

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 КЕСТ

_____ В.П. Квасніков

«_____» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту (роботи) студента

Житінський Владислав Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи «Система електропостачання механічного цеху авіаремонтного підприємства»

затверджена наказом ректора від „21” 09 2022 р. №1608/ст.

2. Термін виконання роботи: з 21.09 2022 р. до 30.11 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали переддипломної практики; перелік електроприймачів цеху у кількості 50 та значення їх параметрів; план розміщення електроприймачів цеху; напруга живлення цехової підстанції 10 кВ; категорія споживачів за надійністю електропостачання III; час використання найбільшого навантаження $T_{НБ} = 3150$ год.; фактична температура навколишнього середовища $T_{сер} = 23^{\circ}\text{C}$; струм трифазного КЗ з боку ВН ЦТП $I_{кз} = 11$ кА; кількість змін (3) та кількість робочих годин (38,5) на тиждень для однієї зміни.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 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: Розрахунок складових струму короткого замикання від ЕРС вибігу електродвигунів багатомашинного електротехнічного комплексу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Аркуш №1 – План цеху з розташуванням технологічного обладнання, ЦТП, електричними мережами та пристроями заземлення. Аркуш №2 – Схема електропостачання цеху.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Ознайомитись з об'єктом проектування	21.09.22	Виконано
2	Провести аналіз силового навантаження на першому рівні електропостачання	21.09.22-23.09.22	Виконано
3	Провести аналіз освітлювальних навантажень	28.09.22	Виконано
4	Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою до 1 кВ	29.09.22-02.10.22	Виконано
5	Вибір силових шаф низької напруги трансформаторної підстанції	05.10.22	Виконано
6	Оформити реферат, висновки, перелік посилань.	07.10.22-10.10.22	Виконано
7	Виконання ілюстративного матеріалу. Підготовка доповіді.	13.10.22-10.11.22	Виконано

7. Дата видачі завдання « 05 » вересня 2022 р.

Керівник дипломного проекту (роботи) _____ Квасніков В.П.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Житінський В.С.
(підпис студента) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка:

93 сторінок, _18_ рисунків, _16_ таблиць, _7_ посилань

Об'єкт дослідження: Процес побудови, модернізації, виявлення і виправлення неполадок системи електропостачання авіаремонтного підприємства.

Предмет дослідження: метод та принципи побудови силових та освітлювальних навантажень, вибір типу цехового трансформатора.

Мета: розрахунок складових струму короткого замикання з використанням різних програм типу MatCad.

Метод дослідження: визначення координатів центру електричних навантажень мережі, розрахунок силового навантаження, виконання необхідних креслень.

Магістерська робота присвячена проектуванню системи електропостачання механічного цеху встановленою потужністю технологічного обладнання 850,1 кВт. У загальній частині вибрано рівень напруги мережі цеху, обрано місце розташування трансформаторної підстанції, визначені силові навантаження на трьох рівнях, освітлювальні навантаження. Розраховані перерізи провідників цехової мережі, вибрані електричні апарати та уставки пристроїв релейного захисту. Запропоновані заходи з охорони праці. Здійснено техніко-економічне обґрунтування ефективності прийнятих технічних рішень.

У спеціальній частині виконується розрахунок складових струму короткого замикання від ЕРС вибігу електродвигунів багатомашинного електротехнічного комплексу з використанням комп'ютерного моделювання.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	7
1 РОЗДІЛ.....	8
1.1 Характеристика електроприймачів цеху. вибір напруги живлення цехової мережі та місця розміщення цехової трансформаторної підстанції.....	12
1.2 Визначення розрахункового силового навантаження на першому рівні електропостачання.....	15
1.3 Вибір схеми цехової мережі та варіанту конструктивного виконання.....	15
1.4 Визначення розрахункового силового навантаження на другому рівні електропостачання.....	17
1.5 Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні електропостачання.....	18
1.6 Розрахунок освітлювальних навантажень.....	19
1.7 Визначення сумарних навантажень цеху.....	21
1.8 Вибір кількості та потужності трансформаторів цехової підстанції.....	22
1.9 Компенсація реактивних навантажень.....	25
1.10 Вибір перерізу провідників цехової мережі напругою до 1Кв.....	27
1.11 Вибір перерізу провідників розподільчої мережі напругою до 1кв.....	29
1.12 Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою до 1 кв.....	37
1.13 Вибір електричних апаратів в мережі напругою до 1 кв.....	38
1.13.1 Вибір силових шаф низької напруги трансформаторної підстанції....	41
1.13.2 Перевірка автоматичних вимикачів.....	41

1.15	Техніко-економічне обґрунтування ефективності прийнятих технічних рішень.....	47
1.15.1	Визначення кошторисної вартості елементів системи електропостачання.....	48
1.15.2	Планування електропостачання цеху.....	49
1.15.3	Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання....	51
1.15.4	Техніко-економічні показники системи електропостачання.....	52
1.16	Висновки по загальній частині.....	53
2	Розділ 2. Розрахунок складових струму короткого замикання від ерс вибігу електродвигунів електротехнічного комплексу.....	53
2.1	Актуальність питання та його зв'язок з прикладними задачами.....	53
2.2	Критичний аналіз стану питання.....	58
2.3	Мета спеціальної частини.....	60
2.4	Основний матеріал, результати та їх аналіз.....	62
2.5	Висновки по розділу.....	70
3	Розділ 3. Екологія.....	71
3.1	Електроенергетика в Україні.....	71
3.2	Сучасна Екологія.....	72
3.3	Висновки по розділу Екологія.....	76
4	Розділ 4. Охорона праці.....	77
4.1	Служби охорони праці.....	78
4.2	Функції служб охорони праці.....	79
4.3	Права працівників.....	84
4.4	Кадрове забезпечення.....	85
4.5	Навчання в галузі охорони праці.....	86
4.6	Висновки по розділу.....	91
	Загальні висновки.....	92
	Список використаних літературних джерел.....	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

АСЕ – автоматизована система енергоуправління

DL (digital input) – цифровий вхід

AL (analog input) – аналоговий вхід

DO (digital output) – цифровий вихід

АО (analog output) – аналоговий вихід

ETS (engineering tool software) – спеціальне середовище розробки

СУБ – система управління будівлею

АБ – автоматизація будівель

ДБ – датчик руху

ДТ – датчик температури

ПЗ – програмне забезпечення

СС – сонячна станція

ВСТУП

Собівартість продукції, що випускається промисловим підприємством, багато в чому визначається енергоефективністю функціонування системи електропостачання силових споживачів. Підвищенню якості проектування систем електропостачання промислових об'єктів має приділятися найбільша увага, оскільки якісний проект дозволяє забезпечити необхідні показники надійності та енергоефективності функціонування мережі.

Безвідмовність системи електропостачання та необхідні показники якості електричної енергії забезпечуються коректним вибором оптимальної схеми, типів силових апаратів, трансформаторів та інших елементів. Зокрема, при виборі електричних апаратів необхідно враховувати не тільки усталені значення струмів у нормальному режимі роботи, а і можливі струмові перевантаження. Перевантаження за струмом можуть бути як короткочасними через особливості технологічного процесу, так і спричинені виникненням коротких замикань. Під час коротких замикань має бути врахована не тільки складова струму к.з., що підтримується ЕРС трансформаторної підстанції, а і складова, що спричинена ЕРС вибігу асинхронних двигунів. Дослідженню цього питання присвячена спеціальна частина бакалаврської роботи.

РОЗДІЛ 1

СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ АВІАРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

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

Механічний цех є допоміжним і виконує замовлення основних цехів підприємства. Він призначений для виконання різних операцій по обслуговуванню, ремонту електротермічного і верстатного устаткування. Для цієї мети в цеху передбачені: верстатне відділення, зварювальна дільниця, компресорна, виробничі, службові і побутові приміщення. Основне устаткування встановлене у верстатному відділенні: верстати різного призначення і підйомно-транспортні механізми.

Розміри цеху $A \times B \times H = 48 \times 24 \times 7$ м. Допоміжні приміщення двоповерхові заввишки 3,2 м.

Умови функціонування системи електропостачання цеху:

- напруга живлення цехової підстанції, кВ 10
- категорія споживачів за надійністю електропостачання III
- час використання найбільшого навантаження ТНБ, год 3150
- фактична температура навколишнього середовища $T_{сер}$,
- струм трифазного КЗ з боку ВН ЦТП $I_{кз}$, кА 11
- кількість змін 3
- кількість робочих годин на тиждень для однієї зміни 38,5

Таблиця 1.1.

Результати розрахунків координат ЦЕН механічного цеху

Поз.	Назва електроприймача	p_n , кВт	\cos	k_3	k_B
1...4	Зварювальні автомати	50	0,85	0,85	0,72
5...8	Вентилятори	4,5	0,84	0,75	0,56
9, 10	Компресори	50	0,81	0,5	0,38
11,12,39,40	Алмазно-розточувальні верстати	2,8	0,82	0,8	0,54
13...16	Горизонтально-розточувальні верстати	18	0,85	0,5	0,38
17,19	Поздовжньо-стругальні верстати	40	0,8	0,7	0,4
18	Кран-балка	10	0,8	0,75	0,5
20	Мостовий кран	55	0,85	0,8	0,7
21...26	Розточувальні верстати	14	0,82	0,8	0,7
27...29	Поперечно-стругальні верстати	7,5	0,88	0,8	0,7
30...33	Радіально-свердлильні верстати	5	0,85	0,85	0,72
34...36	Вертикально-свердлильні верстати	4	0,8	0,75	0,5
37,38	Електропечі опору	45	1	0,9	0,7
41,42	Заточувальні верстати	2,5	0,83	0,8	0,62
43...50	Токарно-револьверні верстати	8,8	0,82	0,8	0,54
Встановлена потужність		850,1			

Розташування основного устаткування ілюструє наступний план.

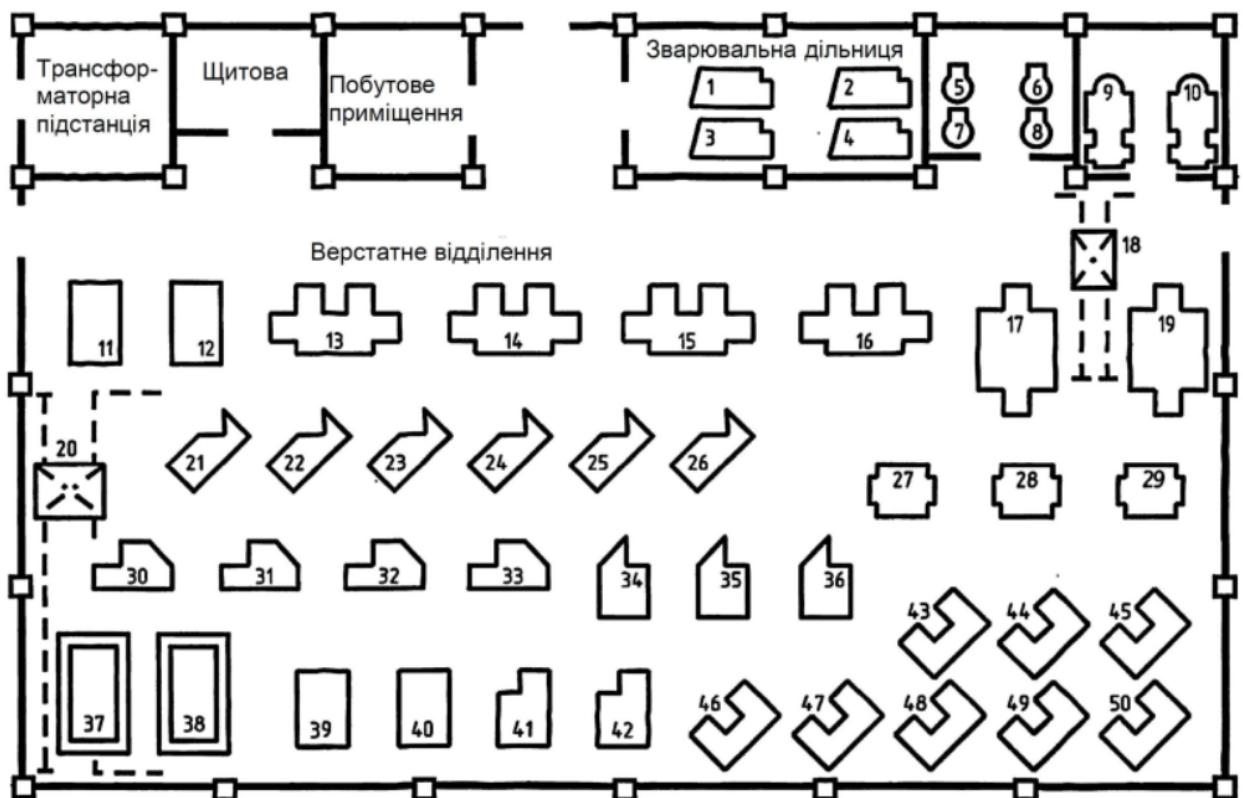


Рис 1.1. План механічного цеху

Усі споживачі цеху працюють при частоті 50 Гц. Мікроклімат є нормальним, температура не вищою від 23°C.

Спочатку необхідно знайти координати центру електричних навантажень (ЦЕН), які визначаються в умовній системі координат. Початок координат суміщається з нижнім лівим кутом механічного цеху.

Координати ЦЕН визначають за формулами [1]:

$$X_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i} x_i}{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i}}, \quad Y_{\text{ц}} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i} y_i}{\sum_{i=1}^n p_{\text{н}i}}, \quad (1.1)$$

де $p_{\text{н}i}$ – ном. активна потужність i -го електроприймача (ЕП), x_i , y_i – координати i -го ЕП.

Результати розрахунків координат ЦЕН механічного цеху записані у табл.1.1.

Таблиця 1.2

Результати розрахунків координат ЦЕН механічного цеху

Поз. позн.	Найменування ЕП	$p_{\text{н}}$, кВт	x_i	y_i
1	2	3	4	5
1	Зварювальний автомат	50	285	215
2	Зварювальний автомат	50	340	215
3	Зварювальний автомат	50	285	195
4	Зварювальний автомат	50	340	195
5	Вентилятор	4,5	370	216
6	Вентилятор	4,5	402	216
7	Вентилятор	4,5	370	198
8	Вентилятор	4,5	402	198
9	Компресор	50	434	198
10	Компресор	50	466	198
11	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	31	133
12	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	67	133

Продовження таблиці 1.2

14	Горизонтально-розточувальний верстат	18	196	133
15	Горизонтально-розточувальний верстат	18	171	133
16	Горизонтально-розточувальний верстат	18	347	133
17	Поздовжньо-стругальний верстат	40	398	125
18	Кран-балка	10	426	155
19	Поздовжньо-стругальний верстат	40	452	125
20	Мостовий кран	55	24	91
21	Розточувальний верстат	14	66	95
22	Розточувальний верстат	14	107	95
23	Розточувальний верстат	14	149	95
24	Розточувальний верстат	14	191	95
25	Розточувальний верстат	14	233	95
26	Розточувальний верстат	14	275	95
27	Поперечно-стругальний верстат	7,5	357	91
28	Поперечно-стругальний верстат	7,5	402	91
29	Поперечно-стругальний верстат	7,5	448	91
30	Радіально-свердлильний верстат	5	45	70
31	Радіально-свердлильний верстат	5	98	70
32	Радіально-свердлильний верстат	5	151	70
33	Радіально-свердлильний верстат	5	203	70
34	Вертикально-свердлильний верстат	4	247	65
35	Вертикально-свердлильний верстат	4	289	65
36	Вертикально-свердлильний верстат	4	329	65
37	Електропіч опору	45	30	30
38	Електропіч опору	45	65	30
39	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	120	25
40	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	159	25
41	Заточувальний верстат	2,5	205	25
42	Заточувальний верстат	2,5	245	25
43	Токарно-револьверний верстат	8,8	375	45
44	Токарно-револьверний верстат	8,8	415	45
45	Токарно-револьверний верстат	8,8	455	45
46	Токарно-револьверний верстат	8,8	295	15
47	Токарно-револьверний верстат	8,8	335	15
48	Токарно-револьверний верстат	8,8	375	15
Координати ЦЕН		850,1	$X_{ц} = 273,22$	$Y_{ц} = 127,54$

$$X = \frac{232261,1}{850,1} = 273,22,$$

$$Y = \frac{108422,3}{850,1} = 127,54.$$

Комплектна трансформаторна підстанція (КТП) заважає технологічному процесу у разі її розміщення в ЦЕН. Крім того для її розміщення є спеціальне приміщення.

1.2 Визначення розрахункового силового навантаження на першому рівні електропостачання

На I рівні електропостачання (ЕПС) навантаження на лінію створюється одним ЕП. Через це розрахункову активну p_p , реактивну q_p і повну s_p потужності обраховують таким чином:

$$p_p = k_z \cdot p_n, \quad q_p = p_p \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad s_p^2 = p_p^2 + q_p^2, \quad (1.2)$$

де $\operatorname{tg}\varphi$ – знаходять:

$$\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}(\arccos(\cos\varphi)), \quad (1.3)$$

де $\cos\varphi$ – для групи приймачів коефіцієнт потужності.

Розрахунковий струм I_p обчислюють за виразом:

$$I = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (1.4)$$

Значення для усіх ЕП механічного цеху показані у табл. 1.2.

Таблиця 1.3 – Розрахункові силові навантаження

Поз. поз.	Найменування ЕП	P_n , кВт	\cos	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Зварювальний автомат	50	0,85	0,62	42,5	26,34	50	75,97
2	Зварювальний автомат	50	0,85	0,62	42,5	26,34	50	75,97
3	Зварювальний автомат	50	0,85	0,62	42,5	26,34	50	75,97
4	Зварювальний автомат	50	0,85	0,62	42,5	26,34	50	75,97
5	Вентилятор	4,5	0,84	0,65	3,38	2,18	4,02	6,1
6	Вентилятор	4,5	0,84	0,65	3,38	2,18	4,02	6,1
7	Вентилятор	4,5	0,84	0,65	3,38	2,18	4,02	6,1
8	Вентилятор	4,5	0,84	0,65	3,38	2,18	4,02	6,1
9	Компресор	50	0,81	0,72	25	18,1	30,86	46,89
10	Компресор	50	0,81	0,72	25	18,1	30,86	46,89
11	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	0,82	0,7	2,24	1,56	2,73	4,15
12	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	0,82	0,7	2,24	1,56	2,73	4,15
13	Горизонтально-розточувальний верстат	18	0,85	0,62	9	5,58	10,59	16,09
14	Горизонтально-розточувальний верстат	18	0,85	0,62	9	5,58	10,59	16,09
15	Горизонтально-розточувальний верстат	18	0,85	0,62	9	5,58	10,59	16,09
16	Горизонтально-розточувальний верстат	18	0,85	0,62	9	5,58	10,59	16,09
17	Поздовжньо-стругальний верстат	40	0,8	0,75	28	21	35	53,18
18	Кран-балка	10	0,8	0,75	7,5	5,63	9,38	14,24
19	Поздовжньо-стругальний верстат	40	0,8	0,75	28	21	35	53,18
20	Мостовий кран	55	0,85	0,62	44	27,27	51,76	78,65
21	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75
22	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75
23	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75

Продовження таблиці 1.3

24	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75
25	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75
26	Розточувальний верстат	14	0,82	0,7	11,2	7,82	13,66	20,75
27	Поперечно-стругальний верстат	7,5	0,88	0,54	6	3,24	6,82	10,36
28	Поперечно-стругальний верстат	7,5	0,88	0,54	6	3,24	6,82	10,36
29	Поперечно-стругальний верстат	7,5	0,88	0,54	6	3,24	6,82	10,36
30	Радіально-свердлильний верстат	5	0,85	0,62	4,25	2,63	5	7,6
31	Радіально-свердлильний верстат	5	0,85	0,62	4,25	2,63	5	7,6
32	Радіально-свердлильний верстат	5	0,85	0,62	4,25	2,63	5	7,6
33	Радіально-свердлильний верстат	5	0,85	0,62	4,25	2,63	5	7,6
34	Вертикально-свердлильний верстат	4	0,8	0,75	3	2,25	3,75	5,7
35	Вертикально-свердлильний верстат	4	0,8	0,75	3	2,25	3,75	5,7
36	Вертикально-свердлильний верстат	4	0,8	0,75	3	2,25	3,75	5,7
37	Електропіч опору	45	1	0	40,5	0	40,5	61,53
38	Електропіч опору	45	1	0	40,5	0	40,5	61,53
39	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	0,82	0,7	2,24	1,56	2,73	4,15
40	Алмазно-розточувальний верстат	2,8	0,82	0,7	2,24	1,56	2,73	4,15
41	Заточувальний верстат	2,5	0,83	0,67	2	1,34	2,41	3,66
42	Заточувальний верстат	2,5	0,83	0,67	2	1,34	2,41	3,66
43	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
44	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
45	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
46	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
47	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
48	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
49	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
50	Токарно-револьверний верстат	8,8	0,82	0,7	7,04	4,91	8,59	13,04
Всього		850,1	0,85	0,58	638,48	369,64	750,38	1140,08

1.3 Вибір схеми цехової мережі та варіанту конструктивного виконання

При виборі цехової мережі враховуються: надійність, перспективний розвиток, втрати напруги, витрати матеріалів, електричної енергії, потужності, безпека в обслуговуванні.

Електричну мережу (ЕМ) механічного цеху проектуємо за радіальною схемою, коли кожен ЕП або їх група живиться окремою лінією. При виконанні ЕМ використовуємо кабелі.

В механічному цеху пункти розподілу електроенергії (ПРЕ) розміщуємо так, щоб звести до мінімуму довжину мереж цеху. Попередньо намічаємо чотири пункти розподілу електроенергії на II рівні електропостачання.

1.4 Визначення розрахункового силового навантаження на другому рівні електропостачання

На II рівні електропостачання навантаження на лінію створюється групою ЕП, які приєднані до ПРЕ.

Загальна потужність P_H однотипних ЕП дорівнює:

$$P_H = n \cdot p_H. \quad (1.5)$$

Груповий коефіцієнт використання k_B дорівнює:

$$k_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot p_{Hi}}{P_H} \quad (1.6)$$

$$\sum_{i=1} P_{Hi}$$

де $\sum_{i=1} P_{Hi}$ – загальна потужність ЕП групи.

Ефективна кількість ЕП для кожного ПРЕ:

$$n_{\text{еф}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_{i=1} n_{Hi} \cdot p^2}.$$

(1.7)

Коефіцієнт k_p залежить від $n_{\text{еф}}$ та групового k_B і вибирається з табличних даних (табл. К.2 [2]).

Розрахункова активна потужність P_p ПРЕ:

$$P_p = k_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot p_{Hi}.$$

(1.8)

Розрахункова реактивна потужність Q_p ПРЕ:

– якщо $n_{\text{еф}} \leq 10$, то:

$$Q_p = 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot p_{Hi} \cdot \text{tg}\varphi_i,$$

(1.9)

– якщо $n_{\text{еф}} > 10$, то:

$$Q_p = \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot p_{Hi} \cdot \text{tg}\varphi_i.$$

(1.10)

Повна розрахункова потужність S_p :

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} \quad (1.11)$$

Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$ та $\operatorname{tg} \varphi$ ПРЄ:

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p}, \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_p}{P_p} \quad (1.12)$$

Розрахунковий струм I_p ПРЄ знаходять з виразу:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (1.13)$$

1.5 Визначення розрахункового силового навантаження на третьому рівні електропостачання

На III рівні ЕПС можна ефективно число ЕП визначати з виразу:

$$n_{\text{еф}} = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{\text{ні}}}{P_{\text{н. max}}}, \quad (1.14)$$

де $p_{\text{н. max}}$ – ном. активна потужність найбільш потужного ЕП механічного цеху. Коефіцієнт $k_{\text{р}}$ на шинах НН ЦТП вибирається з довідника

Розрахункову активну потужність $P_{\text{р}}$ навантаження на III рівні ЕПС знаходять за (1.8).

Розрахункову реактивну потужність $Q_{\text{р}}$ на III рівні електропостачання обраховують за:

$$Q_{\text{р}} = k_{\text{р}} \cdot \sum_{i=1}^n k_{\text{ві}} \cdot P_{\text{ні}} \cdot \text{tg}\varphi_i. \quad (1.15)$$

Повну розрахункову потужність $S_{\text{р}}$ визначають за (1.11). Коефіцієнт $\cos\varphi_{\text{ЦТП}}$ на шинах НН ЦТП та $\text{tg}\varphi_{\text{ЦТП}}$ обчислюємо за виразами, що аналогічні (1.12). Розрахунковий струм $I_{\text{р}}$ споживачів III рівня знаходимо за виразом (1.13).

1.6 Розрахунок освітлювальних навантажень

Встановлене мінімальне навантаження робочого освітлення механічного цеху визначаємо за виразом:

$$P_{\text{вст.о}} = k_{\text{ПРА}} \cdot \rho_{\text{п.о}} \cdot F \cdot 10^{-3}, \quad (1.16)$$

де $k_{\text{ПРА}} = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує потужність ПРА люмінесцентних ламп; $\rho_{\text{п.о}}$ – питома встановлена потужність загального освітлення механічного цеху, Вт/м² (приймаємо $\rho_{\text{п.о}} = 12 \text{Вт/м}^2$); F – площа цеху, м². Довжина механічного цеху складає 48 м, а ширина – 24 м. Площа механічного цеху складає:

$$F = 48 \cdot 24 = 1152 \text{м}^2.$$

Мінімальне навантаження робочого освітлення механічного цеху дорівнює:

$$P_{\text{вст.о}} = 1,2 \cdot 12 \cdot 1152 \cdot 10^{-3} = 16,59 \text{кВт}.$$

Сумарні активна $P_{\text{р.о}}$, реактивна $Q_{\text{р.о}}$ та повна $S_{\text{р.о}}$ потужності робочого освітлювального навантаження механічного цеху знаходяться таким чином:

$$P_{\text{р.о}} = k_{\text{п.о}} \cdot P_{\text{вст.о}}, \quad Q_{\text{р.о}} = P_{\text{р.о}} \cdot \text{tg}\varphi, \quad S_{\text{р.о}} = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (1.17)$$

де $k_{\text{п.о}}$ – коефіцієнт попиту загального освітлення, $k_{\text{п.о}} = 0,95$; $\text{tg}\varphi = 0,33$ – для люмінесцентних ламп.

$$P_{p.o} = 0,95 \cdot 16,59 = 15,76 \text{ кВт},$$

$$Q_{p.o} = 15,76 \cdot 0,33 = 5,18 \text{ кВАр},$$

$$S_{p.o} = 15,76^2 + 5,18^2 = 16,59 \text{ кВА}.$$

Розрахунковий струм $I_{p.o}$ робочого освітлювального навантаження механічного цеху знаходиться з виразу:

$$I_{p.o} = \frac{16,59}{3 \cdot 0,38} = 25,2 \text{ А}.$$

Розраховані величини $P_{вст.o}$, $\cos\varphi_o$, $tg\varphi_o$, $P_{p.o}$, $Q_{p.o}$, $S_{p.o}$, $I_{p.o}$ зводимо у табл. 1.3.

Розрахункові потужності аварійного освітлення ($P_{p.a.o}$, $Q_{p.a.o}$) приймаємо на рівні 10% від робочого освітлення механічного цеху:

$$P_{p.a.o} = 0,1 \cdot P_{p.o}, \quad Q_{p.a.o} = 0,1 \cdot Q_{p.o}, \quad (1.19)$$

$$P_{p.a.o} = 0,1 \cdot 15,76 = 1,58 \text{ кВт},$$

$$Q_{p.a.o} = 0,1 \cdot 5,18 = 0,52 \text{ кВАр}.$$

Розрахункові потужності освітлення території навколо механічного цеху ($P_{p.t.o}$, $Q_{p.t.o}$) приймаються на рівні 10% від робочого освітлення:

$$P_{p.t.o} = 0,1 \cdot P_{p.o}, \quad Q_{p.t.o} = 0,1 \cdot Q_{p.o}, \quad (1.20)$$

$$P_{p.t.o} = 0,1 \cdot 15,76 = 1,58 \text{ кВт},$$

$$Q_{p.t.o} = 0,1 \cdot 5,18 = 0,52 \text{ кВАр}.$$

Розрахункові потужності аварійного освітлення і освітлення території навколо механічного цеху зводимо в табл. 1.3.

1.7 Визначення сумарних навантажень цеху

Сумарні розрахункові активне P_p та реактивне Q_p навантаження механічного цеху визначаються з формул:

$$P_{p\Sigma} = P_p + P_{p.o} + P_{p.a.o} + P_{p.t.o}, \quad (1.21)$$

$$Q_{p\Sigma} = Q_p + Q_{p.o} + Q_{p.a.o} + Q_{p.t.o}, \quad (1.22)$$

де P_p , Q_p – сумарні розрахункові активне і реактивне силові навантаження механічного цеху.

$$P_{p\Sigma} = 517,17 + 15,76 + 1,58 + 1,58 = 536,09 \text{ кВт},$$

$$Q_{p\Sigma} = 298,98 + 5,18 + 0,52 + 0,52 = 305,2 \text{ кВАр}.$$

$S_{p\Sigma}$ механічного цеху знаходиться з формули:

$$S_{\Sigma p} = \sqrt{P_{\Sigma p}^2 + Q_{\Sigma p}^2} \quad (1.23)$$

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{536,09^2 + 305,2^2} = 616,87 \text{кВА}.$$

$I_{p\Sigma}$ механічного цеху обраховується з такої же формули:

$$I_{p\Sigma} = \frac{616,87}{3 \cdot 0,38} = 937,24 \text{А}.$$

1.8 Вибір кількості та потужності трансформаторів цехової підстанції

Вибір кількості трансформаторів ЦТП здійснюється з врахуванням вимог ПУЕ, розрахункового навантаження механічного цеху і категорії надійності.

Питома густина навантаження $S_{\text{пит}}$ обчислюється за виразом:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{p\Sigma}}{F}, \quad (1.24)$$

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

$$S_{\text{пит}} = \frac{616,87}{1152} = 0,54 \text{кВА/м}^2.$$

Повна ном. розрахункова потужність цехового трансформатора становить:

$$S = \frac{P}{k_3}, \quad (1.25)$$

де k_3 – коефіцієнт завантаження, який для ЕП III категорії складає:

$$k_3 = 0,9 \div 0,95.$$

$$S_{\text{н.т.р}} = \frac{536,09}{2 \cdot 0,9} = 297,83 \text{кВА}.$$

Ном. потужність трансформаторів $S_{\text{н}}$ зі стандартного ряду за виконання умови: $S_{\text{н}} \geq S_{\text{н.т.р}}$. Приймаємо трансформатори потужністю 630 кВА.

В аварійних режимах трансформатор необхідно перевірити на допустиме перевантаження:

$$1,4 \cdot S_{\text{н.т.р}} \geq S_{\text{р}\Sigma}. \quad (1.26)$$

$$1,4 \cdot 630 = 882 \text{кВА} \geq 616,87 \text{кВА}.$$

Умова виконується.

Отже, залишаємо обрані трансформатори потужністю 630 кВА, тип та параметри яких представлені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні дані вибраного трансформатора

Тип трансформатора	S_H , кВА	Номинальна напруга, кВ		Втрати, кВт		Напруга КЗ, %	Струм ХХ, %
		ВН	НН	ХХ P_{XX}	КЗ $P_{КЗ}$		
ТМЗ-630/10/0,4 У1	630	10	0,4	1,31	7,6	5,5	1,8

Результати розрахунків навантажень для ТП та вибір потужності трансформатора показано в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків навантажень ТП

Найменування цеху	$\cos\varphi$ $tg\varphi$	Розрахункове навантаження			К-сть/потужність трансформаторів, шт./кВА
		$P_{p\Sigma}$, кВт	$Q_{p\Sigma}$, кВАр	$S_{p\Sigma}$, кВА	
Механічний	0,87 0,57	536,09	305,2	616,87	2/630

На рис. 1.2 – фотографія вибраного трансформатора ТМЗ-630/10/0,4 У1.



Рисунок 1.2 – Фотографія трансформатора ТМЗ-630/10/0,4 У1

1.9 Компенсація реактивних навантажень

Найбільша реактивна потужність, що можна передати через цеховий трансформатор в мережу до 1 кВ обчислюється таким чином:

$$Q = (N \cdot S \cdot k)^2 - P^2 \quad (1.27)$$

Потужність НКУ обраховується з виразу:

$$Q_{\text{нк}} = Q_{\text{p}\Sigma} - Q_{\text{maxT}}, \quad (1.28)$$

$$Q_{\text{нк}} = 305,2 - 999,28 = -694,08 \text{кВАр}.$$

$Q_{\text{нк}} < 0$ і не треба встановлювати КУ на стороні НН підстанції.

Трансформатори вибраної потужності можуть пропустити всю реактивну потужність зі сторони ВН у мережу НН.

1.9 Вибір перерізу провідників цехової мережі напругою до 1 кВ

В ЕМ механічного цеху переріз провідників вибираємо з умов нагрівання.

Допустимий тривалий струм $I'_{\text{доп}}$ дорівнює:

$$I'_{\text{доп}} = K_{\text{сер}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot I_{\text{доп}}, \quad (1.29)$$

де $K_{\text{пр}}$ – поправковий коефіцієнт на кількість працюючих кабелів; $K_{\text{попр}} = 0,92$ [2]; $K_{\text{сер}}$ – поправковий коефіцієнт на температуру середовища:

$$K = \frac{T_{\text{ж.н}} - T_{\text{сер}}}{70 - 25}, \quad (1.30)$$

де $T_{\text{ж.н}}$ – нормована тривало допустима температура жил; $T_{\text{сер}}$ – фактична температура середовища, $T_{\text{сер}} = 23^\circ \text{C}$; $T_{\text{сер.н}}$ – нормована температура середовища, $T_{\text{сер.н}} = 25^\circ \text{C}$.

$$K_{\text{сер}} = \frac{70 - 23}{70 - 25} = 1,02.$$

Якщо умова виконується:

$$I'_{\text{доп}} > I_{\text{н}}, \quad (1.31)$$

Фактичні активний $R_{\text{кб}}$ та реактивний $X_{\text{кб}}$ опори кабелів становлять:

$$R_{\text{кб}} = r_{\text{п}} \cdot l_{\text{кб}}, \quad X_{\text{кб}} = x_{\text{п}} \cdot l_{\text{кб}} \quad (1.32)$$

Вибраний кабель перевіряється за втратою напруги $\Delta U_{\text{кб}}$:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{п}} \cdot R_{\text{кб}} + Q_{\text{п}} \cdot X_{\text{кб}}}{U_{\text{н}}}, \quad \% \quad (1.33)$$

де P_p , Q_p – розрахункові активна та реактивна потужності навантаження ПРЄ;

U_n – ном. напруга.

Кабель вибраний вірно, коли втрати напруги не більше 5%.

1.11 Вибір перерізу провідників розподільчої мережі напругою до 1 кВ

Номінальний струм I_n ЕП дорівнює:

$$3 \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot \eta \quad (1.34)$$

де η – ном. ККД ЕП (приймаємо $\eta = 1$).

Для кожної лінії вибирається кабель з допустимим струмом $I_{\text{доп}}$.

Допустимий тривалий струм $I'_{\text{доп}}$ становить:

$$I'_{\text{доп}} = K_{\text{сер}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot I_{\text{доп}}, \quad (1.35)$$

де $K_{\text{сер}}$ – поправковий коефіцієнт на температуру середовища;

$K_{\text{пр}}$ – поправковий коефіцієнт на кількість працюючих кабелів.

За умовою:

$$I'_{\text{доп}} \geq I_n, \quad (1.36)$$

приймається попередньо вибраний кабель. Якщо ні, то приймається наступний стандартний переріз кабелю.

За механічною міцністю мінімальний переріз алюмінієвих провідників

становить $2,5\text{мм}^2$.

Результати виборів перерізів провідників розподільчої ЕМ зведені до

табл. 1.7.

Таблица 1.7 – Результаты расчетов перерезов проводников ЭМ до 1 кВ

№ обл. на плані	P_n , кВт	I_n , А	$I_{\text{доп}}$, А	$I'_{\text{доп}}$, А	s , мм ²	Тип кабелю	$l_{\text{кб}}$, км	r_p , мОм/м	x_p , мОм/м	$R_{\text{кб}}$, Ом	$X_{\text{кб}}$, Ом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	50	89,37	120	122,40	50	АВВГ	0,018	0,625	0,0625	0,0113	0,0011
2	50	89,37	120	122,40	50	АВВГ	0,013	0,625	0,0625	0,0081	0,0008
3	50	89,37	120	122,40	50	АВВГ	0,02	0,625	0,0625	0,0125	0,0013
4	50	89,37	120	122,40	50	АВВГ	0,015	0,625	0,0625	0,0094	0,0009
5	4,5	8,14	19	19,38	2,5	АВВГ	0,011	12,5	0,104	0,1375	0,0011
6	4,5	8,14	19	19,38	2,5	АВВГ	0,007	12,5	0,104	0,0875	0,0007
7	4,5	8,14	19	19,38	2,5	АВВГ	0,012	12,5	0,104	0,1500	0,0012
8	4,5	8,14	19	19,38	2,5	АВВГ	0,01	12,5	0,104	0,1250	0,0010
9	50	93,79	120	122,40	50	АВВГ	0,007	0,625	0,0625	0,0044	0,0004
10	50	93,79	120	122,40	50	АВВГ	0,007	0,625	0,0625	0,0044	0,0004
11	2,8	5,19	19	19,38	2,5	АВВГ	0,005	12,5	0,104	0,0625	0,0005
12	2,8	5,19	19	19,38	2,5	АВВГ	0,008	12,5	0,104	0,1000	0,0008
13	18	32,17	39	39,78	10	АВВГ	0,013	3,12	0,073	0,0406	0,0009
14	18	32,17	39	39,78	10	АВВГ	0,02	3,12	0,073	0,0624	0,0015
15	18	32,17	39	39,78	10	АВВГ	0,028	3,12	0,073	0,0874	0,0020
16	18	32,17	39	39,78	10	АВВГ	0,035	3,12	0,073	0,1092	0,0026
17	40	75,97	85	86,70	35	АВВГ	0,043	0,894	0,0637	0,0384	0,0027
18	10	18,99	19	19,38	2,5	АВВГ	0,011	12,5	0,104	0,1375	0,0011
19	40	75,97	85	86,70	35	АВВГ	0,049	0,894	0,0637	0,0438	0,0031
20	55	98,31	120	122,40	50	АВВГ	0,013	0,625	0,0625	0,0081	0,0008
21	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,011	5,21	0,09	0,0573	0,0010
22	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,011	5,21	0,09	0,0573	0,0010
23	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,015	5,21	0,09	0,0782	0,0014
24	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,019	5,21	0,09	0,0990	0,0017
25	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,024	5,21	0,09	0,1250	0,0022
26	14	25,94	30	30,60	6	АВВГ	0,029	5,21	0,09	0,1511	0,0026
27	7,5	12,95	19	19,38	2,5	АВВГ	0,045	12,5	0,104	0,5625	0,0047
28	7,5	12,95	19	19,38	2,5	АВВГ	0,045	12,5	0,104	0,5625	0,0047
29	7,5	12,95	19	19,38	2,5	АВВГ	0,05	12,5	0,104	0,6250	0,0052
30	5	8,94	19	19,38	2,5	АВВГ	0,018	12,5	0,104	0,2250	0,0019
31	5	8,94	19	19,38	2,5	АВВГ	0,013	12,5	0,104	0,1625	0,0014
32	5	8,94	19	19,38	2,5	АВВГ	0,012	12,5	0,104	0,1500	0,0012
33	5	8,94	19	19,38	2,5	АВВГ	0,017	12,5	0,104	0,2125	0,0018
34	4	7,60	19	19,38	2,5	АВВГ	0,022	12,5	0,104	0,2750	0,0023

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,028	12,5	0,104	0,3500	0,0029
46	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,009	12,5	0,104	0,1125	0,0009
47	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,013	12,5	0,104	0,1625	0,0014
48	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,015	12,5	0,104	0,1875	0,0016
49	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,019	12,5	0,104	0,2375	0,0020
50	8,8	16,31	19	19,38	2,5	АВВГ	0,024	12,5	0,104	0,3000	0,0025

1.12 Розрахунок струмів короткого замикання в мережі до 1 кВ

Частини СЕП, які потрапили в короткозамкнене коло піддаються термічному та електродинамічному впливам. Для визначення струмів КЗ складаємо розрахункову схему СЕП та на її основі заступну схему.

Розрахункова схема (рис. 1.2) є спрощеною однолінійною, де вказані всі складові частини СЕП і їх параметри, які впливають на струми КЗ.

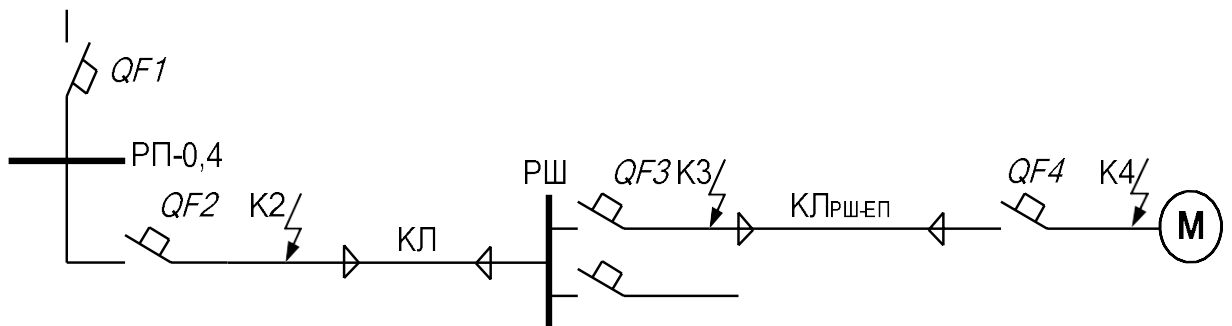


Рисунок 1.3 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

Заступна схема (рис. 1.3) є електричною схемою, що відповідає розрахунковій, але в цій схемі всі складові частини представлені опорами.

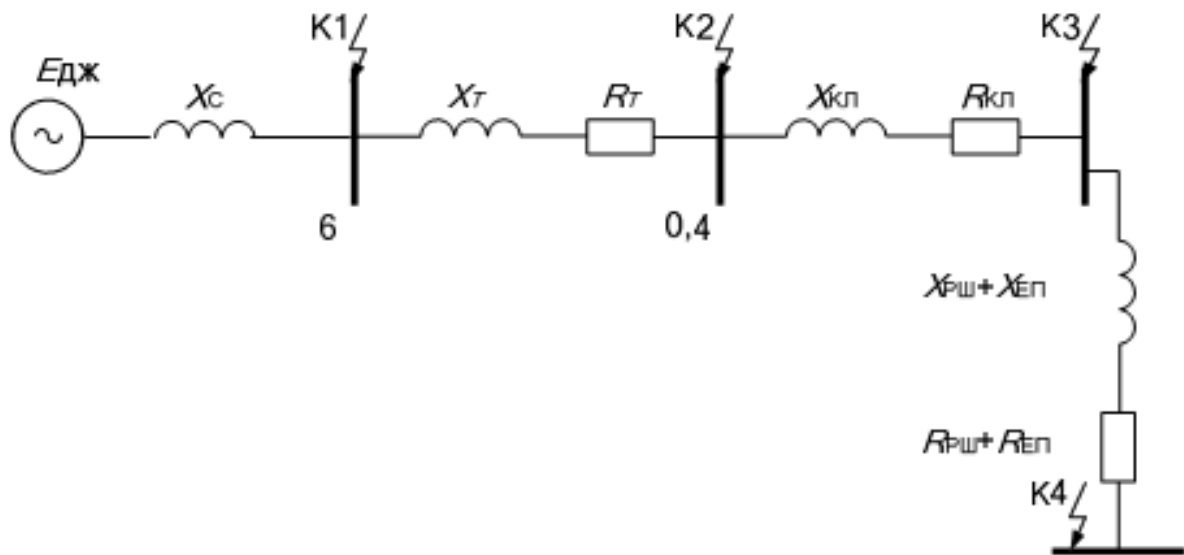


Рисунок 1.4 – Заступна схема короткозамкненого кола

Струми КЗ розраховуємо в іменованих одиницях. Опір ДЖ дорівнює:

$$Z = X = \frac{U_{c.n}}{I_{K3}} \quad (1.37)$$

де $U_{c.n} = 10,5 \text{ кВ}$ – середня напруга електричної мережі, де відбулося КЗ; I_{K3} – струм трифазного КЗ з боку ВН ЦТП, $I_{K3} = 11 \text{ кА}$.

$$Z = X = \frac{10,5}{3 \cdot 11} = 0,55 \text{ Ом.}$$

Щоб знайти струми КЗ у т. К2 необхідно привести опори СЕП ВН до напруги 0,4 кВ таким чином:

$$x_{10,4} = x_{10} \cdot k^2, \quad (1.38)$$

де k_T – коефіцієнт трансформації.

У разі знаходження струмів КЗ враховуються активні опори перехідних контактів, активні та індуктивні опори.

З табл. НЗ [2] вибираємо значення опорів цехового трансформатора:

$$r_T = 3,4 \text{ мОм}, \quad x_T = 13,5 \text{ мОм}.$$

Величина періодичної складової струму трифазного КЗ $I_{п(0)}$ дорівнює:

$$I = \frac{U_{с.н}}{3 \cdot \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}}, \quad (1.39)$$

де $U_{с.н} = 400 \text{ В}$; R_{Σ} , X_{Σ} – сумарні активні та індуктивні опори прямої послідовності.

Струм трифазного КЗ у т. К2 становить:

$$I^{(3)} = \frac{400}{3 \cdot \sqrt{(3,4 + 20)^2 + (0,88 + 13,5)^2}} = 8,41 \text{ кА}.$$

Ударний струм КЗ складає:

$$i_{уд} = 2 \cdot I_{п(0)} \cdot k_{уд}, \quad (1.40)$$

де $k_{уд}$ – ударний коефіцієнт, що визначається за кривими [5].

Тоді:

$$i_{уд} = 2 \cdot 8,41 \cdot 1,1 = 13,08 \text{ кА}.$$

Струм трифазного КЗ у т. К3 становить:

$$I^{(3)} = \frac{400}{3 \cdot (3,41 + 25)^2 + (14,38 + 0,002)^2} = 7,25 \text{кА}.$$

Ударний струм КЗ у т. К3 складає:

$$i_{\text{удК3}} = 2 \cdot 7,25 \cdot 1,05 = 10,77 \text{кА}$$

Струм трифазного КЗ у т. К4 дорівнює:

$$I^{(3)} = \frac{400}{3 \cdot (3,81 + 30)^2 + (14,382 + 0,003)^2} = 6,29 \text{кА}.$$

Ударний струм КЗ у т. К4 становить:

$$i_{\text{удК4}} = 2 \cdot 6,29 \cdot 1,0 = 8,9 \text{кА}.$$

де $U_n = 0,38 \text{кВ}$ – напруга мережі цеху.

Результати розрахунків електричних навантажень на II рівні електропостачання внесено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Розрахунок електричних навантажень (форма Ф 636 - 92)

П о з п о з .	Найменування ЕП	n , шт.	P_n , кВт	Заг. P_n , кВт	k_v	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{зм}$, кВт	$Q_{зм}$, кВАр	$n \cdot P_n^2$	n_c	k_p	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА	I_p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Зварювальний автомат	1	50	50	0,72	0,85	0,62	36	22,31	2500	-	-	-	-	-	-
2	Зварювальний автомат	1	50	50	0,72	0,85	0,62	36	22,31	2500	-	-	-	-	-	-
3	Зварювальний автомат	1	50	50	0,72	0,85	0,62	36	22,31	2500	-	-	-	-	-	-
4	Зварювальний автомат	1	50	50	0,72	0,85	0,62	36	22,31	2500	-	-	-	-	-	-
5	Вентилятор	1	4,5	4,5	0,56	0,84	0,65	2,52	1,63	20	-	-	-	-	-	-
6	Вентилятор	1	4,5	4,5	0,56	0,84	0,65	2,52	1,63	20	-	-	-	-	-	-
7	Вентилятор	1	4,5	4,5	0,56	0,84	0,65	2,52	1,63	20	-	-	-	-	-	-
8	Вентилятор	1	4,5	4,5	0,56	0,84	0,65	2,52	1,63	20	-	-	-	-	-	-
9	Компресор	1	50	50	0,38	0,81	0,72	19	13,76	2500	-	-	-	-	-	-
10	Компресор	1	50	50	0,38	0,81	0,72	19	13,76	2500	-	-	-	-	-	-
18	Кран-балка	1	10	10	0,5	0,8	0,75	5	3,75	100	-	-	-	-	-	-
Всього по ПРЕ1		11	-	328	0,6	0,84	0,64	197,08	127,02	15181	7	1,03	202,99	139,72	246,43	374,41

Продовження табл. 1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
11	Алмазно-розточувальний верстат	1	2,8	2,8	0,54	0,82	0,7	1,51	1,06	8	-	-	-	-	-	-
12	Алмазно-розточувальний верстат	1	2,8	2,8	0,54	0,82	0,7	1,51	1,06	8	-	-	-	-	-	-
13	Горизонтально-розточувальний верстат	1	18	18	0,54	0,85	0,62	9,72	6,02	324	-	-	-	-	-	-
14	Горизонтально-розточувальний верстат	1	18	18	0,54	0,85	0,62	9,72	6,02	324	-	-	-	-	-	-
15	Горизонтально-розточувальний верстат	1	18	18	0,54	0,85	0,62	9,72	6,02	324	-	-	-	-	-	-
16	Горизонтально-розточувальний верстат	1	18	18	0,54	0,85	0,62	9,72	6,02	324	-	-	-	-	-	-
17	Поздовжньо-стругальний верстат	1	40	40	0,54	0,8	0,75	21,6	16,2	1600	-	-	-	-	-	-
19	Поздовжньо-стругальний верстат	1	40	40	0,4	0,8	0,75	16	12	1600	-	-	-	-	-	-
20	Мостовий кран	1	55	55	0,7	0,85	0,62	38,5	23,86	3025	-	-	-	-	-	-
Всього по ПРЕ2		12	-	235,1	0,57	0,84	0,65	133,75	86,77	7705	7	1,06	14,78	95,44	170,91	259,67

Продовження табл. 1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
21	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
22	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
23	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
24	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
25	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
26	Розточувальний верстат	1	14	14	0,7	0,82	0,7	9,8	6,84	196	-	-	-	-	-	-
30	Радіально-свердильний верстат	1	5	5	0,72	0,85	0,62	3,6	2,23	25	-	-	-	-	-	-
31	Радіально-свердильний верстат	1	5	5	0,72	0,85	0,62	3,6	2,23	25	-	-	-	-	-	-
32	Радіально-свердильний верстат	1	5	5	0,72	0,85	0,62	3,6	2,23	25	-	-	-	-	-	-
33	Радіально-свердильний верстат	1	5	5	0,72	0,85	0,62	3,6	2,23	25	-	-	-	-	-	-
34,35,36	Вертикально-свердильний верстат	3	4	12	0,5	0,8	0,75	6	4,5	48	-	-	-	-	-	-
37,38	Електропіч опору	2	45	90	0,7	1	0	63	0	4050	-	-	-	-	-	-
Всього по ПРЕЗ		15	-	206	0,69	0,93	0,38	142,2	154,3	234,4						

Продовження табл. 1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
39	Алмазно-розточувальний верстат	1	2,8	2,8	0,54	0,82	0,7	1,51	1,06	8	-	-	-	-	-	-
40	Алмазно-розточувальний верстат	1	2,8	2,8	0,54	0,82	0,7	1,51	1,06	8	-	-	-	-	-	-
41	Заточувальний верстат	1	2,5	2,5	0,62	0,83	0,67	1,55	1,04	6	-	-	-	-	-	-
42	Заточувальний верстат	1	2,5	2,5	0,62	0,83	0,67	1,55	1,04	6	-	-	-	-	-	-
43	Токарно-револьверний верстат	1	8,8	8,8	0,54	0,82	0,7	4,75	3,32	77	-	-	-	-	-	-
44	Токарно-револьверний верстат	1	8,8	8,8	0,54	0,82	0,7	4,75	3,32	77	-	-	-	-	-	-
45	Токарно-револьверний верстат	1	8,8	8,8	0,54	0,82	0,7	4,75	3,32	77	-	-	-	-	-	-
46	Токарно-револьверний верстат	1	8,8	8,8	0,54	0,82	0,7	4,75	3,32	77	-	-	-	-	-	-
Всього по ПРЕ4		12	-	81	0,54	0,82	0,7	44,14	30,73	645	10	1,03	45,46	30,73	54,88	83,37
Третій рівень		50	-	850,1	0,61	0,87	0,58	517,17	298,98	28908	25	1	517,17	298,98	597,38	907,62
Робоче освітлення		-	-	16,59	-	0,95	0,33	-	-	-	-	-	15,76	5,18	16,59	25,2
Аварійне освітлення		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	0,52	-	-
Освітлення території		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,58	0,52	-	-

1.13 Вибір електричних апаратів в мережі напругою до 1 кВ

В ЕМ до 1000 В використовують автоматичні вимикачі, плавкі запобіжники. За ПУЕ [4] в електроустановках до 1000 В по режиму КЗ перевіряють шафи, струмопроводи та розподільні щити.

Типи АВ та запобіжників не вибираємо, оскільки вони є елементами шаф РП НН ЦТП, СРШ, СП і збірок. Для автоматичних вимикачів вибирають номінальний струм автомата і розчеплювачів, струми спрацювання розчеплювачів.

Вибір АВ та запобіжників зумовлений місцем їх встановлення в СЕП

1.13.1 Вибір силових шаф низької напруги трансформаторної підстанції

ТП, яка живить механічний цех має два трансформатори номінальною потужністю $S_n = 630\text{кВА}$ кожен і комплектується низьковольтною шафою типу ШНВ-1 (рис. 1.4). В шафі даного типу встановлюється ввідний автоматичний вимикач Э16В, номінальний струм якого 1600 А.



Рисунок 1.5 – Фотографія низьковольтної шафи ШНВ-1

1.13.2 Вибір розподільних силових шаф цехової мережі

В механічному цеху для ПРЕ1, ПРЕ2 вибираємо СРШ ПР-11-1518 (рис. 1.5), для ПРЕ3, ПРЕ4 СРШ ПР-11-1318.



Рисунок 1.6 – Фотографія СРШ типу ПР-

1.13.3 Перевірка автоматичних вимикачів

Перевірку АВ треба робити враховуючи номінальну напругу, струм вимикача, струм розчеплювача, струм вимкнення вимикача.

Шафа низьковольтна лінійна КТП потужністю 630 кВА комплектується автоматом серії Э-16В, перевірку якого здійснимо в табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Перевірка АВ Э-16В

Умови вибору	Каталожні дані	Розрахункові дані
За номінальною напругою: $U_{н.в} \geq U_{ном.уст}$	$U_{н.в} = 380В$	$U_{ном.уст} = 380В$
За номінальним струмом: $I_{н.в} > I_{р.мах}$	$I_{н.в} = 1600А$	$I_{р.мах} = 937,24А$
За номінальним струмом розчеплювача: $I_{н.р} \geq I_{р.мах}$	$I_{н.р} = 1600А$	$I_{р.мах} = 937,24А$
За номінальним струмом теплового розчеплювача: $I_{у.т.р} = 1,25 \cdot I_{н.т.р} > 1,1 \cdot I_{р.мах}$	$I_{у.т.р} = 2000А$	$1,1 \cdot I_{р.мах} = 1030,96А$
За відключаючою здатністю: $I_{в.н} \geq I_{КЗ}^{(3)}$	$I_{в.н} = 33,5кА$	$I_{КЗ}^{(3)} = 8,41кА$
За чутливістю до струмів однофазного КЗ: $1,25 \cdot I_{с.в} \leq I_{КЗ}^{(1)}$	$1,25 \cdot I_{с.в} = 8,75кА$	$I_{КЗ}^{(1)} = 15,75кА$

Умови перевірки виконуються.

Фотографія автоматичного вимикача Э-16В подана на рис. 1.6.



Рисунок 1.7 – Фотографія вимикача Э-16В

Вибрані СРШ типу ПР-11 комплектуються АВ ВА-51-39. В табл. 1.10 перевіriamo автомати.

Таблиця 1.10 – Перевірка АВ типу ВА-51-39

Умови вибору	Каталожні дані	Розрахункові дані
За номінальною напругою: $U_{н.в} \geq U_{ном.уст}$	$U_{н.в} = 380В$	$U_{ном.уст} = 380В$
За номінальним струмом: $I_{н.в} > I_{р.мах}$	$I_{н.в} = 630А$	$I_{р.мах} = 374,41А,$ $I_{р.мах} = 259,67А,$ $I_{р.мах} = 234,44А,$ $I_{р.мах} = 83,37А.$
За номінальним струмом розчеплювача: $I_{н.р} \geq I_{р.мах}$	$I_{н.р} = 400А,$ $I_{н.р} = 400А,$ $I_{н.р} = 250А,$ $I_{н.р} = 125А.$	$I_{р.мах} = 374,41А,$ $I_{р.мах} = 259,67А,$ $I_{р.мах} = 234,44А,$ $I_{р.мах} = 83,37А.$
За номінальним струмом теплового розчеплювача: $I_{у.т.р} = 1,25 \cdot I_{н.т.р} > 1,1 \cdot I_{р.мах}$	$I_{у.т.р} = 500А,$ $I_{у.т.р} = 500А,$ $I_{у.т.р} = 312,5А,$ $I_{у.т.р} = 156,25А.$	$1,1 \cdot I_{р.мах} = 411,85А,$ $1,1 \cdot I_{р.мах} = 285,64А,$ $1,1 \cdot I_{р.мах} = 257,88А,$ $1,1 \cdot I_{р.мах} = 91,71А.$
За відключаючою здатністю: $I_{в.н} \geq I_{кз}^{(3)}$	$I_{в.н} = 40кА$	$I_{кз}^{(3)} = 7,25кА$
За чутливістю до струмів однофазного КЗ: $1,25 \cdot I_{с.в} \leq I_{кз}^{(1)}$	$1,25 \cdot I_{с.в} = 7,88кА$	$I_{кз}^{(1)} = 14,86кА$

Умови перевірки виконуються.

Фотографія АВ типу ВА-51-39 зображена на рис. 1.7.



Рисунок 1.8 – Фотографія вимикача ВА-51-39

В ПРЕ1 – ПРЕ4 встановлені по 12 автоматичних вимикачів, які

необхідні для захисту ліній.

Результати вибору автоматичних вимикачів до ЕП механічного цеху показано в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Результати вибору АВ до ЕП механічного цеху

Розподільна лінія	Тип автомата	$U_{н.в}$, В	$I_{н.в}$, А	$I_{н.т.р}$, А	$I_{у.т.р}$, А	$I_{р. max}$, А	$I_{в.н}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8
До №1	ВА52-31	380	100	100	135	89,37	30
До №2	ВА52-31	380	100	100	135	89,37	30
До №3	ВА52-31	380	100	100	135	89,37	30
До №4	ВА52-31	380	100	100	135	89,37	30
До №5	ВА52-31	380	100	16	21,6	8,14	15
До №6	ВА52-31	380	100	16	21,6	8,14	15
До №7	ВА52-31	380	100	16	21,6	8,14	15
До №8	ВА52-31	380	100	16	21,6	8,14	15
До №9	ВА52-31	380	100	100	135	93,79	30
До №10	ВА52-31	380	100	100	135	93,79	30
До №11	ВА52-31	380	100	16	21,6	5,19	15
До №12	ВА52-31	380	100	16	21,6	5,19	15
До №13	ВА52-31	380	100	40	54	32,17	30
До №14	ВА52-31	380	100	40	54	32,17	30
До №15	ВА52-31	380	100	40	54	32,17	30
До №16	ВА52-31	380	100	40	54	32,17	30
До №17	ВА52-31	380	100	80	108	75,97	30
До №18	ВА52-31	380	100	20	27	18,99	15
До №19	ВА52-31	380	100	80	108	75,97	30
До №20	ВА52-31	380	100	100	135	98,31	30
До №21	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №22	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №23	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №24	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №25	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №26	ВА52-31	380	100	31,5	42,53	25,94	15
До №27	ВА52-31	380	100	16	21,6	12,95	15

Продовження табл. 1.11.

1	2	3	4	5	6	7	8
До №32	BA51-33	380	100	16	21,6	8,94	15
До №33	BA51-33	380	100	16	21,6	8,94	15
До №34	BA51-33	380	100	16	21,6	7,60	15
До №35	BA51-33	380	100	16	21,6	7,60	15
До №36	BA52-31	380	100	16	21,6	7,60	15
До №37	BA52-31	380	100	80	108	68,37	30
До №38	BA52-31	380	100	80	108	68,37	30
До №39	BA52-31	380	100	16	21,6	5,19	15
До №40	BA52-31	380	100	16	21,6	5,19	15
До №41	BA52-31	380	100	16	21,6	4,58	15
До №42	BA52-31	380	100	16	21,6	4,58	15
До №43	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15
До №44	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15
До №45	BA51-33	380	100	20	27	16,31	15
До №46	BA51-33	380	100	20	27	16,31	15
До №47	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15
До №48	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15
До №49	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15
До №50	BA52-31	380	100	20	27	16,31	15

Фотографія АВ типу ВА-51-33 показана на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 – Фотографія вимикача ВА-51-33

В механічному цеху ЕП живляться напругою 0,38 кВ.

Через ценебезпечним фактором є можливість ураження електричним струмом.

Правила ТБ під час роботи та виконання монтажу в механічному цеху:

1. Забезпечити неможливість вмикання апаратури.
2. Робити роботу треба при відсутності напруги. ЕП відключають від ДЖшляхом вимкнення АВ.
3. Встановити знаки безпеки та огороження біля відкритих струмопровідних частин.
4. Встановити тимчасове переносне заземлення.
5. Користуватися потрібно тільки цілим інструментом та захисними засобами, що мають перевірятися перед використанням.

Згідно з ПУЕ максимально-допустимий опір заземлення не має бути більшим ніж 4 Ом.

Ґрунт у місці знаходження ТП механічного цеху – садова земля. Питомий опір ґрунту: $\rho = 40 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Застосуємо стержні діаметром $d = 0,04 \text{ м}$, довжиною $l = 2 \text{ м}$, які вбиваються в землю. Відстань від кінців вертикальних електродів до землі 0,7 м. Горизонтальні електроди із сталевієї смуги розміром 40x4мм.

Питомий опір ґрунту з врахуванням можливого його зростання становить:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho \cdot \Psi, \quad (1.41)$$

де Ψ – коефіцієнт сезонності (для горизонтальних заземлювачів – $\Psi_{\text{гориз}} = 1,4 \div 1,8$, для вертикальних – $\Psi_{\text{верт}} = 1,2 \div 1,4$).

$$\rho_{\text{розр.гориз}} = 40 \cdot 1,8 = 72 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{\text{розр.верт}} = 40 \cdot 1,4 = 56 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Опір горизонтальних заземлювачів дорівнює:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{розр.гориз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{h \cdot t}, \quad (1.42)$$

де l – довжина горизонтального заземлювача, м.

$$l = (L + B) \cdot 2, \quad (1.43)$$

де L – довжина ТП за планом, м, B – ширина ТП за планом, м.

$$l = (6 + 6) \cdot 2 = 24 \text{ м.}$$

Опір горизонтального заземлювача:

$$R_{\Gamma} = \frac{72}{2 \cdot 3,14 \cdot 24} \cdot \ln \frac{24^2}{0,04 \cdot 0,7} = 4,74 \text{ Ом.}$$

Потрібний опір вертикальних заземлювачів:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\Gamma} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{н}}}, \quad (1.44)$$

$$R_{\text{в}} = \frac{4,74 \cdot 4}{4,74 + 4} = 2,17 \text{ Ом.}$$

Опір одиночного вертикального заземлювача:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (1.45)$$

де l – довжина електрода, м; d – діаметр електрода, м; t – відстань від землі до середини електрода, м, ($t = 1,7$ м).

$$R_{\text{в}} = \frac{70}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,04} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,7 + 2}{4 \cdot 1,7 - 2} \right) = 21,88 \text{ Ом.}$$

Наближена кількість вертикальних електродів по периметру ТП:

$$n_{\text{верт}} = \frac{2 \cdot (L + B)}{\alpha}, \quad (1.46)$$

де α – крок встановлення вертикальних електродів ($\alpha = 2\text{м}$).

$$n_{\text{верт}} = \frac{2 \cdot (6 + 6)}{2} = 12 \text{ шт.}$$

Уточнюємо кількість вертикальних електродів:

$$n_{\text{в}} = \frac{R_{\text{ВО}}}{R_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{в}}}, \quad (1.47)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання вертикальних електродів ($\eta_{\text{в}} = 0,58$).

$$n_{\text{в}} = \frac{21,88}{2,17 \cdot 0,58} = 17 \text{ шт.}$$

Загальний опір штучного заземлювача:

$$R_{\text{шт}} = \frac{R_{\text{ВО}} \cdot R_{\text{Г}}}{\eta_{\text{г}} \cdot R_{\text{в}} + \eta_{\text{в}} \cdot n_{\text{в}} \cdot R_{\text{в}}}, \quad (1.48)$$

де $\eta_{\text{г}}$ – коефіцієнт використання горизонтального заземлювача ($\eta_{\text{г}} = 0,3$); $n_{\text{в}}$ – кількість вертикальних електродів.

1.15 Техніко-економічне обґрунтування ефективності прийнятих технічних рішень

1.15.1 Визначення кошторисної вартості елементів системи електропостачання

Для визначення балансової вартості основних фондів, які вводяться в дію та амортизаційних відрахувань необхідно здійснити розрахунки кошторисної вартості складових частин СЕП. На виконання БМР в механічному цеху закладаємо 30% від загальної вартості електроустаткування. Результати розрахунків показано в табл. 1.12.

Таблиця 1.12 – Кошторис на придбання та монтаж СЕП

Найменування та характеристика обладнання та мереж	Одиниці виміру	К-сть	Кошторисна вартість, грн.	
			одиниці	Загальна (з БМР)
Комплектна трансформаторна підстанція КТП-2-630 кВА	шт.	1	93000	120900,00
Шафа ШНВ-1М	шт.	1	30800	40040
Вимикач автоматичний Э16В	шт.	1	15000	19500
Пункт розподільний ПР-11-1318 У3	шт.	2	14150	36790
Пункт розподільний ПР-11-1518 У3	шт.	2	12075	31395
Щиток освітлювальний ЩА-601	шт.	2	680	1768
Вимикач автоматичний ВА-51-39	шт.	4	7500	39000
Вимикач автоматичний ВА51-33	шт.	7	1200	10920
Вимикач автоматичний ВА52-31	шт.	43	776	43378,4
Кабель АВБбШв-6,3 4х185	м	40	253	13156
Кабель АВВГ-0,4 4х150	м	10	212	2756
Кабель АВВГ-0,4 4х95	м	77	161	16116,1
Кабель АВВГ-0,4 4х50	м	93	88	10639,2
Кабель АВВГ-0,4 4х35	м	82	74	7888,4
Кабель АВВГ-0,4 4х25	м	51	68	4508,4
Кабель АВВГ-0,4 4х10	м	96	22	2745,6
Кабель АВВГ-0,4 4х6	м	109	15	2125,5
Кабель АВВГ-0,4 4х2,5	м	546	9	6388,2
Разом	–	–	–	410014,8

1.15.2 Планування електропостачання цеху

Методом планування електропостачання механічного цеху є розроблений електричний баланс з витратної та прихідної частин.

Річна потреба в ЕЕ на технологічні процеси та силові потреби складає:

$$W_{\Pi} = P_{p\Sigma} \cdot T_p, \quad (1.49)$$

де $P_{p\Sigma}$ – сумарне активне навантаження, кВт, $T_p = 3150$ год – річний фонд робочого часу, год.

$$W_{\Pi} = 536,09 \cdot 3150 = 1688684 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Втрати ЕЕ в КЛ знаходимо з формули:

$$\Delta P_{\Pi} = \Delta P_0 \cdot l \cdot K^2, \quad (1.50)$$

де ΔP_0 – втрати потужності в одному кабелі при повному навантаженні,

$\Delta P_0 = 34 \text{ кВт} / \text{км}$; K_3 – коефіцієнт завантаження лінії.

$$\Delta P_{\Pi} = 34 \cdot 1 \cdot 0,04 \cdot \left(\frac{937,24}{1600} \right)^2 = 0,47 \text{ кВт}.$$

Втрати електричної енергії дорівнюють:

$$\Delta W_{\Pi} = 0,47 \cdot 3150 = 1481 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 1.13 – Електробаланс механічного цеху

Стаття балансу	Код рядка	К-сть, кВт·год	% до підсумку
А. Прихід			
Виробництво електроенергії генеруючими установками	01	–	–
Надходження з енергосистеми	02	1688684	100
Разом прихід (01+02)	03	1688684	100
Б. Витрати			
Споживання – разом (05 + 06 + 07 + 08 + 09) в тому числі:	04	1688684	100
– електроапаратами для технологічних процесів;	05	–	–
– електродвигунами на силові потреби;	06	1687203	99,91
– на допоміжні виробничі потреби;	07	–	–
– витрачено на власні потреби електростанції;	08	–	–
– втрати в електромережах підприємства і в ТП.	09	1481	0,09
Відпуск на сторону	10	–	–
Разом витрати	11	1688684	100

1.15.3 Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію обладнання

Результати розрахунків витрат на утримання та експлуатацію обладнання наведено в табл. 1.14.

Таблиця 1.14 – Амортизаційні відрахування

Найменування груп основних фондів	Первісна вартість, грн.	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, грн.
Силове електрообладнання	343691,4	20	68738,28
Кабельні лінії	66323,4	10	6632,3
Разом	410014,8	–	75370,6

На поточний ремонт та обслуговування необхідно 15% від амортизаційних відрахувань (табл. 1.14). Витрати механічного цеху та інші витрати приймаємо в розмірі 30% від суми витрат на утримання та експлуатацію обладнання. Укрупнені витрати для здійснення капітальних

ремонтів закладаємо на рівні 12% від первісної вартості основних фондів. Результати розрахунків річних експлуатаційних витрат в СЕП механічного цеху в табл. 1.15.

Таблиця 1.15 – Кошторис річних експлуатаційних витрат

Статті затрат	Затрати	
	тис. грн.	% до підсумку
Витрати на утримання та експлуатацію електрообладнання, в тому числі:	86,676	53,55
– амортизаційні відрахування	75,371	–
– поточний ремонт	11,306	–
Цехові та інші витрати	26,003	16,06
Капітальний ремонт електрообладнання	49,202	30,39
Разом	161,881	100

Собівартість розподілу та передачі 1 кВт·год ЕЕ в СЕП:

$$s = \frac{V_e \cdot 10^2}{W_{\Pi} - \Delta W}, \quad (1.51)$$

де V_e – річні експлуатаційні витрати, тис. грн.; W_{Π} – енергія, що надходить в СЕП, тис.кВт·год; ΔW – втрати електроенергії в елементах СЕП, тис.кВт·год.

$$s = \frac{161,881 \cdot 10^2}{124,66} = 9,59 \text{ коп./кВт·год.}$$

Собівартість 1 кВт·год споживаної ЕЕ при електропостачанні цеху від енергосистеми:

$$s_{\text{п}} = \frac{(\Pi + B_c) \cdot 10^2}{W_{\text{п}} - \Lambda W} \quad (1.52)$$

де Π – плата за електроенергію, тис. грн.

$$\Pi = C_{\text{оел}} \cdot W_{\text{п}} \quad (1.53)$$

де $C_{\text{оел}}$ – вартість 1 кВт·год електроенергії з врахуванням ПДВ (20%), грн./кВт·год.

$$\Pi = 2,782 \cdot 1688684 = 4697918,89 \text{ грн.}$$

$$s_{\text{п}} = \frac{(4697,919 + 161,881) \cdot 10^2}{1687203} = 288,04 \text{ коп./кВт·год.}$$

1.15.4 Техніко-економічні показники системи електропостачання

Питомі капітальні вкладення на 1 кВА потужності складають:

$$K_{\text{пир}} = \frac{B_{\text{обл}}}{S_{\text{р}}} \quad (1.54)$$

де $B_{\text{обл}}$ – вартість електрообладнання.

$$K_{\text{пир}} = \frac{410014,8}{616,87} = 664,85 \text{ грн/кВА.}$$

Планові техніко-економічні показники спроектованої СЕП механічного цеху подаємо в табл. 1.16.

Таблиця 1.16 – Техніко-економічні показники СЕП цеху

Показник	Одиниця виміру	Значення
Приєднана потужність	кВА	616,87
Максимум навантаження	кВт	536,09
Річне споживання електроенергії	тис.кВт · год	1688,684
Втрати електроенергії в елементах СЕП	тис.кВт · год	1,481
Втрати електроенергії у % до річного споживання електроенергії	%	0,09
Річні затрати на електропостачання в тому числі:	тис. грн.	4859,8
– плата за електроенергію	тис. грн.	4697,919
– експлуатаційні витрати	тис. грн.	161,881
Собівартість передачі та розподілу електроенергії	коп./ (кВт · год)	9,59
Повна собівартість електроенергії, що споживається	грн./ (кВт · год)	2,88
Питомі капітальні вкладення на 1 кВА приєднаної потужності	грн./кВА	664,85

1.16 Висновки по загальній частині

Результатом виконання загальної частини є проект системи електропостачання механічного цеху встановленою потужністю технологічного обладнання 850,1 кВт. За результатами розрахунків силових електричних навантажень на трьох рівнях електропостачання визначені вимоги до трансформаторної підстанції та вибрано два трансформатори типу ТМЗ-630/10/0,4 У1 в ТП. На основі проведених розрахунків вибрано типи силових розподільних шаф, автоматичних вимикачів, кабелів, а також розроблено заходи з охорони праці і пожежної безпеки, визначено техніко-економічні показники системи електропостачання механічного цеху.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК СКЛАДОВИХ СТРУМУ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ВІДЕРС ВИБІГУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ БАГАТОМАШИННОГО ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

2.1 Актуальність питання та його зв'язок з прикладними задачами

Під час вибору силових комутаційних апаратів, зокрема – високовольтних коміроч, необхідно враховувати не тільки усталені струми короткого замикання, але і складові аварійних струмів, що спричинені ЕРС вибігу асинхронних двигунів. Такі складові, в процесі відключення пошкодженої мережі, можуть досягати суттєвих величин і знижувати ресурс, або навіть викликати відмови, силових коміроч. Точне визначення величин вказаних складових струму к.з. для мережі конкретної конфігурації дозволить підібрати комірочки з оптимальними параметрами, уникаючи зайвих фінансових витрат. Відомі залежності, що традиційно використовуються для врахування ЕРС вибігу двигунів у струмі к.з., мають приблизний характер. Використання засобів комп'ютерного моделювання дозволяє підвищити точність розрахунків.

2.2 Критичний аналіз стану питання

Збільшення одиничної потужності приводних електродвигунів виробничих механізмів спричиняють істотне підвищення рівнів та тривалостей існування ЕРС вибігу асинхронних двигунів споживачів після вимкнення групового силового комутаційного апарата мережі (ввідної комірочки секції шин). Як відомо, перехідний процес вибігу АД характеризується зменшенням частоти обертання ротора, що визначається механічними параметрами двигуна та механічного навантаження, та наявністю ЕРС вибігу на статорі, що затухає з

часом.

Наявність ЕРС вибігу можна пояснити незмінністю потокозчеплення ротора двигуна при комутації обмотки статора та супроводжується протіканням вільних струмів у роторі під час вибігу (рис. 2.1). Аналітично описати затухаючу ЕРС вибігу асинхронного двигуна u_s можливо залежністю, що запропонована К.П. Ковачем та І. Рацем:

$$u_s = k \cdot U_s \cdot e^{-\frac{t}{T_{r0}}} \cdot \cos[(1-s)\omega_1 t + \alpha - \varphi], \quad (2.1)$$

де k – ступінь механічного навантаження двигуна, змінюється від 0,83 при номінальному навантаженні до 0,95 в ненавантаженому режимі; U_s , ω_1 – амплітуда та частота напруги мережі; T_{r0} – стала часу ротора; s – ковзання двигуна. Недоліком наведеної залежності є ігнорування зниженням частоти обертання ротора під час вибігу.

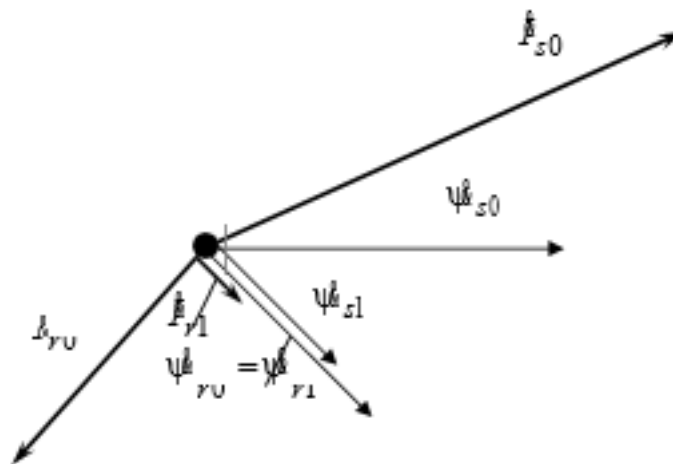


Рисунок 2.1 - Векторна діаграма асинхронного двигуна при миттєвому відключенні від мережі: I_{s0} , I_{r0} вектори струмів статора та ротора до вимкнення; I_{r1} вільний струм ротора після вимкнення; I_{s0} , I_{s1} потокозчеплення статора до момента комутації та в перший момент після неї;

ψ_{r0}, ψ_{r1} – потокозчеплення ротора до моменту комутації та в перший момент після неї

В ході досліджень І.А. Сиромятниковим було встановлено, що інтенсивність згасання кутової швидкості двигуна під час вибігу суттєвим чином залежить від рівня механічного моменту на валу двигуна. Вченим встановлено, при збільшенні моменту інерції механізму тривалість обертання ротора збільшується і, відповідно, збільшується тривалість існування ЕРС вибігу.

Залежність кутової швидкості двигуна під час вибігу від характеру механічного моменту навантаження встановлена Ю.М. Голодновим:

де α – механічна стала часу механізму; $\alpha=0$ при незмінному моменті опору; в разі лінійної залежності механічного моменту від кутової швидкості $\alpha=1$;

«вентиляторній» механічній характеристиці відповідає $\alpha=2$.

Затухання ЕРС вибігу кожного двигуна визначається сукупністю його електромагнітних та механічних параметрів. Оскільки характеристики двигунів типового електротехнічного комплексу не є однаковими, має місце примусове вирівнювання загальною частиною мережі напруги на затискачах всіх підключених АД та протікання у відгалуженнях зрівнювальних струмів.

Одночасне вимкнення групи асинхронних двигунів К.П. Ковач та І. Рац досліджували операторним методом, приймаючи ряд припущень стосовно величин операторних провідностей окремих двигунів. В результаті були отримані приблизні аналітичні залежності для визначення характеру затухання групової ЕРС вибігу та величин зрівнювальних струмів між двигунами.

Сталу часу T_g затухання ЕРС групового вибігу n двигунів В.С. Дзюбан та Я.С. Римап рекомендують визначати за залежністю:

$$T_z = \frac{\sum_{k=1}^n P_{нк}}{\sum_{k=1}^n T_{ек}}$$

(2.3)

де $P_{нк}$ – номінальна потужність k -го двигуна.

Недоліком таких аналітичних залежностей є неможливість врахувати характер та рівень механічного навантаження двигунів багатомашинного комплексу.

2.3 Мета РОЗРАХУНКОВОЇ частини

Визначити параметри перехідної складової струму трифазного короткого замикання, яка обумовлена ЕРС вибігу двигунів багатомашинного електротехнічного комплексу.

2.4 Основний матеріал, результати та їх аналіз

Розглянемо багатомашинний електротехнічний комплекс напругою 6 кВ, технічні характеристики електродвигунів якого наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики електродвигунів

Позначення двигуна	Тип двигуна	Ном. потужність, кВт	Синхр. частота обертання, об/хв	Ном. лінійна напруга, кВ	В ном. режимі			Іп/Ін
					ковзання, %	ККД, %	cos φ	
М1	СДС3-17-76-12	4000	500	6	-	96	0,9	6
М2, М3	АКН-2-18-36-16УХЛ4	800	375	6	1,3	93,8	0,76	6
М4, М5	СТД1600-2-3УХЛ4	1600	3000	6	-	96,6	0,9	6,79
М6, М7	ВАО2-450LA-6	250	1000	6	1	94,2	0,84	5,5
М8, М9	ВАО4-630М-4	1600	1500	6	1	96,4	0,9	6

Розглянемо схему підключення двигунів до збірних шин напругою 6 кВ, яка наведена на рис. 2.2. Припустимо, що від однієї секції збірних шин

отримують живлення m електродвигунів споживачів, а від іншої ($n - m$)

двигунів, причому n - загальна кількість підключених електродвигунів. Розглянемо випадок, коли у k -му відгалуженні ($1 \leq k \leq n$) відбулося трифазне коротке замикання. Струм $i_{\Sigma KAk}$, який протікає через комутаційний апарат KA_k

аварійного відгалуження, має наступні складові:

$$i_{\Sigma KAk} = i_2 + i_{M KAk}, \quad (2.4)$$

де i_2 - струм трифазного короткого замикання, що обумовлений напругою живлення та визначається опором елементів мережі між трансформатором і точкою короткого замикання;

$i_{M KAk}$ - складова струму короткого замикання, що обумовлена ЕРС вибігу електродвигунів споживачів, які підключені до даної секції збірних шин, за виключенням двигуна M_k аварійного відгалуження.

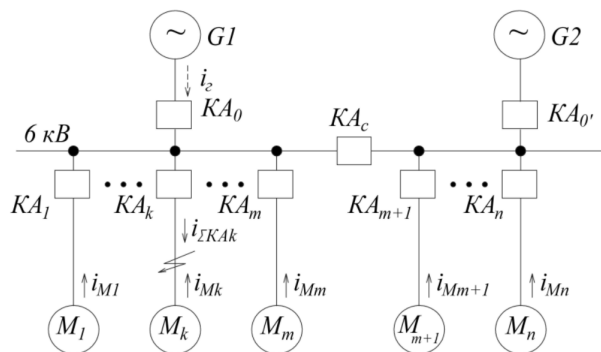


Рисунок 2.2 - Схема електропостачання багатомашинного електротехнічного комплексу

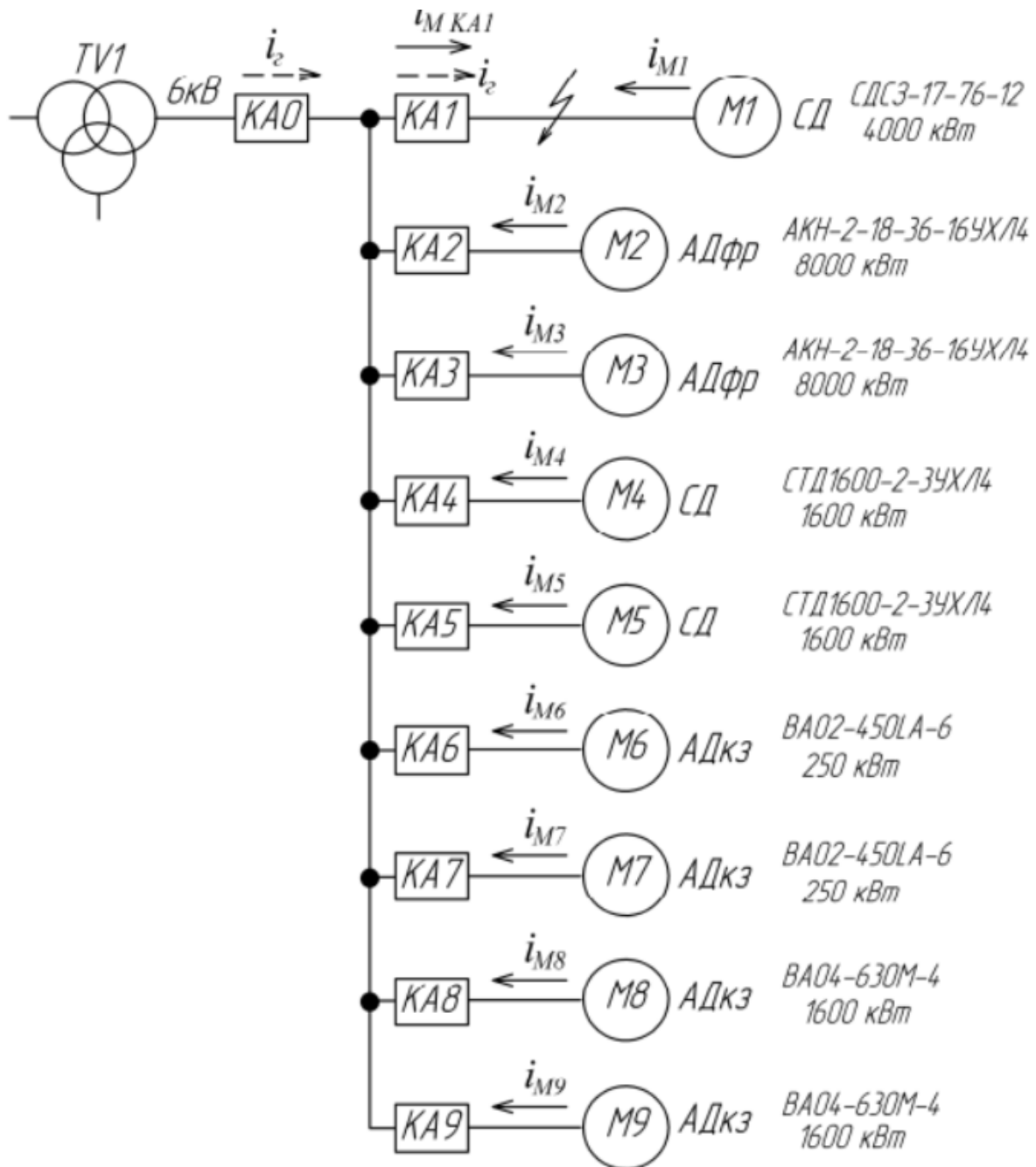


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема багатомашинного електротехнічного комплексу 6 кВ при трифазному короткому замиканні у відгалуженні двигуна М1

Складова струму короткого замикання через k -й комутаційний апарат, що підтримується ЕРС вибігу двигунів, має найбільшу величину при замиканні секційного вимикача KA_c схемою АВР (при відключеному KA_0). В такому випадку струм $i_{M KA_k}$ підтримується ЕРС вибігу двигунів обох секцій збірних

Якщо прийняти припущення про замкнений стан секційного вимикача і живлення всіх двигунів системи, що підключені до збірних шин (табл. 2.1), від трансформатора TV_1 , розрахункова схема електротехнічного комплексу 6 кВ буде мати вигляд, як показано на рис. 2.3.

Для розрахунку перехідної складової струму короткого замикання

$i_{M\ KA_k}$, яка обумовлена ЕРС вибіга двигунів, що протікає через KA_k кожного відгалуження ($k = 1, n$), складена комп'ютерна Simulink-модель системи (рис. 2.4). Модель включає трифазне джерело А,В,С симетричної напруги 6 кВ, груповий комутаційний апарат KA_0 , комутаційні апарати відгалужень KA_1 - KA_9 , блоки М1, М4, М5, що моделюють синхронні двигуни, блоки М2, М3, М6-М9, що призначені для моделювання асинхронних двигунів. У відгалуженні двигуна М1 встановлено короткозамикач K_{kz} , який дозволяє моделювати трифазне коротке замикання. Вказаний вимикач в ході досліджень підключається у відгалуження інших двигунів для того, щоб оцінити складові струму kz від ЕРС вибігу відповідних двигунів. Для реєстрації в робочу область MATLAB даних використовується підсистема Data, структура якої подана на рис. 2.5.

Параметри схем заміщення асинхронних двигунів, що використовуються при моделюванні, наведені в табл. 2.2. Розрахункові індуктивні опори і сталі часу синхронних двигунів наведені в табл. 2.3.

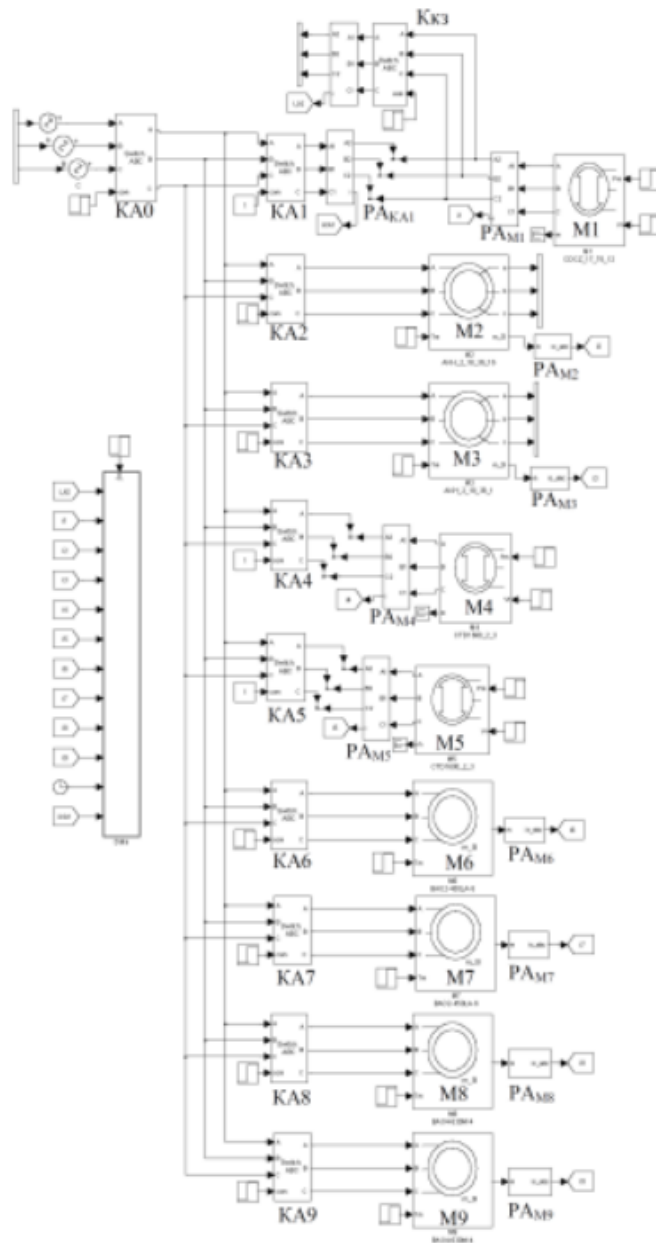


Рисунок 2.4 – Комп’ютерна Simulink-модель системи при короткому замиканні в колі двигуна М1

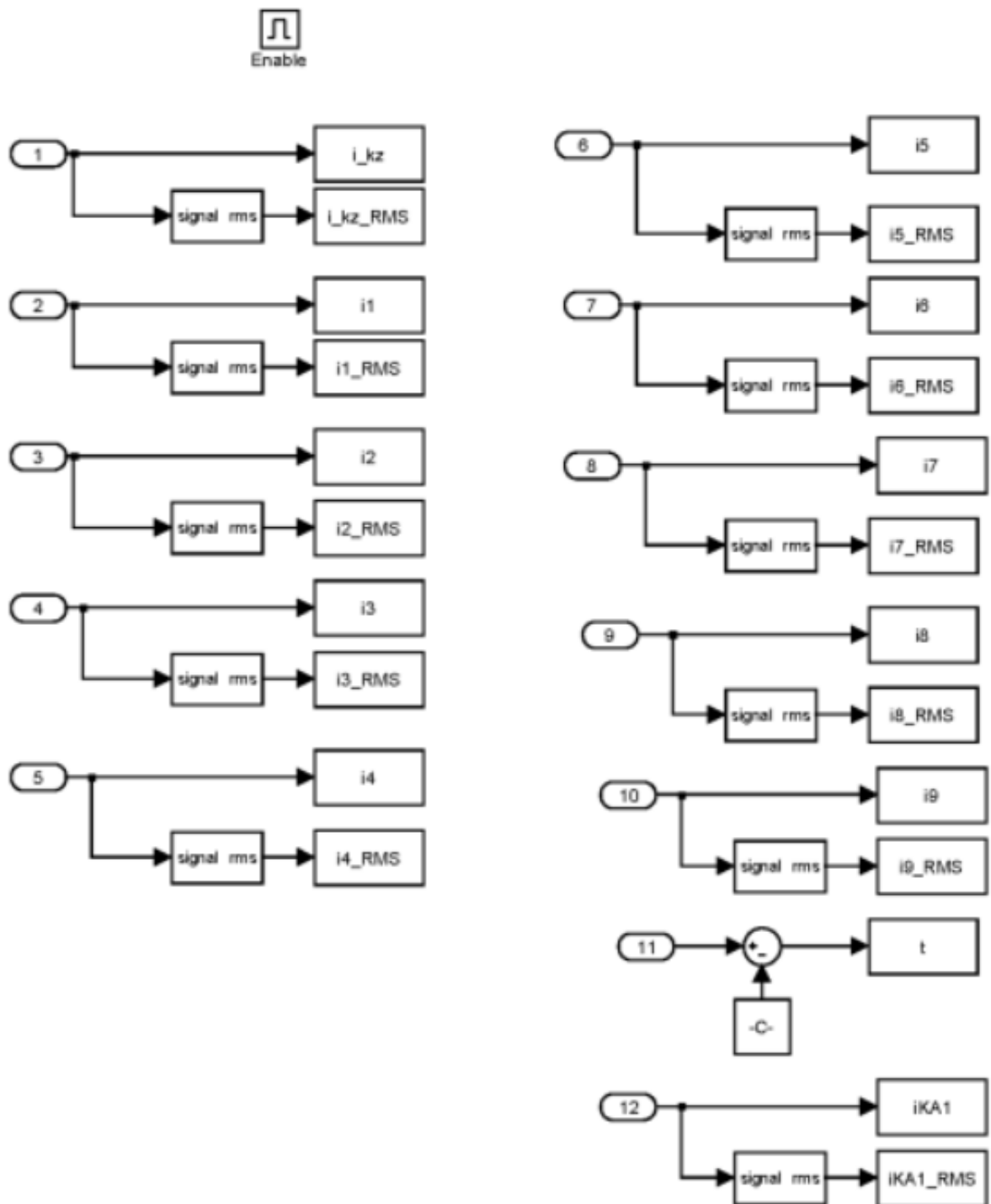


Рисунок 2.5 – Структура підсистеми Data для реєстрації даних

Block Parameters: M1 CDCZ_17_76_12

Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase synchronous machine modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: **Salient-pole**

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA) Vn(Vrms) fn(Hz)]:
[4630000 6000 50]

Reactances [XdXd'Xd''XqXq'Xq''] (pu):
[1.92 0.256 0.148 0.96 0.213 0.102]

d axis time constants: **Short-circuit**

q axis time constant(s): **Open-circuit**

Time constants [Td' Td'' Tqo''] (s):
[0.535 0.0669 0.0596]

Stator resistance Rs (p.u.):
0.002

Coeff. of inertia, friction factor and pole pairs [H(s) F(pu) p()]:
[12 0 6]

Init. cond. [dw(%) th(deg) ia,ib,ic(pu) pha,phb,phc(deg) Vf(pu)]:
[0 0 0 0 0 0 0 0 1]

Simulate saturation

Block Parameters: M2 AKH_2_18_36_16

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modelled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: **Wound**

Reference frame: **Stationary**

Nom. power,L-L volt. and freq. [Pn(VA),Vn(Vrms),fn(Hz)]:
[1121040, 6000, 50]

Stator [Rs(ohm) Lls(H)]:
[4.85e-1 1.315e-2]

Rotor [Rr(ohm) Llr(H)]:
[6.06e-1 1.315e-2]

Mutual inductance Lm (H):
2.106e-1

Inertia,friction factor and pairs of poles [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:
[6^2.5 0 8]

Initial conditions [s] th(deg) isa,ib,isc(A) pha,phb,phc(deg)]:
[1.0 0.0,0 0.0,0]

Block Parameters: M4 CTD1600_2_3

Synchronous Machine (mask) (link)

Implements a 3-phase synchronous machine modelled in the dq rotor reference frame. Stator windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: **Salient-pole**

Nom. power, L-L volt. and freq. [Pn(VA) Vn(Vrms) fn(Hz)]:
[1850000 6000 50]

Reactances [XdXd'Xd''XqXq'Xq''] (pu):
[1.65 0.22 0.129 0.825 0.185 0.1]

d axis time constants: **Short-circuit**

q axis time constant(s): **Open-circuit**

Time constants [Td' Td'' Tqo''] (s):
[0.371 0.0454 0.0588]

Stator resistance Rs (p.u.):
0.003

Coeff. of inertia, friction factor and pole pairs [H(s) F(pu) p()]:
[3 0 1]

Init. cond. [dw(%) th(deg) ia,ib,ic(pu) pha,phb,phc(deg) Vf(pu)]:
[0 0 0 0 0 0 0 0 1]

Simulate saturation

Block Parameters: M6 BAO2-450LA-6

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modelled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. Press help for inputs and outputs description.

Parameters

Rotor type: **Squirrel-cage**

Reference frame: **Stationary**

Nom. power,L-L volt. and freq. [Pn(VA),Vn(Vrms),fn(Hz)]:
[311400, 6000, 50]

Stator [Rs(ohm) Lls(H)]:
[1.206 4.68e-2]

Rotor [Rr(ohm) Llr(H)]:
[1.508 4.68e-2]

Mutual inductance Lm (H):
1.08

Inertia,friction factor and pairs of poles [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:
[2.1^2.5 0 3]

Initial conditions [s] th(deg) isa,ib,isc(A) pha,phb,phc(deg)]:
[1.0 0.0,0 0.0,0]

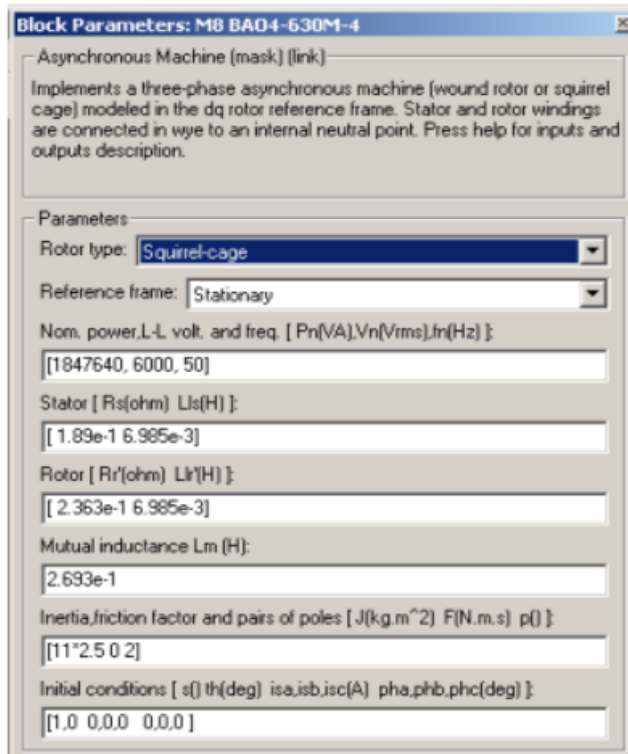


Рисунок 2.6 – Вікна налаштувань параметрів двигунів Simulink-моделі

Таблиця 2.3 - Параметри синхронних електродвигунів

Познач.	Тип двигуна	S_n , кВ·А	x_d , в.о.	x'_d , в.о.	x''_d , в.о.	x_q , в.о.	x'_q , в.о.	x_l , в.о.	τ'_d , в.о.	τ''_d , в.о.	τ''_{q0} , в.о.
M1	СДСЗ-17-76-12	4630	1,92	0,256	0,148	0,96	0,213	0,102	0,535	0,0669	0,0596
M4, M5	СТД1600-2-3УХЛ4	1850	1,62	0,22	0,129	0,825	0,185	0,1	0,371	0,0454	0,0588

Наведені в табл. 2.2 і 2.3 значення параметрів електричних машин внесені у вікна налаштувань параметрів комп'ютерної моделі електротехнічного комплексу (рис. 2.6).

Для виявлення перехідних складових струму к.з., що обумовлені ЕРС вибігу двигунів, з використанням наведеної комп'ютерної моделі було проведено моделювання. Послідовність моделювання наступна: після запуску всіх двигунів і закінчення перехідних процесів пуску у відгалуженні одного з двигунів (наприклад, M1) створюється трифазне коротке замикання шляхом замикання Ккз. Одночасно відключався груповий силовий комутаційний апарат КА0, що

дало змогу виміряти за допомогою амперметра РАКА1 тільки перехідну складову струму к.з. іМ КА1 , яка підтримується ЕРС вибігу двигунів М2-М9,

оскільки $i_g = 0$. Перехідні струми к.з. іМ 1 - іМ 9 , що обумовлені ЕРС вибігу кожного з двигунів, вимірювались амперметрами РАМ1-РАМ9. Аналогічно складені моделі системи при к.з. в кожному відгалуженні системи іМ КА1 -

іМ КА9 , що дало можливість виміряти перехідні складові струму короткого замикання, які обумовлені ЕРС вибігу двигунів, для кожного комутаційного апарата.

Отримані графіки миттєвих значень перехідних складових струму к.з.

іМ 1 - іМ 9 , що обумовлені ЕРС вибігу кожного з двигунів М1-М9 (рис. 2.7, 2.8). Відповідно до наведених діаграм визначено ударне значення i_u складової струму к.з.

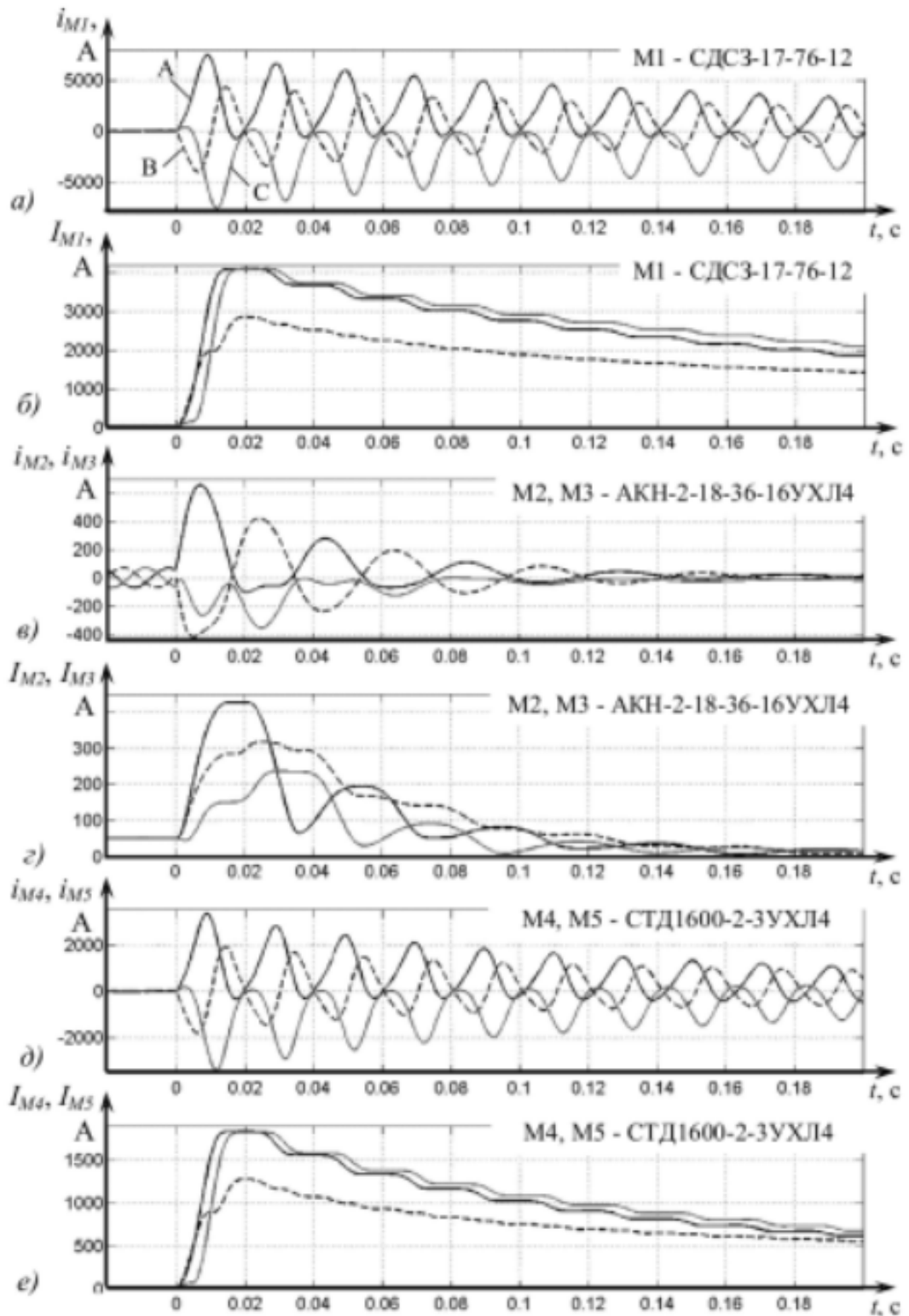


Рисунок 2.7 – Графіки миттєвих (а, в, д) та діючих (б, г, е) значень перехідних складових струму к.з., що обумовлені ЕРС вибігу двигунів М1 (а, б), М2 або М3 (в, г), М4 або М5 (д, е) для кожної фази

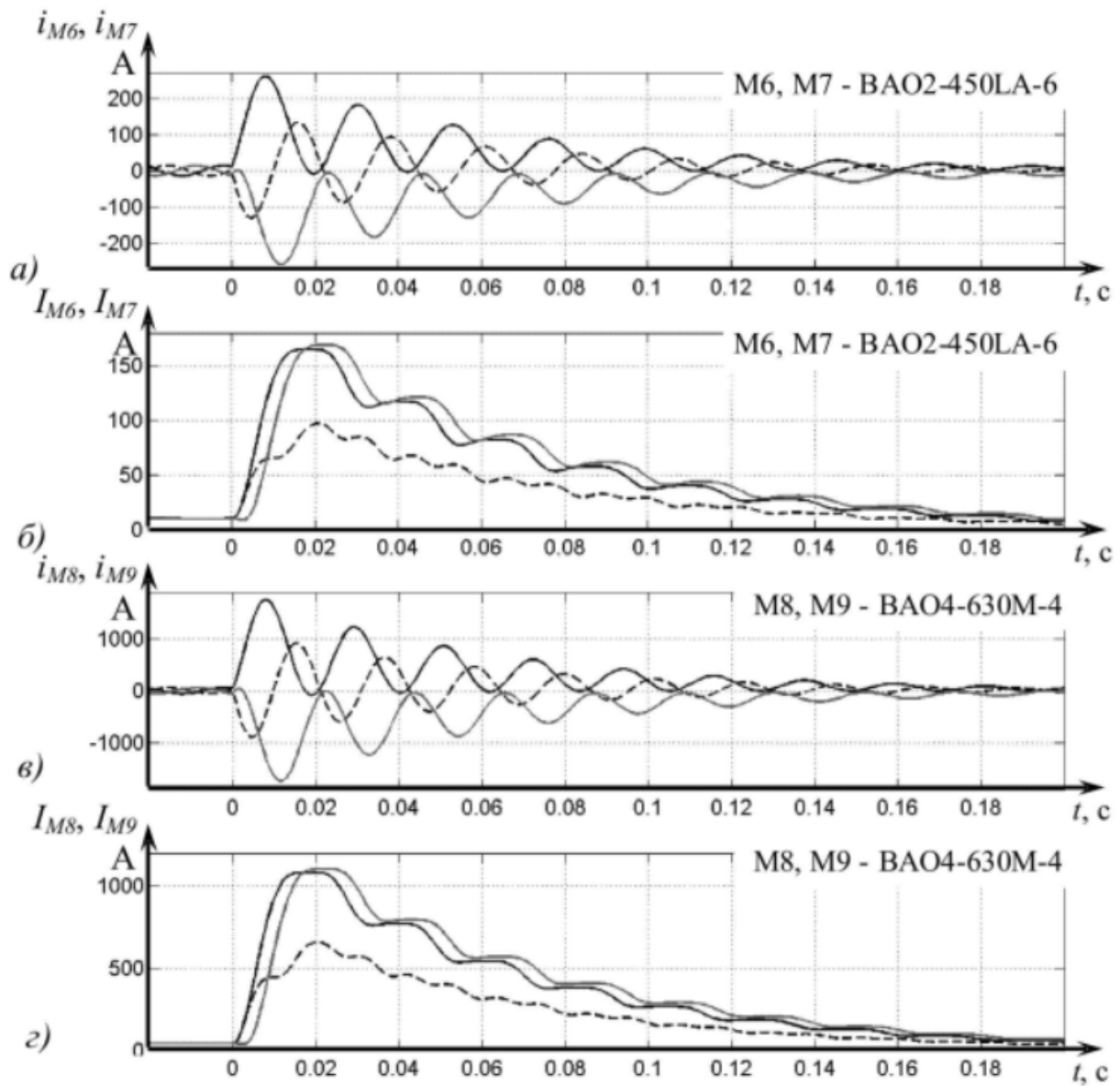


Рисунок 2.8 – Графіки миттєвих (а, в) і діючих (б, г) значень перехідних складових струму к.з., які обумовлені ЕРС вибігу двигунів М6 або М7 (а, б), М8 або М9 (в, г) для кожної фази

Таблиця 2.4 - Ударне значення складової струму трифазного кз, що обумовлена ЕРС вибігу двигуна

Двигуни		Ударне значення складової струму трифазного кз від ЕРС вибігу
Позначення	Тип	i_y , кА
М1	СДСЗ-17-76-12	4
М2 або М3	АКН-2-18-36-16УХЛ4	0,42
М4 або М5	СТД1600-2-3УХЛ4	1,82
М6 або М7	ВАО2-450LA-6	0,13
М8 або М9	ВАО4-630М-4	0,9

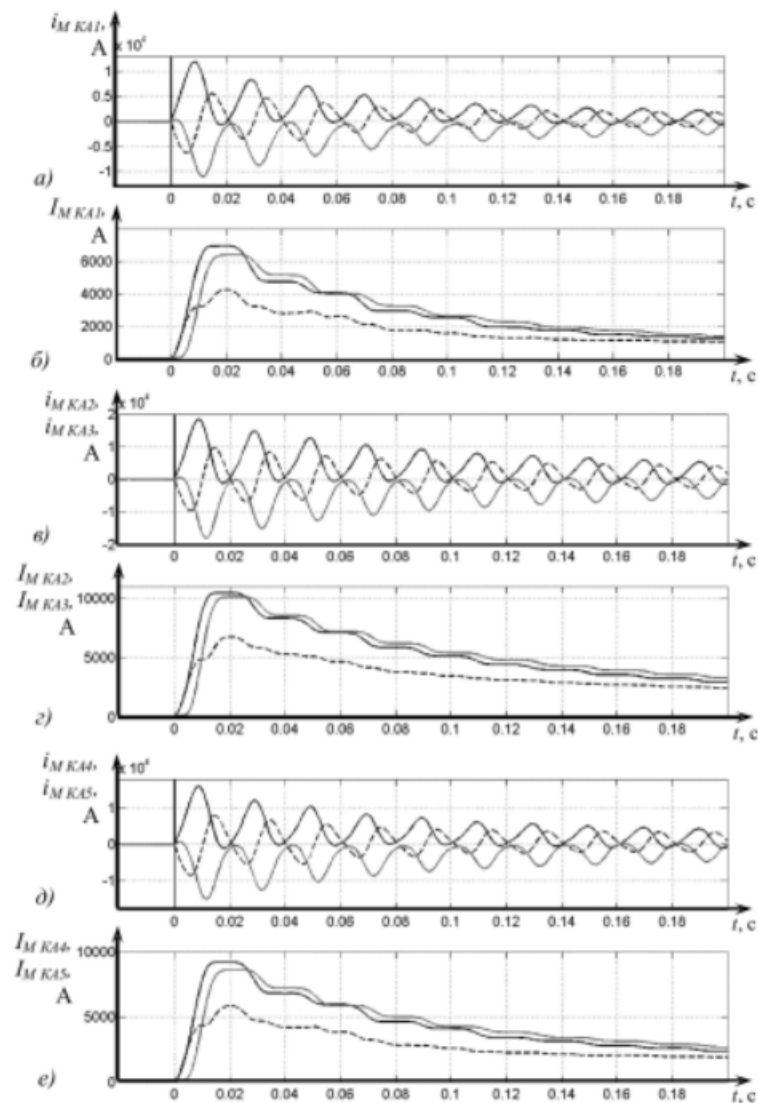


Рисунок 2.9 – Графіки миттєвих (а, в, д) і діючих (б, г, е) значень складової струму к.з.,

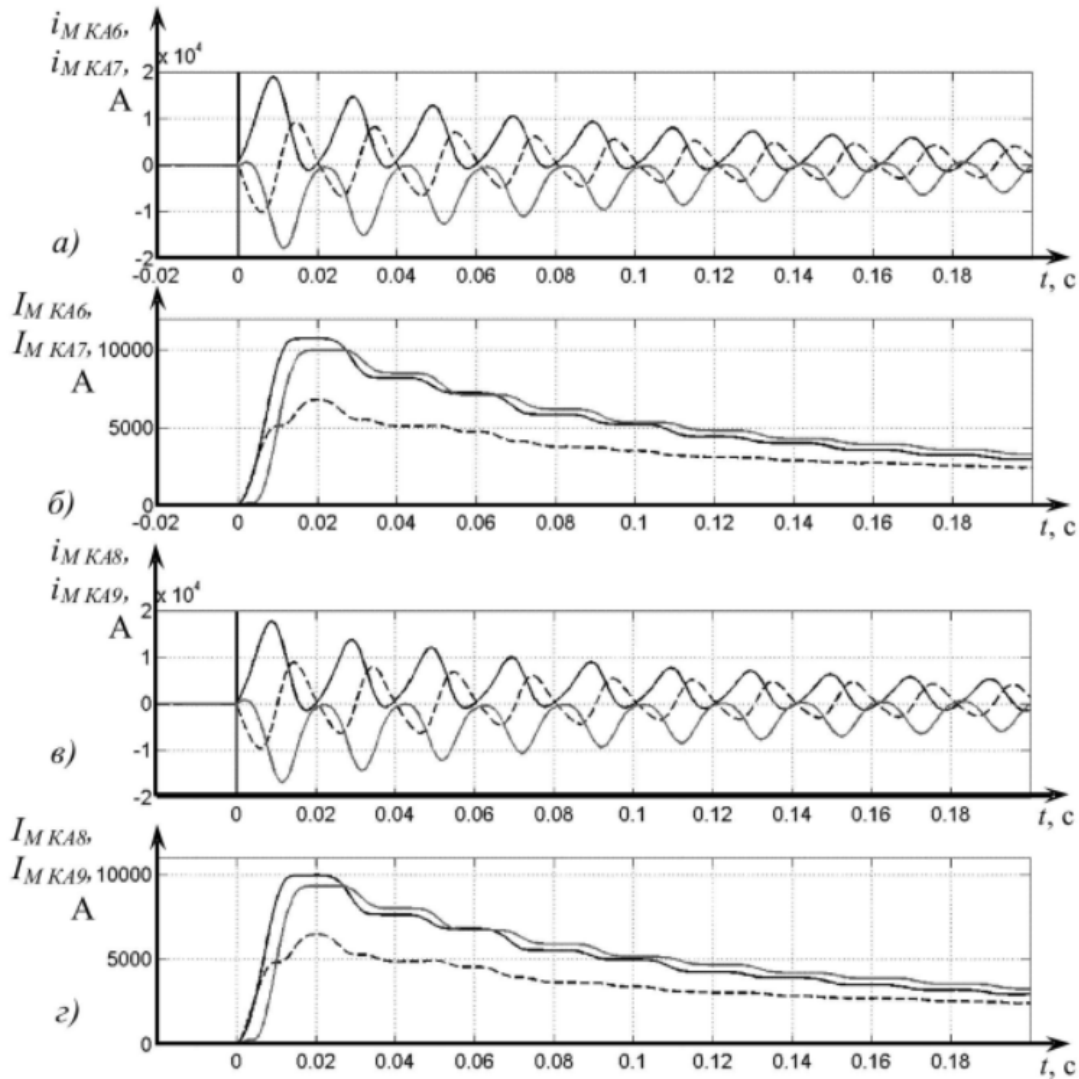


Рисунок 2.10 – Графіки миттєвих (а, в) і діючих (б, г) значень складової струму к.з., що обумовлена ЕРС вибігу двигунів системи і протікає через КА6 або КА7 (а, б), КА8 або КА9 (в, г) при к.з. у відгалуженні відповідного двигуна

Таблиця 2.5 – Ударне значення складової струму трифазного к.з.,

Відгалуження з 3ф к.з	Ударне значення струму к.з. від ЕРС вибігу i_y , кА
№ 1	6,4
№ 2 або №3	9,5
№ 4 або №5	8,6
№ 6 або №7	9,4
№ 8 або №9	9,2

Відповідно до отриманих даних (табл. 2.4), найбільше ударне значення перехідного струму к.з. обумовлено ЕРС вибігу найбільш потужного двигуна М1 (СДС3-17-76-12, 4000 кВт): $i_y = 4$ кА; а найменше – двигуном найменшої

потужності (BAO2-450LA-6, 250 кВт): $i_y = 0,13$ кА.

Також отримані діаграми складової струму к.з. i_{MKAk} , яка протікає через k -й комутаційний апарат та обумовлена перехідним процесом вибігу сукупності двигунів (рис. 2.9, 2.10, табл. 2.5). Ударні значення струмів к.з. через комутаційні апарати КА1-КА9 системи, що обумовлені ЕРС вибігу двигунів, знаходяться в діапазоні $i_y = 6,4 \div 9,9$ кА. Найбільшого значення дані струми досягають при к.з. у відгалуженнях з малопотужними двигунами. Це пояснюється участю двигунів більшої потужності, ніж двигуни аварійного відгалуження, в формуванні вказаної перехідної складової струму к.з.

2.5 Висновки по розділу

В результаті моделювання встановлено, що для системи заданої конфігурації найбільше значення складової струму трифазного к.з., що протікає через комутаційний апарат аварійного відгалуження і обумовлена ЕРС вибігу двигунів споживачів системи, становить 9,5 кА, що має бути враховано під час вибору високовольтних комірок.

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЯ

3.1 Енергетика в Україні

Електроенергетика України — базова галузь економіки України, є однією з найстарших у країні. Генерація електроенергії ґрунтується на атомній енергетиці, спалюванні вугілля, мазуту, природного газу, біопалива, а також застосуванню відновлювальних джерел енергії вітру, води, сонця.

2001 року структура споживання електроенергії та палива (135,8 млрд кВт·год): вугілля та продукти його переробки — 64,2 млн т; природний газ — 65,8 млрд куб. м; нафта і газовий конденсат — 16,9 млн т.

Станом на 2006 рік, технічне становище електроенергетики було незадовільне: необхідна модернізація устаткування та впровадження нових ресурсощадних технологій, розробка альтернативних джерел електроенергії (сонячні, вітрові, газифікація органічної маси, газифікація відходів, геотермальні електростанції).

За даними Української асоціації відновлюваної енергетики станом на серпень 2016 року частка електричної енергії, що була вироблена з відновлюваних джерел енергії (вітроелектростанції — 48 % цього обсягу, сонячні електростанції — 31 %, малі гідроелектростанції — 12 % та ТЕС/ТЕЦ на біомасі та на когенераційних установках на біогазі — 9 %) складає близько 1,25 %, що є досить незначним порівняно з країнами ЄС.

24 лютого 2022 року НЕК «Укренерго» від'єднала українську енергосистему від мереж РФ та Білорусі.

16 Березня 2022 року Енергосистеми України та Молдови повністю синхронізовано з енергомережею континентальної Європи ENTSO-E. Відповідне рішення було ухвалено об'єднанням системних операторів ENTSO-E 11 березня 2022 року. Фізичні операції по з'єднанню енергосистем проведено протягом 16 березня.

3.2 Сучасна екологія

1) Металургійна промисловість

Виходячи зі світового досвіду та системного аналізу екологічних проблем металургійних комплексів, стратегічними напрямками діяльності в цій сфері є:

Комплексна структурна перебудова галузі.

Підняти ефективність використання сировинних та енергетичних ресурсів до світового рівня.

Зменшення частки продукції, отриманої у виробництві мартенів та збільшення використання конвертерного виробництва.

Перехід на екологічно чисту технологію в основних ланках виробничого ланцюга металургійного циклу.

Програма вирішення екологічних проблем металургійної промисловості повинна передбачати:

Провести детальний екологічний аудит на всіх металургійних комплексах України.

розробка екологічно орієнтованих критеріїв структурної реконструкції металургійних комплексів України за результатами аудиту металургійної галузі;

розроблення програми першочергових заходів у металургійних комплексах, спрямованих на зменшення викидів твердих часток в атмосферу та покращення якості навколишнього середовища;

Удосконалення нормативно-правових та організаційних заходів контролю викидів забруднюючих речовин у металургійній промисловості;

розробка та впровадження механізмів узгодження темпів технологічної модернізації та структурної перебудови в металургійній промисловості з рівнем допустимих викидів;

Реалізація комплексних програм поводження з твердими побутовими відходами.

2) хімічна та нафтохімічна промисловість

1. Розгляд напряму розвитку промисловості, а саме:
2. Удосконалення структури промисловості, розробка пріоритетних напрямів її розвитку.
3. Розвиток вітчизняної мінерально-сировинної бази.
4. Виробництво основної продукції;
5. Впровадження наукоємних технологій для комплексного використання сировини, енергетичних ресурсів і цільової продукції, стратегічними завданнями програми є:

Розробка та впровадження передових ресурсозберігаючих маловідходних та безвідходних технологій.

Масове та одночасне очищення газових викидів та стічних вод
видалена продукція і подальша обробка;
проведення науково-технічних робіт, спрямованих на ліквідацію та запобігання надзвичайним ситуаціям на підприємствах галузі;

Розробка та реалізація програм створення високоефективних систем очищення газових викидів та стічних вод.

Впровадження комплексної програми поводження з відходами.

Реалізація програм морального зносу виробництв, які використовують екологічно недосконалі технології, протягом усього технологічного циклу.

3) Нафтова, газова та нафтопереробна промисловість

Для вирішення завдань у цій сфері необхідно:

Провести комплексну паспортизацію об'єктів нафтогазового комплексу.

Розробити заходи щодо підвищення екологічної безпеки технологічних процесів на цих об'єктах.

Вносити зміни та доповнення до чинних норм технічного проектування та експлуатації об'єктів нафтової, газової та нафтопереробної промисловості з питань екологічної безпеки та вимог охорони навколишнього середовища.

Розробити та впровадити технологічні програми поводження з відходами та відпрацьованими нафтопродуктами з метою покращення екологічного стану

довкілля.

Впровадити технології зменшення викидів летких органічних сполук в атмосферу.

Розробити комплексні технології очищення води та ґрунту від вуглеводневого забруднення.

Розробити та впровадити систему оцінки та прогнозування поширення забруднення підземних вод нафтою та нафтопродуктами.

Розробити нормативний документ щодо визначення та розрахунку небезпечних викидів від основних джерел для підприємств нафтопереробної промисловості.

Є проблеми і на зовнішньому рівні, вони стосуються використання продуктів нафтопереробного та газового комплексу (бензину, дизельного палива, мазуту, газу) в інших галузях економіки, в основному пов'язані з низькою якістю нафти. робити. виробляється паливо.

Щоб вирішити ці проблеми, вам потрібно:

Припинити виробництво нафтопродуктів, що містять сполуки свинцю.

Збільшити глибину переробки нафти шляхом будівництва установок каталітичного реформінгу на великих нафтопереробних заводах.

Впроваджено технічний процес гідроочищення дизельного та авіаційного палива одночасним сірчаним вихровим процесом на нафтопереробному підприємстві.

Розробити технологію виробництва моторного палива з альтернативних видів сировини.

Розробка та впровадження методів і технологій використання газу та альтернативних видів палива на транспорті.

4) Машинобудування

Основами реалізації природоохоронної політики в галузі є:

Значне скорочення викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище підприємствами машинобудівного комплексу.

Вирішує завдання впровадження екологічно чистих технологій у всіх сферах машинобудування, особливо утилізації та утилізації токсичних відходів гальванічного виробництва.

5) Гірнична справа

Вирішення екологічних проблем у гірничій справі вимагає:

Провести модернізацію та технологічну реструктуризацію підприємств галузі.

Розробити та запровадити систему попереджувального технічного моніторингу навколишнього природного середовища на об'єктах підвищеного екологічного ризику.

Внаслідок зменшення видобутку коксівного вугілля збільшиться видобуток енергетичного вугілля.

Удосконалення технічного процесу мокрого збагачення вугілля для ефективного видалення сірки з вугілля.

Розробити та впровадити технологічні процеси та обладнання для використання енергетичного потенціалу шахтного метану.

Розробити та впровадити технічні схеми очищення та використання мінералізованих шахтних вод.

Розробити та впровадити техніку та обладнання для використання відвалів породи для отримання сировини для будівельної галузі.

Забезпечити роздільне зберігання орного шару з метою більш ефективного використання його для будівництва та інших видів виробництва матеріалів і продукції.

Забезпечити гасіння породних відвалів та розвиток породних закладень у відпрацьованих гірничих просторах у найближчі роки.

Розробляти та впроваджувати екологічно безпечні методи збереження мін.

6) Будівництво

Метою природоохоронної роботи в будівництві є нормалізація умов життя населення та поліпшення стану природно-територіального комплексу України в

умовах екологічної кризи.

Для складання переліку завдань конкретної програми необхідно провести екологічний аудит кризових територій України та визначити комплекс екологічних вимог до містобудівних заходів для досягнення рівня контролю екологічної обстановки. .

Щоб вирішити ці проблеми, необхідно:

а) проводити екологічні аудити кризових територій України; Це включає визначення територіального базового рівня контролю забруднення на найближчі 1-3 роки та ймовірність його фактичного досягнення. Пріоритетним є проведення екологічних аудитів у високоурбанізованих регіонах і містах.

б) Розробка містобудівних заходів, спрямованих на виведення території з небезпечного стану:

Проводити екологічний аудит з урахуванням змін у структурі землекористування в напрямку розширення території національних парків та рекреаційних зон.

Визначити комплекс містобудівних заходів для досягнення рівня контролю екологічної обстановки.

в) вжити заходів щодо збереження ресурсів:

Обмежте використання необхідних природних мінералів

Задоволення в результаті використання вторинних і відновлюваних ресурсів.

Розробити та реалізувати програми створення та виробництва нових ресурсозберігаючих будівельних матеріалів та конструкцій.

д) вжити заходів для запобігання та скидання забруднюючих речовин:

Розробити комплексну програму впровадження безвідходних та екологічно безпечних технологій.

Розробляти та впроваджувати мобільне, легке, екологічно чисте та малоенергетичне будівельне обладнання та механізовані інструменти.

д) розробляти та впроваджувати архітектурно-планувальні заходи.

3.3 Висновки по розділу екології

Найнебезпечнішою в екологічному аспекті галуззю промисловості будівельних матеріалів залишається цементна промисловість, підприємства якої найбільше забруднюють довкілля. Тому треба створити спеціальну програму істотного зменшення впливу підприємств з виробництва цементу на довкілля.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

На авіапідприємствах, як приклад, функціонують системи управління охороною праці, що відповідають найкращим світовим практикам. Так усі підприємства з генерації та дистрибуції електроенергії сертифіковані на відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO 45001:2018. На вугільних підприємствах компанії, завдяки впровадженним стандартам, системи управління охороною праці максимально відповідають вимогам міжнародних стандартів.

4.1 Служби охорони праці

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працівників 50 і більше. На підприємстві з кількістю працівників менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працівників менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Зазвичай виокремлення служби охорони праці як такої в структурі підприємства не практикується. Її функції покладаються на традиційні структурні підрозділи - відділи охорони праці (відділи охорони праці та промислової безпеки, охорони праці та пожежної безпеки).

Підпорядковується служба охорони праці згідно із законодавством безпосередньо роботодавцеві. Проте роботодавець може доручити функціональне управління (кураторство) діяльністю служби іншій посадовій особі, скажімо, головному інженерові, заступникові директора з охорони праці тощо.

Покладення таких обов'язків потрібно закріпити наказом або відобразити в посадовій інструкції уповноваженої особи.

Робота служби охорони праці підприємства має здійснюватись відповідно до плану роботи та графіків обстежень, затверджених роботодавцем.

4.2 Функції служби охорони праці

Загальні питання

1. Підготовка проектів наказів (розпоряджень) з питань охорони праці і внесення їх на розгляд роботодавцю. Проведення спільно з представниками інших структурних підрозділів і за участю представників професійної спілки підприємства або, за її відсутності, уповноважених найманими працівниками осіб із питань охорони праці перевірок дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

2. Проведення з працівниками вступного інструктажу з питань охорони праці.

3. Ведення обліку та проведення аналізу причин виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій на виробництві, заподіяної ними шкоди.

4. Забезпечення належного оформлення і зберігання документації з питань охорони праці, а також своєчасної передачі її до архіву для тривалого зберігання згідно з установленим порядком.

5. Складання звітності з охорони праці за встановленими формами.

6. Складання за участю керівників підрозділів підприємства переліків професій, посад і видів робіт, на які повинні бути розроблені інструкції з охорони праці, що діють в межах підприємства, надання методичної допомоги під час їх розроблення.

Служба охорони праці:

- складає за участю керівників підрозділів, служб головних спеціалістів (головного технолога, головного механіка, головного енергетика, головного металурга, інших фахівців), служби організації праці та заробітної плати

переліки професій і видів робіт, для яких повинні бути розроблені інструкції, надає методичну допомогу під час їх розроблення;

- бере участь у розробленні інструкцій, зокрема на основі нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечення якими підрозділів покладено на службу;

- реєструє інструкції, що вводяться в дію (переглядаються) в журналі реєстрації інструкцій з охорони праці на підприємстві;

- видає примірники інструкцій керівникам структурних підрозділів (служб) з реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій з охорони праці на підприємстві;

- систематично контролює своєчасність розроблення нових і відповідність чинних інструкцій вимогам законодавства, періодичність перегляду та своєчасність внесення змін і доповнень до них;

- забезпечує підрозділи стандартами, іншими нормативно-технічними та організаційно-методичними документами з охорони праці.

7. Інформування працівників про основні вимоги законів, інших нормативно-правових актів та актів з охорони праці, що діють в межах підприємства.

8. Розгляд:

- питань про підтвердження наявності небезпечної виробничої ситуації, що стала причиною відмови працівника від виконання дорученої роботи відповідно до законодавства (у разі необхідності);

- листів, заяв, скарг працівників підприємства, що стосуються питань додержання законодавства про охорону праці.

9. Організація:

- забезпечення підрозділів нормативно-правовими актами з охорони праці та актами з охорони праці, що діють в межах підприємства, посібниками, навчальними матеріалами з цих питань;

- роботи кабінету з охорони праці, підготовки інформаційних стендів, кутків з охорони праці тощо;

- нарад, семінарів, конкурсів тощо з питань охорони праці;
- пропаганди з питань охорони праці з використанням інформаційних засобів.

10. Участь у:

- розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві;
- складанні санітарно-гігієнічної характеристики умов праці працівників, які проходять обстеження щодо наявності професійних захворювань (отруєнь);
- проведенні внутрішнього аудиту охорони праці та атестації робочих місць за умовами праці;
- роботі комісій з приймання в експлуатацію закінчених будівництвом, реконструкцією або технічним переозброєнням об'єктів виробничого та соціально-культурного призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування в частині дотримання вимог охорони (безпеки) праці;
- розробленні положень, інструкцій, розділу «Охорона праці» колективного договору, інших актів з охорони (безпеки) праці, що діють у межах підприємства;
- складанні переліків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні і періодичні медичні огляди;
- організації навчання з питань охорони праці; роботі комісії з перевірки знань з питань охорони праці.

Розподіл обов'язків з організації та проведення навчання з питань охорони праці між службами охорони праці та кадрів

Таблиця 4.1 – Охорона праці

Служба ОП	Кадрова служба
Керівник служби охорони праці - начальник відділу відповідно до кваліфікаційних характеристик (розділ 1 випуску 1 Довідника	Начальник відділу кадрів згідно з кваліфікаційною характеристикою, наведеною у вказаному вище випуску 1 ДКХП, зокрема, здійснює

<p>кваліфікаційних характеристик професій працівників):</p> <ul style="list-style-type: none"> - забезпечує проведення інструктажів, навчання і перевірки знань з питань охорони праці; - вимагає відсторонення від роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж, не мають допуску до певних робіт; - надає підрозділам методичну допомогу в складанні програм навчання безпечним методам праці. <p>Працівники служби охорони праці</p> <ul style="list-style-type: none"> - беруть участь в організації навчання; - проводять з працівниками вступний інструктаж з питань охорони праці; - контролюють своєчасність проведення навчання, всіх видів інструктажу з охорони праці; - вимагають відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбаченого законодавством навчання. 	<p>планомірну роботу з навчання працівників на спеціальних курсах, стажування на відповідних посадах.</p> <p>Потрібно розрізняти поняття «організація навчання» та «проведення навчання». Начальник відділу кадрів не є спеціалістом з охорони праці та може бути залучений до процесу навчання лише в межах своєї компетенції. Наприклад, може залучатися до організації навчального процесу - формування навчальних груп, розроблення навчально-тематичних планів і програм, визначення місць і методів проведення навчання.</p>
---	--

11. Контроль за:

- виконанням заходів, передбачених програмами, планами щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища,

колективним договором та заходами, спрямованими на усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань та аварій на виробництві;

- проведенням ідентифікації та декларуванням безпеки об'єктів підвищеної небезпеки;

- наявністю в структурних підрозділах інструкцій з охорони праці згідно з переліком професій, посад і видів робіт, своєчасним внесенням в них змін;

- своєчасним проведенням необхідних випробувань і технічних оглядів устаткування;

- станом запобіжних і захисних пристроїв, вентиляційних систем;

- своєчасним проведенням навчання з питань охорони праці, всіх видів інструктажу з охорони праці;

- забезпеченням працівників засобами індивідуального та колективного захисту, мийними та знешкоджувальними засобами;

- санітарно-гігієнічними і санітарно-побутовими умовами працівників згідно з нормативно-правовими актами;

- своєчасним і правильним наданням працівникам пільг і компенсацій за важкі та шкідливі умови праці, забезпеченням їх лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними йому харчовими продуктами, газованою солоною водою, наданням оплачуваних перерв санітарно-оздоровчого призначення;

- утриманням у безпечному стані території підприємства, внутрішніх доріг та пішохідних доріжок;

- організацією робочих місць відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;

- використанням цільових коштів, виділених для виконання комплексних заходів з досягнення нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- застосуванням праці жінок, інвалідів і осіб, молодших 18 років, відповідно до вимог законодавства;

- виконанням приписів посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці та поданням страхового експерта з охорони праці;

- проведенням попередніх і періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах зі шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, щорічних обов'язкових медичних оглядів осіб віком до 21 року.

4.3 Права працівників

Спеціалісти служби охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець;

- зупиняти роботу виробництв, дільниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працівників;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимоги нормативно-правових актів з охорони праці;

- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності посадових осіб та працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці;

- вносити пропозиції про заохочення працівників за активну працю за поліпшення стану безпеки праці;

- залучати, за погодженням з роботодавцем і керівниками підрозділів підприємства, спеціалістів підприємства для проведення перевірок стану охорони праці.

Перевірки дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці (внутрішній аудит охорони праці, контроль стану охорони праці) повинні визначати і спрямовуватися на:

- безпосередні об'єкти контролю служби охорони праці, визначені в Положенні про службу охорони праці підприємства;
- найбільш значимі та відповідальні функції системи управління охороною праці (навчання, медогляди, забезпечення засобами захисту, виявлення виробничих небезпек та управління ризиками, та інші);
- планові (за графіком) і позапланові (післяаварійні) контрольні заходи, обстеження одноособові та колективні);
- підвищення рівня професійних знань;
- належний стан документування, закріпленого за службою;
- об'єктивність і дієвість приписів, що видаються службою;
- аналіз і класифікація виявлених порушень, планування та контроль за їх усуненням.

4.4 Кадрове забезпечення

У Національному класифікаторі України «Класифікатор професій ДК 003:2010», затвердженому наказом Держспоживстандарту України від 28 липня 2010 р. № 327, для сфери охорони праці на виробництві є дві професійні назви: начальник відділу охорони праці та інженер з охорони праці. Для певних посадових обов'язків можна використовувати й третю - інспектор з охорони праці. Все залежить від рішення роботодавця. Важливо тільки не припуститися помилок. Скажімо, не назвати посаду «начальник відділу охорони праці та техніки безпеки», яка містилася ще в Класифікаторі професій ДК 003-95. Щодо цього треба зауважити, що в законодавстві про охорону праці України офіційного поняття «техніка безпеки» нема.

Комплектуючи штат служби (відділу) охорони праці, треба керуватися загальним критерієм - призначати на посаду фахівця з вищою професійною освітою. До того ж тільки обов'язкова технічна освіта не повною мірою відповідає сучасним реаліям і дещо застаріла. Значна увага має надаватися правовій підготовці. Фахівець з охорони праці повинен бути професіоналом на

стику двох галузей: гуманітарної (соціальної) і технічної. Проте визначальною може стати позиція роботодавця - кого він бажає бачити на цій посаді. Практика свідчить, що випускник вищого навчального закладу, навіть спеціалізованих кафедр охорони праці, набуде потрібного досвіду впродовж 1–5 років залежно від здібностей.

При оформленні на підприємстві служби охорони праці, але за відсутності її керівника, штатний інженер охорони праці (без функціонального керівництва) не може нести відповідальності за організацію роботи служби та за прийняті ним рішення.

Правильним буде варіант, коли службу охорони праці, що складається з однієї штатної одиниці, представлятиме її керівник, який поєднуватиме свої обов'язки з обов'язками інженера - виконавця. Інженер же - виконавець бути керівником не може. Доцільно, щоби такий «одинокий» інженерно-технічний працівник мав посаду заступника керівника підприємства.

Планування роботи служби охорони праці

Службі охорони праці (фахівцеві) доцільно складати перспективний план роботи на 1–3 роки, узгодивши його з роботодавцем.

Типові питання до плану роботи:

1. Знайомство з виробництвом (технології, обладнання, будівлі і споруди тощо) дозволяє:

- одержати уявлення про:
 - рівень небезпек об'єктів; наявність і забезпеченість технологічною документацією;
 - співвідношення ручної, механізованої, автоматизованої праці (процесів);
 - кількість і якість організації навантажувально-розвантажувальних операцій, дільниць і складських робіт;
 - застосування безпечних способів зберігання і транспортування матеріалів, заготовок, виробів, відходів тощо.
- проконтролювати:
 - наявність схем руху транспорту і пішоходів;

- стан сходових переходів, дорожнього покриття, підлоги;
- захищеність проходів і під'їздів;
- облаштованість території.
- скласти уявлення про:
 - раціональність розміщення виробничого обладнання;
 - організацію робочих місць;
 - стан протипожежного і протипожежного захисту;
 - забезпеченість засобами індивідуального і колективного захисту;
 - дотримання санітарно-гігієнічних вимог тощо.

2. Знайомство зі структурою та штатним розписом. Потрібно для уявлення про наявність на підприємстві відповідних служб і посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці. Дозволяє одержати інформацію про наявність положень про структурні підрозділи і служби, посадових інструкцій і відображення в них обов'язків з охорони праці.

3. Розроблення та затвердження переліку робіт з підвищеною небезпекою підприємства. При цьому слід керуватися НПАОП 0.00-2.01-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою», затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці України від 26 січня 2005 р. № 15 і Переліком робіт, де є потреба в професійному доборі, затвердженим наказом МОЗ України і Держнаглядохоронпраці України від 23 вересня 1994 р. № 263/121.

4. Складання переліку необхідних в роботі актів законодавства та інших нормативно-правових актів. Доцільно мати підбірку актів на паперових і електронних носіях.

5. Організація навчання та перевірка знань з питань охорони праці. Роль служби полягає в:

- проведенні вступного інструктажу;
- участі у розробленні нормативних актів;
- в організації навчання (підготовка наказу, участь у розробленні планів-графіків його проведення)
- участі у роботі комісії з перевірки знань;

- контролі за своєчасністю навчання та інструктажів.

6. Інформування та консультування з питань охорони праці працівників підприємства.

7. Складання звітності з охорони праці згідно з встановленими формами.

8. Ведення обліку та аналізу виробничого травматизму, професійної захворюваності, аварійності.

9. Оформлення та збереження документації з питань охорони праці.

10. Участь у:

- розслідуванні нещасних випадків, профзахворювань, аварій на виробництві;

- складанні санітарно-гігієнічних характеристик робочих місць;

- проведенні внутрішнього аудиту охорони праці (стану охорони праці та/або системи управління охороною праці)

- атестації робочих місць за умовами праці та інше.

4.5 Навчання в галузі охорони праці

Система навчання з питань охорони праці підтримує необхідний кваліфікаційний рівень працівників та готовність виконувати професійні обов'язки за вимогами безпеки. Для цього застосовують різні види інструктажів, тренінгів, навчань та контролю знань.

Основні засоби та способи навчання:

- візуалізація під час навчальних занять: демонстрація навчальних фільмів та слайдів

- відеоінструктажі

- диференціація працівників за рівнем кваліфікації та спеціалізації

- залучення всього персоналу в процес навчання

- багатоступінчастий контроль знань

На всіх шахтоуправліннях компанії працює система відеоінструктажів перед зміною. Навчають та перевіряють знання працівників за допомогою

інформаційної комп'ютерної системи ПРОТЕК. В її базі є різні програми з охорони праці, які включають як законодавчі, так і корпоративні вимоги. Для навчання технологіям виконання робіт та корпоративним стандартам з охорони праці на шахтоуправліннях двічі на рік працівників навчають з відривом від виробництва. Загалом у 2021 році навчили майже 20 тис. осіб.

Співробітники ТЕС навчаються та підвищують кваліфікацію у навчально-виробничих центрах. Навчальні центри ДТЕК Східенерго, ДТЕК Дніпроенерго, ДТЕК Західенерго не мають аналогів в Україні. Тут застосовують ексклюзивні навчально-контролюючі комп'ютерні програми та тренажери, сучасне обладнання та техніку. За їх допомогою співробітники засвоюють правила охорони праці, пожежної безпеки та технічної експлуатації обладнання і набувають необхідних навичок для безпечної та ефективної експлуатації та ремонту обладнання електростанцій. Тренінгову підготовку можна проходити без відриву від виробництва.

4.6 Висновки охорони праці

Правильний підхід до організації-охорони праці на підприємстві, грамотне використання різних нематеріальних способів стимулювання працівників дають останнім необхідне почуття надійності, стабільності й зацікавленості керівництва у своїх співробітниках. Таким чином, завдяки налагодженій охороні праці знижується також плинність кадрів, що в свою чергу благотворно впливає на стабільність усього підприємства.

Вивчення й вирішення проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, за яких відбувається праця людини - одне з найважливіших завдань у системах виробництва. Дослідження й виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, пожеж і розробка заходів, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні умови для праці людини. Комфортні й безпечні умови праці - один з основних факторів, що впливає на здоров'я працівників та продуктивність їхньої праці.

В процесі дослідження охорони праці було визначено засоби, які сприяють зменшенню або уникненню негативних й шкідливих дій на організм людини при наявності деяких чинників. Виконано розрахунки для заходів щодо запобігання поганому освітленню та заземленні устаткування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В дипломній роботі магістра здійснено проектування системи електропостачання механічного цеху встановленою потужністю технологічного обладнання 850,1 кВт. Виконані всі необхідні розрахунки, зокрема: визначені координати центру електричних навантажень мережі, місце розташування ЦТП, розраховані силові та освітлювальні навантаження, обрано тип цехового трансформатора, перерізи провідників електромережі, розраховані параметри струмів к.з., обрані типи електричних апаратів. У графічній частині бакалаврської роботи виконані необхідні креслення.

Спеціальна частина присвячена розрахунку складових струму короткого замикання від ЕРС вибігу електродвигунів багатомашинного електротехнічного комплексу. В результаті моделювання встановлено, що для системи заданої конфігурації найбільше значення складової струму трифазного к.з., що протікає через комутаційний апарат аварійного відгалуження і обумовлена ЕРС вибігу двигунів споживачів системи, становить 9,5 кА, що має бути враховано під час вибору високовольтних комірок.

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
3. «Університетська книга», 2007. – 280 с.
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок. – К.: Держнаглядохоронпраці, 2000. – 88 с.
5. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
6. Андриющенко О.А. Анализ процессов отключения от сети и выбега асинхронного двигателя / О.А. Андриющенко, А.А. Бойко // Електромашинобудування та електрообладнання. – 2007. – Вип. 69. – С. 28-31.
7. Сивокобиленко В.Ф. Математичне моделювання перехідних процесів в електромережі шахти матрично-топологічним методом / Сивокобиленко В.Ф., Василюк С.В. // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2015. – Том 2,
 8. № 1(22) (2015). – С. 4-8.
 9. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи / Бессонов Л.А. – [10-е изд.]. – М.: Гардарики, 2002. – 638с.
 10. "Основи загальної екології "Г. О. Білявський. у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів
 11. "Екологічна експертиза, право та практика "Андрейцев Ю. І.
 12. "Постанова Верховної Ради України про основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки "
 13. "Національна доповідь України про збереження біологічного різноманіття "
 14. "Навколишнє середовище та розвиток ". Воронов А. К.