

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

В.П. Квасніков
“ _____ ” _____ 2022 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

Тема: «Система електропостачання цеху обробки корпусних деталей»

Д.Р.

Виконавець _____
(підпис)

студентка 208М групи Косміна
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____
(підпис)

д.т.н., професор Квасніков В.П.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу
«Охорона праці»:

_____ Козлітін О.О.
(підпис) (П.І.Б.)

Консультант розділу
«Охорона навколишнього
середовища»:

_____ Дмитруха Т.І.
(підпис) (П.І.Б.)

Нормоконтролер:

_____ Катаєва М.О.
(підпис) (П.І.Б.)

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра: комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Освітній ступень: «Магістр»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Квасніков

« _____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Косміна Дарина Ростиславівна

(П.І.Б. випускника)

1. Тема проекту «Система електропостачання цеху корпусних деталей» затверджена наказом ректора від «21» 09. 2022 року № 1608/од
2. Термін виконання проекту: з 19.09.2022 р. по 20.11.2022 р.
3. Вихідні дані до проекту: матеріали переддипломної практики; перелік електроприймачів цеху у кількості 32 та значення їх параметрів; план розміщення електроприймачів цеху; напруга живлення цехової підстанції 10 кВ; категорія споживачів за надійністю електропостачання III ; час використання найбільшого навантаження $T_{НБ} = 2800$ год.; фактична температура навколишнього середовища $T_{сер} = 27$ °С; струм трифазного КЗ з боку ВН ЦТП $I_{кз} = 10,2$ кА; кількість змін (3) та кількість робочих годин (30) на тиждень для однієї зміни.
4. Зміст пояснювальної записки: Загальна частина: вибір напруги живлення цехової мережі та місця розміщення ЦТП, визначення розрахункових силових навантажень, вибір схеми цехової мережі та варіанту конструктивного виконання, вибір трансформаторів ЦТП, вибір кабелів та комутаційно-захисної апаратури. Спеціальна частина: управління режимом роботи вентиляційної установки.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: Аркуш №1 – План цеху з розташуванням технологічного обладнання, ЦТП, електричними мережами та пристроями заземлення. Аркуш №2 – Схема електропостачання цеху. Аркуш №3 – Схема керування вентиляційної установки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вивчення інформаційних джерел	19.09–01.10.22	
2.	Розділ 1. (Система електропостачання цеху обробки корпусних деталей)	02.10–20.10.22	
3.	Розділ 2. (Управління режимом роботи вентиляційної установки)	21.10-29.10.22	
4.	Розділ 3. (Охорона праці)	30.10-04.11.22	
5.	Розділ 4. (Охорона навколишнього середовища)	05.11-10.11.22	
5.	Розробка креслень	10.11–19.11.22	

7. Дата видачі завдання: “19” вересня 2022 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ Квасников В.П.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Косміна Д.Р.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Система електропостачання цеху обробки корпусних деталей»: 91 с., 10 рис., 13 табл., 16 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: система електропостачання цеху обробки корпусних деталей з взятою за основу потужністю технологічного обладнання 618,3 кВт.

Мета роботи: розробити систему електропостачання цеху обробки корпусних деталей встановленою потужністю технологічного обладнання 618,3 кВт. Розробки виконувались на основі електротехнічних розрахунків: визначення електричних навантажень електроприймачів нижчих рівнів системи електропостачання з використанням методу впорядкованих діаграм, ієрархічного підходу до визначення навантажень на вищих рівнях СЕП підприємства. Вибір потужності та числа трансформаторів цехової трансформаторної підстанції.

У результаті дипломного проекту було виконано проект системи електропостачання цеху обробки корпусних деталей з високими техніко-економічними показниками.

Результати роботи рекомендується перейти до практичної частини впровадження спроектованої системи електропостачання цеху обробки корпусних деталей.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	
ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1 СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ ОБРОБКИ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ.....	
1.1 Характеристика електроприймачів цеху. Вибір напруги живлення цехової мережі та місця розміщення ЦТП.....	
1.2 Визначення розрахункового силового навантаження на першому рівні СЕП....	
1.3 Вибір схеми цехової мережі та варіанту конструктивного виконання.....	
1.4 Визначення розрахункового силового навантаження на другому рівні СЕП....	
1.5 Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні.....	
1.6 Розрахунок освітлювальних навантажень.....	
1.7. Визначення сумарних навантажень цеху.....	
1.8 Вибір кількості та потужності трансформаторів цехової трансформаторної підстанції.....	
1.9 Компенсація реактивних навантажень.....	
1.10 Вибір перерізу провідників ліній цехової мережі.....	
1.11 Вибір перерізу провідників ліній розподільчої цехової мережі	
1.12 Розрахунок струмів КЗ в мережі до 1 кВ.....	
1.13 Вибір електричних апаратів в мережі напругою до 1 Кв.....	
РОЗДІЛ 2. УПРАВЛІННЯ РЕЖИМОМ РОБОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ.	
2.1 Вимоги до електроприладу вентилятора.....	
2.2 Керування роботою вентиляційної установки.....	
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВБК – високовольтна батарея конденсаторів

НБК – низьковольтна батарея конденсаторів

ККУ – комплектна конденсаторна установка

КТП – комплектна трансформаторна підстанція

ПРЕ - пункт розподілу електроенергії

РП – розподільчий пункт

РУВН - розподільчий пристрій з боку вищої напруги

РУНН - розподільчий пристрій з боку нижчої напруги

СЕП – система електропостачання

СП - силовий пункт

ЦЕН - центр електричних навантажень

ЦТП – цехова трансформаторна підстанція

ВСТУП

Система електропостачання є частиною електроенергетики промисловості, транспорту, агропромислового комплексу і всіх інших складових, що забезпечують життєдіяльність громадян, може бути визначена від межі розділу «підприємство - енергосистема» до кожного електроприймача.

Системи електропостачання промислових підприємств створюються для забезпечення живлення електроенергією промислових приймачів, до яких належать електродвигуни різних машин і механізмів, електричні печі, електролізні установки, апарати й машини для електричного зварювання, освітлювальні установки тощо.

Проектування систем електропостачання промислових підприємств є складною і відповідальною задачею. Прийняття проектних рішень безпосередньо впливає на об'єм і трудомісткість монтажних робіт, зручність та безпечність експлуатації електротехнічних установок систем електропостачання.

Основою створення раціональної СЕП є розрахунок електричних навантажень. Навантаження визначають необхідні технічні характеристики елементів електричних мереж: перерізи і марки провідників і струмопроводів, потужності й типи трансформаторів. Перевищення очікуваних навантажень приводить до перевитрати дротів і кабелів, завищення потужності трансформаторів, а зменшення – до зайвих втрат у мережах, перегріву провідників і трансформаторів, підвищеному тепловому зносу й скороченню нормального терміну їхньої роботи.

Основною вимогою, що висувається до проектів систем електропостачання, є надійність електропостачання споживачів. Надійність електропостачання забезпечується вибором найбільш досконалих електричних апаратів, силових трансформаторів, кабельно-провідникової продукції, відповідністю електричних навантажень в нормальних і аварійних режимах номінальним навантаженням цих елементів.

РОЗДІЛ I

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ ОБРОБКИ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Характеристика електроприймачів цеху. Вибір напруги живлення цехової мережі та місця розміщення ЦТП

Цех обробки корпусних деталей для механічної та антикоризійної обробки виробів. Він містить машинний відділ, гальванічне та зварювальне відділення. Крім того, є допоміжні, побутові та службові приміщення.

Розміри цеху $A \times B \times H = 36 \times 24 \times 8$ м. Перелік електроприймачів цеху наведено в таблиці 1.1. Споживана потужність p_n вказана для одного електроприймача:

Умови роботи системи електропостачання цеху:

- напруга живлення цехової підстанції - 10
- категорії споживачів за надійності електропостачання - III
- найвищий час використання $T_{нб}$ для завантаження - 2800
- фактична температура навколишнього середовища $T_{сер}$ - 27
- трифазний струм короткого замикання на стороні ВН ЦТП $I_{кз}$ - 10,2
- кількість змін - 3
- кількість робочих годин на тиждень за одну зміну - 30

З урахуванням умов забезпечення безпеки експлуатації електричної мережі та обладнання приймаю за номінальну напругу цехової мережі приймаю $U_n = 380$ В. Електроприймачі розраховані на змінний трифазний струм та напругу 380 В промислової частоти, вони встановлюються стаціонарно.

Відомості про електричні навантаження заводу

Поз.	Назва електроприймача	P_n , кВт	$\cos\varphi$	k_z	k_B
1...4	Зварювальні апарати	52	0,88	0,8	0,7
5...9	Гальванічні ванни	28	0,74	0,8	0,7
10, 11	Вентилятори	10	0,74	0,8	0,7
12, 13	Поздовжньо-фрезерні верстати	33	0,86	0,75	0,5
14, 15	Горизонтально-розточувальні верстати	12,5	0,82	0,75	0,5
16,24,25	Агрегатно-розточувальні верстати	14	0,82	0,75	0,5
17,18	Плоскошліфувальні верстати	12	0,8	0,9	0,6
19...23	Крани консольні поворотні	9,5	0,85	0,9	0,9
26	Токарно-шліфувальний верстат	11	0,95	0,9	0,6
27...30	Радіально-свердлильні верстати	5,2	0,86	0,85	0,75
31,32	Алмазно-розточувальні верстати	7	0,95	0,9	0,6
	Встановлена потужність	618,3			

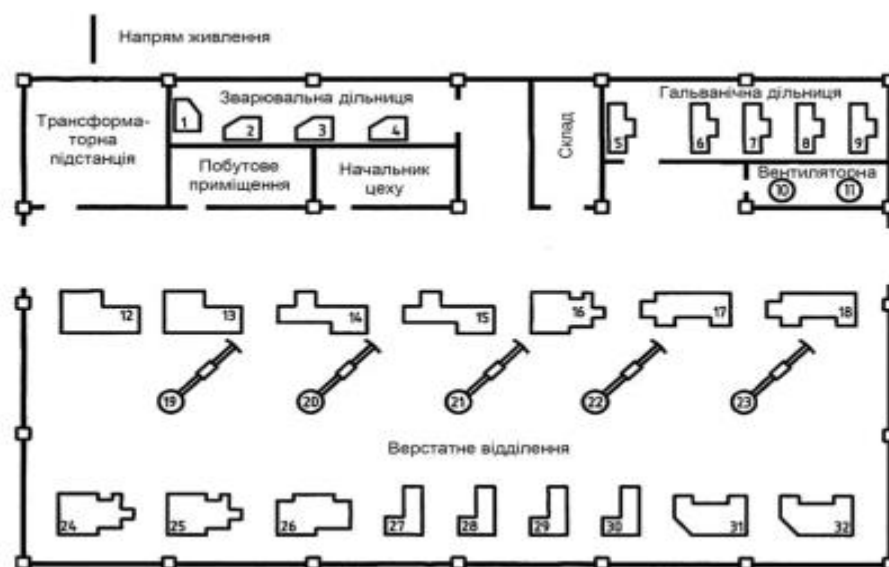


Рис. 1.1 – План електроприймачів цеху обробки корпусних деталей

Вибираючи місцезнаходження цеху трансформаторної підстанції

(ЦТП) необхідно визначити центр електричних навантажень (ЦЕН). Координати системи ЦЕН визначаються в умовній системі координат, яка пердставлена довільним зображенням та умовними одиницями вимірювання [1].

Координати ЦЕН розраховуються за активною потужністю без урахування тривалості роботи ЕП щодо осей координат:

$$X_{ц} = \frac{\sum_i P_{ni} x_i}{\sum_i P_{ni}}; \quad (1.1)$$

$$Y_{ц} = \frac{\sum_i P_{ni} y_i}{\sum_i P_{ni}}, \quad (1.2)$$

де P_{ni} - номінальна активна потужність i -го ЕП; x_i , y_i – координати i -го ЕП.

Таблиця 1.2

Розрахунок координат центру електричних навантажень цеху

Поз.	Найменування ЕП	P_n	x_i	y_i	$P_{ni} x_i$	$P_{ni} y_i$
1	2	3	4	5	6	7
1	Зварювальний апарат	52	36,2	25,2	1882,4	1310,4
2	Зварювальний апарат	52	20,1	43,3	1045,2	2251,6
3	Зварювальний апарат	52	26,2	43,3	1362,4	2251,6
4	Зварювальний апарат	52	31,6	43,3	1643,2	2251,6
5	Гальванічна ванна	28	49,7	44,4	1391,6	1243,2
6	Гальванічна ванна	28	55,2	43,4	1545,6	1215,2
7	Гальванічна ванна	28	58,7	43,4	1643,6	1215,2
8	Гальванічна ванна	28	62,2	43,4	1741,6	1215,2
9	Гальванічна ванна	28	65,4	43,4	1831,2	1215,2
10	Вентилятор	10	62,8	37,6	628	376
11	Вентилятор	10	66,1	37,6	661	376
12	Поздовжньо-фрезерний верстат	33	5,6	25,4	184,8	838,2
13	Поздовжньо-фрезерний верстат	33	13	25,4	429	838,2

Продовження таблиці 1.2

14	Горизонтально-розточувальний верстат	12,5	26,2	25,2	327,5	315
15	Горизонтально-розточувальний верстат	12,5	29,3	25,2	366,25	315
16	Агрегатно-розточувальний верстат	14	38,1	24,9	533,4	348,6
17	Плоскошліфувальний верстат	12	51,6	26,1	619,2	313,2
18	Плоскошліфувальний верстат	12	63,6	26,1	763,2	313,2
19	Кран консольний поворотний	9,5	13,8	15,8	131,1	150,1
20	Кран консольний поворотний	9,5	25,6	15,8	243,2	150,1
1	2	3	4	5	6	7
21	Кран консольний поворотний	9,5	37,4	25,6	355,3	243,2
22	Кран консольний поворотний	9,5	49,5	15,8	470,25	150,1
23	Кран консольний поворотний	9,5	61	25,6	579,5	243,2
24	Агрегатно-розточувальний верстат	14	6,7	4,6	93,8	64,4
25	Агрегатно-розточувальний верстат	14	14,5	4,6	203	64,4
26	Токарно-шліфувальний верстат	11	22,4	4,5	246,4	49,5
27	Радіально-свердлильний верстат	5,2	29	6,2	150,8	32,24
28	Радіально-свердлильний верстат	5,2	34,6	6,2	179,92	32,24
29	Радіально-свердлильний верстат	5,2	40,6	6,2	211,12	32,24
30	Радіально-свердлильний верстат	5,2	47	6,2	244,4	32,24
31	Алмазно-розточувальний верстат	7	55	4,4	385	30,8
32	Алмазно-розточувальний верстат	7	65	4,4	455	30,8
Разом		618,3			22547,94	19508,16
Координати ЦЕН			36,47	31,55		

Зміщуємо трансформаторну підстанцію в бік від джерела живлення.

1.2 Визначення розрахункового силового навантаження на першому рівні електропостачання

На першому рівні електропостачання навантаження на лінію створюється одним електроприймачем, тому для всіх таких приєднань розрахункову, реактивну та повну потужності навантаження визначають наступним чином:

$$p_p = k_x p_n; \quad (1.3)$$

$$q_p = p_p \operatorname{tg} \varphi; \quad (1.4)$$

де значення $\operatorname{tg} \varphi$ вираховується за величиною коефіцієнта потужності \cos :

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}[\arccos(\cos \varphi)] \quad (1.5)$$

$$s_p = \sqrt{p_p^2 + q_p^2} \quad (1.6)$$

Розрахунковий струм I_p приєднання:

$$I_p = \frac{s_p}{\sqrt{3}U_n} \quad (1.7)$$

Обраховані величини заносимо в таблицю 1.3.

В останньому рядку розраховується сумарна номінальна(встановлена) потужність $P_n = \sum p_n$ ЕП цеху та орієнтовне значення сумарного розрахункового струму $I_{p\Sigma} = \sum I_p$ ЕП цеху.

1.3 Вибір схеми цехової мереж та варіанту конструктивного виконання

Вибір схеми цехової мережі визначається величиною електричних навантажень, вибором схеми живлення електроприймачів (радіальна, магістральна або комбінована) і конструктивним виконанням мережі.

Таблиця 1.3

Розрахункове силове навантаження на першому рівні
електропостачання

Поз.	Назва електроприймача	P_n , кВт	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВар	S_p , кВА	I_p , А
1...4	Зварювальний апарат	52	0,88	0,54	41,6	22,45	47,27	71,82
5...9	Гальванічна ванна	28	0,74	0,91	22,4	20,36	30,27	45,99
10, 11	Вентилятор	10	0,74	0,91	8	7,27	10,81	16,43
12, 13	Поздовжньо-фрезерний верстат	33	0,86	0,59	24,75	14,69	28,78	43,73
14, 15	Горизонтально-розточувальний верстат	12,5	0,82	0,70	9,375	6,54	11,43	17,37
16, 24,25	Агрегатно-розточувальний верстат	14	0,82	0,70	10,5	7,33	12,80	19,45
17,18	Плоскошліфувальний верстат	12	0,8	0,75	10,8	8,10	13,50	20,51
19...23	Кран консольний поворотний	9,5	0,85	0,62	8,55	5,30	10,06	15,28
26	Токарно-шліфувальний верстат	11	0,95	0,33	9,9	3,25	10,42	15,83
27...30	Радіально-свердлильний верстат	5,2	0,86	0,59	4,42	2,62	5,14	7,81
31,32	Алмазно-розточувальний верстат	7	0,95	0,33	6,3	2,07	6,63	10,08
	Разом	618,3			498,68	331,18	602,44	915,31

Розподіл електричної енергії до споживачів цеху здійснюємо через розподільчі пристрої 0,4 кВ.

Електроприймачі цеху групуємо у 6 груп, для кожної з яких передбачаємо встановлення розподільчого силового пункту.

Для живлення цехових споживачів електроенергії, використовується система трифазного змінного струму напругою 380 В із глухо заземленою нейтралі трансформатора в КТП.

На вибір схеми розподілу електроенергії та її конструктивного виконання впливали наступні чинники: вимоги до безперервного електропостачання; розміщення технологічного обладнання по площі цеху; умови середовища в цеху.

У разі прокладання КЛ у виробничих приміщеннях, кабелі мають бути доступними для ремонту та огляду. Запроектовано прокладання кабелів системою кабельних коробів, які встановлюються у бетонну стяжку, під час формування рівня чистої підлоги цеху. Використовуємо одноканальні короби, довжина секцій 2000 мм. В залежності від призначення, використовуємо секції прямі типу СП, кутові секції типу СУ, потрійні секції типу СТ та перехідні секції типу СПК.

Кабельний короб використовується із знімною кришкою, яка встановлюється на рівні підлоги. Кришки на різну кількість силових розеток із захистом рівня IP30 по ГОСТ14254 можна монтувати в будь-якому місці кабельного каналу, що збільшує гнучкість системи.

Кабельна мережа виконується кабелем типу АВВГ.

Для розподілу електричної енергії від ТП до цехових СП приймаємо радіальну схему.

1.4 Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні електропостачання

Результати розрахунку електричного навантаження на другому третьому рівнях зводяться в таблицю за формою Ф636-92, табл. 1.3 [1, с. 7-13, 17-20; 2,

с.42-75]. На другому рівні електропостачання навантаження на лінію живлення створюється групою ЕП, які приєднані до ПРЕ. Розрахунки для групи ЕП, що приєднані до одного ПРЕ, виконуються у наступній послідовності.

В рамках кожної групи однотипні споживачі з однаковими параметрами записуються до табл. 1.4 одним рядком, причому у стовпчику 2 вказується їх кількість. В стовпчику 1 записують найменування ЕП, вказуючи позиційне позначення (або декілька позиційних позначень) в дужках. Номінальну потужність (p_n , кВт) одного ЕП (для групи однотипних ЕП – також одного ЕП) записують в стовпчик 3.

Значення загальної потужності P_n однотипних ЕП у стовпчику 4 обчислюють як добуток кількості ЕП n зі стовпчика 3 та потужності p_n одного ЕП зі стовпчика 4:

$$P_n = n \cdot p_n, \quad (1.8)$$

Значення коефіцієнта використання k_B одного ЕП або групи однотипних ЕП у стовпчику 5 вказується з вихідних даних. Також з вихідних даних у стовпчик 6 вноситься величина коефіцієнта потужності \cos . Величина $\operatorname{tg}\varphi$ вираховується згідно залежності (1.3). В стовпчику 7 розраховується добуток

$k_B P_n$ коефіцієнта використання k_B зі стовпчику 5 та загальної номінальної потужності P_n однотипних ЕП (стовпчик 4). У стовпчик 8 заноситься величина $k_B P_n \operatorname{tg}\varphi$, яка дорівнює добутку стовпчика 7 та значення $\operatorname{tg}\varphi$ зі стовпчика 6. У стовпчику 9 обчислюється величина p_n^2 як добуток кількості n однотипних ЕП зі стовпчика 2 та квадрату потужності p_n одного ЕП зі стовпчика 3. Для кожного споживача заповнюються тільки стовпчики 2-9.

Підсумок по кожному ПРЕ, тобто параметри електричного навантаження на другому рівні електропостачання, обраховується наступним чином. У підсумок стовпчику 2 заноситься загальна кількість ЕП групи $\sum_i P_{ni}$, яка дорівнює сумі вмісту стовпчика 2. Підсумок по стовпчику 7 дорівнює $\sum_i k_{Bi} P_{ni}$, тобто сумі вмісту стовпчика 7. У підсумок стовпчика 4 заносять загальну потужність ЕП

групи $\sum_i P_{ni}$ як суму вмісту стовпчика 4. Підсумком по стовпчику 5 для кожного ПРЕ є груповий коефіцієнт використання КВ, значення якого обчислюється наступним чином:

$$K_B = \frac{\sum_i k_{Bi} P_{ni}}{\sum_i P_{ni}}, \quad (1.9)$$

де $\sum_i k_{Bi} P_{ni}$ - підсумок за стовпчиком 7; $\sum_i P_{ni}$ - загальна потужність ЕП групи (підсумок за стовпчиком 4).

Підсумком по стовпчику 8 є величина $\sum_i k_{Bi} P_{ni} \operatorname{tg} \varphi$, яка обчислюється як сума елементів стовпчика 8. Підсумком стовпчика 9 є величина $\sum_i n_i p^2$, яка обчислюється як сума елементів стовпчика 9.

У підсумок стовпчика 10 заносять ефективне число ЕП n_e , яке обчислюють наступним чином:

$$n_e = \frac{\left(\sum_i P_{ni} \right)^2}{\sum_i n_i p_{ni}^2}, \quad (1.10)$$

де $\left(\sum_i P_{ni} \right)^2$ - квадрат загальної потужності ЕП групи, ця величина обчислюється як квадрат підсумку по стовпчику 4; $\sum_i n_i p^2$ - підсумок стовпчика 9.

Коефіцієнт розрахункового навантаження K_p , значення якого заноситься у підсумковий рядок стовпчика 11, необхідно визначити за таблицею [4, с.21-22, табл. 1]. Значення K_p визначається за ефективним числом ЕП n_e та груповим коефіцієнтом використання K_B . Якщо обраховане значення K_B знаходиться між опорними значеннями, наведеними в таблиці, то необхідно виконати лінійну

інтерполяцію по двом найближчим вузлам, на основі чого обчислити шукане значення K_p .

Коефіцієнт розрахункового навантаження K_p визначається за ефективним числом ЕП n_e та груповим коефіцієнтом використання K_B . Якщо обраховане значення K_B знаходиться між опорними значеннями, необхідно виконати лінійну інтерполяцію по двом найближчим вузлам, на основі чого обчислити знайдене значення K_p .

$$K_p = \left(\frac{K_{p2} - K_{p1}}{K_{B2} - K_{B1}} \right) (K_B - K_{B1}) + K_{p1} \quad (1.11)$$

Розрахункову активну потужність P_p навантаження СП:

$$P_p = K_p \cdot \sum_i k_{Bi} P_{mi} \quad (1.12)$$

Розрахункова реактивна потужність Q_p навантаження СП:

$$Q_p = \begin{cases} 1,1 \sum_i k_{Bi} P_{mi} \cdot \operatorname{tg} \varphi, & \text{якщо } n_e \leq 10; \\ \sum_i k_{Bi} P_{mi} \cdot \operatorname{tg} \varphi, & \text{якщо } n_e > 10, \end{cases} \quad (1.13)$$

де $\sum_i k_{Bi} P_{mi} \operatorname{tg} \varphi$ - підсумок стовпчика 8.

Повну розрахункову потужність S_p вираховуємо за наступною формулою:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.14)$$

Коефіцієнт потужності СП $\cos \varphi_{сп}$, $\operatorname{tg} \varphi_{сп}$ вираховуються наступним виразом:

$$\cos \varphi_{сп} = \frac{P_p}{S_p}; \operatorname{tg} \varphi_{сп} = \frac{Q_p}{P_p}; \quad (1.15)$$

Розрахунковий струм I_p СП:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (1.16)$$

де U_n - напруга цехової мережі 0,38 кВ.

Розрахунки виконуємо окремо по кожній групі електроприймачів, які планується жити від силових пунктів. Розрахунки заносимо в таблицю 1.4.

1.5 Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні електропостачання

Значення параметрів підсумкового навантаження на шинах ЦТП (третій рівень електропостачання) заноситься у рядок «Третій рівень» табл. 1.4. У стовпчик 2 заноситься загальна кількість ЕП цеху. До стовпчика 4 заносять загальну номінальну потужність $\sum_i P_{ні}$ силових ЕП цеху. До стовпчика 7 заносять величину $\sum_i k_{Ві} P_{ні}$, обраховану по всім ЕП цеху. До стовпчика 5 записують груповий коефіцієнт використання K_B , значення якого обчислюється згідно залежності (1.9) для всіх силових ЕП цеху. До стовпчика 8 заносять величина $\sum_i k_{Ві} P_{ні} \operatorname{tg} \varphi_i$, яка обчислюється для всіх ЕП цеху. До стовпчика 9 заносять значення величини $\sum_i n_{ір 2}$, що обраховано для всіх ЕП цехової мережі.

На третьому рівні постачання у зв'язку зі значним обсягом ЕП, допускається ефективна кількість ЕП (зазначається у графі 10), що визначається за спрощеною формулою:

$$n_e = \frac{2 \sum P_{\text{нi}}}{P_{\text{н.max}}}, \quad (1.17)$$

де $P_{\text{н.max}}$ - номінальна активна потужність найбільшого потужного ЕП цеху.

Таблиця 1.4

Розрахунок електричних навантажень за формою Ф636-92

Вихідні дані								Розрахункові величини			Ефективне число ЕП n_e	Коефіцієнт розрахункової потужності, K_p	Розрахункова потужність			Розрахунковий струм I_p, A
по завданню технологів					довідникові дані								Активна, P_p , кВт	Реактивна Q_p , кВАр	Повна S_p , кВА	
Поз.	Найменування ЕП	Кількість ЕП n , шт.	Встановлена потужність кВт		Коефіцієнт використання, K_v	Коефіцієнт потужності		$K_v \cdot P_{ном}$	$K_v \cdot P_{ном} \cdot tg\phi$	$n \cdot p_{2ном}$						
			Одного ЕП $p_{ном}$	Загальна $P_{ном} = n \cdot p_{ном}$		$cos\phi$	$tg\phi$									
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
1...4	Зварювальний апарат	4	52	208	0,70	0,88	0,54	145,6	78,59	10816	—	—	—	—	—	—
	Всього по ПРЕ1	4	—	208	0,70	0,87	0,56	145,6	78,59	10816	4	1,06	154,34	86,445	176,897	268,766
5...9	Гальванічна ванна	5	28	140	0,70	0,74	0,91	98	89,07	3920	—	—	—	—	—	—
	Всього по ПРЕ2	5	—	140	0,70	0,72	0,97	98	89,07	3920	5	1,03	100,94	97,982	140,675	213,733
10,11	Вентилятор	2	10	20	0,70	0,91	0,46	14	6,42	200	—	—	—	—	—	—
	Всього по ПРЕ3	2	—	20	0,70	0,91	0,46	14	6,42	200	2	1,14	15,96	7,064	17,454	26,518
12,13	Поздовжньо-фрезерний верстат	2	33	66	0,50	0,86	0,59	33	19,58	2178	—	—	—	—	—	—
14,15	Горизонтально-розточувальний верстат	2	12,5	25	0,50	0,82	0,70	12,5	8,73	312,5						
16	Агрегатно-розточувальний верстат	1	14	14	0,50	0,82	0,70	7	4,89	196						
17,18	Плоскошліфувальний верстат	2	12	24	0,60	0,80	0,75	14,4	10,80	288						
	Всього по ПРЕ4	7	—	129	0,52	0,85	0,62	66,9	43,99	2974,56	6	1,16	77,604	48,391	91,455	138,952

Продовження таблиці 1.4

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
19...23	Кран консольний поворотний	5	9,5	47,5	0,90	0,85	0,62	42,75	26,49	451,25	—	—	—	—	—	—
24	Агрегатно-розточувальний верстат	1	14	14	0,50	0,82	0,70	7	4,89	196						
	Всього по ПРЕ5	6	—	61,5	0,81	0,82	0,69	49,75	31,38	647,25	6	1	49,75	34,518	60,552	91,999
25	Агрегатно-розточувальний верстат	1	14	14	0,50	0,82	0,70	7	4,89	196	—	—	—	—	—	—
26	Токарно-шліфувальний верстат	1	11	11	0,60	0,95	0,33	6,6	2,17	121						
27...30	Радіально-свердлильний верстат	4	5,2	20,8	0,75	0,86	0,59	15,6	9,26	108,16	—	—	—	—	—	—
31,32	Алмазно-розточувальний верстат	2	7	14	0,60	0,95	0,33	8,4	2,76	98						
	Всього по ПРЕ6	8	—	59,8	0,63	0,88	0,54	37,6	19,07	523,160	7	1,04	39,104	20,980	44,377	67,423
	Третій рівень	32	—	618,3	0,67	0,84	0,65	411,85	268,53	19080,91	20,035	0,9	370,665	241,676	442,493	672,298
	Робоче освітлення	—	—	14,256	—	—	—	—	—	—	—	—	11,405	7,068	13,417	20,386
	Аварійне освітлення	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,141	0,707	—	—
	Освітлення території	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,141	0,707	—	—
	Разом по цеху	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	384,35	250,16	458,589	696,755

Коефіцієнт розрахункового навантаження K_p на шинах НН ЦТП, значення якого заноситься до стовпчика 11, визначають згідно [4, с.22, табл. 2].

Розрахункову активну потужність P_p навантаження на третьому рівні електропостачання (стовпчик 12) обчислюють згідно залежності (1.9) для коефіцієнта K_p розрахункового навантаження на шинах НН ЦТП. Розрахункову реактивну потужність Q_p на третьому рівні електропостачання (стовпчик 13) обчислюють згідно залежності:

$$Q_p = K_p \cdot \sum_i k_{Bi} P_{ni} \cdot \operatorname{tg}\varphi \quad (1.18)$$

Повну розрахункову потужність S_p вираховують згідно залежності (1.8).

Коефіцієнти потужності навантаження на шинах НН ЦТП $\cos\varphi_{cn}$, $\operatorname{tg}\varphi_c$ вираховуються виразом (1.15). Розрахунковий струм I_p споживачів третього рівня (стовпчик 15) вираховуємо згідно виразу (1.16).

Результати розрахунку заносимо в табл. 1.4.

1.6 Розрахунок освітлювальних навантажень

Встановлене навантаження робочого освітлення цеху згідно [3]:

$$P_{вст.о} = k_{пра} \cdot p_{н.о} \cdot F \cdot 10^{-3}, \quad (1.19)$$

де $k_{пра}$ - коефіцієнт, що враховує потужність пускових приладів (для ламп розжарювання $k_{пра}=1,0$; для ламп типу ДРЛ $k_{пра}=1,1$; для люмінесцентних ламп низького тиску стартерних $k_{пра}=1,2$, безстартерних $k_{пра}=1,35$); $p_{н.о}$ -

питома встановлена потужність загального освітлення цеху, Вт/м² (згідно [2])

; F - площа цеху, м²

$$F = a \cdot b, \quad (1.20)$$

де a, b - відповідні сторони цеху;

$$F = 36 \cdot 24 = 864 \text{ м}^2$$

$$P_{вст.о} = 1,1 \cdot 864 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 14,256 \text{ кВт}$$

Сумарна активна $P_{р.о.}$ потужність робочого освітлювального навантаження цеху визначається за наступним виразом:

$$P_{р.о.} = K_{н.о} \cdot P_{вст.о}; \quad (1.21)$$

де $K_{н.о}$ - коефіцієнт попиту загального освітлення. Приймаємо $K_{н.о} = 0,8$.

$$P_{р.о.} = 0,8 \cdot 14,256 = 11,405 \text{ кВт}$$

Сумарна активна $P_{р.о.}$, реактивна $Q_{р.о.}$ та повна $S_{р.о.}$ потужності робочого освітлювального навантаження цеху визначаються наступними виразами:

$$Q_{р.о.} = P_{р.о.} \cdot \text{tg} \varphi_o; \quad (1.22)$$

$$S_{р.о.} = \sqrt{P_{р.о.}^2 + Q_{р.о.}^2}; \quad (1.23)$$

де $tg\varphi_o$ обраховується згідно формули (1.5) за коефіцієнтом $\cos\varphi_o$ освітлювального навантаження, для ламп ДРЛ $\cos\varphi_o = 0,85$.

$$tg\varphi = tg[\arccos(0,85)] = 0,62$$

$$Q_{p.o} = 11,405 \cdot 0,62 = 7,068 \text{ кВАр}$$

$$S_{p.o} = 11,405^2 + 7,068^2 = 13,42 \text{ кВА}$$

Розрахунковий струм $I_{p.o.}$ робочого освітленого навантаження:

$$I_{p.o} = \frac{S_{p.o}}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (1.24)$$

$$I_{p.o} = \frac{13,42}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 20,386 \text{ А}$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 1.4 у рядок «Робоче освітлення».

Розрахункові потужності аварійного освітлення $P_{p.a.o.}$, $Q_{p.a.o.}$ приймаються на рівні 10% від робочого освітлення:

$$P_{p.a.o} = 0,1 \cdot P_{p.o.} \quad (1.25)$$

$$P_{p.a.o} = 0,1 \cdot 11,405 = 1,141 \text{ кВт}$$

$$Q_{p.a.o} = 0,1 \cdot Q_{p.o.} \quad (1.26)$$

$$Q_{p.a.o} = 0,1 \cdot 7,068 = 0,707 \text{ кВАр}$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 1.4 у рядок «Аварійне освітлення».

Розрахункові потужності освітлені території навколо цеху $P_{p.t.o.}$, $Q_{p.t.o.}$ приймається 10% від робочого освітлення:

$$P_{p.m.o} = 0,1 \cdot P_{p.o.}, \quad (1.27)$$

$$P_{p.m.o} = 0,1 \cdot 11,405 = 1,141 \text{ кВт}$$

$$Q_{p.m.o} = 0,1 \cdot Q_{p.o.} \quad (1.28)$$

$$Q_{p.m.o} = 0,1 \cdot 7,068 = 0,707 \text{ кВАр}$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 1.4 у рядок «Освітлення території».

1.7 Визначення сумарних навантажень цеху

Сумарне розрахункове активне $P_{p\Sigma}$ та реактивне $Q_{p\Sigma}$ навантаження цеху дорівнюють сумі відповідних розрахункових потужностей силового та освітлювального навантаження:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{p.o.} + P_{p.a.o} + P_{p.m.o}, \quad (1.29)$$

$$P_{p\Sigma} = 370,665 + 11,405 + 1,141 + 1,141 = 384,35 \text{ кВт}$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_p + Q_{p.o.} + Q_{p.a.o} + Q_{p.m.o}, \quad (1.30)$$

$$Q_{p\Sigma} = 241,676 + 7,068 + 0,707 + 0,707 = 250,16 \text{ кВАр}$$

де P_p , Q_p - сумарні розрахункові активні та реактивні силові навантаження цеху.

Сумарне повне розрахункове навантаження цеху $S_{p\Sigma}$ становить:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \quad (1.31)$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{384,35^2 + 250,16^2} = 458,589 \text{ кВА}$$

Сумарний розрахунковий струм цеху вираховується згідно формули (1.16). Результати розрахунку заносимо в табл. 1.4. в відповідні стовпчики рядка «Разом по цеху».

1.8 Вибір кількості та потужності трансформаторів цехової підстанції

Вибір одно- або двотрансформаторної ЦТП здійснюється з урахуванням величини розрахункового навантаження цеху, а також відповідно до вимог ПУЕ до забезпечення надійної роботи електроприймачів [1, с.26-28, 32-33; 2, с. 76-78].

Питома густина навантаження S_{num} вираховуємо наступним виразом:

$$S_{num} = \frac{S_{p\Sigma}}{F}, \quad (1.32)$$

де $S_{p\Sigma}$ - сумарне навантаження цеху; F – площа цеху.

$$S_{num} = \frac{384,35}{864} = 0,53$$

Якщо $S_{num} < 0,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}/\text{м}^2$, то можливе застосування однострансформаторної підстанції. Оскільки електроприймачі цеху належать до III-ї категорії надійності, то, хоча $S_{num} < 0,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}/\text{м}^2$, приймаємо до встановлення однострансформаторну підстанцію.

Повна номінальна розрахункова потужність цехових трансформаторів вираховуємо за залежністю:

$$S_{н.т.р} = \frac{P_{p\Sigma}}{Nk_3}, \quad (1.33)$$

де k_3 – коефіцієнт завантаження, для споживачів III категорії $k_3 = 0.9/0.95$.

$$S_{н.т.р} = \frac{384,35}{0,9} = 427,1 \text{ кВА}$$

Номинальна потужність трансформатора обирається за умовою:

$$S_n \geq S_{н.т.р}, \quad (1.34)$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора, яка обирається зі стандартного ряду потужностей трансформаторів [2, с. 239, табл. Л1].

Приймаємо трансформатор потужністю 630 кВА.

Таблиця 1.5

Технічні дані трансформатора

Тип трансформатора	Номинальна потужність $S_n, \text{кВА}$	Номинальн а напруга, кВ		Втрати, кВт		Напруга КЗ, %	Струм ХХ, %
		ВН	НН	ХХ	КЗ		
				$P_{ХХ}$	$P_{КЗ}$		
ТМЗ-630/10	630	10	0,4	1,05	7,6	5,5	4,5

Таблиця 1.6

Результат розрахунку для підстанції

Найменування цеху	$\cos\phi/\text{tg}\phi$	Розрахункове навантаження			Кількість та потужність трансформаторів, шт x кВА
		$P_{p\Sigma},$ кВт	$Q_{p\Sigma},$ кВар	$S_{p\Sigma},$ кВФ	
Цех обробки корпусних деталей	0,838/0,65	384,35	250,16	458,589	1x630

Для електропостачання цеху приймаємо до монтажу однострансформаторну комплектну трансформаторну підстанцію внутрішнього типу установки КТП-630-10/0,4 УХЛ-1(рис.1.2) [5].



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд комплектної трансформаторної підстанції

Комплектна трансформаторна підстанція (КТП) потужністю 630 кВА і напругою 10 кВ призначена для перетворення, розподілу та прийому електричної енергії трифазного змінного струму частотою 50 Гц.

Використовуються в системах електропостачання промислових підприємств в регіонах з помірним кліматом для установки всередині неопалюваних приміщень.

До складу КТП входять (рис.1.3):

- прилад введення з боку високої напруги (УВН);
- силовий трансформатор;
- розподільчий пристрій з боку нижчої напруги (РУНН).

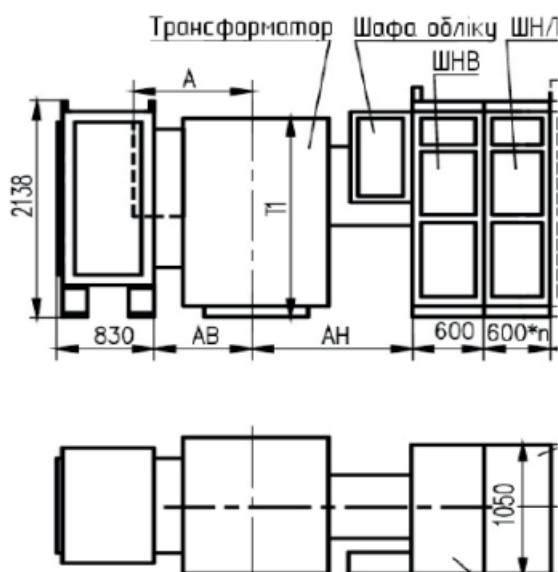


Рисунок 1.3 – План комплектної трансформаторної підстанції

УВН виконується у вигляді типу ШВВ-2Р - шафи з вимикачем навантаження типу ВНПР (рис. 1.4) і запобіжниками ПКТ. Вимикач ВНПР має пружинно-важільний привід, більш простий і надійний пружинний привід ВНП.

В КТП використовуються трифазні двообмоткові силові масляні трансформатори типу ТМЗ 630/10 герметичні з азотним масляним захистом, з бічними вводами. Схема і група з'єднань - У / У_н-0, Д / У_н 11. Напруга регулюється без збудження. Для цього трансформатори оснащуються високовольтними вимикачами, які підключаються до високовольтної обмотки і дозволяють ступінчасто регулювати напругу з діапазоном $\pm 2 \times 2,5\%$ при відключенні трансформатора від мережі зі сторони НН і ВН.



Рисунок 1.4 – УВН типу ШВВ-2Р



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд трансформатора типу ТМЗ

РУНН складається з набору шаф (рис 1.6) [5]:

- шафи вводу нижчої напруги - ШНВ;
- шаф відхідних ліній - ШНЛ.



Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд РУНН КТП

Шафи РУНН являють собою металевий каркас, закритий з усіх сторін знімними металевими листами. У КТП використовується два типи каркасної конструкції: збірна (каркас збирається із спеціальних стійок) і зварна (каркас зварюється з металевих стійок, швелерів і куточків). Всередині рами закріплюються вимикачі, шини, обладнання, прилади та установка вторинної комутації.

Оперативне технічне обслуговування шаф здійснюється з лицьової сторони, доступ до ошиновки і кабельних з'єднань здійснюється з тильної шафи. Для зручності обслуговування та встановлення передбачені двері, що замикаються.

Конструкція шаф РУНН з фіксованими вимикачами забезпечує роботу приводів вимикачів при закритих дверях, і двері неможливо відкрити без використання пристрою.

У шафах РУНН встановлюються автоматичні вимикачі: на ввіді - висуві; на лініях - стаціонарного або відкатного виконання.

Релейна апаратура розташована у верхніх відсіках шаф.

1.9 Компенсація реактивних навантажень

При вирішенні питань компенсації реактивних навантажень основна мета є визначення потужності компенсуючих пристроїв і вибір місця їх розташування [2]. Оскільки в більшості випадків $S_n \geq S_{н.т.р}$, то через обрані трансформатори доцільно передавати реактивну потужність від джерел б-

10кВ до мережі напругою до 1кВ для забезпечення необхідного коефіцієнта навантаження. Найбільша реактивна потужність, яку можна передати у мережу до 1кВ [2].

$$Q_{max.T} = \sqrt{(N \cdot S_n \cdot k_z)^2 - P_{p\Sigma}^2} \quad (1.36)$$

$$Q_{max.T} = \sqrt{(1 \cdot 630 \cdot 0,9)^2 - 384,35^2} = 416,85 \text{ кВАр}$$

Потужність низьковольтної конденсаторної установки вираховується:

$$Q_{нк} = Q_{p\Sigma} - Q_{max.T} \quad (1.37)$$

$$Q_{нк} = 250,16 - 416,85 = -166,7 \text{ кВАр}$$

Отримане значення $Q_{нк} < 0$. Отже, встановлення компенсуючих пристроїв на стороні низької напруги підстанції не потрібно.

1.10 Вибір перерізу провідників цехової мережі напругою до 1 кВ

В електричних мережах до 1 кВ переріз провідників в основному вибираються за умовами нагрівання [2, с.95-102; 3, с.184-193].

Для кожної лінії обирається кабель зі стандартним допустимим струмом $I_{дон}$, найближчим більшим до I_p . Вибір здійснюється згідно таблиці [2, с.246, табл. М.9]. Струм нормального режиму:

$$I'_{дон} \geq I_p \quad (1.38)$$

де $I'_{дон}$ - допустимий тривалий струм, який вираховується згідно з урахування умов прокладки:

$$I'_{дон} = K_{сер} \cdot K_{пр} \cdot K_{нопр} \cdot I_{дон}, \quad (1.39)$$

де $I_{дон}$ - табличне значення допустимого струму [7; 2, с.247, табл. М.10];
 $K_{пр}$ - поправковий коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, що лежать

поруч [2, с.243, табл. М5] приймаємо; $K_{\text{норп}} = 1$ [2]; $K_{\text{сер}}$ - поправковий коефіцієнт на температуру навколишнього середовища.

$$K_{\text{сер}} = \sqrt{\frac{T_{\text{ж.н}} - T_{\text{сер}}}{T_{\text{ж.н}} - T_{\text{сер.н}}}}, \quad (1.40)$$

де $T_{\text{ж.н}}$ - нормована тривала допустима температура жил; $T_{\text{сер}}$ - фактична температура навколишнього середовища; $T_{\text{сер.н}}$ - нормована температура середовища.

$$K_{\text{сер}} = \sqrt{\frac{70 - 27}{70 - 25}} = 0,98$$

Обраний кабель перевіряємо на втрату напруги $\Delta U_{\text{кб}}$, яка визначається за формулою:

$$\Delta U_{\text{кб}} = \frac{P_p \cdot R_{\text{кб}} + Q_p \cdot X_{\text{кб}}}{10 \cdot U_n^2}, \% \quad (1.41)$$

де P_p , Q_p – розрахункові активна та реактивна потужності навантаження СП кВт, кВар; U_n – номінальна напруга мережі, кВ.

Фактичний активний $R_{\text{кб}}$ та реактивний $X_{\text{кб}}$ опори кабелю визначаються відповідно формули (1.42) та (1.43):

$$R_{\text{кб}} = r_n \cdot l_{\text{кб}} \quad (1.42)$$

$$X_{\text{кб}} = x_n \cdot l_{\text{кб}} \quad (1.43)$$

де r_n , x_n - питомі активний та реактивний опори, визначають згідно [2].

Якщо втрата напруги не перевищує максимальної допустимої (5%), переріз кабелю вибрано правильно. Результати розрахунку зводимо в таблицю 1.7.

Вибір перерізів ліній

Лінія	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А	F_T , мм ²	I_o , А	I'_o , А	l , км	r_n , Ом/км	x_n , Ом/км	ΔU , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПРЕ1	154,34	86,45	176,90	255,33	150	261	255,13	0,012	0,206	0,0596	0,28
ПРЕ2	100,94	97,98	140,67	203,05	95	214	209,19	0,030	0,326	0,0602	0,73
ПРЕ3	15,96	7,06	17,45	25,19	10	50	48,88	0,032	3,1	0,073	1,00
ПРЕ4	77,60	48,39	91,46	132,00	70	161	157,38	0,012	0,443	0,0612	0,28
ПРЕ5	49,75	34,52	60,55	87,40	35	106	103,62	0,018	0,89	0,0637	0,52
ПРЕ6	39,10	20,98	44,38	64,05	25	67	65,49	0,024	1,24	0,0662	0,75
Освітленн я	11,40	7,07	13,42	19,37	10	50	48,88	0,010	3,1	0,073	0,22

Вибрані перерізи задовольняють всі необхідні умови.

Із розрахунків видно, що втрати напруги в лінії незначні, не перевищують допустимі 5%, відповідно напруга у споживачів практично не буде відрізнятися від номінальної.

1.11 Вибір перерізу провідників розподільчої мережі напругою до 1 кВ

Номінальний струм I_n ЕП вираховується за формулою:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (1.44)$$

де η - номінальний коефіцієнт корисної дії ЕП(за відсутності фактичних значень допускається прийняти $\eta = 1$).

Для кожної лінії обирається кабель(провід) з стандартним допустимим струмом I_{don} , найбільшим більшим до I_n .

Розрахунковий допустимий тривалий струм $I'_{дон}$ вираховується згідно з урахуванням умов прокладки:

$$I'_{дон} = K_{сер} \cdot K_{пр} \cdot I_{дон} \quad (1.45)$$

де $K_{пр}$ – поправковий коефіцієнт на кількість працюючих проводів, що лежать поруч приймаємо 1; $K_{сер}$ – коефіцієнт поправковий на температуру навколишнього середовища, який вираховується з формули (1ю39).

При виконанні умови:

$$I'_{дон} \geq I_n \quad (1.46)$$

Обраний попередньо кабель приймається за умовами нагрівання.

Результати розрахунку заносимо в таблицю 1.8

Таблиця 1.8

Основні дані апаратів в цеху

Поз.	Назва електроприймача	P_n , кВт	$\cos\varphi$	I_n , А	Переріз, мм ²	$I_{донT}$, А	$I'_{дон}$, А	Тип
1...4	Зварювальний апарат	52	0,88	89,78	4x50	120	117,30	АВВГ-1
5...9	Гальванічна ванна	28	0,74	57,49	4x25	70	68,43	АВВГ-1
10, 11	Вентилятор	10	0,74	20,53	4x4	23	22,48	АПВ
12, 13	Поздовжньо-фрезерний верстат	33	0,86	58,30	4x25	70	68,43	АВВГ-1
14, 15	Горизонтально-розточувальний верстат	12,5	0,82	23,16	4x6	30	29,33	АПВ
16,24, 25	Агрегатно-розточувальний верстат	14	0,82	25,94	4x6	30	29,33	АПВ
17,18	Плоскошліфувальний верстат	12	0,8	22,79	4x6	30	29,33	АПВ
19...23	Кран консольний поворотний	9,5	0,85	16,98	4x4	23	22,48	АПВ
26	Токарно-шліфувальний верстат	11	0,95	17,59	4x4	23	22,48	АПВ
27...30	Радіально-свердлильний верстат	5,2	0,86	9,19	4x2,5	19	18,57	АПВ
31,32	Алмазно-розточувальний верстат	7	0,95	11,20	4x2,5	19	18,57	АПВ

1.12 Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напруги до 1 кВ

Розрахунок струмів короткого замикання доцільно проводити в іменованих одиницях. Для розрахунку струмів КЗ складається розрахункова схема мережі, що являє собою спрощену однолінійну схему, на якій вказуються всі елементи мережі та їх параметри, які впливають на струм КЗ [1],[6].

Розрахункова схема КЗ кола зображена на рис. 1.7, а схема заміщення – на рис. 1.8.

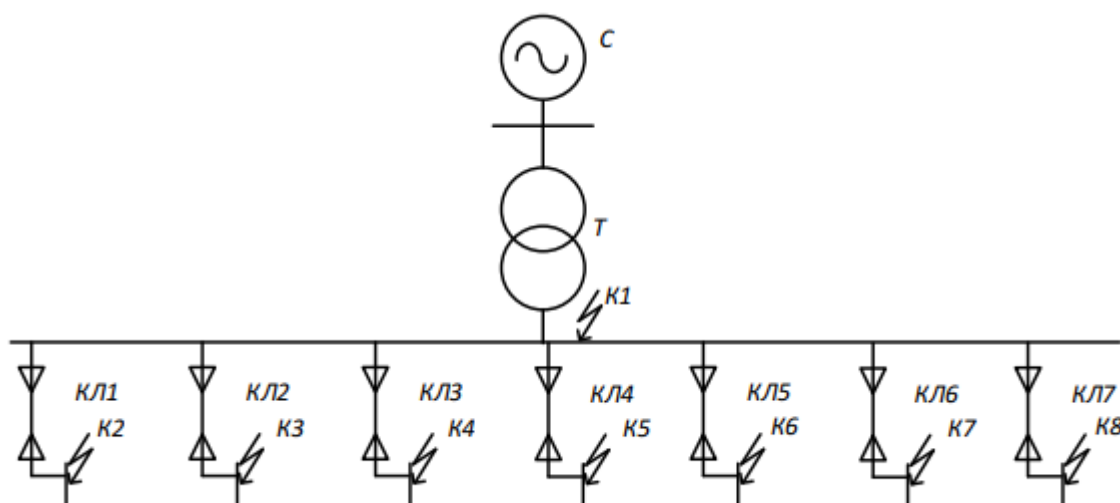


Рисунок 1.7 - Розрахункова схема короткозамкненого кола

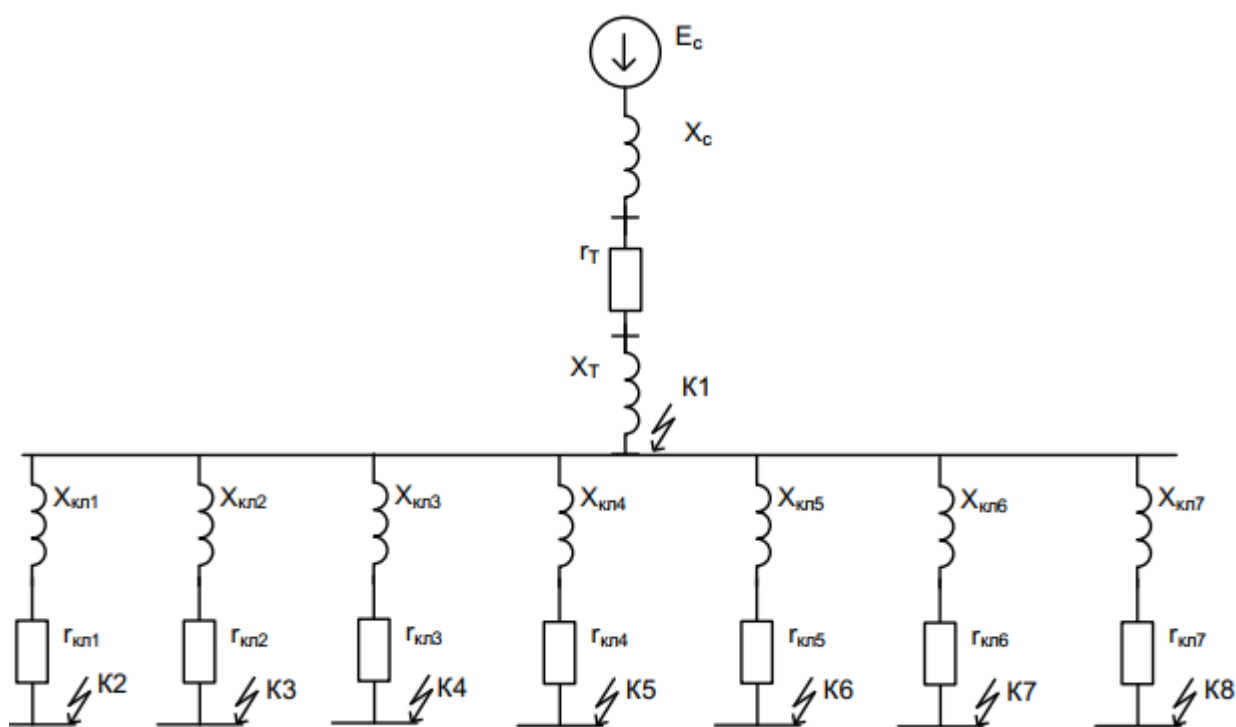


Рисунок 1.8 Схема заміщення короткозамкненого кола

Опір джерела живлення визначається за формулою:

$$Z_c = X_c = \frac{U_{сер.Вн}}{\sqrt{3} \cdot I_{кз}}, \quad (1.47)$$

де $U_{сер.Вн}$ - середня напруга ступеня мережі, де відбулося КЗ, приймаємо

$U_{сер.Вн} = 10,5$ кВ; $I_{кз}$ - струм трифазного КЗ з боку ВН ЦТП: $I_{кзВН} = 10,2$ кА.

$$Z_c = X_c = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 10,2} = 0,566 \text{ Ом}$$

В зведених одиницях:

$$x_{с.звед} = x_c \cdot \left(\frac{U_{нн}}{U_{сер.Вн}} \right)^2 \quad (1.48)$$

$$x_{с.звед} = 0,566 \cdot \left(\frac{0,4}{10,5} \right)^2 = 0,906 \text{ мОм}$$

Визначаємо активний та індуктивний опори прямої послідовності трансформатора:

$$R_m = \frac{P_{к.ном} \cdot U_{ном.НН}^2}{S_{ном.т}^2}, \quad (1.49)$$

$$X_m = \sqrt{u_k^2 - \left(\frac{P_{к.ном}}{S_{ном.т}} \right)^2} \frac{U_{ном.НН}^2}{S_{ном.т}}, \quad (1.50)$$

де $P_{к.ном}$ - номінальні втрати КЗ у трансформатора, кВт; $U_{ном.НН}$ - номінальна напруга обмотки НН трансформатора, кВ; $S_{ном.т}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА.

$$R_m = \frac{7,6 \cdot 0,38^2}{630^2} = 3,064 \text{ мОм}$$

$$X_m = \sqrt{5,5^2 - \left(\frac{7,6}{630}\right)^2} \frac{0,38^2}{630} = 13,628 \text{ мОм}$$

Повний результуючий опір:

$$Z_{рез} = \sqrt{X_{рез}^2 + R_{рез}^2} \quad (1.51)$$

Початкове діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ :

$$I_{K1(0)} = \frac{U_{ном.ЛН}}{\sqrt{3} \cdot Z_{рез}} \quad (1.52)$$

Ударний струм визначається:

$$i_y = k_y \sqrt{2} \cdot I_{K(0)}, \quad (1.53)$$

де k_y - ударний коефіцієнт, який визначається за кривими залежно від R_{Σ} / X_{Σ} тавизначається за кривими [6, п.5.1, рис. 1].

Розрахуємо струм КЗ для точки К1.

Визначаємо результуючий активний та реактивний опір, прийнявши $R_{\text{дод}} = 15 \text{ мОм}$:

$$R_{\Sigma_{к2}} = R_{с.звед.} + R_{т.звед.} + R_{\text{дод}} = 0 + 3,064 + 15 = 18,064 \text{ мОм}$$

$$X_{\Sigma_{к2}} = X_{с.звед.} + X_{т.звед.} = 0,906 + 13,628 = 14,534 \text{ мОм}$$

Визначаємо повний результуючий опір:

$$Z_{рез} = \sqrt{14,534^2 + 18,064^2} = 23,185 \text{ мОм}$$

Ударний струм КЗ :

$$i_y = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 9,96 = 14,09 \text{ кА}$$

Для інших точок проводимо обрахунки аналогічно. При цьому враховуємо активний та реактивний опір ліній, зведений до базових умов.

Додатковий опір для точок К2-К8 приймаємо: $r_{доd}=20$ мОм. Результати розрахунку опорів кабельних ліній зведемо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9

Розрахунок опорів ліній

Назва лінії	Лінія	L, км	r_n , Ом/км	x_n , Ом/км	$r_{кл.звед}$, мОм	$x_{кл.звед}$, мОм
до ПРЕ1	КЛ1	0,012	0,206	0,0596	2,472	0,715
до ПРЕ2	КЛ2	0,030	0,326	0,0602	9,780	1,806
до ПРЕ3	КЛ3	0,032	3,1	0,073	99,200	2,336
до ПРЕ4	КЛ4	0,012	0,443	0,0612	5,316	0,734
до ПРЕ5	КЛ5	0,018	0,89	0,0637	16,020	1,147
до ПРЕ6	КЛ6	0,024	1,24	0,0662	29,760	1,589
до щита освітлення	КЛ7	0,010	3,1	0,073	31,000	0,730

Результати розрахунку струму КЗ зводимо в таблицю 1.10.

Таблиця 1.10

Розрахункові значення струму КЗ в цеховій мережі

Місце КЗ	Точка КЗ	$x_{рез}$, мОм	$r_{рез}$, мОм	$Z_{рез}$, мОм	$I_{кз}$, кА	i_y , кА
Шини 0,4 кВ ТП	К1	14,534	18,064	23,185	9,96	14,09
ПРЕ1	К2	15,25	25,54	29,74	7,76	10,98
1	2	3	4	5	6	7

ПРЕ2	К3	16,34	32,84	36,68	6,30	8,90
ПРЕ3	К4	16,87	122,26	123,42	1,87	2,65
ПРЕ4	К5	15,27	28,38	32,23	7,17	10,13
ПРЕ5	К6	15,68	39,08	42,11	5,48	7,76
ПРЕ6	К7	16,12	52,82	55,23	4,18	5,91
Щит освітлення	К8	15,26	54,06	56,18	4,11	5,81

Для точок К3 на затискачах з ЕП, що живляться від СП, можна приймати струм К3 рівним струму на шинах цього СП. Значення струму К3 буде дещо завищене, але не впливатиме на прийняття рішень.

1.13 Вибір електричних апаратів в мережі напругою до 1кВ

Вибір силових шаф низької напруги трансформаторної підстанції розподільні пристрій низької напруги КТП виконуються з шафами введення типу ШНВ та лінійними шафами ШНЛ з автоматичними вимикачами висувного або стаціонарного монтажу.

Шафа вхідна вибирається при роботі з перевантаженнями [2]. Для цього визначають максимальний розрахунковий струм $I_{p.max}$ на стороні НН при роботі трансформатора при перевантаженні:

$$I_{p.max} = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_n}, \quad (1.54)$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора; U_n – номінальна напруга мережі НН.

$$I_{p.max} = \frac{458,59}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 696,756 \text{ А}$$

Розподільні шафи РУНН підбираються за кількістю з'єднань і номінальним струмом.

ПУЕ [7] регламентує перевірку розподільних щитів, ліній електропередач і розподільних щитів за режимом КЗ. Вибрані шафи необхідно перевірити на напругу та стійкість до ударних струмів КЗ відповідно до умов:

$$U_n \leq U_{н.ш}; \quad (1.55)$$

$$i_y \leq i_{ст.дин}, \quad (1.56)$$

де $U_{н.ш}$ - номінальна напруга шафи; $i_{ст.дин}$ - струм електродинамічної стійкості.

Приймаємо до монтажу шафу типу ШНВ-16 УЗ з вимикачем типу ВА- 55-41 ($I_{ном}=1000$ А) висувного виконання.

Вибираємо лінійну шафу типу ШНЛ-32 УЗ з вимикачем типу ВА-51-39 ($I_{ном}=400$ А) висувного виконання. Кількість з'єднань 4. Приймаємо в користування дві шафи.

Струм динамічної стійкості для РУНН: $i_{дин}=50$ кА.

Перевіримо виконання необхідних умов у вигляді таблиці 1.11.

Таблиця 1.11

Вибір шаф РУНН

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення	Розрахункові значення	Каталожні значення
	Ввідна		Лінійна	
$U_n \leq U_{н.ш}$	380 В	380 В	380 В	380 В
$I_p \leq I_n$	696,756 А	1000 А	255,33 А	630 А
$i_y \leq i_{ст.дин}$	14,09 кА	50 кА	10,98 кА	50 кА
кількість приєднань	1	1	7	8

Силові шафи, що встановлюються в цехах, обираються з врахуванням умов середовища робочої зони, кількості підключених електроприймачів і розрахункового навантаження [1].

Приймаємо до встановлення розподільчі шафи серії СПА 77.



Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд розподільчих шаф серії СПА77

Шафи силові розподільні типу СП призначені для прийому і розподілу електричної енергії трифазного змінного струму напругою до 380 В частотою 50 Гц, а також для захисту ліній від перевантажень і струмів короткого замикання в промислових пристроях. Шафи призначені для установки на промислових, громадських, комунально-побутових та житлових об'єктах у спеціальних приміщеннях з одностороннім обслуговуванням.

Шафи по виконанню конструкції виготовляються підлогового і навісного виконань з автоматом на вводі. Шафи серії СПА-77 (ШРС, РЩ) комплектуються: ввідним автоматичним вимикачем серії ВА 51-35, автоматами на лініях, що відходять, загальнопромислового виконання і на DIN-рейці. Шафа складається з оболонки безкаркасної конструкції, зверху (для навісного виконання) і знизу закритої знімними люками. Двері замикаються на замок. У шафах зі ступенем захисту IP54 двері ущільнені гумовим шнуром. Є можливість ущільнення верхніх і нижніх люків. В оболонку встановлюється шасі з комплектуючими елементами. Шафа має нульову шину з затискачами для приєднання нульових жил додатних і ліній, що відходять. Шафа поставляється повністю укомплектованою і готовою до експлуатації.

Монтаж пунктів силових розподільних типу СПА-77 (ШРС, РЩ):

- підлогового виконання - до основи через чотири пази (в нижній частині оболонки щита);
- навісного виконання - за допомогою кріпильних кронштейнів на стіну.

Для шаф підлогового виконання передбачена додаткова комплектація захисним водовідливним козирком і цоколем.

Номінальний режим роботи - тривалий. Технічні характеристики:

Номінальний струм до 400А.

Номінальна напруга змінного струму: 380 / 220В. Частота: 50 Гц.

Ступінь захисту шафи по ГОСТ 14254-96: IP 31 або IP 54.

Умови експлуатації по ГОСТ15150-69: висота над рівнем моря до 2000 м, при висоті більше 1000м номінальний струм шафи повинен бути знижений на 10%. Навколишнє середовище не вибухонебезпечне, що не містить струмопровідного пилу, агресивних газів і пари в концентраціях, що руйнують метал і ізоляцію. Робоче положення в просторі вертикальне, допустиме відхилення від вертикалі до 5 ° в будь-яку сторону.

Вимоги безпеки відповідають ГОСТ12.2.007.0-75, ГОСТ22789-94, і вимогам «ПУЕ». Вимоги пожежної безпеки відповідають ГОСТ12.1.004-85.

Вибір силових пунктів здійснюємо за умовами:

- за номінальною напругою:

$$U_n \leq U_{н.н} \quad (1.57)$$

- номінальним струмом:

$$I_p \leq I_n \quad (1.58)$$

- динамічною стійкістю:

$$i_y \leq i_{ст.дин} \quad (1.59)$$

- кількістю приєднань.

Результати вибору та перевірку умов заодимо в таблицю 1.12

Для живлення освітлювального навантаження передбачаємо встановлення освітлювального щитка типу ЩО. Щитки освітлювальні серії ЩО призначені для розподілу електричної енергії, нечастих оперативних включень і відключень електричних ланцюгів, захисту від перевантажень і струмів

короткого замикання освітлювальних мереж трифазного змінного струму напругою 380 / 220В частотою 50Гц.

Таблиця 1.12

Вибір СП цехової мережі

Номер ПРЕ	I_p , А	К-сть ЕП	Максимальний струм ЕП групи	i_y кА	Тип	Тип вимикача	Номінальний струм ввідного вимикача	Номінальний струм лінійного вимикача	К-сть приєднань	$i_{ст.дин}$ кА
ПРЕ1	255,33	4	71,823	10,98	СПА-77-7 УЗ	ВА51-35	400 А	100 А	8	15
ПРЕ2	203,05	5	45,991	8,90	СПА-77-5 УЗ	ВА51-35	400 А	63 А	8	15
ПРЕ3	25,19	2	16,425	2,65	СПА-77-1 УЗ	ВА51-35	250 А	63 А	5	15
ПРЕ4	132,00	7	43,725	10,13	СПА-77-5 УЗ	ВА51-35	400 А	63 А	8	15
ПРЕ5	87,40	6	19,455	7,76	СПА-77-5 УЗ	ВА51-35	400 А	63 А	8	15
ПРЕ6	64,05	8	19,455	5,91	СПА-77-5 УЗ	ВА51-35	400 А	63 А	8	15

Щиток ЩО кожного типу виконання комплектується одно і трифазними автоматичними вимикачами, УЗО в залежності від числа групових ліній, що відходять. Щитки освітлювальні серії ЩО комплектуються автоматичними вимикачами, диференційним реле, диференційними автоматами, незалежними розчеплювачами та іншим електрообладнанням модульного виконання компаній Moeller, ABB, OEZ Schneider Electric і інших виробників.

Конструкція щита забезпечує введення живильних ліній і ліній споживачів як зверху так знизу. Щит складається з безкаркасної конструкції, закривається дверима навішених на петлі, замки дверей замком. В оболонку щита встановлюється DIN-рейка для монтажу електрообладнання, а також встановлюються шини PE і N для приєднання нульових жил додатних і ліній, що відходять.

Вимоги безпеки відповідають ГОСТ 8709 і ГОСТ 22789-94, а також вимогам «ПУЕ», «Правил технічної експлуатації електроустановок споживача» затверджених Міненерго.

Вимоги пожежної безпеки відповідають ГОСТ 12.1.004-85.

Щит поставляється повністю укомплектованим і готовим до експлуатації.

Технічні характеристики:

Номинальна напруга 380 / 220В.

Номинальний струм до 125 А

Режим роботи-тривалий

Частота 50 Гц в мережах з глухозаземленою нейтраллю.

Ступінь захисту - IP30 по ГОСТ 14254-96

Кліматичне виконання УЗ.1 по ГОСТ 15150;

Умови експлуатації:

висота над рівнем моря до 2000 м; - навколишнє середовище не вибухонебезпечне, що не містить струмопровідного пилу, агресивних газів і пари в концентраціях, що руйнують метал і ізоляцію; - температура навколишнього середовища від -5°C до $+40^{\circ}\text{C}$;

відносна вологість повітря не більше 98% при $t = 20^{\circ}\text{C}$;

Робоче положення-вертикальне (при відхиленнях не більше 5°);

Група умов експлуатації в частині впливу механічних факторів зовнішнього середовища М2 за ГОСТ17156.1

Перевірка автоматичних вимикачів СП

Для захисту електричних мереж напругою до 1 кВ застосовують автоматичні повітряні вимикачі і плавкі запобіжники. в електроустановках напругою до 1 кВ Автомати і запобіжники є елементами шаф розподільного пристрою НН ЦТП, СРШ, силових пунктів та збірок, тому для автоматичних вимикачів вибирають номінальний струм автомата та розчеплювачів, струми спрацювання розчеплювачів, а для запобіжників – номінальний струм патрона та номінальний струм плавкої вставки. Вибір автоматів та запобіжників зумовлений місцем їх встановлення в схемі електропостачання [2].

Струмообмежувальні запобіжники й автомати, а також автомати, у яких струм вимикання перевищує найбільше можливе значення струму КЗ, не вимагають перевірки їх стійкості до наскрізних струмів КЗ (на електродинамічну стійкість) [7].

Автоматичні вимикачі (АВ) призначені для автоматичного вимикання електричних кіл напругою до 1000 В при коротких замиканнях або ненормальних режимах роботи (перевантаження, зникнення або зниження напруги), а також нечастого вмикання та вимикання струмів навантаження. Вимикання вимикача при перевантаженнях і струмах короткого замикання виконується вбудованим у вимикач автоматичним пристроєм - максимальним розчеплювачем струму.

Виконаємо перевірку ввідних автоматичних вимикачів РУ НН ТП.

Для вимикача ВА 55-41: $U_{ном.а} = 380$ В; $I_{ном.а} = 1000$ А; $I_{ном.р} = 1000$ А; $I_{вимкн} = 135$ кА

Для вимикача ВА 51-39: $U_{ном.а} = 380$ В; $I_{ном.а} = 630$ А; $I_{ном.р} = 320$ А; $I_{вимкн} = 35$ кА.

Номінальна наруга :

$$U_{ном.а.} \geq U_{ном.м.} \quad (1.60)$$

Номінальний струм автомата і номінальний струм розчеплювача не повиненбути меншим за струмом утяженого режиму:

$$I_{ном.а.} \geq I_{р.утяж} \quad (1.61)$$

$$I_{ном.р} \geq I_{р.утяж} \quad (1.62)$$

Для запобігання спрацювання вимикача при короткочасних перевантаженнях струм спрацювання вимикача:

$$I_{спр} \geq 1,25 I_{р.утяж} \quad (1.63)$$

Допустимий струм відключення:

$$I_{відкл} \geq I_{п.о} \quad (1.64)$$

Результати перевірки вимикачів РУНН КТП зведемо в табл. 1.13

Перевірка вимикачів шаф РУНН

Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення	Розрахункові значення	Каталожні значення
	Ввідна		Лінійна	
$U_{ном.а.} \geq U_{ном.м.}$	380 В	380 В	380 В	380 В
$I_{ном.а.} \geq I_{р.утяж}$	696,756 А	1000 А	255,33 А	400 А
$I_{ном.р} \geq I_{р.утяж}$	696,756 А	1000 А	255,33 А	320
$I_{спр} \geq 1,25 I_{р.утяж}$	870,94 А	1000 А	319,17 А	320
$I_{відкл} \geq I_{п.о}$	9,96 кА	135 кА	7,76 кА	35 кА

Попередньо вибрані вимикачі задовольняють необхідні умови.

Висновки по загальній частині

В основній частині проекту розраховано електричні навантаження цеху обробки корпусних деталей. Основні вимоги, які вирішуються при проектуванні системи електропостачання цеху, полягали в оптимізації параметрів системи шляхом правильного визначення електричних навантажень і вимог до безперебійності електропостачання; визначення центру електричних навантажень, розміщення трансформаторної підстанції; раціонального вибору числа і потужності трансформаторів; вибір марок і перерізів кабелів до ЦТП, СП та ЕП; конструкцій промислової мережі; засобів компенсації реактивної потужності; вибір шаф розподілення енергії, вибір автоматичних вимикачів. Також здійснена перевірка допустимості роботи комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі. Визначені струми КЗ в мережі цеху, підтвердили правильність прийнятих технічних рішень по вибору комутаційної апаратури та провідників. Розроблені технічні рішення щодо безпечної експлуатації електрообладнання цеху, запобігання пожежі. Виконано розрахунок заземлення трансформаторної підстанції цеху.

Розроблена система електропостачання забезпечує необхідну надійність електропостачання цеху та має високі техніко-економічні показники.

РОЗДІЛ 2

УПРАВЛІННЯ РЕЖИМОМ РОБОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

2.1 Вимоги до електроприводу вентилятора

Вентилятори є механізмами з режимом тривалого навантаження з великим числом годин роботи в році, навантаження на валу приводного двигуна спокійне, перевантажень не виникає. Частота обертання робочого колеса вентилятора для великих машин не перевищує 600 об/хв, зі зменшенням потужності вентиляторів номінальна частота обертання зростає до 1500 - 3000 об/хв. Вентилятори є механізмами з великим моментом інерції, що необхідно враховувати при розрахунку пускових характеристик електроприводів. Необхідний діапазон регулювання не перевищує 2:1, більш глибоке регулювання не доцільно, враховуючи споживану потужність. Навантаження на валу механізму носить вентиляторний характер, статичний момент опору на валу вентилятора пропорційний квадрату швидкості.

Для привода вентилятора використовують асинхронні коротко замкнуті двигуни напругою 380 В при потужності до 200 кВт, асинхронні з фазним ротором — потужністю до 350 кВт.

Пуск вентилятора може проводитися як при завантаженій машині (закритий направляючий апарат), так і при нормальній роботі на мережу. У першому випадку максимальний момент при пуску рівний приблизно 0.4 номінального, у другому - номінальному. При пуску потужних вентиляторів зазвичай потрібно обмеження прискорень при пуску щоб уникнути появи надмірних динамічних напружень у лопатках робочого колеса.

При наявності труднощів прямого пуску синхронного двигуна від мережі (прямий пуск рекомендують при потужності на один полюс 250–300 кВт).

2.2 Побудова механічної характеристики електродвигуна за його паспортними даними

Згідно визначаємо параметри електродвигуна вентилятора (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Параметри електродвигуна вентилятора

Тип	Номінальна потужність, кВт	Синхронна частота обертання, об/хв	$n_{ном}$, об/хв	$\cos \varphi$	η , %	$I_n/I_{ном}$	$M_n/M_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$, (λ)	J_p кг/м ²
4A132M4У3	10	1500	1465	0,88	88,5	7,8	1,4	2,3	0,128

Номінальна швидкість електродвигуна:

$$\omega_{ном} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{ном}}{60} \quad (2.1)$$

де $n_{ном}$ – номінальна частота обертання, об/хв.

$$\omega_{ном} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1465}{60} = 146,53 \text{ об/хв.}$$

Синхронна швидкість електродвигуна:

$$\omega_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_c}{60} \quad (2.2)$$

де n_c – синхронна частота обертання.

$$\omega_c = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ рад/хв.}$$

Ковзання електродвигуна:

$$s_{ном} = \frac{\omega_c - \omega_{ном}}{\omega_c} \quad (2.3)$$

$$s_{ном} = \frac{157 - 147}{157} = 0,064$$

Номінальний момент електродвигуна:

$$M_{ном} = \frac{P_{ном}}{\omega_{ном}} \quad (2.4)$$

де P_n – номінальна потужність вибраного електродвигуна, Вт

$$M_{ном} = \frac{18500}{146,52} = 126,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Критичне ковзання двигуна:

$$s_{кр} = s_{ном} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) \quad (2.5)$$

$$s_{кр} = 0,064 \cdot (2,3 + \sqrt{2,3^2 - 1}) = 0,715$$

Критичний момент:

$$M_{кр} = s_{ном} (\lambda \cdot M_{ном}) \quad (2.6)$$

$$M_{кр} = 0,064 \cdot (2,3 \cdot 126,7) = 89,29$$

Виконуючи формулу Клосса знаходимо значення моменту для різних значень ковзання ($s=0/1$)

$$M = \frac{2M_{кр}}{\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s}}; \quad (2.7)$$

З метою реального уявлення значень ковзання визначають відповідні значення кутової швидкості ω , та частоти обертання n :

$$\omega = \omega_c \cdot (1-s) \quad (2.8)$$

$$n = n_c \cdot (1-s) \quad (2.9)$$

Результати заносимо в таблицю 2.2, змінюючи значення s від 0 до 1 в формулі (2.7)

Таблиця 2.2

Дані для побудови механічної характеристики двигуна

s	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
M, Н·м	0	24,5	46,3	63,7	76,1	83,9	87,9	89,3	88,7	86,9	84,5
ω , рад/с	157	141,3	125,6	109,9	94,2	78,5	62,8	47,1	31,4	15,7	0
n, об/хв	1500	1350	1200	1050	900	750	600	450	300	150	0

По значенням таблиці 2.3, будуюмо механічну характеристику електродвигуна.

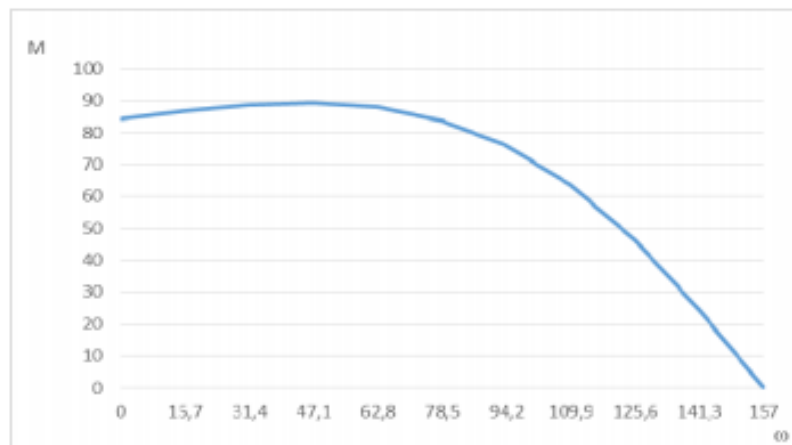


Рисунок 2.1 – Механічна характеристика електродвигуна, з значенням статичного моменту приводу вентилятора

Механічна характеристика робочої машини (вентиляційної установки) описується за такою емпіричною формулою:

$$M_{ст} = M_o + (M_{ст.ном} - M_o) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^2 \quad (2.10)$$

Де $M_{ст}$ – поточні значення моментів статичних опорів при кутовій швидкості ω ; $M_{ст.ном}$ – момент статичного опору робочої машини при номінальній кутовій швидкості, Нм; M_o – момент опору тертя в рухомих

частинах машини (момент зрушення), який не залежить від швидкості ω , Нм; $\omega_{\text{ном}}$ – номінальна кутова швидкість приводного вала машини, с^{-1} .

Номінальний момент статичного опору робочої машини, приведений до валу електродвигуна, визначається за формулою

$$M_{\text{ст.ном}} = P_{\text{м}} / \omega_{\text{м}} \quad (2.11)$$

де $\omega_{\text{м}}$ – номінальна кутова швидкість приводного вала машини с^{-1} , $P_{\text{м}}$ – споживана потужність чи механізму, Вт. Приймаємо для вентиляційної установки:

$$\begin{aligned} P_{\sigma} &= 0,8 \cdot P_{\text{н.дв.}} & (2.12) \\ P_{\sigma} &= 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ кВт} \\ M_{\text{ст.ном.}} &= 8/157 = 50,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Момент опору тертя M_0 в рухомих частинах машини, який не залежить від швидкості, визначається за формулою:

$$M_0 = k \cdot M_{\text{ст.ном.}} \quad (2.13)$$

Де k приймається згідно [16, с.37].

Приймаємо для вентиляторів $k=0.15$. Тоді:

$$M_0 = 0,15 \cdot 50,9 = 7,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для побудови механічної характеристики робочої машини необхідно розраховувати значення моментів статичних опорів машини і результат занести у таблицю 2.3:

Таблиця 2.3

Результати розрахунків механічної характеристики робочої машини

ω , рад/с	20	40	60	80	100	130	150	180
$M_{\text{ст}}$	9,9	16,6	27,8	43,6	63,8	88,5	134	189,6

За результатами розрахунків побудувати графік механічної характеристики робочої машини $M_c = f(\omega)$

Приймаємо тривалий режим роботи S1 для всіх робочих машин.

2.3 Перевірка на перевантажувальну здатність

Електродвигун перевіримо на перевантажувальну здатність:

$$P_n \geq (M_{c.max} \cdot \omega_n) / m_{кр} \cdot \alpha \quad (2.14)$$

де $m_{кр}$ – кратність критичного моменту електродвигуна; α – коефіцієнт, що враховує можливе зниження напруги на 10%:

$$\begin{aligned} \alpha &= (1 - \Delta U)^2 \\ \alpha &= (1 - 0,1)^2 = 0,8 \end{aligned} \quad (2.15)$$

Отже:

$$\begin{aligned} 10 \text{ кВт} &\geq 50,9 \cdot 157/89,29 \cdot 0,8 = 111,87 \text{ Вт} \\ 10 \text{ кВт} &> 0,11 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Умова виконується.

2.4 Вибір комутаційної, пускової і захисної апаратури

Для забезпечення роботи електродвигуна привода вентилятора, його запуску, захисту від короткого замикання в електричній схемі керування і перевантаження, передбачється встановлення автоматичного вимикача, магнітних пускачів, реле температури, реле часу, перемикач, кнопки керування.

Автоматичний вимикач для електродвигунів приводу вентиляторів вибираємо за номінальним значенням струму і напруги.

Номінальний струм електродвигуна приводу вентилятора:

$$\begin{aligned} I_{ном} &= \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cos \varphi \cdot \eta_{ном}} \\ I_{ном} &= \frac{10 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,88 \cdot 0,885} = 19,5 \text{ А} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Приймаємо до встановлення автоматичний вимикач типу АЕ-2044 з такими параметрами $I_{\text{ном}}=63$ А, $I_{\text{р.т.}}= 31.5$ А, кратність електромагнітного розчеплювача 12.

Вибір автоматичного вимикача здійснюється за типом, ступенем захисту, кліматичним виконанням, категорією розміщення згідно наступних умов:

а) за номінальною напругою із умови:

$$U_{\text{ном.авт}} \geq U_{\text{мер}} \quad (2.17)$$

де $U_{\text{ном.авт.}}$ – номінальна напруга автоматичного вимикача; $U_{\text{мер}}$ – напруга мережі;

$$380\text{В}=380\text{В.}$$

б) за номінальним струмом автоматичного вимикача:

$$I_{\text{ном.авт}} \geq I_{\text{розра.}} \quad (2.18)$$

де $I_{\text{ном.авт.}}$ – номінальний струм автоматичного вимикача; $I_{\text{розра}}$ – розрахунковий струм кола;

$$I_{\text{розра.}} = K_{\text{зм}} \cdot I_{\text{ном.дв.}}, \quad (2.19)$$

де $K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт завантаження машини приймають згідно [16]. Для електродвигунів потужністю до 20 кВт приймаємо $K_{\text{зм}}= 1.25$.

$$63 \text{ А} > 1,25 \cdot 19,5 = 23,38 \text{ А}$$

в) за номінальним струмом теплового розчіплювача:

$$I_{\text{р.т.}} \geq I_{\text{розра.}} \quad (2.20)$$

де $I_{\text{р.т.}}$ – номінальний струм теплового розчіплювача; $I_{\text{розра}}$ – розрахунковий струм кола;

$$31,5 \text{ А} > 23,38 \text{ А}$$

Автоматичний вимикач перевіряється на можливість спрацювання при запуску електродвигуна за умови:

$$I_{\text{спр.р.т}} \geq I_n \quad (2.21)$$

де $I_{спр.р.м.}$ – струм спрацювання електромагнітного розчіплювача; $I_{п}$ – пусковий струм електродвигуна;

$$I_{спр.р.м.} = K_{відс} \cdot I_{р.м.} \quad (2.22)$$

де $K_{відс}$ – стандартна кратність відсічки електромагнітного розчіплювача, залежить від серії автоматичного вимикача.

Пусковий струм електродвигуна визначається за формулою

$$I_{п} = I_{ном.дв} \cdot K_i \quad (2.23)$$

$$12 \cdot 31,5 = 378 \text{ A} > 7,8 \cdot 19,5 = 152,1 \text{ A}$$

Вибраний вимикач задовільняє всі умови.

Приймаємо до встановлення електромагнітний пускач серії ПМЛ 3120 $I=63 \text{ A}$.

Електромагнітний пускач вибирається за умови:

а) за номінальною напругою пускача з умови

$$U_{ном.м.п.} \geq U_{мер}$$

де $U_{ном.м.п.}$ – номінальна напруга електромагнітного пускача; $U_{мер}$ – напруга мережі;

$$380 \text{ V} = 380 \text{ V}$$

б) за номінальним струмом пускача

$$I_{ном.м.п.} \geq I_{п.дв.}$$

де $I_{ном.м.п.}$ – номінальний струм електромагнітного пускача; $I_{п.дв.}$ – номінальний струм електродвигуна.

$$63 \text{ A} > 19,5 \text{ A}$$

в) за умовою пуску

$$I_{ном.м.п.} \geq I_{п.дв.}/6$$

$I_{п.дв.}$ – пусковий струм електродвигуна.

$$63 \text{ A} > 152,1/6 = 25,35 \text{ A}$$

Вибраний електромагнітний пускач задовільняє всі умови.

Приймаємо до встановлення теплове реле типу РТТ-1 I= 25 А.

Електротеплове реле перевіряємо за умовами:

а) за номінальною напругою

$$U_{\text{ном.м.п.}} \geq U_{\text{мер}}$$

де $U_{\text{ном.м.п.}}$ – номінальна напруга теплового реле; $U_{\text{мер}}$ – напруга мережі;

$$380 \text{ В} = 380 \text{ В}$$

б) за номінальним струмом теплового реле

$$I_{\text{ном.м.п.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$$

де $I_{\text{ном.м.п.}}$ – номінальний струм теплового реле; $I_{\text{н.дв.}}$ – номінальний струм електродвигуна.

$$25 \text{ А} > 19.5 \text{ А}$$

Вибране реле задовільняє необхідні умови.

Перемикач вибору режиму роботи вентиляційної установки приймаємо типу КУ-038, датчики температури – ДТ12. Кнопки для пуску електродвигунів вентилятора вибираємо серії ПКЛ 380 В. Запобіжники для захисту схеми керування вибираємо ПР-2 на номінальний струм I=39 А, а окремих вентиляторів – кабель АВВГ 4x4 мм², I_{доп} =23 А.

2.5 Керування роботою вентиляційної

Вентиляторні установки промислових підприємств в основному призначені для обслуговування певних технологічних процесів, тому їх продуктивність залежить від кількості споживання повітря в процесі роботи технологічного обладнання та змін зовнішніх умов, зокрема, температури, вологості повітря, запиленості, тощо. Ці установки достатньо просто піддаються керуванню шляхом застосування спеціальної апаратури, яка дає сигнал про зміну режиму роботи.

Продуктивність вентиляційної установки можна регулювати наступними способами:

- зміною швидкості приводного ЕД (для середнього діапазону регулювання),
- зміною кількості працюючих вентиляторів на загальну магістраль (для широкого діапазону регулювання),
- зміна опору повітряної магістралі (прикриття засувки, для місцевого під регулювання),
- поворотом лопатей робочого колеса.

На виробництві застосовуються зазвичай перші два способи, так як вони найбільш ефективні.

Впровадження автоматичного керування а саме: пристроїв блокування індивідуальних витяжних систем, блокування вентилятора повітряних завіс, і автоматичного регулювання і керування вентиляторними установками в залежності від температури зовнішнього повітря можна зекономити до 30% електроенергії.

Значне скорочення витрат електроенергії в системах вентиляції досягається за рахунок впровадження економічних способів регулювання продуктивності вентиляційної установки, зокрема:

- 1) застосування багатошвидкісних електродвигунів замість регулювання шиберами в напірній лінії вентиляційної установки. Економія електроенергії при цьому складає 20-30%;
- 2) регулювання подачі повітродувки шиберами на всмоктуванні замість регулювання на нагнітанні дає електроенергії до 15%;
- 3) регулювання витяжної вентиляції шиберами на робочих місцях замість регулювання на нагнітанні дає економію електроенергії до 10%;

Схема автоматичного керування електроприводом вентиляційної установки призначена для пуску, управління і захисту силового кола і кіл управління вентиляційної установки.

Основні елементи схеми:

АД1, АД2 - приводні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором вентиляторів першої та другої групи.

КМ1-КМ4 - контактори: лінійні, малої, середньої та великої швидкості.
КМ5 - контактор підключення другої групи вентиляторів.

КМ6 - контактор відключення всіх вентиляторів в «автоматичному» режимі управління при $T^{\circ}C \ll T_{зад}^{\circ}C$.

АТ - автотрансформатор, для регулювання напруги на статорах асинхронного двигуна вентиляторів з метою зміни їх швидкості.

Органи управління.

SAC1 - універсальний перемикач, для вибору способу управління («А» - автоматичного, «О» - відключено, «Р» - ручне).

SA1 - перемикач контакторів швидкостей при «ручному» управлінні вентиляторів («1» - відключено, «2» - мала швидкість, «3» - середня швидкість, «4» - велика швидкість).

SK1 (КК1 і КК2) - регулятор температур и з вихідними реле, для «автоматичного» управління вентиляторами при малих відхиленнях температурах

повітря в приміщенні від $T_{зад}^{\circ}C$ ($T1^{\circ}C > T^{\circ}C > T2^{\circ}C$).

SK2 (КК3 і КК4) - регулятор температури з вихідним реле, для «автоматичного» управління вентиляторами при великих відхиленнях температури повітря в приміщенні від $T_{зад}^{\circ}C$ ($T^{\circ}C \gg T_{зад}^{\circ}C \gg T4^{\circ}C$).

Вентиляційна установка, призначена для вентиляування приміщення та підтримання при цьому заданої температури. Ці вимоги забезпечуються за рахунок ступінчатого регулювання кутової швидкості електродвигунів шляхом зміни напруги статора з допомогою автотрансформатора TV1.

Вибір режиму роботи здійснюється перемикачем SAC.

Ручне керування має місце при переведенні ручки SAC в положення «Р», при цьому відбувається підготовлення до ввімкнення кіл котушок КМ6, КМ1- КМ4. Двигуни вентиляторів розподілені на дві групи: перша група (М1) приєднана до шин вторинної обмотки автотрансформатора постійно; друга група (М2) приєднуються до шин автотрансформатора і вмикаються в роботу (при ручному керуванні)

шляхом перемикавання ручки перемикача SA2 в положення 2, при якому спрацьовує КМ4.

Регулювання кутової швидкості електродвигунів здійснюється за допомогою перемикача SA1, який має чотири положення. В положенні 1 всі двигуни вимкнені. При встановленні ручки SA1 в положення 2 вмикаються контактори КМ1 та КМ6, останній за рахунок замикання своїх контактів приєднує до мережі автотрансформатор, з нижніх відгалужень якого через контакти КМ1 до статорів електродвигунів підводиться понижена напруга ($U_1 < U_{ном}$), при цьому вентилятори працюють на мінімальній швидкості Δ_{min} . При повороті ручки SA1 в положення 3 вимикається контактор КМ2, статори двигунів приєднуються на середні відгалуження автотрансформатора, вентилятори будуть працювати на середній швидкості їх продуктивність збільшиться. Поворотом ручки SA1 в положення 4 вмикається контактор КМ3, двигуни перемикаються на повну напругу мережі, тобто є номінальною, а продуктивність вентиляторів – буде максимальною.

Послідовно з котушками кожного із контакторів КМ1-КМ3 ввімкнено два розмикаючі допоміжні контакти інших контакторів, що попереджує коротке замикання частин обмотки автотрансформатора при перемиканні контакторів.

Автоматичний режим роботи здійснюється при встановленні ручки перемикача SA1 в положення А.

При підвищеній температурі перемикаються контакти реле КК1, контактор КМ2 вимикається, а КМ3 – вмикається, вентилятори працюють з номінальною швидкістю, що забезпечує більш інтенсивне провітрювання приміщення. Якщо температура повітря стане нижче заданої, то перемикаються контакти реле КК2, вмикається контактор КМ1, інтенсивність провітрювання зменшується.

При подальшому зниженні температури повітря вступає в дію регулятор SK2. Спочатку розмикається контакт його реле КК3, вимикається контактор КМ4 і друга група електродвигунів М2. Якщо температура повітря продовжує знижуватися, то при певному її зниженні відкривається розмикаючий контакт

реле КК4 в контактор КМ6 вимикається, внаслідок чого всі вентилятори зупиняються і провітрювання приміщення припиняється.

Ручне керування застосовується у випадку виходу з ладу автоматики.

При цьому, SAC1 встановлюють в положення «Р». Управління швидкостями здійснюється від SA1 послідовним його встановлення у відповідне положення. Підключення 2 групи вентиляторів здійснюється за допомогою SA2 шляхом його встановлення в положення «2». Контроль Тприм ° С виконується візуально по контрольно-вимірвальних приладах.

Захист та блокування:

- силова мережа вентиляційної установки захищена від струмів КЗ за допомогою автоматичного вимикача QF1 з максимальним розчеплювачем;

- асинхронні двигуни захищені від струмів КЗ і перевантажень за допомогою автоматичних вимикачів QF2 та QF3 з комбінованими розчеплювачами;

- кола управління захищено від струмів КЗ за допомогою запобіжника FU1. Щоб уникнути КЗ окремих частин обмоток автотрансформатора кола.

2.3 Висновки по спеціальній частині

Розглянуто питання управління режимом роботи вентиляційної установки. Вибраний електродвигун вентиляційної установки задовольняє умову перевантажувальності. Вибрана комутаційна, пускова і захисна апаратура схеми керування електродвигуном вентиляційної

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Правові основи охорони праці

Законодавство України про охорону праці – це система взаємозв'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у галузі охорони праці. Воно складається з Кодексу законів про працю України, Законів України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про охорону здоров'я», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про пожежну безпеку», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та інших. Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України. Ця ж стаття встановлює також заборону використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах. Стаття 45 Конституції гарантує право всіх працюючих на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також встановлення скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скорочену тривалість роботи в нічний час. Інші статті Конституції встановлюють право громадян на соціальний захист, що включає право забезпечення їх у разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності; охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування; право знати свої права та обов'язки й інші загальні права громадян, у тому числі право на охорону праці.

Основним нормативним актом, що регулює питання дисципліни праці та організації внутрішнього трудового розпорядку на підприємстві, є типові правила внутрішнього трудового розпорядку для працівників і службовців підприємств, установ і організацій. На підставі типових правил розробляються правила внутрішнього трудового розпорядку з урахуванням умов праці конкретного підприємства. У правилах внутрішнього трудового розпорядку конкретизуються

обов'язки адміністрації, робітників і службовців, питання прийому на роботу і звільнення, використання робочого часу, порядок застосування заходів заохочення за сумлінну працю та заходів впливу на порушників трудової дисципліни. Ці правила нагадують про обов'язки власника поліпшувати умови праці, дотримуватись вимог нормативних актів з охорони праці.

Одним із заходів, спрямованих на гарантування безпеки праці, є створення на підприємстві служби охорони праці.

Створення служби охорони праці на підприємствах будь-якої форми власності передбачено ст. 15 Закону України «Про охорону праці» і є обов'язком роботодавця, якщо кількість найманих працівників складає 50 і більше осіб.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства. За своїм посадовим положенням та умовами оплати праці керівник та спеціалісти служби прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб підприємства. Діє така служба на підставі Типового положення, затвердженого наказом Держнаглядпраці від 15.11.2004 р. № 255. На основі Типового положення з урахуванням специфіки виробництва, видів діяльності, кількості працівників, умов праці та інших факторів, роботодавець розробляє Положення про службу охорони праці відповідного підприємства, яке затверджується наказом по підприємству. Цей документ визначає структуру служби охорони праці, чисельність, завдання, функції та права її працівників відповідно до чинних нормативно-правових актів.

Однією з найважливіших функцій, які покладені на службу охорони праці, є участь у розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Також фахівці з охорони праці беруть участь у складанні санітарногігієнічної характеристики робочих місць працівників, які проходять обстеження щодо профзахворювань; у проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці; у складанні списків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди; в організації навчання з питань охорони праці та роботи комісії з перевірки знань з цих питань.

Служба охорони праці на підприємстві покликана також контролювати дотримання роботодавцем вимог законодавства з охорони праці, тому має право видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків і отримувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці. Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення нормативно-правових актів з охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Дотримання правил безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання роботодавцем своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожен працівник знає і виконує ці правила під час роботи. Тому всі працівники при прийомі на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж з охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки при виникненні аварій відповідно до Типового положення про навчання з питань охорони праці, затвердженого наказом Комітету з нагляду за охороною праці України від 17 лютого 1999 року № 27.

Навчання й інструктаж працівників з охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і проводиться з усіма працівниками в процесі їхньої трудової діяльності. Контроль і відповідальність за організацію навчання і періодичність перевірок знань з охорони праці покладено на керівників підприємства, де ці працівники працюють.

Інструктаж працівників залежно від характеру та часу його проведення буває вступний (при прийомі на роботу); первинний (на робочому місці з усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою - один раз на квартал, на інших роботах — один раз на півроку; проводиться або індивідуально, або з групою працівників, що виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу); позаплановий (при зміні правил з охорони праці, заміні устаткування чи за інших змін факторів, що впливають на безпеку праці);

цільовий (при виконанні разових робіт, не пов'язаних із прямими обов'язками за фахом).

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт. Інструктажі завершуються перевіркою знань шляхом усного опитування або за допомогою технічних засобів навчання, а також перевіркою навичок небезпечних методів роботи. Знання перевіряє працівник, який проводить інструктаж.

3.2 Загальні заходи щодо забезпечення електробезпеки

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів та засобів, які гарантують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Заходи захисту від ураження електричним струмом передбачають використання їх при нормальному режимі роботи електроулаштувань і підтримують їх безпеку в аварійних умовах. Вони поділяються на заходи колективного і індивідуального захисту. Захист від ураження електричним струмом повинен забезпечуватися: конструкцією електроулаштувань, технічними засобами і засобами захисту, організаційними заходами. За конструкцією і виконанням, засобами встановлення, якістю ізоляції електрообладнання повинно відповідати умовам експлуатації згідно з відповідним нормативним документом.

До технічних засобів і заходів захисту від ураження електричним струмом належать: мала напруга, ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна); забезпечення недосяжності неізольованих струмоведучих частин; захисне заземлення; занулення, захисне відключення; вирівнювання потенціалів; електричне розділення мереж; компенсація струмів замикання на землю; огорожувальні улаштування; попереджуюча сигналізація; блокування; знаки безпеки; засоби захисту і запобіжні пристосування.

До організаційних заходів по забезпеченню електробезпеки під час експлуатації електроулаштувань належать: призначення осіб, відповідальних за організацію і виконання робіт; документальне оформлення завдання на

проведення робіт (наряд, розпорядження із записом у відповідний журнал, у порядку тривалої експлуатації з наступним записом у визначений журнал); допуск до проведення робіт; нагляд за працюючими під час виконання робіт; оформлення в наряді та оперативному журналі перерв в роботі, переведень на інші робочі місця і закінчення робіт.

Вимоги до заходів захисту від прямого дотику в нормальному режимі роботи електроустановок полягають у наступному:

1. Струмівідні частини ЕУ не повинні бути доступні для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження електричним струмом в нормальному режимі роботи і в разі пошкодження ізоляції.

2. Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі роботи потрібно застосувати окремо або у поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику: основна ізоляція струмівідних частин; огорожі та оболонки в ЕУ; бар'єри в ЕУ; розміщення струмівідних частин поза зоною досяжності; розміщення струмівідних частин на недосяжній висоті чи у недоступному місці; блокування безпеки в ЕУ.

Огорожа – це частина, яка забезпечує захист від прямого дотику з боку можливого доступу. Оболонка – огорожа внутрішніх частин обладнання, яка запобігає доступу до струмівідних частин з будь-якого напрямку, тобто оболонка повністю огорожує ЕУ. Вимоги до огорож і оболонок: огорожі та оболонки повинні забезпечувати ступінь захисту IP2X згідно ГОСТ 14254 (а саме захист від проникнення у середину пальців чи предметів завдовжки більш як 80 мм або твердих тіл розміром більш як 12 мм); якщо для нормальної роботи обладнання необхідно мати збільшені зазори, потрібно вживати інші заходи для запобігання ненавмисному дотику до струмівідних частин; вхід за огорожу або розкриття оболонки повинні бути можливими тільки за допомогою спеціального ключа чи інструменту. Огорожі виконують: суцільними (в ЕУ напругою до 1 кВ); – сітчастими (в ЕУ напругою до і понад 1 кВ). Огорожі і оболонки розмішують на

певних відстанях від струмовідних частин у залежності від напруги (згідно з ПУЕ).

Бар'єр – це частина, яка запобігає ненавмисному прямому дотику, але не перешкоджає навмисному прямому дотику. Це конструктивна частина, яка перегороджує вільний підхід до ЕУ. Вимоги до бар'єрів: бар'єри повинні захищати від випадкового дотику до струмовідних частин в ЕУ напругою до 1 кВ або наближення на небезпечну відстань в ЕУ напругою понад 1 кВ; для бар'єрів не потрібно застосовувати ключ або інструмент, але їх потрібно закріплювати так, щоб неможливо було усунути ненавмисне; бар'єри слід виготовляти з ізоляційного матеріалу.

Блокування безпеки в ЕУ – це пристрої, які запобігають ураженню людини електричним струмом у разі помилкових дій. За принципом дії їх поділяють на:

- механічні у вигляді заскочок чи стопорів, які фіксують поворотну частину механізму у вимкненому стані; на підстанціях застосовують блок-замки, за допомогою яких блокують рухомі частини вимикача чи роз'єднувача; блок-замки одного приєднання повинні мати один код і один ключ (наприклад, щоб вимкнути роз'єднувач, треба спочатку вимкнути вимикач, вийняти ключ із замка на вимикачі (вимикач може бути увімкнений, якщо ключ знаходиться у його замку) і лише вставивши ключ у замок роз'єднувача, ввімкнути роз'єднувач);

- електромагнітні у вигляді електромагнітних замків – мають котушку з осердям, приводяться в дію після подачі оперативної напруги на відповідну розетку;

- електричні – блокування дверей – застосовують у випробних ЕУ, поєднуються з магнітним пускачем обладнання. ЕУ можна ввімкнути лише тоді, коли двері огорожі ЕУ замкнені. Якщо двері огорожі відкриті, то ввімкнути ЕУ неможливо, бо блокувальний контакт БК розмикає коло живлення котушки КМ магнітного пускача. Якщо ЕУ буде ввімкнена і в цей час відкрити двері огорожі, то ЕУ автоматично відключиться через знеструмлення котушки КМ. У разі повторного закриття дверей ЕУ автоматично не ввімкнеться. Для запуску ЕУ у цьому разі слід знову натиснути кнопку Пуск.

Методи орієнтації дають змогу працівникам орієнтуватися під час виконання робіт і застерігають їх від неправильних дій. Методами орієнтації слугують:

- маркування частин електрообладнання – призначено для розпізнавання належності і призначення обладнання. Виконується за допомогою умовних позначок: літеро-змістовних і цифрових (наприклад, вимикач – В і номер). Ці позначення наносять на корпуси ЕУ і вони повинні відповідати позначенням на схемах сполучень.

- відповідне розташування і забарвлення струмовідних частин. Для змінного струму: фаза А – верхня, ліва, найбільш віддалена, забарвлення жовте; фаза В – середня, забарвлення зелене; фаза С – нижня, права, забарвлення червоне; нейтраль N – ізолювана – блакитне; заземлена – поздовжні смуги жовтого і зеленого кольору. Для постійного струму: додатній полюс L+, нижній, ближній, правий, забарвлення червоне; від’ємний полюс L-, середній, забарвлення синє; нейтраль M – верхня, ліва, дальня, блакитне.

- світлова сигналізація – вказує на увімкнений чи вимкнений стан ЕУ за допомогою сигнальних ламп.

Захист у разі непрямого дотику – захист, який запобігає ураженню людини електричним струмом у разі одиничного ушкодження. Для запобігання ураження струмом у разі ушкодження ізоляції слід застосовувати окремо або у поєднанні такі засоби захисту в разі непрямого дотику: захисне заземлення; автоматичне вимикання живлення; захисні зрівнювання (вирівнювання) потенціалів; ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки; системи наднизької (малої) напруги; обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією.

Захист у разі непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо номінальна напруга ЕУ перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму. У приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках виконання такого захисту може знадобитися за нижчих напруг, наприклад: 25 В змінного та 60 В постійного струмів або 12 В змінного і 30 В постійного струму – за наявності вимог відповідних глав ПУЕ та інших нормативних документів.

При обслуговуванні ЕУ застосовуються електрозахисні засоби (ЕЗЗ), засоби захисту від електричного поля промислової частоти (ЕППЧ) та засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). ЕЗЗ – засіб, призначений для забезпечення електробезпеки. ЕЗЗ підрозділяються на ізолювальні та спеціальні для виконання робіт під напругою (ВРПН). Ізолювальні ЕЗЗ підрозділяються на основні та додаткові. Основний ЕЗЗ – електроізолювальний засіб, ізоляція якого тривалий час витримує робочу напругу ЕУ і який дозволяє працювати на струмопровідних частинах, що перебувають під напругою. Додатковий ЕЗЗ – електроізолювальний засіб, який сам по собі не може за даної напруги забезпечити захист від ураження електричним струмом; він доповнює основний ЕЗЗ, а також може захищати від напруг дотику і кроку. Основні ЕЗЗ:

- в ЕУ понад 1 кВ: ізолювальні штанги всіх видів, ізолювальні кліщі, електровимірювальні кліщі, показчики напруги, спеціальні пристрої – показники напруги для фазування, показники пошкодження кабелів та ін;

- в ЕУ напругою до 1 кВ включно: ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, показчики напруги, діелектричні рукавички, інструмент з ізолювальним покриттям. Додаткові ЕЗЗ: - в ЕУ понад 1 кВ: діелектричні рукавички, діелектричне взуття, діелектричні килими, ізолювальні підставки, ізолювальні прокладки, ізолювальні ковпаки, штанги для перенесення і вимірювання потенціалів, сигналізатори напруги, захисні огороження, переносні заземлення, плакати безпеки, інші засоби; - в ЕУ напругою до 1 кВ включно: діелектричне взуття, діелектричні килими, ізолювальні підставки, ізолювальні накладки, ізолювальні ковпаки, сигналізатори напруги, захисні огороження, переносні заземлення, плакати безпеки, інші засоби;

Під захисними заходами розуміють організаційні заходи безпеки (ОЗБ). ОЗБ визначають певний порядок виконання робіт в ЕУ. Роботи в ЕУ стосовно їх організації поділяються на такі, що виконуються: за нарядом – допуском; за розпорядженням; в порядку поточної експлуатації. ОЗБ є: укладення і затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку робочої експлуатації; призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт; оформлення робіт нарядом чи розпорядженням; підготовка

робочих місць; допуск до роботи; нагляд під час виконання робіт; переведення на інше робоче місце; - оформлення перерв в роботі та її закінчення.

Працівники, відповідальні за безпеку робіт: працівник, який видає наряд чи розпорядження; працівник, який дає дозвіл на підготовку робочого місця; працівник, який готує робоче місце; допускаючий; керівник робіт; наглядаючий; члени бригади.

Наряд–допуск – складене на спеціальному бланку розпорядження на безпечне проведення роботи, що визначає її зміст, місце, час початку і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і осіб, відповідальних за безпечне виконання роботи. За нарядом виконуються найбільш відповідальні роботи, які вимагають відповідної підготовки робочого місця: зі зняттям напруги; без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них; без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, коли потрібне встановлення тимчасових огорож; з підійманням до 3м від рівня землі до ніг людини (роботи на висоті) та ін.

Наряд видається на термін до 15 календарних днів від дня початку роботи і може бути продовжений 1 раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Розпорядження – завдання на безпечне виконання роботи, що реєструється в журналі і визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки (якщо вони вимагаються) і осіб, яким доручено її виконання. Має одноразовий характер і строк дії його обмежений тривалістю робочого дня.

За розпорядженням виконуються менш складні роботи, що не потребують підготовки робочого місця, а саме: роботи без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під наругою; аварійно відбудовчі роботи (тривалістю до 1 години); роботи зі зняттям напруги в ЕУ наругою до 1 кВ та ін.

Поточна експлуатація – довготривале завдання на виконання оперативними чи оперативно-виробничими працівниками самостійно на закріпленій за ними ділянці протягом зміни робіт за оформленим та затвердженим переліком. В порядку робочої експлуатації можуть виконуватись такі роботи: без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під наругою (прибирання коридорів і службових приміщень, прибирання території, ремонт

Розраховуємо розрахунковий опір розтікання електродів – вертикального і горизонтального (табл. 13, [9]):

$$R_B = \frac{\rho_B}{2\pi l_B} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (3.3)$$

$$R_\Gamma = \frac{\rho_P}{2\pi l} \ln \frac{l_2^2}{dt}, \quad (3.4)$$

де l_B – довжина електрода ; $l_\Gamma = 35,7$ м – сумарна довжина горизонтального електрода ; $t = 0,5l_B + l_0 = 3,3$ м .

$$R_B = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 22,26 \text{ Ом}$$

$$R_\Gamma = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 35,7} \ln \frac{35,7^2}{0,5 \cdot 0,04 \cdot 0,8} = 5,03 \text{ Ом}$$

Визначаємо по таблиці 18 і 19 [10] коефіцієнт використання електродів заземлювача, враховуючи, що кількість вертикальних електродів – 17 шт., а відношення $a/l = 2,5$: вертикального $\eta_B = 0,685$, горизонтального $\eta_\Gamma = 0,41$.

Опір розтікання прийнятого нами ґрунтового заземлювача:

$$R = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \eta_\Gamma + R_\Gamma \cdot \eta_B \cdot 14},$$

$$R = \frac{22,26 \cdot 5,03}{22,26 \cdot 0,41 + 5,03 \cdot 0,685 \cdot 17} = 1,65 < 4 \text{ Ом}$$

Проектний контурний заземлювач складається із 17 вертикальних стержневих електродів $l = 5$ м і $d = 12$ мм, а також горизонтального електрода в вигляді сталевієї полоси $l = 42$ м, перерізом 4×40 мм, глибиною $0,8$ м.

3.3 Пожежна безпека

Відповідно до положень Закону України „Про пожежну безпеку” (статті 4-7) Правила пожежної безпеки в Україні є обов’язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду діяльності та форми власності), посадовими особами та громадянами.

Пожежна безпека забезпечується заходами протипожежної профілактики та активного пожежного захисту. Під пожежною профілактикою розуміють комплекс заходів, що необхідні для попередження виникнення пожежі, для швидкого її гасіння або ліквідації її наслідків. В цей комплекс входить навчання обслуговуючого персоналу правил пожежної безпеки, методів та заходів боротьби з вогнем, складання іспитів з теорії та практики пожежної безпеки. До активного пожежного захисту відносять заходи, що забезпечують успішну боротьбу з вогнем.

Протипожежні заходи в архітектурно–планувальних рішеннях передбачені використанням конструкцій будівель і споруд з регламентованими межами вогнестійкості і горючістю, улаштуванням в будівлях протипожежних перешкод, Заходами щодо забезпечення евакуації людей.

Дотримуються протипожежні розриви між будівлями і спорудами, передбачені проїзди пожежних автомашин до будівель і споруд.

На підприємстві повинна бути розроблена така документація:

- загальнооб’єктова інструкція про заходи пожежної безпеки на підприємстві;
- інструкції пожежної безпеки в цехах, майстернях;
- інструкція з обслуговування установок пожежної сигналізації.

Оперативний план пожежогасіння на підприємстві:

- плани та графіки проведення протипожежних тренувань, навчання та перевірка знань персоналу;

- інструкція по проведенню вогневих робіт.

До вогневих робіт відносяться всі види зварювальних, бензорізальних та паяльних робіт, а також інші роботи з використанням відкритого вогню або нагріву деталей до температури займання матеріалів. На підприємстві наказом або затвердженою інструкцією встановлюється порядок проведення вогневих робіт. Проведення вогневих робіт дозволяється лише після вжиття заходів, які виключають можливість виникнення пожежі: відключення обладнання, очищення робочого місця від горючих матеріалів, захисту горючих конструкцій та обладнання, забезпечення первинними засобами пожежегасіння. Вид та кількість первинних засобів пожежегасіння вказується в наряді-допуску. Постійні місця проведення вогневих робіт повинні бути визначені наказом по підприємству та певним чином підготовлені: огорожені негорючими щитами висотою 1,8 м, в приміщенні повинна працювати витяжна вентиляція. Пожежні щити укомплектовуються вогнегасником, азбестовим полотном, ємністю з водою або ящиком з піском.

Причинами пожеж електричного характеру на підприємстві можуть бути пошкодження ізоляції, іскріння, коротке замикання, електрична дуга між контактами комутаційних апаратів, погані контакти в місцях з'єднання, електростатичні розряди, блискавка, перевантаження та несправність електричних машин.

Захист будівель і споруд від прямих ударів блискавки здійснюється встановленими на найвищих конструкціях цих об'єктів блискавковідводів.

Заземлення технологічних установок і технічних трубопроводів забезпечує також їх захист від вторинних проявів блискавки та захист від статичної електрики.

Захист від занесення високого потенціалу по зовнішніх наземних або підземних комунікаціях здійснюється приєднанням їх на ввіді в будівлю або споруду до заземлюючого пристрою захисту від прямих ударів блискавки.

У разі виникнення пожежі, трансформатор відключається та заземляється. Персонал повинен ввімкнути пожежну сигналізацію та діяти за оперативним планом пожежегасіння. При пожежі на трансформаторі забороняється зливати

масло для запобігання можливого поширення вогню на обмотки. В місцях установки пожежної техніки необхідно обладнати місце для її заземлення (заземлюється як машина, так і ствол).

Пожежні щити укомплектовуються вогнегасником, азбестовим полотном, ємністю з водою або ящиком з піском.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища — 1. Система державних, суспільних та міжнародних заходів, які забезпечують раціональне використання, відновлення, примноження та збереження природних ресурсів від руйнування, забруднення та виснаження.

Охорона навколишнього середовища має велике економічне та соціально-політичне значення, вона здійснюється з господарською, науковою, оздоровчою та культурною метою. При оцінюванні наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище важливе місце належить визначенню допустимих масштабів впливу, зокрема гранично допустимих концентрацій різних речовин — забруднювачів атмосфери, води та ґрунту.

Кількісно та якісно вплив людини на навколишнє середовище стрімко зростає при НТП.

Тому, починаючи з середини ХХ ст., значне виснаження природних багатств та забруднення навколишнього середовища змусили органи влади багатьох країн вжити заходів з охорони надр, атмосферного повітря, вод, лісів, тваринного та рослинного світу.

У більшості країн з високим та середнім рівнем розвитку (у т.ч. і в Україні) створені національні парки, заповідники, заказники та інші території, що охороняються. Згодом прийшло розуміння того, що НТП не лише не суперечить О.н.с., а в сучасних умовах тільки використання його досягнень — єдиний реальний засіб забезпечити О.н.с. при одночасному задоволенні різноманітних потреб людської цивілізації за рахунок єдиного в кінцевому підсумку джерела задоволення цих потреб, наявного на нашій планеті — природних ресурсів.

Тому головну увагу стали приділяти впровадженню маловідходних технологій, обладнання для знешкодження викидів, стоків та відходів, економічному стимулюванню робіт з О.н.с. Основними напрямками робіт з

О.н.с. на сьогодні є: якнайповніше вилучення з надр Землі мінеральної сировини при видобутку; її комплексна переробка; попередження забруднення атмосферного повітря, вод та ґрунтів промисловими, комунальними та іншими викидами, відходами, отрутохімікатами.

2. Система заходів, спрямованих на підтримання взаємодії між діяльністю людини та навколишнього природного середовища, яка забезпечує збереження та відновлення природних ресурсів, попереджає прямий та непрямий вплив наслідків діяльності суспільства на природу та здоров'я людини.

3. Система заходів, спрямованих на економічно ефективно якнайповніше вилучення природних ресурсів та використання природних умов, забезпечення мінімальних їх питомих витрат на одиницю готової продукції з метою забезпечення збереження природно-ресурсного потенціалу.

4. Комплексна міжгалузєва наукова дисципліна, яка розробляє загальні принципи та методи збереження і відновлення природних ресурсів.

4.1 Вплив масляних трансформаторів на навколишнє середовище

Головними причинами виходу із строю силових трансформаторів є короткі замикання в електричній мережі, перевантаження, атмосферні перенапруження, зниження якості трансформаторного масла під час експлуатації, погіршення умов охолодження, асиметрія струмів навантаження.

Витікання масла в ґрунт, є дуже небезпечним, тому значну роль у забезпеченні надійності відіграє розташування трансформаторних підстанцій на великій відстані від центрів обслуговування, їх розпорощення на значних площах. Силові трансформатори споживчих підстанцій не завжди обслуговуються регулярно, відсутня інформація про поточні режими їх роботи, несвоєчасно і в недостатніх об'ємах проводиться реконструкція підстанцій і мереж. При цьому слід враховувати, що значна частина силових трансформаторів споживчих підстанцій виробила свій ресурс – 25 років, а

технічне переоснащення трансформаторів, в силу економічних умов, йде дуже повільно.

Вирішенням проблеми є заміна масляного трансформатора на сухий. Конструктивні особливості сухих трансформаторів дозволяють використовувати їх в більшості електроустановок.

Екологічність їх заключається в тому, що вони практично не впливають на навколишнє середовище і відповідають міжнародному стандарту ІЕС 60076-11.

4.2 Вплив парів ртуті на людину та екологію

В цеху обробки корпусних деталей використовуються 2 види ламп: лампи розжарювання та люмінесцентні.

Лампи розжарювання можна вважати найменш шкідливими з усіх, оскільки вони не містять токсичних речовин і пластику. Правда, електроенергії вони споживають в рази більше, ніж всі аналоги, а от люмінесцентна лампа містить в собі небезпечні для людини і навколишнього середовища, пари ртуті.

Люмінесцентна лампа – це скляна трубка, наповнена парами ртуті низького тиску. Коли лампу включено в мережу, атоми ртуті іонізуються потоком електронів, що вилітають із гарячого катода, й у трубці виникає тліючий розряд. Від цього розряди активуються, скидаючи енергію у вигляді випромінювання.

Спектр випромінювання ртуті лінійчатий. Він містить кілька яскравих ліній у синьому, фіолетовому й ультрафіолетовому спектрах, неприємних і навіть шкідливих для очей. Тому стінки ламп покриті шаром люмінофора – речовиною, що випромінює блакитне або більш тепле світло, нагадуючи природне освітлення (до речі, такі лампи раніше називали «лампами денного світла»).

Наявність у всіх люмінесцентних лампах 3–5 мг ртуті є їх досить істотним недоліком. Оскільки пари ртуті отруйні, відпрацьовані лампи потрібно здавати на утилізацію.

У процесі утилізації лампи розділяють на складові: скло, металевий цоколь і ртутьвмісний люмінофор. Витягнута з ламп ртуть знешкоджується хімічним способом, а очищені цоколі й бите скло можна використовувати як вторинну сировину, наприклад, для виробництва тротуарної плитки.

Зрозуміло, що для такого складного процесу необхідні спеціальні переробні підприємства. Крім того, потрібно налагодити збирання, облік, зберігання та транспортування цих ламп. Адже тільки уявіть собі: в одній люмінесцентній лампі міститься близько 0,12 г ртуті. А гранична допустима концентрація ртуті в повітрі – 0,01 мг на куб. м. Якщо лампи поб'ються в альтфатері і потім цей вантаж транспортуватимуть усім містом на переробку чи на сміттєзвалище, навколишнє середовище зазнає непоправних збитків. Адже ртуть нікуди не зникає, цей важкий метал не розкладається.

Гостре отруєння ртуттю проявляється через кілька годин після початку отруєння.

Симптоми гострого отруєння: загальна слабкість, відсутність апетиту, головний біль, біль під час ковтання, металевий присмак у роті, слиновиділення, набряк і кровоточивість ясен, блювання. Як правило, з'являються сильні болі в області живота й тазу, слизовий пронос (іноді з кров'ю). Нерідко спостерігається запалення легенів, катар верхніх дихальних шляхів, біль у грудях, кашель і задишка, часто сильний озноб. Температура тіла підвищується до 38-40 °С. У сечі постраждалого знаходять значну кількість ртуті. У найважчих випадках за кілька днів настає смерть постраждалого.

Лікування при інтоксикації ртуттю та її сполуками має бути комплексним, диференційованим, з урахуванням вираженості патологічного процесу:

- при гострих отруєннях — негайна госпіталізація;
- при хронічній інтоксикації — стаціонарне лікування, на початковій стадії — амбулаторне чи санаторне лікування. При професійному отруєнні — переведення на іншу роботу.

4.3 Утилізація ламп

Викидаючи люмінесцентні лампи разом із звичайним сміттям, ви забруднюєте землю і воду токсичними речовинами. Щоб уникнути цього, лампи необхідно здати в центр переробки.

Утилізацією ртутоміських відходів займаються спеціальні організації, де працюють досвідчені фахівці. При цьому створюються певні безпечні умови, які є просто необхідними в силу високої токсичності ламп.

Компанії проводять збір і зберігання ламп за допомогою спеціальних металевих контейнерів, які мають чохла та поліетиленові мішки для збору уламків. Коли контейнери заповнюються, їх закривають герметично і ставлять у спеціальних приміщеннях з обмеженим доступом.

Люмінесцентні лампи можуть утилізуватись у такий спосіб: колби підлягають мокрому подрібненню. Завдяки цьому зі стінок і цоколів видаляється ртуть і люмінофор. Відмивання відбувається у спеціальному розчині. Проводиться демеркуризація, переважно із застосуванням азотної кислоти. Після хімічної обробки ртуть втрачає свою леткість, тобто більше вона не може випаруватись, розчинитись в оточуючому середовищі чи потрапити в організм людини.

Далі цоколі розділяються у механічний спосіб.

Правильна утилізація люмінесцентних ламп – це, здавалось би, «дрібничка». Але насправді, якщо кожен громадянин буде робити такі

«дрібнички», то усі разом ми зможемо уникнути величезної екологічної катастрофи, від якої можемо постраждати не тільки ми, але й наші рідні та близькі люди.

Нижче наведено список організацій, що працюють на території України та які беруть/приймають лампи, що містять ртуть.

Місто	Телефон	Адреса	Назва компанії
Київ	(044)2897013	вул. Жилянська, 26 (вхід з боку вул. Антоновича, 34)	Оперативно-рятувальна служба
Харків	(057)7064307	пров. Театральний, 12	Оперативно-рятувальна служба м. Харкова
Одеса	(048)7293134, (048)7294420	пл. Митна, 1	ООО «Грін-Порт»
Дніпро	(056)3725197, (067)5624964	вул. Наукова, 1	ООО «Укрвторутилізація»
Миколаїв	(0512)259347	вул. Металургів, 26А, кв. 2	МВКП «Вікінг»
Херсон	(0552)262667	вул. Українська, 79	ПКФ «НЕРО»
Полтава	(0532)191016	вул. Завідська, 3, оф. 206	Полтавський демеркуризаційні завод
Шостка	(05449)70022	вул. Садовий бульвар, 59	ТОО «ЭЛГА»
Запоріжжя	(067)2712525, (095)2333244	вул. Істоміна, 108а	НПП «Запорожпромекологія»

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі здійснено розрахунок системи електропостачання цеху обробки корпусних деталей.

В основній частині проекту розраховано електричні навантаження цеху. Основні вимоги, які вирішуються при проектуванні системи електропостачання цеху, полягали в оптимізації параметрів системи шляхом правильного визначення електричних навантажень і вимог до безперебійності електропостачання; визначення центру електричних навантажень, розміщення трансформаторної підстанції; раціонального вибору числа і потужності трансформаторів; вибір марок і перерізів кабелів до ЦТП, СП та ЕП; конструкцій промислової мережі; засобів компенсації реактивної потужності; вибір шаф розподілення енергії, вибір автоматичних вимикачів. Також здійснена перевірка допустимості роботи комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі.

Розроблені технічні рішення щодо безпечної експлуатації електрообладнання цеху, запобігання пожежі.

Виконано розрахунок заземлення трансформаторної підстанції цеху. Розроблена система електропостачання забезпечує необхідну надійність електропостачання цеху та має високі техніко-економічні показники.

У другому розділі розглянуто питання управління режимом роботи вентиляційної установки. Вибраний електродвигун вентиляційної установки задовольняє умову перевантажувальної здатності. Вибрана комутаційна, пускова і захисна апаратура схеми керування електродвигуном вентиляційної установки задовольняє необхідні вимоги.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. / Бурбело М.Й. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2005. – 148 с.
2. Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. / Рудницький В.Г. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 280 с.
3. Федоров А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Учеб. пособие для вузов. / Федоров А.А., Старкова Л.Е. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 368с.
4. Технический циркуляр ВНИПИ Тяжпромэлектропроект «О расчете электрических нагрузок» № 359-92 от 30 июня 1992г.
5. Комплектні трансформаторні підстанції. Каталог продукції. – ПАТ Укрелектроапарат [Електронний-ресурс]: - <http://uea.com.ua>
6. ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.
7. Правила улаштування електроустановок. □[5те вид., перероб. і доп.]. – Х.: Вид-во «Індустрія», 2014. □796с.
8. Основи охорони праці: Підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л.О. Мітюк, Ю. О. Полукаров. За ред. К. Н. Ткачука. - К. : Основа, 2011 - 480 с.
9. Серіков Я. О. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. – Харків, ХНАМГ, 2007. - 227с.
10. Про розрахунок норми тривалості робочого часу на 2018 рік. – Режим доступу: <https://hrliga.com/docs/normy-chasu-2018.pdf>.

11. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Проектирование и расчет/ А.С. Овчаренко и др./ – К.: Техніка, 1985.

12. СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-54:2011 Визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Методика. / Затв. наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 22.09.2011 2013 № 532. – К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2011. – 56 с.

13. Каталог продукції компанії Електромотор - Режим доступу: <http://electronpo.ru>.

14. Курсове і дипломне проектування: навчальний посібник / Кащенко П.С, Біленко О.І., Устименко О.А. та ін. – Київ: «Аграрна освіта», 2008 – 502 с.