

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ХЛІБОПЕКАРНІ ІЗ  
ВПРОВАДЖЕННЯМ АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ  
РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ»**

Виконав: студентка IV курсу  
групи Ен – 513 спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

\_\_\_\_\_ Проців О. С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник: \_\_\_\_\_ Дробот І. М.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**ДУБЛЯНИ 2026**

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

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Левонюк В. Р.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2026 року

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

Проціву Олександрю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Електропостачання хлібопекарні із впровадженням автоматичного  
ввімкнення резервного живлення»

керівник роботи старший викладач Дробот І. М.

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

затверджені наказом ЛНУВМБТ 32-4 від 14.01.26 р.

2. Строк подання студентом роботи 16.03.26 р.

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

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

Вступ

РОЗДІЛ 1 Характеристика об'єкту

РОЗДІЛ 2 Розрахунок електропостачання хлібопекарні

РОЗДІЛ 3 Схема автоматичного ввімкнення резервного живлення

РОЗДІЛ 4 Охорона праці та довкілля

РОЗДІЛ 5 Ефективність прийнятих рішень

Висновки

Перелік джерел посилання

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 14.01.26 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Виконання аналізу вихідних даних для проектування та здійснення обґрунтування актуальності кваліфікаційної роботи</i>	<i>14.01.2026 – 23.01.2026</i>	
2	<i>Розрахунок електропостачання хлібопекарні</i>	<i>26.01.2026 – 6.02.2026</i>	
3	<i>Схема автоматичного ввімкнення резервного живлення</i>	<i>9.02.2026 – 13.02.2026</i>	
4	<i>Виконання питань охорони праці та довкілля</i>	<i>16.02.2026 – 20.02.2026</i>	
5	<i>Розрахунок ефективності прийнятих рішень</i>	<i>23.02.2026 – 27.02.2026</i>	
6	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>02.03.2026 – 16.03.2026</i>	

Студент

Проців О. С.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Дробот І. М.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

УДК 621.31 (075.8)

Проців О. С. «Електропостачання хлібопекарні із впровадженням автоматичного ввімкнення резервного живлення». Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З.Гжицького. 2026 р. 54 с. текстової частини, 7 таблиць, 5 рисунків, 19 джерел.

**Мета роботи:** здійснити електропостачання хлібопекарні із впровадженням автоматичного ввімкнення резервного живлення.

**Завдання роботи:** надати характеристику хлібопекарні та обґрунтування теми кваліфікаційної роботи, здійснити розрахунок електропостачання хлібопекарні, впровадити автоматичне ввімкнення резервного живлення, розглянути питання охорони праці та охорони довкілля, провести економічний розрахунок.

У кваліфікаційній роботі здійснено аналіз діяльності хлібопекарні та обґрунтовано тему роботи. Виконано розрахунок електропостачання, вибір та розрахунок силового обладнання, розроблено схему автоматичного ввімкнення резервного живлення разом із визначенням уставок для АВР. Проаналізовано питання охорони праці та екологічного захисту. Також здійснено економічний розрахунок, що включає визначення строку окупності запропонованої системи енергозабезпечення.

**Ключові слова:** хлібопекарня, навантаження, електропостачання, переріз проводів, автоматичний вимикач, освітлення, автоматичне ввімкнення резервного живлення, асинхронний двигун, термін окупності.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ	7
1.1 Загальна характеристика	7
1.2 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	9
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ХЛІБОПЕКАРНІ	10
2.1 Розрахунок електроосвітлювальної мережі	10
2.2 Розрахунок силової мережі	17
РОЗДІЛ 3 СХЕМА АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ	27
3.1 Загальні відомості про резервне живлення обладнання	27
3.2 Основні вимоги до схем АВР	28
3.3 Вибір дизельного генератора	29
3.4 Робота розробленої схеми АВР	33
3.5 Розрахунок уставок АВР	32
3.6 Уставка витримки часу пускового органу мінімальної напруги	35 36
3.7 Уставка пускового органу мінімальної напруги	38
3.8 Уставка реле мінімального струму	38
3.9 Реле контролю наявності напруги на резервному джерелі	39
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	
4.1 Структурно-функціональний аналіз процесу керування приводом дизельного генератора і приладами автоматичного ввімкнення	39
4.2 Обґрунтування організаційно – технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу	40 42
4.3 Розрахунок заземлення	44
4.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення	46
4.5 Охорона довкілля	50
РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	
ВИСНОВКИ	52
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	53

## ВСТУП

Останнім часом технічні засоби автоматики переживають стрімкий розвиток, і автоматизовані системи керування дедалі частіше знаходять застосування в електроенергетиці. Автоматизація енергетичних систем передбачає впровадження пристроїв і систем, які забезпечують автоматичне управління схемами та режимами (процесами виробництва, передачі та розподілу електроенергії) як за нормальних, так і за аварійних умов експлуатації. Завдяки автоматизації досягається стабільна робота окремих елементів енергосистеми, підвищується її надійність і економічна ефективність, а також гарантується необхідна якість електроенергії.

Головна особливість енергетики, що відрізняє її від інших галузей промисловості, полягає в необхідності забезпечення постійної відповідності між виробництвом і споживанням електроенергії в кожен момент часу. Це означає, що при зміні споживаної потужності її виробництво на електростанціях має оперативно збільшуватися або зменшуватися. Порухення стабільного режиму роботи будь-якого з компонентів енергосистеми може негативно вплинути на функціонування інших елементів і спричинити збої у всьому виробничому циклі. Другою важливою особливістю є те, що порушення нормального режиму електричних процесів відбувається настільки стрімко, що персонал електростанцій та підстанцій не завжди здатен оперативно втрутитися, щоб зупинити його розвиток. Ці специфічні властивості енергетики зумовили необхідність широкомасштабної автоматизації роботи енергосистем.

У зв'язку зі зростанням кількості електроприймачів із підвищеними вимогами до надійності живлення на промислових і харчових підприємствах, а також збільшенням використання нестандартних електроприймачів, значення альтернативних джерел енергії невідно зростає.

## РОЗДІЛ 1

### ХАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

#### 1.1 Загальна характеристика

Хлібопекарня ФГ "СБС" розташоване в с. Дешичі на території у Добромильській міській територіальній громаді Самбірського району Львівської області.

Хлібопекарня ФГ "СБС" забезпечує своєю продукцією 32 школи і 52 магазини. Кількість людей яких обслуговує дана пекарня становить 10000 чоловік. Хлібопекарня виробляє близько 3000 кг/добу готової продукції. Хлібопекарню обслуговує персональний склад який складається з: 7 хлібопекарів які відповідають за випічку хліба, 4 хлібопекарів які відповідають за випічку хлібобулочних виробів 4 хлібопекарів які відповідають за виготовлення кондиторських виробів, 1 інженера з техніки безпеки, 1 електрика, 6 шоферів які розвозять готову продукцію, 3 грущиків які перегружають готову продукцію на машини, 1 технолог , 2 бухгалтерів, 1 працівник який відповідає за санітарний стан приміщення. Отже загальний склад персоналу складає 30 чоловік.

Виробничі приміщення хлібопекарні обладнуються механічним, тепловим, холодним обладнанням.

До механічного обладнання відносять машини для просіювання борошна, машини для замішування і розкачування тіста, збивальні машин.

У даній хлібопекарні використовують вібропросіювачі МПМВ - 300 продуктивністю 300 кг/год. І розміром вічок сита 1,2 і 1,6 мм. Просіювач цієї марки як змінний механізм входить до складу обладнання приводу ПГ - 0,6.

Малогабаритна тістомісильна машина Л4-ХТВ з трьома підйомними діжами (ємність кожної - 21 л) необхідна для порційного замішування тіста різної консистенції.

Збивальні машини МВ - 6, МВ -35 і МВ - 60 з ємністю бачка відповідно 6, 35, 60 л використовують для збивання кремів та тіста рідкої консистенції. Ці машини мають дві швидкості збивання: малу - 110 - 125 об/хв. і велику - 200-225 об/хв. Малогабаритну збивальну машину МВ - 6 з прудковим і чотирьохлопасним збивачем розташовують на столі безпосередньо поблизу робочого місця.

Теплове обладнання включає пекарські електричні шафи марки ПХР-240 і ГТР-160 - 3 з терморегулятором ТР - 4К. Шафа ПХР-240 має три робочі камери з максимальною температурою нагрівання 350°C.

Холодильне обладнання призначене для короткочасного зберігання продуктів і н/ф, що швидко псуються. В холодильних шафах ШФ - 0,6 М, ШХ - 1,12С, ШХ- 0,56°C(ємність робочої камери - 40-250кг) автоматично підтримується температурний режим у межах +1+3°C при температурі навколишнього повітря не вище ніж 32°C, а в морозильному відділенні - 9-12° С.

Для зберігання сировини, що швидко псується, великих кондитерських цехах використовують збірно - розбірні холодильні камери КХ - 6 Б, КХ - 12Б і КХ - 18Б із корисним охолоджувальним об'ємом відповідно 6,12,18 м і температурним режимом 0+2°C при температурі навколишнього повітря не вище ніж 32°C.

Кожне робоче місце забезпечують необхідним інвентарем та інструментами: каструлями різної ємності з нержавіючої сталі, наплитними котлами і каструлями, кондитерськими листами, качалками простими, а також з обмеженням товщини прокачування із різними візерунками на поверхні, циферблатними вагами, формочками, виїмками, ступками, ситами, наборами кондитерських наконечників і мішків, ножами.

## 1.2 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Однією з ключових проблем є часті перебої в електропостачанні. Через ненадійність електропостачання, на хлібопекарні ФГ "СБС" виникають значні ускладнення в роботі. У даній кваліфікаційній роботі розробляється схема автоматичного ввімкнення резервного живлення, що має на меті покращити стабільність електрозабезпечення та гарантувати безперебійне функціонування підприємства. Часті відключення електроенергії спричиняють чималі втрати, зокрема застигання тіста та псування недопеченої продукції. Як наслідок, хлібопекарня стикається з неможливістю своєчасно постачати продукцію споживачам, що призводить до втрати клієнтів, збільшення витрат, зниження конкурентоспроможності на ринку та неспроможності забезпечити працівників гідною заробітною платою.

Встановлення дизельного генератора та систем автоматичного ввімкнення резервного живлення допоможе уникнути всіх перелічених проблем і гарантуватиме стабільну та безперебійну роботу персоналу. Завдяки сучасним автоматам перемикачів електропостачання на автономний режим відбуватиметься практично непомітно, так само як і повернення до основного джерела живлення.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ХЛІБОПЕКАРНІ

#### 2.1 Розрахунок освітлювальної мережі

##### 2.1.1 Розрахунок освітлювальних установок

У головному приміщенні освітлення розраховується методом коефіцієнта використання світлового потоку. Цей метод зазвичай застосовують для визначення загального рівномірного освітлення у виробничих і громадських приміщеннях, де використовуються світильники з розсіяним світлом, зокрема для основних приміщень.

Розміри приміщення становлять 17,3×9,3×6 м.

Для забезпечення належного рівня освітленості вибирається система загального рівномірного освітлення. Зважаючи на умови навколишнього середовища, обрано світильники типу ЛСП. Наступним етапом є визначення розрахункової висоти підвісу світильників, яка обчислюється за відповідною формулою:

$$H_p = H - (h_z - h_p), \quad (2.1)$$

де:  $H$  – висота приміщення, м;

$h_p$  – рівень робочої поверхні від підлоги. Приймаємо  $h_p = 0$  м;

$h_z$  – висота звисання. Приймаємо  $h_z = 0,3$  м.

$$H_p = 6 - (0,3 - 0) = 5,7 \text{ м.}$$

Вибираємо найоптимальніше значення відносної відстані між світильниками з діапазону кривої  $K \lambda = 0,4 \dots 0,7$ . У даному випадку приймаємо  $\lambda = 0,6$ .

Розрахунок оптимальної відстані між світильниками виконується за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \quad (2.2)$$

$$L = 0,6 \cdot 5,7 = 3,42 \text{ м.}$$

Розраховуємо кількість рядів світильників згідно формули:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (2.3)$$

де  $B$  – ширина приміщення, м.

$$n_p = \frac{9,3}{3,42} \approx 2,7.$$

Прийmemo  $n_p = 3$ .

Визначимо відстань від крайніх світильників до стін згідно формули

$$L_c = 0,5 \cdot L, \quad (2.4)$$

$$L_c = 0,5 \cdot 3,42 = 1,71 \text{ м.}$$

Розрахункова відстань між рядами визначається згідно формули:

$$L_B = \frac{B - 2L_c}{n_p - 1}, \quad (2.5)$$

$$L_B = \frac{9,3 - 2 \cdot 1,71}{3 - 1} = 2,94 \text{ м.}$$

Розрахункова віддаль між світильниками в рядах визначається за формулою:

$$L_a = \frac{L^2}{L_B}, \quad (2.6)$$

$$L_a = \frac{3,42^2}{2,94} = 3,98 \text{ м.}$$

Значення кількості світильників у ряді визначаємо згідно формули:

$$n_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L_a}, \quad (2.7)$$

де:  $A$  – значення довжини приміщення, м

$$n_a = \frac{17,3 - 2 \cdot 1,71}{3,98} = 3,49.$$

Прийmemo  $n_a = 4$

Визначаємо значення загальної кількості світильників згідно формули:

$$N = n_p n_a, \quad (2.8)$$

$$N = 3 \cdot 4 = 12.$$

Індекс приміщення:

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \quad (2.9)$$

$$i = \frac{17,3 \cdot 9,3}{5,3 \cdot (17,3 + 9,3)} = 1,14.$$

Беремо до уваги такі параметри: коефіцієнт відбивання стелі  $\rho_{ст} = 50\%$ , стін  $\rho_{с} = 30\%$  та підлоги  $\rho_{п} = 30\%$ . Обираємо коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,26$ . Нормована освітленість  $E_n$  задана на рівні 30 лк, а коефіцієнт запасу  $K$  встановлено як 1,3. Розраховуємо потрібний світловий потік світильника, використовуючи формулу:

$$\Phi_{p.c} = \frac{E_n ABKZ}{N\eta}, \quad (2.10)$$

де:  $Z = 1,15$  – значення коефіцієнта нерівномірності освітлення.

$$\Phi_{p.c} = \frac{30 \cdot 17,3 \cdot 9,3 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{12 \cdot 0,26} = 5082 \text{ лм.}$$

Обираємо лампу типу ЛБ80 з потужністю  $P_n = 80$  Вт і світловим потоком  $\Phi_l = 5220$  лм.

Для встановлення обрано світильник ЛСП22-1×80. Рахуємо фактичну освітленість за наступною формулою:

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_l \cdot m}{\Phi_{p.c}}, \quad (2.11)$$

де:  $m$  – величина кількості ламп у світильнику.

$$E_{\phi} = 30 \cdot \frac{5220 \cdot 1}{5082} = 30,8 \text{ лк.}$$

Розраховуємо відхилення освітлення за формулою:

$$E = \frac{E_{\phi} - E_n}{E_n} \cdot 100, \quad (2.12)$$

$$E = \frac{30,8 - 30}{30} \cdot 100 \approx 2,7 \%.$$

Відхилення вважається прийнятним, оскільки воно знаходиться в межах від +2 до -10%.

Встановлену потужність освітлювальної установки визначаємо за такою формулою:

$$P_y = P_{\text{л}} m N, \quad (2.13)$$

$$P_y = 80 \cdot 1 \cdot 12 = 960 \text{ Вт.}$$

Освітленість у інших приміщеннях обчислюється методом питомої потужності. Для приміщення складу хліба також застосовуємо цей метод.

Розміри приміщення становлять  $9,3 \times 5,3 \times 6$  м.

Спершу визначаємо розрахункову висоту підвісу світильників, що є важливим етапом у проведенні подальших розрахунків:

$$H_p = 6 - (0,3 + 1) = 5,7 \text{ м.}$$

Обираємо оптимальне значення відносної відстані між світильниками, яке забезпечує найкращу ефективність для кривої Кл у діапазоні 0,4...0,7.

Розраховуємо оптимальну відстань між світильниками:

$$L = 0,6 \cdot 5,7 = 3,42 \text{ м.}$$

Кількість рядів світильників:

$$n_p = \frac{5,3}{3,42} \approx 1,55.$$

Прийmemo  $n_p = 2$ .

Відстань від крайніх світильників до стін:

$$L_c = 0,5 \cdot 3,42 = 1,71 \text{ м.}$$

Відстань між рядами:

$$L_B = \frac{9,3 - 2 \cdot 1,71}{2 - 1} = 5,88 \text{ м.}$$

Значення розрахункової відстані між світильниками в ряді:

$$L_a = \frac{3,42^2}{5,88} = 1,99 \text{ м.}$$

Величина кількості світильників у ряді:

$$n_a = \frac{9,3 - 2 \cdot 1,71}{1,99} = 2,95.$$

Приймаємо  $n_a = 3$ .

Загальну кількість світильників:

$$N = 2 \cdot 3 = 6$$

Обираємо світильники типу НСП21-200, та встановлюємо нормовану освітленість  $E_n = 100$  лк.

Приймаємо значення питомої потужності

$$P_{\text{пит}} = 19,4 \text{ Вт/м}^2.$$

Розрахункова потужність лампи:

$$P_{\text{л}} = \frac{P_{\text{пит}} S}{N}, \quad (2.14)$$

де:  $S$  – площа приміщення,  $\text{м}^2$ .

$$P_{\text{л}} = \frac{19,4 \cdot 49,29}{6} = 159,37 \text{ Вт}.$$

Вибираємо лампи типу Г220-230-150.

### 2.1.2 Вибір пуско-захисної апаратури освітлювальної мережі

Живильні та групові щитки рекомендується встановлювати в точках з'єднання живильних і групових мереж, максимально наближених до центру навантаження, у місцях, зручних для обслуговування.

При розподілі освітлювальної електропроводки на окремі групи варто враховувати такі аспекти:

- Номінальний струм розчіплювача групового автоматичного вимикача має бути не більше 25 А.
- Рівномірний розподіл навантаження між фазами, щоб уникнути перекоосу.
- Для чергового освітлення потрібно виділити приблизно 10% від загальної кількості світильників.

Таблиця 2.1 – Розподіл освітлювальної електропроводки на групи

Номер та тип щитка	Номер групи	Номер приміщення на плані	Кількість ламп	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
ЩО ЯРН 8501-3813	1	1,2	16	1,28	Технологічне освітлення
	2	4,3,7,5,6,8	17	1,7	Технологічне освітлення
	3		12	0,8	Зовнішнє освітлення

Рекомендується здійснювати розподіл на групи у вигляді таблиці. Розрахункові струми для однофазних груп із лампами розжарювання визначаються за формулою:

$$I_{гр} = \frac{P_{гр} \cdot 10^3}{U_{\phi}}, \quad (2.15)$$

де:  $P_{гр}$ - розрахункова потужність групи, кВт;

$U_{\phi}$ - фазна напруга групи, В;

Вираховуємо струм групи освітлювального щитка №1:

$$I_{гр1} = \frac{1,28 \cdot 10^3}{220} = 5,8 \text{ А};$$

$$I_{гр2} = \frac{1,7 \cdot 10^3}{220} = 7,7 \text{ А};$$

$$I_{гр3} = \frac{0,8 \cdot 10^3}{220} = 3,6 \text{ А};$$

Типи освітлювальних щитків обираються залежно від кількості груп. Наприклад, ЯРН8501-3813 розрахований на три групи.

Номинальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів рекомендується підбирати на основі наступних умов:

$$I_{ном.р} \geq I_{розр};$$

$$I_{у.е} \geq 1,4 \cdot I_{розр}.$$

Приймаємо автоматичні вимикачі для груп 1,2,6 освітлювального щитка №1 серії ВА16-26-14 з  $I_{ном.р} = 10 \text{ А}$ .

### **2.1.3 Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання**

У сільськогосподарських спорудах електропроводку для освітлення прокладають як закритим способом, так і відкритим — на тросах, у пластмасових чи сталевих трубах, каналах будівельних конструкцій або безпосередньо по стінах чи стелі.

Вибір виду електропроводки, типу проводів чи кабелів та способу їх прокладання залежить від призначення самого приміщення, його

архітектурних і конструктивних особливостей, умов навколишнього середовища, характеристик електроприймачів, а також від вимог техніки безпеки та пожежної безпеки.

Таким чином, у приміщеннях із хімічно агресивним середовищем або в пожежо- та вибухонебезпечних зонах рекомендується використовувати закритий спосіб укладки проводки під шаром штукатурки.

У головному приміщенні електропроводка може бути встановлена на тросі, а у стандартних приміщеннях, позбавлених особливих умов — переважно по стелі.

Параметри поперечного перерізу проводу для електропроводки визначаються за спеціальною формулою:

$$I_{дон} \geq I_{p.max}, \quad (2.16)$$

де:  $I_{p.max}$  - робочий максимальний струм групи, А.

Для груп 1, 2 та 3 освітлювального щитка №2 обирається провід типу ППВ 2×4 із струмовим навантаженням 41 А.

$$41 > 8,2 \text{ А.}$$

Умова задовольняється. Аналогічним чином обираємо відповідний провід для інших груп.

Розрахунок втрати напруги здійснюємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{Pl}{CF}, \quad (2.17)$$

де:  $F$  – поперечний переріз проводу, мм<sup>2</sup>;

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

$l$  – довжина групи, м.

Розраховуємо втрати напруги для груп освітлювального щита ЯРН8501-3813:

$$\Delta U_1 = \frac{1,28 \cdot 70}{12,8 \cdot 4} = 1,75 \%;$$

$$\Delta U_2 = \frac{1,7 \cdot 50}{12,8 \cdot 4} = 1,7 \%;$$

$$\Delta U_3 = \frac{0,8 \cdot 70}{12,8 \cdot 4} = 1,1 \%$$

Оскільки втрати напруги не перевищують допустимих 2,5%, провід залишається без змін.

#### **2.1.4 Складання розрахунково-монтажної схеми освітлювальної мережі**

Розрахунково-монтажна схема освітлювальних мереж створюється на основі вибраних пуско-захисних пристроїв, марок і перерізів проводів, а також розподілу освітлення на окремі групи.

У цій схемі зазначаються типи освітлювальних щитів, проставляється нумерація груп і система їх організації, вказуються типи автоматичних вимикачів разом із номінальними струмами розчіплювачів. Також визначається довжина проводів для кожної групи та їх марка, встановлена потужність, втрати напруги та конкретні види навантаження.

Схема виконується у табличній формі та графічно представлена на рисунку 2.1.

## **2.2 Розрахунок силової мережі**

### **2.2.1 Вибір силового обладнання та електричних двигунів**

Підбір силового обладнання та електричних двигунів здійснюється на основі відповідних навантажувальних діаграм робочих механізмів. Для прикладу розглянемо розрахунок двигуна для роботи тістомісильної машини. Обираємо такі вихідні дані:

$$P_1 = 1,0 \text{ кВт};$$

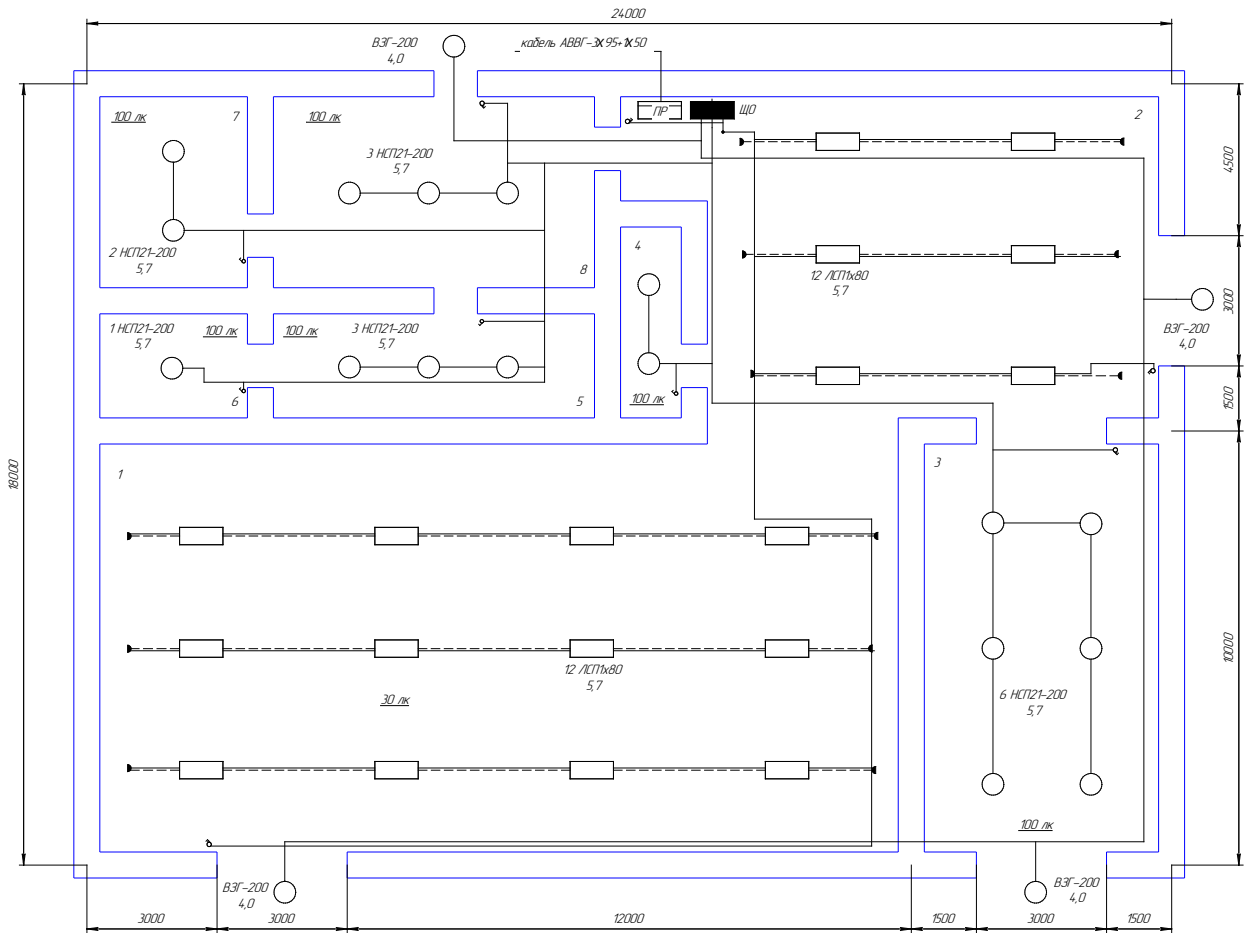
$$P_2 = 1,5 \text{ кВт};$$

$$P_3 = 1,2 \text{ кВт};$$

$$P_4 = 1,4 \text{ кВт};$$

$$t_1 = 7 \text{ с};$$

$$t_2 = 1 \text{ с};$$



Разрахунково-монтажна схема освітлювальних проводок

Номер щитка за планом	Р, кВт U, % Тип щитка	Номер групи	Система групи	Захисний апарат		Довжина, м	Тип проводу, кількість і площа перерізу жил, сечіть прокладання	Встановлена потужність, кВт	Втрати напруги, %	Найменування навантаження
				тип	номд, А					
ЩО2	5,4 25	1	A+N	ВА8-26-14	6,3	70	ППВ (2х4)	1,28	1,75	Технічне освітлення
ЯРН 8501-3813			B+N	ВА8-26-14	6,3	50	ППВ (2х4)	1,7	1,7	Технічне освітлення
ППВ(2х4) I=24,6 А			C+N	ВА8-26-14	6,3	60	ППВ (2х4)	0,8	1,1	Чергове освітлення

Експлікація

Код	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітки
1	⊖	Вимикач однополюсний	12	
2	⊖	Вимикач двополюсний	2	
3	○	Світильник з ЛР	62	
4	□	Світильник з ЛЛ	12	
5	— —	Пункт розподільний	1	
6	— — — —	Провідка на трасу	2	
7	■	Щиток освітлювальний	2	

№ п/п	Найменування цехів і приміщень
1	Головне приміщення
2	Лекарне приміщення
3	Склад хліба
4	Шкар простаю
5	Роздівалка
6	Душ
7	Склад продуктів
8	Коридор

Рисунок 2.1 – План хлібопекарні із освітлювальною мережею

$$t_3 = 114 \text{ с.}$$

Еквівалентна потужність машини визначається за формулою:

$$P_{em} = \sqrt{\frac{\frac{P_1^2 + P_1 P_2 + P_2^2}{3} \cdot t_1 + \frac{P_2^2 + P_2 P_3 + P_3^2}{3} \cdot t_2 + P_4^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}, \quad (2.18)$$

$$P_{em} = \sqrt{\frac{\frac{1^2 + 1 \cdot 1,5 + 1,5^2}{3} \cdot 7 + \frac{1,5^2 + 1,5 \cdot 1,2 + 1,2^2}{3} \cdot 1 + 1,4^2 \cdot 114}{7 + 1 + 114}} = 1,25 \text{ кВт.}$$

Еквівалентна потужність на валу електродвигуна визначається за формулою:

$$P_e = \frac{P_{em}}{\eta_{mn}}, \quad (2.19)$$

де:  $\eta_{mn}$  - к.к.д. передачі. Приймаємо  $\eta_{mn} = 0,99$

$$P_e = \frac{1,25}{0,99} = 1,26 \text{ кВт.}$$

По потужності вибирається електродвигун за умовою:

$$P_{ном} \geq P_e, \quad (2.20)$$

Номінальна частота обертання двигуна:

$$n_H = \frac{\pi \cdot \omega_H}{30}, \quad (2.21)$$

де:  $\omega_H$  - номінальна кутова частота, рад/с.

$$n_H = \frac{\pi \cdot 157}{30} = 1500 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо двигун серії АИР80В4У3 з  $P_H = 1,5$  кВт.

Перевірка двигуна по умові можливості пуску:

$$M_{н.дв} \geq M_{н(пуск)}, \quad (2.22)$$

Номінальну кутову швидкість електродвигуна розраховують за допомогою формули:

$$\omega_H = \frac{\pi n_H}{30},$$

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot 1470}{30} = 153,86 \text{ рад/с.}$$

Номінальний момент електродвигуна визначається за формулою:

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}, \quad (2.23)$$

$$M_H = \frac{1500}{153,86} = 9,75 \text{ Нм.}$$

Момент статичного опору машини приведений до вала електродвигуна визначаємо за формулою:

$$M_{оп} = \frac{M_{нік} \omega_H}{\omega_H}, \quad (2.24)$$

де:  $M_{нік}$  - значення найбільшого моменту по навантажувальній діаграмі, Нм;

$\omega_H$  - значення кутової швидкості валу робочої машини.

$$M_{нік} = \frac{1500}{157} = 9,55 \text{ Нм;}$$

$$M_{оп} = \frac{9,55 \cdot 157}{153,86} = 9,74 \text{ Нм.}$$

Момент при пуску електродвигуна визначається за формулою:

$$M_{H(пуск)} = \frac{1,25 \cdot M_{оп}}{K_{мін} U^2}, \quad (2.25)$$

де:  $K_{мін}$  - величина кратності мінімального моменту електродвигуна,  $K_{мін} = 1,6$ ;

$U$  - значення напруги мережі під час пуску двигуна, виражається у відносних одиницях.  $U = 0,8 \dots 0,925$ . Приймаємо  $U = 0,9$ .

$$M_{H(пуск)} = \frac{1,25 \cdot 9,74}{1,6 \cdot 0,9^2} = 9,4 \text{ Нм.}$$

Оскільки умова можливості запуску двигуна виконується, обраний двигун залишаємо без змін.

Аналогічним чином здійснюємо вибір інших двигунів і записуємо їх до таблиці 2.2.

Обрані електродвигуни вносимо до розрахунково-монтажної схеми силової мережі, представленій на рисунку 2.2, та позначаємо їх місця встановлення на плані приміщень ремонтної майстерні.

Таблиця 2.2 – Перелік електродвигунів

№ п/п	Тип електродвигуна	Кі	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Найменування обладнання
1	2	3	4	5	6
2	4AM100S2Y3	7	4	10,7	формовочна машина
3	ЕБ4Ш6-4-9,5-1	-	1	4,5	електроплита
4	АИР71А1У3	5	0,75	1,7	тістомісильна машина
5	АИР80В4У3	5,5	1,5	3,52	рогаликова машина
6	ВДУ-506	-	40 кВА	-	електрична піч
7	АИР112М4У3	7	5,5	11,4	Піч хлібопекарська ротаційна

### 2.2.2 Вибір пуско-захисного обладнання та розподільних пристроїв

Апарати обирають, враховуючи рівень напруги, тип і силу струму, кліматичне виконання, ступінь захисту від зовнішнього середовища, їх відповідність технологічним вимогам та інші характеристики. Для прикладу розглянемо вибір пуско-захисної апаратури для стенда КИ-1363Б.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані електродвигунів

Номер і марка двигуна	$P_n$ , кВт	$I_n$ , А	$K_i$
М1. АИР80В4У3	1,5	3,52	5,5
М2. АИР71А1У3	0,7	1,7	5

Пускові струми електродвигунів:

$$I_n = I_n K_i; \quad (2.26)$$

$$I_{n1} = 3,52 \cdot 5,5 = 19,36 \text{ А};$$

$$I_{n2} = 1,7 \cdot 5 = 8,5 \text{ А}.$$

Здійснюємо вибір автоматичного вимикача QF1 за умовами:

$$U_{a.ном} \geq U_{мер}; \quad (2.27)$$

$$I_{a.ном} \geq \sum I_n; \quad (2.28)$$

$$I_{р.ном} \geq \sum I_n. \quad (2.29)$$

Приймаємо автоматичний вимикач ВА51-25-34:

$$380 = 380 \text{ В};$$

$$8 > 3,52 + 1,7 = 5,22 \text{ A};$$

$$8 > 5,22 \text{ A}.$$

Здійснюємо визначення кількості поділок не спрацювання теплового розчіплювача згідно формули:

$$n = \frac{I_n}{I_{p,n}}, \quad (2.30)$$

$$n = \frac{5,22}{8} = 0,65.$$

Здійснюємо перевірку автоматичного вимикача на можливість спрацювання під час запуску електродвигунів згідно умови:

$$I_{y.e} \geq K_z K_{p,y} [I_{n1} + I_{n3} (K_{p,n} K_{i3} - 1)], \quad (2.31)$$

$$10 \cdot 8 > 1,1 \cdot 1,25 \cdot [1,7 + 3,52(1,2 \cdot 5,5 - 1)] \text{ A},$$

$$80 > 24,8 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач QF2 серії ВА51-25-34:

$$380 = 380 \text{ В};$$

$$25 > 1,7 \text{ A};$$

$$8 > 1,7 \text{ A}.$$

Проводимо визначення кількості поділок регулятора не спрацювання теплового розчіплювача:

$$n = \frac{1,7}{8} = 0,21.$$

Здійснюємо перевірку автоматичного вимикача на можливість спрацювання під час запуску електродвигуна М2:

$$10 \cdot 8 > 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,7(1,2 \cdot 5 - 1) \text{ A},$$

$$80 > 11,7 \text{ A}.$$

Здійснюємо вибір електромагнітного пускача КМ1 згідно умов:

$$U_{n.ном} \geq U_{мер}; \quad (2.32)$$

$$I_{p.ном} \geq \sum I_{n.дв}; \quad (2.33)$$

$$I_{p.ном} \geq \frac{\sum I_n}{6}; \quad (2.34)$$

Приймаємо електромагнітний пускач серії ПМЕО:

$$380 = 380 \text{ В};$$

$$8 > 1,7 \text{ А};$$

$$4 > (3,52+1,7)/6 \text{ А};$$

$$4 > 0,78 \text{ А}.$$

Також вибираємо електромагнітний пускач КМ2 серії ПМЕО:

$$380 = 380 \text{ В};$$

$$4,0 > 1,7 \text{ А};$$

$$4,0 > 11,7/6 = 1,94 \text{ А}.$$

Таблиця 2.4 – Перелік пуско-захисного обладнання

Марки електродви- гунів	Р <sub>н</sub> , кВт	І <sub>н</sub> , А	Марки електромаг- нітних пускатів	І <sub>н</sub> , А	Марки автоматични- х вимикачів	І <sub>н.а</sub> , А	І <sub>н.р</sub> , А
АИР71А1У 3	0,75	1,7	ПМЕО	2	ВА51Г-25-34	25	2
АИР80В4У 3	1,5	3,52	ПМЕО	4	ВА51Г-25-34	25	4
АИР90Л4У 3	2,2	5	ПМЕО	6,3	ВА51Г-25-34	25	5
4АМ90Л4У 3	3	5	ПМЕО	6,3	ВА51Г-25-34	25	5
АИР100S4 У3	3	6,7	ПМЛ 122002	10	ВА51Г-25-34	25	8
4АМ100S2 У3	4	10,7	ПМЛ 222002	22	ВА51Г-25-34	25	12,5
АИР112М4 У3	5,5	11,4	ПМЛ 222002	22	ВА51Г-25-34	25	12,5
4АМ132М6 У3	7,5	16,5	ПМЛ 222002	22	ВА51Г-25-34	25	20
ЕБ4Ш6-4- 9,5-1	1	4,5	-	-	ВА51Г-25-34	25	5
АКБ-82- 6У3	37	73	ПМЛ 523002	80	ВА51Г-31-34	100	80
ВДУ-506	40 кВ А	-	-	-	ВА51Г-29-34	63	40

Здійснюємо вибір електротеплового реле за умовами:

$$U_{p.ном} \geq U_{мер}; \quad (2.35)$$

$$I_{p.ном} \geq I_{н.дв};$$

$$I_{н.б} \geq I_{н.дв}; \quad (2.36)$$

Вибираємо електротеплове реле РТЛ-2063 04 ( $I_n = 1 \dots 2$  А).

Аналогічним чином обираємо інше пуско-захисне обладнання та заносимо його до таблиці 2.4. У цій таблиці зазначено тип і марку електроспоживача разом із його параметрами, а також вид і технічні характеристики пуско-захисного обладнання. Усі автоматичні вимикачі встановлено в розподільних щитах. Їхнє маркування, а також пристрої захисту, що в них знаходяться, наведені в таблиці 2.5.

Розподільні пункти слід розташовувати там, де до них забезпечується максимально зручний доступ. Прохід до пункту має залишатися вільним від сторонніх предметів.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики розподільних щитків

Розподільний пункт	Тип щитка	Кількість вимикачів			Ступінь захисту	Кліматичне виконання
		ВА51Г-29-34	ВА51Г-25-34	інші		
СЩ	ПР-41-4304-43УЗ	1	5		IP43	УЗ

### 2.2.3. Вибір марок і перерізів проводів, кабелів та способів їх прокладання.

У сільськогосподарських установках зазвичай використовуються проводи і кабелі з алюмінієвими жилками перерізом 2,5 мм<sup>2</sup> і більше. Зазвичай обирають типи електропроводки, які не вимагають використання сталевих труб. Проте електропроводку в сталевих трубах облаштовують тоді, коли умови навколишнього середовища або місце прокладання роблять інші варіанти недопустимими чи непрактичними.

У силових мережах така електропроводка укладається для запобігання механічним пошкодженням ізоляції й жил провідників. Підбір площі перерізу провідників або кабелів проводять таким чином, щоб тривало

допустимий струм навантаження ( $I_{\text{доп}}$ ), визначений за критерієм нагріву, був не меншим за максимальний тривалий робочий струм електричного кола ( $I_{\text{макс.р}}$ ).

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

Величина максимального робочого струму магістралі, від якої здійснюється живлення кількох електроприймачів, визначають за формулою:

$$I_{\text{макс.р}} = K_o \sum_1^n I_{\text{ном}} \quad (2.37)$$

Обраний провід за нагрівом або кабель треба перевірити на відповідність його величини перерізу апарату захисту за умовою:

$$I_{\text{доп}} \geq K_3 I_3, \quad (2.38)$$

де:  $K_3$  - кратність допустимого струму провідника стосовно номінального струму спрацювання захисного апарату становить  $K_3=1$ ;

$I_3$  - номінальний струм або сила струму спрацювання захисного апарату.

Для прикладу розглядаємо кабель, який використовуватиметься для живлення стенда електричної печі. Вибрано кабель марки АВВГ 3×25+1×16 з номінальним струмом  $I = 105,8$  А.

$$I_{\text{макс.р}} = 1 \cdot 40 = 40 \text{ А};$$

$$I_{\text{доп}} = 1 \cdot 100 = 100 \text{ А};$$

$$100 > 40 \text{ А.}$$

Аналогічно вибираємо інші кабелі.

#### **2.2.4 Складання розрахунково-монтажної схеми силової мережі**

Під час розробки розрахунково-монтажної схеми силової мережі необхідно розташовувати всі елементи автоматики, розподільчі пристрої та вводи таким чином, щоб максимально сприяти ефективному протіканню виробничих процесів. При цьому потрібно враховувати умови експлуатації обладнання, забезпечуючи його безпечне та зручне обслуговування. На лініях електропроводок зазначаються марки та перерізи проводів і кабелів, а

також спосіб їх прокладання. Над кожною групою ліній вказуються номери відповідних груп. Графічне відображення розрахунково-монтажної схеми силової мережі подано на рисунку 2.2.

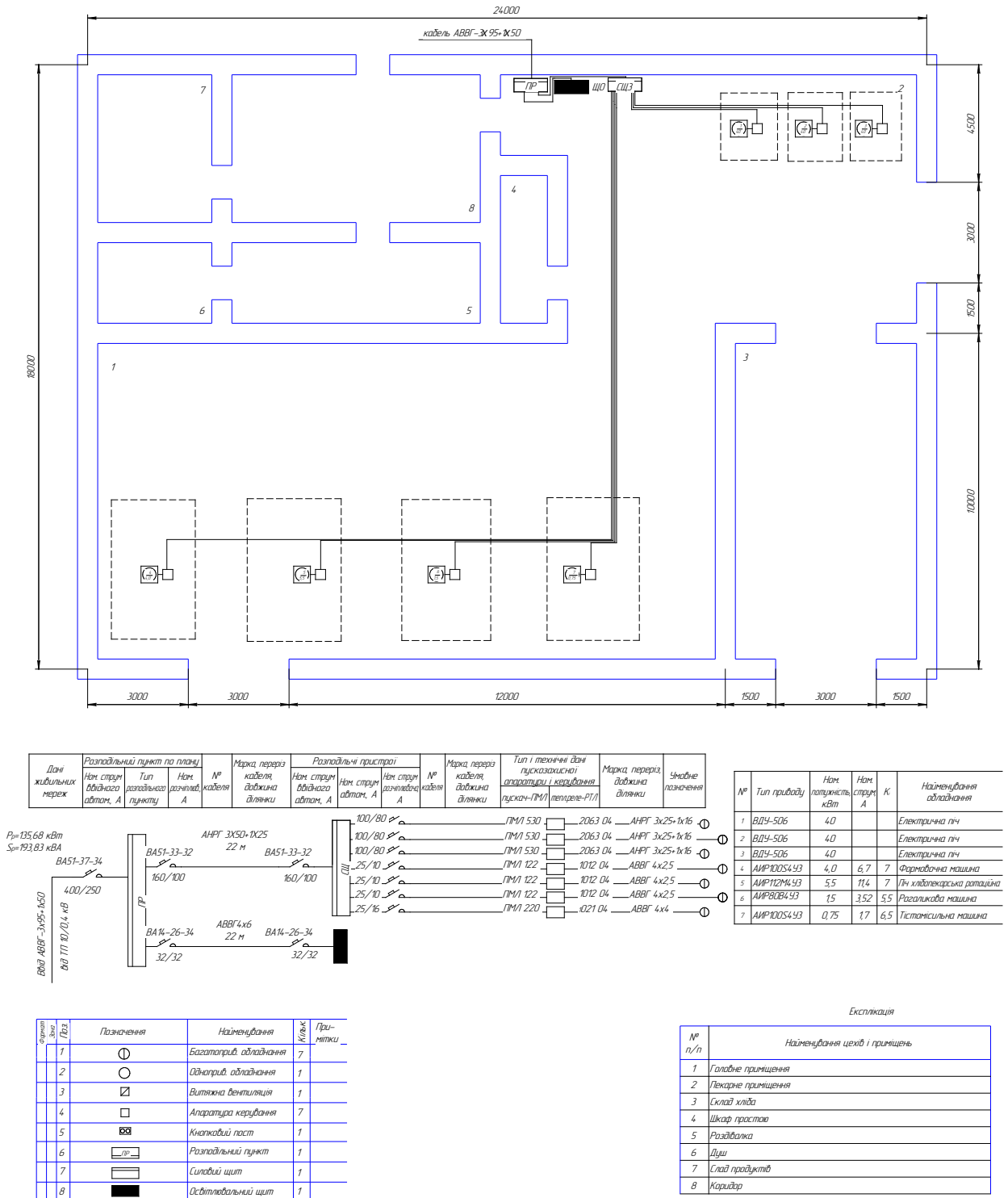


Рисунок 2.2 – План хлібопекарні із силовою мережею

## РОЗДІЛ 3

### СХЕМА АВТОМАТИЧНОГО ВВІМКНЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

#### 3.1 Загальні відомості про резервне живлення та обладнання

У сучасній енергетиці найбільш надійне електропостачання споживачів забезпечується за схемами багатостороннього живлення. При такому підході, у разі виходу з ладу одного з джерел живлення, енергія продовжує надходити від інших джерел. Однак застосування таких схем супроводжується певними викликами: підвищуються втрати електроенергії, збільшуються струми короткого замикання, а також ускладнюється робота релейного захисту та безпека обслуговування електроустановок. Водночас одностороннє живлення значно спрощує ці проблеми, хоча й знижує загальну надійність системи електропостачання. У таких випадках забезпечення необхідного рівня надійності досягається завдяки використанню пристроїв автоматичного ввімкнення резерву (АВР).

АВР (автоматичне введення резерву) являє собою систему, що автоматично підключає резервне обладнання замість основного, яке вийшло з ладу чи зазнало пошкоджень. Такі пристрої широко застосовуються в різних секторах народного господарства для забезпечення безперебійної роботи обладнання та систем.

Пристрої АВР можуть реагувати не лише на повну відсутність контрольованого параметра роботи основного елемента, але й на його зниження до критичного або допустимого рівня, незалежно від причини. Для цього вони оснащені спеціальними пусковими органами, що оцінюють стан основного елемента, який підлягає резервуванню. До таких пускових органів належать реле напруги, струму, частоти, тиску, продуктивності, часу тощо.

За статистичними даними, ефективність автоматичного ввімкнення резерву (АВР) становить 90–95 %. Саме тому такі системи широко використовуються в розподільчих мережах напругою 6–35 кВ. Важливим фактором для високої ефективності АВР є мінімізація затримки у подачі резервного живлення, що забезпечує максимальну швидкодію системи.

Найбільш поширеними є дві основні схеми одностороннього живлення споживачів, які передбачають використання двох або більше джерел живлення. У першій схемі одне джерело забезпечує живлення, перебуваючи у робочому стані, а друге знаходиться в резерві. Відповідно, джерело, що постачає енергію, називається робочим (основним), тоді як друге — резервним. Така організація є класичним прикладом прямого резервування.

У другій схемі всі джерела живлення ввімкнені та функціонують незалежно, кожне забезпечує енергією своїх споживачів. Якщо певна група споживачів втрачає живлення від свого джерела, вони можуть бути підключені до іншого джерела через спеціально передбачений для цього вимикач.

### **3.2 Основні вимоги до схем АВР**

У сучасних умовах експлуатації застосовується значна кількість пристроїв АВР, які побудовані на різноманітній елементній базі — це можуть бути електромагнітні реле, логічні елементи, мікроелектронні пристрої або системи з використанням персональних ЕОМ. Іншими словами, кількість схем АВР навіть перевищує кількість головних енергетиків підприємств.

Водночас усі ці пристрої зобов'язані відповідати ключовим вимогам. Зокрема, вони повинні автоматично активуватися у разі втрати живлення від основного джерела з будь-якої причини, за винятком випадків, спричинених дією пристроїв автоматичного частотного розвантаження (АЧР).

Введення в експлуатацію резервного джерела живлення (РДЖ) слід здійснювати лише після відключення вимикача основного джерела живлення (ОДЖ). Це необхідно, щоб уникнути подачі резервної енергії на можливі пошкодження в ОДЖ та уникнути несинхронного одночасного увімкнення двох джерел енергії.

Автоматичне введення резерву (АВР) повинно виконуватися лише один раз. Це дозволяє уникнути увімкнення РДЖ на коротке замикання (КЗ), яке не було усунуто.

Рекомендується здійснювати увімкнення резервного джерела одразу після відключення основного, щоб мінімізувати тривалість перерви в електропостачанні споживачів.

Під час проведення АВР варто передбачити пришвидшену дію релейного захисту для резервного джерела у випадку його можливого підключення до КЗ. Це особливо важливо, коли споживачі перемикаються на інше джерело живлення в умовах неявного резервування.

Для виконання АВР необхідно забезпечити оптимальні умови для самозапуску електродвигунів. Якщо серед обладнання є синхронні машини, слід передбачити можливість зняття з них збудження та забезпечити умови для їх ресинхронізації. Водночас у кожному конкретному випадку важливо враховувати специфічні особливості технологічного процесу і робочі умови споживачів.

### **3.3 Вибір дизельного генератора**

Дизельгенератор є комплексним обладнанням, що об'єднує два основні агрегати — дизельний двигун і електричний генератор, а також включає супутні системи для їх обслуговування. Основна функція дизельгенератора полягає у перетворенні хімічної енергії палива, яке згорає в циліндрах дизеля, у електричну енергію, що генерується електрогенератором.

Ці пристрої використовують у ситуаціях, коли неможливо забезпечити постійне живлення електроприладів або ж це ускладнено через перебої в електропостачанні. Дизельгенератори можуть працювати як основне чи додаткове джерело живлення для електрообладнання. З погляду користувача, дизельгенератор – це агрегат, здатний забезпечувати виробництво електричної енергії в автономному режимі, незалежно від центральної мережі електропостачання. У поєднанні з обслуговуючими системами він фактично перетворюється на автономну дизельну електростанцію.

Дизельні генератори набули популярності завдяки своїй надійності, довговічності, швидкій окупності та низькій вартості виробленої енергії. Вони доступні у двох варіантах: стаціонарному та мобільному. Транспортувати дизельгенератори можна різними способами: використовуючи причепи, автомобілі, а в зимовий період по слизькій дорозі — на спеціальних санях.

Дизельний генератор (ДГ) являє собою установку, яка може бути стаціонарною або мобільною, оснащену двигуном внутрішнього згорання (дизельним або бензиновим) і призначену для виробництва електроенергії. У його склад входять дизельний двигун, електрогенератор і системи для їх обслуговування. У процесі роботи хімічна енергія палива, що спалюється у циліндрах дизельного двигуна, трансформується в електричну енергію за допомогою генератора.

Сфера застосування дизельних генераторів надзвичайно широка. Необхідність у автономному електропостачанні може виникнути на будівельних майданчиках, промислових об'єктах тощо. Наприклад, у віддалених регіонах без доступу до центральної електромережі великою популярністю користуються потужні дизельні електростанції (ДЕС), які відзначаються підвищеним рівнем безпеки та екологічності. Такі електростанції відомі своєю компактністю, надійністю та низьким рівнем шуму. Окрім того, сучасні ДЕС вирізняються високою ремонтпридатністю і

економічністю, що робить їх ідеальним вибором для багатьох сфер діяльності.

Дизельні електростанції, окрім численних переваг, зарекомендували себе як економічно вигідне джерело енергії. Витрати на їх придбання та експлуатацію швидко окупаються, зокрема і ті, що пов'язані з придбанням обладнання, і ті, що спрямовуються на забезпечення паливом. Завдяки стабільному попиту на такий тип продукції вітчизняні виробники продовжують випускати її у значних об'ємах.

Надійність електростанції, а отже й стабільне електропостачання споживачів, залежить насамперед від правильного вибору дизель-генератора. Головним критерієм при цьому є загальна максимальна потужність усіх під'єднаних до нього споживачів. Потужність дизель-генератора повинна бути щонайменше рівною сумарній максимальній потужності всього обладнання, яке працює одночасно.

Потужність будь-якого електрообладнання зазвичай зазначається у технічному паспорті або на його корпусі й вимірюється у ватах (Вт) або кіловатах (кВт), де 1 кВт дорівнює 1000 Вт. Варто враховувати, що дизельні електростанції найефективніше та економічніше функціонують у режимах, які є близькими до номінальних. Це пов'язано з конструктивними особливостями дизельних двигунів. Тому не варто суттєво (більш ніж на 30%) перевищувати потужність дизель-генератора стосовно загальної потужності електрообладнання. Це може призвести до підвищення вартості виробленої електроенергії та збільшити ризик виходу з ладу генератора. Якщо електрообладнання різноманітне і працює воно нерівномірно або не одночасно, перед вибором дизель-генератора доцільно проаналізувати основні режими експлуатації електростанції. Це слід робити орієнтуючись на загальну потужність у різних режимах роботи, а також враховуючи тривалість кожного з них.

Аби покращити електропостачання й зменшити втрати на об'єкті через часті знеструмлення, на цьому підприємстві ми встановлюємо резервне живлення (дизельний генератор) та підключаємо його через апарати автоматичного увімкнення. Наш генератор розраховано згідно сукупної потужності усіх агрегатів, що розташовані на підприємстві. Беремо дизельний генератор ДЕС-200, оскільки наша сумарна потужність складає 193,83 кВА.

Представимо цю повну схему нашої електростанції. На схемі зображено потрібні контрольно-вимірювальні прилади та комутаційно-захисну апаратуру. У колі генератора застосовано автомат, для відхідних ліній — рубильники з запобіжниками. Амперметри у статорному колі та трифазний лічильник увімкнені через трансформатори струму. Амперметр у колі збудження встановлено з шунтом. У всьому іншому, ця схема роз'яснень не вимагає.

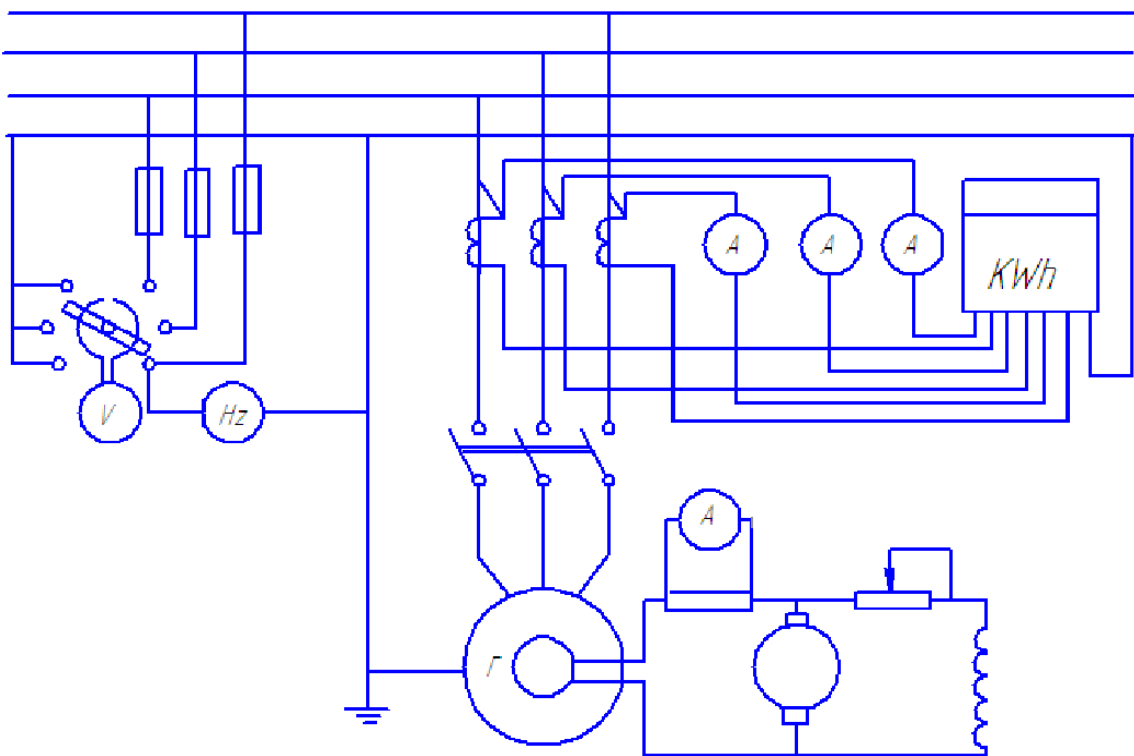


Рисунок 3.1 – Повноцінна схема ДЕС-200

### 3.4 Робота розробленої схеми АВР

В робочому режимі РП живиться від лінії W1. Розмикач Q1 замкнений. Контроль наявності напруги виконується через реле низької напруги KV1.

Розмикач запасного ходу Q2, що йде від дизельного генератора, розімкнений.

У випадку пропадання напруги на лінії W1 спрацьовує реле напруги KV1, воно втрачає живлення та замикає свої контакти KV1 і KV2 в керуючій схемі АВР. За наявності напруги на лінії W2 контакти реле максимальної напруги KV2 лишаються замкненими. При цьому реле часу КТ отримує живлення та відповідно до встановленої витримки часу замикає свій контакт КТ, яким подається живлення на проміжне реле KL, що замикає свій контакт KL і через замкнений блок контакт вимикача SQ1.2 отримує живлення електромагніт вимкнення вимикача Q1 YAT1-вимикач Q1 вмикається та здійснює положення своїх блок-контактів.

Однократність АВР здійснюється реле однократності вмикання (POB) KBS, що отримує живлення постійно через блок-контакт вимикача Q1 SQ1.1.

Увімкнення вимикача Q2 здійснюється блок-контактом вимикача Q1 SQ1.3, що замикається при вимкненні вимикача Q1 з будь-якої причини. При цьому електромагніт YAC2 увімкнення вимикача Q2 заживлюється від плюса оперативного струму блок-контактом SQ1.3 – контакт (POB) KBS, який ще деякий час утримується замкненим – замкнений блок-контакт SQ2.1 вимикача Q2. Вмикач Q2 увімкнеться, і подається напруга на РП від дизельного генератора (ДГ). У разі неуспішного АВР повторне увімкнення вимикача Q2 не відбудеться, оскільки контакт KBS (POB) розімкнеться і живлення електромагніт YAC2 не отримає.

Якщо на лінії W1 встановлено пристрій автоматичного повторного увімкнення (АПВ), то потрібно узгодити витримку часу реле КТ з витримкою

часу АПВ. Тобто схема АВР має приводитись у дію тільки за неуспішного АПВ.

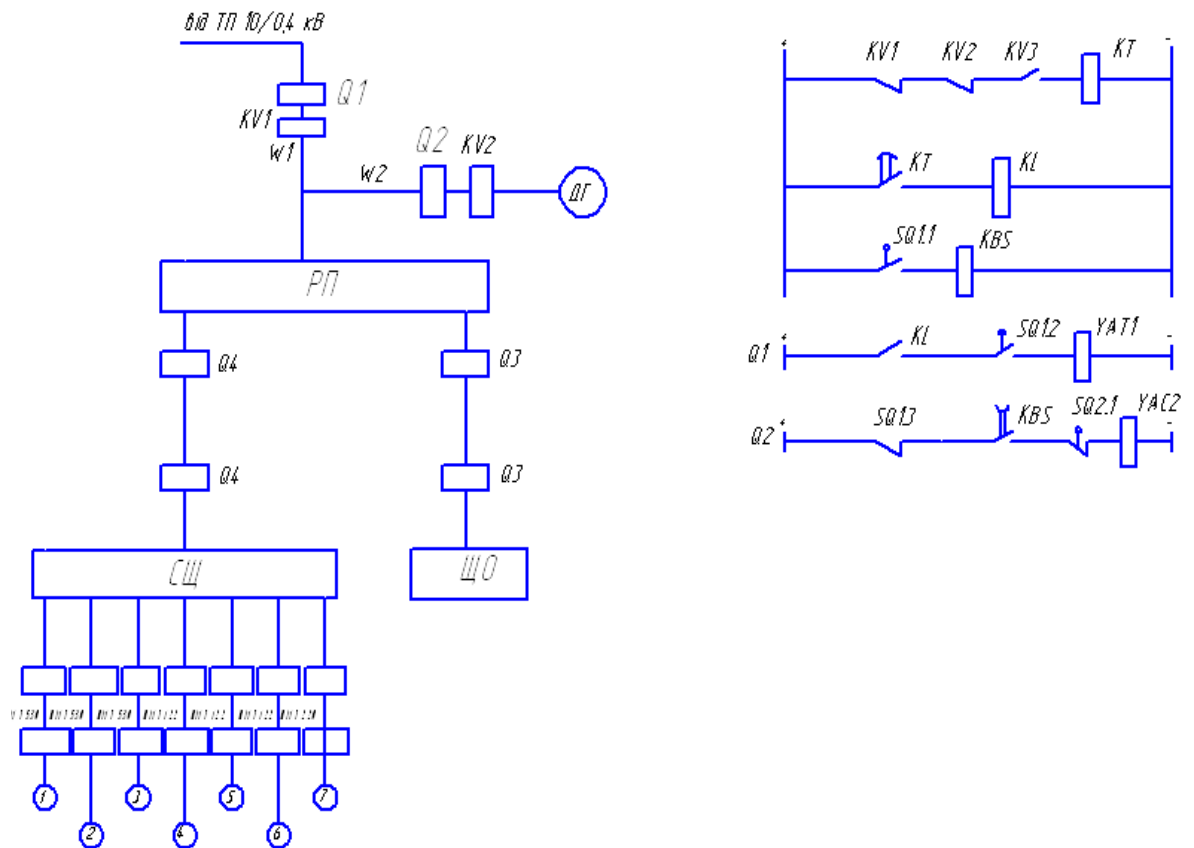


Рисунок 3.2 – Схема пристрою АВР

### 3.5 Розрахунок уставок АВР

У схемах АВР слід розраховувати значення уставок пускових органів, контролю напруги на резервному джерелі, а також витримки часу.

Витримка часу на розімкнення контактів допоміжного реле однократності увімкнення резервного джерела

Час спрацювання цього реле обирають за умов забезпечення надійного вмикання вимикача резервного джерела з моменту зняття живлення та обмотки реле.

Затримку розмикання визначають за формулою

$$t_{0.B.} \geq t_y \cdot \Delta t, \quad (3.1)$$

$$t_{0.B.} \geq 3 \cdot 0.5 = 1.5 \text{ с}$$

де:  $t_{0.B.}$  - час увімкнення вимикача резервного джерела;

$\Delta t$  — час запасу, який приймають таким, що дорівнює 0,2-0,5 с.

Якщо резервне джерело оснащено прискореним захистом після АВР, витримка часу повинна забезпечити надійне вимкнення вимикача захистом за його вмикання на стійке КЗ. Час спрацювання реле однократності визначають за формулою:

$$t_{0.B.} = t_y + t_{3.n} + t_g + \Delta t, \quad (3.2)$$

$$t_{0.B.} = 1 + 3 + 1 + 0.5 = 5.5 \text{ с}$$

де:  $t_g$  — значення часу вимкнення вимикача резервного джерела живлення;

$t_{3.n}$  — значення часу спрацювання прискореного захисту вимикача резервного джерела живлення;

Коли резервне джерело було задіяне від АВР на стійке КЗ та вимкнулося власним захистом, то реле однократності увімкнення запобігає повторному включенню на КЗ, якщо його витримка часу, розрахована за формулами (3.1) та (3.2), задовольняє умову

$$t_{0.B.} = t_y + t_3 + t_B \quad (3.3)$$

$$t_{0.B.} = 1 + 1 + 0.5 = 2.5 \text{ с}$$

де:  $t_3$  — значення витримки часу захисту резервного джерела живлення.

Ця умова виконується не завжди, проте оскільки команди на вмикання та вимикання вимикача взаємно блокуються, то повторне ввімкнення від АВР не відбудеться.

### 3.6 Уставка витримки часу пускового органу мінімальної напруги

З метою визначення витримки часу пускового органу АВР, розглянемо схему, наведену на рис. 3.3.

Витримку часу реле АВР (КТ) обчислюють на ступінь селективності

$\Delta t = 0,4 \text{ — } 0,5$  с більшою від максимальної витримки часу, що має місце у випадку КЗ у точці К2 (див. рис. 3.3) на приєднаннях, які відходять від підстанції А:

$$t_{ABP} \geq t_{\zeta 1} \cdot \Delta t, \quad (3.4)$$

$$t_{ABP} \geq 0,5 \cdot 2,5 = 0,75 \text{ с}$$

а також на ступінь селективності більше від **\*\*граничної\*\*** витримки часу захисту, що діє в разі КЗ у точках К3, К4, К6 (див. рис. 3.3) на приєднаннях, які відходять від шин підстанції Б:

$$t_{ABP} \geq t_{\zeta 2} \cdot \Delta t, \quad (3.5)$$

$$t_{ABP} \geq 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ с}$$

У разі потреби цей проміжок часу має узгоджуватися з часом спрацювання пристрою АПВ робочого джерела.

На реле часу має бути встановлене значення, більше з отриманих за умовами (3.4) і (3.5).

### 3.7 Уставка пускового органу мінімальної напруги

Напругу спрацювання реле мінімальної напруги вибирають за двох умов:

1) розбудова від мінімальної залишкової напруги у разі три-фазних КЗ за реакторами та трансформаторами точки К1, К5, К7 (див. мал. 3.3.):

$$U_{cn} \leq \frac{U_{\text{зал min}}}{K_n K_v} \quad (3.6)$$

$$U_{cn} \leq \frac{380}{1,2 \cdot 0,9} = 351,8 \text{ В}$$

де:  $U_{\text{зал min}}$  найменше розрахункове значення напруги в разі КЗ;

$K_v$ — коефіцієнт трансформації трансформатора напруги;

$K_n$ —  $1,2 \div 1,3$  — коефіцієнт надійності;

2) відтермінування від мінімальної напруги у разі самозапуску електричних двигунів після вимкнення КЗ:

$$U_{cn} \leq \frac{U_{c.з \min}}{K_H K_V} \quad (3.7)$$

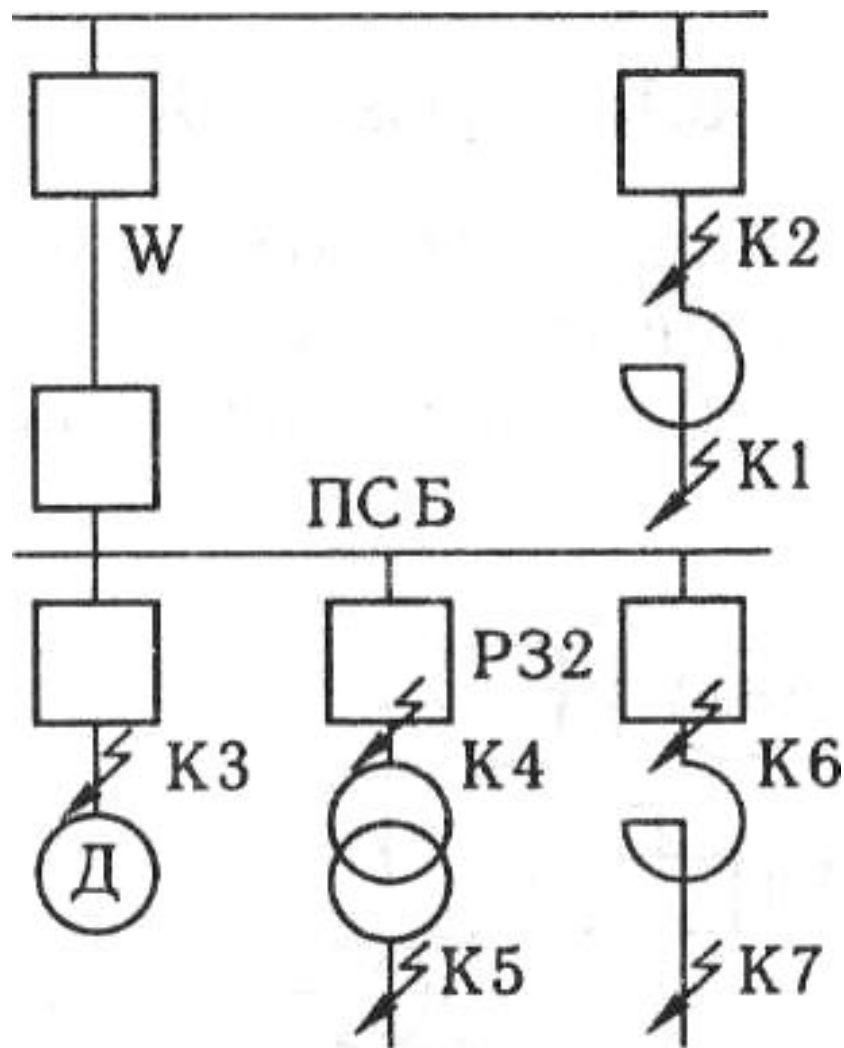
$$U_{cn} \leq \frac{160}{1.2 \cdot 0.9} = 148.1B$$

де:  $U_{cn}$  — струм спрацювання захисту реле напруги.

З отриманих за формулами (3.6) та (3.7) значень беруть менше. Зазвичай ці умови задовольняє напруга вмикання:

$$U_{cn} = (0.25 \div 0.4) U_{ном} \quad (3.8)$$

$$U_{cn} = (0.25 \div 0.4) \cdot 380 = 95 \div 152B$$



ПСА

Рисунок 3.3 – Схема до розрахунку уставок АВР

### 3.8 Уставка реле мінімального струму

У деяких випадках пускові органи мають змішану будову. Контролюється зникнення не лише напруги, а й струму робочого джерела.

Струм спрацювання реле мінімального струму має бути меншим від найменшого струму навантаження:

$$I_{cn} = \frac{I_{нав \min}}{K_n K_i} \quad (3.9)$$

$$I_{cn} = \frac{118.5}{1.5 \cdot 1} = 79 \text{ A}$$

де:  $I_{cn}$  — мінімальний струм навантаження;

$K_i$  — коефіцієнт трансформації трансформатора струму;

$K_n = 1,5$  — коефіцієнт надійності.

Витримку часу в такому разі рахують за формулою (3.4), тобто узгоджують із захистами приєднань, що відходять від підстанції А.

### 3.9 Реле контролю наявності напруги на резервному джерелі

Величину напруги спрацювання цього реле визначають згідно умови налаштування від мінімальної робочої напруги:

$$U_{cn} = \frac{U_{роб \min}}{K_n K_p K_v} \quad (3.10)$$

$$U_{cn} = \frac{293.2}{1.2 \cdot 1 \cdot 1} = 244.3 \text{ В}$$

де:  $U_{роб \min}$  - мінімальна робоча напруга;

$K_p$  - коефіцієнт повернення реле;

$K_n = 1.2$  - коефіцієнт надійності.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

#### 4.1 Структурно – функціональний аналіз процесу керування приводом дизельного генератора і приладами автоматичного ввімкнення

Розробка та вживання ефективних заходів запобігання аварійним і травмонебезпечним ситуаціям можливі лише при завчасному виявленні тих небезпек, з яких починаються процеси їх формування. Оскільки небезпечні умови не завжди завчасно можна виявити, а для вивчення небезпечних дій іноді потрібно багато часу, щоб зібрати статистичний матеріал, то і методи виявлення цих небезпек повинні бути відповідно диференційовані.

Таблиця 4.1 – Аналіз процесів формування та виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій при виконанні різних робіт

Вид робіт	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобіг. небезпечних ситуацій
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Проведення ремонту кабельно-лінійної лінії.	не проведено закорочення жил кабеля після вимкнення напруги. НУ1 Відсутність необхідних вимірювальних приладів НУ2.	Нехтування правилами ТБ НД1. Користування невідповідним інструментом. НД2.	Ураження струмом	Травма	Проведення додаткових інструктажів з ТБ

Модель процесу.

НУ1 → НД1 → НС → Т

НУ2 → НД2

Робота по заміні клемної колодки електродвигуна.	Електричний двигун працює без кожуха. НУ	Службова особа видала наряд на проведення ремонтних робіт із застосуванням не справного обладнання. НД	Ураження струмом НС.	Травма. Т	Забезпечення обслуговуючого персоналу необхідним і справним інструментом.
<p>Модель процесу.</p> <p>НД → НС ← НУ</p> <p>↓</p> <p>Т</p>					

#### 4.2 Обґрунтування організаційно – технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу

*Загальні положення.* Безпечна і безаварійна робота дизельного генератора і приладів автоматичного ввімкнення забезпечується своєчасним проведенням встановленого експлуатаційного обслуговування та ремонтних робіт – технічних доглядів та поточних ремонтів, які є складовою частиною системи планово-запобіжного ремонту електрообладнання.

Всі роботи, ремонтні і пов'язані з лабораторними вимірюваннями, повинні виконувати два висококваліфікованих електрики, які добре обізнані з правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів, і мають кваліфікацію з техніки безпеки: один не нижче 4 групи, другий – не нижче 3 групи.

*Вимоги правил техніки безпеки перед початком роботи.* Для початку роботи пов'язаної з дизельним генератором вимикають рубильники або

автоматичні вимикачі щита низької напруги, запирають шафу і вивішують попереджувальні плакати. Також повинні бути основні захисні засоби до яких належать такі, ізоляція яких надійно захищає від робочої напруги мережі і за допомогою яких можна дотикатися до струмопровідних частин, що перебувають під напругою, без небезпеки ураження електричним струмом (інструмент з ізольованими ручками, ізолюючі струмовимірювальні кліщі, діелектричні рукавиці).

*Вимоги правил техніки безпеки під час роботи.* Виконавши ці операції, надівають діелектричні рукавиці і за допомогою покажчика напруги перевіряють відсутність напруги на всіх фазах, після чого приступають до роботи. Потім, приєднавши один кінець переносного заземлення до заземлюючого пристрою, накладають його на струмоведучі частини. Після цього остаточно приступають до роботи .

Якщо на необхідно замінити помпу, то перед опусканням і підніманням треба повністю вимкнути напругу , заземлити лінію живлення і переконатись у міцності конструкції .

*Вимоги правил техніки після закінчення роботи.* Після закінчення всіх робіт на циркуляційній pompі перед її вмиканням необхідно виконати такі технічні операції: перевірити надійність кріплення, зняти переносні тимчасові заземлення, відімкнути щит низької напруги і зняти плакати з техніки безпеки; якщо тимчасове переносне заземлення встановлене на лінії, його також треба зняти і після цього доповісти черговому на живильній підстанції про те, що всі роботи закінчені , тимчасове заземлення зняте, можна подавати напругу; одержавши на це дозвіл, ввімкнути роз'єднувач і з землі перевірити, чи всі ножі роз'єднувача зайшли в затискачі.

Перевірити покажчиком напруги наявність струму на всіх трьох фазах головного рубильника розподільного щита низької напруги,

вимикають всі рубильники або автоматичні вимикачі споживачів і замикають розподільчий щит на замок.

*Протипожежні заходи на об'єкті.* Для запобігання пожеж на об'єкті розроблено організаційні, експлуатаційні, технічні режимного характеру, пожежно - евакуаційні, профілактичні заходи .

До організаційних заходів відносяться правила розміщення машин, що обслуговують хлібопекарні, обладнання, матеріалів з дотримання певних проходів, не допускається захаращення приміщень, проходів і т.д.; навчання працівників протипожежної безпеки.

Експлуатаційні заходи передбачають такі режими експлуатації установок, в результаті яких повністю виключається можливість виникнення іскор і полум'я при роботі установок, контакт нагрівних деталей обладнання з легко займистими матеріалами.

До технічних належать заходи, що стосуються правильного монтажу та експлуатації обладнання.

До засобів, що мають режимний характер відносять заборону куріння, запалювання сірників, правильного зберігання легкозаймистих матеріалів, постійний контроль за вогнебезпечними матеріалами.

Профілактичні заходи передбачають своєчасне встановлення первинних заходів вогнегасіння, а також підтримання в справному стані водопровідної системи . Заходи запобігання пожеж від розрядів статичної та атмосферної енергії, зводиться до встановлення заземлення і блискавкозахисту.

### **4.3 Розрахунок заземлення**

Вибір штучного заземлення проводиться в залежності від характеру ґрунту і способу забивання стержнів.

Розраховуємо заземлюючий контур підстанції напругою 10/0,4 кВ з глухозаземленою нейтраллю. Характер ґрунту – чорнозем з  $\rho = 2 \cdot 10^4$  Ом·см. Кліматична зона – IV ( $K_c = 1,2$ ,  $K_n = 1,5$ ). Струм замикання на землю в мережі становить 50 А.

В відповідності з діючими правилами, опір заземлюючого пристрою повинен становити

$$R = \frac{125}{I_s} = \frac{125}{50} = 2,5 \text{ Ом} \quad (4.1)$$

де:  $I_s$  – струм замикання на землю, А.

Приймаємо 1 Ом.

Контур заземлення розміщуємо в ряд з  $a = 5$  м,  $l = 2,5$  м. В якості стержневого заземлювача приймаємо кутникову сталь 50x50x5 мм, а протяжного – пластинчасту сталь 40x4 мм.

Опір одиночного стержня становить:

$$R_o = 0.00318 \rho \cdot K_c, \text{ Ом} \quad (4.2)$$

де:  $K_c$  – коефіцієнт сезонності для стержневого заземлювача ( $K_c = 1,2$ ).

$$R_o = 0.00318 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 1.2 = 76.32 \text{ Ом}$$

Число стержнів приймаємо 15. При цьому коефіцієнт використання стержневих заземлювачів становить  $\eta_c = 0,7$ . Опір всіх стержнів розтікання струму становить:

$$R_c = \frac{R_o}{n \cdot \eta_c}, \text{ Ом} \quad (4.3)$$

де:  $n$  – число стержнів, шт..

$$R_c = \frac{76.32}{15 \cdot 0.7} = 7.3 \text{ Ом}$$

Довжина протяжного заземлювача становить  $l = 35$  м (3500 см); приймаємо  $t = 50$  см,  $b = 0,4$  см. Опір протяжного заземлювача становить:

$$R_{np} = \frac{0,366}{l} \cdot \rho \cdot 2 \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{t \cdot b}, \text{ Ом} \quad (4.4)$$

$$R_{np} = \frac{0,366}{3500} \cdot 1,2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot \lg \frac{2 \cdot 3500^2}{0,4 \cdot 50} = 3,2 \text{ Ом}$$

Коефіцієнт використання протяжного заземлювача  $\eta_n = 0,71$ .

Дійсний опір протяжного заземлення становить:

$$R_n = \frac{R_{np}}{\eta_n} = \frac{3,2}{0,71} = 4,5 \text{ Ом} \quad (4.5)$$

Опір всього заземлюючого пристрою становить:

$$R_u = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n} = \frac{4,5 \cdot 7,3}{4,5 + 7,3} = 2,78 < 3 \text{ Ом} \quad (4.6)$$

Отже, число стержнів вибрано вірно.

#### 4.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

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

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

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

Захист населення є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами влад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованими їм силами та підприємств, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-

технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій .

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

Зовнішні загрози безпосередньо пов'язані з безпекою життєдіяльності населення і держави у разі розв'язання сучасної війни або локальних збройних конфліктів, виникнення глобальних техногенних екологічних катастроф за межами України, які можуть спричинити негативний вплив на населення та територію держави.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### **4.5 Охорона довкілля**

На сучасному етапі розвитку людства проблема взаємодії енергетики і довкілля набуває нових ознак, впливаючи на величезні території, більшість річок і озер, на атмосферу й гідросферу Землі. Ще

більші масштаби розвитку енергопостачання й енергоспоживання в недалекому майбутньому зумовлюють подальше інтенсивне зростання їхніх різноманітних дій на всі компоненти природного довкілля в глобальному масштабі.

”Теплове забруднення” планети, “парниковий ефект”, “кисневе голодування”, кислотні дощі, виснаження озонового шару, масштабні токсичними хімічними речовинами і радіонуклідами, швидке скорочення біологічної різноманітності – ось не повний перелік бід, якими людство якими людство розплачується за цивілізаційний комфорт. В основі цього комфорту й усіх пов’язаних з ним негативних наслідків лежить, насамперед, виробництво та використання енергії, перетворення її з однієї форми в іншу, реалізоване об’єктами паливно-енергетичного комплексу.

Іншою важливою стороною проблеми щодо взаємодії енергетики і довкілля за нових умов є визначальна роль умов середовища в розв’язання практичних завдань енергопостачання (вибір типу енергетичних установок і дислокації підприємств, вибір одиничних потужностей енергетичного устаткування й енергоресурсів, облік їхнього впливу на довкілля, застосування енергозберігаючих технологій і заходів та ін.).

Переробна промисловість посідає значне місце у функціонально-галузевій структурі агропромислового комплексу і складається з харчової і легкої промисловості, підприємств торгівлі і складських приміщень. Переробна промисловість розвивається в тісному зв’язку з центральною його ланкою – сільським господарством і споживає понад 50% його продукції.

До харчової промисловості належить хлібопекарна галузь. У галузі систематично розширюється та покращується асортимент продукції, підвищує її якість. Хлібопекарні майже цілком перейшли на виготовлення виробів з сортового пшеничного борошна – понад 30 видів.

Хлібопекарна галузь, як і будь-яка інша, має вплив на екологічний стан довкілля. За обсягом продукції агропромислове виробництво значно випереджає багато інших галузей.

Для більшості галузей, які переробляють сільськогосподарські продукти, обсяг сировини в декілька раз перевищує вихід готової продукції.

У відходах хлібопекарень містяться сотні тисяч тонн білків, харчових кислота масел, вітамінів та багато інших корисних речовин. Загалом з цих відходів можна отримати понад 100 найменувань готової продукції, в тому числі продукті харчування, кормів, добрив та ін.. але в наш час обсяг їх промислової переробки не перевищує 10-15 відсотків.

На багатьох хлібопекарнях стоять величезні холодильні установки. У них використовується синтезовані людиною хімічні речовини, які дістали назву хлорфторвуглецеві. Ці сполуки здатні руйнувати озоновий шар.

Одним з альтернативних рішень є організація безвідходних виробництв у хлібопекарській галузі. Технологія харчових виробництв забезпечують вилучення тільки одного корисного компонента сировини (наприклад цукру, олії, крохмалю), вміст якого в декілька раз нижче маси первинної сировини. Основна маса відходів та побічних продуктів харчової промисловості близько 70% - використовується безпосередньо на кормові цілі у тваринництві, близько 20% направляється на виробництво продуктів харчування та технічної продукції, решта використовується як добриво та паливо. Відходи хлібопекарень бідні на білки та вітаміни, дуже об'ємні містять багато вологи, мало транспортабельні і не можуть довго зберігатися.

Однак із відходів можна виробляти кормові та хлібопекарські дріжджі, спирт, господарське мило, молочна сироватка. До того ж можна утримувати фруктовий порошок, лимонний та глютамінну кислоту.

Дуже важливо не допускати прямих втрат населенням продуктів харчування . Такі втрати сьогодні становлять близько 50% . За підрахунками, не менше 10% загального обсягу продуктів харчування потрапляє у відходи. Система безвідходного споживання продуктів харчування повинна обов'язково охоплювати підсистему збирання та утилізація харчових відходів.

Запровадити жорстокий контроль якості продовольчої сировини та харчових продуктів за показниками безпеки, а також стану харчування та здоров'я різних груп дитячого та дорослого населення має належати пріоритетне місце. Розробка та впровадження заходів й рекомендацій, спрямованих на зниження рівня забруднення продовольчої сировини та продуктів харчування сторонніми речовинами, їх широке впровадження в хлібопекарській галузі може призвести до поліпшення структури харчування населення.

## РОЗДІЛ 5

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Кошторис витрат, необхідного обладнання складається із пристрою АВР та дизельної електростанції. Орієнтовно ця загальна вартість ( $C$ ) становить 1 500 000 грн.

Капітальні вкладення із врахуванням монтажних операцій.

$$K = C \cdot k_M, \quad (5.1)$$

де:  $k_M$  - коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж і обкатку,  $k_M=1,2$ ;

$$K = 1\,500\,000 \cdot 1,2 = 1\,800\,000 \text{ грн.}$$

Пристрій АВР працює лише в автоматичному режимі, експлуатаційні витрати складаються лише із амортизаційних відрахувань, технічного обслуговування та ремонту.

Амортизаційні відрахування ( $\alpha = 6\%$ ):

$$A = \alpha \cdot K, \quad (5.2)$$

$$A = 0.06 \cdot 1\,800\,000 = 108\,000 \text{ грн.}$$

Розаховуємо річні приведені витрати.

$$P = A + 0,05 \cdot K, \quad (5.3)$$

$$P = 108\,000 + 0.05 \cdot 1\,800\,000 = 198\,000 \text{ грн.}$$

Значення економічного ефекту від впровадження пристрою АВР із ДЕС визначаємо згідно формули:

$$E = \Delta E - P, \quad (5.4)$$

де:  $\Delta E$  – значення річної економії коштів, через зменшення втрат продукції та простою.

$$E = 598\,000 - 198\,000 = 400\,000 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

$$T = \frac{K}{E}, \quad (5.5)$$

$$T = \frac{1\,800\,000}{400\,000} = 4,5 \text{ роки.}$$

Таблиця 5.1 – Техніко-економічна характеристика

Показник	Розмірність	Величина
Капітальні вкладення	грн	1 800 000
Амортизаційні відрахування	грн	108 000
Річні приведені витрати	грн	198 000
Річний економічний ефект	грн	400 000
Термін окупності	років	4,5

Після проведеного розрахунку ми бачимо, що термін окупності становить 4,5 року. Отже дана система буде доцільною для підприємства.

## ВИСНОВКИ

1. В першому розділі висвітлено характеристику підприємства, хлібопекарні та обґрунтовано тему кваліфікаційної роботи.

2. В другому розділі здійснили розрахунок електропостачання хлібопекарні ФГ "СБС", а саме розраховували освітлення і провели розрахунок силового обладнання, вибирали пуско-захисне обладнання і перерізи проводів, кабелів та способи їх прокладання.

3. При розробці конструктивної частини було зроблено схему автоматичного ввімкнення резервного живлення, провели розрахунок уставок АВР, уставку витримки часу пускового органу мінімальної напруги, уставку пускового органу мінімальної напруги, уставка реле мінімального струму. Розроблена наша схема зменшує втрати на підприємстві через часте пропадання електроенергії, у зв'язку з переключенням через прилади автоматичного ввімкнення резерву на резервне живлення яке відбувається від дизельного генератора.

4. В четвертому розділі було побудовано моделі виникнення травм, пораховано заземлення, проаналізовано заходи протипожежної охорони і вимоги до правил безпеки під час роботи і при її закінченні. А також розглянуто питання охорони довкілля.

5. У п'ятому розділі було розраховано термін окупності який становить 4,5 роки, з цього видно, що дана система буде доцільною для підприємства.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В. Основи охорони праці. Підручник для професійно-технічних закладів. Київ. Вікторія. 2001. 192 с.
2. Голота А. Д. Автоматика в електроенергетичних системах. Київ. Вища школа. 2006. 366 с.
3. Електромеханичні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч.посібник. М. Г. Поповіч, О. Ю. Лозинський, В.Б.Клепиков та ін. Київ: Либідь, 2005 р. 680 с.
4. Жилдецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів. Афіша. 2005.
5. Жулай Є. Л., Зайцев Б. В., Лавріненко Ю. М., Марченко О. С., Войтюк Д. Г. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній(за ред. Жулая Є.Л.). Київ. Вища освіта, 2001 р. 288 с.
6. Колб А. А. Теорія електроприводу. Навчальний посібник. Донецьк. Національний гірничий університет, 2006 р. 511 с.
7. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль, 2001, Вид. “Підручники і посібники”. – 984 с.
8. Лаврієнко Ю. М. Електропривод. Підручник. Київ: Ліра-К 2009 р. 504с.
9. Левонюк В. Р. Методичні рекомендації для виконання курсової роботи з дисципліни «Основи електропостачання» на тему: «Розрахунок електропостачання населеного пункту». Львів. 2023. 43 с.
10. Маліновський А.А. Основи електроенергетики та електропостачання. Львів 2007 р. 379 с.
11. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., Пушанко М.М., Гуцалюк В.М., Яровий В.М., Заєць Ю.О., Доценко М.М., Заплетников І.М. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. – Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.

12. «Правила техніки безпеки при електромонтажних і налагоджувальних роботах». Київ 2006. 190 с.
13. «Правила технічної експлуатації магістральних і внутрішньо зонових мереж». Міністерство палива та енергетики. Київ 2007. 230 с.
14. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00 – 1.21 – 98. Офіц.вид. Київ. Держбуд України, 2001 р. 24 с.
15. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН В.2.5-23-2003. Державний комітет України з будівництва та архітектури. Київ. 2004.
16. Тимочко В., Городецький І., Мазур І. та ін. Оцінка професійного ризику працівників під час обслуговування та ремонту електричного обладнання. *Вісник Львівського НУП. Серія Агроінж. дослідж.*, Львів, 2024. № 28. С. 227–235. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2023.27.127>.
17. Тимочко В.О., Городецький І. М., Березовецький А. П. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці: *навч. посібн.* Львів: Сполом, 2022. 376 с.
18. Титаренко М. В. Електротехніка: навч. посіб. для студентів інженерно-технічних (не електротехнічних) спеціальностей вузів. Київ: Кондор, 2015 р. 240 с.
19. Шелепетень Т.М. Захисна автоматика електричних мереж. Львів. Вид-во «Дичандр», 2002. 157 с.