

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУТТІ ім. акад. Д.С. Гусова
Кафедра електроенергетика та електромеханіка

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

(підпис) _____
(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) _____
(прізвище та ініціали)

« ___ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 141 Електроенергетика електротехніки
(код та назва спеціальності) механіка
освітньо-професійної програми Електротехніка та ел. механіка

на тему: Робота системи електроенергетики в енергетичній
компанії ТОВ "ПЕК ЕНЕРГО"

Виконав: здобувач 4 курсу, групи Е4-3

Турченко Віталій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

Турченко В
(підпис)

Керівник Борисенко Дмитро Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Сірик А.О
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач Турченко В
(підпис)

Київ - 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННУХТ ім. акад. П.С.Гуцого

Кафедра Електроенергетика та енергозбереження

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 141 Електроенергетика електротехніки та ер. механіка
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Електротехніка та ер. технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри _____

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Борисенко Володимир Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи ел. постачання виробничого цеху ТОВ "ПЕК ЕНЕРГО"

керівник роботи Борисенко Олена Володимирівна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 20 року №

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи генеральний план підприємства
кількість і потужність споживачів
додаючі дані.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вопросы техники расчета электрической системы
цеха (сечение проводов, расчеты, выводы).

5. Перелік графічного матеріалу

1. План мережі освітлення

2. План силових мереж

3. Вирядування електропроводки

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 15.04.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розроблення завданнямальної програми		
2.	Розроблення ел. набочможень		
3.	Решення задач реактивної потужності		
4.	Вибір потужності трансформатора		
5.	Вибір внутрішнього зчленування ел. обладнання		
6.	Спеціалізоване літочислення		
7.	Оформлення звіту		

Здобувач

Луганський В. В.
(підпис)

Луганський В. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Пугаченко В'ячеслав Юрійович. «Розробка системи електропостачання виробничого цеху ТОВ «ПЕК ЕНЕРГО». Підвищення ефективності використання електричної енергії в системі електроприводів цеху.

Національний Університет Харчових Технологій

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Київ 2021

У дипломній роботі розглянуто питання та розв'язані актуальні задачі в розробці системи електропостачання виробничого цеху, а саме розкриті такі теми: розрахунок електричних навантажень електроспоживачів цеху; побудова графіків електричних навантажень цеху; вибір напруги і електричних схем зовнішнього та внутрішнього електропостачання; режими реактивної потужності системи електропостачання; вибір кількості, потужності трансформаторів та місця розташування трансформаторних підстанцій (ТП); розрахунок цехової мережі та освітлення; розрахунок струмів коротких замикань; релейний захист та автоматика (РЗА); облік та вимірювання режимних параметрів електропостачання; організаційні та технічні заходи з охорони праці.

Окремим розділом проаналізовано розробку методів підвищення надійності електропостачання, метою яких є вибір оптимального варіанта схеми параметрів електромережі і її елементів, що дозволяють забезпечити необхідну надійність електроживлення та безперебійної роботи.

Ключові слова : силові трансформатори, потужність, електричні споживачі, релейний захист, надійність електропостачання.

ANNOTATION

Puhachenko Viacheslav Yu. "Development of the power supply system of the production workshop of FEK ENERGO LLC". Increasing the efficiency of electricity use in the electrical drive system of the plant.

National University of Food Technology Kyiv 2021

141 «Electric power, electrical engineering and electromechanics»

The theory paper discusses issues and solves actual problems in the development of the power supply system of the production workshop, namely the following topics are covered: calculation of electrical loads of electric consumers of the workshop; construction of schedules of electrical loads of the site; selection of voltage and electrical circuits of external and internal power supply; reactive power modes of the power supply system; selection of the number, power of transformers and location of transformer substations; calculation of the chain and lighting; calculation of short circuit currents; relay protection and automation (RZA); accounting and measurement of power supply mode parameters; organizational and technical measures on labor protection.

A separate section analyzed the development of methods for improving the reliability of power supply, the purpose of which is to choose the best option for the scheme of power supply parameters and its elements, which allow to ensure the necessary reliability of power supply and uninterrupted operation.

Keywords : power transformers, power, electrical consumers, relay protection, power reliability.

Зміст

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані для проектування

1.2 Характеристика об'єкта проектування та споживачів електроенергії

2 РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок освітлювальної системи цеху

2.1.1 Вибір системи освітлення, типу освітлювального пристрою

2.1.2 Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

2.1.3 Розрахунок системи освітлення точковим методом

2.1.4 Вибір групових щитків та розрахунок мережі освітлення

2.2 Розрахунок електричних навантажень

2.2.1 Розрахунок електричних навантажень цеху

2.2.2 Розрахунок електричних навантажень по ТП

2.3 Компенсація реактивної потужності

2.4 Вибір потужності трансформаторів

2.5 Вибір внутрішньоцехової схеми електропостачання

2.5.1 Вибір струмоведучих частин силової та освітлювальної мереж цеху

2.5.2 Перевірка мережі 0,4 кВ за допустимими втратами напруги

2.5.3 Вибір пускової та захисної апаратури для внутрішньо цехових силових мереж

3 СПЕЦІАЛЬНЕ ПИТАННЯ

3.1 Основні заходи з енергоефективності в системі електроприводу

3.1 Розрахунок потужності двигуна конвеєра.

3.2. Розрахунок механічної характеристики двигуна

3.3. Розрахунок характеристики статичного моменту опору

3.4 Визначення тривалості пуску електродвигуна

3.5 Вибір пускової та захисної апаратури

3.6 Обґрунтування встановлення частотного перетворювача на електропривід двигуна конвеєра.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Обґрунтування рішення щодо розміщення кабельних ліній.

4.2 Кваліфікаційні вимоги до персоналу що обслуговує електроустаткування

4.3 Вимоги безпеки під час встановлення, експлуатації та ремонту електрообладнання

4.4 Вимоги до діелектричних інструментів. Періодичність проведення випробувань

4.5 Практичний розрахунок

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ВСТУП

Провідну роль як в енергетиці, так й в економіці відіграє електроенергетична галузь, а оскільки валову частку електроенергії споживають саме промислові підприємства, то важливим питанням є правильне їх електропостачання.

Автоматизація та телемеханізація мереж електропостачання, впровадження технологічних установок приводять до зменшення втрат електричної енергії.

Системи електропостачання промислових підприємств створюються для забезпечення живлення електроенергією промислових приймачів, до яких відносяться електродвигуни різних машин і механізмів, електричні печі, апарати і машини для електричного зварювання, освітлювальні установки і т.д.

Сучасні системи електропостачання промислових підприємств забезпечують необхідну ступінь надійності електропостачання, якість електроенергії на затискачах електроприймачів; забезпечують економію електроенергії та інших матеріальних ресурсів.

Для підприємства потрібно створити таку систему електропостачання, яка б задовольнила вимоги стандартів, забезпечувала відповідну надійність, зручність в експлуатації, й при всіх цих умовах була якомога дешевшою.

Ретельне вивчення умов виробництва дозволяє електрику уникнути при проектуванні перевитрати коштів і електроматеріалів, а також забезпечити надійне й економне електропостачання, яке відповідало б умовам даного виробництва.

Основні задачі, розв'язувані при дослідженні, проектуванні та експлуатації систем електроустаткування промислових підприємств, полягають в оптимізації параметрів цих систем шляхом правильного вибору напруги, визначення електричних навантажень і вимог до безперебійності електропостачання; раціонального вибору числа і потужності трансформаторів, конструкцій промислових мереж, засобів компенсації

реактивної потужності і регулювання напруги і т.д. Всі ці задачі безперервно ускладнюються з часом внаслідок ускладнення об'єктів проектування та виникнення необхідності врахування все більшої кількості впливаючих на результат проектування факторів. Тому виникає необхідність все більшого використання різноманітних засобів автоматизації проектування та в першу чергу ЕОМ для автоматизації прийняття оптимальних проектних рішень та створення проектної документації.

Цілями дипломного проектування є закріплення і систематизація теоретичних знань, отриманих при вивченні спеціальних дисциплін, набуття практичних навичок проектування систем електропостачання

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані для проектування

Споживачі електроенергії цеху №2 з вказанням кількості, потужності, коеф. використання та $\cos\phi$. наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Відомість споживачів електроенергії цеху

№ на плані	Назва електроспоживача	n, шт	P _н , кВт	K _в	cosφ
1	Верстат свердлильний	1	1,1	0,12	0,8
2	Верстат свердлильний	1	4	0,12	0,8
3	Плазморез	1	5	0,3	0,8
4-16	Зварювальний апарат	13	7,87	0,5	0,93
17	Голтовочний барабан	1	5,5	0,3	0,8
18	Насос	1	2,5	0,7	0,8
19	Теплобак	1	15	0,7	1
20	Маятникова пила	1	2	0,4	0,8
21	Компресор	1	7,5	0,7	0,8
22	Конвеєр	1	5,5	0,4	0,8

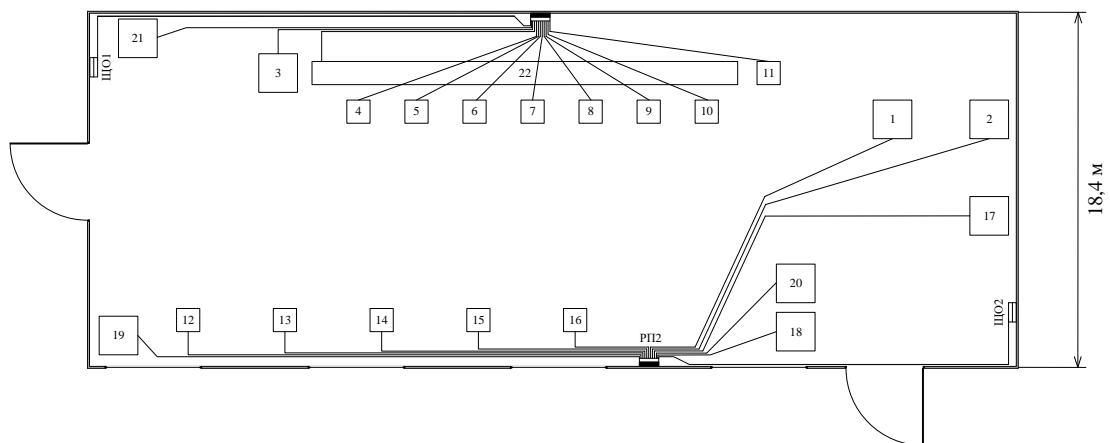


Рисунок 1.1 – План цеху

Розміри виробничого цеху №2: АхВхН = 48 х 18,4 х 6

Умови приміщення нормальні - приміщення опалюється.

1.2 Характеристика об'єкта проектування та споживачів електроенергії

Цех №2 займає площу 883,2 м². Сам цех і підприємство в цілому відноситься до II категорії за надійністю електропостачання.

Розряд зорових робіт III-а.

Для виробничих умов приміщення цеху відомо:

– коефіцієнт запасу- $K_3=1,5$

– коефіцієнти відбиття $\rho_{\text{п}}=0,5$; $\rho_{\text{с}}=0,3$; $\rho_{\text{р}}=0,1$.

На території підприємства знаходиться міська трансформаторна підстанція, яка живить підприємство в цілому. Дані про електричні навантаження по ТП наведені в таблиці.

Таблиця 1.2 - Навантаження по підприємству

№	P, кВт	Ки	Cos	tg	Pp,кВт	Qp,квар	Sp,кВА
Цех №1	320	0.6	0.85	0.62	192	119	225.9
Цех №2					96,85	30,1	101,4
Цех №3	180	0.55	0.62	1.17	99	115.8	152.3
Адмін.буд.	95	0.8	0.9	0.48	76	36.5	84.3
Склад	58	0.5	0.65	1.17	29	33.9	44.6
Всього:					492,85	335,3	596

2 РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок освітлювальної системи

2.1.1 Вибір системи освітлення, типу освітлювального пристрою

Для освітлення виробничих приміщень застосовують загальну або комбіновану систему освітлення

Загальне освітлення забезпечує розподіл світла у всьому об'ємі приміщення. Воно поділяється на загальне рівномірне і загальне локалізоване освітлення. На підприємствах торгівлі передбачається, здебільшого, загальне рівномірне освітлення приміщень.

Комбіноване освітлення – це поєднання загального і місцевого освітлення. При цьому досягається концентрація світлового потоку на окремих робочих місцях. Комбіноване освітлення передбачається, наприклад, на робочих місцях контролерів-касирів. Застосування тільки місцевого освітлення не допускається.

Згідно СНіП II-4-79, для штучного освітлення нормується абсолютне значення освітленості в люксах залежно від характеру зорової роботи, яскравості фону, контрасту об'єкта і фону, типу джерела світла і конструктивного виконання системи освітлення. Норми освітленості знаходяться в межах від 30 до 5000 лк.

За комбінованого освітлення освітленість робочої поверхні світильниками загального освітлення має складати 10 % від нормованої для комбінованого освітлення. При цьому найбільша і найменша освітленість має складати відповідно 500 і 150 лк у разі газорозрядних ламп розжарювання.

Отже нормована освітленість для виробничого цеху №2 буде становити $E_{норм}=200\text{лк}$, оскільки розряд зорових робіт III-а.

Враховуючи те що висота приміщення 6 м вибираємо до встановлення світильники LED ДСП27У-150-101. Корпус електроблока світильника вироблений із екструдованого анодированного алюмінієвого профіля.

Корпусні деталі із алюмінієвого сплаву. Світлопропускаючий захисний ковпак із ударостійкого светостабілізованого самогасаючого полікарбонату. Апаратура управління вбудована. Є виконання з одним або двома сальниковими уведеннями для електрокабеля. Клас захисту від ураження електричним струмом І за ГОСТ 12.2.007.0-75 Група механічного виконання М1 по ГОСТ 30631-99

Спосіб кріплення: монтажна планка, таким чином світильник щільно прилягає до стелі.

Переваги : енергоекономні світлодіоди. 50тис. годин безперервної роботи, стабільний світловий потік, екологічно нешкідливі: не вимагають спеціальної утилізації (без ртуті), миттєво запалюються, стійкі до перепадів напруги і багаторазовим включенням / вимиканням, мають високу світлопередача, відсутній шкідливий ефект низькочастотних пульсацій, немає ультрафіолетового випромінювання;

- Вбудована апаратура управління та два сальникових введення для електрокабеля зменшують витрати на монтаж, експлуатацію і забезпечують транзитне (магістральний) електропідключення в лінію;

- високий ступінь пило вологозахисту та пожежобезпеки

- атмосферостійкий - тривалий термін служби.

Таблиця 2.1 - Характеристика світильника ДСП27У-150-101

Тип світильника	Напруга, В	Ступінь захисту	Потужність, Вт	ДС	Світловий потік, Лм	Габарити, ДхН,мм	Маса, кг
ДСП27У-150-101	220 АС	IP65	150	LED	21000	445x290	5,9

2.1.2 Розрахунок системи освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку

Визначаємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = H - (h_p + h_3) \quad (2.1)$$

де: H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні, м ;

h_3 - висота звисання світильника, м ;

$$h = 6 - (0,8 + 0) = 5,2 \text{ м}$$

Розраховуємо індекс приміщення:

$$i = A \cdot B / h (A+B) \quad (2.2)$$

де: A – довжина приміщення, 48м ;

B – ширина приміщення, 18,4м ;

$$i = 48 \cdot 18,4 / 5,2 (48+18,4) = 2,55$$

Знаходимо величину коефіцієнта використання світлового потоку

$$\eta = f(i; \rho_{\text{стелі}}; \rho_{\text{стін}}; \rho_{\text{р.л}})$$

де: $\rho_{\text{стелі}}$, $\rho_{\text{стін}}$, $\rho_{\text{р.л}}$ – коефіцієнти відбиття.

$$\eta = f(2,55; 50; 30; 10) = 38\%$$

Розрахунок освітлення виконується методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Обчислюємо кількість світильників для приміщення:

$$N_{\text{кл}} = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{\eta \cdot \Phi_{\text{л}}} \quad (2.3)$$

де: E_n – нормована освітленість, 200лк ;

S – площа горизонтальної поверхні, яка освітлюється, 883,2 м²;

Z – коефіцієнт нерівномірності розподілення світлового потоку, 1,15 ;

K – коефіцієнт запасу, 1,8 ;

$\Phi_{\text{л}}$ – величина світлового потоку лампи.

$$N_{кл} = \frac{200 \cdot 883,2 \cdot 1,15 \cdot 1,8}{0,38 \cdot 21000} = 45,8$$

Світильники розташовуємо в 8 ряди по 6 світильників в ряду (усього 48 світильників). Відстань між світильниками в ряду 4метра, між рядами 4,6метра.

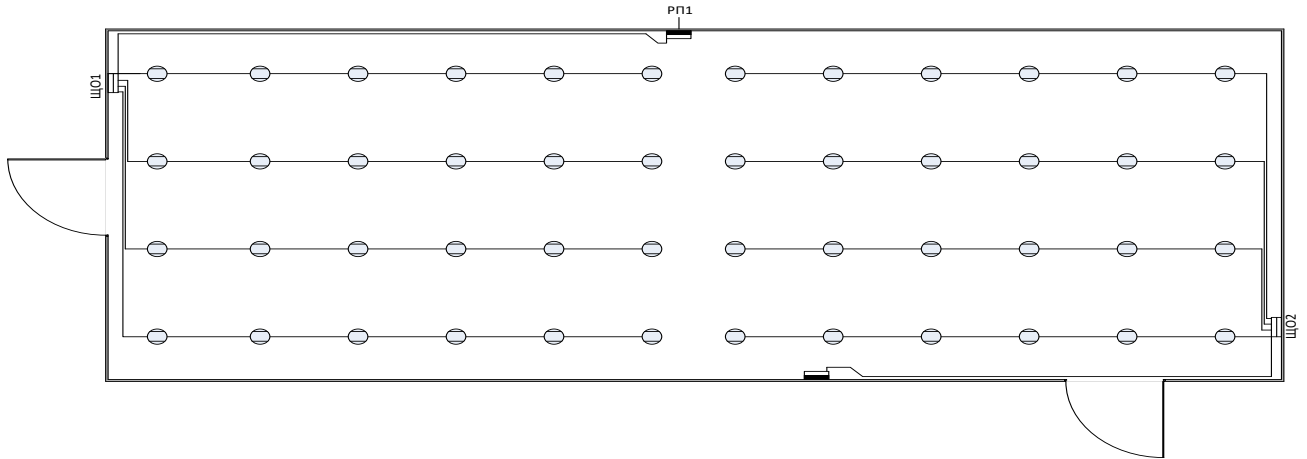


Рис.2.1 План розташування світильників

2.1.3 Розрахунок системи освітлення точковим методом

Точковий метод застосовується тільки для систем рівномірного освітлення, саме така система на рисунку 2,1

Таблиця 2.2 - Розрахунок освітлення точковим методом

Номер світильника на плані	Відстань d, м	Умовна освітленість, лк	
		від одного світильника	від усіх світильників
9;10;15;16	3	2,5	10
3;4;21;22;8;14;11;17	7,2	0,6	4,8
2;5;20;23	9,1	0,33	1,3
1;6;19;24	12,1	0	0
7;13;12;18	10,3	0,3	1,2
			$e_{\Sigma} = 17,3$

При виконанні розрахунку враховувались лише світильники, якими утворюється найбільша освітленість. Інші світильники приймають несуттєву участь в освітленні точки А .

Розраховуємо лінійну густину світлового потоку:

$$\Phi = 1000 E_n K / (\mu \epsilon_\Sigma) \quad (2.5)$$

де: μ - коефіцієнт, що враховує світловий потік від віддалених світильників і відбитих світлових потоків;

$$\Phi = 1000 \cdot 200 \cdot 1,8 / (1,1 \cdot 17,3) = 18917 \text{ лм}$$

$$\Delta\Phi = \frac{21000 - 18917}{21000} \cdot 100 = +9,9\%$$

Отже, результати розрахунків підтверджують що світловий потік лампи не відрізняється від розрахованого більш ніж на 20%, отож приймаємо до встановлення світильники ДСП27У-150-101 зі світловим потоком $\Phi_{л} = 21000$ лм.

СНіП регламентує встановлення аварійного евакуаційного освітлення в приміщеннях де після відключення електропостачання можуть продовжувати обертатись механізми які при умові контакта небезпечні для життя і здоров'я, такі механізми присутні в даному цеху. Для евакуаційного освітлення $E_{норм} = 0,5$ лк.

Обчислюємо кількість світильників для евакуаційного освітлення:

$$N_{кл} = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K}{\eta \cdot \Phi_{л}}$$

$$N_{кл} = \frac{0,5 \cdot 883,2 \cdot 1,15 \cdot 1,8}{0,38 \cdot 21000} = 0,11$$

Встановлюємо по одному світильнику типу ДСП27У-150-101 на кожному із виходів, тобто два світильника.

2.1.4 Вибір групових щитків та розрахунок мережі освітлення

Освітлювальна мережа цеху живиться від двох щитків робочого освітлення ЩО-1 та ЩО-2, місцезнаходження яких показано в графічній частині проекту, таке інженерне рішення було прийнято по причині великої довжини цеху для зручності обслуговування.

Від освітлювальних щитків відходять по 4 лінії, тому виберемо щиток освітлення типу СУ9441-14, який має 5 автоматичних вимикачів ВА 51-25 та 1 ввідний автоматичний вимикач АЗ163.

Лінії, що живлять ряди світильників виконаємо однофазними, а живильну лінію РП-ЩО – як трифазну чотирипровідну.

Згідно ПУЕ [1], освітлювальні мережі повинні вибиратись за умовою нагрівання розрахунковим струмом і перевірятись за умовою допустимих втрат напруги та спрацьовування захисних апаратів при коротких замиканнях..

а) Розрахунок мережі за умовою нагрівання

Розрахуємо струм відгалужень від ЩО-1, в кожному з яких встановлено однакову кількість світильників, тому струм для всіх відгалужень однаковий.

Потужність ряду:

$$P_{p\text{ осв}} = K_{\text{п}} * P_{\Sigma\text{п}}, \quad (2.7)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження; $K_{\text{п}}=0,85$;

$$P_{p\text{ осв}} = 0,85 * 6 * 0,150 = 0,76 \text{ кВт.}$$

Струм ряду світильників визначимо, приймаючи $\cos \varphi = 0,95$.

$$I_{p\text{ р}} = \frac{P_{p\text{ осв}}}{U_{\text{ф}} * \cos \varphi} = \frac{0,76}{0,22 * 0,95} = 3,6 \text{ А.} \quad (2.8)$$

Потужність освітлювального щитка

$$P_{\text{щ}} = 4 * P_{p\text{ осв}} = 4 * 0,76 = 3,04 \text{ кВт.}$$

Струм щитка

$$I_{p\text{ щ}} = \frac{P_{\text{щ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}} * \cos \varphi} = \frac{3,04}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,95} = 4,9 \text{ А.}$$

Для живлення ряду світильників приймаємо провід АППВ, прокладений в пустотах панелей АППВс 2(1*2,5) $I_{доп} = 19 \text{ А}$ $19 \text{ А} > 3,6 \text{ А}$

Для живлення щитка освітлення – кабель АВВГ (4*2,5), прокладений по стіні. АВВГ (4*2,5) $I_{доп} = 17 \text{ А}$ $17 \text{ А} > 4,9 \text{ А}$

б) розрахунок освітлювальної мережі на допустиму втрату напруги

Скористаємось результатами, наведеними в розділі 2.4, а саме: освітлювальна мережа цеху, як і силова, живляться від двотрансформаторної підстанції, де встановлені трансформатори ТМ-400/10 кВА.. Величина допустимих втрат напруги для даних трансформаторів при $K_3 = 0,65$ та $\cos \varphi = 0,95$ становить 6%

Наведемо розрахункову схему. Освітлювальна мережа цеху складно-розгалужена і має таку конфігурацію:

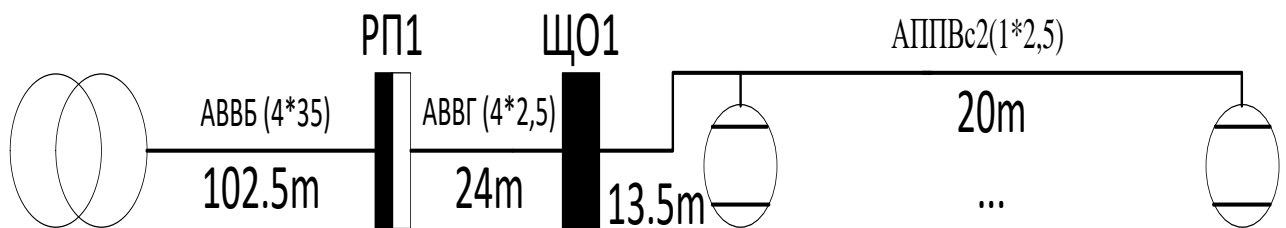


Рисунок 2.3 – Розрахунок освітлювальної мережі на втрату напруги

Визначимо моменти навантажень всіх діляниць.

Для ряду світильників:

$$M_p = n * P \left[L_o + \frac{L * (n - 1)}{2} \right] = 6 * 0,15 * \left[13,5 + \frac{4 * 5}{2} \right] = 21,15 \text{ кВт*м} \quad (2.9)$$

Для щитка освітлення:

$$M_{щ} = P_{щ} * l_2 = 3,04 * 24 = 72,96 \text{ кВт*м} \quad (2.10)$$

Визначимо втрати напруги на ділянках мережі:

$$\Delta U_1 = \frac{M_p}{C * S_1} = \frac{21,15}{19,5 * 2,5} = 0,48\% \quad (2.11)$$

$$\Delta U_1 = \frac{M_{щ}}{C * S_2} = \frac{72,96}{44 * 2,5} = 0,66\%$$

Втрата напруги від ЩО до світильників

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0,48 + 0,66 = 1,14\% .$$

Остаточні висновки зробимо після відповідного розрахунку для силової мережі. З розрахунку силової мережі відомо, що втрати напруги в живильній мережі цеху складають 3,5%. Таким чином сумарна втрата напруги в освітлювальній мережі становить: $3,5 + 1,14 = 4,64\%$.

$4,64\% < 6\%$, значить спроектована освітлювальна мережа відповідає умові перевірки на втрату напруги.

в) перевірка освітлювальної мережі за умовою спрацьовування захисного апарату при короткому замиканні.

Захисними апаратами, встановленими на ЩО-1, є автоматичні вимикачі типу ВА 51-25. Такий вимикач має тепловий розчеплювач. Виконаємо розрахунок для мережі освітлення.

Визначимо опір петлі фаза-нуль при однофазному КЗ для освітлювальної мережі. Розрахункова схема має вигляд:

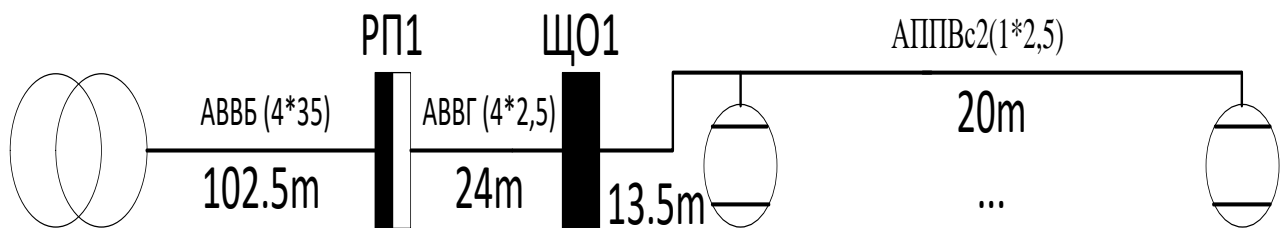


Рисунок 2.4 – Розрахунок мережі занулення світильників

Питомий опір петлі фаза – нуль для всіх ділянок мережі згідно [6] становить:

$$4*35 \text{ мм}^2 - 1,83 \text{ Ом/км};$$

$$4*2,5 \text{ мм}^2 - 29,64 \text{ Ом/км}.$$

Повний опір петлі фаза – нуль становить:

$$Z_{\text{п}} = 1,83 * 0,1025 + 29,64(0,024 + 0,02) = 1,49 \text{ Ом}. \quad (2.12)$$

Величина струму короткого замикання

$$I_k = \frac{U_\phi}{Z_n + \frac{Z_T}{3}} = \frac{220}{1,49 + \frac{0,066}{3}} = 145,5 \text{ A}, \quad (2.13)$$

де Z_T - повний опір силового трансформатора; $Z_T=0,066$ Ом.

Автоматичний вимикач має тепловий розчеплювач на 6,3 А . Допустима кратність струму КЗ по відношенню до струму теплового розчеплювача $K_3=3$. Повинна виконуватись умова:

$$K_3 * I_3 \leq I_k; \quad (2.14)$$

$$3 * 6,3 = 18,9 < 145,3 \text{ A}.$$

Ступінь надійності дії теплового розчеплювача, що вимагається ПУЕ (1) виконується. Освітлювальна мережа цеху розрахована відповідно до вимог ПУЕ.

2.2 Розрахунок електричних навантажень

2.2.1 Розрахунок електричних навантажень цеху

Розрахунок електричних навантажень низьковольтних електроприймачів цеху виконуємо методом коефіцієнта максимуму. посилання

Розраховуємо середні змінні навантаження для кожного виду та групи електроспоживачів

$$P_{см} = P_n K_{вик} \quad (2.21)$$

де $K_{вик}$ - коефіцієнт використання.

$$Q_{см} = P_{см} \operatorname{tg} \varphi \quad (2.22)$$

Розраховуємо середній коефіцієнт використання групи електроприймачів

$$K_{u.c.p} = P_{см.гp} / P_{н.гp} \quad (2.23)$$

Визначаємо ефективну кількість електроприймачів групи за повною формулою

$$n_e = (P_{\sum н.гp})^2 / \sum P_{н.i}^2 \quad (2.24)$$

Користуючись упорядкованими діаграмами, визначаємо коефіцієнт максимуму

$$K_{\max} = f(K_{\text{и.ср}}; n_e)$$

Розраховуємо максимальні змінні навантаження кожної групи електроспоживачів:

$$P_{\max} = P_{\text{см.гр}} K_{\max} \quad (2.25)$$

$$Q_{\max} = Q_{\text{см.гр}}, \text{ якщо } n_e > 10 \quad (2.26)$$

$$Q_{\max} = 1,1 Q_{\text{см.гр}}, \text{ якщо } n_e \leq 10$$
$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} \quad (2.27)$$

Обчислюємо максимальний розрахунковий струм

$$I_{p.\max} = S_{\max} / (\sqrt{3} U_{\text{ном}}) \quad (2.28)$$

де $U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга силової електромережі цеху, В.

Використовуючи наведені вище формули та вихідні данні оп споживачах по кількості та потужності ел енергії проведемо роз рахунок ел навантажень цеху та результати розрахунку зведему в таблицку 2,3

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку електричних навантажень цеху №2

№	Назва споживача	n	P	P*n	Квик	cosφ	tgφ	Pсм	Qсм
РП1									
3	Плазморез	1	5	5	0,3	0,8	0,75	1,5	1,125
4-11	Зварювальний апарат	8	12,5 7,87	63	0,5	0,93	0,4	31,5	12,6
21	Компресор	1	7,5	7,5	0,7	0,8	0,75	3,5	2,62
22	Конвеєр	1	5,5	5,5	0,4	0,8	0,75	3	2,25
Всього по РП1:		11	25,9	81	0,49			39,5	18,6
РП2									
1	Станок свердлильний	1	1,1	1,1	0,12	0,8	0,75	0,13	0,1
2	Станок свердлильний	1	4	4	0,12	0,8	0,75	0,48	0,36
12-16	Зварювальний апарат	5	12,5 7,87	39,35	0,5	0,93	0,4	19,67	7,86
17	Голтовочний барабан	1	5,5	5,5	0,3	0,8	0,75	1,65	1,23
18	Насос	1	2,5	2,5	0,7	0,8	0,75	1,75	1,31
19	Теплобак	1	15	15	0,7	1	0	10,5	0
20	Мятникова пила	1	2	2	0,4	0,8	0,75	0,8	0,6
Всього по РП2:		11	38	69,5	0,5			35	11,5
Всього:		22	63,9	150,5	0,49			74,4	30,1

Продовження іаблиці 2.3 – Результати розрахунку електричних навантажень цеху №2

№	Назва споживача	<i>ne</i>	<i>Kmax</i>	<i>Pmax</i>	<i>Qmax</i>	<i>Smax</i>	<i>Imax</i>
РП1							
3	Плазморез						
4-11	Зварювальний апарат						
21	Компресор						
22	Конвеєр						
РП1:		<i>11</i>	<i>1,3</i>	<i>51,35</i>	<i>18,6</i>	<i>54,6</i>	<i>82,95</i>
Освітлення				<i>3,04</i>	<i>0,97</i>	<i>3,19</i>	<i>4,85</i>
Всього по РП1:				<i>54,39</i>	<i>19,57</i>	<i>57,8</i>	<i>87,8</i>
РП2							
1	Станок свердлильний						
2	Станок свердлильний						
12-16	Зварювальний апарат						
17	Голтовочний барабан						
18	Насос						
19	Теплобак						
20	Маятникова пила						
РП2:		<i>11</i>	<i>1,3</i>	<i>45,5</i>	<i>11,5</i>	<i>46,9</i>	<i>71,25</i>
Освітлення ЩО2				<i>3,04</i>	<i>0,97</i>	<i>3,19</i>	<i>4,85</i>
Всього по РП2:				<i>48,54</i>	<i>12,47</i>	<i>50,1</i>	<i>76,1</i>
Всього по цеху:				<i>102,93</i>	<i>32,04</i>	<i>107,8</i>	<i>163,9</i>

2.2.2 Розрахунок електричних навантажень по ТП

Навантаження розраховуються з урахуванням цехів 1,2,3, адмін.будівлі та складу.

Активну потужність визначаємо як:

$$P_p = P \cdot K_v$$

Реактивну потужність визначаємо як:

$$Q_p = P \cdot K_{и} \cdot \text{tg}$$

Повну потужність визначаємо як:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$$

Таблиця 2.4 – результати електричних навантажень по ТП

№	P, кВт	Kи	cos	tg	Pp,кВт	Qp,квар	Sp,кВА
Цех №1	320	0.6	0.85	0.62	192	119	225.9
Цех №2					102,93	32,04	107,8
Цех №3	180	0.55	0.62	1.17	99	115.8	152.3
Адмін.буд.	95	0.8	0.9	0.48	76	36.5	84.3
Склад	58	0.5	0.65	1.17	29	33.9	44.6
Всього:					498,9	337,2	602,1

Примітка: Електричні навантаження цеху №2 розраховано методом впорядкованих діаграм.

2.3 Компенсація реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності - цілеспрямована дія на баланс реактивної потужності в конкретному вузлі електроенергетичної системи з метою зменшення втрат електричної енергії та регулювання напруги.

Реактивна потужність і енергія погіршують показники роботи енергосистеми, тобто завантаження

реактивними струмами генераторів електростанцій збільшує витрату палива; збільшуються втрати в мережах і приймачах; збільшується спад напруги в мережах.

Основні споживачі реактивної потужності — асинхронні електродвигуни, які споживають 40% всієї потужності спільно з побутовими і власними потребами; електричні печі 8%; перетворювачі 10%; трансформатори всіх ступенів трансформації 35%; лінії електропередачі 7%.

Реактивний струм додатково навантажує лінії електропередачі, що призводить до збільшення перерізів проводів і кабелів і відповідно до збільшення капітальних витрат на зовнішні і внутрішні мережі. Реактивна потужність разом з активною потужністю враховується постачальником електроенергії, а отже, підлягає оплаті по тарифах, що діють, тому складає значну частину рахунку за електроенергію.

Найбільш дієвим і ефективним способом зниження споживаної з мережі реактивної потужності є застосування установок компенсації реактивній потужності (конденсаторних установок). Використання конденсаторних установок дозволяє:

- розвантажити живлячі лінії електропередачі, трансформатори і розподільні пристрої;
- зменшити витрати на оплату електроенергії; при використанні певного типу установок знизити рівень вищих гармонік;
- подавити мережеві перешкоди, понизити несиметрію фаз;
- зробити розподільні мережі надійнішими і економічнішими.

Споживач електричної енергії зобов'язаний підтримувати рівень реактивної потужності в розподільчій мережі відповідно до значення економічно оптимальної реактивної потужності, яка може бути передана підприємству в режимах найбільшого і найменшого активного навантаження енергосистеми.

Розглядаючи можливості максимального наближення компенсуючих установок (КУ) до електроприймачів, які споживають велику реактивну потужність, необхідно враховувати наступні чинники:

1. За інших рівних умов великий ступінь компенсації реактивної потужності слід забезпечувати у електроспоживачів, розташованих найбільш далеко від ТП.
2. Найбільш доцільно використання КУ у електроспоживачів з великим числом годин роботи в році.
3. При виборі місць установки КУ необхідно прагнути до підключення їх під загальний комутаційний апарат з електроприймачем, щоб уникнути витрат на додатковий апарат.
4. Відповідно до вимог електропостачальної організації необхідно забезпечувати не тільки задане споживання в максимум активного навантаження енергосистеми, але і витримувати необхідне споживання в її мінімум. З цієї умови випливають вимоги до регулювання КУ.

Залежно від виду використовуваного устаткування електричне навантаження підрозділяється на активне, індуктивне і ємнісне. Найчастіше споживач має справу із змішаними активно-індуктивними навантаженнями. Відповідно, з електричної мережі відбувається споживання як активної, так і реактивної енергії.

Активна енергія перетворюється в корисну — механічну, теплову та ін. енергії. Реактивна енергія не пов'язана з виконанням корисної роботи, а витрачається на створення електромагнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, індукційних печах, зварювальних трансформаторах, дроселях і освітлювальних приладах.

На даному підприємстві встановлюємо централізовану компенсацію на шини 0,4 кВ живлячої підстанції, котра проектується. Для цього обчислюємо реактивну потужність, яку потрібно компенсувати:

$$Q_{к.пр.} = \alpha \cdot P_{max} \cdot (\operatorname{tg}\varphi_m - \operatorname{tg}\varphi_e), \quad (2.31)$$

де $\operatorname{tg}\varphi_m$ – фактичний тангенс кута, $\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{Q_{max}}{P_{max}}$

$\alpha=0,9$ – коефіцієнт, що передбачає використання заходів з природної компенсації;

$$\operatorname{tg}\varphi_m = 337,2/498,9 = 0,68$$

$\operatorname{tg}\varphi$ – тангенс кута, котрий відповідає оптимальному коефіцієнту потужності

$$Q_{к.пр.} = 0,9 \cdot 498,9(0,68 - 0,328) = 158 \text{квар};$$

Отже оперуючи значеннями $Q_{к.пр.}$, приймаємо до встановлення 2 конденсаторні установки типу УКАР 0,4-6-12,5-75 квар Хмельницького заводу ТОВ «ВАЛОН-А» що має 6 ступенів регулювання, базова ступень 12,5 квар.

Виконаємо розрахунок уточненої потужності навантаження трансформаторів.

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + (Q_p - Q_{кв})^2} = \sqrt{498,9^2 + (337,2 - 150)^2} = 532,8 \text{кВА}$$

2.4 Вибір потужності трансформаторів

Оскільки підприємство відноситься до II категорії за надійністю електропостачання приймаємо рішення щодо встановлення двох трансформаторів.

Загальна споживана потужність по підприємству становить $S_p = 532,8 \text{кВА}$.

Отже вибираємо два трансформатори по 400кВА типу ТМГ-400-10/0,4.

Обчислюємо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{з.тр.} = \frac{S_{max \partial.}}{n_{тр.} \times S_{н.тр.}},$$

$$K_{з.тр.} = \frac{532,8}{2 \cdot 400} = 0,66$$

Перевіряємо трансформатори на перевантаження в аварійному режимі роботи

$$n_{\text{тр.ав}} \cdot K_{\text{н.ав}} \cdot S_{\text{ном.тр}} > S_{\text{мах. д I,II}},$$

(2.43)

$$1,4 \cdot 400 = 560 \text{ кВА} > 532,8 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

З розрахунків бачимо, що трансформатори витримують навантаження в аварійному режимові.

Таблиця 2.5 - Паспортні дані трансформаторів

Тип, номінальна потужність	Схема і група з'єднання ВН	U _н , кВ	Р _к , кВт	Р _{хх} , кВт	U, %	I _{хх} , %
ТМГ-400	Δ/У _н -11	6,10	6200	830	4,5	1,1

2.5 Вибір внутрішньоцехової схеми електропостачання

2.5.1 Вибір струмоведучих частин силової мережі цеху

Враховуючи розміщення електроприймачів в цеху, вибираємо радіальну схему цехової мережі.

Радіальними називаються мережі, в яких для передачі електричної енергії до споживача використовується окрема лінія. Радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, однак вони вимагають великих витрат на електрообладнання і монтаж.

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі умови:

$$I_{\text{н.розч}} \geq K_{\text{відс}} I_{\text{м}}, \quad (2.27)$$

$$I_{\text{с.в}} \geq K_{\text{н}} I_{\text{н}}, \quad (2.28)$$

де $I_{\text{н.розч}}$ - номінальний струм само запуску;

$I_{\text{с.в}}$ - струм спрацювання відсічки;

$K_{відс}$ - коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або само запуску;

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_n} - \text{розрахунковий струм окремого електроприймача чи РП в цілому}$$

при

$$U_n = 0,38 \text{ кВ};$$

K_n - коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки;

I_n - піковий (пусковий) струм.

Виберемо автоматичний вимикач для лінії від ТП до РП-1.

Розрахунковий струм для цієї лінії:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_n} = \frac{57,8}{\sqrt{3} * 0,38} = 87,8 \text{ А}$$

Піковий струм визначаємо за формулою:

$$I_n = I_M - K_v I_{n.макс} + I_{п.макс}, \quad (2.30)$$

де $I_{n.макс}$, $I_{п.макс}$ - номінальний і пусковий струми найбільш потужних електроприймачів;

K_v - коефіцієнт використання найбільш потужного електроприймача,

$$I_{п} = I_M - K_v * I_{нмакс} + I_{пуск макс} = 87,8 - 0,7 * 17 + 6 * 17 = 177,9 \text{ А.}$$

Вибираємо для встановлення на лініях від ТП до РП селективні автоматичні вимикачі серії ВА з тепловим та електромагнітним розчеплювачами. Розрахуємо номінальний струм розчеплювача та струм спрацювання відсічки для лінії

ТП – РП-1:

$$I_{н розч} \geq K_{відс} * I_M = 1,1 * 87,8 = 96,58 \text{ А}, \quad (2.31)$$

$$I_{с в} \geq 1,5 * 177,9 = 266,85 \text{ А.} \quad (2.32)$$

За розрахованими значеннями струмів вибираємо селективний автоматичний вимикач ВА 51-31 з номінальним струмом вимикача 100 А,

номінальним струмом розчеплювача 100 А та струмом спрацювання відсічки 300 (кратність струму 3).

Аналогічно проводимо вибір автоматичних вимикачів серії ВА 51 для лінії від ТП до – РП-2.

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_n} = \frac{50,1}{\sqrt{3} * 0,38} = 76,1 \text{ А};$$

$$I_{II} = I_M - K_B * I_{нmax} + I_{пуск max} = 76,1 - 0,7 * 33,91 + 6 * 33,91 = 255,8 \text{ А};$$

$$I_{н розч} \geq K_{відс} * I_M = 1,1 * 76,1 = 83,71;$$

$$I_{св} \geq 1,5 * 251 = 383,7 \text{ А}.$$

Вибираємо селективний автоматичний вимикач ВА 51-31 з номінальним струмом вимикача 100 А, номінальним струмом розчіплювача 100 А та струмом спрацювання відсічки 700 (кратність струму 7).

На лініях, що підходять безпосередньо до електроприймачів вибираємо автоматичні вимикачі серії ВА. Виберемо вимикач для лінії від РП-1 до ЕП-3.

Розрахунковий та піковий струми для цих ліній:

$$I_{н} = 9,5 \text{ А}; \quad I_{п} = 9,5 \text{ А}.$$

За умовами вибору автоматичних вимикачів розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки:

$$I_{н розч} \geq K_{відс} * I_M = 1,1 * 9,5 = 10,5 \text{ А};$$

$$I_{св} \geq 1,5 * 9,5 = 14,25 \text{ А}.$$

За розрахованими значеннями струмів вибираємо автоматичний вимикач ВА 51-25 з тепловим і електромагнітними розчіплювачами з номінальним струмом вимикача 25 А, номінальним струмом розчіплювача 12,5 А та струмом спрацювання відсічки 175А (кратність струму 7).

Аналогічно проводимо вибір автоматичних вимикачів решти ліній. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахунок комутаційно-захисної апаратури цеху

№ ел	I_m, A	I_p, A	Тип	$I_{ном}, A$	$I_{н.р}, A$	$I_{с.в.р}, A$	$I_{с.в}, A$	$P_{н}, кВт$
ТП-РП1	87,8	102	ВА 51-31	100	100	3000	266,85	57,8
ТП-РП2	76,1	203,5	ВА 51-31	100	100	700	383,7	50,1
РП1-ЩО1	4,9	4,9	ВА 51-25	25	8	175	7,35	3,04
РП2-ЩО2	4,9	4,9	ВА 51-25	25	8	175	7,35	3,04
РП1-ЕП(1)	2,45	14,7	ВА 51-25	25	6,3	175	22,5	1,1
РП1-ЕП(2)	8,93	53,6	ВА 51-25	25	10	175	80,4	4
РП1-ЕП(3)	9,5	9,5	ВА 51-25	25	12,5	175	14,25	5
РП2-ЕП(4-16)	20,5	20,5	ВА 51-31	100	31,5	300	30,74	12,5
РП2-ЕП(17)	12,3	73,8	ВА 51-25	25	16	175	110,7	5,5
РП2-ЕП(18)	5,58	33,5	ВА 51-25	25	6,3	175	50,25	2,5
РП2-ЕП(19)	33,91	203,5	ВА 51-31	100	40	700	305,25	15
РП2-ЕП(20)	4,5	27	ВА 51-25	25	6,3	175	40,5	2
РП2-ЕП(21)	17	102	ВА 51-25	25	20	175	153	7,5
РП2-ЕП(22)	12,4	74,6	ВА 51-25	25	16	175	13,64	5,5

Відповідно вимог правил влаштування електроустановок вибираємо наступні способи прокладки ліній:

- від ТП до РП-1, РП-2 прокладка кабелю з алюмінієвими жилами марки АВВБ, прокладених в траншеї в землі ;
- від РП-1 до ЕП, прокладка алюмінієвими проводами в полівінілхлоридній ізоляції АПВ в пустотах панелей
- Від ТП до РП-1 вибираємо переріз кабеля з умови:

$$I_{доп} > I_m = 87,8 \text{ А} . \quad (2.33)$$

Обираємо кабель АВВБ перерізом (4 x 35) з допустимим струмом

$I_{доп} = 126 \text{ А}$, при прокладці в землі.

Аналогічно вибираємо провідники від ТП до РП-2.

Обираємо кабель АВВБ(4*35) з $I_{\text{доп}} = 126 \text{ А}$.

Від РП1 до ЕП-1 вибираємо переріз проводу з умови:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{м}} = 2,45 \text{ А}.$$

Обираємо провід АПВ перерізом 4(1х2,5) з допустимим струмом 19 А при прокладці в трубах. Аналогічно обираємо переріз решти провідників АПВ.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.7

Таблиця 2.7 – Вибір провідників цехової мережі

№ ел	Ім,А	Ін.р,А	Тип провідника	Спосіб прокладання	S,мм2	Ідоп, А	Lmax, м
ТП-РП1	82,95	100	АВВБ	В землі	(4*35)	126	102,5
ТП-РП2	71,25	100	АВВБ	В землі	(4*35)	126	87,5
РП1-ЩО1	4,9	8	АВВГ	По стіні	(4*2,5)	17	21
РП2-ЩО2	4,9	8	АВВГ	По стіні	(4*2,5)	17	19,5
РП2-ЕП(1)	2,45	6,3	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	16,5
РП2-ЕП(2)	8,93	10	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	21
РП1-ЕП(3)	9,5	12,5	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	15
РП1-ЕП(4)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	11
РП1-ЕП(5)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	8
РП1-ЕП(6)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	6
РП1-ЕП(7)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	5
РП1-ЕП(8)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	6
РП1-ЕП(9)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	7
РП1-ЕП(10)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	11
РП1-ЕП(11)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	12,5
РП2-ЕП(12)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	24
РП2-ЕП(13)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	19,5
РП2-ЕП(14)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	13,5
РП2-ЕП(15)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	10
РП2-ЕП(16)	20,5	31,5	АПВ	В трубах	4(1*10)	39	4,5
РП2-ЕП(17)	12,3	16	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	19,5
РП2-ЕП(18)	5,58	6,3	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	7
РП2-ЕП(19)	33,91	40	АПВ	В трубах	4(1*16)	55	25,5
РП2-ЕП(20)	4,5	6,3	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	8

РП1-ЕП(21)	17	20	АПВ	В трубах	4(1*4)	23	19,5
РП1-ЕП(22)	2,4	16	АПВ	В трубах	4(1*2,5)	19	12,5

Вибрану силову мережу перевіримо на відповідність апаратам захисту (автоматичним вимикачам) за умовою:

$$I_{\text{доп провідн}} A \geq I_{\text{н р, А}}$$

Як видно з таблиці, перерізи провідників відповідають умовам перевірки.

Перевіримо втрати напруги по кожному з РП та на найбільш віддалених споживачах від кожного РП:

Для РП-1

$$\Delta U = \frac{P_{\text{ном}} R_{\text{ном}} + Q_{\text{ном}} X_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} I; \quad (2.34)$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП1}} = \frac{51,35 * 0,95 + 18,6 * 0,075}{380} 102,5 = 13,53 \text{В};$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{\text{н}}} = \frac{13,53}{380} = 3,5\% .$$

Перевіримо втрати напруги для ЕП21, який є найвіддаленішим по РП-1:

$$\Delta U_{\text{РП1- ЕП21}} = \frac{7,5 * 8,3 + 5,6 * 0,1}{380} 19,5 = 3,22 \text{В};$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{\text{н}}} = \frac{3,22}{380} = 0,84\% ;$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП21}} = \Delta U_{\text{ТП-РП1}} + \Delta U_{\text{РП1- ЕП21}}; \quad (2.35)$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП14}} = 3,5 + 0,84 = 4,34\% < 5\% .$$

Дана втрата напруги є допустима.

Для РП-2

$$\Delta U = \frac{P_{\text{ном}} R_{\text{ном}} + Q_{\text{ном}} X_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} I;$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП2}} = \frac{45,5 * 0,95 + 11,5 * 0,1}{380} 87,5 = 11,5 \text{В};$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{\text{н}}} = \frac{11,5}{380} = 3\% .$$

Перевіримо втрати напруги для ЕП-19, який є найвіддаленішим по РП-2:

$$\Delta U_{\text{РП2-ЕП19}} = \frac{15 * 2,06}{380} 25,5 = 2,07\text{В};$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{2,07}{380} = 0,54\% ;$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП19}} = 3 + 0,54 = 3,54\% < 5\%.$$

Висновок. Силові мережі цеху, вибрані за умовою нагрівання відповідають перевірці на відповідність захисного апарату та за допустимими втратами напруги, значить вони вибрані вірно.

3. СПЕЦІАЛЬНЕ ПИТАННЯ

Підвищення ефективності використання електричної електроенергії в системі електроприводу

3.1 Основні заходи з енергоефективності в системі електроприводу

Електропривод – електромеханічна система (сукупність елементів), що складається з електродвигуна, перетворювального, передавального і керуючого пристроїв, призначених забезпечити перетворення електричної енергії на механічну, привести в рух виконавчі органи робочої машини та керувати цим рухом. Електропривод – це ланка, яка поєднує енергосистему з технологічними установками. В якості електродвигунів таких електромеханічних систем найчастіше використовують асинхронні двигуни та двигуни постійного струму.

Основні напрямки енергозбереження в системах промислового електроприводу.

Методика вибору електродвигунів полягає в тому що ми підбираємо двигун під конкретну задачу враховуючи навантаження та режими робіт.

Двигун потрібно вибирати так що б унеможливити завищену або занижену потужність, тобто двигуни з високими питомими втратами в самому двигуні (низький ККД) та в мережі (низький $\cos\phi$).

Наразі багато двигунів працюють з коефіцієнтом завантаження менше 0,5. Отже одним із заходів по підвищенню ефективності використання енергії є заміна ненавантажених двигунів на двигуни меншої потужності. Для оцінки економії електроенергії та ефективності заміни необхідно визначити сумарні втрати активної потужності в електродвигуні та електричній мережі до та після реалізації заходу. потужності при холостому ході електродвигуна, кВт;

Використання енергозберігаючих двигунів.

За рахунок впровадження енергозберігаючих двигунів та двигунів поліпшеної конструкції захід передбачає підвищення економічності двигунів. В

енергозберігаючих двигунах за рахунок збільшення маси активних матеріалів, вдосконалення конструкції за рахунок сучасних матеріалів, за рахунок подовження сердечника з більш якісної пластинчатої сталі, за рахунок зменшення втрат в міді, шляхом максимального використання пазів, вдається поліпшити основні енергетичні характеристики. В результаті досягається підвищення ККД на 3 – 7 %, економія електроенергії при цьому складає 3 - 8 %.

Виключення зі складу системи електроприводу проміжних передач.
Двигуни можуть віддавати фіксовану швидкість але на практиці потрібний широкий діапазон швидкостей. Внаслідок цього приєднують редуктор або перетворювач (коробка швидкостей, муфта ковзання), муфта, редуктор і робочий орган, який є частиною робочої машини. Значення ККД цих елементів складають:

перетворювач – 0,6 – 0,98 (менше значення для малих швидкостей обертання, більше для більш високих швидкостей);

двигун – 0,7 – 0,95;

механічний редуктор – 0,9 – 0,95;

муфта – 0,99; редуктор – 0,95;

робочий механізм – 0,95.

Коефіцієнт корисної дії системи електроприводу складається з добутку ККД складових системи. Для двигунів потужністю 10-100 кВт сумарний ККД системи складає – 0,65 – 0,75 але в ньому 7 до 10 % потужності втрачається в механічних передачах.

Отже якщо виключити механічні передачі можна покращити КД на 7-10% що є одним із пріоритетних напрямів розвитку електроприводів.

Компенсація реактивної потужності.

Реактивна потужність холостого ходу асинхронних двигунів сягає до 70% реактивної потужності при номінальному завантаженні двигуна. При завантаженнях асинхронного електродвигуна, менше номінального, приріст споживання реактивної потужності в порівнянні з холостим ходом

пропорційний квадрату коефіцієнта завантаження двигуна. На практиці двигун із завантаженістю менше 45% замінюють на аналогічний меншої потужності.

Підвищення ефективності виконання технологічного процесу.

Цей захід передбачає підвищення ефективності роботи технологічних установок та механізмів. Це питання вирішується оптимізацією технологічного процесу та зміни режимів роботи. В результаті можливо отримати економію електроенергії за рахунок вирівнювання графіку роботи агрегатів, що дає змогу застосовувати системи електроприводів меншої потужності, замість існуючих, які передбачали запас по потужності на випадок коливання графіку виробничого процесу; а також за рахунок підвищення завантаження існуючих машин та механізмів.

При неможливості заміни недовантаженого двигуна потрібно розглянути питання що до зниження напруги для цього двигуна.

Зниження напруги живлення АД призводить до збільшення $\cos\phi$. При цьому одночасно зменшуються втрати активної потужності та реактивної. Можливі наступні методи зниження напруги на мало завантажених асинхронних двигунах:

переключення статорної обмотки з "трикутника" на "зірку";

секціонування статорних обмоток;

пониження напруги в силовій мережі за рахунок перемикання відгалужень трансформаторів;

Вибір раціонального типу електроприводу та перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого.

Вдосконалення технологічних процесів та автоматизація виробництва пов'язані з застосуванням регульованого електроприводу. Дуже широко застосовуються схеми регулювання швидкості за рахунок введення в ланцюг ротора асинхронного двигуна додаткового опору та двигуни постійного струму незалежного збудження з регулюванням за рахунок реостату. Такі регулювання

тагнуть за собою збільшення втрат. Вони використовуються тільки для зміни швидкості в малому діапазоні при умовах недоцільності інших варіантів.

Основними типами регульованих асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором є:

- частотно – регульований електропривод,
 - система з реалізацією енергії ковзання – асинхронно – вентильний каскад;
 - система тиристорний регулятор напруги – асинхронний двигун ТРН-АД.
- Частотно – регульований електропривод.

Швидкість АД пропорційна частоті мережі живлення. Момент двигуна пропорційний магнітному потоку, який в свою чергу пропорційний напрузі та зворотно пропорційний частоті живлячої напруги. Отже момент двигуна може бути змінений шляхом підстроювання напруги під потрібну частоту.

Для отримання постійного моменту при змінних швидкостях, необхідно мати джерело енергії з регульованою напругою та регульованою частотою, яке буде підтримувати постійним відношення $U f = \text{const}$. Самий відомий спосіб отримання енергії такого типу – це перетворення змінного струму в постійний струм за рахунок випрямляча, а потім знов в змінний за рахунок інвертора. В цій схемі напруга регулюється за допомогою випрямляча, а частота інвертором. Основні елементи частотно – регульованого приводу є: випрямляч, інвертор, асинхронний двигун, програмний мікро контролер, а також індуктивність та (чи) ємність для стабілізації виходу випрямляча та мінімізації рівня вищих гармонік.

Асинхронний двигун з реалізацією енергії ковзання.

Один з найбільш простих способів регулювання швидкості асинхронного двигуна з фазним ротором оснований на введення в ланцюг ротора додаткового резистору. Проте при цьому суттєво погіршується ККД електроприводу на регульовальних характеристиках, оскільки втрати ковзання, що виділяється на роторних резисторах витрачаються марно.

Для великих (потужних) електроприводів ці втрати досить суттєві. ККД знижується пропорційно швидкості обертання.

Безпосередньо використати енергію ковзання неможливо, бо частота та амплітуда струму і напруги ротора відрізняється від параметрів мережі живлення. Тому для повного використання енергії ковзання необхідно в ланцюг ротора вводити перетворювач електроенергії. Принципово існують дві можливості корисно використати енергію – повернення її на вал АД або в мережу.

В першому випадку, обмотка ротора АД, який приводить в рух робочий механізм, приєднується до нерегульованого випрямляча.

Таким чином потужність каскаду не залежить від ковзання (швидкості) і підтримується постійна. Ці каскади називають каскадами постійної потужності. Повернення потужності в мережу можливе в електричному вентильно-машинному каскаді та в асинхронно – вентильному каскаді. В електричному каскаді допоміжна машина не з'єднана з робочою машиною, а з'єднана одним валом з синхронним генератором, який приєднаний до мережі змінного струму.

Найбільше розповсюдження отримали асинхронно – вентильні каскади, в яких перетворювач складається з некерованого випрямляча та інвертора.

На практиці діапазон в якому регулюється швидкість не перевищує 30%. При цьому при зростанні діапазону регулювання збільшується встановлена потужність та вартість всіх елементів асинхронно – вентильного каскаду.

3.2 Розрахунок потужності двигуна конвеєра.

Вихідні данні взяті з підприємства:

- 1) ширина стрічки, 1200 мм;
- 2) продуктивність, 30 т/год;
- 3) діаметр барабана, 450 мм;
- 4) довжина конвеєра, 22 м;
- 5) висота підняття, 0 м;
- 6) назва вантажу- металеві конструкції;
- 7) номінальний коефіцієнт корисної дії конвеєра, 85%;

Обчислимо потужність двигуна для приводу конвеєрної установки за формулою[1]:

$$P_k = K \frac{Q}{\eta_{ном}} (CL \mp H); \quad (3.1)$$

де K – коефіцієнт запасу, 1,1-1,3;

Q – продуктивність конвеєра, Н/*с;

$\eta_{ном}$ – номінальний ККД конвеєра, 0,75-0,95;

C – коефіцієнт, що враховує властивість вантажу;

L – довжина стрічки конвеєра, м;

H – висота підняття конвеєра, $H=0$ м.

Для перетворення продуктивності конвеєра з т/год в Н/с використовуємо наступну формулу:

$$Q = \frac{q * g}{t}; \quad (3.2)$$

де q – продуктивність конвеєра, т/год;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2;$$

t – час, переведена години в секунди -3600;

$$Q = \frac{30000 * 9,81}{3600} = 81,75 \text{ Н/с};$$

$$P_k = 1,2 \frac{81,75}{0,85} (2 * 22 + 0) = 5078 \text{ Вт.}$$

За умовами вибору вибираємо двигун, що має $P_n \geq P_k$;

$$5,5 > 5,078 \text{ кВт},$$

Для приводу конвеєрної установки вибираємо двигун [2] типу АИР112М4

Паспортні дані двигуна заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Паспортні дані двигуна

$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	$\eta_{\text{ном}}, \%$	$\cos\varphi_n$	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_n}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_n}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_n}$	$J_p, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	$S, \%$
5,5	85,7	0,83	7	2,3	2,3	0,0236	4

3.3 Розрахунок механічної характеристики двигуна

Для розрахунку номінальних параметрів та побудови механічної характеристики електродвигуна використаємо паспортні дані вибраного двигуна

Визначаємо синхронну швидкість обертання двигуна:

$$\omega_c = \frac{2\pi * n_c}{60}, \quad (3.3)$$

$$\omega_c = \frac{2 * 3,14 * 1500}{60} = 157 \text{ рад/с},$$

де 1500 – синхронна швидкість двигуна , що має 2 пари полюсів

Визначаємо номінальну швидкість обертання двигуна:

$$\omega_n = \omega_c (1 - S); \quad (3.4)$$

$$\omega_n = 157(1 - 0,04) = 150,7 \text{ рад/с};$$

Обчислюємо номінальний момент двигуна:

$$M_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\omega_{\text{ном}}}; \quad (3.5)$$

де $P_{\text{ном}}$ - номінальна потужність двигуна, Вт

$$M_{\text{ном}} = \frac{5500}{150,7} = 36,5 \text{ Нм};$$

Визначаємо критичний момент двигуна:

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{ном}} * \lambda, \quad (3.6)$$

де λ - перевантажувальна здатність двигуна, яка задана в паспортних даних двигуна:

$$M_{\text{кр}} = 2,3 M_{\text{н}} = 83,95 \text{ Нм}.$$

Знаходимо пусковий момент двигуна:

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{ном}} * \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}}, \quad (3.7)$$

де $\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{н}}}$ - відношення пускового моменту до номінального, яке задане в паспортних даних двигуна:

$$M_{\text{пуск}} = 2,3 M_{\text{н}} = 83,95 \text{ Нм}.$$

Розраховуємо критичне ковзання:

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{ном}} (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}); \quad (3.8)$$

$$S_{\text{кр}} = 0,04 (2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1}) = 0,175$$

Для побудови механічної характеристики двигуна визначаємо значення моменту та швидкості обертання при зміні ковзання від нуля до одиниці.

При $S_1 = 0$ $M_1 = 0$:

$$\omega_1 = \omega_c (1 - S); \quad (3.9)$$

$$\omega_1 = 157 (1 - 0) = 157 \text{ рад/с}.$$

Інші значення точок графіка механічної характеристики двигуна визначаємо аналогічним способом. В результаті отримаємо таблицю 3.2, значення точок механічної характеристики двигуна.

Таблиця 3.2 – Дані для побудови механічної характеристики двигуна приводу

S	0	0,01	0,03	0,04	0,1	0,175	0,2	0,4	0,7	1,0
M,Нм	0	9,6	28	36,5	72,3	83,95	83,2	61,6	39,5	28,5
ω	157	155	153,86	150,7	141,3	141	126	94	47	0

За даними таблиці 3.2 будемо механічну характеристику електродвигуна приводу конвеєра

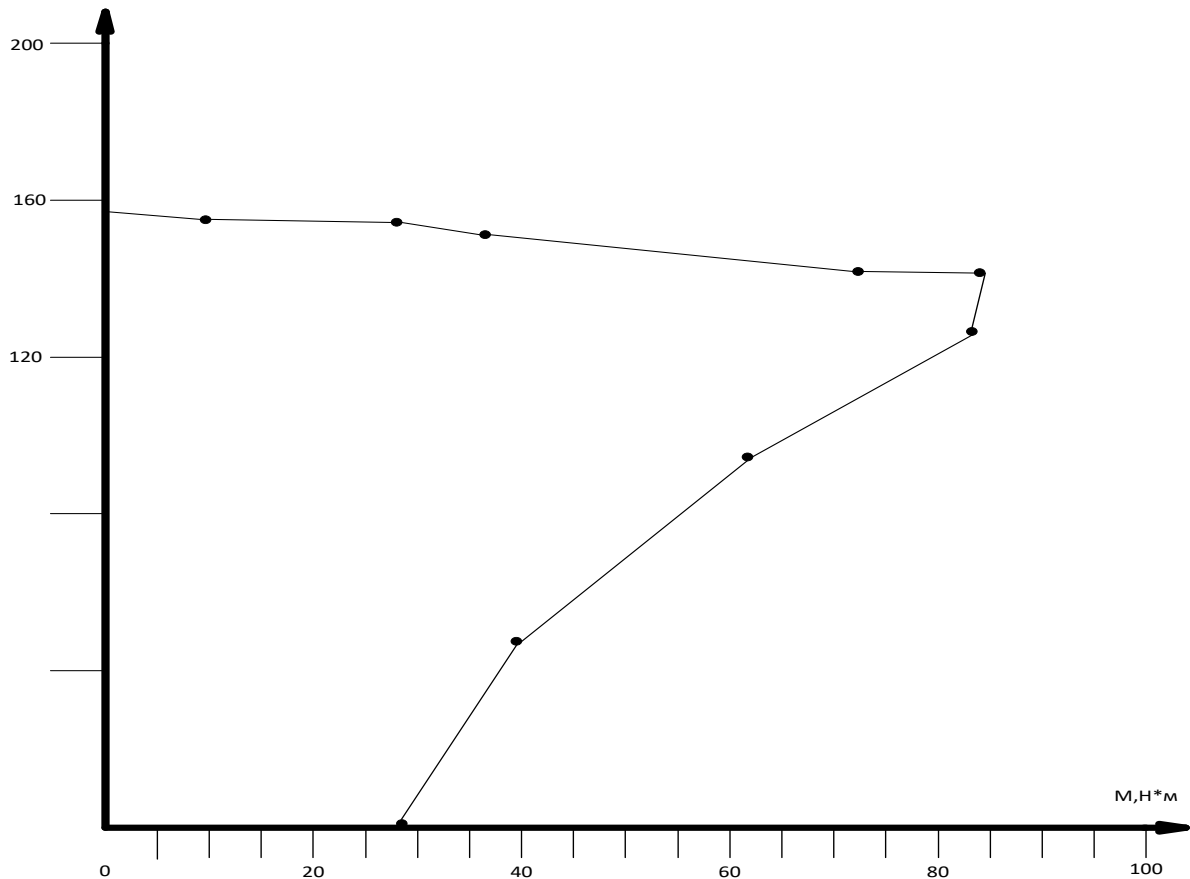


Рисунок 3.2 - Механічна характеристика двигуна

3.4 Розрахунок характеристики статичного моменту опору

Механічною характеристикою робочої машини називають залежність моменту статичних опорів від кутової швидкості її приводного вала $M_c=f(\omega)$.

Для побудови характеристики статичного моменту опору конвеєра використовуємо таку формулу :

$$M = M_m + (M_{\text{НОМ}} - M_m) * \frac{\omega^2}{\omega_{\text{НОМ}}^2}, \quad (3.10)$$

Визначимо величину початкового моменту:

$$M_m = (4-7)\% * M_{\text{НОМ}}; \quad (3.11)$$

$$M_m = 0,06 * 36,5 = 2,19 \text{ Нм.}$$

Знайдемо величини моментів для різних значень швидкості обертання :

При $\omega_1 = 0$

$$M_1 = 2,19 + (36,5 - 2,19) * \frac{0^2}{150,7^2} = 2,19 \text{ Нм}$$

Інші точки характеристики статичного моменту опору розраховуємо аналогічно за даною формулою і данні вводимо в таб. 2.3.

Таблиця 3.3 - Дані для розрахунку статичного моменту опору конвеєра

ω , рад/с	0	47	94	126	141	149	150,7
M, Нм	2,19	5,5	15,5	26,2	32,2	35,7	36,5

За даними таблиці 3.3 будемо характеристику статичного моменту опору конвеєра.

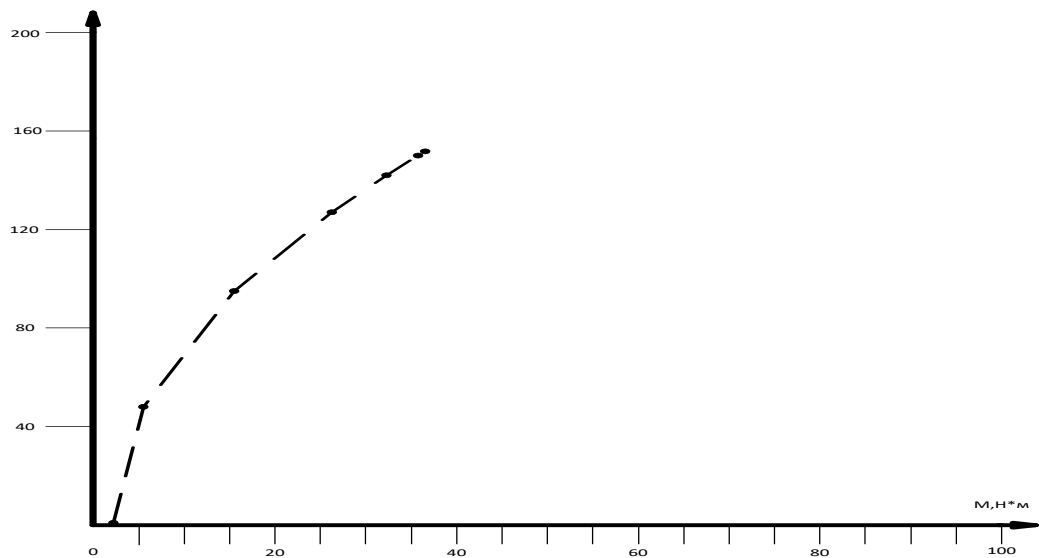


Рисунок 3.3 – Механічна характеристика статичного моменту опору конвеєра

З метою перевірки, чи забезпечується стійкість і взаємозв'язок виробничого механізму і двигуна зобразимо механічні характеристики на одному графіку (рис.3.4).

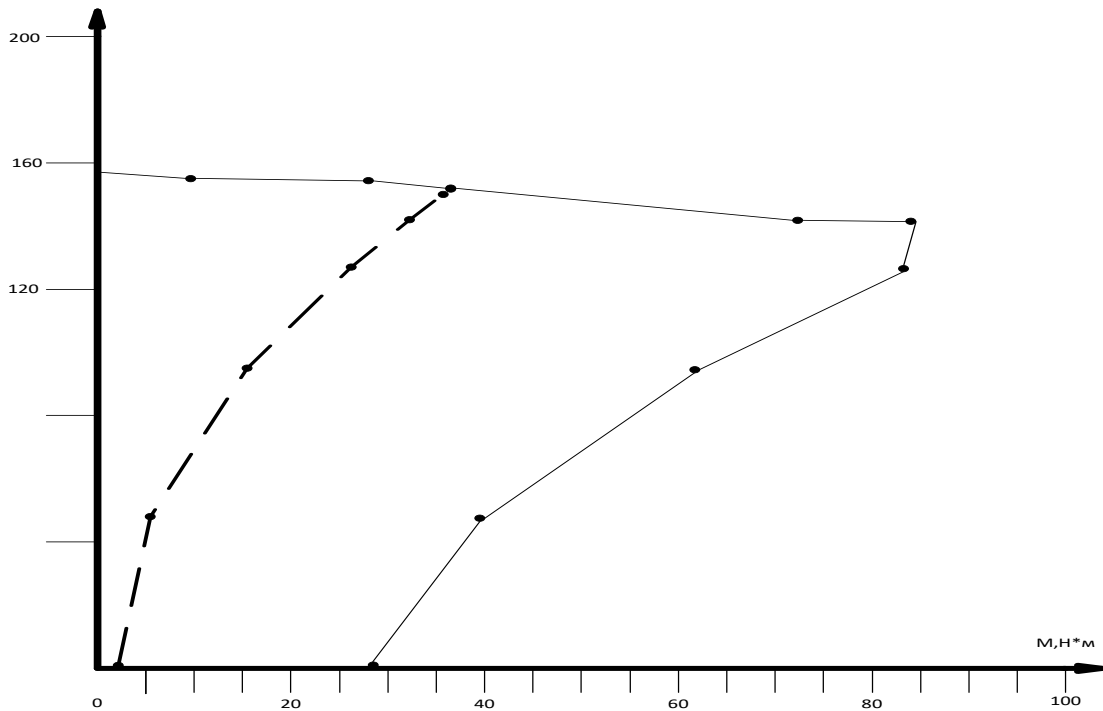


Рисунок 3.4 - Механічна характеристика двигуна та характеристика статичного моменту опору конвеєра

3.4 Визначення тривалості пуску електродвигуна

Під час пуску електродвигуна струм який споживається значно перевищує струм двигуна.

Якщо пуск двигуна буде тривалим, двигун може бути пошкодженим. Розраховуємо загальний момент інерції електродвигуна та механізму за формулою:

$$J_{\Sigma} = J_{\text{дв}} + J_{\text{мех}}, \quad (3.12)$$

де- $J_{\text{дв}}$ - момент інерції двигуна, кг м²;

$J_{\text{мех}}$ - момент інерції механізму, Нм,

$$J_{\text{мех}} = 2 * 0,0236 = 0,0472 \text{ кг*м}^2;$$

$$J_{\Sigma} = 0,0236 + 0,0472 = 0,0708 \text{ кг*м}^2.$$

Обчислюємо середній пусковий момент двигуна за формулою:

$$M_{\text{ср.п.}} = \frac{M_{\text{пуск}} + M_{\text{кр}}}{2}, \quad (3.13)$$

$$M_{\text{ср.п.}} = \frac{83,95 + 83,95}{2} = 83,95 \text{ Нм}$$

Розраховуємо статичний момент під час пуску двигуна за формулою:

$$M_{\text{ст.}} = \frac{P_1}{\omega_{\text{ном}}}, \quad (3.14)$$

$$M_{\text{ст.}} = \frac{4713}{150,7} = 31,2 \text{ Нм}.$$

Тривалість пуску двигуна визначаємо за формулою:

$$t_{\text{пуск}} = \frac{J_{\Sigma \text{ЕП}} * \omega_{\text{н}}}{M_{\text{срп}} - M_{\text{ст}}}; \quad (3.15)$$

$$t_{\text{пуск}} = \frac{0,0708 * 150,7}{83,95 - 31,2} = 0,2 \text{ с}.$$

Отже, час пуску двигуна не перевищує допустимого часу (1 с).

3.5 Вибір пускової та захисної апаратури

Вибираємо до встановлення вимикач типу ВА.

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі умови:

$$I_{\text{н.розч}} \geq K_{\text{відс}} I_{\text{м}}, \quad (3.16)$$

$$I_{\text{с.в}} \geq K_{\text{н}} I_{\text{н}}, \quad (3.17)$$

де $I_{\text{н.розч}}$ - номінальний струм само запуску;

$I_{\text{с.в}}$ - струм спрацювання відсічки;

$K_{\text{відс}}$ - коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або само запуску;

Виберемо вимикач для лінії від РП-1 до ЕП-22, тобто до конвеєра.

Розрахунковий та піковий струми для цієї лінії:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi_n * \eta_n} = \frac{5,5}{\sqrt{3} * 0,38 * 0,8 * 0,84} = 12,4 \text{ А};$$

$$I_{п} = 6 * 12,4 = 74,6 \text{ А.}$$

За умовами вибору автоматичних вимикачів розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки:

$$I_{н \text{ розч}} \geq K_{\text{відс}} * I_M = 1,1 * 12,4 = 13,64 \text{ А};$$

$$I_{с.в} \geq 1,5 * 74,6 = 111,9 \text{ А.}$$

За розрахованими значеннями струмів вибираємо автоматичний вимикач ВА 51-25 з тепловим і електромагнітними розчіплювачами з номінальним струмом вимикача 25 А, номінальним струмом розчіплювача 16 А та струмом спрацювання відсічки 175 А (кратність струму 7).

Для наглядності занесем це в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 - Пускова та захисна апаратура для ЕП(22)

№	І _м , А	І _п , А	Тип	І _{ном} , А	І _{н.р} , А	І _{с.в.р} , А	І _{с.в} , А	Р _{н,к} , Вт
РП2- ЕП(22)	12,4	74,6	ВА 51- 25	25	16	175	13,6	5,5

3.6 Обґрунтування встановлення частотного перетворювача на електропривід двигуна конвеєра

Двигун конвеєра потужністю 5.5 кВт та має нерівномірне навантаження тому доцільно встановити частотний перетворювач при якому досягається:

1. Економічний ефект.
2. Плавний старт при запусках конвеєра.
3. Збільшення терміну служби агрегата.
4. Знижений рівень шуму.

Визначаємо кількість спожитої енергії:

$$W_p = 5.5 * 2008 * 0.75 = 8283 \text{ кВт*год/рік}$$

За рік конвеєр споживає 8283 кВт*год/рік

Згідно з графіками механічної характеристики вибираєм точку в якій буде досягаться максимальна продуктивність а далі вираховуємо потужність в цій точці.

$$P_x = P_{сп}(n_N/n)^3 = 5.5(1440/1500)^3 = 4.86 \text{ кВт}$$

Регулювання частоти відбувається частотним перетворювачем який має ККД до 0,96 при потужностях до 5 кВт.

$$P_{пч} = 4,86/0,96 = 5,06 \text{ кВт}$$

Враховуючи це та струм двигуна вибираєм перетворювач WJ200 5,5 кВт. Після частотного перетворювача встановлення рахуємо спожиту енергію.

$$W_p = 4,86 * 2008 * 0.75 = 7319 \text{ кВт*год/рік}$$

Поточний тариф на електроенергію на даному підприємстві становить 3,9 грн за кВт*год.

Визначаємо економію електроенергії в грошових одиницях.

$$E = (8283 - 7319) * 3,9 = 24984 \text{ грн в рік.}$$

Визначемо необхідні капітальні витрати на встановлення частотного перетворювача:

1 .вартість обладнання становить - 13884 грн

2. вартість встановлення обладнання становить - 15000 грн.

Визначаємо термін окупності :

$$T_{OK} = (13884 + 15000) / (24984) = 1,15 \text{ років.}$$

Отже встановлення данного обладнення економічно доцільно.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Обґрунтування рішення що до розміщення кабельних ліній.

Враховуючи розміщення електроприймачів в цеху, вибираємо радіальну схему цехової мережі.

Радіальними називаються мережі, в яких для передачі електричної енергії до використовується окрема лінія. Радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, однак вони вимагають великих витрат на електрообладнання і монтаж.

4.2 Кваліфікаційні вимоги до персоналу що обслуговує електроустаткування

Обслуговування діючих електроустановок, виконання в них оперативних перемикань ремонтних, монтажних, налагоджувальних робіт здійснюється електротехнічним персоналом згідно Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів.

На підприємствах, як правило, повинна бути створена енергетична служба.

Обслуговування електроустановок споживачів може здійснювати спеціалізована організація чи електротехнічний персонал іншого, зокрема малого або кооперативного підприємства, за договором, укладеним відповідно до вимог «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (ПБЕЕС), «Правил користування електричною енергією» (ПКЕЕ).

Керівник (власник) підприємства має забезпечити організацію:

- 1) експлуатації електричного і електротехнічного обладнання та мереж відповідно до вимог ПТЕЕС, ПБЕЕС та інших нормативних документів;
- 2) надійної роботи електроустановок та безпеки їх обслуговування;

3) виконання заходів щодо запобігання використанню технологій і методів роботи, які негативно впливають на навколишнє середовище;

4) виконання встановлених режимів енерговикористання та приписів органів державного нагляду.

Керівник підприємства повинен призначати особу, що відповідає за загальний стан електрогосподарства підприємства – особу, відповідальну за електрогосподарство, яка має безпосередньо виконувати функції з експлуатації електроустановок.

Відповідальним за електрогосподарство повинен бути призначений інженерно-технічний працівник, що відповідає вимогам Правил та атестований зі знань з ПТЕ і ПБЕ електроустановок споживачів.

Наказ (розпорядження) про призначення особи, відповідальної за електрогосподарство, видається після перевірки знань ПТЕЕС, ПБЕЕС, інструкцій і присвоєння їй відповідної групи з електробезпеки:

- V-ї в електроустановках напругою понад 1000 В;
- IV-ї в електроустановках напругою до 1000 В.

Як правило, обов'язки зазначеної особи виконує головний енергетик підприємства за наявності такої посади.

Поряд з цим допускається виконання обов'язків особи, відповідальної за електрогосподарство, за сумісництвом.

До обов'язків особи відповідальної за електрогосподарство, відносяться:

1) розробка та проведення організаційних і технічних заходів, що включають:

- утримання енергетичного і енерготехнологічного обладнання у роботоздатному стані та його експлуатацію відповідно до вимог ПТЕЕС, ПБЕЕС, інших нормативних документів;

- навчання і перевірку персоналу енергогосподарства, на знання ПТЕЕС, ПБЕЕС, виробничих і посадових інструкцій;

- дотримання заданих енергетичною організацією режимів та договірних умов споживання електричної і теплової енергії та потужності;
- раціональне витрачання паливно-енергетичних ресурсів;
- оптимальне споживання реактивної потужності та економічні режими роботи компенсуючих пристроїв;
- впровадження автоматизованих систем та приладів обліку і вимірювання витрат палива, електричної і теплової енергії;
- своєчасний і якісний ремонт енергетичного обладнання;
- зниження аварійності і травматизму в енергоустановках;
- підвищення надійності роботи енергоустановок;
- охорону навколишнього середовища.

2) проведення балансових енергетичних випробувань діючих і тих, що вводяться в дію, реконструюються, модернізуються, енергомістких установок;

3) розробку і дотримання норм витрат палива, електричної і теплової енергії, їх своєчасний перегляд у разі вдосконалення технології та впровадження нової техніки;

4) розробку разом із енергопостачальною організацією та виконання графіків обмеження споживання і вимикання електричної та теплової енергії у разі виникнення їх дефіциту;

5) участь у розслідуванні, обліку та аналізі аварій і нещасних випадків та вжиття щодо усунення причин їх виникнення;

6) розробку із залученням технологічних та інших підрозділів, а також спеціалізованих інститутів і проектних організацій, перспективних планів зниження енергомісткості виготовлення продукції, впровадження енергоощадних технологій, теплоутилізаційних установок, використання вторинних паливно-енергетичних ресурсів, застосування прогресивних форм економічного стимулювання;

7) розробку посадових, виробничих інструкцій та інструкцій з охорони праці для персоналу енергетичної служби.

В індивідуальних, селянських (фермерських), особистих підсобних господарствах, що мають електроустановки напругою до 400 В, використовувані для виробничих потреб[1], особою, відповідальною за електрогосподарство може бути власник (член сім'ї) господарства після присвоєння йому не нижче III-ї кваліфікаційної групи з електробезпеки у територіальних органах державного нагляду за безпечною експлуатацією електроустановок (Державна служба з питань праці) та перевірки його знань з ПТЕ в органах Держенергонагляду.

Відповідальність за технічно грамотну та безпечну експлуатацію електроустановок може бути покладена на члена сім'ї (господарства) лише за його письмовою згодою.

В індивідуальних, селянських (фермерських), особистих підсобних господарствах, малих, спільних і кооперативних підприємствах, інших підприємствах незалежно від форм власності, що використовують у своїй діяльності лише освітлювальні установки, електрообладнання побутового призначення, у разі неможливості призначити чи найняти особу відповідальну за електрогосподарство, відповідальність за технічно грамотну і безпечну експлуатацію електроустановок за письмовою згодою з місцевим органом Держенергонагляду, покладається на власника чи керівника вказаного підприємства.

У цьому випадку перевірка знань з ПТЕЕС, ПБЕЕС і присвоєння кваліфікаційної групи з електрообладнання не проводиться.

Однак особа, відповідальна за електрогосподарство, зобов'язана пройти в органах Держенергонагляду інструктаж з питань технічно грамотної та безпечної експлуатації електроустановок в обсязі знань, що відповідає 1-й кваліфікаційній групі з електробезпеки. Проходження інструктажу реєструється в журналі інструктажу споживачів та у договорі про постачання електроенергії.

Для своїх підприємств вищестояща організація може призначити особу, відповідальну за їх електрогосподарство.

У разі відсутності на підприємстві особи, відповідальної за електрогосподарство, експлуатація електроустановок забороняється.

При невиконанні цієї вимоги відповідальність за технічно грамотну та безпечну експлуатацію електроустановок несе керівник підприємства.

Відповідальність за правильну експлуатацію електрогосподарства виробничих підприємств, цехів та дільниць несуть поряд із особою, відповідальною за електрогосподарство, особи призначені з числа інженерно-технічних працівників електротехнічного персоналу.

Відповідальність за виконання ПТЕЕС, ПБЕЕС електротехнічним персоналом на кожному підприємстві визначається посадовими інструкціями та положеннями, що затверджуються керівниками підприємства чи вищестоящою організацією.

Ці документи регламентують також:

- взаємовідносини з енергетичною службою та цехами і відділами підприємства;
- розподіл обов'язків між електротехнічним та технологічним персоналом.

Відповідальність за експлуатацію електроустановок на підприємстві, переданому в оренду, зазначається у договорі сторін, якщо керівник вказаного підприємства не укладає договір на користування електроенергією безпосередньо із енергопостачальною організацією.

За порушення у роботі електроустановок несуть персональну відповідальність:

- робітники, що обслуговують електрообладнання і технологічні установки – за порушення з їх вини, а також неправильні дії з ліквідації порушень на обслуговуваній ними ділянці;

– робітники, що ремонтують обладнання – у разі порушень в роботі електроустановок, спричинених низькою якістю ремонту;

– інженерно-технічні працівники енергослужби – за порушення у роботі електроустановок, що виникли внаслідок несвоєчасного ремонту та недбалого приймання обладнання в експлуатацію;

– оперативний та оперативно-ремонтний персонал – за порушення в роботі електроустановок, що виникли з їх вини, а також з вини підпорядкованого їм персоналу;

– інженерно-технічні працівники (ІТП) енергослужби, головні інженери, головні енергетики підприємства, начальники цехів, майстри-електрики та інші ІТП – за порушення в роботі електроустановок, що сталися за їх вини, з вини підпорядкованого їм персоналу, а також у результаті незадовільного і несвоєчасного проведення ремонту, невиконання протиаварійних заходів.

Посадові інструкції мають чітко визначати відповідальність робітників за порушення у роботі електроустановок.

Залежно від ступеню та характеру порушень особи, що порушили ПТЕЕС, несуть дисциплінарну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

Робітники зобов'язані:

– терміново попередити свого безпосереднього керівника (за його відсутності - вищестоящого) у разі виявлень порушень ПТЕЕС, несправності електроустановки чи електрозамикання засобів;

– усунути, якщо це їм під силу, несправність електроустановки, що є небезпечною для неї і для оточуючих людей, дотримуючись правил техніки безпеки і повідомити опісля свого безпосереднього керівника.

Нагляд за виконанням вимог ПТЕЕС здійснюється органами Держенергонагляду та Державної служби з питань праці.

4.1.2 Вимоги до персоналу.

Експлуатацію електроустановок має здійснювати електротехнічний персонал, що підрозділяється на:

- адміністративно-технічний;
- оперативний;
- ремонтний;
- оперативно-ремонтний.

Прирівнюється у правах і обов'язках до електротехнічного персоналу електротехнічний персонал цехів і дільниць, що експлуатує електротехнічні установки та атестований на II-у і вищу групу з електробезпеки.

Установки електротехнологічних процесів (електрозварювання, електроліз, електротермія тощо) та складне енергонасичене виробниче технічне обладнання, що потребує постійного технічного обслуговування, регулювання електрообладнання, повинен обслуговувати електротехнічний персонал з достатніми навичками і знаннями. Технічне керування цим персоналом і нагляд за його роботою мають здійснювати керівники з кваліфікаційною групою не нижчою, ніж у своїх підлеглих.

Керівник підприємства затверджує перелік посад ІТП та електротехнологічного персоналу, яким необхідно мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Електротехнічний персонал, що має кваліфікаційну групу з електробезпеки від II-ї до V-ї включно, повинен задовольняти таким вимогам:

- не мати каліцтва, хвороб (стійкої форми) і медичних протипоказань, що заважають виробничій роботі;
- пройти після відповідної теоретичної і практичної підготовки перевірку знань та мати посвідчення на допуск до робіт в електроустановках.

Забороняється допуск до роботи в електроустановках осіб молодше 18 років.

Розпорядженням по підприємству від медичного освідчення звільняється адміністративно-технічний персонал, що безпосередньо не бере участі в

оперативних перемиканнях, ремонтних, монтажних і налагоджувальних роботах в електроустановках та їх не організовує.

Перевірка знань ПТЕЕС, ПБЕЕС, інструкцій у електротехнічного персоналу включає:

- первинну перевірку після його навчання і підготовки за новою посадою у разі переведення з іншої роботи (посади) чи іншого підприємства;
- повторні (чергові і позачергові) перевірки.

Первинна перевірка електротехнічного персоналу має проводитися у терміни, встановлені програмами та планами його підготовки.

До призначення або при переході на іншу роботу (посаду), пов'язану із експлуатацією електроустановок, а також у разі перерви у роботі в якості електротехнічного персоналу понад 1 рік, персонал зобов'язаний пройти виробниче навчання на новому місці роботи.

Для цього собою, відповідальною за електрогосподарство, встановлюється термін, достатній для придбання практичних навичок, знайомства з обладнанням, апаратурою та одночасного вивчення у необхідному для даної роботи (посади) обсязі:

- ПТЕ електроустановок споживачів;
- ПБЕ електроустановок споживачів;
- Правил улаштування електроустановок;
- виробничих і посадових інструкцій;
- інструкцій з охорони праці;
- інструкцій з улаштування та безпечної експлуатації електроустановок;
- нормативних та експлуатаційних документів, що діють на даному підприємстві.

Навчання має проводитися за затвердженою програмою під керівництвом досвідченого працівника з електротехнічного персоналу підприємства чи вищестоящої організації (прикріплення за наказом або розпорядженням).

Вказану програму розробляє особа, відповідальна за електрогосподарство, і подає її для затвердження керівникові підприємства чи до вищестоящої організації.

Особа, що навчається може виконувати оперативні перемикання чи інші роботи в електроустановці тільки з дозволу та під наглядом навчаючого, а відповідальність за правильність і дотримання вимог ПТЕЕС, ПБЕЕС є для них спільною.

Після закінчення виробничого навчання особа, що навчається, повинна пройти у кваліфікаційній комісії перевірку знань у наведеному вище обсязі, після чого їй присвоюється відповідна (I – V) кваліфікаційна група з електробезпеки.

У разі переходу на інше підприємство чи переведення на іншу роботу (посаду) в межах одного підприємства, а також при перерві у роботі особі із електротехнічного персоналу, що успішно пройшла перевірку знань, кваліфікаційна комісія може присвоїти ту групу з електробезпеки, яка була до цього.

Кожен робітник з оперативного та оперативно-ремонтного персоналу після перевірки знань повинен пройти стажування на робочому місці (дублювання) тривалістю не менше 2-х тижнів під керівництвом досвідченого робітника, після чого він може бути допущений до самостійної оперативної роботи.

Як допуск до стажування, так і до роботи здійснюється для ІТП розпорядженням по підприємству, а для робітників – по цеху.

Не потрібне дублювання для ремонтного персоналу.

Періодична перевірка знань ПТЕЕС, правил пожежної безпеки, виробничих і посадових інструкцій персоналу усіх категорій проводиться 1 раз у 3 роки.

Правила встановлюють такі терміни періодичної перевірки знань ПБЕЕС, інструкцій з улаштування та безпечної експлуатації електроустановок:

– 1 раз у рік - для електротехнічного персоналу, що обслуговує діючі установки або проводить в них налагоджувальні, електромонтажні,

ремонтні роботи чи профілактичні випробування, а також для персоналу, який оформляє розпорядження та організує ці роботи;

– 1 раз у 3 роки – для ІТП, що не відноситься до попередньої групи, а також інженерів з техніки безпеки, допущених до інспектування електроустановок.

Якщо дія посвідчення закінчується під час відпустки чи хвороби, допускається продовження терміну його дії на 1 місяць з дня виходу на роботу.

Особи, що порушили ПТЕЕС або ПБЕЕС, підлягають позачерговій перевірці знань.

Позачергова перевірка знань ПТЕЕС і ПБЕЕС проводиться також у таких випадках:

– при незадовільній оцінці знань у терміни, встановлені кваліфікаційною комісією, але не раніше ніж через два тижні;

– при переведенні на іншу роботу;

– при введенні в дію нової редакції ПТЕЕС і ПБЕЕС;

– за вимогою органів Держенергонагляду або Державної служби з питань праці.

Особі, що у зв'язку із отриманням незадовільної оцінки повторно проходить перевірку знань, кваліфікаційною комісією продовжується термін дії посвідчення до терміну, призначеного для другої чи третьої перевірки, якщо не прийняте спеціальне рішення комісії щодо тимчасового усунення цієї особи від роботи в електроустановках.

Персонал, який втретє отримав незадовільну оцінку при перевірці знань не допускається до роботи в електроустановках і має бути переведений на іншу роботу, що не пов'язана з обслуговуванням електроустановок.

Склад кваліфікаційної комісії з перевірки знань ПТЕЕС і ПБЕЕС (не менше 3-х осіб) залежить від категорії персоналу, що атестується.

Перевірка знань осіб, відповідальних за електрогосподарство підприємств, де немає кваліфікованих фахівців до складу комісій проводиться за

домовленістю у комісіях, що створюються органами Держенергоналяду чи Держохоронпраці і з участю інспекторів цих органів.

Як правило в роботі таких комісій приймають участь керівники зазначених підприємств або представники організацій.

Перевірку знань осіб, відповідальних за електрогосподарство індивідуальних, селянських (фермерських), малих, спільних підприємств, кооперативів та інших підприємств дозволяється проводити у кваліфікаційних комісіях підприємств-засновників за участю інспекторів Держенергоналяду і Держнаглядохоронпраці.

Перевірка знання Правил кожного працівника проводиться індивідуально, а її результати заносяться до журналу встановленої форми, роздільно оформлюються з ПТЕЕС і ПБЕЕС та підписуються всіма членами комісії.

Персоналу, що успішно пройшов перевірку знань, видається посвідчення встановленої форми, що дає право на обслуговування тих чи інших електроустановок у якості адміністративно-технічного з правилами оперативного, ремонтного, оперативно-технологічного персоналу з групою з електробезпеки II-ї і вище.

У разі, коли працівник одночасно пройшов перевірку знань на право виконання спеціальних робіт, про це робиться відмітка у журналі перевірки знань та у графі посвідчення «Свідоцтво на право проведення спеціальних робіт».

Інженери з техніки безпеки, що контролюють електроустановки, повинні проходити перевірку знань в обсязі IV групи з електробезпеки у тій же комісії, що і особа, відповідальна за електрогосподарство. При цьому їм видається посвідчення на право інспектування електроустановок одного підприємства.

Інженерові з техніки безпеки, що не пройшов перевірку знань ПТЕЕС, ПБЕЕС та інструкцій, не дозволяється давати ніяких вказівок електротехнічному персоналові, він також не допускається до інспектування робіт в електроустановках.

Електротехнічному персоналу, заново зарахованому на роботу, якщо він не пройшов перевірку знань або ж має прострочене посвідчення (за винятком випадків, коли допускається продовження терміну його дії), присвоюється група з електробезпеки I.

Група з електробезпеки I присвоюється також не електротехнічному персоналові, пов'язаному з роботою, при виконанні якої може виникнути небезпека ураження електричним струмом.

Перелік професій вказаного персоналу визначається керівником підприємства спільно з інженером з охорони праці, а коло обов'язків регламентується місцевою інструкцією.

Правила (ПБЕЕС) визначають окремі особливості присвоєння групи з електробезпеки I:

– група присвоюється після щорічної перевірки знань безпечних методів роботи на обслуговуваній установці особою, відповідальною за електрогосподарство чи за його письмовою вказівкою особою з групою з електробезпеки не нижче III; присвоєння групи I оформлюється у спеціальному журналі з підписом кожної із осіб, - що перевіряє знання та тієї, знання якої перевіряється. Посвідчення про перевірку знань при цьому не видається;

– у процесі роботи персонал із групою з електробезпеки I окрім щорічної перевірки знань періодично проходить інструктаж відповідно до вимог стандартів з безпеки праці.

Відповідальність за своєчасну перевірку знань у не електротехнічного персоналу з групою електробезпеки I та електротехнічного персоналу з групою II та вище несуть керівники дільниць, цехів та інших підрозділів підприємства.

Практикантам інститутів, технікумів, професійно-технічних училищ, що не досягли 18-річного віку, дозволяється перебування у діючих електроустановках під постійним наглядом особи з електротехнічного персоналу з групою з електробезпеки:

- не нижче III в установках напругою до 1000 В;
- не нижче IV в установках напругою понад 1000 В.

Допускати до самостійної роботи практикантів, що не досягли 18-річного віку, та присвоювати їм групу з електробезпеки III і вище забороняється.

Систематичну роботу з електротехнічним персоналом зобов'язані організувати та особисто контролювати особи, відповідальні за електрогосподарство.

З цією метою мають бути організовані:

- курсове (групове, індивідуальне) навчання з підвищення кваліфікації;
- вивчення ПУЕ, ПТЕЕС, ПБЕЕС, інструкцій та інших правил, що стосуються роботи даних установок;
- проведення протиаварійних тренувань на робочих місцях для навчання персоналу кращим способам та прийомам швидкого запобігання і ліквідації неполадок та аварій;
- інструктажі електротехнічного персоналу відповідно до вимог стандартів з охорони праці.

Виробничі потреби – робота електродвигунів та інших електроприймачів виробничого (технологічного) призначення, нагрівних пристроїв, призначених для виробничих потреб, а також для опалення і гарячого водопостачання виробничих приміщень; мережі освітлення тощо

4.3 Вимоги безпеки під час встановлення, експлуатації та ремонту електрообладнання

Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок

Вимоги до працівників

Порядок навчання і перевірки знань працівників має бути відповідним до галузевого положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці (z0095-94), узгодженого з Держнаглядом охорони праці, а також до вимог до електротехнічної обслуги, які містяться в ПТЕ.

Первинний (під час прийняття на роботу) та періодичний (протягом трудової діяльності) медичний огляд працівників провадиться згідно з Положенням про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 N 45 (z0136-94), зареєстрований в Міністерстві юстиції України 21.06.94 за N 136/345.

Працівники, що обслуговують електроустановки, зобов'язані знати ці Правила відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують, і мати відповідну групу з електробезпеки згідно з такими вимогами:

1) для одержання групи I, незалежно від посади і фаху, необхідно пройти інструктаж з електробезпеки під час роботи в даній електроустановці з оформленням в журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

Інструктаж з електробезпеки на I групу має провадити особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням,- особа зі складу електротехнічних працівників з групою III.

Мінімальний стаж роботи в електроустановках і видання посвідчень працівникам з групою I не вимагаються;

2) особам молодшим за 18 років, не дозволяється присвоювати групу вище II;

3) для присвоєння чергової групи з електробезпеки необхідно мати мінімальний стаж роботи в електроустановках з попередньою групою, зазначеній у додатку 1 цих Правил;

4) для одержання груп II-III працівники мають:

а) чітко усвідомлювати небезпеку, пов'язану з роботою в електроустановках;

б) знати і уміти застосувати на практиці ці та інші правила безпеки в обсязі, потрібному для роботи, яка виконується;

в) знати будову і улаштування електроустановок;

г) уміти практично надавати першу допомогу потерпілим в разі нещасних випадків, в тому числі застосовувати способи штучного дихання і зовнішнього масажу серця;

5) для одержання груп IV-V додатково необхідно знати компонування електроустановок і уміти організувати безпечне проведення робіт, уміти навчити працівників інших груп Правилам безпеки і наданню першої допомоги потерпілим від електричного струму;

б) для одержання групи V необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів Правил безпечної експлуатації електроустановок.

Працівнику, який пройшов перевірку знань Правил, видається посвідчення встановленої додатком 2 до цих Правил форми, яке він зобов'язаний мати при собі під час роботи.

Посвідчення про перевірку знань працівника є документом, який засвідчує право на самостійну роботу в електроустановках на зазначеній посаді за фахом.

Посвідчення про перевірку знань видається працівникові комісією з перевірки знань підприємства, організації після перевірки знань і є дійсним тільки після внесення відповідних записів.

Під час виконання службових обов'язків працівник повинен мати з собою посвідчення про перевірку знань. За відсутності посвідчення, або за наявності посвідчення з простроченими термінами перевірки знань, працівник до роботи не допускається.

Посвідчення про перевірку знань підлягає заміні у випадку зміни посади або за відсутності місця для записів.

Посвідчення про перевірку знань вилучається у працівника комісією з перевірки знань в разі незадовільних знань, керівником

структурного підрозділу - в разі вигасання терміну дії медичного огляду.

Посвідчення про перевірку знань складається з твердої обкладинки і блоку сторінок.

Забороняється допускати до роботи в електроустановках осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань цих Правил.

Ті працівники, зайняті виконанням спеціальних видів робіт, до яких висуваються додаткові вимоги безпеки, мають бути навчені безпечному виконанню таких робіт і мати відповідний запис про це у посвідченні з перевірки знань з питань охорони праці.

Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується керівництвом підприємства.

Результати перевірки знань фіксуються в журналі, порядок ведення та форма якого приведені в додатку 3.

Сторінки журналу мають бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою підприємства на аркушах формату А4.

Під час перевірки знань групи працівників в один день і за незмінного складу комісії допускається підписувати протокол один раз після перевірки усієї групи екзаменованих у цей день, перевірку знань яких проведено.

В графі 4 зазначається: працівник допускається до роботи в електроустановках до 1000 В або до і вище 1000 В.

Для інспектувальних працівників і фахівців з охорони праці зазначається: "допускається як інспектувальна особа".

Відповідальність за оформлення, стан і цілісність журналу перевірки знань покладається на особу, відповідальну за електрогосподарство.

Термін зберігання журналу - 3 роки після останнього запису.

Перевірка знань з технології робіт (правила експлуатації, виробничі інструкції) може провадитися Держенергоспоживнаглядом окремо від перевірки знань з безпечної експлуатації електроустановок, в цьому разі робиться окремий запис в журналі.

Забороняється допускати до роботи працівників з ознаками алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також з явними ознаками захворювання.

Забороняється виконання розпоряджень та завдань, що суперечать вимогам цих Правил.

Кожний працівник особисто відповідає за свої дії в частині дотримання вимог цих Правил.

У випадку, якщо працівник самотійно не спроможний вжити дійових заходів з усунення виявлених ним порушень Правил, він

зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника, а у випадку його відсутності - керівника вищого рівня.

В разі нещасних випадків з людьми зняття напруги для звільнення потерпілого від дії електричного струму має бути виконано негайно, без попереднього дозволу.

Працівники, що порушили вимоги цих Правил, усуваються від роботи і несуть відповідальність (дисциплінарну, адміністративну, кримінальну) згідно з чинним законодавством.

Працівники, що припустилися порушення вимог цих Правил, без позачергової перевірки знань до робіт в електроустановках не допускаються.

Оперативне обслуговування

Оперативне обслуговування електроустановок може здійснюватися як місцевими оперативними чи оперативно-ремонтними працівниками, за якими закріплена ця електроустановка, так і виїзними, за якими закріплена група електроустановок.

Вид оперативного обслуговування, кількість оперативних працівників в зміну чи на електроустановці визначаються особою, відповідальною за електрогосподарство, за узгодженням з керівництвом підприємства (організації) і зазначається в місцевих інструкціях.

До оперативного обслуговування електроустановок допускаються працівники, які знають оперативні схеми, посадові і експлуатаційні інструкції, інструкції з охорони праці, особливості обладнання і пройшли навчання, дублювання та перевірку знань цих Правил та ПТЕ.

Оперативні працівники, які обслуговують електроустановки одноосібно, та ті старші в зміні чи бригаді оперативні працівники, за якими закріплені електроустановки, повинні мати групу з електробезпеки IV в електроустановках напругою понад 1000 В і III - в електроустановках напругою до 1000 В.

Оперативні працівники повинні працювати за графіком, затвердженим особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства чи структурного підрозділу.

Оперативні працівники, які заступають на чергування, мають прийняти зміну від попереднього чергового, здати зміну наступному черговому у відповідності з графіком.

Припинення чергування без здачі зміни забороняється. У виняткових випадках залишення робочого місця є припустимим з дозволу оперативного працівника вищої посади.

Під час приймання зміни оперативний працівник зобов'язаний:

- ознайомитися зі схемою і станом та режимом роботи устаткування на своїй ділянці особистим оглядом в обсязі, встановленому інструкцією;

- одержати від чергового, який здає зміну, інформацію про стан устаткування, за яким необхідно вести ретельний нагляд для запобігання аваріям та неполадкам, а також про стан устаткування, що перебуває в ремонті або резерві;

- перевірити і прийняти інструмент, матеріали, ключі від приміщень, засоби захисту, оперативну документацію та інструкції;

- ознайомитися з усіма записами та розпорядженнями за час, що минув з його останнього чергування;

- оформити приймання зміни записом у журналі, відомості, а також в оперативній схемі власним підписом та підписом працівника, який її здає;

- доповісти старшому зміни про початок чергування та про неполадки, виявлені під час прийняття зміни.

Прийняття і здача зміни безпосередньо під час ліквідації аварії, виконання перемикань чи операцій по вмиканню та вимиканню обладнання забороняється.

Під час тривалої ліквідації аварії здача зміни здійснюється з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство.

Забороняється прийняття і здача зміни у випадках, коли на дільниці, яка обслуговується, робочі місця не прибрані, устаткування забруднене.

Прийняття зміни, коли устаткування несправне чи є відхилення від нормального режиму його роботи, допускається тільки з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, або оперативного працівника вищого рівня, про що робиться запис в оперативному журналі.

Оперативні працівники під час свого чергування є відповідальними за правильне обслуговування та безаварійну роботу всього устаткування на закріпленій за ними дільниці.

Старший в зміні оперативний працівник або одноособово, або спільно з адміністрацією підприємства (цеху, дільниці) повинен виконувати обґрунтовані вимоги працівників енергопостачальної організації.

Старший в зміні оперативний працівник зобов'язаний негайно повідомити диспетчера енергопостачальної організації про аварії, які спричинили відключення однієї або кількох ліній електропередачі, що живлять підприємство.

Список працівників, які мають право проведення оперативних переговорів з енергопостачальною організацією, визначається особою, відповідальною за електрогосподарство, затверджується керівником, погоджується з Держнаглядом і передається у відповідну оперативну службу енергопостачальної організації.

В разі порушення режиму роботи, пошкодженні чи аварії електроустаткування оперативний працівник зобов'язаний негайно вжити заходів з відновлення схеми нормального режиму роботи і повідомити про те, що сталося, безпосередньо старшому у зміні працівнику або особі, відповідальній за електрогосподарство.

У випадку неправильних дій оперативних працівників під час ліквідації аварії старший в зміні оперативний працівник зобов'язаний прийняти на себе керівництво і відповідальність за подальший перебіг ліквідації аварії.

Оперативні працівники повинні проводити обходи та огляди устаткування і виробничих приміщень на закріпленій за ним ділянці.

Огляд електроустановок може виконуватись одноосібно:

- адміністративно-технічним працівником з групою V в електроустановках понад 1000 В і з групою IV - в електроустановках до 1000 В;

- оперативним працівником, який обслуговує цю електроустановку.

Огляд електроустановок неелектротехнічними працівниками та екскурсії, за наявності дозволу керівництва підприємства, можуть провадитись під наглядом працівника з групою IV, який має право одноосібного огляду.

Огляд повинен провадитись згідно з вимогами цих Правил.

Список адміністративно-технічних працівників, яким дозволяється одноосібний огляд, встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство і затверджується керівником підприємства.

Під час огляду в електроустановках понад 1000 В забороняється відкривати двері приміщень, комірок, що не обладнанні сітчастими огорожами або бар'єрами, якщо відстань між дверима і струмовідними частинами менша за зазначену в таблиці 2.3. Перелік таких приміщень і комірок затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство.

В електроустановках понад 1000 В, в яких вхід до приміщень, комірок обладнаний сітчастими огорожами або бар'єрами, під час огляду забороняється відкривати двері сітчастих огорож і проникати за огорожі чи бар'єри.

Забороняється під час огляду електроустановок виконувати будь-яку роботу.

Огляди, виявлення і ліквідація несправностей в електроустановках без місцевих чергових працівників виконуються централізовано виїзними працівниками, що здійснюють нагляд і роботи на об'єкті (чи групі об'єктів). Періодичність цих робіт встановлюється особою, відповідальною за електрогосподарство,

залежно від місцевих умов. Результати оглядів фіксуються в оперативному журналі.

Працівники, які не обслуговують дану електроустановку, допускаються до огляду з дозволу особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства, цеху, дільниці.

Двері приміщень електроустановок (щитів, збірок тощо) мають бути постійно замкнені.

Для кожного приміщення має бути не менше двох комплектів ключів, один з яких є запасним. Ключі від приміщень РУ не повинні пасувати до дверей комірок і камер.

Ключі повинні бути пронумеровані і перебувати на зберіганні в оперативних або в адміністративно-технічних працівників. В електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі повинні перебувати на пункті керування у оперативного працівника, який є старшим по зміні. Ключі слід видавати під розписку:

- під час огляду працівникам, яким дозволено одноособовий огляд, та оперативно-ремонтним працівникам, в тому числі й тим, що не перебувають на зміні, під час виконання ними робіт в електроустановках за нарядом чи розпорядженням;

- на час виконання робіт за нарядом чи за розпорядженням - керівнику робіт, допускачеві або наглядачеві.

Ключі підлягають поверненню щоденно після закінчення роботи.

Під час виконання робіт в електроустановках без місцевих оперативних працівників ключі підлягають поверненню не пізніше наступного дня після повного закінчення робіт.

Особисті ключі для входу в приміщення дозволяється мати тільки оперативним працівникам, які приймають і здають зміну по телефону.

В приміщеннях електроустановок забороняється зберігання матеріалів та інструментів, що не належать до даної електроустановки.

Виконання робіт

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

У випадку одночасної роботи в електроустановках напругою до та понад 1000 В категорії робіт визначаються як для установок понад 1000 В.

До робіт, які виконуються зі зняттям напруги, належать роботи, що провадяться в електроустановці (або її частині), в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки (або їх частини), що перебувають під напругою, унеможливлено.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах.

В електроустановках напругою понад 1000 В, а також на ПЛ напругою до 1000 В до цих самих робіт належать роботи, які виконуються на відстанях від струмовідних частин, менших від вказаних в таблиці 2.3.

Таблиця 4.1 - Припустимі відстані до струмовідних частин, що перебувають під напругою, м

Напруга, кВ	Відстань від людини, інструментів, огорожень, не менше	Відстань від механізмів, не менше
До 1:	0,6	1,0
на ПЛ	не нормується	1,0
в решті		

електроустановок		
6-35	0,6	1,0
110	1,0	1,5
150	1,5	2,0
220	2,0	2,5

В процесі визначення допустимих відстаней в електроустановках інших напруг фактичні напруги слід відносити до наступних більших значень напруг, вказаних в наведеній таблиці.

Роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші - групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від зазначеної в таблиці 2.3, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно.

В електроустановках напругою понад 1000 В роботи без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них слід виконувати із застосуванням засобів захисту для ізоляції працівника від струмовідних частин або від землі. У випадку ізоляції працівника від землі роботи слід виконувати згідно зі

спеціальними інструкціями або технологічними картами, в яких передбачено необхідні заходи безпеки.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмовідних частинах чи поблизу від них необхідно:

- обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмовідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик;

- працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимі;

- застосовувати інструмент із ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізольований стрижень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмовідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно:

- тримати ізолювальні частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця;

- розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмовідними частинами двох фаз чи замикання на землю;

- користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям.

В разі виявлення порушень лакового покриття чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту користування ними забороняється.

В процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмовідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів.

Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

В електроустановках забороняється працювати у зігнутому стані, якщо в разі випрямлення відстань до струмовідних частин буде меншою від вказаної в графі 2 таблиці 2.3.

В процесі виконання робіт біля необгороджених струмовідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків.

Заносити довгі предмети (труби, драбини тощо) та працювати з ними в РУ, в яких унеможливлено випадковий дотик до частин, що перебувають під напругою, потрібно вдвох під постійним наглядом керівника робіт.

Риштування та драбини, що застосовуються для ремонтних робіт, мають бути виготовлені за ГОСТ, ДСТУ чи ТУ на них. Опорна частина драбин, що встановлюються на гладких поверхнях, має бути оббита гумою, а на опорних частинах драбин, що встановлюються на землі, мають бути гострі металеві наконечники. Драбини повинні верхнім кінцем надійно спиратися на міцну опору. У разі необхідності обіперти драбину на провід, вона повинна бути обладнана гачками в верхній частині. Зв'язані драбини застосовувати забороняється.

В разі встановлення приставних драбин на підкранових балках, елементах металевих конструкцій тощо необхідно надійно закріпити верхівку і низ драбини на конструкціях.

В процесі обслуговування та ремонту електроустановок застосування металевих драбин забороняється.

Роботу із застосуванням драбин виконують два працівники, один з яких перебуває знизу.

Стоячи на ящиках та інших сторонніх предметах виконувати роботи забороняється.

Роботи на кінцевих опорах ПЛ, що перебувають на території ВРУ, слід виконувати згідно з вимогами розділу 3.12 цих Правил.

Ремонтні працівники ліній перед тим, як зайти у ВРУ, повинні бути проінструктовані і заходити до місця робіт у супроводі

оперативного працівника з групою ІІІ; виходити з ВРУ після закінчення роботи чи під час перерви працівникам дозволяється під наглядом керівника робіт.

У прольоті перетину на ПЛ та у ВРУ в разі заміни проводів (тросів) та ізоляторів і арматури цих проводів (тросів), що розташовані нижче проводів під напругою, через проводи (троси), що замінюються, слід перекинути канати з рослинних та синтетичних волокон. Канати потрібно перекидати в двох місцях перетину і закріплювати їх кінці за якорі, конструкції тощо. Піднімання проводу (тросу) слід здійснювати поволі, без ривків.

Роботи на проводах (тросах) та на ізоляторах і арматурі цих проводів (тросів), розташованих вище від проводів (тросів), що перебувають під напругою, можуть бути дозволені за умови складення плану виконання робіт, що затверджується керівництвом підприємства, в якому мають бути передбачені заходи, що перешкоджають опусканню проводів (тросів), та заходи щодо захисту від наведеної напруги. Забороняється заміна проводів і тросів під час цих робіт без зняття напруги з проводів, що перетинаються.

Роботи на ПЛ в зоні наведеної напруги, пов'язані з доторканням до проводу (троса), спущеного з опори аж до землі, повинні виконуватися із застосуванням електрозахисних засобів (рукавички, штанги) чи з металевого майданчика, з'єднаної для вирівнювання потенціалу провідником з цим проводом (тросом). Допускається виконання робіт з землі без застосування електрозахисних засобів та металевого майданчика за умови

накладення заземлення на провід (трос) безпосередньо поблизу кожного місця дотику, але не далі ніж за 3 м від місця роботи.

Під час наближення грози слід припинити всі роботи на ПЛ, ПЛЗ і у ВРУ, а в ЗРУ - роботи на вводах і комутаційній апаратурі, безпосередньо з'єднаній з повітряними лініями.

Під час снігопаду, дощу, туману забороняються роботи, які вимагають застосування захисних ізолювальних засобів.

В разі виявлення замикання на землю в електроустановках від 6 до 35 кВ забороняється наближатися на відстань, меншу ніж 4 м - в закритих і меншу ніж 8 м - у відкритих РУ і на ПЛ.

Більше від вказаного в цьому пункті наближення до цього місця припустиме тільки для виконання операцій з комутаційною апаратурою для ліквідації замикання на землю, а також у разі необхідності вивільнення людей, що потрапили під напругу, та надання їм першої допомоги.

В цих випадках обов'язково слід користуватися як основними, так і додатковими електрозахисними засобами.

Працівникам слід пам'ятати, що після зникнення напруги з електроустановки вона може бути подана знову без попередження.

Встановлення і зняття запобіжників, як правило, проводиться за знятої напруги.

Під напругою, але без навантаження допускається знімати та встановлювати запобіжники на приєднаннях, в схемі яких відсутні комутаційні апарати, що дозволяють зняти напругу.

Під напругою і під навантаженням в освітлювальних мережах і у вторинних колах допускається знімати і встановлювати запобіжники трансформаторів напруги, запобіжники пробкового типу.

Під час зняття і встановлення запобіжників під напругою необхідно користуватися:

- в електроустановках напругою понад 1000 В - ізолювальними кліщами (штангою), діелектричними рукавичками та захисними окулярами (маскою);

- в електроустановках до 1000 В - ізолювальними кліщами чи діелектричними рукавичками, а в разі наявності відкритих плавких вставок - також і захисними окулярами (маскою).

Вимикати і вмикати роз'єднувачі, та вимикачі напругою понад 1000 В з ручним приводом слід в діелектричних рукавичках.

. В темний час доби дільниці робіт, робочі місця і підходи до них повинні освітлюватися. Освітленість має бути рівномірною, без засліплювальної дії на працівників освітлювальних пристроїв. Забороняється виконання робіт в неосвітлених місцях.

Всі працівники, які перебувають в приміщеннях з діючим електрообладнанням електростанцій і підстанцій (за винятком щитів керування релейних та їм подібних приміщень), в ЗРУ, ВРУ, в колодязях, тунелях та траншеях, а також на ПЛ, зобов'язані користуватися захисними касками.

Під час виконання земляних, зварювальних, підривних робіт, робіт із застосуванням спеціальних підіймачів, вантажопідіймальних, землерийних машин та інших механізмів в охоронній зоні діючих ПЛ і КЛ слід керуватися відповідними Правилами і нормами безпечного виконання цих видів робіт (Правила охорони електричних мереж, затверджені постановою Кабінету Міністрів України 04.03.97 N 209 (209-97-п), СНиП III-4 80*; Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України 16.12.93 N 127).

Виконання робіт в електроустановках з використанням спеціальних пристосувань, машин та механізмів слід провадити за технологічними картами та ППР.

Технологічні карти та ППР узгоджуються з посадовими особами, які безпосередньо відповідають за безпечну експлуатацію цих пристосувань, машин і механізмів, та службою охорони праці підприємства.

Узгоджені технологічні карти та ППР повинні бути затверджені керівником підприємства.

Виконання в електроустановках будь-яких робіт в зоні дії іншого наряду чи розпорядження повинно узгоджуватися з особою, яка видала цей наряд чи розпорядження.

4.4 Вимоги до діелектричних інструментів. Періодичність проведення випробувань

Таблиця 4.2 - Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Ізолюючі штанги	Ізолюючі штанги всіх
Ізолюючі кліщі	видів
Електровимірювальні	Ізолюючі кліщі
клі	Електровимірювальні
щі	кліщі
Показчики напруги	Показчики напруги
Діелектричні	Пристрої для створення
рукавички	безпечних умов праці під
Інструмент з	час проведення
ізолюючим покриттям	випробувань і вимірювань
	в електроустановках
	(показчики напруги для
	фазування, показчики
	пошкодження кабелів та
	ін.)

Таблиця 4.2.2 - Додаткові електрозахисні засоби для роботи в електроустановках

До 1000 В включно	Понад 1000 В
Діелектричне взуття	Діелектричні рукавички
Діелектричні килими	Діелектричне взуття
Ізолюючі підставки	Діелектричні килими
Ізолюючі накладки	Ізолюючі підставки
Ізолюючі ковпаки	Ізолюючі накладки
Сигналізатори напруги	Ізолюючі ковпаки
Захисні огороження (щити, ширми)	Штанги для перенесення і вирівнювання потенціалу
Переносні заземлення	Сигналізатори напруги
Плакати і знаки безпеки	Захисні огороження (щити, ширми)
Інші засоби захисту	Переносні заземлення
	Плакати і знаки безпеки
	Інші засоби захисту

Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються Правилами, Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ДНАОП 0.00-4.26-96), галузевими чинними нормативами тощо.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за

організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів.

Електрозахисні засоби повинні зберігатись у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо.

У встановлені нормативами терміни електрозахисні засоби повинні оглядатись з перевіркою їх наявності згідно з вимогами до комплектування, очищатись від пилу, забруднень тощо, періодично проходити спеціальні випробування на відповідність їх діелектричних, механічних і т.ін. показників чинним вимогам.

Крім того, електрозахисні засоби повинні оглядатись перед кожним їх застосуванням. При таких оглядах увага звертається на справність засобів захисту, відсутність тріщин, подряпин та деформації ізолюючих елементів, терміни чергової перевірки. У разі виявлення перерахованих дефектів чи простроченого терміну чергового випробування, користування електрозахисними засобами забороняється. При оглядах діелектричних рукавичок і діелектричного взуття увагу слід звертати на наявність вологи, забруднень, розривів, інших механічних пошкоджень. Відсутність розривів і проколів рукавичок перевіряється скручуванням їх від нарукавника в бік пальців. Вимоги до термінів випробування електрозахисних засобів, методики і параметрів цих випробувань регламентуються Правилами залежно від типу електрозахисних засобів.

У табл. 18.3 для деяких типів електрозахисних засобів, відповідно до Правил, наведені дані щодо виду експлуатаційних випробувань, їх термінів та величини напруги.

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями

необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц при температурі повітря $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ і регламентованій Правилами швидкості підвищення напруги. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту. При позитивних результатах випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавички, ізолювальний інструмент), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформляються протоколом встановленої форми.

Таблиця 4.3 - Види, терміни та параметри експлуатаційних випробувань ізолюючих електрозахисних засобів

Тип електрозахисних засобів	Вид випробувань	Періодичність випробувань, міс	Параметри напруги, кВ
Рукавички діелектричні	електр.	6	6
Взуття діелектричне	електр.	12/36	3,5/15
Діелектричні килимки	огляд	6	—
Діелектричні підставки	огляд	36	—
Ізольований інструмент з одношаровою ізоляцією	електр.	2	12
Штанги вимірювальні	діелектричні	12	2/3-кратна лінійна але > 40 кВ в установках напругою 1-35 кВ; 3-кратна лінійна в установках напругою > 110 кВ
Штанги оперативні	діелектричні	24	—
Електровимірювальні та ізольовані кліщі	діелектричні	24	2/3-кратна лінійна але > 40 кВ в установках напругою 6-105 кВ; 3-кратна лінійна в установках

			напругою 35 кВ
Діелектричні штанги переносних заземлень	діелектричні	24	50 при напрузі мережі 110-220; 100 при напрузі мережі 300-500

Електрозахисні засоби застосовуються в закритих електроустановках без будь-яких погодних обмежень, а у відкритих електроустановках і на повітряних лініях — тільки в суху погоду, за відсутності наморозі, мряки, опадів. Просто неба в сиру погоду застосовуються засоби захисту спеціальної конструкції, призначені для виконання робіт за таких умов.

Ізольовані електрозахисні засоби необхідно застосовувати за їх прямим призначенням згідно з вимогами Правил і тільки за напруги, що не перевищує ту, на яку вони розраховані.

В електроустановках напругою від 1 до 35 кВ ізолювальні штанги (крім вимірювальних), переносні заземлення, штанги-порохотяги, покажчики напруги, ізолюючі та вимірювальні кліщі застосовуються тільки в комплекті з додатковими засобами захисту — діелектричними рукавичками. При більших значеннях напруги застосування діелектричних рукавичок повинно регламентуватись інструкціями з експлуатації ізолюючих штанг.

При використанні ізолюючих електрозахисних засобів необхідно тримати їх за рукоятки до обмежувального кільця на них, на витягнутих руках, не допускати наближення ізолюючої частини цих засобів до струмовідних елементів інших фаз установки на небезпечну відстань, регламентовану Правилами безпечної експлуатації електроустановок.

У разі заміни запобіжників за допомогою ізолюючих кліщів крім діелектричних рукавичок, необхідно застосовувати захисні окуляри.

Перед кожним застосуванням в електроустановках покажчиків напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які перебувають

під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками. При перевірці справності однополюсних показників напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих показників.

Виконувати роботи в електроустановках з використанням діелектричних штанг, кліщів і подібних їм інших засобів захисту необхідно з землі, підлоги або безпечних стійких інвентарних конструкцій — стаціонарних чи пересувних площадок, з драбин тощо, які за конструкцією мають відповідати чинним технічним умовам на їх виготовлення. Забороняється використовувати для таких цілей випадкові підручні засоби — ящики, бочки і т.ін.

Система організаційно-технічних заходів і засобів. Основні організаційно-технічні заходи і засоби щодо попередження електротравм регламентуються ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, за якими відповідальність за організацію безпечної експлуатації електроустановок покладається на власника.

Згідно з чинними вимогами, власник повинен:

призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електроустановок (далі — відповідальний за електрогосподарство);

створити і укомплектувати відповідно до потреб електротехнічну службу;

розробити і затвердити посадові інструкції працівників електротехнічної служби та інструкції з безпечного виконання робіт в електроустановках з урахуванням їх особливостей;

створити на підприємстві такі умови, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, відповідно до чинних вимог, своєчасно здійснювали їх огляд, профілактичні, протиаварійні та приймально-здавальні випробування;

забезпечити своєчасне навчання і перевірку знань працівників з питань електробезпеки.

На малих підприємствах, за неможливості чи недоцільності створення електротехнічної служби, власник, на договірних засадах, доручає електротехнічним службам споріднених підприємств або фізичним особам, які мають відповідну підготовку, забезпечення справного стану і безпечної експлуатації електроустановок.

Фахівці служби охорони праці зобов'язані контролювати безпечну експлуатацію електроустановок і повинні мати групу IV з електробезпеки з правом інспектування.

Працівники, що обслуговують електроустановки, повинні мати відповідну професійну підготовку, групу з електробезпеки, підтверджену посвідченням встановленої форми (I...V), не мати медичних протипоказань і вікових обмежень щодо можливості виконання роботи в електроустановках.

Під час виконання службових обов'язків працівник повинен мати з собою посвідчення. За відсутності посвідчення або за прострочених термінів чергової перевірки знань працівник до роботи не допускається. Чергові перевірки знань працівників, що обслуговують електроустановки, проводяться кожні 12 місяців.

За вимогами і заходами безпеки роботи в електроустановках поділяються на три категорії:

- зі зняттям напруги;

- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;

- без зняття напруги на безпечній відстані від струмовідних частин. До робіт, що виконуються зі зняттям напруги, належать роботи,

- що проводяться в електроустановці, в якій зі струмовідних частин знято напругу і доступ в електроустановки, що перебувають під напругою, унеможливлено.

- До робіт, що виконуються без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах або на відстанях від цих частин, менших за безпечні.

До робіт без зняття напруги на безпечній відстані від струмовідних частин, що перебувають під напругою, належать роботи, при виконанні яких випадкове наближення людей, інструменту чи механізмів на меншу за безпечну відстань до цих частин є неможливим.

4.5 Практичний розрахунок.

Для запобігання електротравм і виникнення пожежі від прямого удару блискавки, розрахувати габарити пристрою блискавковідводу категорії К та зони захисту виробничих будівель споруд розмірами 65*20*10 м, що мають клас з вибухонебезпечності П-Па. Місце розташування промислового об'єкту $K \geq 20$. Тип блискавковідводу подвійний тросовий блискавковідвід.

Основні параметри споруди :

довжина А– 65 метрів;

ширина В – 20 метрів;

висота (h_x) С – 10 метрів.

Оскільки споруда прямокутна, малий радіус r_x по вершині споруди:

$$r_x = 1/2 B = 0,5 * 20 = 10 \text{ м.} \quad (4.1)$$

Висота від землі до точки провисання $h_{пр}$:

$$h_{пр} = (r_x + 1,85 h_x) : 1,7 = (10 + 1,85 * 10) : 1,7 = 16,76 \text{ м.} \quad (4.2)$$

Висота опори троса :

$$h_{оп} = h_{пр} + 2 = 16,76 + 2 = 18,76 \text{ м.} \quad (4.3)$$

Активна висота зони захисту h_0 :

$$h_0 = 0,85 \times h_{\text{пр}} = 0,85 * 16,76 = 14,24 \text{ м.} \quad (4.4)$$

Знаходимо радіус зони захисту на рівні землі - r_0 :

$$\begin{aligned} r_0 &= (1,35 - 0,0025 \times h_{\text{оп}}) \times h_{\text{оп}} = \\ &= (1,35 - 0,0025 * 18,76) * 18,76 = 24,44 \text{ м.} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Знаходимо радіус зони захисту (r_x) на висоті споруди (h_x) :

$$\begin{aligned} r_x &= (1,35 - 0,0025 \times h_{\text{пр}}) \times (h_{\text{пр}} - 1,2 h_x) = \\ &= (1,35 - 0,0025 * 16,76) * (16,76 - 1,2 * 10) = 6,22 \text{ м.} \end{aligned} \quad (4.6)$$

Визначимо відстань L між опорами :

$$L = 2(r_0 - r_x) = 2 * (24,44 - 6,22) = 18,22 \leq 120 \text{ м} \quad (4.7)$$

Зона перекриття для одного тросу (d) на рівні висоти споруди :

Висновок.

$$d_x = 2r_x = 2 * 6,22 = 12,44 \text{ м}$$

При наявності двох блискавкозахисних тросів і отриманих розрахунках ми маємо гарантований захист споруди з невеликим перекриттям. Тому відстань між блискавковідводами повинна бути $d_x \leq 12,44 \text{ м}$.

ВИСНОВКИ

Об'єктом дипломного проектування є цех №2 який виготовляє метолаконструкції.

Під час розробки проекту було розраховано:

1. Електричні навантаження в освітлювальній мережі.
2. Навантаження по цеху №2.
3. Електричні навантаження по ТП.
4. Компенсацію реактивної потужності та силових трансформаторів.
5. Пускова та захисна апаратура.

Було проаналізовано заходи з енергозбереження в системі електроприводу. Розраховано потужність двигуна конвеєра та проаналізувавши данні обґрунтовано встановлення частотного перетворювача.

Розглянуто питання з охорони праці такі як:

1. Обґрунтування рішення щодо розміщення кабельних ліній.
2. Кваліфікаційні вимоги до персоналу що обслуговує електроустаткування.
3. Вимоги безпеки під час встановлення, експлуатації та ремонту електрообладнання.
4. Вимоги до діелектричних інструментів. Періодичність проведення випробувань.

Проведено практичні розрахунки габариту пристрою блискавковідводу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник по проектированию электроснабжения / Под редакцией Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 576 с.
2. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Под общ. ред. А.А.Федорова и Г.В. Сербиновского. Кн.2. Технические сведения об оборудовании. – М.: «Энергия», 1974. – 528 с.
3. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
4. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
5. ГОСТ 12.0.00374. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
6. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
7. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. - М., 1986.
8. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
9. Техника безопасности в электроэнергетических установках: Справочное пособие / под редакцией П.А. Долина. — М.: Энергоатомиздат, 1986.
10. Липкин Б.Ю. Електроснабжение промышленных предприятий и установок.-М.: Высшая школа, 1990.
11. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. Энергетический справочник инженера. — К.:Техніка, 1983.
12. Г.С.Гринберг Б.А. Делибаш. Цеховые электрические сети напряжением до 1000 В. –М., Энергия., 1977.

13. Терешкевич Л.Б , Терешкевич Н.В. Волоцький А.М. Проектування цехових електричних мереж і освітлювальних установок, Вінниця, ВНТУ 2006.

14. Закон України Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів.