

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім.акад.І.С.Гулого
Кафедра Електропостачання і електроменеджменту

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

(підпис)

Блаженко С.І.
(прізвище та ініціали)

« » _____ 2021p.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Балюта С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та електротехнології»
на тему: «Розробка СЕП цеху сортування коксохімічного заводу. Аналіз вимог до виконання освітлення вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень».

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗЕЛ5-8ск

Орос Михайло Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Семко Дмитро Михайлович
(прізвище , ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Сірик А.О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Михайленко В.Г.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.

І.С.Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Електротехніка та електротехнології»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

“ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Орос Михайло Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка СЕП цеху сортування коксохімічного заводу. Аналіз вимог до виконання освітлення вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень».

керівник роботи Семко Дмитро Михайлович ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 09.11.2020 року № 934-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 25.01.2021р.

3. Вихідні дані до роботи Призначення цеху і його розміри. Перелік споживачів і їх потужність.

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

Розрахунок навантажень цеху та підприємства, вибір схем зовнішнього та внутрішнього електропостачання, вибір кількості та потужності

трансформаторів , розрахунок струмів КЗ, розрахунок релейного захисту і автоматики, Вибір кількості і потужності силових пунктів, Розрахунок перерізу кабелів, вибір автоматичних вимикачів, розрахунок електроосвітлення.

5. Перелік графічного матеріалу :

1. Генеральний план цеху.

2. Схема електропостачання цеху.

3. Схеми освітлення цеху

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	доц.Сірик А.О.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	12.11.2020р	
2	Вступ, обробка технічного завдання	13.11.2020р	
3	Характеристика електроприймачів цеху	18.11.2020р	
4	Розрахунок ел. навантажень цехових електроприймачів	23.11.2020р	
5	Побудова графіків електричних навантажень цеху	28.11.2020р	
6	Вибір напруги і електричних схем зовнішнього та внутрішнього електропостачання цеху	05.12.2020р	
7	Розрахунок силової мережі цеху	10.12.2020р	
8	Вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування цехових трансформаторних підстанцій	15.12.2020р	
9	Розрахунок струмів короткого замикання та вибір високовольтного та низьковольтного ел. обладнання	20.12.2020р	
10	Релейний захист (РЗА)	25.12.2020р	
11	Розрахунок електроосвітлення цеху	02.01.2021р	
12	Розгляд якості електричної енергії в мережі.	06.01.2021р	
13	Спецпитання.	10.01.2021р	
14	Охорона праці на підприємстві.	17.01.2021р	
15	Здача дипломного проекту на перевірку	23.01.2021р	

Здобувач

_____ (підпис)

Орос М.В.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Семко Д.М.

Анотація

Орос М.В. Розробка СЕП цеху сортування коксохімічного заводу. Аналіз вимог до виконання освітлення вибухонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень.

Дипломний проект на здобуття ступеня бакалавра за напрямом 141 “ Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. Національний університет харчових технологій, Київ, 2021. Пояснювальна записка складається зі вступу, 11 розділів та списку використаної літератури. Загальний обсяг пояснювальної записки становить стор.

Метою роботи є проектування загальної схеми електропостачання, розрахунок електричних навантажень цехових електроприймачів, вибір елементів та розрахунок цехової мережі, розрахунок освітлювальної мережі цеху, розгляд вимог до освітлення вибухонебезпечних приміщень .

У дипломному проекті розроблено: генплан підприємства , загальна схема електропостачання підприємства, схема релейного захисту і автоматики, розраховано струми коротких замикань. Розглянуто норми виконання освітлення у вибухонепезпечних і пожежонебезпечних приміщеннях.

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ; ВИРОБНИЧИЙ ЦЕХ; ТРАНСФОРМАТОР;
НАПРУГА; СТРУМ; РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ.

Annotation

Oros M.V. The PSE is a coking plant. Analysis of requirements for lighting of explosive and fire hazardous premises.

Diploma project for a bachelor's degree in 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". National University of Food Technologies, Kyiv, 2021. The explanatory note consists of an introduction, 10 chapters and a list of references. The total volume of the explanatory note is pages.

The purpose of the work is to design a general scheme of power supply, calculation of electrical loads of workshop electric receivers, selection of elements and calculation of the workshop network, calculation of the lighting network of the workshop, consideration of requirements for lighting explosive premises .

The diploma project developed: general plan of the enterprise, general scheme of power supply of the enterprise, relay protection scheme and automation, designed currents of short circuits. The norms of lighting performance in explosive and fire hazardous premises are considered.

ELECTRICITY; PRODUCTION PLANT; TRANSFORMER; VOLTAGE;
CURRENT; RELAY PROTECTION SCHEME.

Зміст.

Вступ. ....	.....
Технічне завдання.....	.....
1. Розрахунок електричних навантажень цеху.....	.....
1.1. Розрахунок освітлювального навантаження коксохімічного цеху....	.....
1.2. Розрахунок картограми навантаження.....	.....
2. Компенсація реактивної потужності.....	.....
3. Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху.....	.....
3.1. Вибір типу та розміщення цехової підстанції.....	.....
3.2. Вибір кількості та потужності трансформаторів.....	.....
3.3. Вибір кількості, типу та розташування розподільчих пристроїв.....	.....
3.4. Вибір струмопровідних частин.....	.....
4. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електроапаратів..	.....
4.1. Розрахунок струмів КЗ у низьковольтній мережі .....	.....
4.2. Вибір автоматичних вимикачів та розподільчих шаф.....	.....
5. Розрахунок електричного освітлення цеху.....	.....
6. Якість електричної енергії.....	.....
7. Облік електричної енергії.....	.....
8. Спецпитання.....	.....
8.1. Вимоги до освітлення.....	.....
8.2. Особливості вибухонебезпечного середовища.....	.....
8.3. Особливості пожеже небезпечного середовища.....	.....
8.4. Класифікація вибухонебезпечних сумішей.....	.....
8.5. Класифікація вибухонебезпечних приміщень.....	.....
8.6. Вибухозахищене устаткування.....	.....

					ДП 2021 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст				Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Орос М.В.										
Перевірів	Семко Д.М.										
Н. Контр.									ННІТІ ім..акад. Гулого І.С. ЗЕЛ-5-8 ск		
Затвердив	Балюта С.М.										

9.	Охорона праці.....
9.1.	Обґрунтування розміщення шинопроводів для освітлення.....
9.2.	Організаційні та технічні заходи з охорони праці.....
9.3.	Виконання практичного розрахунку.....
	Література.....

					ДП 2021 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вступ

Цех сортування коксохімічного заводу призначений для розподілу коксу , що подається системою транспортерів , за різними фракціями , накопичення відсортованого коксу в бункерах для подальшого завантаження в залізничні вагони . В цеху важливу роль грає продуктивність сортування яка залежить від надійної роботи електричних механізмів.

Для раціонального використання матеріальних та трудових ресурсів, досягнення високих і стабільних темпів росту об'єму виробництва необхідно проводити технічне та технологічне переобладнання виробничого процесу. Велику роль відіграє економне використання енергетичних ресурсів.

На підприємствах необхідно запроваджувати автоматизовані системи обліку електроенергії і управління електроспоживачами. Це дасть можливість здійснити технічний обмін використаної електроенергії, що в свою чергу створить умови для правильного використання і можливості її економії. Економічний ефект від запровадження системи обліку електроенергії буде отриманий шляхом зниження її вартості, яку споживає підприємство, за рахунок упорядкованої роботи електрообладнання.

					ДП 2021 141						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Орос М.В.			Вступ				Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Семко Д.М.									
Реценз.									ННІТІ ім. акад. І.С Гулого		
Н. Контр.									ЗЕЛ15-8ск		
Затверд.		Балюта С.М.									

В проекті розробляється система електропостачання цеху сортування коксохімічного підприємства. Цех отримує живлення від цехової ТП, яка знаходиться в цеху. Напруга- 10 кВ. Кількість робочих змін -2.. Розміри цеху $A*B*H = 50*26*18$. Перелік електричних споживачів цеху дан в таблиці 1. Потужність електричних споживачів вказана для одного споживача.

Розташування електричного обладнання показано на плані цеху рис.1

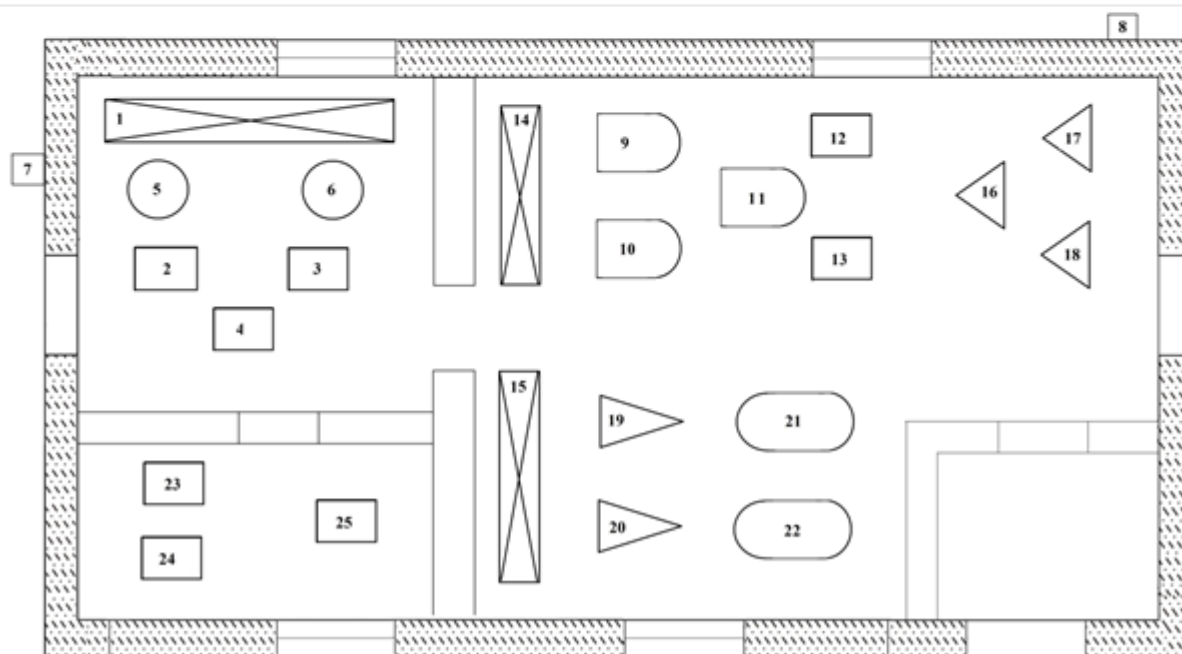


Рис 1 План цеху сортування коксохімічного заводу

Таблиця 1

№ п/п	Назва електроприймача	n	P, кВт	Kв	cosf / tgf	Примітка
1	Кран-балка	1	10	0,1	0,5/1,75	ПВ=40%
2, 3	Вібродробарка	2	2,2	0,7	0,75/0,88	
4	Барабан	1	12	0,85	0,8/0,75	
5, 6	Лоток	2	17	0,8	0,8/0,75	
7, 8	Вентилятор	2	10	0,6	0,85/0,62	
9 -11	Пробовідбирач	3	3	0,8	0,8/0,75	
12, 13	Конвеєр	2	10	0,45	0,8/0,75	
14, 15	Кран-балка	2	20	0,1	0,5/1,75	ПВ=40%
16 - 18	Дробарка	3	9	0,7	0,85/0,62	
19, 20	Перекидний лоток	2	12	0,8	0,8/0,75	
21, 22	Пересувний грохот	2	50	0,6	0,8/0,75	
23	Насос підкачки води	1	20	0,45	0,8/0,75	
24	Дренажний насос	1	50	0,55	0,8/0,75	
25	Насос шламовий	1	10	0,95	0,8/0,75	

					ДП 2021 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розрахунок навантаження коксортувального цеху

Потужності кран - балок з повторно - короткочасним режимом роботи необхідно привести до тривалого режиму за формулою [1]:

$$P_{ном} = P_{п} \times \sqrt{ПВ}, \quad (1)$$

де $P_{ном}$ – наведена до тривалого режиму потужності;

$P_{п}$ – встановлена потужність;

$ПВ$ – тривалість увімкнення.

$$P_{ном} = 10 \times \sqrt{0,4} = 10 \times 0,63 = 6,3 \text{ кВт}$$

$$P_{ном14.15} = 20 \times \sqrt{0,4} = 20 \times 0,63 = 12,6 \text{ кВт}.$$

Сумарна номінальна потужність електроприймачів цеху буде [3] :

$$P_{ном} = \sum P_{ном.i} = 391,2 \text{ кВт} \quad (2)$$

Величина $P_{см.i}$ для «Кран-балки» розраховується :

$$P_{см.1} = K_{в.1} * P_{ном.1} = 0,1 * 6,3 = 0,63 \text{ кВт}; \quad (3)$$

Сумарне $\sum P_{см.i}$ навантаження:

$$P_{см} = \sum P_{см.i} = 244,43 \text{ кВт}$$

Значення $Q_{см.i}$ для «Кран-балки» розраховується [2] :

$$Q_{см} = P_{см.1} * \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,63 * 1,73 = 1,09 \text{ квар}. \quad (4)$$

Сумарне $\sum Q_{см.i}$ реактивне навантаження :

$$Q_{см} = \sum Q_{см.i} = 184,77 \text{ квар} \quad (5)$$

					ДП 2020 141				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок навантаження коксосортувального цеху	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		ОросМ.В.							
Перевір.		Семко Д.М.							
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого			
Н. Контр.						ЗЕЛ5-8ск			
Затверд.		Балюта С.М.							

Розрахуємо груповий коефіцієнт використання для сортувального цеху [3]:

$$K_{\epsilon} = \frac{P_{cm}}{P_{ном.i}} = \frac{244,43}{1065,4} = 0,62 \text{ кВт} \quad (6)$$

Знайдемо ефективну кількість електроприймачів [3]:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{ном} \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n P_{ном} \right)^2 * n} = \frac{133585.6}{11546.89} = 11.6 \quad (7)$$

Коефіцієнт максимуму для розрахунку знаходимо із таблиці [2]:

$$K_M = f(n_e, K_B) \quad \text{Табл.5}$$

n_e/K_B	0.6	0.7
10	1.26	1.16
12	1.23	1.15

$$K_M = 1,24.$$

Обрахуємо P_p сортувального цеху:

$$P_{pзм.} = K_M * P_{cm} = 1,24 * 243,8 = 302,3 \text{ кВт}; \quad (8)$$

Обрахуємо $Q_{pзм.}$ цеху:

$$\text{якщо } n_e < 10, \text{ то } Q_{pзм.} = 1.1 * Q_{cm}; \quad (9)$$

$$n > 10, \text{ то } Q_{pзм.} = Q_{cm} = 184,77 \text{ кВАр}$$

Сумарна загальна потужність S_p для сортувального цеху:

$$S_{pзм.} = \sqrt{P_{p.}^2 + Q_{p.}^2} = \sqrt{391,9 + 184,77} = 433,27 \text{ кВА}; \quad (10)$$

Обрахуємо I_p сортувального цеху:

$$I_{pзм} = \frac{S_{pзм.}}{\sqrt{3} * U_{ном}} = \frac{433,27}{1,73 * 0,4} = 627,9 A; \quad (11)$$

Розрахуємо величину пікового струму сортувального цеху :

$$I_{пik} = i_{пуск.дв.} + (I_p - K_{в.дв.} * I_{ном.дв.}), \quad (12)$$

де $i_{пуск.дв.}$ – пусковий струм двигуна , найпотужнішого з електроприймачів;

I_p – розрахунковий струм сортувального цеху ;

$K_{в.дв.}$ – коефіцієнт використання найпотужнішого двигуна коксозбирального цеху;

$I_{ном.дв}$ – номінальний струм цього ж двигуна .

Потужність найпотужнішого двигуна в сортувальному цеху становить 50кВт – це пересувний грохот , з $K_v = 0.6$. Знайдемо $I_{ном.дв}$:

$$I_{ном.дв} = \frac{P_{ном.дв.}}{\sqrt{3} * U_{ном.мер.} * \cos \varphi * \eta_{ном.дв.}} = \frac{50}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,85 * 0,75} = 113,6 A$$

$$\cos \varphi = 0.85 ;$$

$\eta_{ном.дв.} = 0.75$ – загальноприйняте значення ККД для двигунів ,(0.7...0.9).

Розрахуємо $i_{пуск.дв.}$:

$$i_{пуск.дв.} = K_{пуск.} * I_{ном.дв} = 5 * 113,6 = 568,2 A;$$

					ДП 2021 141		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де $K_{\text{пуск}}$ – коефіцієнт пускового струму (5...7) .

Піковий струм :

$$I_{\text{пик.}} = i_{\text{пуск.дв.}} + (I_{\text{р.}} - K_{\text{в.дв.}} * I_{\text{ном.дв.}}) = 568,2 + (627,9 - 0,6 * 113,6) = 1127,9 \text{ A};$$

1.1 Розрахунок освітлювального навантаження сортувального цеху.

Питома потужність для виробничих приміщень - $P_{\text{пит}} = 15 \text{ Вт/м}^2$

Площа сортувального цеху :

$$S = A * B = 50 * 26 = 1300 \text{ м}^2.$$

Активна потужність освітлення коксортувального цеху [1] :

$$P_0 = P_{\text{пит.}} * S = 15 * 1300 = 19,5 \text{ кВт};$$

Реактивна потужність освітлення коксортувального цеху [1]:

$$Q_0 = P_0 * \text{tg} \varphi_1 = 19,5 * 0,33 = 6,4 \text{ квар.}$$

$\cos \varphi = 0.95$ – для світильників

$$\text{tg} \varphi = \arccos(0.95) = 0.33.$$

Повна потужність , яка витрачається на освітлення сортувального цеху [3]:

$$S_{o.} = \sqrt{P_{o.}^2 + Q_{o.}^2} = \sqrt{19,5^2 + 6,4^2} = 20,5 \text{ кВА};$$

Струм $I_{o.}$:

$$I_{o.} = \frac{S_{o.}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном}}} = \frac{20,5}{1,73 * 0,4} = \frac{20,5}{0,69} = 29,7 \text{ A};$$

Повна потужність споживання сортувального цеху буде:

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{p.} = S_{p.} + S_{o.} = 415,27 + 20,5 = 435,77 \text{ A};$$

Значення сумарного розрахункового струму коксортувального цеху :

$$I_{p.} = I_{p.} + I_{o.} = 601,84 + 29,7 = 631,5 \text{ A};$$

Тип навантаження	$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{квар}$	$S_p, \text{кВ*А}$	$I_p, \text{А}$
Силові	391.9	184.77	433.27	627.9
Освітлювальне	19.5	6.4	20.5	29.7
Цехове	411.4	191.17	453.77	657.6

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Побудова картограми навантажень цеху.

Картограма навантажень розраховується і будується на плані цеху, який зображено на рис. 1. Картограма навантажень являє собою коло, площа якого пропорційна навантаженню цеху. Це коло поділено на сектори площі яких пропорційні відповідним навантаженням цеху.

Картограма навантажень дозволяє представити розподілення електричних навантажень по території цеха.

Картограму навантажень будемо будувати для активної розрахункової потужності за таким алгоритмом [1]:

В нашому випадку масштаб дорівнює:

$$m = P_{\text{рнов}} / (\pi \cdot r^2);$$
$$m = 411,9 / (3,14 \cdot 5^2) = 5.$$

Визначимо кут, який обмежує сектор, площа якого пропорційна навантаженню освітлювальних установок [3]:

$$360 \cdot 19,5 / 411,9 = 17^\circ$$

Знаючи, де знаходиться центр електричних навантажень цеху, є можливість вибрати місце розташування трансформаторної підстанції. Якщо трансформаторну підстанцію розмістити в центрі навантажень то втрати потужності будуть мінімальні.

По виміряним координатам споживачів електричної енергії та по відповідним формулам [1]:

визначимо центр електричних навантажень цеха:

$$X_0 = \frac{\sum P_{pi} \cdot x_i}{\sum P_{pi}};$$

					ДП 2021 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$y_o = \frac{\sum P_{pi} \cdot y_i}{\sum P_{pi}}.$$

де x_i, y_i – координати відповідних споживачів електричної енергії

Для нашого випадку:

$$x_0=21,4 \text{ м}; \quad y_0=11,2 \text{ м}$$

Визначаємо радіус кола, площа якого пропорційна навантаженню цеху.

$$r = \sqrt{\frac{Pp}{\pi \cdot m}}; r = \sqrt{\frac{435,2}{3,14 \cdot 5}} = 5,263 \text{ м.} = 5 \text{ м}$$

					ДП 2021 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Компенсація реактивної потужності

Для компенсації реактивної потужності на підприємствах використовують компенсуючі установки, які включають набір конденсаторів і регулятор.

В даний час ще існують підприємства на яких встановлені застарілі компенсуючі установки без регулювання потужності, які досить часто не включаються в роботу через можливість перекомпенсації, тобто генерації реактивної енергії в мережу, а плата за генерацію реактивної енергії здійснюється за тарифом у тричі більшим, ніж споживання реактивної енергії

Одним із найефективніших способів компенсації реактивної потужності на підприємствах є встановлення автоматичних регуляторів потужності. Зазвичай низьковольтні компенсуючі установки укомплектовані декількома конденсаторами (двома, чотирма та ін.) одиничної потужності порядку 50 квар. Регулювання такими ступенями потужності є грубим і може допускати як зайве споживання реактивної енергії, так і генерацію реактивної енергії в мережу.

Для досягнення точного регулювання установки укомплектовуються конденсаторами потужністю 20, 10 квар (іноді лише 20 та 10 квар в залежності від особливостей та специфіки підприємства) та автоматичними регуляторами, які найчастіше мають 5-ть, 9-ть та 12 –ть ступенів регулювання.

Бажана потужність конденсаторної установки :

$$Q_{ку} = Q_p = 191,17 \text{ квар}$$

Обираємо найближчу більшу по потужності конденсаторну установку типу УКМ 58 – 0.4 – 200 – 25 УЗ .

$$Q_{ку} = 200 \text{ квар}$$

					ДП 2020 141		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Компенсація реактивної потужності цеху		
Розроб.		ОросМ.В.					
Перевір.		Семко Д.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Балюта С.М.			Літ. Арк. Аркуші		
					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
					ЗЕЛ5-8ск		

Оберемо автоматичний вимикач типу ВА53-41 для захисту даної конденсаторної установки від струмів короткого замикання і перевантаження .

$$I_{ном.ку} = 300 \text{ А}$$

$$I_{ном.АВ} = 630 \text{ А} > I_{ном.ку} 300 \text{ А}.$$

Устаткування УКРМ для компенсації реактивної потужності автоматично регулює коефіцієнт $\cos\phi$ споживачів електроенергії. Зазвичай це розподільчі мережі на промислових і житлових об'єктах з напругою не більше 0.68 кВ з номінальною частотою в 50Гц. Основне завдання УКРМ установки створити оптимальне і економічне споживання електрики. Механізм полягає в декількох конденсаторах всередині пристрою, які і компенсують індуктивну частину реактивних потужностей в своїх ємностях. Тому УКРМ є невід'ємною частиною дозволу на будівництво великого об'єкта.

Застосовуваний електронний регулятор, керований мікропроцесором, забезпечує підтримку необхідного коефіцієнта потужності з великою точністю і в широкому діапазоні компенсується реактивна потужність.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Вибір схеми внутрішнього електропостачання цеху

3.1. Вибір типу та розміщення цехової підстанції

Електрифікація України становить основу будівництва її економіки. Вона дозволяє підсилити продуктивність праці і покращити якість продукції. Тому, при проектуванні важливим питанням є розробка такої конструктивної електричної схеми електропостачання, яка б відповідала таким вимогам сучасності, як економічність, надійність, простота в експлуатації. Схеми електропостачання електроспоживачів в цеху можуть бути різними їх побудова залежить від категорії споживачів, території цеху, історичним розвитком підприємства. На невеликих підприємствах де використовуються споживачі 3-ї категорії надійності достатньо мати одностансформаторну підстанцію. Розподільчу мережу живлення цеху сортування коксохімічного заводу будемо виконувати по радіальній схемі, оскільки навантаження підприємства розташовані в різних напрямках від джерел живлення. Цехові електричні мережі поділяються на силові і освітлювальні, які, в свою чергу, діляться на живлячі та розподільчі.

До живлячих ліній відносяться ділянки мережі від джерела живлення ТП до РП, а до розподільних – ділянки мережі, до яких приєднуються електроприймачі.

Цехові мережі повинні забезпечувати надійність електропостачання споживачам електричної енергії, враховуючи їх категорію надійності. На вибір схеми і конструктивне виконання цехової мережі також впливає розташування електроприймачів, режими їх роботи а також класифікація, згідно з ПУЕ, виробничих приміщень. Споживачі цеху відносяться до 3-ї категорії надійності.

					ДП 2021 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Внутрішнє електропостачання цеху			Літ.		Арк.	Аркушів
Розробив	Орос М.В.										
Перевірів	Семко Д.М.										
Зав.кафедр.											
Н. Контр.											
Затвердив	Балюта С.М							ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого,ЗЕЛ5-8ск			

Часто в електричних мережах цехів використовують комплектні трансформаторні підстанції (КТП). Тому, для нашого цеху вирішуємо встановити трансформаторну підстанцію в цеху в вільній кімнаті.

3.2. Вибір кількості й потужності трансформаторів

Враховуючи те, що відповіно завдання, споживачі цеху мають 3 категорію надійності та сумарна потужність цеху менша 1000 кВА,, для даного цеху необхідно встановлювати одотрансформаторну підстанцію.

Бажана потужність трансформатора сортувального цеху:

$$S_{\text{тр баж}} = \frac{S_p}{\beta_T}$$

$\beta_T = 0.9$ – для 3-ої категорії надійності .

Враховуючи той факт , що ми встановили на шинах НН КУ типу УКМ 58 – 0.4 – 575 - 25 УЗ , тим самим компесували всю реактивну потужніс

$$S_{\text{тр.баж}} = \frac{P_p}{\beta_T} = \frac{391,4}{0,9} = 434,9 \text{ А};$$

Згідно з розрахунками , вибираю трансформатор ТМ – 630/10 .

Коефіцієнт завантаження трансформатора буде :

$$\beta_{T.\text{норм.}} = \frac{S_p}{n * S_{\text{тр.ном.}}} = \frac{434,9}{630} = 0,7;$$

Технічні характеристик ТМ – 630/10.

Тип	$S_{\text{ном.тр.}}$ кВ*А	$U_{\text{ном.тр.}}$, кВ		Втрати , кВт		U_k , %	I_x , %
		ВН	НН	P_x	P_k		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2021 141		Арк.

ТМ – 630/10	630	10	0.4	2.1	11	5.5	1.4
-------------	-----	----	-----	-----	----	-----	-----

3.3. Вибір кількості, типу та розташування

розподільчих пристроїв

Обирати та розміщувати розподільчі пристрої будемо в залежності від територіального розміщення електроприймачів та їх потужностей .

В проекті розробляється система електропостачання цеху сортування коксохімічного підприємства. Цех отримує живлення від цехової ТП, яка знаходиться в цеху. Напруга- 10 кВ. Кількість робочих змін -2.. Розміри цеху А*В*Н = 50*26*18. Перелік електричних споживачів цеху дан в таблиці 1. Потужність електричних споживачів вказана для одного споживача.

Розташування електричного обладнання показано на плані цеху рис.1

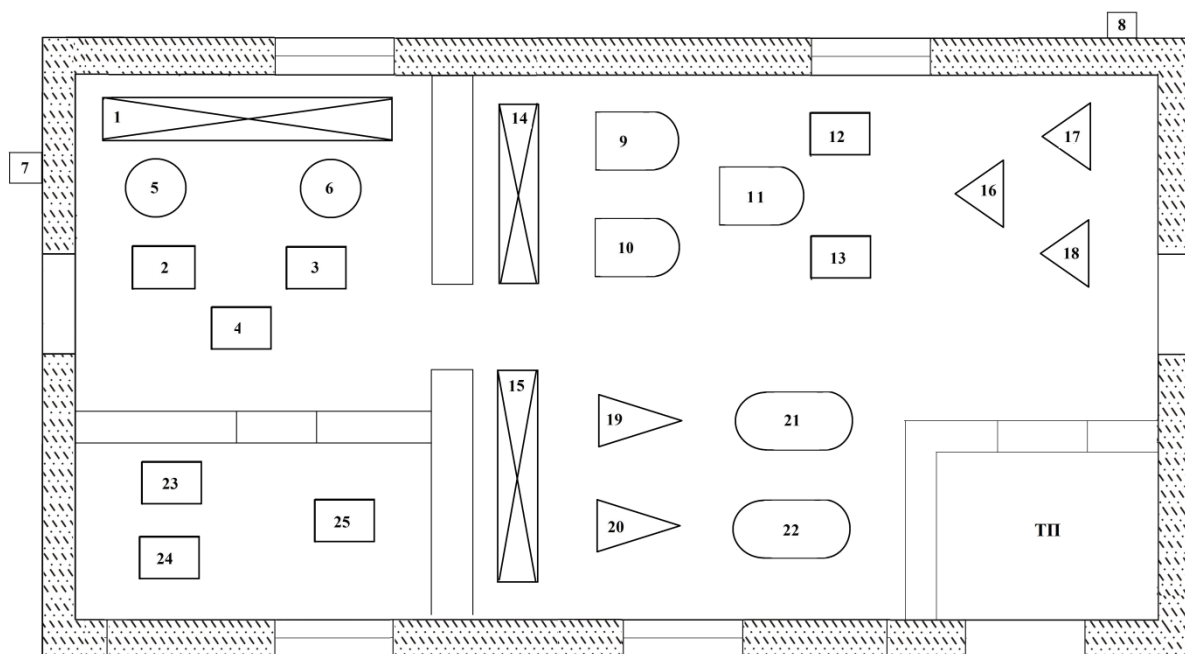


Рис.3 Схема розміщення СП і РП

					ДП 2021 141		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для живлення електроприймачів обираю силові пункти типу СП – 77 в кількості 5 штук.

Силовий пункт СП1 живить споживачі: 1;2;3;4;5;6;7.

Силовий пункт СП2 живить споживачі: 9;10;11;12;13;14;15.

Силовий пункт СП3 живить споживачі: 16;17;18;8;21.

Силовий пункт СП4 живить споживачі: 19;20;22.

Силовий пункт СП5 живить споживачі: 23;24;25.

.

Для живлення силових пунктів використовую 2 розподільчих пункта типу ЩО 99 (шафи одностороннього обслуговування) , які отримуватиму живлення від трансформатора підстанції .

3.4. Вибір струмопровідних частин

Струмопровідні частини вибираються по допустимому нагріву й умовам захищеності обраного перерізу [3].

1. Розрахунковий струм кожного ЕП визначаємо по формулі [3]:

$$i_{pi} = \frac{P_{ni}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_i}$$

Для ЕП24:

$$i_p = 50/1,73 * 0,38 * 0,8 = 95 \text{ A}$$

2. За умовою допустимого нагрівання ($i_p \leq I_{дон}$) вибираємо кабель або провід відповідного перерізу. Освітлювальну мережу виконуємо проводом марки АББл та АПВ. Аналогічно визначаються перетини проводів для окремих ЕП. Дані зведені в табл.3.1

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

№ на плані	Обладнання	п, шт	Р, кВт	I, А	Марка кабелю
1	Кран-балка	1	10	30,5	АВВГ 4х16
2, 3	Вібродробарка	2	2,2	4,5	АВВГ 4х2,5
4	Барaban	1	12	22,8	АВВГ 4х6
5,6	Лоток	2	17	32,3	АВВГ 4х16
7,8	Вентилятор	2	10	17,9	АВВГ 4х6
9-11	Пробовідбирач	3	3	5,7	АВВГ 2х2,5
12,13	Конвеєр	2	10	19	АВВГ 4х6
14,15	Кран-балка	2	20	61	АВВГ 4х25
16-18	Дробарка	3	9	16,1	АВВГ 4х6
19,20	Перекидний лоток	2	12	22,8	АВВГ 4х6
21,22	Пересувний грохот	2	50	95	АВВГ 4х25
23	Насос підкачки води	1	20	38	АВВГ 4х16
24	Дренажний насос	1	50	95	АВВГ 4х25
25	Насос шламовий	1	10	19	АВВГ4х6

4 . Розрахунок струмів короткого замикання

та вибір електричних апаратів

Для обчислення струмів КЗ складають розрахункову схему, відповідну нормального режиму роботи системи електропостачання, вважаючи (для підвищення надійності), що всі джерела живлення включені паралельно. У розрахунковій схемі враховують опори генераторів, що живлять схему, трансформаторів, високовольтних ліній (повітряних і кабельних), реакторів. За розрахунковою схемою складають схему заміщення, в якій вказують опори джерел і споживачів і намічають точки для розрахунку струмів КЗ.

Для генераторів, трансформаторів, високовольтних ліній і коротких ділянок розподільної мережі зазвичай враховують тільки індуктивні опори. При значній протяжності мережі (кабельної та повітряної) враховують також їх активні опори, так як у віддалених точках КЗ позначається зниженням ударного коефіцієнта. Доцільно враховувати активний опір, якщо $r\Sigma > x\Sigma/3$, де $r\Sigma$, $x\Sigma$ - сумарні активні і реактивні опори до місця КЗ.

4.1. Розрахунок струмів короткого замикання у низьковольтній мережі

Розрахунок будемо проводити в місцях , де струм короткого замикання матиме найбільші значення (найтяжчі випадки) , а саме :

- шини НН ТП – Кз - 1; -шини найзавантаженішого РП Кз – 2 ;
- найзавантаженішого СП Кз - 3 ;-найзавантаженішого електроприймача Кз - 4.

					ДП 2020 141			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	ОросМ.В.				Розрахунок струмів КЗ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Семко Д.М.							
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЗЕЛІ5-8ск		
Затверд.	Балюта С.М.							

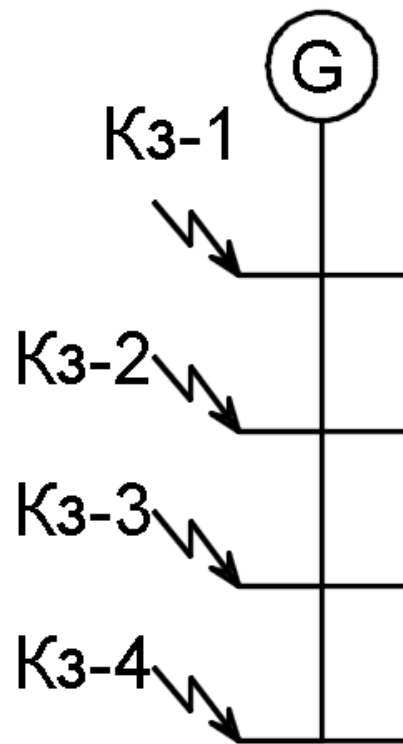


Рис.4.1. Схематичне зображення місць КЗ

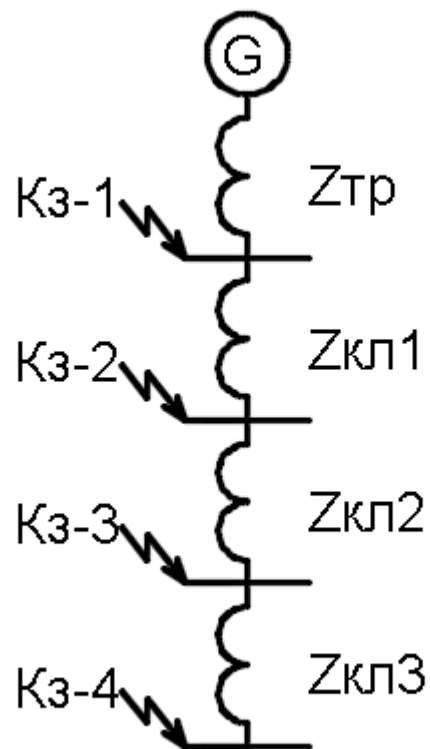


Рис.4.2. Схема заміщення опорів

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо струм КЗ точки Кз1

Розрахуємо опір системи за відомим значенням струму КЗ на стороні

ВН :

$$I_{\text{кзВН}} = 10.8 \text{ кА.}$$

Опір системи :

$$x_c = \frac{I_{\text{кзВН}} * \sqrt{3} * U_{\text{бВН}}}{S_{\text{б}}} = \frac{10.8 * \sqrt{3} * 6}{10} = 11.22, \quad = 18,6 \quad \text{!!!!!!}$$

$$U_{\text{бВН}} = 6 \text{ кВ.} \quad = 10 \text{ кВ} \quad \text{!!!!!!}$$

$$S_{\text{б}} = 10 \text{ МВ} * \text{А};$$

$$U_{\text{бНН}} = 0.4 \text{ В.}$$

Опір обмоток трансформатора ТМ –1000/10 :

$$x_T = \frac{U_K, \%}{100} * \frac{S_{\text{б}}}{S_{\text{ном.тр}}} = \frac{5.5}{100} * \frac{10}{1} = 0.55$$

Загальний опір :

$$x_{\text{заг}} = x_c + x_T = 11.22 + 0.55 = 11.77$$

Величина струму короткого замикання в точці Кз-1 :

$$I_{0.0}^{\text{К}} = \frac{1}{x_{\text{заг}}} * \frac{S_{\text{б}}}{\sqrt{3} * U_{\text{б}}} = \frac{1}{11.77} * \frac{10}{\sqrt{3} * 0.4} = 1.23 \text{ кА.}$$

Аперіодична складова :

$$i_a = \sqrt{2} * I_{0.0}^{\text{К}} * e^{-\frac{\tau_{\text{пв}}}{T_a}} = \sqrt{2} * 1.23 * e^{-\frac{0.02}{0.02}} = 0.64 \text{ кА,}$$

$\tau_{\text{пв}}$ - розрахунковий час початку розмикання струму КЗ автоматичним вимикачем :

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_p = \tau_{p.z.min} + \tau_{o.p.} = 0.01 + 0.01 = 0.02 \text{ с,}$$

$\tau_{o.p.}$ – час спрацювання автоматичного вимикача .

Значення ударного коефіцієнта :

$$K_{уд} = 1 + e^{\frac{0.01}{0.02}} = 1,22.$$

Миттєве значення ударного струму :

$$i_{уд} = \sqrt{2} * I_{0.0}^K * K_{уд} = \sqrt{2} * 1.23 * 1.22 = 2.6 \text{ кА.}$$

Тепловий імпульс струму КЗ :

$$B_K = (I_{0.0}^K)^2 * (\tau_K + T_a) = 1.23^2 * (0.3 + 0.02) = 0.48 \text{ кА}^2 * \text{с.}$$

Розрахуємо мінімальний переріз провідника , для витримання термічної дії струму КЗ :

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_K}}{C} = \frac{\sqrt{0.48 * 10^6}}{90} = 7.7 \text{ мм}^2$$

де С – табличне значення , взяте для алюмінієвих шин .

Точка Кз – 2.

Визначимо струм КЗ – 2 в найзавантаженішому РП (це РП – 2) , до якого прокладена кабельна лінія 4 х ААБ – 1 х 800 з такими параметрами погонних опорів :

$$r_0 = 0.036 \text{ Ом/км};$$

$$x_0 = 0.0517 \text{ Ом/км} .$$

Опори кабельної лінії з врахуванням довжини і напруги кабельної лінії :

$$x_{кл} = \frac{x_0 * l * S_6}{U_{ном}^2} = \frac{0.0517 * 0.0035 * 10}{0.4^2} = 0.011$$

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{\text{кл}} = \frac{r_0 * l * S_{\text{б}}}{U_{\text{ном}}^2} = \frac{0.036 * 0.0035 * 10}{0.4^2} = 0.08.$$

Повний опір:

$$Z_{\text{кл}} = \sqrt{r_{\text{кл}}^2 + x_{\text{кл}}^2} = \sqrt{0.011^2 + 0.08^2} = 0.081.$$

Сума опорів :

$$x_{\text{загК2}} = x_{\text{заг}} + Z_{\text{кл}} = 11.77 + 0.081 = 11.85.$$

Струм КЗ у точці Кз - 2:

$$I_{0.0}^{\text{Кз}} = \frac{1}{x_{\text{загК2}}} * \frac{S_{\text{б}}}{\sqrt{3} * U_{\text{б}}} = \frac{1}{11.85} * \frac{10}{\sqrt{3} * 0.4} = 1.22 \text{ кА}.$$

Аперіодична складова :

$$i_{\text{а}} = \sqrt{2} * I_{0.0}^{\text{Кз}} * e^{-\frac{\tau_{\text{пв}}}{T_{\text{а}}}} = \sqrt{2} * 1.22 * e^{-\frac{0.02}{0.02}} = 0.63 \text{ кА},$$

Миттєве значення ударного струму :

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} * I_{0.0}^{\text{Кз}} * K_{\text{уд}} = \sqrt{2} * 1.22 * 1.22 = 2.6 \text{ кА}.$$

Величина теплового імпульсу :

$$B_{\text{к}} = (I_{0.0}^{\text{Кз1}})^2 * (\tau_{\text{к}} + T_{\text{а}}) = 1.22^2 * (0.33 + 0.02) = 0.47 \text{ кА}^2 * \text{с}.$$

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_{\text{к}}}}{C} = \frac{\sqrt{0.47 * 10^6}}{75} = 9.14 \text{ мм}^2$$

де С – табличне значення , взяте для алюмінієвих кабелів з ПВХ або гумовою ізоляцією .

Результати розрахунків занесемо в таблицю.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Розрахункова точка КЗ	$X_{\text{заг}}, \text{В.О.}$	$I_{0.0}, \text{КА}$	$K_{\text{уд}}$	$I_{\text{уд}}, \text{КА}$	$I_{\text{апр}}, \text{КА}$	$T_{\text{а}}, \text{с}$	$B_{\text{к}}, \text{КА}^2 \cdot \text{с}$	$S_{\text{min}}, \text{мм}^2$
Кз - 1	11.77	1.23	1.22	2.6	0.64	0.02	0.48	7.7
Кз - 2	11.85	1.22		2.6	0.63		0.47	9.14
Кз - 3	12.34	1.17		2.5	0.61		0.44	8.85
Кз - 4	14.6	1		2.1	0.52		0.32	7.5

4.2. Вибір автоматичних вимикачів в РП - 0,38 кВ і розподільчих щитах

Комутаційна апаратура, та її параметри залежать від типу встановлюваного шкафу РП чи СП .

Вибір і перевірка автоматичних вимикачів (запобіжників) виконується згідно з наступними умовами :

- 1) $U_{\text{ном}} \geq U_{\text{ном.м}};$
- 2) $I_{\text{ном.розч.}} \geq I_{\text{ном}};$
- 3) $I_{\text{ном.ав.}} \geq U_{\text{ном.розч.}};$
- 4) $I_{\text{спрац.}} \geq 1.25 * I_{\text{пик}};$
- 5) $I^{(3)}_{\text{к}} \geq I_{\text{тах.вимик.}}$
- 6) $i_{\text{ел.дин.}} \geq i_{\text{уд.}}$

Оберемо автоматичний вимикач в ввідній шафі НН.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2

ВА53-43		
$U_{\text{ном.ав}} = 660 \text{ В}$	>	$U_{\text{ном.м}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.розч.}} = 1600 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном}} = 1016.4 \text{ А.}$
$I_{\text{ном.ав.}} = 1600 \text{ А}$	=	$I_{\text{ном.розч.}} = 1250 \text{ А}$
$I_{\text{спрац.}} = 3200 \text{ А}$	>	$1.25 * I_{\text{пик.}} = 2522.5 \text{ А}$
$I_{\text{к}}^{(3)} = 1.23 \text{ кА}$	>	$I_{\text{тах.вимиж.}} = 135 \text{ кА}$
$i_{\text{ел.дин.}} = 7 \text{ кА.}$	>	$i_{\text{уд.}} = 2.6 \text{ кА}$

Далі результати заносимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3.

Місце встановлення	Номинальний струм АВ	Номинальний струм розчіплювача	Тип та марка
ТП - 1	1000	800	ВА53-41
ТП – 1	2500	2000	E25B
ТП - 2	2500	2000	E25B
ТП - 2	1600	1250	ВА53-43
Секційний АВ	2500	2000	E25B
РП - 1	630	160	ВА57 – 39 - 36
	630	320	ВА57 – 39 - 36
	630	100	ВА57 – 39 - 36
РП - 2	630	80	ВА57 – 39 - 36
	630	250	ВА57 – 35 - 36
	630	125	ВА57 – 35 - 36
	1000	800	ВА53-41
СП - 1	160	50	A3716Б
	160	100	A3716Б
	160	40	A3716Б
	160	160	A3716Б

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СП - 2	63	20	AE2046
	63	40	AE2046
	63	32	AE2046
	63	16	AE2046
СП – 3	160	16	A3715Б
	160	50	A3716Б
	160	40	A3716Б
	160	32	A3716Б
	160	125	A3716Б
СП - 4	160	160	A3716Б
СП - 5	63	40	AE2046
	63	10	AE2046
	63	16	AE2046
ЩО 99 2302	1000	800	BA55-41

В СП і РП встановлюються рубильники типу РЕ19 і ВР32.

$$1) U_{\text{ном.р.}} \geq U_{\text{ном.м}}$$

$$2) I_{\text{ном.р.}} \geq I_{\text{ном.л.}}$$

$$3) i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}} .$$

Таблиця 4.4

№ СП	Тип рубильника	$I_{\text{ном.р.}}, \text{А}$	$U_{\text{ном.р.}}, \text{кВ}$	$U_{\text{ном.м.}}, \text{кВ}$	$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$
1	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
2	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
3	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
4	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
5	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
6	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
7	ВР32 - 400	400	400	380	11	2.5
8	ВР32 - 250	250	400	380	9	2.5

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для РП.

Таблиця 4.5

№ СП	Тип рубильника	$I_{\text{ном.р.}}, \text{А}$	$U_{\text{ном.р.}}, \text{кВ}$	$U_{\text{ном.м.}}, \text{кВ}$	$i_{\text{дин}}, \text{кА}$	$i_{\text{уд}}, \text{кА}$
РП – 1	РЕ19 - 41	1000	1000	380	18	2.6
	РЕ19 - 39	630	1000	380	17	
РП - 2	РЕ19 - 44	2000	1000	380	20	2.6
	РЕ19 - 41	1000	1000	380	18	
	РЕ19 - 39	630	1000	380	17	
РП - 3	РЕ19 - 41	1000	1000	380	18	2.6

Розрахуємо і оберемо магнітні пускачі для вентиляторів і насосів .

$$U_{\text{ном.пуск.}} \geq U_{\text{мережі}}$$

$$I_{\text{ном.пуск.}} \geq I_{\text{ном.дв.}}$$

$$P_{\text{ном.пуск.}} \geq P_{\text{ном.дв.}}$$

$$I_{\text{РТ}} > I_{\text{ном.дв.}}$$

Встановлювати будемо магнітні пускачі типу ПММ і теплові реле РТ 2М.

Обиремо магнітний пускач і теплове реле для вентилятора П – 5.

Таблиця 4.6.

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 25 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 19.1 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 11 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 7 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (18 \div 25), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 19.1 \text{ А}$

Для Вентилятора П- 5 обираю ПММ – 2/25 і РТ 2М – 32в .

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 40.33 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 22 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 19 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (36 \div 52), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 40.33 \text{ А}$

Для Вентилятора П- 16 обираю ПММ – 4/50 і РТ 2М – 80в .

Таблиця 4.8

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 36.08 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 18.5 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 16 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (29 \div 42), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 36.08 \text{ А}$

Для Насоса шламового №1 обираю ПММ – 4/50 і РТ 2М – 80в .

Таблиця 4.9

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 100 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 90.2 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 45 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 40 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (80 \div 125), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 90.2 \text{ А}$

Для Насоса шламового №2 обираю ПММ – 5/100 і РТ 2М – 200а .

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.10

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 40 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 38.32 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 18.5 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 17 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (29 \div 42), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 38.32 \text{ А}$

Для Насоса шламового №3 обираю ПММ – 4/40 і РТ 2М – 80в .

Таблиця 4.11

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 50 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 45.11 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 22 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 20 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (36 \div 52), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 45.11 \text{ А}$

Для Насоса підкачки води обираю ПММ – 4/50 і РТ 2М – 80в .

Таблиця 4.12

Параметри пускача	Умови	Параметри двигуна
$U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$	=	$U_{\text{двиг.}} = 380 \text{ В}$
$I_{\text{ном.пуск.}} = 200 \text{ А}$	>	$I_{\text{ном.дв.}} = 157.9 \text{ А}$
$P_{\text{ном.пуск.}} = 90 \text{ кВт}$	=	$P_{\text{ном.дв.}} = 70 \text{ кВт}$
$I_{\text{РТ}} = (125 \div 200), \text{ А}$	=>	$I_{\text{ном.дв.}} = 157.9 \text{ А}$

Для Дренажного насоса обираю ПММ – 6/200 і РТ 2М – 200а .

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розрахунок електричного освітлення цеху

Для освітлення великих приміщень часто використовують газорозрядні лампи типу ДРЛ (дугові ртутні лампи) потужністю 125, 250, 400Вт. Виробництво цих ламп налагоджено майже в усіх провідних світлотехнічних компаніях. До переваг ламп ДРЛ слід віднести:

- високий рівень світлового потіка;
- тривалий строк експлуатації (не менше 12 тис. годин);
- можливість використання при низьких температурах, наприклад, в неопалюваних приміщеннях;
- низька ціна на пускорегулюючу апаратуру, та широкий ряд світильників.

Однак, існують і недоліки, серед яких:

- потреба у спеціальних технологіях утилізації (враховуючи наявність ртуті та люмінофору);
- низький рівень передачі кольору (близько 45%);
- залежність від стабільності джерела живлення;
- неможливість швидкого повторного включення (тільки через 10-15 хв.);
- старіння (суттєве зниження рівня світлового потоку після 1000 годин експлуатації).

Розвиток в області світлодіодів, що відбувається протягом останніх років, дозволяє розглядати LED системи як серйозний конкурент [5] існуючому промислового освітленню, так як у світлодіодних лампах практично відсутні технічні недоліки.

Тому, враховуючи вищесказане, і звертаючи увагу на переваги світлодіодного освітлення, ми будемо використовувати саме його при світлотехнічному розрахунку.

					ДП 2021 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Електричне освітлення	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Орос М.В.</i>						
Перевірив		<i>Семко Д.М.</i>						
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЗЕЛ5-8ск		
Н. Контр.								
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

При розрахунках освітлення треба враховувати висоту підвісу лотків, яка складає 4м від рівня підлоги, тому виконувати освітлення світлодіодними лампами слід на висоті нижче або вище 4м, при цьому зменшуючи площу падаючої тіні .

Обираю варіант розміщення вище 4м, так як в нашому приміщенні присутні такі висотні електроприймачі як кран – балки.

Висота підвісу світильників :

$$H_p = H - h_c - h_p = 8 - 1 - 1 = 6 \text{ м},$$

де H – висота цеху ;

h_c – вістань від стелі до світильника ;

h_p – рівень робочої поверхні над підлогою .

Загальна площа цеху складає 1300 м^2 . Але оскільки в цеху маємо окремі виробничі приміщення , то для кожного з них ми будемо проводити розрахунок.

Розрахуємо освітлення для приміщення з розмірами 16.12×5.2

Нормована освітленість для даного приміщення - $E_n = 200 \text{ лк}$.

КСС для світлодіодних світильників , які в перспективі плануються встановлюватися – Л .

Відстань між світильниками враховуючи КСС :

$$L = \lambda * H_p = (1.5 \dots 2) * 6 = 9 \dots 12 \text{ м},$$

L – відстань між центрами світильників , м ;

λ – коефіцієнт , який залежить від типу і його КСС джерела світла;
прийmemo $L = 10 \text{ м}$.

Площа $S = 83.83 \text{ м}^2$.

Кількість рядів:

$$n_B = \frac{B}{L} = \frac{5.2}{10} = 0.52 \approx 1.$$

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість світильників в ряду :

$$n_A = \frac{A}{L} = \frac{16.12}{10} = 1.61 \approx 2.$$

Загальна кількість світильників :

$$N = n_A * n_B = 2 * 1 = 2.$$

Індекс форми приміщення :

$$i = \frac{S}{H_p * (A + B)} = \frac{83.83}{6 * (16.12 + 5.2)} = 0.66.$$

Прийmemo :

$$\rho_{\text{стелі}} = 50\%; \rho_{\text{стін}} = 50\%; \rho_{\text{підлоги}} = 10\%.$$

Згідно з цим значення , коефіцієнт використання світлового потоку $\eta=0.35$;

коефіцієнт запасу $\kappa_z = 1.5$;

коефіцієнт нерівномірності освітлення $z = 1.15$.

Світловий потік обраного приміщення :

$$\Phi_p = \frac{E_n * S * \kappa_z * z}{N * \eta} = \frac{200 * 83.83 * 1.5 * 1.15}{2 * 0.35} = 43\,288 \text{ лм.}$$

Для освітлення приміщення обираю світлодіодні світильники типу НВ450 -300 , потужністю 300 Вт , з $\Phi_n = 40\,500 \text{ лм.}$

Відхилення світлового потоку :

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_n - \Phi_p}{\Phi_p} * 100\% = \frac{40500 - 43288}{43288} * 100 = -6.44 \%,$$

що лежить в допустимих межах -10...+20 %.

Відхилення освітленості :

$$E_{\Phi.p} = \frac{\Phi_n}{\Phi_p} * E_n = \frac{40500}{43288} * 200 = 187.11 \text{ лк.}$$

Розрахуємо потужність ламп для обраного приміщення приміщення:

$$P_{\text{оу.р.}} = N * P_n = 2 * 300 = 600 \text{ Вт} = 0.6 \text{ кВт.}$$

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питома потужність ламп на дану площу приміщення :

$$P_{\text{пит.р.}} = \frac{P_{\text{оу}}}{S} = \frac{600}{83.83} = 7.16 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$$

Далі , розрахуємо освітлення для всього цеху .

Загалом встановлено 24 світильники робочого освітлення потужністю по 300 Вт кожен .

Потужність світильників :

$$P_{\text{оу.р.}} = N * P_{\text{н}} = 24 * 300 = 7\,200 \text{ кВт.}$$

Перевірка навантаження за нагріванням :

$$P_{\text{р.р}} = K_{\text{п}} * P_{\text{у.р}} = 0.95 * 7\,200 = 6.84 \text{ кВт,}$$

де $K_{\text{п}} = 0.95$ – для виробничих будівель.

Для робочого освітлення магістальних ділянок розрахуємо значення струмів , що протікатимуть по кабельних лініях :

для трифазної 380/220 (чотирипровідної 3ф + N) мережі :

$$I_{\text{р.роб}} = \frac{P_{\text{роб}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ф}} * \cos\varphi} = \frac{6.84}{\sqrt{3} * 0.23 * 0.95} = 18.1 \text{ А.}$$

Для робочого освітлення обираю кабель АВВГнг – 5 х 3 для магістальних ліній , а для відгалужень обираю кабель АВВГнг – 5 х 2.5 , для окремо кожного світильника .

Розрахуємо втрати напруги для найвіддаленішого світильника :

$$\Delta U_{\text{Г.М.}} = \frac{P_{\text{н.в}} * L_{\text{н.в}}}{c * S_{\text{н.в}}} = \frac{4.56 * 50.62}{46 * \left(\frac{30.1 * 3 + 20.52 * 2.5}{50.61} \right)} = 1.8 \text{ В.}$$

Втрата напруги на найвіддаленішому світильнику :

$$\Delta U_{\text{н.в.}} \% = \frac{\Delta U_{\text{н.в.}}}{U_{\text{ф}}} * 100 = \frac{1.8}{230} * 100 = 0.8 \%.$$

Обрані перерізи кабелів типу ААВГнг для робочого освітлення нас влаштовують .

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для аварійного освітлення для живлення всіх світильників , на магістральних ділянках і відгалуженнях обираю кабель АВВГнг – 5 х 2.5.

Розрахуємо споживання аварійних світильників :

$$P_{\text{оу.ав.}} = N * P_{\text{н}} = 19 * 300 = 5\,700 \text{ Вт} = 5,7 \text{ кВт.}$$

для трифазної 380/220 (чотирипровідної 3ф + N) мережі :

$$I_{\text{р.роб}} = \frac{P_{\text{роб}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ф}} * \cos\varphi} = \frac{5.7}{\sqrt{3} * 0.23 * 0.95} = 15.06 \text{ А.}$$

Щиток робочого освітлення.

Для освітлення встановлюю металевий щиток ЩО - 63.

Як ввідний , встановлюю АВ типу ВА51 – 25 – 36 з номінальним струмом розчіплювача 32 А.

Перевіряємо АВ за умовами :

$$I_{\text{ном.ав}} \geq I_{\text{групи}};$$

$$I_{\text{ном.ав}} \geq 1.4 * I_{\text{групи}}$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 32 \text{ А} > I_{\text{групи}} = 18.1 \text{ А};$$

Для аварійного освітлення встановлюю ЩАО типу УОЩВ.

Для УОЩВ обираю ввідний АВ типу ВА51 – 25 – 36 , з номінальним струмом розчеплювача 25 А .

$$I_{\text{ном.ав}} = 25 \text{ А} > I_{\text{групи}} = 15.06 \text{ А};$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 25 \text{ А} > 1.4 * I_{\text{групи}} = 1.4 * 15.06 = 21.08 \text{ А.}$$

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Електричне освітлення цеху

Найперспективнішим напрямком в освітленні підприємств і їх цехів в наш час є світлодіодне освітлення. Джерелом світла в такому освітленні використовуються світлодіоди.

Освітлення на підприємстві потрібне не лише під час роботи, але й для охорони приміщень, евакуації, в разі аварії, тощо.

На підприємствах використовують штучне чи комбіноване світло. Останнє передбачає одночасне використання світильників і природного світла.

Освітлення буває загальним і місцевим. . Воно може бути досить яскравим або невеликої інтенсивності — для орієнтації в просторі.

Місцеве освітлення використовують тільки як додаткове, наприклад, там, де ведуться роботи зі значним зоровим навантаженням. На виробництвах заборонено встановлювати лише місцеві джерела, оскільки контраст між світлом і тінню може привести до травм.

Вн цеху готової продукції а висоті 3,5 від підлоги прокладен шинопроводи, тому щоб вони нам не заважали, розташуємо світильники нижче рівня шинопроводів

$$H_p = H - h_c - h_p = 4 - 0.5 - 0.5 = 3 \text{ м,}$$

де H – висота цеху ;

h_c – вістань від стелі до шинопроводу;

h_p – рівень робочої поверхні .

					ДП 2021 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Освітлення цеху			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив		Станкович									
Перевірив		Семко Д.М.									
Н. Контр.											
Затвердив		Балюта С.М			ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЗЕЛ5-8ск						

Визначимо площу цеху помолу цементного заводу:

$$S = A \times B = 52 \times 35 = 1\,820 \text{ м}^2.$$

Нормована освітленість для виробничих приміщень - $E_n = 200 \text{ лк}$.

Відстань між центрами світильників з врахування КСС для LED – світильників:

$$L = \lambda * H_p = (1,8 \dots 2,6) * 3 = 5,3 \dots 7,8 \text{ м},$$

λ – для LED освітлення - $\lambda = 1.8 \dots 2,6$.

Прийmemo $L = 7 \text{ м}$.

Числов рядів:

$$n_B = \frac{B}{L} = \frac{35}{6} = 5,83 \approx 6.$$

Число світильників в ряду:

$$n_A = \frac{A}{L} = \frac{52}{6} = 8,67 \approx 9.$$

Кількість світильників для цеху помолу:

$$N_{\text{св}} = n_A * n_B = 9 * 6 = 54.$$

Індекс форми приміщення цеху помолу цементного заводу:

$$i = \frac{S}{H_p * (A + B)} = \frac{1\,820}{3 * (52 + 35)} = 6,97.$$

Прийmemo :

$$\rho_{\text{стелі}} = 50\%; \rho_{\text{стін}} = 30\%; \rho_{\text{підлоги}} = 10\%.$$

Коефіцієнт використання світлового потоку LED - світильників:

$$\eta = 0.8;$$

коефіцієнт запасу $\kappa_z = 1.5$;

коефіцієнт $z = 1.15$.

Світловий потік цеху помолу цементного заводу:

$$\Phi_p = \frac{E_n * S * \kappa_z * z}{N_{\text{л}} * \eta} = \frac{200 * 1820 * 1.5 * 1.15}{54 * 0.8} = 14\,534,7 \text{ лм}.$$

					ДП 2021	141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Обираю LED - лампу М – LED – 60 х 70 - 2000 з номінальним світловим потоком $\Phi_n = 16\,416$ лм.

Відхилення Φ_p від Φ_n :

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_n - \Phi_p}{\Phi_p} * 100\% = \frac{16\,416 - 14\,534,7}{14\,534,7} * 100 = 13\%,$$

дане значення входе в діапазон допустимого рівня відхилення світлового потоку -10...+20 %.

Відхилення для робочого освітлення його освітленості від нормованого показника:

$$E_{ф.р} = \frac{\Phi_n}{\Phi_p} * E_n = \frac{16\,416}{14\,534,7} * 200 = 225,9 \text{ лк}$$

$$E_{ф.р} \% = \frac{E_{ф.р}}{E_n} * 100 = \frac{225,9}{200} * 100 = 112,95\%,$$

тобто фактична освітленість складає 112,95% від нормованої.

Потужність споживана LED - лампами при освітленні цеху помолу в робочому режимі:

$$P_{LED.p.} = N_{л} * P_n = 54 * 110 = 5\,940 \text{ Вт} = 5,94 \text{ кВт.}$$

Питома потужність:

$$P_{пит.р.} = \frac{P_{о.р.}}{S} = \frac{5940}{1\,820} = 3,26 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}.$$

Приймемо до уваги, що в цеху встановлена КТП – 1000/6 , висота якої складає 2,65 метра , тому над нею ми розміщувати світильники не будемо.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\text{ном.розч.}} \geq I_p;$$

$$I_{\text{ном.ав}} \geq I_{\text{ном.розч.}};$$

$$I_{\text{ном.розч.}} \geq 1.4 * I_p;$$

$$I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ A} > I_p = 9 \text{ A}$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 63 \text{ A} > I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ A};$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 16 \text{ A} > 1.4 * I_p = 1.4 * 9 = 12,6 \text{ A},$$

приймаємо АВ типу ВА21-29.

Для шафи ШУО (шафи управління освітленням) обираємо кабель ВВГ.

$$I_{\text{пр}} \geq \frac{k_z * I_z}{K_{\text{прок}}} = \frac{1 * 16}{1} = 16 \text{ A},$$

але, враховуючи що це живлячий кабель, і для мінімізації втрат напруги обираємо кабель ВВГ – 5 х 2,5 , з $I_{\text{доп}} = 30 \text{ A}$.

В ЩОР на ввіді АВ:

$$I_{\text{ном.розч.}} \geq I_p;$$

$$I_{\text{ном.ав}} \geq I_{\text{ном.розч.}};$$

$$I_{\text{ном.розч.}} \geq 1.4 * I_p;$$

$$I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ A} > I_p = 10,6 \text{ A}$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 63 \text{ A} > I_{\text{ном.розч.}} = 16 \text{ A};$$

$$I_{\text{ном.ав}} = 16 \text{ A} > 1.4 * I_p = 1.4 * 9 = 12,6 \text{ A}.$$

АВ ВА21-29.

В ЩОР на ввіді кабель:

$$I_{\text{пр}} \geq \frac{k_z * I_z}{K_{\text{прок}}} = \frac{1 * 16}{1} = 16 \text{ A},$$

на ввід до ЩОР обираємо кабель ВВГ – 5 х 2,5 .

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відхідні лінії в ЩОР приймаємо кабелі ВВГ- 5 х 1,5.

Аварійне освітлення.

Сумарна потужність LED – ламп аварійного освітлення:

$$P_{LED.a} = N_{л} * P_{н} = 16 * 110 = 1\,760 \text{ Вт} = 1,76 \text{ кВт.}$$

Струм при цьому:

$$I_{LED.a} = \frac{P_{LED.a}}{\sqrt{3} * U_{л} * \cos\varphi} = \frac{1,76}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,95} = 2,8 \text{ А.}$$

В ЩОА на ввіді встановити автоматичний вимикач ВА21-29 .

$$I_{ном.розч.} \geq I_{р.і}$$

$$I_{ном.ав} \geq I_{ном.розч.і}$$

$$I_{ном.розч.} \geq 1,4 * I_{р.і}$$

$$I_{ном.розч.} = 4 \text{ А} > I_{р.і} = 2,8 \text{ А}$$

$$I_{ном.ав} = 63 \text{ А} > I_{ном.розч.і} = 4 \text{ А;}$$

$$I_{ном.розч.і} = 4 \text{ А} > 1,4 * I_{р.і} = 1,4 * 2,8 = 3,92 \text{ А.}$$

В ЩОА на ввіді кабель:

$$I_{пр} \geq \frac{k_з * I_з}{K_{прок}} = \frac{1 * 4}{1} = 4 \text{ А,}$$

але для мінізації втрат напруги при далеких відстаннях і для забезпечення більшої механічної міцності траси приймаю рішення на ввід до ЩОА вибрати кабель ВВГ – 5 х 1,5 , з $I_{доп} = 23 \text{ А.}$

Для кожної відхідної від ЩОА лінії, обираю кабель ВВГ – 5 х 1,5.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Якість електричної енергії

Від якості електричної енергії залежить надійність роботи підприємства.

Зникнення напруги, відсутність живлення в електромережі протягом більше двох періодів (40 мс) може привести до: втрата, пошкодження даних на серверах, порушення технологічного процесу, вихід з ладу апаратури.

Провал напруги, раптове зниження напруги в електричній мережі нижче величини 90% від номінального значення, за яким слідує відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Причиною провалу напруги можуть бути: включення енергоємного обладнання, запуск потужних електродвигунів, робота зварювальних апаратів і т.д. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

Перенапруга - раптове підвищення напруги в електричній мережі вище величини 110% від номінального значення, за яким слід відновлення напруги до початкового або близького до нього рівня за проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Причиною виникнення перенапруг може бути відключення обладнання. Можливі наслідки: скидання оперативної пам'яті; виникнення помилок, вихід з ладу апаратури, мерехтіння освітлення.

Визначимо реальну величину напруги на шинах НН ТП з врахуванням втрат на передачу електроенергії по кабельній лінії і при трансформації через трансформатор за наступною формулою :

					ДП 2021 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Якість електричної енергії	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Орос М.В.</i>						
Перевірів		<i>Семко Д.М.</i>						
Н. Контр.								
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>				ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого,ЗЕЛ5-8ск		

$$U_2^{\text{прив.}} = U - \Delta U_{\text{л}} - \Delta U_{\text{тр}};$$

де $U_2^{\text{прив.}}$ - значення напруги на стороні НН приведене до рівня високої напруги;

Значення втрат в кабельній лінії що живить РП ВН , а саме в ААБ – 3 х 120 становить :

$$\Delta U_{\text{л}} = 10.1 \text{ В.}$$

Розрахуємо втрати напруги в трансформаторі за відомим значенням втрати потужності в режимі короткого замикання :

$$U_{\text{ка}} = \frac{\Delta P_{\text{к}}}{S_{\text{ном.тр}}} * 100 = \frac{38.2}{1000} * 100 = 3.82 ,$$

$$U_{\text{кр}} = \sqrt{U_{\text{к}}^2 - U_{\text{ка}}^2} = \sqrt{5.5^2 - 3.82^2} = 4 \%.$$

Втрати напруги при передачі енергії через трансформатор :

$$\begin{aligned} \Delta U_{\text{тр}} &= \frac{U}{S_{\text{ном.тр}}} * (U_{\text{ка}} * (S_{\text{р6кВ}} * \cos\varphi) + U_{\text{кр}} * (S_{\text{р6кВ}} * \sin\varphi)) \\ &= \frac{6}{1000} * (3.82 * (1036.1 * 0.96) + 4 * (1036.1 * 0.28)) = 29.8 \text{ В.} \end{aligned}$$

Значення $U_2^{\text{прив}}$:

$$U_2^{\text{прив}} = U - \Delta U_{\text{л}} - \Delta U_{\text{тр}} = 6000 - 10.1 - 29.8 = 5960 \text{ В.}$$

Коефіцієнт трансформації ТМ – 1000 / 6 :

$$K_{\text{т}} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{6}{0.4} = 15.$$

Величина дійсної напруги на шинах 0.4 кВ :

$$U_2^{\text{д}} = \frac{U_2^{\text{прив}}}{K_{\text{т}}} = \frac{5960}{15} = 397.3 \text{ В.}$$

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Управління електропостачанням сучасного промислового підприємства являє собою складний комплекс взаємозалежних процесів, які обумовлені необхідністю витримки режимів електроспоживання, що задаються енергосистемою, і забезпечення випуску продукції, враховуючи технологічний процес підприємства. При цьому важливо знати об'єм і характер інформації про процеси, що протікають. Одержання достовірної інформації вимагає необхідних витрат, які збільшуються зі збільшенням об'єму інформації і швидкості доставки. Якщо інформація необхідна з метою підтримки параметрів електроспоживання для забезпечення надійної роботи енергосистеми то швидкість її доставки повинна бути максимальною для ухвалення рішення оперативного впливу.

В системі електропостачання, що проектується, є необхідність вимірювання параметрів режиму роботи системи. А це значить, що необхідно виконувати вимірювання на трансформаторній підстанції. Треба вимірювати величини струму, напруги, активної та реактивної потужності. Амперметри, які використовуються для вимірювання струму, підключаються в мережу через трансформатори струму. Сюди же підключають і струмові обмотки лічильників активної та реактивної потужності. Вольтметр на стороні НН трансформаторів може бути підключено безпосередньо в мережу.

Вимірювальні прилади, що підключаються до трансформатора струму показані в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1. - Навантаження вимірювальних пристроїв

Назва приладу		Тип	Навантаження по фазах, ВА		
			А	В	С
Амперметр		Э-378	0,1	0,1	0,1
Лічильник		LZQM	0,05	0,05	0,05
Разом			0,15	0,15	0,15
			ДП 2021 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		Орос М.В.			
Перевірив		Семко Д.М.			
Зав.кафедр.					
Н. Контр.					
Затвердив		Балюта С.М			
ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ					Літ.
					Арк.
					Аркушів
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЗЕЛ5-8ск

Лічильник електричної енергії LZQM (виробництво Литва) призначений для виміру активної й реактивної потужності в трифазних мережах змінного струму. Цей електронний лічильник із вбудованим мікроконтролером вимірює, обробляє, відображає і передає на зовнішні обладнання напругу, струм, потужність, $\cos\phi$ і частоту мережі.

Зважаючи на те, що до трансформаторів струму підключаються лічильники комерційного обліку електроенергії, то згідно [7] вони повинні працювати в класі точності 0,5.

Підрахуємо опір вторинної обмотки трансформатора струму.

Опір приладів:

$$R_{np} = \frac{S_{np}}{I_{2н}^2} = \frac{0,15}{5^2} = 0,006 \text{ Ом.}$$

Перехідний опір контактів $R_k = 0,1 \text{ Ом.}$

Для приєднання приборів в мережу використовуємо мідні проводи перерізом $2,5 \text{ мм}^2$.

Опір проводів:

$$R_{np} = \frac{1}{\gamma \times S} \times l = \frac{1}{2,5 \times 57} \times 4 = 0,028 \text{ Ом.}$$

Опір вторинного кола трансформатора струму

$$R = R_{np} + R_k + R_{пров} = 0,006 + 0,1 + 0,028 = 0,134 \text{ Ом.}$$

Для живлення струмових обмоток вимірювальних пристроїв вибираємо трансформатор ТНШЛ-0,66 класу точності 0,5. Складемо порівняльну таблицю розрахункових і каталожних даних трансформатора струму.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2. - Вибір трансформаторів струму

Розрахункові дані	Каталожні дані ТНШЛ-0,66
$U=0,4 \text{ кВ}$	$U_n=0,66 \text{ кВ}$
$I_{max}=297,68 \text{ А}$	$I_n=400 \text{ А}$
$S=0,15 \text{ ВА}$	$S_n=20 \text{ ВА}$
$R=0,134 \text{ Ом}$	$R_n=0,8 \text{ Ом}$
$\frac{I_{\infty} * \sqrt{tn}}{I_{na} * \sqrt{tn_{ny}}} = \frac{11,1 * \sqrt{1,2}}{1,0 * \sqrt{1}} = 12,16$	$K_{my}=20$

Організація обліку енергоресурсів на промислових підприємствах можливо лише на основі системного підходу, в комплексі з іншими елементами раціональної організації енерговикористання.

Лічильники електричної енергії призначені можуть використовуватись як для автономної роботи, так і в складі автоматизованих систем комерційного і технічного обліку електричної енергії (АСКОЕ). Для роботи у складі автоматизованих систем обліку і контролю електричної енергії лічильники мають стандартний інтерфейс і телеметричні виходи.

Лічильники дозволяють виконувати облік електричної енергії, а також формувати графіки її споживання.

Типи і виконання лічильників і виконувані ними функції відповідають позначенню лічильника. Лічильники можуть працювати в наступних кліматичних умовах:

- робочий температурний діапазон оточуючого середовища від мінус 10 до плюс 45 °С;
- робочий температурний діапазон оточуючого середовища від мінус 20 до плюс 55 °С;

- встановлена відносна вологість повітря до 90 % при 30 °C;
- атмосферний тиск від 70 до 106,7 кПа.

Лічильники LZQM є складними електронними приладами, вони мають в своєму складі мікроконтролер, який призначено для вимірювання активної і реактивної потужності одночасно він застосовується для визначення диференційованих за часом тарифів на електричну енергію.

У тарифних лічильниках для контролю показників, установки параметрів використовуються оптосенсиори, що працюють на віддзеркалення. Кожна оптопара випромінює модульований світловий потік інфрачервоним світлодіодом і фотодіодом, що приймає відбитий світловий потік, сигнал фотоприймача, що виробляє сигнал включення-виключення, з підтвердженням спрацьовування свіченням червоного світлодіода.

В лічильник вмонтований автономний годинник, який показує поточний час (година, хвилини, секунди) і дату (рік, місяць, день місяця і тижня), формує сигнали управління, які відповідні часу дії 4-х тарифних зон. При вимкненій мережі годинник працює не менше 10 років (при цьому час і інші параметри на індикатор не виводяться). Календар (рік, місяць, день), з урахуванням високосних років, коректний на 100 років..

Для кожного з 4 тарифів протягом доби можна привласнити до 3 тимчасових інтервалів. Тарифні зони будь-якого з 12 місяців привласнюються одному з 4 сезонів.

Часові межі тарифних зон встановлюються з дискретністю 30 хвилин для чотирьох типів днів:

- робочий день - до 7 меж тарифних зон;
- суботній день - до 2 меж тарифних зон;
- недільний день - до 2 меж тарифних зон;
- святковий день - до 3 меж тарифних зон.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У лічильнику передбачена можливість роздільної установки міжтаріфних зон в чотирьох сезонах в перебігу року. Ці сезони умовно позначені індексами "a", "b", "c" і "d". Межі сезонів встановлюються по останньому числу будь-якого місяця. Передбачена автоматична корекція годинника при переході на "літній" час і "зимовий" час. Варіанти переходу встановлюються при постановці лічильника на облік.

У лічильнику є можливість керувати реле для комутації зовнішнього навантаження. Користувач має можливість самостійно програмувати до семи інтервалів часу включення або відключення реле в перебігу доби з дискретністю 30 хвилин.

Крім того, лічильники можуть мати канал управління навантаженням. Управління навантаженням здійснюється у відповідності із зонами часу, які встановлені споживачем. У добі визначається 7 зон часу включення-виключення навантаження. Дискретність представлення часу складає півгодини.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Спецпитання

Аналіз вимог до виконання освітлення в вибухо та пожежонебезпечних приміщеннях

8.1. Вимоги до освітлення

Освітлювальні установки промислових підприємств України споживають більше 40% електроенергії, що витрачається на штучне освітлення.

Умови штучного освітлення на промислових підприємствах відчутно впливають на зорову роботу, фізичний і нервово-психологічний стан людей, а отже, на продуктивність праці, якість продукції і рівень виробничого травматизму. Чим точніша і напруженіша виконувана зорова робота, тим більший цей вплив. Численними дослідженнями встановлені залежності функцій зору від умов штучного освітлення. Ними керуються при нормуванні кількісних і якісних характеристик промислових освітлювальних установок і при виробленні рекомендацій з вибору джерел світла, систем і способів штучного освітлення.

Вимоги до промислового освітлення:

1. Робітник повинен добре бачити місце своєї роботи, оброблювану деталь і розташовані навколо робочого місця частини приміщення. Для цього на робочому місці і у всьому приміщенні повинно бути достатньо світла, або, як це прийнято називати, повинна бути створена необхідна для даних умов роботи величина освітленості на робочому місці й у приміщенні. Для різних робіт і приміщень спеціальними нормами встановлені мінімальні значення освітленості.

2. Світильники, що освітлюють приміщення і робочі місця, не повинні чинити на очі робітників сліпучої дії, що може відбуватись при неправильному виборі типів світильників, недостатній висоті їхнього

					ДП 2020 141		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		ОросМ.В.			СПЕЦПИТАННЯ		
Перевір.		Семко Д.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Балюта С.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					ННІТІ ім.акад. І.С Гулого ЗЕЛ5-8ск		

підвісу або невдалому розміщенні світильників у приміщенні.

3. Вирішальне значення для багатьох виробництв має правильний вибір типів джерел світла; це відноситься до цехів, де потрібно таке електричне освітлення, при якому різні кольори та їх відтінки розрізнялися б настільки добре, як при природному (денному) освітленні.

4. Для багатьох робіт важливо, щоб світло спрямувалося на робоче місце. Крім того, одні роботи вимагають м'якого, розсіяного світла, інші – чітко направленою освітлення, іноді під цілком визначеним кутом. Отримання необхідного напрямку світла досягається застосуванням світильників різних типів і правильним їхнім розташуванням у приміщенні.

5. Світильники у виробничих приміщеннях повинні бути розташовані так, щоб вони створювали рівномірну освітленість всього приміщення (або частини приміщення, для якої нормується ця величина освітленості). Велика нерівномірність освітлення приводить до освітлення деяких ділянок приміщення зі значно більшою освітленістю, ніж потрібно, що порушує м'який характер освітлення і викликає перевитрату енергії.

6. Протягом усього часу роботи освітлення величина освітленості не повинна часто і різко змінюватися. Зовсім неприпустимі коливання освітленості від перепадів напруги в освітлювальній мережі, викликаних, наприклад, пуском потужних електродвигунів або роботою електрозварювальних апаратів; такі коливання напруги дуже несприятливо позначаються на зорові працюючих, викликаючи втому зору і зниження продуктивності праці.

7. Типи світильників, встановлюваних у приміщеннях, повинні відповідати не тільки світлотехнічним вимогам, відзначеним раніше, але також відповідати умовам середовища у приміщенні. Тут треба враховувати такі фактори, як наявність у приміщенні підвищеної

					ДП 2021	141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

вологості, пилу, диму, кіптяви, пожежо- і вибухонебезпечних речовин і газів, виділення у вигляді газів, пари і пилу речовин, які згубно діють на світильники.

8.Необхідно створювати умови зручного обслуговування електричного освітлення, зокрема, подбати про вільний доступ до світильників для зміни перегорілих ламп і очищення відбивачів і скла від пилу і бруду.

Якщо врахувати перераховані вимоги до електричного освітлення виробничих приміщень, можна намітити такий перелік питань, які необхідно вирішувати при розробці світлотехнічної частини проекту освітлення.

Ефективність виробництва вимагає неухильного підвищення виробничого і наукового потенціалів, що є основою економічного розвитку нашої держави. Проектувальники, будівельники й експлуатаційники, які працюють у всіх галузях народного господарства, виконують відповідальні завдання із забезпечення росту продуктивності праці, покращення якості продукції, економії матеріальних і трудових ресурсів. Однією з важливих сфер у цій великій і складній справі є високоефективне, безаварійне і довговічне електротехнічне господарство підприємств, будинків і споруд. Тут, зокрема, серйозна увага повинна постійно приділятися підвищенню технічного рівня й економічності освітлювальних установок, що обслуговують вибухо- й пожежонебезпечні зони всередині і поза приміщеннями.

Як і на підприємствах хімічної, нафтової, газової та інших спеціальних галузей промисловості, на сучасних машинобудівних, електротехнічних, деревообробних, текстильних та багатьох інших виробництвах різного технологічного профілю і призначення широко використовуються, переробляються і зберігаються різноманітні тверді, рідкі й газоподібні горючі речовини. Порушення технологічних процесів, несправності виробничого, санітарно-технічного й іншого

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування і комунікацій можуть у цих умовах бути джерелами утворення вибухо- і пожежонебезпечного середовища.

Виникнення в таких середовищах електричних дуг або нагрівання навколишніх предметів до критичних температур можуть призвести до руйнівних вибухів або пожеж.

Значну небезпеку в подібних ситуаціях становлять не відповідні сучасним вимогам конструкції світильників, електропроводок, апаратів та інших елементів освітлювальних установок, що, як правило, розташовуються у важкодоступних місцях, що ускладнює їхню експлуатацію і постійне спостереження. Влаштування електричного освітлення, стійкого і безпечного при експлуатації у вибухо- або пожежонебезпечних зонах, вимагає значних матеріальних затрат, витрати дефіцитних електричних апаратів і матеріалів, істотно ускладнює електромонтажні роботи. Тому технічно грамотні й економні рішення відносно здійснення освітлювальних установок у цих умовах повинні базуватись на чіткому врахуванні специфіки технологічних процесів, фізико-хімічних властивостей використовуваних горючих речовин і досвіду експлуатації освітлення. Недооцінка небезпеки навколишнього середовища, а також зайва перестраховка приводять або до зниження надійності й безпеки освітлювальних установок, або до невиправданого збільшення витрат на їхнє облаштування і експлуатацію.

8.2. Особливості вибухонебезпечного середовища

Вибухонебезпечність середовища визначається можливістю утворення в ньому газопаропилоповітряних сумішей, які набувають за певних умов здатності вибухати від дотику зі сторонніми джерелами запалювання. Вибух характеризується миттєвою зміною хімічного стану речовини, що супроводжується виділенням великої кількості енергії, різким підвищенням температури і тиску, виникненням потужних

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ударних хвиль. Вибухонебезпечними можуть бути наступні суміші з повітрям:

- будь-яких горючих газів і випарів, горючих легкозаймистих рідин (ЛЗР) при відповідних концентраціях, що вимірюються в об'ємних частках або грамах на 1 м³ вільного об'єму приміщення;

- горючого пилу або волокон у завислому стані з нижньою межею вибуховості до 65 г/м³. До легкозаймистих відносяться горючі рідини, температура спалахування випарів яких дорівнює 61°C і нижче, а тиск випарів при температурі 20°C менше 100 кПа. Залежно від фізико-хімічних властивостей вибухонебезпечність газопароповітряних сумішей знаходиться в проміжках між значеннями їх найменших і найбільших концентрацій.

При концентраціях вище або нижче цих граничних значень, що називають відповідно нижньою або верхньою концентраційною межею вибуховості, вибухи не відбуваються. Характерними показниками вибухо- і пожежонебезпеки пароповітряних сумішей горючих рідин є:

- температура спалахування пари або найбільш низька температура рідини, при якій внесення стороннього джерела запалювання викликає спалах її пари без загоряння самої рідини;

- температура самозаймання або найбільш низька температура, до якої повинна бути нагріта суміш, щоб вона зайнялася без внесення стороннього джерела запалювання.

Важливе значення для правильної оцінки вибухонебезпечності середовища, особливо при облаштуванні електроосвітлення, має густина горючих газів і пари ЛЗР, які виділяються в приміщенні, стосовно густини повітря. Відносна густина вказаних речовин, що використовуються в різних виробництвах, коливається від часток одиниць до декількох одиниць. При порушенні технологічних процесів або роботи вентиляції це викликає здатність поширення горючих газів і пари відповідно у верхніх або нижніх зонах приміщень. Наприклад, у

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фарбувальних цехах, де густини випарів розчинників значно перевищують густину повітря, небезпечною є нижня зона приміщень, а в зарядних приміщеннях акумуляторів, де при зарядці виділяється водень, особливо небезпечна верхня зона, де розміщуються світильники і проводка. Густина горючих газів характеризується такими ознаками:

- важкий газ – газ із густиною стосовно повітря більше 0,8;
- легкий газ – газ із густиною стосовно повітря, рівною або меншою 0,8;
- зріджений газ – речовина, яка при температурі 20°C і тиску 100 кПа газоподібна, а при зниженні температури або підвищенні тиску перетворюється в рідину.

Оцінюючи вибухонебезпечність середовища приміщень, слід враховувати такий важливий фактор, як значення гранично допустимої санітарними нормами концентрації газів або випарів ЛЗР за умовами токсичності. Так, у приміщеннях з постійним перебуванням обслуговуючого персоналу підвищена токсичність газопароповітряних сумішей (у результаті порушення технологічного процесу або аварійних ситуацій) є своєрідним індикатором, що попереджає про можливість виникнення вибухонебезпечних концентрацій. Ці концентрації для більшості сумішей значно (іноді в сотні разів) перевищують нормовані за умовами токсичності концентрації. У таких випадках причина, що викликала істотне підвищення концентрації горючих газів або випарів ЛЗР, може бути усунута задовго до наближення її до небезпечного значення. У той же час співрозмірність значень токсичної і вибухонебезпечної концентрацій деяких горючих сумішей вимагає забезпечення надійного невідкладного відновлення нормальних умов у приміщеннях.

8.3. Особливості пожежонебезпечного середовища

Пожежонебезпека середовища визначається збереженням або використанням у ньому певних горючих речовин, які знаходяться там

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при нормальному технологічному процесі або при його можливих порушеннях. До цих речовин відносяться:

- горючі речовини з температурою спалаху випарів більше 61°C;
- горючий пил або волокна з нижньою межею вибуховості більше 65 г/м³ при перебуванні їх у повітрі у завислому стані;
- горючий пил або волокна, вміст яких у повітрі за виробничими умовами не досягає вибухонебезпечних концентрацій;
- тверді речовини, які згоряють (дерево, тканини, пластмаси та ін.). Процес горіння цих речовин при досягненні відповідної температури в порівнянні з вибухом відбувається значно повільніше, без істотного підвищення тиску газів у приміщенні.

8.4. Класифікація вибухонебезпечних сумішей

Основним критерієм, що визначає допустимість застосування тих чи інших світильників, групових щитків, апаратів, електроустановчих пристроїв і електромонтажних виробів у вибухонебезпечних зонах, є відповідність їхніх конструкцій властивостям вибухонебезпечних сумішей. Класифікація розділяє вибухонебезпечні суміші газів і випарів ЛЗР з повітрям на категорії і групи. Категорії вказаних сумішей відрізняються позначеннями і розмірами безпечних експериментальних максимальних зазорів (БЕМЗ)(табл.1). БЕМЗ – максимальна відстань між фланцями оболонки, крізь яку не передається вибух з оболонки в оточуюче середовище при будь-якій концентрації горючих газів у 20 повітрі. Встановлена також розширена шкала груп вибухонебезпечних сумішей, що відповідають температурам їхнього самозапалювання (табл.2).

У наведених таблицях категорії і групи вибухонебезпечних сумішей застосовні для об'єктів усіх галузей промисловості, за винятком підземних виробок, шахт і копалень, небезпечних за газом або пилом.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1. Значення БЕМЗ різних категорій сумішей газів і парів

Категорії сумішей промислових газів і парів	Значення БЕМЗ, мм
11	-
ПА	більше 0,9
ПВ	від 0,5 до 0,9
ПС	до 0,5

Таблиця 8.2. Температура самозапалювання суміші різних груп вибухонебезпечних сумішей

Групи вибухонебезпечних сумішей	Температура самозапалювання суміші, °С
Т1	вище 450
Т2	від 300 до 450
Т3	від 200 до 300
Т4	від 135 до 200
Т5	від 100 до 135
Т6	від 85 до 100

8.5. Класифікація вибухонебезпечних приміщень

Правильне й економічно виконане електричне, освітлення у приміщеннях виробництв, пов'язаних з використанням горючих речовин, залежить головним чином від об'єктивної і обґрунтованої оцінки вибухо- і пожежонебезпеки навколишнього середовища. Тут основне завдання полягає в тому, щоб надійність і безпека електроосвітлення поєднувалася з мінімальною витратою засобів на його здійснення, економією дефіцитних матеріалів і оснащення, вилученням всього зайвого при монтажі. Ступінь вибухонебезпечності й пожежної небезпеки ДНАОПО.ОО-1.32-01 середовища в приміщеннях регламентується двома нормативними документами:

«Правила улаштування електроустановок» (розділ 4 «Електроустановки у вибухонебезпечних зонах», розділ 5 «Електроустановки в пожежонебезпечних зонах» і СНиП II-90-81 «Виробничі споруди промислових підприємств. Норми проектування». Класифікацією ПУЕ вид. 6 «Правила улаштування електроустановок» встановлено шість класів вибухонебезпечних зон, відповідно до яких виконуються вибір і розміщення електроустановок, залежно від частоти й тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища. Газопароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1, 2, а пилоповітряні–вибухонебезпечні зони класів 20,21, 22:

1) Вибухонебезпечна зона класу 0 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище існує постійно або протягом тривалого часу.

2) Вибухонебезпечна зона класу 1 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи, якщо установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів.

3) Вибухонебезпечна зона класу 2 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище при нормальних умовах експлуатації відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів.

4) Вибухонебезпечна зона класу 20 – простір, в якому при нормальній експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям. Звичайно це має місце всередині устаткування, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

5) Вибухонебезпечна зона класу 21 – простір, в якому при нормальній експлуатації можлива поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) Вибухонебезпечна зона класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечного пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші у випадку аварії.

Класифікацією «Правил улаштування електроустановок» встановлено п'ять класів приміщень, що визначають вибір електроустаткування, світильників і електропроводок у вибухонебезпечних приміщеннях:

1) приміщення класу В-I, де пальні гази або пари ЛЗР, що виділяються, можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи (наприклад, при завантаженні або розвантаженні технологічних апаратів, збереженні або переливанні ЛЗР, що знаходяться у відкритих посудинах, і т.д.);

2) приміщення класу В-Ia, в яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші з повітрям горючих газів або парів ЛЗР не мають місця, а можливі лише в результаті аварій або несправностей;

3) приміщення класу В-Iб, ті ж приміщення, що й класу В-Ia, але відрізняються однією з наступних особливостей: горючі гази в цих приміщеннях мають високу нижню межу вибуховості (15% і більше) і різкий запах при гранично припустимих за санітарними нормами концентраціях; утворення в аварійних випадках у приміщеннях загальних вибухонебезпечних концентрацій за умовами технологічного процесу виключено, а можливі лише місцеві вибухонебезпечні концентрації легкозаймистих рідин або горючих газів, які з'являються у приміщеннях в невеликих кількостях, недостатніх для створення в них вибухонебезпечних концентрацій і робота з ними проводиться без використання відкритого вогню;

4) приміщення класу В-II, в яких виділяються горючий пил і волокна, які переходять у завислий стан і здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші при нормальних нетривалих режимах роботи (наприклад, при завантаженні і розвантаженні технологічних апаратів).

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.6. Вибухозахищене електроустаткування

Класифікація вибухозахищеного електроустаткування

Вибухозахищене електроустаткування підрозділяється за рівнем і видом вибухозахисту, групами, температурними класами. Визначено такі рівні вибухозахисту електроустаткування:

- електроустаткування (електротехнічний пристрій) підвищеної надійності проти вибуху – вибухозахищене електроустаткування, в якому 23 вибухозахист забезпечується тільки у певному режимі його роботи. Знак рівня – 2;

- вибухозахищене електроустаткування (електротехнічний пристрій) – вибухозахищене електроустаткування, в якому вибухозахист забезпечується як при нормальному режимі роботи, так і при певних ймовірних пошкодженнях, обумовлених умовами експлуатації, крім пошкоджень способів вибухозахисту. Знак рівня – 1;

- особливо вибухозахищене електроустаткування (електротехнічний пристрій) – вибухозахищене електроустаткування, в якому по відношенню до вибухозахищеного електроустаткування (електротехнічного пристрою) прийнято додаткові заходи вибухозахисту, передбачені стандартами на види вибухозахисту. Знак рівня – 0. Вибухозахищене електроустаткування має наступні умовні позначення видів вибухозахисту: – вибухонепроникна оболонка

d – заповнення або продувка оболонки захисним газом з надлишковим тиском

P – іскробезпечний електричний ланцюг

i – кварцове заповнення оболонки

q – масляне заповнення оболонки

o – захист виду «е»

e – спеціальний вид вибухозахисту

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

s – захист виду «m»

m – захист виду «n»

Електроустаткування групи II, що має вибухозахист «вибухонепроникна оболонка» і(або) «іскробезпечний електричний ланцюг», підрозділяється на три підгрупи, що відповідають вибухонебезпечним сумішам відповідно до табл.3.

Таблиця 8.3. Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електроустаткування є вибухозахищеним.

Група електроустаткування Підгрупа електроустаткування Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електроустаткування є вибухозахищеним

II	IIA, IIB і IIC
IIA	IIA
IIB	IIA і IIB
IIC	IIA, IIB і IIC

Електроустаткування групи II залежно від значення граничної температури підрозділяється на шість температурних класів.

Таблиця 8.4. Температурні класи електроустаткування групи II

Температурний клас електроустаткування. Гранична температура, °C Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електроустаткування є вибухозахищеним

T1	450	T1
T2	300	T1,T2
T3	200	T1-T3
T4	135	T1-T4
T5	100	T1-T5
T6	85	T1-T6

Маркування вибухозахищеного електроустаткування

У маркування вибухозахисту електроустаткування у зазначеній нижче послідовності входять:

- знак рівня вибухозахисту електроустаткування (2, 1, 0);
 - знак Ex, що вказує на відповідність електроустаткування стандартам на вибухозахищене електроустаткування;
 - знак виду вибухозахисту (d, p, i, q, o, e, s, m, n);
 - знак групи або підгрупи електроустаткування (II, IIA, IIB і IIC);
 - знак температурного класу електроустаткування (T1, T2, T3, T4, T5, T6).
- У маркуванні вибухозахисту можуть мати місце додаткові знаки й написи, що відповідають стандартам на електроустаткування з окремими видами вибухозахисту.

Пожежонебезпечні зони. Класифікація

Пожежонебезпечна зона – простір у приміщенні або за його межами, в якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, що потрібні спеціальні заходи в конструкції електроустаткування при його монтажі й експлуатації. Клас пожежонебезпечних зон відповідно до класифікації і їхні межі визначаються технологами разом з електриками проектної або експлуатуючої організації. Клас пожежонебезпечних зон характерних виробництв повинен відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв з пожежовибухонебезпеки.

- 1) Пожежонебезпечна зона класу II-I – простір у приміщенні, в якому знаходиться горюча рідина, що має температуру займання більше +61°C.
- 2) Пожежонебезпечна зона класу II-II – простір у приміщенні, в якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Пожежонебезпечна зона класу П-Па – простір у приміщенні, в якому знаходяться тверді горючі речовини і матеріали.

4) Пожежонебезпечна зона класу П-ІІІ – простір поза приміщенням, в якому знаходиться горюча рідина з температурою займання більше +61°C або тверді горючі речовини.

Зони в приміщеннях або за їхніми межами до 5 м по горизонталі і вертикалі від апарата, в якому знаходяться горючі речовини, але технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розпечених частин або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури samozapalювання горючих випарів, пилу або волокон, не відносяться в частині їхнього електроустаткування до пожежонебезпечних зон. Клас середовища за межами зазначеної 5-метрової зони слід встановлювати залежно від технологічних процесів, застосовуваних у цьому середовищі. Зони в приміщеннях і за їхніми межами, в яких тверді й газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не відносяться в частині їхнього електроустаткування до пожежонебезпечних зон. 2.5. Особливості електричного освітлення

Широка номенклатура і різний характер приміщень і зовнішніх установок із вибухо- і пожежонебезпечними зонами, розповсюджених у всіх галузях промисловості, а також у громадських спорудах масового будівництва, обмежують можливість узагальнення і висновків щодо світлотехнічної частини освітлювальних установок зазначених об'єктів. Разом з тим деякі особливості, 26 властиві багатьом таким приміщенням, можуть служити підставою для ряду загальних рекомендацій, спрямованих на підвищення якості й ефективності електричного освітлення. З точки зору світлотехнічних вимог основна маса приміщень і установок промислових і допоміжних споруд і ділянок відкритих територій з вибухо- і пожежонебезпечними зонами за основними виробничими ознаками може бути умовно розділена на кілька груп. До першої групи можна віднести приміщення і установки

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємств хімічної, нафтової, газової та інших галузей промисловості, де технологія виробництва заснована на широкому використанні рідких, газоподібних і пилоподібних легкозаймистих і горючих речовин при високому рівні механізації і автоматизації виробничих процесів. До другої групи відноситься широка номенклатура цехів: фарбувальних, сушильно-просочувальних, промивочно-пропарювальних, консервації, антисептування виробів та інших, де широко використовуються лакофарбові матеріали, просочувальні маси, легкозаймисті розчинники, розріджувачі та олії. До третьої групи відносяться приміщення, в яких здійснюється обробка первинної сировини (бавовна, льон, вовна, макулатура, відходи деревини та ін.) і виготовлення різних тканин, паперу, картону та іншої продукції на волокнистій основі. До четвертої групи відносяться приміщення,

технологічні процеси яких пов'язані із застосуванням і обробкою твердих горючих речовин, наприклад цехи деревообробних, електротехнічних, пластмасових виробів та інших підприємств. До п'ятої групи відносяться приміщення, розташовані в цивільних будинках, де зберігаються і використовуються різні горючі матеріали. Це, наприклад, приміщення архівів, книгосховищ, світлокопії, підприємств побутового обслуговування, пакувальних, різних майстерень, складів та ін. До шостої групи можуть бути віднесені вибухо- і пожежонебезпечні зони на відкритих територіях. Це установки збереження ЛЗР, горючих рідин у резервуарах і баках із запірною арматурою, естакади для наливу і розливу ЛЗР і горючих рідин, відкриті склади вугілля, торфу, лісу та ін. Номенклатура і кількість світильників для освітлення вибухо- і пожежонебезпечних зон, що випускаються світлотехнічною промисловістю, безупинно зростають. Модернізуються і освоюються нові типи вибухозахищених світильників для вибухонебезпечних зон класів В-I, В-Ia, В-Iг і В-II і світильників для важких умов середовища, конструкції яких допускають застосування їх

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у вибухонебезпечних зонах класів В-I і В-IIа та пожежонебезпечних зонах класів П-I, П-II і П-III. Збільшуються номенклатура і випуск світильників, призначених для освітлення виробничих приміщень з нормальними умовами середовища, придатних і для освітлення деяких пожежонебезпечних зон класів П-II/П-IIа за певних умов. Класи вибухо- і пожежонебезпечних зон і характер навколишнього середовища обумовлюють застосування світильників різних конструкцій і виконання, правильний вибір яких є основним чинником, що визначає надійність, енергетичну економічність і оптимальну вартість освітлювальних установок. Слід враховувати, що складність конструкції і захисне оснащення (скло, ґрати, сітки та ін.) світильників негативно впливають на їхні світлотехнічні характеристики і ККД, тому вибір світильників для розглянутих умов потребує всебічної оцінки факторів, що визначають якість та ефективність електроосвітлення. У табл.8.5 подано дані про мінімально припустимі рівні вибухозахисту і ступеня захисту оболонок світильників залежно від класів вибухонебезпечних зон.

Таблиця 8.5. Мінімально допустимі рівні вибухозахисту й ступені захисту оболонок світильників

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту
Стаціонарні світильники	
В-I	Вибухобезпечне
В-Ia, В-Iг	Підвищеної надійності проти вибуху
В-Iб	Без засобів вибухозахисту. Ступінь захисту IP5X
В-II	Підвищеної надійності проти вибуху
В-IIа	Без засобів вибухозахисту. Ступінь захисту 1P5X

Переносні світильники

В-I, В-Ia	Вибухобезпечне
-----------	----------------

В-Іб, В-Іг

Підвищеної надійності проти вибуху

В-ІІ

Вибухобезпечне

В-ІІа

Підвищеної надійності проти вибуху

У вибухонебезпечних зонах класів В-ІІ і В-ІІа рекомендується застосування світильників, призначених для вибухонебезпечних зон із сумішами горючого пилу або волокон з повітрям. При відсутності таких світильників допускається в зонах класу В-ІІ застосування світильників у вибухозахищеному виконанні для роботи в середовищах з вибухонебезпечними сумішами газів і пар з повітрям, а в зонах класу В-ІІа – світильників загального призначення (без вибухозахисту), але таких, які мають відповідний захист оболонки від проникнення пилу. Переносні світильники в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинні мати ступінь захисту не менше IP54; скляні ковпаки повинні бути захищені металевою сіткою. Конструкція світильників з розрядними лампами в цих зонах повинна виключати випадання з них ламп. Світильники з лампами розжарення повинні мати суцільне силікатне скло, яке захищає лампу. Вони не повинні мати відбивачів і розсіювачів із спалюваних матеріалів. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень світильники з газорозрядними лампами не повинні мати відбивачів і розсіювачів із матеріалів, що можуть займатися.

					ДП 2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Охорона праці

9.1. Обґрунтування рішення щодо розміщення шинопроводів для освітлення на виробничих об'єктах

Для монтажу освітлення приміщень на виробничих об'єктах останнім часом часто використовують шинопроводи. При створенні мережі освітлення шинопроводи не тільки живлять світильники будь-якого виду (з люмінесцентними лампами, галогенні, типу «балон»), але є і несучими конструкціями для них. При цьому час на установлення шинопроводу зі світильниками в три рази менший, ніж на установлення кабельного каналу, кабелів, а потім світильників.

Переваги шинопроводів

Основними достоїнствами шинопроводів є:

- А) економія кольорових металів у магістральної та розподільної мережі,
- Б) швидкісний монтаж,
- В) гнучкість в експлуатації,
- Г) простота і надійність огляду в умовах експлуатації.

За конструктивним виконанням шинопроводи можуть бути відкритими, захищеними і закритими.

Шинопроводом називається жорсткий струмопровід, з'єднаний між собою зварюванням, болтовими затискачами або штепсельними з'єднаннями. Залежно від призначення шинопроводи поділяються на магістральні, розподільні, тролейні, монотролейні та освітлювальні. Конструктивно вони бувають

					ЛП 2021 141			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Орос М.В.						
Перевір.		Сірик А.О.						
Реценз.						ННІТІ ім.акад. І.С Гулого		
Н. Контр.						ЗЕЛ15-8ск		
Затверд.		Балюта С.М.						

відкритими і закритими, вільно лежачими та натягнутими, з алюмінієвими або мідними жилами. Монтаж шинопроводу полягає тільки у підніманні та закріпленні його на раніше встановлених конструкціях і в приєднанні до електромережі. Шинопроводи на відміну від кабельних ліній та відкритих магістралей мають більші переваги: - високу надійність, триваліший термін роботи, зручність при монтуванні та обслуговуванні. А наявність готових комплектних секцій дає змогу створити універсальну мережу, під'єднувати допоміжні електроприймачі в разі зміни технології виробництва.

Стандартні секції шинопроводів і великий асортимент з'єднувальних елементів (кутників, трійників, хрестовин, штепсельних з'єднань, компенсаторів) дає змогу конструювати і складати з них різні схеми розподілу електроенергії.

Мережі, що складаються з шинопроводів, найбільш досконалі з точки зору монтажу, експлуатації та промислової естетики. У таких мережах, без їх вимикання, безпечно в будь-якому місці змінювати конфігурацію мереж з мінімальними витратами часу, праці та матеріалів.

Випускають шинопроводи таких марок:

- ШРА і ШМА — для розподільних і магістральних шинопроводів;
- ШОС — для освітлювальних;
- ШТМ — тролейних електромереж.

Умовні позначення шинопроводів розшифровуються наступним чином: -Ш — шинопровід; -М — магістральний; -Р — розподільний; -Т — тролейний; -А — з алюмінієвими шинами; -М (третя літера) — з мідними жилами; -МТ — монотролейний; -ОС — освітлювальний. Цифри після букв показують рік розробки конструкції.

					ДП2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція шинопроводів

Конструктивно шинопровод це сталевий штампований короб з двох половин, всередині якого на ізоляторах прокладені трифазні і нульові шини з пофазним фарбуванням. Секції поділяються також на горизонтальні та вертикальні, що дає змогу змінювати напрямок магістралі під прямим кутом ліворуч, праворуч, вгору чи вниз.

Прямі секції випускають довжиною 0,5, 1,5, і 3м. У секціях довжиною 1,5 і 3м через кожні 0,5 м передбачені вікна для штепсельного приєднання однофазних споживачів.

Кутові секції та короткі прямі не мають місця для приєднання споживачів. Але з їх допомогою набирають комплектний шино провід для трас будь якої складності.

Гнучкі секції використовуються при переходах з однієї позначки на вищу, для обходу поворотів, переходів через температурні шви.

Трійникові секції застосовуються для підведення живлення до середини магістралі.

Секція шинопроводу складається з чотирьох алюмінієвих шин однакового перерізу (нульова шина має однаковий переріз з фазними), закріплених в ізоляційних кліцях і розміщених у захисному сталевому кожусі. Алюмінієві шини у місцях штепсельного приєднання опресовані мідними накладками, що забезпечує надійність рознімного контакту. Контроль за наявністю напруги на шинопроводі здійснюється в коробці з показником напруги (сигнальними лампами).

					ДП2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2. Організаційні та технічні заходи з охорони праці

При виконанні робіт на електроустановках слід пам'ятати і користуватися організаційними і технічними заходами з охорони праці. Одним з таких заходів, є «Додаткові ізолюючі електрозахисні засоби для електроустановок напругою до 1000 В.» До допоміжних ізолюючих електрозахисних засобів в електроустановках напругою до 1000 В належать: -діелектричні калоші;

-діелектричні гумові килимки; - переносні заземлення; -ізолюючі підставки; - ізолюючі накладки; -огорожуючі пристрої; -плакати та знаки безпеки.

Допоміжні засоби захисту (запобіжні пояси, страхувальні канати, кігті, захисні окуляри, рукавиці, суконні костюми та ін.) Служать для захисту від випадкового падіння з висоти, а також від світових, теплових, механічних і хімічних впливів електричного струму.

Робітники, що проводить роботи в електроустановках, повинні бути забезпечені всіма необхідними засобами захисту відповідно до норм, які обумовлені керуючими документами. Ці працівники повинні бути навчені правилам їх застосування та зобов'язані ними користуватися.

При роботах слід використовувати тільки ті засоби захисту, що мають маркування із зазначенням заводу-виготовлювача, найменування або типу виробу й року його випуску, а також штамп про їх випробування.

Ізолюючі електрозахисні засоби розраховані на застосування в закритих електроустановках, а у відкритих - тільки в суху погоду. При опадах користуватися ними не допускається. На відкритому повітрі в сиру погоду можуть застосовуватися тільки ті засоби захисту, які призначені для роботи в таких умовах.

Інвентарні засоби захисту розподіляють між об'єктами (електроустановками) і між виїзними бригадами відповідно за прийнятою на підприємстві системою, і з урахуванням норм комплектування, встановлених

					ДП2021 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ППСЗ. Такий розподіл фіксують у переліках, затверджених технічним керівником організації або працівником, відповідальним за електрогосподарство. У них також вказують місця зберігання виданих засобів захисту.

Робітники, які отримали засоби захисту в індивідуальне користування, відповідають за їх правильну експлуатацію і за своєчасний контроль їх стану.

9.3. Практичний розрахунок

Людина доторкнулась до фазного проводу трифазної напруги чотирипровідної мережі 380/220 (частотою 50 Гц) з заземленою нейтралю. Накреслити схеми і визначити напругу дотику ($U_{\text{дот}}$) та силу струму, що проходить через людину ($I_{\text{л}}$) для двох режимів роботи електроустановки: нормальному та аварійному (людина доторкнулася до фазного провідника в момент, коли інший провідник був замкнений на землю через різні опори замикання на землю $R_{\text{зам}}$ Ом).

Покажіть, в яких випадках доторкання небезпечніше. В розрахунках прийняти опір тіла людини $R_{\text{л}}$, Ом; опір заземлення нейтралі $R_{\text{с}}$, Ом; опір ізоляції провідників $R_{\text{А}} = R_{\text{В}} = R_{\text{С}} = R_{\text{N}} = R$, кОм; ємність провідників $C_{\text{А}} = C_{\text{В}} = C_{\text{С}} = C_{\text{N}} = C$, мкФ.

Таблиця 9.1

$R_{\text{л}}, \text{Ом}$	$R_{\text{с}}, \text{Ом}$	$R, \text{кОм}$	$C, \text{мкФ}$	$R_{\text{зам}}, \text{Ом}$
800	3,6	25	0,05	200;40;4;0,5

При виконанні розрахунків по задачі в нормальному режимі роботи мережі (див. рис. 9.1) провідності фазних і нульового проводів відносно

землі в порівнянні з провідністю заземлення нейтралі мають значно менші значення, а тому деякі припущення можуть бути прирівняні до нуля, тобто $Y_A = Y_B = Y_C = Y_N = 0$.

В цьому випадку рівняння для визначення напруги дотику (в дійсній формі) має вигляд:

$$U_{\text{дот}} = U_{\Phi} \frac{R_{\pi}}{R_{\pi} + R_0} = 220 \frac{800}{800 + 3,6} = 219 \text{ В},$$

а струм через людину

$$I_{\pi} = \frac{U_{\Phi}}{R_{\pi} + R_0} = \frac{220}{800 + 3,6} = 0,27 \text{ А}.$$

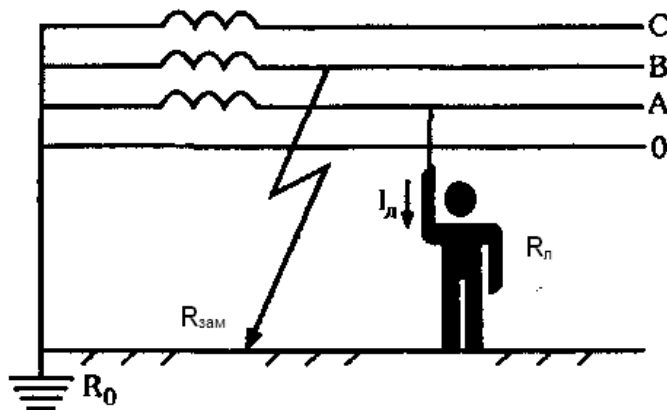


Рис.9.1 Однофазний дотик людини до проводу трифазної чотирипровідної мережі з заземленою нейтраллю.

При аварійному режимі, коли одна із фаз мережі, наприклад фаза С (див. рис.9.2.), замкнута на землю через відносно малий активний опір $R_{\text{зам}}$, провідності двох інших фаз рівняння для визначення напруги дотику має вигляд:

$$U_{\text{дог}} = U_{\phi} R_{\pi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \cdot 800 \frac{200 + 3,6\sqrt{3}}{200 \cdot 3,6 + 800(200 + 3,6)} \\ = 221,8 \text{ В};$$

$$U_{\text{дог}} = U_{\phi} R_{\pi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \cdot 800 \frac{40 + 3,6\sqrt{3}}{40 \cdot 3,6 + 800(40 + 3,6)} \\ = 232,3 \text{ В};$$

$$U_{\text{дог}} = U_{\phi} R_{\pi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \cdot 800 \frac{4 + 3,6\sqrt{3}}{4 \cdot 3,6 + 800(4 + 3,6)} \\ = 295 \text{ В};$$

$$U_{\text{дог}} = U_{\phi} R_{\pi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \cdot 800 \frac{0,5 + 3,8\sqrt{3}}{0,5 \cdot 3,6 + 800(0,5 + 3,6)} \\ = 360 \text{ В};$$

Струм визначається за формулою:

$$I_{\pi} = U_{\phi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \frac{200 + 3,6\sqrt{3}}{200 \cdot 3,6 + 800(200 + 3,6)} = 0,277 \text{ А};$$

$$I_{\pi} = U_{\phi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \frac{40 + 3,6\sqrt{3}}{40 \cdot 3,6 + 800(40 + 3,6)} = 0,29 \text{ А};$$

$$I_{\pi} = U_{\phi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \frac{4 + 3,6\sqrt{3}}{4 \cdot 3,6 + 800(4 + 3,6)} = 0,37 \text{ А};$$

$$I_{\pi} = U_{\phi} \frac{R_{\text{сам}} + R_0 \sqrt{3}}{R_{\text{сам}} R_0 + R_{\pi} (R_{\text{сам}} + R_0)} = 220 \frac{0,5 + 3,6\sqrt{3}}{0,5 \cdot 3,6 + 800(0,5 + 3,6)} = 0,45 \text{ А};$$

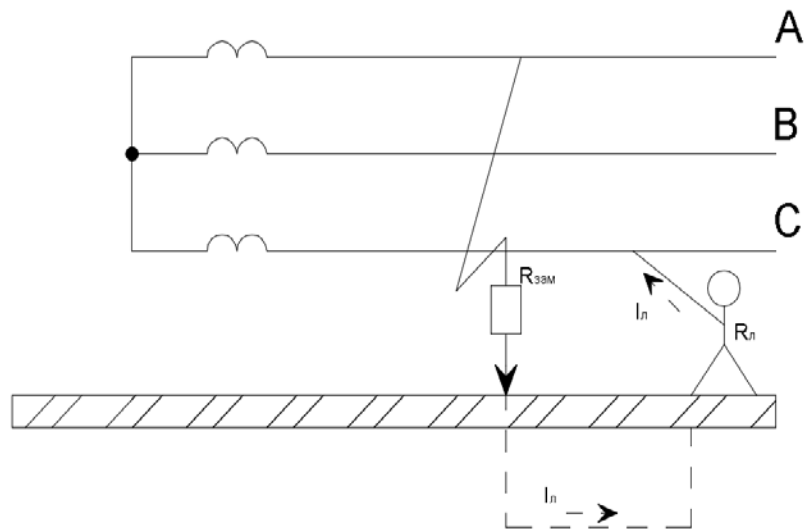


Рис.9.2. Однофазний дотик людини до проводу трифазної чотирипровідної мережі з заземленою нейтраллю при аварійному режимі

В мережі з ізолюваною нейтраллю, вона заземлена через великий опір трансформаторів або вимірювальних приладів.

Згідно з отриманими значеннями можу зробити наступний висновок:

в аварійному режимі значення струму, що проходить крізь тіло людини має більшу величину ніж при нормальному режимі, і зі зменшенням опору замикання фази на землю, збільшується як напруга дотику так і струм, що пройде через людину у разі доторкання до фази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сірий О.М., Шестеренко В.Є. Розрахунки при проектуванні та реконструкції систем електропостачання промислових підприємств: Навч. посібник - К.: ІСДО, 1993. - 592 с.

2. Методичні вказівки та завдання до курсового проектування з курсу «Електропостачання промислових підприємств» для студентів спеціалізацій 10.04. 01. «Електропостачання промислових підприємств» / Укл. М.А. Денисенко, О.І. Соловей, СМ. Іншеков - К.: КПП, 1994. - 64 с.

3. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656 с

4. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга. Л.: «Энергия», 1976.

5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электро-станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с.

6. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР - 6-е изд. перераб. И доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 648 с.

7. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - с. ил.

8. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). К. 2017., 736 с.

9. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. К. 2010.

10. Правила пожежної безпеки в Україні. К. 2015.

11. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Электрооборудование и автоматизация/ Сост.: Т.В. Анчарова, В.В. Каме-

					ДП 2021 141			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛІТЕРАТУРА			
Розроб.		Орос М.В.						
Перевірив		Семко Д.М						
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта СМ.			ЛІТЕРАТУРА			
						Літ.	Арк.	Архівів
						ННІТІ ім.акад.Гулого І.С. ЗЕЛІ5-8ск		

нева, А.А. Катарская; Под общ. Ред. А.А.Федорова и Г.В.Сербиновско-го. -2-е изд., перераб. и доп. -М.:Энергоиздат,1981.—624 с

12. Справочник по монтажу электроустановок промышленных предприятий. В 2-х кн. Под ред. В.В.Белоцерковца, Б.А.Делибаша. К.Изд: 2-е, перераб. и доп. М., "Энергия", 1976.

13.Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под ред. Князевского Б.А. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 336 с.

14. Иванов В. С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В. С. Иванов, В. И. Соколов. – М. : Энергоатомиздат, 1987, с. 171.

15. Железко Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях : руководство для практических расчетов / Железко Ю. С., Артемьев А. В., Савченко О.В. – М. : Изд-во НЦ ЭНАС, 2004. – с. 25, 254.

					ДП 2021 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		