

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електропостачання
цеху з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ»
м. Ромни, Сумської області з розробкою схеми
автоматичного включення резерву»

Виконав

_____ (підпис)

Хоменко В. В.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

_____ (підпис)

Савойський О. Ю.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Хоменку Владиславу Валентиновичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Реконструкція системи електропостачання цеху з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» м. Ромни, Сумської області з розробкою схеми автоматичного включення резерву»

керівник проекту: *Савойський Олександр Юрійович, старший викладач*
затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407/ОС.

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «20» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Вступ.

1. Аналіз господарської діяльності об'єкту

2. Технологічна частина

3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання для цеху розкрою матеріалів

4. Розробка системи автоматичного включення резерву для ВРП-0,4 кВ цеху з розкрою матеріалів

5. Вибір провідників та пускозахисної апаратури

6. Розрахунок освітлення цеху з розкрою матеріалів

7. Охорона праці.

8. Екологія

9. Техніко-економічні розрахунки

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Цех з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ». Електрообладнання силове. Схема електрична розташування.

2. Цех з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ». Установка освітлювальна. Схема електрична розташування.

3. Цех з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ». Пункт ввідний розподільчий 0,4 кВ Схема електрична принципова.

4. Засоби індивідуального захисту. Таблиця.

5. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці		
Економічне обґрунтування		
Нормоконтроль		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 2 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8 та 9. Підготовка листа 4 та 5 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Хоменко В. В.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

(підпис)

(Савойський О.Ю.)

(прізвище, ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	К-ть листів	Номер листа	Примітки	
1	A4	КП.06.3.016.ПЗ	Реконструкція системи	59	3		
2			електропостачання цеху з розкрою				
3			матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ»				
4			м. Ромни, Сумської області з				
5			розробкою схеми автоматичного				
6			включення резерву.				
7			Кваліфікаційний проект.				
8			Пояснювальна записка.				
9	A1	КП.06.3.016.E7	Цех з розкрою матеріалів	1	1		
10			ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ».				
11			Електрообладнання силове.				
12			Схема електрична розташування.				
13	A1	КП.06.3.016.E7	Цех з розкрою матеріалів	1	2		
14			ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ».				
15			Установка освітлювальна.				
16			Схема електрична розташування.				
17	A1	КП.06.3.016.E3	Цех з розкрою матеріалів	1	3		
18			ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ».				
19			Пункт ввідний розподільчий 0,4 кВ				
20			Схема електрична принципова.				
21	A1	КП.06.3.016.ТБ	Засоби індивідуального захисту.	1	4		
22			Таблиця.				
23	A1	КП.06.3.016.ТБ	Показники техніко-економічні.	1	5		
24			Таблиця.				
25							
26							
27							
28							
29							
30							
					КП.06.3.016.ТП		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата			
Розробив	Хоменко				Відомість проекту Літ Лист Листів i 3 58 СНАУ, гр. ЕТЕС 2201ст.		
Перевірив	Савойський						
Н.контр.	Рибенко						
Затверд.	Чепіжний						

РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електропостачання цеху з розкромом матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» м. Ромни, Сумської області з розробкою схеми автоматичного включення резерву. Дипломний проект / Хоменко В. В. – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 59 с.

В даному кваліфікаційному проекті було здійснено розрахунок електрообладнання та системи електропостачання цеху з розкромом матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» м. Ромни, Сумської області.

Було проведено розрахунок і вибір технологічного обладнання цеху. Розраховано електричне освітлення, вентиляцію. Проведено вибір та розрахунок пускозахисної апаратури, силової і освітлювальної проводок.

Основну увагу приділено розробці електричної схеми ввідного розподільчого пункту 0,4 кВ цеху, яка забезпечує живлення споживачів від трьох джерел живлення з автоматичним включенням АВР.

Також були розглянуті питання охорони праці, а саме техніки безпеки, протипожежної безпеки та виробничої санітарії на підприємстві.

Проведені техніко – економічні розрахунки проекту.

Ключові слова: взуттєва фабрика, цех з розкромом матеріалів, електропостачання, автоматичне включення резерву, потужність, охорона праці, економічна ефективність.

Ілл. 7

Табл. 8

Бібл. 23.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТУ	8
1.1 Місце розташування господарства.....	8
1.2. Характеристика робіт та послуг, що надаються господарством.....	9
1.3. Аналіз схеми електропостачання.....	9
1.4. Висновки та пропозиції.....	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
2.1. Опис прийнятої технології виробництва	12
2.2. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання	12
2.3. Складання технологічних вимог до проекту електрифікації та прийняття загального рішення по проекту	13
3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЦЕХУ РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ	14
3.1. Вибір силового електричного обладнання для цеху з розкрою матеріалів.....	14
3.2. Перерахунок потужності силових апаратів для технологічних машин цеху.....	14
3.2.1 Вибір електродвигуна за потужністю.....	15
3.2.2 Визначення тривалості пуску електродвигуна.....	16
3.3.3. Вибір електродвигуна за електричною модифікацією.....	17
3.4. Розрахунок вентиляції та вибір вентиляторів	18
3.5. Складання схеми розташування силового електрообладнання.....	19
4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВУ ДЛЯ ВРП-0,4 КВ ЦЕХУ З РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ	20
4.1. Складання вимог до системи автоматичного включення резерву	20
4.2. Вибір ввідного розподільчого пункту для живлення цеху.....	21

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

4.3. Розробка та опис принципової електричної схеми системи автоматичного включення резерву	23
5. ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ТА ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ	26
5.1 Вибір схеми живлення силових електроприймачів.....	26
5.2. Складання розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ цеху.....	26
5.3. Визначення електричних струмів мережі 0,4 кВ цеху.....	26
5.4. Вибір кабелів та способу їх прокладання	26
5.5. Вибір апаратури керування і захисту.....	27
5.6. Перелік елементів системи електрифікації розкрийного цеху	29
6. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ З РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ	30
6.1. Вибір системи та виду освітлення.....	30
6.2. Вибір джерела світла та типу світильника.....	30
6.3. Нормована освітленість приміщень цеху.....	31
6.4. Розрахунок системи освітлення приміщень	31
6.5. Розробка світлотехнічної специфікації	34
7. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
8. ЕКОЛОГІЯ.....	51
9. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	53
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57

ВСТУП

Реконструкція системи електропостачання в цеху, де проводиться розкрій матеріалів для взуттєвої фабрики, важлива з кількох причин. Перш за все, це забезпечить надійність роботи всього виробничого процесу. Нестабільна або неправильно побудована система може призвести до аварій та простоїв у виробництві, що негативно позначиться на виробничих показниках і фінансових результатах компанії.

Розробка схеми резервного живлення є ключовим етапом у цьому процесі. Вона передбачає створення альтернативних шляхів подачі електроенергії у разі виникнення непередбачених ситуацій, таких як аварії або відмови основних джерел живлення. Це може включати в себе встановлення додаткових джерел живлення, які можуть бути активовані автоматично в разі потреби, або розробку складних систем переключення між джерелами електропостачання.

Така схема дозволить уникнути зупинок у виробництві та зберегти безперебійну роботу цеху, навіть у випадках негативних подій. Крім того, це підвищить загальну надійність системи електропостачання, що важливо для підтримки продуктивності виробництва. Такий підхід сприятиме збереженню репутації компанії і підвищенню її конкурентоспроможності на ринку.

Метою даного дипломного проекту є обґрунтування та вдосконалення системи енергопостачання ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ», а саме, цеху розкрою матеріалів.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТУ

1.1. Місце розташування господарства.

ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» знаходиться в м. Ромни, Сумської області. Контакти: Е-mail: romny@talan.in.ua; адреса: 42000, Сумська область, м. Ромни, вул. Тельмана [1, 2].

Група «ТАЛАН» представляє собою значне об'єднання провідних підприємств у легкій промисловості, здатних щорічно випускати до 3,5 мільйонів пар взуття та займає на роботі понад 10 тисяч працівників. На їхній основі був створений науково-виробничий центр, що спеціалізується на розробці, дослідженні та виробництві засобів індивідуального захисту.

У контексті жорсткої конкуренції та динамічних вимог ринку, безпека і якість стають ключовими факторами успіху. Особлива увага приділяється технології виробництва, адже встановлені потокові лінії з устаткуванням провідних європейських машинобудівних фірм, що дозволяє виготовляти взуття, відповідне європейським стандартам якості та дизайну. Власна технічна лабораторія, що має акредитацію в Реєстрі Системи сертифікації Укрседро та ВАТ «УкрНДШП», грає важливу роль у забезпеченні цієї якості.

Група тісно співпрацює з передовими підприємствами для виготовлення продукції, що відповідає всім специфічним вимогам. Товарна сировина та комплектуючі, які використовуються для виготовлення взуття, тщо придбаються на конкурсній основі, відзначаються високою якістю, зокрема, стійкістю до підвищених температур та вологості.

Продукція групи постійно користується попитом у всіх підрозділах «Укрзалізниці» та таких підприємствах, як «АрселорМіттал Кривий Ріг», ВАТ «Укрнафта», МК ім. «Ілліча» та інші. Їхні партнерські відносини відзначаються надійністю та відповідальністю, що сприяє зміцненню репутації як надійного виробника і постачальника.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Характеристика робіт та послуг, що надаються господарством

ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» спеціалізується на виготовленні спецвзуття, використовуючи виключно імпорتنу сировину.

Сировина, матеріали, напівфабрикати та комплектуючі для виробництва спецвзуття ввозяться на митну територію України замовниками з Бельгії, Швеції та Англії.

Замовники надають тканину, фурнітуру та інші необхідні матеріали, а також документацію та зразки готової продукції, яка повинна бути виготовлена з цих матеріалів.

Виготовлені вироби проходять 100% контроль якості інспекторами ВТК.

Контроль здійснюється шляхом:

- Порівняння виробу із зразками та встановлення відповідностей його вимогам нормативно-технічних актів.
- Визначення розмірів зразків та виробів в цілому згідно з розмірною таблицею, вказаною в документації.

У разі виявлення відхилень від нормативних документів та зразків, порушення технологій виготовлення або маркування, вироби відправляють на виправлення.

Інформація про переробку позначається в журналах обліку переробок та графіках переробок.

Таким чином, ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» гарантує високу якість своєї продукції, використовуючи імпортні матеріали та суворий контроль якості на всіх етапах виробництва.

1.4. Аналіз схеми електропостачання

Електроенергія на фабриці споживається головним чином на силові потреби і вентиляцію, в невеликих кількостях на сушку, підігрів і на освітлення.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питомі витрати електроенергії на виробництво найбільш трудоемних рантового і модельного взуття становлять 800 кВт*год на 1000 пар взуття і на виробництво стандартного взуття - відповідно 350 кВт*год.

Основними струмоприймачами фабрики є асинхронні двигуни потужністю 0,25-2 кВт, середня потужність двигунів- 1,1 кВт.

Принципова схема технологічного процесу виготовлення взуття полягає в наступному.

Всі вступники шкірні товари різних сортів, приклад і фурнітура відповідно до розробленого технологічним процесом проходять заготівельні цехи: штампувальний для вирубки деталей низу взуття або закрійною для вирубки деталей верху взуття, де виготовлені деталі обробляються і далі надходять в пошивного цеху.

Основні машини, використовувані у взуттєвому виготовленні: преси для вирубки деталей верху і низу взуття і машини по їх обробці, швейні машини різних класів, блочкові і крючкові машини, потім слідує обтяжні, зтяжні машини для вшивання ранта, накладання підошви і далі по виду кріплення підошви - гвинтові для стрічкової підошов, преси гарячої вулканізації та інші оздоблювальні машини.

Заготовлені низ і верх взуття і відповідний приклад, раніше скомплектований, направляються в пункти запуску швейного та пошивочного конвеєрів пошивочних цехів. Тут вони підбираються по потоках на конвеєри.

Весь технологічний процес виготовлення взуття в потоці на конвеєрі розбитий на окремі операції, і кожна працівниця і робочий виконують тільки свою операцію: число операцій налічується від 110 до 120. Конвеєрні потоки виготовлення взуття організовуються за видом кріплення низу до верху взуття. Є декілька видів кріплення: клейовий, гвинтовий, рантовий і цвяховий.

Весь цикл виробництва взуття дорівнює приблизно 7- 8 год, у тому числі до 3-4 год припадає на проміжну і остаточну сушку продукції.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Практично на взуттєвій фабриці немає процесів, припинення електропостачання яке призвело б до значного браку продукції.

1.5. Висновки та пропозиції

На основі аналізу господарської діяльності об'єкта та стану електрифікації та автоматизації приймається наступне рішення – для підвищення продуктивності праці та збільшення прибутку обґрунтувати та вдосконалити систему енергопостачання цеху розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» м. Ромни.

В результаті впровадження даного рішення планується:

- зменшення енергоспоживання за рахунок встановлення нового та модернізованого обладнання;
- запропонувати варіанти рішення автоматизації процесу вироблення заготовок для пошиву взуття та розробити електричну схему керування даним процесом;
- запропонувати схему системи автоматичного включення резервного електропостачання;
- розрахувати систему штучного освітлення виробничих приміщень
- збільшення чистого прибутку;
- підвищення продуктивності праці;
- зменшити травматизм працюючого персоналу.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис прийнятої технології виробництва

Всі операції взуттєвого виробництва можна поділити на шість основних груп [3, 4]:

- 1) розкрій матеріалів для взуття;
- 2) попередня обробка деталей перед з'єднанням;
- 3) складання заготовки взуття;
- 4) формування заготовки;
- 5) кріплення підошви;
- 6) остаточна обробка взуття.

Розкрій матеріалів для взуття. Перед розкроюванням перевіряють, чи відповідають матеріали вимогам щодо якості та міцності, згідно з нормативними документами. Натуральні шкіри розкроюють індивідуально, оскільки вони мають різні дефекти (за типом, розміром і розташуванням), а також неоднорідні властивості по всій площині, як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках. Важливі деталі викроюють з чепрака. Для штучних і синтетичних шкір, текстильних і трикотажних матеріалів використовують багатошаровий розкрій.

Всі технологічні операції щодо розкрою матеріалів для взуття виконують на спеціалізованих сучасних технологічних машинах, перелік яких та технічні характеристики наведені в таблиці 2.1.

2.2 Складання паспортних даних обладнання розкрійного цеху

Паспортні дані стандартного технологічного обладнання цеху розкрою матеріалів наведені в табл.2.1.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 2.1. – Паспортні дані технологічного обладнання.

№ п/п	Найменування	Марка	Кількість	Потужність, кВт.
1	Прес вирубочний розкрійний для шкіри	ПКП-10	1	2,2 1,5
2	Двоїльно-стрічкова машина	AB 320	1	1,5
3	Машина для таврування реквізитів	PMF 101	1	1,1
4	Машина для спускання країв деталей	Comelz SS 20	1	2,2
5	Машина для дублювання деталей верху взуття	Lastar	1	2,2
6	Прес для формування устілок	Svit 03153-P2	1	2,2
7	Машина для шліфовки устілок	Svit 04163-P3	1	1,5
8	Машина для ушивання устілок товщиною до 7 мм	Strobel 141-23EV	1	2,2
9	Машина для ушивання устілок товщиною до 11 мм	Strobel 410-1EV	1	15,0 0,6
10	Загинальна машина країв шкіри з нанесенням клею	Comelz COM 42	1	22,0
12	Витяжна установка	-	1	0,12
13	Кран-балка 2 т	-	1	32

2.3. Складання технологічних вимог до проекту електрифікації та прийняття загального рішення по проекту

Для проведення проектування приймаємо наступні вимоги [5]:

1. Необхідно, щоб форма й конструкція обладнання відповідала вимогам технології їх масового виробництва.
2. Обладнання повинно бути довговічним, зручним для транспортування й монтажу.
3. Витрата матеріалів й вартість обладнання повинні бути найменшими.
4. Для всіх машин повинен бути передбачений електропривод.
5. Приміщення фабрики повинні бути обладнані штучним освітленням.
6. Передбачити в виробничих приміщеннях штучну вентиляцію.

Всі вище вказані вимоги будуть виконані в даному кваліфікаційному проекті.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЦЕХУ РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ

3.1. Вибір силового електричного обладнання для цеху з розкрою матеріалів

В даному цеху до силового електрообладнання належать електродвигуни, що приводять у рух механізми та обладнання, які постачаються разом зі стандартним технологічним обладнанням.

Використовуються трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, розраховані на напругу 380 В та частоту 50 Гц.

Зважаючи на те, що приміщення цеху належить до категорії сирих з хімічно активним середовищем, застосовуються закриті обдувні електродвигуни промислового виконання серії 4 АМ [6, 7, 8].

3.2. Перерахунок потужності силових апаратів для технологічних машин цеху

На прикладі розглянемо електродвигун кран-балки. В цій установці електродвигун працює в тривалому режимі – S1. Розрахунок будемо виконувати методом еквівалентного струму та моменту [6].

Для вибору потужності електродвигуна і його перевірки необхідно знати:

- 1) Навантажувальну діаграма робочої машини (рис. 3.1);

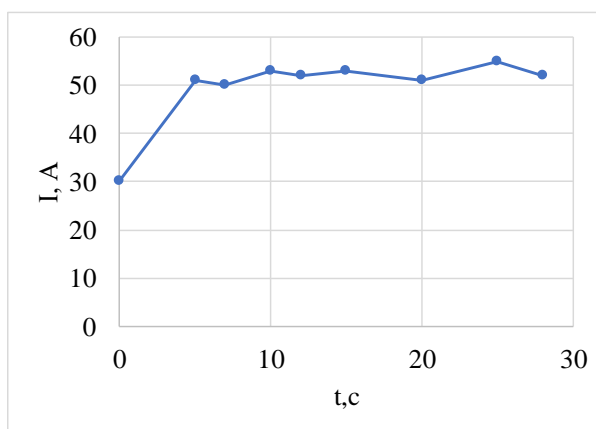


Рис. 3.1. Навантажувальна діаграма робочої машини

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Механічну характеристика робочої машини (рис. 3.2);

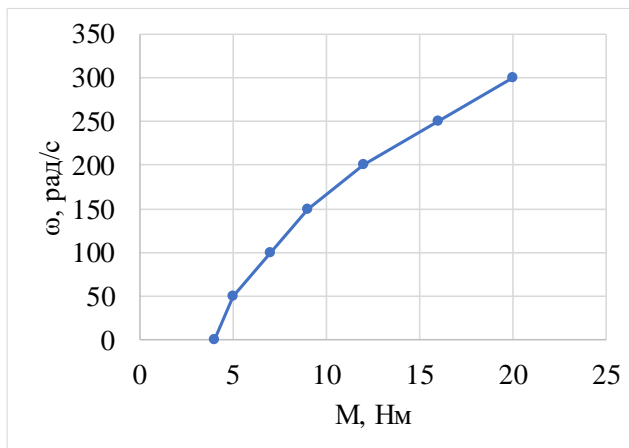


Рис. 3.2. Механічна характеристика робочої машини

3) Зведені моменти інерції схеми досліджуваного електродвигуна $I_{зв}=2,49 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ [3].

3.2.1 Вибір електродвигуна за потужністю

При нерівномірному характері навантаження робочої машини, розрахунок потужності виконують за навантажувальною діаграмою (рис. 3.1).

Визначаємо еквівалентну струм на кожній ділянці [6]:

$$I_{екв} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2}{3}} \quad (3.1)$$

$$I_{екв1} = \sqrt{\frac{30^2 + 30 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 41 \text{ А};$$

$$I_{екв2} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 50 + 50^2}{3}} = 50,5 \text{ А};$$

$$I_{екв3} = \sqrt{\frac{50^2 + 50 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 51,5 \text{ А};$$

$$I_{екв4} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 52,5 \text{ А};$$

$$I_{екв5} = \sqrt{\frac{52^2 + 52 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 52,5 \text{ А};$$

$$I_{екв6} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 52 \text{ ;A;}$$

$$I_{екв7} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 55 + 55^2}{3}} = 53 \text{ A;}$$

$$I_{екв8} = \sqrt{\frac{55^2 + 55 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 53,5 \text{ A.}$$

Рахуємо повний еквівалентний струм по всій діаграмі:

$$I_{екв.заг} = \sqrt{\frac{41^2 \cdot 4 + 50,5^2 \cdot 6 + 51,5^2 \cdot 9 + 52,5^2 \cdot 12 + 52,2^2 \cdot 13 + 52^2 \cdot 14,5 + 53^2 \cdot 17,5 + 53,5^2 \cdot 21}{4 + 6 + 9 + 12 + 13 + 14,5 + 17,5 + 21}} = 52 \text{ A}$$

Вибираємо потужність електродвигуна за умовою:

$$I_{н.дв} \geq I_{екв.заг} \quad (3.2)$$

Згідно з умови вибираємо двигун 4АМ180М2У2. Технічні характеристики даного двигуна вказано в табл. 3.1 [9].

Таблиця 3.1 – Технічні характеристика двигуна

$P_{н},$ кВт	$n_{н},$ об/хв	$I_{н},$ А	ККД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{пуск}}{M_{н}}$	$\frac{M_{мін}}{M_{н}}$	$\frac{M_{макс}}{M_{н}}$	$\frac{I_{пуск}}{I_{н}}$	Момент інерції ротора кг·м ² ·10 ⁻³
32	2940	56,2	91	0,89	1,5	1,3	2,7	7,5	85

3.2.2 Визначення тривалості пуску електродвигуна

Час пуску електродвигуна на і-тій ділянці графіка визначається за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{j_{зв} \cdot \Delta \omega_i}{M_{дин.ср.i}}, \quad (3.3)$$

де $j_{зв}$ – величина зведеного моменту інерції, кг·м²;

$M_{дин.ср.i}$ – середні значення динамічних моментів на кожній ділянці навантажувальної діаграми, Нм.

Знаходимо середні значення динамічних моментів на кожній ділянці:

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$M_{\text{дин.ср.1}} = \frac{100 + 78}{2} = 89 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{дин.ср.2}} = \frac{78 + 92}{2} = 85 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{дин.ср.3}} = \frac{92 + 125}{2} = 108,5 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{дин.ср.4}} = \frac{125 + 147}{2} = 136 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{дин.ср.5}} = \frac{147 + 0}{2} = 73,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахункова тривалість пуску на і-тих ділянках:

$$\Delta t_1 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{89} = 1,7 \text{ с};$$

$$\Delta t_2 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{85} = 1,8 \text{ с};$$

$$\Delta t_3 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{108,5} = 1,4 \text{ с};$$

$$\Delta t_4 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{136,5} = 1,1 \text{ с};$$

$$\Delta t_5 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{73,5} = 2,1 \text{ с}.$$

Визначаємо загальний час розгону електродвигуна кран-балки:

$$t_{\text{розг}} = 1,7 + 1,7 + 1,4 + 1,1 + 2,1 = 8,1 \text{ с}.$$

3.3.3. Вибір електродвигуна за електричною модифікацією

Конструктивне виконання і спосіб монтажу ІМ1081 (двигун на лапах, горизонтального розміщення). Кліматичне виконання У2 (помірний клімат, для експлуатації у приміщеннях де коливання температури і вологості повітря істотно не відрізняється від зовнішнього). Ступінь захисту від дії оточуючого середовища IP54. Модифікація електродвигуна 4АМ180М2У2: асинхронний

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

трифазний, кількість полюсів – 2, висота осі обертання – 160 мм, клас ізоляції нагрівостійкості – В, довжина осердя статора – В [9].

3.4. Розрахунок вентиляції та вибір вентиляторів

Для підтримання якості повітря та параметрів мікроклімату у промислових приміщеннях необхідна регулярна вентиляція. Для цього застосовується вентиляційне обладнання. Зокрема, використовуються осьові вентилятори, які зазвичай працюють у безперервному режимі з постійним або незначно змінним навантаженням.

Проведемо розрахунок вентиляції для приміщення цеху з розкрою матеріалів, де знаходиться основне обладнання для виконання технологічних операцій.

Визначимо необхідний повітрообмін у приміщенні за кратністю повітрообміну [10, 11]:

$$L_p = K \cdot V, \quad (3.4)$$

де K – кратність повітрообміну, приймаємо $K = 3,1$;

L_p – необхідний повітрообмін в приміщенні цеху, $\text{м}^3 / \text{год.}$;

V – об'єм приміщення цеху з розкрою матеріалів, м^3 :

$$V = A \cdot B \cdot H, \quad (3.5)$$

де $A = 20 \text{ м}$, $B = 12 \text{ м}$. $H = 3,5 \text{ м}$.

$$V = 20 \cdot 12 \cdot 3,5 = 840 \text{ м}^3,$$

$$L_p = 3 \cdot 840 = 2520 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

За результатами розрахунку необхідного повітрообміну вибираємо вентилятор типу ВО-06-300-4А згідно умови:

$$L_g = 2700 \text{ м}^3 / \text{год} > L_p = 2520 \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.6)$$

Даний вентилятор є осьовим і має таку технічну характеристику:

$L_g = 2700 \text{ м}^3 / \text{год}$ – номінальна продуктивність вентилятора;

$H = 72 \text{ Па}$ – номінальний тиск (напір); $\eta_g = 0,68$ – к.к.д. вентилятора.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність, споживану вентилятором:

$$P_{\epsilon} = \frac{L \cdot H}{T \cdot \eta_B}, \quad (3.7)$$

де L – продуктивність (подача) вентилятора, м³/год

Оскільки номінальна продуктивність вентилятора згідно механічних даних дана у м³/год., то у формулі для визначення потужності вентилятора враховуємо коефіцієнт переводу годин у секунди, отже:

$$P_{\epsilon} = \frac{2700 \cdot 72}{3600 \cdot 0.68} = 0,079 \text{ кВт.}$$

Визначимо потужність електродвигуна для приводу вентилятора:

$$P_{\text{дв.п}} = \frac{k_3 \cdot P_{\epsilon}}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (3.8)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу, який залежить від типу і потужності вентилятора, отже: $K_3 = 1,2$ – для осьових вентиляторів з потужністю до 0,5 кВт.

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі. В нашому випадку пряма передача, $\eta_{\text{пер}} = 1$.

$$P_{\text{дв.п}} = \frac{1,2 \cdot 0,079}{1} = 0,0948 \text{ кВт.} \quad (3.8)$$

Виберемо електричний двигун для вентилятора типу АИР за умовою:

$$P_{\text{дв.р}} \geq P_{\text{дв.п}}. \quad (3.9)$$

Попередньо вибираємо електродвигун: АИР 63 В2 У3 з технічними даними [12]:

$$P_n = 0,12 \text{ кВт}; \eta_n = 1350 \text{ об / хв.}; I_n = 0,44 \text{ А}; \eta = 63\%; \cos \varphi = 0,66.$$

$$0,12 \text{ кВт} > 0,0948 \text{ кВт.}$$

Умова виконується, а отже двигун обрано правильно.

3.5. Складання схеми розташування силового електрообладнання

Схема розташування силового електрообладнання цеху показано на листі КП.06.3.016.01.Е7 графічної частини проекту.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ВКЛЮЧЕННЯ РЕЗЕРВУ ДЛЯ ВРП-0,4 КВ ЦЕХУ З РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ

4.1. Складання вимог до системи автоматичного включення резерву

Система автоматичного включення резерву для цеху з розкромом матеріалів взуттєвої фабрики повинна бути розроблена для забезпечення безперервності виробничого процесу навіть у випадку несправностей або відключення основного джерела живлення. Основною вимогою до такої системи є її здатність швидко та ефективно перемикатися на резервне джерело живлення, щоб уникнути зупинки обладнання і виробничих простоїв. Це критично важливо для підтримання стабільного виробництва та мінімізації фінансових втрат [13, 14].

Система повинна мати високий ступінь автоматизації, що дозволяє їй оперативно реагувати на будь-які відхилення у роботі основного джерела енергії. Вона має бути здатною до автоматичного моніторингу та діагностики стану основного і резервного обладнання, виявляючи потенційні проблеми на ранніх стадіях. Це включає можливість самостійного виконання тестів і перевірок для забезпечення готовності резервного джерела до моментального включення при необхідності.

Ще однією важливою вимогою є інтеграція системи з існуючою інфраструктурою цеху. Це означає, що система повинна бути сумісною з наявним обладнанням та програмним забезпеченням, забезпечуючи безшовну інтеграцію в існуючі виробничі процеси. Надійність і довговічність компонентів системи є надзвичайно важливими, оскільки від цього залежить стабільність роботи всього цеху. Крім автоматичного режиму роботи, система повинна мати можливість ручного керування. Це необхідно для проведення технічного обслуговування або для оперативного втручання у випадку непередбачених ситуацій. Ручний режим дозволяє операторам цеху безпосередньо керувати системою та здійснювати контроль над процесом перемикавання на резервне живлення.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення максимальної ефективності та надійності, система повинна бути оснащена сучасними засобами комунікації, що дозволяють отримувати оперативну інформацію про стан системи та її компонентів. Це може включати інтеграцію з системами управління виробництвом (MES), системами диспетчеризації та іншими інформаційними системами фабрики.

Загалом, система автоматичного включення резерву повинна відповідати найвищим стандартам надійності, ефективності та безпеки, забезпечуючи безперебійну роботу цеху з розкрою матеріалів на взуттєвій фабриці. Вона має бути спроектована з урахуванням усіх можливих сценаріїв відмов та неполадок, щоб гарантувати стабільність виробничих процесів та мінімізацію простоїв [14].

4.2. Вибір ввідного розподільчого пункту для живлення цеху

До групи електроприймачів першої категорії за надійністю електропостачання, згідно з [6], належать ті, безперебійна робота яких є критичною для безпеки людей, запобігання вибухам, пожежам та пошкодженням основного обладнання, а також для забезпечення безаварійного зупинення. Електропостачання таких електроприймачів, згідно з [10], має здійснюватися від двох або трьох незалежних джерел живлення. Третє джерело включається лише у випадку зникнення напруги на одному або обох основних джерелах.

Для живлення розкрійного цеху, як ВРП 0,4 кВ, обираємо стандартну установку типу ГРЩ-Б-800 (рис. 4.1) [15]. Ввідні розподільчі пристрої типу ГРЩ-800 на 0,4 кВ призначені для приймання, розподілу та обліку електроенергії з напругою 220/380 В в мережах трифазного змінного струму частотою 50 Гц з глухозаземленою нейтраллю. Вони також забезпечують захист силової розподільчої мережі від перевантажень і коротких замикань. Електроустановка розміщується в сталевому захисному корпусі. Живлення надходить на ввідну панель від трансформаторних підстанцій. ГРЩ розподіляє електроенергію між споживачами через магістральні шинопроводи. Для захисту

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електромереж від стрибків напруги та відключень живлення пристрій оснащений системою автоматичного включення резерву.



Рис. 4.1. Ввідний розподільчий пристрій 0,4 кВ типу ГРЩ-Б-800

Для обслуговування обладнання на фасаді корпусу передбачаються дверцята. Під час ремонтних і профілактичних робіт напруга повністю знімається, а струмопровідні елементи заземлюються. Технічні характеристики ГРЩ наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Технічні характеристики ВРП 0,4 кВ типу ГРЩ-Б-800

№ п/п	Параметр	Значення
	Номінальна напруга, В	380/220
	Номінальна напруга кіл керування, В	220
	Частота, Гц	50
	Струм електротермічної стійкості, кА	50
	Номінальний струм панелей, А:	
	ввідних	1000
	лінійних	100, 200, 250, 400, 600
	секційних	1000
Умови експлуатації		
	Навколишнє середовище	не вибухонебезпечне
	Місце установки	Спеціально відведені приміщення (електрощитова)
	Температура повітря, 0С	від -10 до +40
	Висота розміщення над рівнем моря, м	не більше 2000
	Відносна вологість повітря, %	не більше 80

4.3. Розробка та опис принципової електричної схеми системи автоматичного включення резерву

Схема електрична принципова системи автоматичного включення резерву живлення цеху з розкрою матеріалів представлена на рисунку 4.2 та в графічній частині проекту КП.06.3.016.03.ЕЗ.

Принцип роботи системи наступний.

В нормальному режимі роботи:

- I секція шафи отримує живлення від першого або другого джерела живлення.
- II секція отримує живлення від третього джерела живлення.

При зникненні напруги на вводі №1:

- Знеструмлюється котушка магнітного пускача 1KM1.
- Через 0,5 секунди спрацьовує реле часу 1KT1.
- Ще через 0,5 секунди включається в роботу реле часу 1KL2.
- Після замикання контакту 1KL2 замикається коло включення магнітного пускача 1KM2.
- Витримка часу 0,5 секунди передбачена для виключення автоматичного введення резерву (АВР) при зовнішніх коротких замиканнях.

В разі втрати напруги на вводі №3:

- Знеструмлюється котушка магнітного пускача 2KM1.
- Через 0,5 секунди спрацьовує реле 2KT1.
- Ще через 0,5 секунди спрацьовує реле 2KL2.
- Після замикання контакту 2KL2 активується ланцюг живлення котушки магнітного пускача 2KM2.
- В результаті II секція переходить на живлення від другого джерела (вводу №2).

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

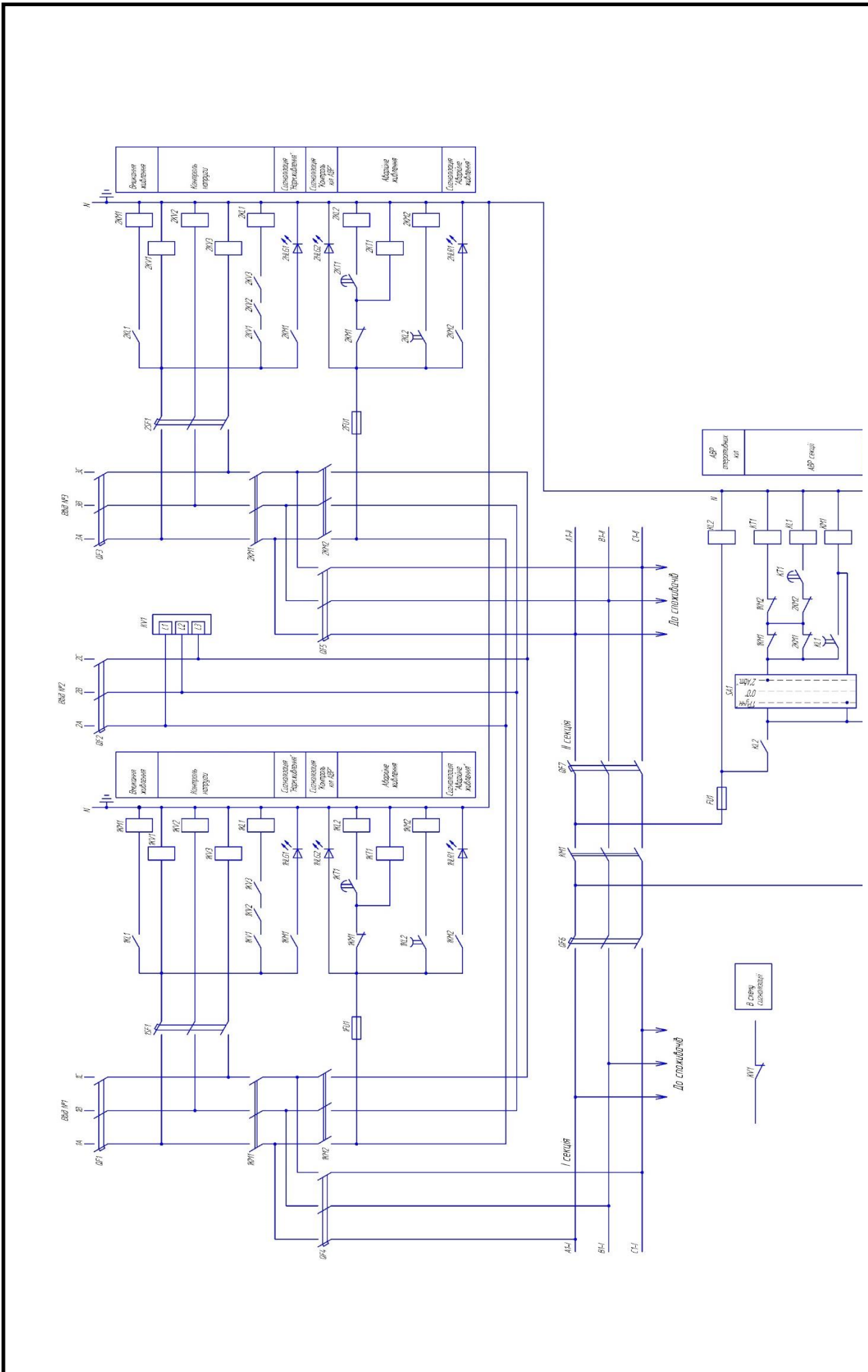


Рис. 4.2. Схема електрична принципова включення резерву цеху з розкром матеріалів

При одночасному зникненні напруги на першому та третьому вводах:

- I та II секції з через 0,5 секунди перемикаються на живлення від джерела №2 (вмикаються в роботу контактори 1KM2 та 2KM2).

У разі зникнення напруги на вводі №1 та №2, або при несправності автоматичного вводу резерву (АВР) вводів:

- втрачають живлення магнітні пускачі 1KM1 та 1KM2.
- контакти пускачів 1KM1 та 1KM2 включають коло живлення реле часу КТ1.
- Через 1 секунду вмикається проміжне реле KL1, в результаті чого вмикається KM1.
- I секція переходить на напругу від вводу №3.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ТА ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ

5.1 Вибір схеми живлення силових електроприймачів

Живлення цеху по ступеню надійності відноситься до споживачів 1 категорії. Ввід живлення проводиться від комплектної трансформаторної підстанції в електрощитову, де встановлено силові та освітлювальні щити. Силова мережа прокладена окремо від освітлювальної.

5.2. Складання розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ цеху

Складання принципової схеми (розрахунково-монтажної таблиці) внутрішньої силової електричної мережі цеху з розкрою матеріалів зображено на листі КП.06.3.016.01.E7 графічної частини.

5.3. Визначення електричних струмів мережі 0,4 кВ цеху

Розрахункові навантаження електрообладнання наведено в табл. 2.1, а навантаження на окремих ділянках електричної мережі вказано в розрахунково – монтажній таблиці на листі КП.06.3.016.01.E7 графічної частини проекту.

5.4. Вибір кабелів та способу їх прокладання

Правильний розрахунок і вибір електропроводки має велике значення в електрифікації. Від надійності і довговічності проводки залежить вік безперервного електричного постачання, безпеки людей і тварин.

Провода і кабелі вибирають в залежності від виду проводки, категорії приміщення, умов оточуючого середовища, способу прокладання.

Провода вибирають по тривало-допустимому струмі згідно умови:

$$I_{тр. дом.} \geq I_{розр.} \quad (5.1)$$

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $I_{розр.}$ – розрахунковий струм окремих споживачів, розраховують його по формулі в залежності від приймача, або приймають рівним номінальному.

$$I_p = I_n. \quad (5.2)$$

Максимальну роботу сили струму від магістралі, від якої живлення кілька електроприймачів визначають:

$$I_{м.р} = K_0 \cdot \sum I_{н|P|}, A \quad (5.3)$$

де K_0 – коефіцієнт одночасності роботи електроприймачів.

Проведемо вибір і розрахунок проводки для двигуна загинальної машини країв для шкіри з $P_n=22$ кВт і магістралі в цілому:

- для двигуна:

$$I_{тр. дом} \geq I_{розр.}, 75 A \geq 42 A. \quad (5.4)$$

Вибираємо кабель АВВГ (4х16):

- для магістралі:

$$I_{тр. дом} \geq I_{розр.}, 140 A \geq 113,22 A.$$

$$I_{розр.} = \sum I_{н. дв.} = 226,44 A.$$

Обираємо кабель АВВГ (4х70) [16].

Кабелі даного електричного кола прокладають в одній трубі.

Для визначення d користуються формулою:

$$d_{тр} = d_{пр.} \sqrt{\frac{n}{k_3}}; \quad (5.5)$$

де $d_{пр.}$ - діаметр провуда із ізоляцією, $d_{пр.} = 14,8$ мм,

$n = 4$ – кількість жил,

$k_3 = 0,45 \dots 0,55$ – коефіцієнт заповнення.

$$d_{тр.} = 14,8 \sqrt{\frac{4}{0,45}} = 44,13 \text{ мм.}$$

5.5. Вибір апаратури керування і захисту

Вибір пускозахистної апаратури виконуємо на прикладі кран-балки.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту електродвигуна від струмів короткого замикання та тривалих навантажень вибираємо автоматичний вимикач за умовами:

- 1) $U_{AB.H} \geq U_{мер}$;
- 2) $I_{AB.H} \geq I_{н.ел.дв}$;
- 3) $I_{розщ} \geq I_{н.ел.дв}$;
- 4) $I_{відс} \geq 1,5 \dots 1,6 I_{н.ел.дв}$;
- 5) За ступенем захисту;
- 6) За конструктивними ознаками.

Обираємо до установки автоматичний вимикач ВА47-29 [17].

Отже, за умовами:

- 1) $380 В = 380 В$;
- 2) $63 А \geq 56,2 А$;
- 3) $63 А \geq 56,2 А$;
- 4) $562 А \geq 89,9 А$;
- 5) Ступінь захисту IP30;
- 6) Кількість полюсів автоматичного вимикача – 3.

Вибираємо електромагнітний пускач для керування двигуном за умовами:

- 1) $U_{н.п} \geq U_{ел.м}$;
- 2) $I_{н.п} \geq I_{н.дв}$;
- 3) За конструктивними ознаками;
- 4) За ступенем захисту і кліматичного виконання;
- 5) За стійкістю проти спрацювань;
- 6) $U_{кот} \geq U_{кол.кер}$.

Обираємо до монтажу електромагнітний пускач КММ46511.

Отже, за умовами

- 1) $380 В = 380 В$;
- 2) $65 А \geq 56,2 А$;
- 3) реверсивний;
- 4) ступінь захисту IP00, кліматичне виконання – У;

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- 5) за стійкістю проти спрацювань – В;
- 6) 220 В = 220 В.

Для інших установок вибір апаратів керування та захисту здійснюється за аналогічним принципом. Результати вибору зведено до розрахунково-монтажної таблиці електричної мережі 0,4 кВ цеху з розкромом матеріалів.

5.6. Перелік елементів системи електрифікації розкрийного цеху

Специфікація (таблиця переліку елементів) на матеріали та обладнання зазначена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Перелік елементів системи електрифікації розкрийного цеху

№ п/п	Найменування	К-сть	Примітки
1	Автоматичний вимикач ВА57-39УХЛЗ ТУ.16-641.002-83	1	
2	Автоматичний вимикач ВА47-29УХЛЗ ТУ.16-522.157.-83	12	
3	Електромагнітний пускач КММ11210 ТУ16-644.001-83	9	U _{кот} = 220В
4	Електромагнітний пускач КММ46511 ТУ16-644.001-83	2	U _{кот} = 220В
5	Електромагнітний пускач КММ23210 ТУ 16-644.001-83	2	U _{кот} = 220В
6	Теплові струмові реле РТЛ ТУ 16.-523.549-82	14	

6. РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ З РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ

6.1. Вибір системи та виду освітлення

Вибір системи та виду освітлення для цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики має велике значення для забезпечення ефективності та безпеки роботи. Основною метою освітлення є забезпечення достатнього рівня освітленості для точної та безпомилкової роботи, а також зменшення зорової втоми працівників. Важливо вибрати таку систему освітлення, яка б рівномірно розподіляла світло по всій робочій зоні, мінімізуючи тіні та бліки [18].

Для цеху з розкрою матеріалів найкраще підходить комбінована система освітлення, яка поєднує загальне та місцеве освітлення. Загальне освітлення забезпечує базовий рівень світла у всьому приміщенні, тоді як місцеве освітлення додає додаткове світло саме в ті зони, де виконуються точні операції. Це дозволяє створити комфортні умови для роботи та підвищити продуктивність праці.

Таким чином, вибір системи та виду освітлення для цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики має базуватися на забезпеченні достатньої освітленості, рівномірного розподілу світла, енергоефективності та безпеки. Це дозволить створити оптимальні умови для продуктивної та якісної роботи.

6.2. Вибір джерела світла та типу світильника

При виборі джерела світла та типу світильника для цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики важливо враховувати кілька факторів. Спочатку необхідно оцінити освітленість робочих зон і відповідність її вимогам безпеки та комфорту працівників. У цехах з розкрою матеріалів часто потрібне потужне освітлення, щоб забезпечити точність та якість обрізання матеріалів. Люмінесцентні світильники можуть бути ефективним варіантом завдяки своїй яскравості та рівномірному розподілу світла. Зокрема, світильники з люмінесцентними лампами можуть бути встановлені у вигляді світлових ліній

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або панелей для забезпечення однорідного освітлення великих площ. Однак, для деяких ділянок цеху, де потрібна додаткова концентрація світла, можуть бути використані лампи розжарювання, які забезпечують тепле, затишне світло. Такий підхід дозволяє забезпечити оптимальне освітлення для різних видів робіт, що виконуються у цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики.

6.3. Нормована освітленість приміщень цеху

Значення нормованої освітленості приміщень цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики наведено в таблиці 6.1 [18-20].

Таблиця 6.1 - Характеристики приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н, м	Нормована освітленість, <u>лк</u>
1	Основне виробниче приміщення	13	12,5	4,5	150
2	Кабінет інженера	3	3	4,5	300
3	Кімната для персоналу	3	2,5	4,5	150
4	Коридор	5	1,5	4,5	50
5	Інвентарна	3,5	3,5	4,5	50
6	Вентиляційна	3,5	2	4,5	20
7	Приміщення для формування устілок	8	4	4,5	150
8	Склад готової продукції	5	3	4,5	30
9	Склад запасних частин	3	3	4,5	50

6.4. Розрахунок системи освітлення приміщень

Для розрахунку робочого освітлення в основному виробничому приміщенні цеху з розкрою матеріалів ми використаємо метод лінійних ізольоксів з точковим підходом.

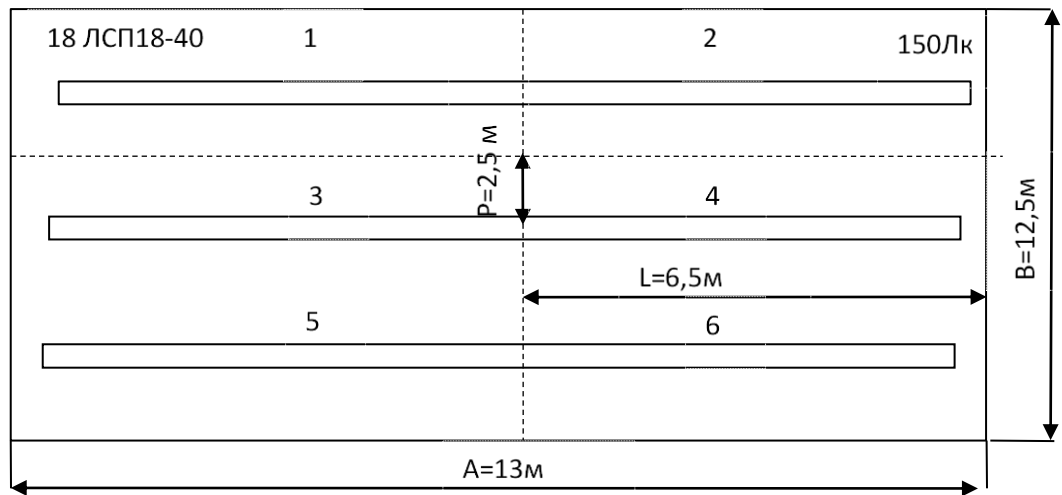


Рисунок 6.1 – Схема розташування джерел світла в основному приміщенні цеху з розкрою матеріалів

Вид освітлення – робоче. Система освітлення – загально-рівномірна.
 Тип світильника – ЛСП18-40 [19], крива сили світла – Д1, $\Phi = 3000$ Лм.
 Ступінь захисту – IP20. Нормована освітленість – $E_n = 150$ лк [19].
 Площина нормування та рівень розрахункової поверхні – Г-00.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = H - H_{зв} - H_{рп} \quad (6.1)$$

$$H_{розр} = 4,5 - 1 - 0 = 3,5 \text{ м}$$

Рекомендована відстань між рядами світильників, $\lambda_{св} = 1,4 \dots 2,1$ [19].

$$L_г = \lambda_{св} \cdot H_{розр} \quad (6.2)$$

$$L_г = (1,4 \dots 1,6) \cdot 3,5 = 4,9 \dots 5,6 \text{ м}$$

Задаємося $L_в = 5$ м

Ми встановлюємо відстані між рядами світильників та стіною:

$$l_б = (0,3 \dots 0,5) \cdot 3,5 = 1,05 \dots 1,75 \text{ м}$$

Задаємося $l_б = 1,5$ м

$$N_б = \frac{B - 2l_б}{L_в} + 1 \quad (6.3)$$

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_B = \frac{12 - 2 \cdot 1,5}{5} + 1 = 2,9 \text{ шт}$$

Задаємося $N_B = 3$ ряди.

Використовуємо графіки лінійних ізолюкс для обчислення довжини напівряду та визначення умовної освітленості e . Отримані результати записуємо у таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Обчислення довжини напівряду та визначення умовної освітленості

Напівряд	$L, \text{м}$	L^*	$P, \text{м}$	P^*	$E, \text{лк}$	$\Sigma E, \text{лк}$
1,2,3,4	6,5	1,85	2,5	0,71	90x4	360
5,6	6,5	1,85	7,5	2,14	10x2	20

Світловий потік, який генерується світловою лінією завдовжки 1 метр:

$$F' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_z \cdot H_{\text{розр}}}{\Sigma e_A \cdot \mu}, \quad (6.4)$$

$$F' = \frac{1000 \cdot 150 \cdot 1,3 \cdot 3,5}{380 \cdot 1,3} = 1381 \frac{\text{лм}}{\text{м}}$$

Потрібний світловий потік для ряду.

$$F_{\text{ряда}} = F' \cdot A \quad (6.5)$$

$$F_{\text{ряда}} = 1381 \cdot 13 = 17953 \text{ лм.}$$

Вибираємо світильник з лампами ЛБ 40-4, $\Phi_{\text{л}} = 3000$ лм, $l = 1.214$ м.

Кількість світильників, розташованих у ряду.

$$N_{\text{ряда}} = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{св}}}, \quad (6.6)$$

$$N_{\text{ряда}} = \frac{17953}{3000} = 5,98 \text{ св.}$$

Задаємося 6 світильниками.

Відстань між сусідніми світильниками в рядах:

$$\Delta l = \frac{A - l_{св} \cdot N_{ряда}}{N_{ряда}}, \quad (6.7)$$

$$\Delta l = \frac{13 - 1,214 \cdot 6}{6} = 0,95 м$$

Вимога неперервності рядів:

$$\Delta l_{фак} < 0,5 H_p$$

$$0,95 \leq 1,75$$

Умова виконується, ряд неперервний.

Встановлена потужність світильників в цеху з розкрою матеріалів:

$$P_{ес} = 1,25 \cdot P_{св} \cdot N \cdot n \cdot Nb \quad (6.8)$$

$$P_{ес} = 1,25 \cdot 40 \cdot 6 \cdot 3 = 900 Вт$$

Питома потужність освітлювальної установки:

$$P_{пит} = \frac{P_{ес}}{S} \quad (6.9)$$

$$P_{пит} = \frac{900}{163} = 5,5 Вт / м^2$$

Отримані дані з розрахунків вносимо у світлотехнічну специфікацію. Проведення розрахунку освітлення в інших виробничих приміщеннях виконується аналогічним чином. Результати цих розрахунків записуються у таблицю 6.3 світлотехнічної специфікації.

6.5. Розробка світлотехнічної специфікації

Світлотехнічна специфікація є важливим документом для будівельних проектів, оскільки вона визначає вимоги до освітлення, що допомагає забезпечити комфорт та безпеку в приміщенні. Цей документ також може включати рекомендації щодо використання енергоефективних технологій освітлення та стандартів безпеки.

Світлотехнічна специфікація наведена в табл. 6.3. та на листі графічної частини проекту КП.06.3.016.02.Е7

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.3 – Світлотехнічна специфікація

Номер приміщення	Характеристика приміщення								Система освітлення	Вид освітлення	Загальне освітлення						
	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Площа S, м ²	Висота Н, м	Характеристика середовища	Коеф. відбивання				Ея, лк	Коефіцієнт запасу, Кз	Світильник			Встановлена потужність, Вт	Питома потужність, Вт/м ²
							ρст, %	ρс, %					Тип	Потужність, Вт	Кількість		
1	Основне виробниче приміщення	13	12,5	163	4,5	Вологе	30	50	Загальна рівномірна	Робоче	150	1,3	ЛСП18	40	18	900	5,5
2	Кабінет інженера	3	3	9	4,5	Вологе	30	50		Робоче	300	1,3	ЛСП18	300	1	375	41,1
3	Кімната для персоналу	3	2,5	7,5	4,5	Сухе	30	50		Робоче	150	1,3	ПВЛМ	130	1	165	21,6
4	Коридор	5	1,5	7,5	4,5	Сухе	30	50		Робоче	50	1,3	НСП11	100	2	200	26,6
5	Інвентарна	3,5	3,5	12	4,5	вологе	30	50		Робоче	100	1,3	ПВЛМ	65	2	162	13,5
6	Вентиляційна	3,5	2	7	4,5	Сухе	30	50		Робоче	20	1,3	НСП11	200	1	200	28,5
7	Приміщення для формування устілок	8	4	32	4,5	Вологе	30	50		Робоче	75	1,3	ЛСП18	40	3	150	4,6
8	Склад готової продукції	5	3	15	4,5	Сухе	30	50		Робоче	30	1,3	НСП11	100	2	200	13,3
9	Склад запасних частин	3	3	9	4,5	Вологе	30	50		Робоче	100	1,3	НСП11	300	1	300	33,3
10	Освітлення входів			-	3	Вологе	-	-		-	-	2	1,3	СПП-200	60	1	60

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики. В цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики організація роботи з охорони праці відіграє критичну роль у забезпеченні безпеки та здоров'я працівників. Планування заходів з охорони праці є необхідним етапом у вирішенні цієї проблеми. Воно базується на аналізі ризиків і встановленні пріоритетів для запобігання нещасних випадків та професійних захворювань. Фінансування цих заходів є важливою складовою, яка забезпечує необхідні ресурси для впровадження запланованих заходів з охорони праці. Крім того, умови колективного договору включають розділ, присвячений охороні праці. Цей розділ встановлює права та обов'язки як роботодавців, так і працівників у сфері забезпечення безпеки та здоров'я на робочому місці. Він також може містити положення про компенсації та стимули для працівників, які дотримуються правил охорони праці.

Організація навчання є ключовою складовою системи управління охороною праці. Наявність програм навчання та інструкцій з охорони праці дозволяє забезпечити працівників необхідними знаннями та навичками для уникнення небезпеки на робочому місці. Журнали реєстрації інструктажів та протоколи атестації служать як документальне підтвердження проведення навчання та оцінки знань працівників у сфері охорони праці [21-23].

Потенційні небезпеки та шкідливі фактори в цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики. У цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики існують потенційні небезпеки та шкідливі фактори, які можуть впливати на здоров'я працівників та безпеку робочого середовища. Однією з таких небезпек є ризик порізів та ушкоджень від різальних інструментів, що використовуються для розкрою матеріалів.

Додатково, працівники можуть бути піддані небезпеці травмування внаслідок падіння важких предметів або ковзання на підлозі, особливо якщо на

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

підлозі присутні матеріали або рідини. Також існує ризик отруєння внаслідок контакту з хімічними речовинами, які використовуються для обробки або фарбування матеріалів. Окрім того, в цеху можуть виникати небезпеки внаслідок неконтрольованого виділення пилю та інших аерозолей, які можуть спричинити проблеми з диханням та алергічні реакції серед працівників.

Потенційні небезпеки також можуть включати ергономічні проблеми, пов'язані з неправильними позами та рухами під час роботи з важкими матеріалами або обладнанням, що може призвести до травм або розладів м'язів та суглобів.

Нарешті, існує ризик пожежі або вибуху внаслідок неправильного зберігання або використання легкозаймистих речовин, таких як розчинники або клеї, які можуть бути використані у виробничому процесі.

Заходи щодо дотримання питань з охорони праці в цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики. У цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики приділяється велика увага питанням охорони праці, оскільки безпека працівників є пріоритетною метою керівництва. Для забезпечення безпеки та здоров'я працівників в цеху введено ряд заходів та політик, спрямованих на попередження нещасних випадків та професійних захворювань. Один з ключових заходів - це систематичне проведення інструктажів з охорони праці для всіх працівників, включаючи нових працівників та тих, що переходять на нові робочі місця. Ці інструктажі охоплюють правила безпеки, використання засобів індивідуального захисту, а також процедури дії в екстрених ситуаціях.

Постійний контроль за дотриманням правил охорони праці здійснюється через систему внутрішнього аудиту та регулярні перевірки стану устаткування та робочого середовища. Це дозволяє вчасно виявляти потенційні небезпеки та усувати їх до виникнення серйозних проблем. Крім того, в цеху встановлені чіткі процедури дії в разі нещасного випадку або аварії. Всі працівники ознайомлені з цими процедурами і проходять необхідну підготовку для виконання дій у критичних ситуаціях.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Забезпечення спецодягом, засобами індивідуального захисту та регулярне їх перевірка також є важливими аспектами системи безпеки в цеху. Продукція з охорони праці надається працівникам безоплатно, а їх використання контролюється і регулюється внутрішніми правилами підприємства. Перелік засобів індивідуального захисту, які можуть застосовуватися в цеху та їх призначення показано на листі графічної частини проекту КП.06.3.016.04.ТБ.

Всі керівники та посадові особи несуть відповідальність за дотримання правил охорони праці в своєму відділі або цеху. Вони зобов'язані забезпечити, щоб працівники отримували необхідну інформацію, навчання та ресурси для безпечного виконання своїх обов'язків.

Висновки. У цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики виявляється висока увага до організації та підтримки системи охорони праці. Заходи, які вживаються, охоплюють широкий спектр аспектів, починаючи від систематичного проведення інструктажів та контролю за дотриманням правил безпеки, і закінчуючи забезпеченням працівників необхідним спецодягом та засобами індивідуального захисту. Важливим аспектом є також наявність чітких процедур дії у випадку нещасного випадку чи аварії, що допомагає забезпечити ефективну реакцію на непередбачувані ситуації. Керівництво та посадові особи несуть відповідальність за забезпечення безпеки працівників, що підтверджує серйозний підхід підприємства до цього питання.

У результаті вжитих заходів можна зробити висновок, що в цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики встановлена ефективна система управління охороною праці, спрямована на запобігання нещасних випадків та забезпечення безпеки та здоров'я працівників.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

8. ЕКОЛОГІЯ

Вступ. Цех з розкрою матеріалів у взуттєвій фабриці є ключовим виробничим підрозділом, відповідальним за ефективне використання сировини та матеріалів для виготовлення взуття. Його основним завданням є розрізання тканин, шкіри та інших компонентів на необхідні деталі згідно з виробничими специфікаціями. У цьому цеху зазвичай працюють спеціалісти зі знанням технологій різання та обробки різноманітних матеріалів, а також оператори верстатів для точного виконання розмірів і форм. Вони вміють ефективно розподіляти матеріали для максимізації використання сировини та мінімізації відходів. Цех з розкрою матеріалів забезпечує постачання виробничих ліній необхідними комплектуючими, готовими для наступних етапів виготовлення взуття. Від правильної організації цього процесу залежить якість та ефективність виробництва, а також вартість кінцевого продукту. Тому цей цех є важливим ланцюжком у виробничому процесі взуттєвої фабрики, де кожен етап має своє значення для досягнення успішного результату.

Вплив. Цех з розкрою матеріалів на взуттєвій фабриці може мати негативний вплив на навколишнє середовище у зв'язку з великим обсягом відходів, що виникають під час процесу розкрою матеріалів. Перш за все, відходи від різання шкіри та інших матеріалів можуть становити значну частку відходів, які потім потрапляють на сміттєзвалища або викидаються у природне середовище. Крім того, процес розкрою матеріалів може викликати забруднення повітря та води через використання різних хімічних речовин для обробки та фіксації матеріалів. Наприклад, деякі речовини, які використовуються для обробки шкіри, можуть бути потенційно шкідливими для навколишнього середовища та здоров'я людей.

Крім того, неправильне управління відходами, яке може включати в себе недостатню утилізацію або переробку відходів, також може призвести до негативного впливу на навколишнє середовище шляхом забруднення ґрунту та

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

водойм. Отже, цех з розкрою матеріалів на взуттєвій фабриці потребує уваги до екологічних аспектів своєї діяльності, включаючи впровадження ефективних методів управління відходами та мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Заходи. Щоб зменшити негативний вплив на навколишнє середовище цеху з розкрою матеріалів взуттєвої фабрики, можуть бути впроваджені різноманітні заходи. По-перше, це може включати в себе використання більш екологічно чистих та безпечних для навколишнього середовища матеріалів, які мають менший вплив на довкілля під час обробки та утилізації.

Другим важливим кроком може стати впровадження програми ефективного управління відходами, яка включатиме в себе переробку та використання відходів як сировини для інших процесів виробництва або для виготовлення вторинних продуктів. Також важливо здійснювати постійний контроль за викидами в атмосферу та забрудненням водойм, шляхом впровадження відповідних технологій очищення та фільтрації викидів.

Наприклад, можливість використання більш енергоефективного обладнання та систем енергозбереження також може сприяти зменшенню впливу на навколишнє середовище, знижуючи споживання ресурсів та викиди в атмосферу. Крім того, важливо впроваджувати навчальні та інформаційні програми серед працівників цеху щодо екологічної освіти та свідомого відношення до довкілля, щоб забезпечити загальне розуміння і відповідальність за екологічні аспекти їхньої діяльності.

Висновки. Для зменшення негативного впливу цеху з розкрою матеріалів на навколишнє середовище важливо впроваджувати комплексний підхід, який включатиме в себе використання екологічно чистих матеріалів, ефективне управління відходами, використання енергоефективних технологій, контроль за викидами та навчання персоналу екологічно свідомому підходу. Заходи, спрямовані на зменшення негативного впливу виробництва на довкілля, не лише допоможуть зберегти природні ресурси, а й сприятимуть створенню більш сталого та екологічно чистого виробництва.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Метою проведення техніко-економічних розрахунків є визначення економічної ефективності запровадження запропонованого рішення. Отримати прибуток планується за рахунок скорочення споживання електричної енергії внаслідок автоматизації технологічних процесів та встановлення модернізованого та нового енергообладнання [24, 25].

Розрахунок капітальних вкладень представлений в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 - Кошторисно-фінансовий розрахунок капітальних вкладень

Найменування	Тип	Одиниця вимірювання	К-ть	Вартість	
				За одиницю	З урахуванням кількості
1	2	3	4	5	6
ВРП 0,4 кВ з системою АВР	ГРЩ-Б-800	шт	1	74500	74500
Автоматичні вимикачі	ВА57-39УХЛЗ	шт.	1	2500	2500
	ВА47-29УХЛЗ	шт.	12	400	4800
Магнітні пускачі	КММ11210	шт.	9	420	3780
	КММ46511	шт.	2	520	1040
	КММ23210	шт.	2	630	1260
Теплове реле	РТЛ	шт.	14	240	3360
Кабель АВРГ	4x2,5	м	56	16	896
	4x4		16	18	288
	4x6		20	22	440
	4x16		18	36	648
	5x4		12	25	300
	5x70		13	186	2418
Всього					96230

Встановлення нового обладнання та автоматизація технологічних процесів дозволить зменшити витрати на електроенергію до 5 % [25]. За даними ЕТС підприємства за останній рік комбінатом було спожито близько 250 тис. кВт·год електричної енергії.

Тому, після модернізації кількість спожитої електроенергії за рік становитиме:

$$C = 250 - 5\% = 237,5 \text{ тис. кВт}\cdot\text{год}$$

Плата за електроенергію складає:

$$П = C \cdot T, \quad (9.1)$$

де T – тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

$$П = 237,5 \cdot 6 = 1425 \text{ тис. грн.}$$

Річна економія становитиме:

$$E_p = 1500 - 1425 = 75 \text{ тис. грн}$$

Термін окупності

$$T_{ок} = \frac{K_{дод.}}{E_p}, \quad (9.2)$$

де $K_{дод.}$ – додаткові капіталовкладення, грн.;

E_p – річна економія, грн.

$$T_{ок} = \frac{96230}{75000} = 1,3 \text{ років.}$$

Річний економічний ефект

$$E = E_p - \kappa_n \cdot K_{дод.}, \quad (9.3)$$

де κ_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

$$E = 75000 - 0,12 \cdot 96230 = 63452 \text{ грн.}$$

Показники економічної ефективності представлені в таблиці 9.2 і на листі графічної частини проекту №5 КП.06.3.016.05.ТБ.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 9.2 – Показники економічної ефективності

Показники	варіант	
	Вихідний	Проектний
Додаткові капітальні вкладення, грн	-	96230
Кількість спожитої електроенергії, тис. кВт·год/рік	250	237,5
Затрати на електроенергію, тис. грн	1500	1425
Річна економія, грн.	-	75000
Річний економічний ефект, грн	-	63452
Термін окупності, рік	-	1,3

Висновки. Запровадження даного проекту призведе до зниження витрат на електроенергію на 75 тис. грн. щорічно та забезпечить річний економічний ефект у розмірі 63 452 грн. Термін окупності проекту становитиме близько 1,3 року. З усього вищезазначеного можна зробити висновок, що дана ініціатива є економічно вигідною.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ВИСНОВКИ

В даному проекті було здійснено модернізацію електрообладнання та системи енергопостачання цеху з розкрою матеріалів ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ» Роменського району, Сумської області.

У дипломному проекті було висвітлено виробничу характеристику господарства та проведено аналіз його системи електропостачання. Також надано опис використовуваної технології виробництва, включено паспортні дані стандартного технологічного обладнання цеху та сформульовано технологічні вимоги до проекту електрифікації, прийняття спільного рішення по проекту.

Було відібрано силове електрообладнання для стандартного технологічного обладнання, здійснено перевірочний розрахунок його потужності з урахуванням режиму роботи за використаною технологією. Деякі аспекти, як розташування силового електрообладнання, розрахунок освітлювальної мережі та вибір апаратів захисту та керування, також були ретельно пророблені.

Запропоновано принципову електричну схему автоматичного включення резервного живлення цеху з розкрою матеріалів, яка забезпечує живлення споживачів з трьох джерел живлення та автоматичним включенням автоматики відновлення послідовності фаз (АВР).

Також були розглянуті питання охорони праці, а саме техніки безпеки, протипожежної безпеки та виробничої санітарії на підприємстві. Виконано екологічну експертизу.

Запровадження даного проекту призведе до зниження витрат на електроенергію на 75 тис. грн. щорічно та забезпечить річний економічний ефект у розмірі 63452 грн. Термін окупності проекту становитиме близько 1,3 року. З усього вищезазначеного можна зробити висновок, що дана ініціатива є економічно вигідною.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/40162787/.
2. ТОВ «ТАЛАН-ПРОМ. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://talan.ua/uk>.
3. Бабич А. І. Технологія виготовлення виробів з різних матеріалів: навч. посіб. Київ : КНУТД, 2021. 248 с.
4. Лозовський А.П. Основи технологічного проектування промислових підприємств переробних галузей/ Лозовський А.П., Іванов О.М., Самойленко Т.В. – К. : Видавництво Університетська книга, навч. посібник, 2019. – 320 с.
5. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).
6. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.
7. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
8. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К.: НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.
9. Каталог електродвигунів серії 4АМ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://xn--80aqy.com.ua/elektrodivigateli-4a-i-4am/>.
10. Лапшин О. Є. Конспект лекцій «Проектування вентиляції промислових підприємств». Вид. КНУ. 2017. 215 с.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

11. Теплотехніка та енергетичні машини. Розрахунок системи кондиціонування: Розрахункова робота. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Дубровська, В.І. Шкляр. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 56 с.

12. Каталог електродвигунів серії АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodvigateleri_air/.

13. О.М. Кулакевич, Б.В. Клименко. Автоматичне вмикання резерву – надійний засіб безперебійного електропостачання. Електротехніка і Електромеханіка, 2010, №1, с. 55-60.

14. Пристрої автоматичного введення резерву типу АВР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrelektro.com.ua/ua/p26758888-ustrojstva-avtomaticheskogo-vvoda.html>.

15. Каталог ввідно-розподільних пристроїв (ВРП). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://avr.com.ua/vysokovoltni-rozpodilchi-prystroyi/>.

16. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html.

17. Каталог продукції УЕК. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uek.com.ua/shop/>.

18. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", 133 с. Чинний від 01.03.2019.

19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричне освітлення та опромінення» для студентів факультету енергетики і автоматики / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин – Київ, НУБіП, 2014 р. – 63 с.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

20. Кушлик Р.В., Яковлев В.Ф., Куценко Ю.М., Лисиченко М.Л., Кунденко М.П., Федюшко Ю.М. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. 332 с.

21. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018).

22. Організація охорони праці в сільському господарстві : навчальний посібник / Д.А. Будко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін. – Сімферополь : Бізнес-інформ, 1998. – 368с.

23. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький [та ін.] ; під ред. проф. В. В. Березуцького. – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 553 с.

24. Кравець О.В. Методичні вказівки до економічної частини дипломних проектів ФЕСВ / О.В. Кравець, М. І. Стручаєв. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – 15 с.

25. Економіка сільського господарства: навч. посіб. / [Збарський В.К., Бабієнко М.Ф., Кулаєць М.М., Синявська І.М., Хоменко М.П.]; за ред. проф. В.К. Збарського. – К. : Агроосвіта, 2013. – 352 с.

					КП.06.3.016.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59