 - (0,6 + 4) = 3,4 \text{ м}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками для кривої К $\lambda = 0,7 \dots 0,8$ Приймаємо $\lambda = 0,7$. [2]

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками в сусідніх рядах за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p \quad (4.2)$$

$$L = 0,7 \cdot 3,4 = 2,38 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість рядів світильників за формулою:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (4.3)$$

де B – ширина приміщення, м.

$$n_p = \frac{11}{2,38} \approx 4,6$$

Приймаємо $n_p = 5$.

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою:

$$L_c = k_p \cdot L \quad (4.4)$$

де k_p – коефіцієнт, який враховує відстань світильників від стін. Згідно [1], якщо робочі місця розташовані біля стін то $k_p = 0,25 \dots 0,3$, якщо не біля стін – то $k_p = 0,4 \dots 0,5$.

Вибираємо $k_p = 0,3$.

$$L_c = 0,3 \cdot 2,38 = 0,71 \text{ м}$$

Відстань між рядами визначаємо за формулою:

$$L_B = \frac{B - 2L_c}{n_p - 1} \quad (4.5)$$

$$L_B = \frac{11 - 2 \cdot 0,71}{5 - 1} = 2,4 \text{ м}$$

Оптимальну відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_a = \frac{L^2}{L_B} \quad (4.6)$$

$$L_a = \frac{2,38^2}{2,4} = 2,36 \text{ м}$$

Обчислюємо кількість світильників у ряду за формулою:

$$n_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L_a}, \quad (4.7)$$

де A – довжина приміщення, м

$$n_a = \frac{11 - 2 \cdot 0,71}{2,36} = 4$$

Приймаємо $n_a = 4$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_A = \frac{A - 2L_c}{n_a - 1} \quad (4.8)$$

$$L_A = \frac{11 - 2 \cdot 0,71}{4 - 1} = 3,19 \text{ м}$$

Розраховуємо загальну кількість світильників визначаємо за формулою:

$$N = n_p n_a \quad (4.9)$$

$$N = 5 \cdot 4 = 20$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{H_p(A + B)} \quad (4.10)$$

$$i = \frac{11 \cdot 11}{3,4 \cdot (11 + 11)} = 1,6$$

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі $\rho_{\text{ст}} = 50\%$; стін $\rho_{\text{с}} = 30\%$; підлоги $\rho_{\text{п}} = 10\%$. [1]

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,8$ [1]

Приймаємо нормовану освітленість $E_{\text{н}} = 100$ лк.

Беремо коефіцієнт запасу $K = 1,6$.

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою:

$$\Phi_{p.c} = \frac{E_{\text{н}} ABKZ}{N\eta}, \quad (4.11)$$

де Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,15$.

$$\Phi_{p.c} = \frac{100 \cdot 11 \cdot 11 \cdot 1,6 \cdot 1,15}{20 \cdot 0,8} = 1393 \quad \text{лм}$$

Вибираємо лампу типу PAR38 з $P_{\text{н}} = 18$ Вт, $\Phi_{\text{л}} = 1400$ лм [3]. Вибираємо світильник НСП 17 [2].

Розраховуємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_{\phi} = E_{\text{н}} \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot m}{\Phi_{pc}}, \quad (4.12)$$

де m – кількість ламп у світильнику.

$$E_{\phi} = 100 \cdot \frac{1400 \cdot 1}{1393} = 100,5 \quad \text{лк}$$

Обчислюємо відхилення освітленості за формулою:

$$E = \frac{E_{\phi} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100 \quad (4.13)$$

$$E = \frac{100,5 - 100}{100} \cdot 100 \approx 0,5 \quad \%$$

Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах $+20 \dots -10\%$.

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за формулою:

$$P_y = P_{\lambda} m N \quad (4.14)$$

$$P_y = 18 \cdot 1 \cdot 20 = 360 \text{ Вт}$$

4.2 Вибір пуско-захисної апаратури освітлювальної мережі

Живильні та групові щитки доцільно встановлювати в точках з'єднання відповідних мереж, максимально наближених до центру навантаження, а також у місцях, зручних і безпечних для їх обслуговування.

Під час розподілу освітлювальної електропроводки на окремі групи слід враховувати такі умови:

- електричне навантаження повинно розподілятися між фазами рівномірно;
- номінальний струм розчіплювача групового автоматичного вимикача не повинен перевищувати 25 А.

Групування споживачів електроенергії виконується у вигляді таблиці.

Таблиця 4.1 - Розподіл освітлювальної електропроводки на групи

Номер та тип щитка	Назва лампи	Потужність однієї лампи, Вт	Кількість ламп	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
ЩО1 ОП-34ХЛ4	PAR38	18	20	0.360	Технологічне освітлення

Розрахункові струми групи визнаємо для однофазної групи з лампами розжарювання за формулою:

$$I_{zp} = \frac{P_{zp} \cdot 10^3}{U_{\phi}}, \quad (4.15)$$

де U_{ϕ} - фазна напруга групи, В;

P_{zp} - розрахункова потужність групи, кВт;

Визначаємо струм групи освітлювального щитка:

$$I_{zp1} = \frac{0,360 \cdot 10^3}{220} = 1,6 \text{ А}$$

Вибираємо тип освітлювального щитка від кількості груп: ОП-34ХЛ4 – на 1 групу [2].

Номінальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів вибираємо, виходячи з таких умов:

$$I_{ном.р} \geq I_{розр}$$

$$I_{у.е} \geq 1,4 \cdot I_{розр}$$

Вибираємо автоматичні вимикачі для групи освітлювального щитка серії АЕ 1000 з $I_{ном.р1,3} = 2 \text{ А}$ [2].

4.3 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання

У цехових приміщеннях із підвищеною пожежонебезпекою електропроводка виконується закритим способом — під шаром штукатурки, що забезпечує додатковий захист від можливого займання.

Вибір поперечного перерізу провідника, з якого прокладається електропроводка, здійснюється на основі наступної формули:

$$I_{доп} \geq I_{р.макс}, \quad (5.44)$$

де $I_{р.макс}$ - робочий максимальний струм групи, А.

Для групи освітлювального щитка вибираємо провід типу ППВ 2×1,5 у якого $I_{доп} = 18 \text{ А}$ [5]. У якого допустимий струм є більший ніж робочий струм груп $1,6 < 18 \text{ А}$;

Умова виконується.

Розрахунок втрати напруги проводимо за формулою:

$$\Delta U = \frac{Pl}{CF}, \quad (5.45)$$

де C – постійна для даного проводу, $C = 6,8$;

F – поперечний переріз проводу, мм^2 ;

l – довжина групи, м.

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

$$\Delta U_1 = \frac{0,36 \cdot 32}{6,8 \cdot 1,5} = 1,1 \%$$

Так, як втрати напруги не перевищують допустимих 2,5% то провід залишаємо незмінним.

План цеху з нанесенням освітлювальної проводки для світлодіодних ламп зображений на рисунку 4.1.

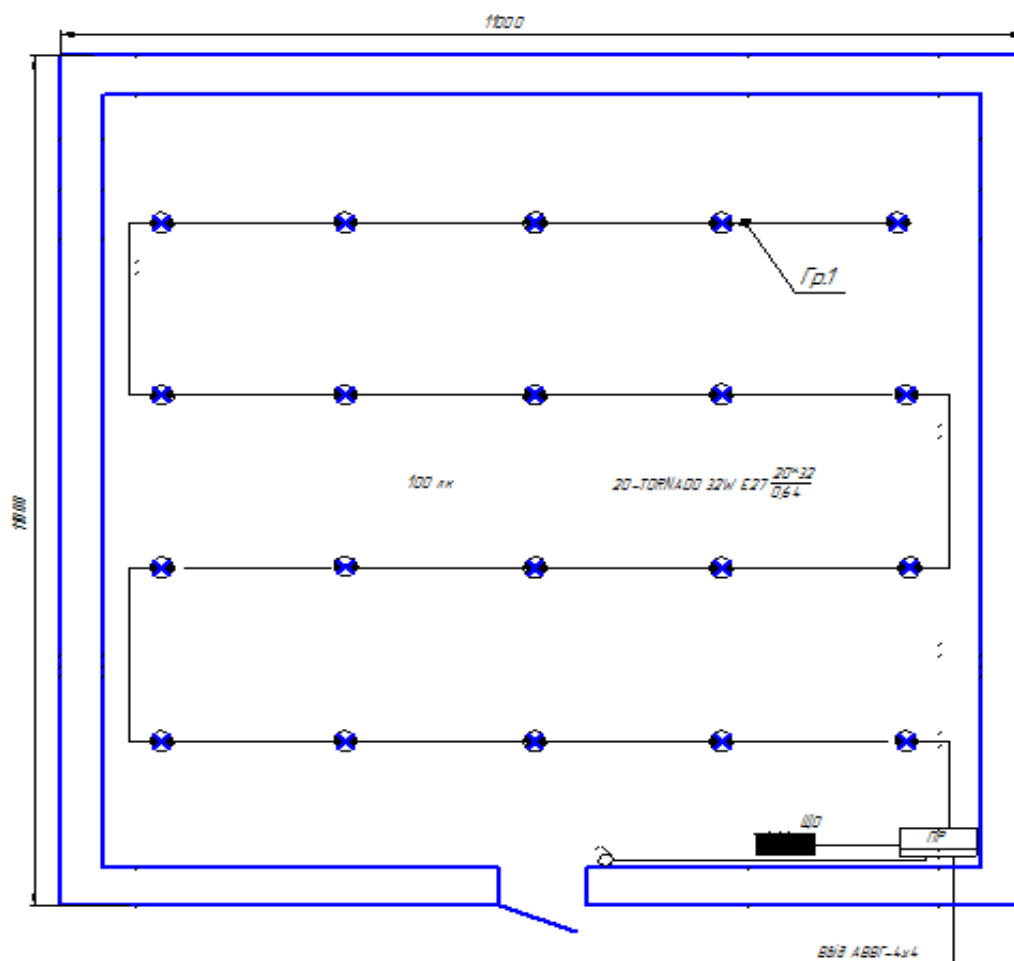


Рисунок 4.1 - План цеху з нанесенням освітлювальної проводки для світлодіодних ламп

5 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ТА ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

Системи транспортування продукції є невід'ємною складовою виробничого процесу на підприємствах різних галузей. Вони забезпечують безперервний і контрольований рух сировини, напівфабрикатів або готової продукції між технологічними зонами, складами, пакувальними станціями, цехами обробки тощо. Ефективно організована система транспортування дозволяє не лише оптимізувати виробничий цикл, а й зменшити втрати часу, підвищити безпеку праці та знизити енергоспоживання.

Транспортування продукції може здійснюватися різними методами залежно від типу підприємства, фізичних характеристик вантажу, відстаней переміщення, рівня автоматизації та інших факторів. Основними вимогами до таких систем є надійність, швидкодія, зручність в обслуговуванні, відповідність умовам експлуатації, мінімальні витрати на експлуатацію та технічне обслуговування.

Системи транспортування класифікують за різними ознаками. Залежно від типу переміщення розрізняють:

- безперервні транспортні системи (стрічкові конвеєри, ланцюгові, роликові, гвинтові транспортні системи), які забезпечують постійний потік продукції з однієї точки в іншу без зупинки процесу;
- перервні або циклічні системи (наприклад, крани, підйомники, візки, тележки), що здійснюють транспортування за командами з певною періодичністю або після накопичення необхідного обсягу продукції.

Також системи розрізняють за принципом дії:

- механічні системи транспортування — використовують двигуни або інші механізми для переміщення продукції (найпоширеніший тип у промисловості);

- пневматичні системи — переміщення здійснюється потоком стисненого повітря, використовується здебільшого для дрібних сипучих матеріалів;
- гідравлічні системи — схожі за принципом до пневматичних, але в якості робочого середовища використовують рідину;
- електромагнітні або вакуумні системи — застосовуються в спеціалізованих виробництвах, зокрема в електроніці або фармацевтичній промисловості.

За способом розташування транспортних засобів системи поділяються на:

- підлогові (наприклад, транспортери на коліях або візки),
- підвісні (монтуються до стелі або конструкцій над зоною виробництва),
- багаторівневі (використовуються при необхідності транспортування на кілька поверхів або рівнів складу/виробництва).

Переваги автоматизованих систем транспортування очевидні: вони дозволяють знизити частку ручної праці, підвищити продуктивність і точність переміщення, впровадити системи моніторингу та контролю в реальному часі. Крім того, сучасні конвеєрні лінії можуть інтегруватися з інформаційними системами (MES, ERP), забезпечуючи узгодженість логістичних і виробничих процесів.

Однак вибір типу системи залежить від багатьох факторів. Наприклад, для легких дрібногабаритних виробів доцільним є використання стрічкових або роликівих транспортерів. Для важких чи гарячих виробів — ланцюгові транспортери з міцною металевою стрічкою або спеціальні штовхачі. У харчовій промисловості, зокрема на підприємствах з переробки м'яса або птиці, системи транспортування повинні відповідати гігієнічним стандартам, легко піддаватись очищенню, бути виконані з нержавіючих матеріалів та не мати зон скупчення забруднень.

Важливу роль відіграє енергоефективність систем транспортування. Використання сучасних електродвигунів з частотним регулюванням,

оптимізація маршруту переміщення, зменшення холостого ходу — усе це дозволяє знизити споживання електроенергії та експлуатаційні витрати.

Порівняльна характеристика систем транспортування дозволяє краще розуміти, яка з них підходить для конкретного виробництва. Наприклад:

Тип системи	Переваги	Недоліки
Стрічкові конвеєри	Прості у монтажі, безперервне транспортування	Обмежене застосування при великих кутах нахилу
Роликові транспортери	Підходять для твердих коробчастих вантажів	Не працюють з дрібною продукцією або нерівною поверхнею
Ланцюгові системи	Висока вантажопідйомність, стійкість до температур	Висока вартість обслуговування, шумність
Пневмотранспортери	Висока швидкість, можливість транспортування в замкненому середовищі	Обмеження по відстані, висока вартість енергоспоживання
Підвісні системи	Економія місця на підлозі, зручність у багаторівневих приміщеннях	Складність монтажу та ремонту

Крім технічних характеристик, важливим є ергономічний і безпековий аспект систем транспортування. Вони мають бути оснащені захисними огороженнями, системами аварійного зупинення, датчиками перевантаження та сигналізацією. У разі використання ручних візків чи електровізків важливо забезпечити безпечні проходи, освітлення, навігаційні знаки.

Удосконалення систем транспортування може включати як технічну модернізацію (наприклад, заміну застарілих приводів або автоматизацію процесу), так і організаційні зміни — перерозподіл маршрутів, зміна логіки завантаження/вивантаження, впровадження методів Lean-виробництва для зменшення втрат часу.

Особливої актуальності набуває впровадження інтелектуальних транспортних систем, які використовують технології штучного інтелекту, сенсори руху, автоматичну навігацію та самодіагностику. Це відкриває нові можливості для промисловості 4.0 — створення розумного виробництва, де всі елементи транспортування, обробки та зберігання взаємодіють між собою в єдиній цифровій екосистемі.

Таким чином, системи транспортування продукції — це не лише допоміжна частина виробничого процесу, а важливий фактор його ефективності, якості та економічності. Їх грамотне проектування, експлуатація та модернізація дозволяють підприємствам досягати високої продуктивності, мінімізувати простой та забезпечити конкурентоспроможність на ринку.

5.1. Опис і характеристика установки

У промисловості великих підприємств якісне та оперативне транспортування продукції має надзвичайно важливе значення. Надійне обладнання системи транспортування забезпечує зручне та безпечне переміщення товарів або продукції від місця виготовлення до пакувальної ділянки або іншого цеху. Існує кілька видів транспортувального обладнання, проте на нашому підприємстві пріоритетними є стрічкові та роликові транспортери, оскільки вони відзначаються високою швидкістю роботи, простотою експлуатації та надійністю.

Щодо енергоефективності, то вибрати більш економічне обладнання, ніж те, що наразі використовується на підприємстві, практично неможливо.

Втім, враховуючи окремі аспекти, ми плануємо замінити двигун на менш потужний, зберігаючи при цьому ті ж характеристики роботи, що дозволить знизити експлуатаційні витрати, особливо враховуючи, що транспортер не єдиний споживач енергії в цеху.

У цьому цеху використовується установка, яка не лише виконує функцію транспортування продукції, а й додатково упаковує її у захисну плівку, яка надалі знімається і замінюється. Функціональна схема цієї установки наведена на рисунку 5.1.

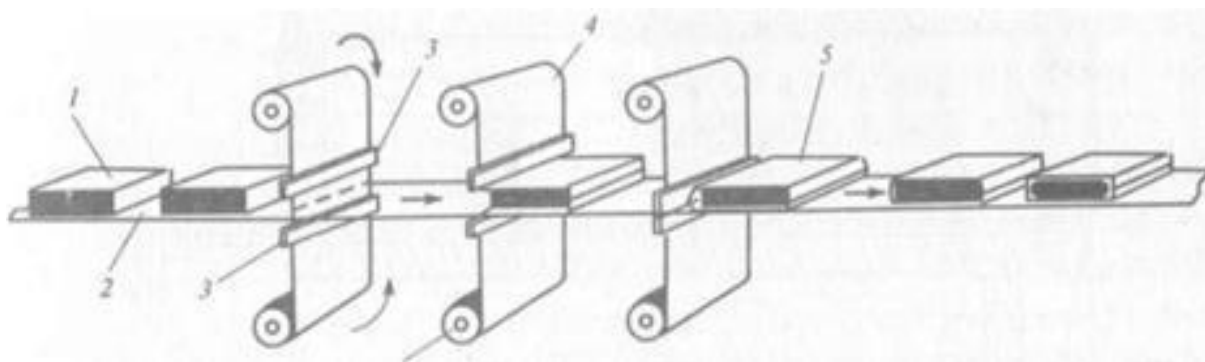


Рисунок 5.1 - Схема транспортування продукції чи товару та закривання в захисну плівку: 1 — група упаковок; 2 — транспортер, що подає; 3 — нагрівальні планки; 4 — барабани з плівкою; 5 — бандероль у термоусадочній плівці

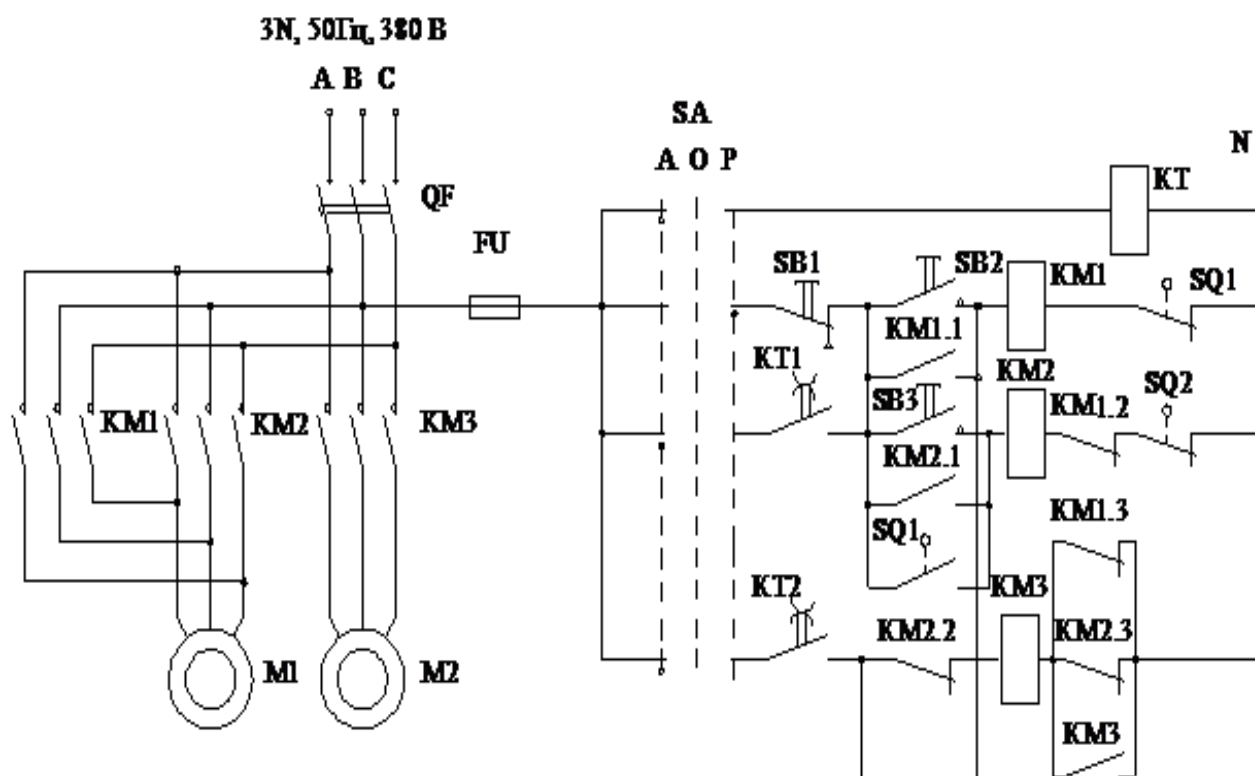


Рисунок 5.2 - Принципіальна електрична схема транспортера продукції

Система керування відповідає за обертання роликів з обох сторін транспортера, забезпечуючи увімкнення електродвигунів і передачу крутного моменту на основні транспортуючі механізми, а також можливість зміни напрямку їх обертання.

Електродвигуни M1 та M2 керуються за допомогою кнопок постів SB1, SB3 та SA.

В автоматичному режимі програмне реле КТ активує магнітний пускач КМ1, який через свої силові контакти запускає електродвигун, а також пускач КМ3, що керує двигунами поперечного і вивантажувального транспортерів.

При спрацьовуванні кінцевого вимикача SQ1, його розмикаючий контакт вимикає магнітний пускач КМ1, що призводить до зупинки установки.

Вимикання установки також відбувається через кінцевий вимикач SQ2, коли механізм повертається у початкове положення.

В ручному режимі запуск установки відбувається за допомогою кнопки SB2 для руху вперед, а для руху назад – кнопкою SB3. Зупинка механізму здійснюється кнопкою SB1.

У комплексних системах, де технологічні процеси об'єднуються в єдину потокову лінію, проектують інтегровані рішення для збірки продукції, її вивезення та транспортування до місць зберігання. Для керування такими лініями застосовують різні рівні контролю — місцевий, дистанційний та автоматизований — що забезпечує ефективне управління електроприводами.

В рамках нашої роботи ми зосередились на модернізації електродвигунів із метою зниження їх потужності, що дозволить суттєво скоротити енергоспоживання. Оскільки не всі двигуни можна замінити, ми обрали для заміни лише два найбільш перспективні.

Таблиця 5.1 - Вибір двигунів для заміни

№ п/п	Найменування та марка обладнання	Тип електродвигуна	K_i	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А
4	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 MM-mls	5	1	2
5	Двигун установки	SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 FSN	5	1	2

Обидва двигуни ми можемо замінити на двигун марки SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 ML-m з номінальною потужністю 0,8 кВт та струмом 1,9 А, та $K_i=5$

5.2 Вибір пуско-захисного обладнання та розподільних пристроїв

Пуско-захисну апаратуру добирають з урахуванням номінальної напруги, виду та величини струму, кліматичних умов експлуатації, рівня захисту від

впливу зовнішнього середовища, відповідності технологічним вимогам, а також інших технічних параметрів.

Як приклад, розглянемо вибір пуско-захисного обладнання для приводу транспортера.

Дані електродвигуна наведені в таблиці 5.1.

Визначаємо пускові струми електродвигунів за формулою:

$$I_n = I_n K_i \quad (5.1)$$

$$I_n = 1,9 \cdot 5 = 9,5 \text{ А}$$

Вибираємо автоматичний вимикач QF1 за умовами:

$$U_{a.ном} \geq U_{мер} \quad (5.2)$$

$$I_{a.ном} \geq \sum I_n \quad (5.3)$$

$$I_{р.ном} \geq \sum I_n \quad (5.4)$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА-51-25:

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$20 > 9,5 \text{ А}$$

$$25 > 9,5 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок не спрацювання теплового розчіплювача за формулою:

$$n = \frac{I_n}{I_{р.н}} \quad (5.5)$$

$$n = \frac{1,9}{25} = 0,076$$

Вибираємо електромагнітний пускач КМ1 – КМ 2 за умовами:

$$U_{п.ном} \geq U_{мер} \quad (5.6)$$

$$I_{р.ном} \geq \sum I_{н.дв} \quad (5.7)$$

$$I_{p.ном} \geq \frac{\sum I_n}{6} \quad (5.8)$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ-S-18:

$$380 = 380 \text{ В}$$

$$18 > 1,9 \text{ А}$$

$$18 > 1,9 \cdot 5/6 \text{ А}$$

$$18 > 1,6 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле за умовами:

$$U_{p.ном} \geq U_{мер} \quad (5.9)$$

$$I_{p.ном} \geq I_{н.дв} \quad (5.10)$$

$$I_{н.б} \geq I_{н.дв} \quad (5.11)$$

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

За аналогічним принципом підбираємо пуско-захисну апаратуру для решти електродвигунів, які мають однакові характеристики. Усі обрані дані зведено в таблицю 5.2, де зазначено тип і марку електроспоживача, його основні параметри, а також відповідне пуско-захисне обладнання з його технічними характеристиками.

Таблиця 5.2 - Марки автоматичних вимикачів

Марки електродвигунів	Рн, кВт	Ін, А	Марки електромагнітних пускачів	Ін, А	Марки автоматичних вимикачів	Ін.а., А	Ін.р., А
SEW-euroDrive SF – 37 DRS 71/ S4 DE/0.5 ML-m	0,8	1,9	ПМ-S-18	18	ВА-51-25	25	20

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Метою планування заходів з охорони праці є визначення необхідних вкладень у заходи з охорони праці для ефективного впливу на стан охорони праці.

Система планів з охорони праці окремого підприємства може включати:

- перспективне планування (на період, більший одного року) ;
- поточне планування (на рік) ;

оперативне планування (детальні плани, спрямовані на вирішення конкретних питань працезахоронної діяльності на підприємстві в короткостроковому, до одного року, періоді).

Планування в охороні праці може включати:

- визначення цілей діяльності з охорони праці на підприємстві та засобів їх досягнення;
- вибір методів і базових показників, за допомогою яких може здійснюватися оцінка необхідних вкладень в охорону праці;
- розрахунок суми вкладень у заходи з охорони праці та раціональний розподіл цієї суми за напрямками діяльності;
- забезпечення організації контролю виконання плану (при необхідності здійснення коригування запланованих показників) ;
- здійснення постійного контролю умов і безпеки праці на підприємстві та оперативне реагування на відхилення від нормативних вимог.

Перспективне планування вміщує найбільш важливі, трудомісткі і довгострокові за терміном виконання заходи з охорони праці, виконання яких, як правило, вимагає сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат з зазначенням джерел фінансування.

До перспективних планів належить комплексний план покращення умов праці і санітарно-оздоровчих заходів, що передбачає створення, відповідно до

нормативних актів з охорони праці, умов праці, пов'язаних з перспективними змінами підприємства. Таке планування, як правило, розраховане на термін від 2 до 5 років. Реалізація цих планів забезпечується через річні плани номенклатурних заходів з охорони праці, які вносяться до угоди, що є невід'ємною частиною колективного договору.

Поточні плани передбачають реалізацію заходів із покращення умов праці, створення кращих побутових і соціальних умов на виробництві. Ці плани обов'язково забезпечуються фінансуванням згідно з розробленими кошторисами.

Питання охорони праці можуть віддзеркалюватися в інших поточних планах, які підприємства та організації можуть складати на вимогу трудових колективів:

- план соціального розвитку колективу;
- наукової організації праці;
- механізації важких і ручних робіт;
- охорони праці жінок;
- підготовки підприємства до робіт в осінньо-зимовий період;
- підвищення культури виробництва та ін.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюється за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві в цілому.

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічні розрахунки будемо виконувати шляхом приведення терміну служби всіх типів ламп до єдиного базового значення — максимального ресурсу, який мають світлодіодні лампи (50 000 годин). Це дозволить визначити кількість необхідних замін для кожного типу ламп у порівнянні з LED, а також оцінити їх енергоспоживання та фінансову ефективність. Для зручності подальших обчислень складено таблицю, що містить відомості про типи використовуваних ламп, їх потужність, ресурс роботи, кількість, споживану електроенергію та вартість.

Таблиця 7.1 - Загальна характеристика ламп

Тип лампи	Модель	Ціна, грн	Кількість ламп, шт	Потуж ність, кВт	Загальна споживана потужність	Термін служби тис.год.
КЛЛ	TORNADO 32w E27	250	20	0,032	0,64	10000
Світлодіодна лампа	PAR38	229	20	0,018	0,36	50000

Розрахунок економічної частини проведем на прикладі КЛЛ.

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

$$N_{\text{зж}} = \frac{T_{\text{сд}}}{T_{\text{ж}}} \quad (7.1)$$

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

$T_{\text{ж}}$ — термін служби жарівок.

$$N = 50000 / 10000 = 5 \text{ разів.}$$

Визначимо суму затрачену на купівлю КЛЛ для приміщень за формулою:

$$H_z = H_l \cdot N \quad (7.2)$$

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

N – кількість ламп в приміщенні, шт.

$$H_3 = 250 \cdot 20 \cdot 5 = 25000 \text{ грн}$$

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

$$H_{\text{ке}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot T_{\text{ж}} \cdot H_{\text{ел}} \quad (7.3)$$

$$H_{\text{ел}} = 0,32 \cdot 20 \cdot 50000 \cdot 9 = 2880000 \text{ грн}$$

Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (50000 год.) визначаємо за формулою:

$$H = H_{33} + H_{\text{ке.заг.}} \quad (7.4)$$

$$H = 25000 + 2880000 = 2905000 \text{ грн.}$$

Визначимо суму затрачену на купівлю СД ламп для приміщень за формулою:

$$H_3 = 229 \cdot 20 = 4580 \text{ грн}$$

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

$$H_{\text{ел}} = 0,18 \cdot 20 \cdot 50000 \cdot 9 = 1620000 \text{ грн}$$

Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (50000 год.) визначаємо за формулою:

$$H = 4580 + 1620000 = 1624580 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.2 - Економічний ефект

№ приміщення	Тип лампи	Кошти затрачені на купівлю, грн	Кошти затрачені на оплату ел. ен. грн	Всього, грн
1	КЛЛ	25000	2880000	2905000
1	Світлодіодні	4580	1620000	1624580

Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час (50000 год.) становлять 2905000 грн.

Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (50000 год.) становлять 1624580 грн.

ВИСНОВОК

У даній роботі спроектовано мережу електропостачання цеху для транспортування продукції МХП Миронівський хлібопродукт Вінницької обл. і розроблена сучасна мережа електроосвітлення, а саме:

1. Розраховано силову мережу і зроблений проект силової проводки цеху по транспортуванню продукції, на птахофабриці.

2. Спроектовано мережу освітлення для цеху: мережа освітлення з КЛЛ і з світлодіодними лампами. Зроблений проект проводки освітлення для всіх видів ламп.

3. Також розроблено системи транспортування продукції

4. Проведено економічні розрахунки з яких видно, що з розрахунку на 50000 годин найбільш економічними є світлодіодні лампи.

Кошти затрачені на купівлю КЛЛ і затрачені на оплату електроенергії за час (50000 год.) становлять 2905000 грн.

Кошти затрачені на купівлю СД ламп і затрачені на оплату електроенергії за час експлуатації (50000 год.) становлять 1624580 грн.

Список джерел посилання

1. Алексєєв Б.А. Міжнародна конференція по вітроенергетиці / Електричні станції. 1996. №2.
2. Безруких П.П. Економічні проблеми нетрадиційної енергетики / Енергія: Екон., техн., екол. 1995. №8.
3. Богуславский Е.И., Виссарионов В.И., Елистратов В.В., Кузнецов М.В. Умови ефективності і комплексного використання геотермальної сонячної і вітрової енергії // Міжнародний симпозіум “Паливно-енергетичні ресурси Росії й ін. країн СНД”. Санкт-Петербург, 1995.
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. Романюк Ю. В. Електричні системи та мережі : навч. посіб. / Ю. В. Романюк. – Івано-Франківськ : Факел, 1997. – 248 с.
10. 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.
11. Сегеда М. С. Електричні мережі та системи: підручник / М. С. Сегеда. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2007.– 488 с
12. Костін, М. О. Миттєва реактивна потужність у системах електричного

транспорту постійною струму / М. О. Костін, О. І. Саблін, О. Г. Шейкіна, А. В. Петров // Гірнича електромеханіка та автоматика : наук.-техн. зб., 2007. – С. 3-8.

13. Щербина О. Енергія для всіх : технічний довідник / О. Щербина – Ужгород, вид-во В. Падяка, 2000. – 200 с.
14. 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.
15. 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.