

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «Кілійський транспортний фаховий коледж  
Державного університету інфраструктури та технологій»

**Завдання**  
для виконання  
**КУРСОВОЇ РОБОТИ**  
з дисципліни  
**«Електрообладнання суден»**

для здобувачів освіти заочної форми навчання  
II курсу «УСТСК» ЕСЕУ  
галузь знань: **27 Транспорт**  
спеціальність: **271 «Морський та внутрішній водний транспорт»**

Кілія 2022- 2023н.р.

## ЗАВДАННЯ I

Від трансформаторної підстанції через автомат А отримує живлення магістральною лінією розподільний пункт РП ремонтного цеху плав майстерні, до якого приєднані електродвигуни різних механізмів (мал. 66). Кожен двигун отримує живлення від РП від окремої лінії через автомати А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, ..., А. Для управління електродвигунами встановленні магнітні пускачі ПМ, ПМ, ..., ПМ із тепловим реле. В таблиці 45 варіантів задани: встановлене обладнання та його кількість, типи електродвигунів. Довжини магістральної лінії  $l_m$  відгалужений  $l_1, l_2 \dots l_n$  см на мал. 66 Номінальна напруга мережі 380 В. Визначити:

1. Розрахувати активну  $P_p$ , реактивну  $Q_p$  та повну  $S_p$  потужність на шинах РП методом коефіцієнта попиту.
2. Розрахунковий струм  $I_p$  в магістральній лінії та номінальні струми двигунів.
3. Вибрати марки проводів або кабелів та засоби їх прокладки для магістралей та відгалужень.
4. Переріз магістральної лінії та відгалужень за розрахунковим струмом, користуючись таблицями допустимих навантажень та перевірити їх за втратою напруги.
5. Вибрати автомат з комбінованим розчеплювачем для магістралі по розрахунку напруги.
6. Вибрати автомати А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, ... з комбінованими розчеплювачами та магнітними пускачами захищаючого виконання з тепловим реле.
7. Визначити втрату напруги в лінії, відходящій від РП живлячий найбільш потужний до віддалений електродвигун, після чого вирахуй сумарну втрату потужності в магістральної лінії і відгалужень та порівняти її із допустимою величиною.
8. Для проводів у трубах виберіть діаметр труби.

## ЗАВДАННЯ II

Накреслити принципову електричну схему електропривода суднового механізму згідно свого варіанту, поясніть призначення елементів схеми та її роботу.

Примітка:

1. При виконанні даного завдання бажано брати схему електроприводу судна, на якому Ви працюєте.
2. Схема повинна бути виконана на ватмані формата А2.
3. Номер варіанту вибирається за двома останніми цифрами шифра.
4. Умови до завдання №1 надані в таблиці 45.

Номера варіантів	Обладнання	Тип двигуна	Кількість
01; 02; 03; 04; 05	Вентилятор	4A250S6Y3	2
	Верстат строгальний	4AP180S4Y3	1
	Верстат токарний	4AP160S4Y3	2
	Верстат обрізний	4AP180M6Y3	2
	Молот	4A250S6Y3	1
	Станок карусельний	4A250S6Y3	2
06; 07; 08; 09; 10	Вентилятор	4A132M2CY3	2
	Верстат строгальний	4A250M8Y3	1
	Верстат токарний	4A250S6Y3	2
	Верстат обрізний	4AH250M8Y3	2
	Молот	4AH250M4Y3	1
	Станок карусельний	4A250S6Y3	2
11; 12; 13; 14; 15	Вентилятор	4AP160M4Y3	2
	Верстат строгальний	4A250S4Y3	1
	Верстат токарний	4A112M4CY3	2
	Верстат обрізний	4AH250M4Y3	2
	Молот	4AP180S4Y3	1
	Станок карусельний	4AP180S4Y3	2
16; 17; 18; 19; 20	Вентилятор	4AP180M4Y3	2
	Верстат строгальний	4A250M6Y3	1
	Верстат токарний	4A160M4Y3	2
	Верстат обрізний	4AP160S4Y3	2
	Молот	4A250S6Y3	1
	Станок карусельний	4AH250M4Y3	2
21; 22; 23; 24; 25,	Вентилятор	4AP180M6Y3	1
	Верстат строгальний	4AH250M4Y3	2
	Верстат токарний	4AH250M4Y3	2
	Верстат обрізний	4AP160M6Y3	1
	Молот	4AP160S4Y3	2
	Станок карусельний	4A250M6Y3	
26; 27; 28; 29; 30	Верстат токарний	4A132M2CY3	1
	Насос	4AP180S4Y3	2
	Компресор	4A250M6Y3	2
	Верстат карусельний	4AP180M4Y3	2
	Конвеєр	4A132M2CY3	2
	Верстат строгальний	4AH250M4Y3	1

Номера варіантів	Обладнання	Тип двигуна	Кількість
31; 32; 33; 34; 35	Верстат токарний	4AP160M4Y3	1
	Насос	4AP180S4Y3	2
	Компресор	4AH250M4Y3	2
	Верстат карусельний	4A250M6Y3	2
	Конвеєр	4AP160S4Y3	2
	Верстат строгальний	4AH250M.8Y3	1
36; 37; 38; 39; 40	Верстат токарний	4AP180M6Y3	1
	Насос	4AP160S4Y3	2
	Компресор	4A250S6Y3	2
	Верстат карусельний	4AH250M4Y3	2
	Конвеєр	4AP180S4Y3	2
	Верстат строгальний	4AP160S4Y3	1
41; 42; 43; 44; 45	Верстат токарний	4AP160M4Y3	1
	Насос	4AP180S4Y3	2
	Компресор	4A250M6Y3	2
	Верстат карусельний	4AP180M6Y3	2
	Конвеєр	4AP160M4Y3	2
	Верстат строгальний	4AH250M6Y3	1
46, 47, 48, 49, 50	Верстат токарний	4AP160S4Y3	1
	Насос	4AP160M6Y3	2
	Компресор	4AH250M4Y3	2
	Верстат карусельний	4AH250M4Y3	2
	Конвеєр	4AP160M6Y3	2
	Верстат строгальний	4AP180M6Y3	1
51; 52; 53; 54; 55	Вентилятор	4A100S2Y3	1
	Верстат фрезерний	4A112M4Y1	2
	Верстат строгальний	4A250S4Y3	2
	Машина ковочна	4AP180M4Y3	2
	Конвеєр	4A132M4CY1	2
	Насос	4AP180S4Y3	1
56; 57; 58; 59, 60	Вентилятор	4AP160S4Y3	1
	Верстат фрезерний	4A100S4Y3	2
	Верстат строгальний	4AP180S4Y3	2
	Машина ковочна	4AP160S4Y3	2
	Конвеєр	4A112M4CY3	2
	Насос	4AP180M4Y3	1
61; 62; 63; 64; 65	Вентилятор	4A132M2CY3	2
	Верстат фрезерний	4AP160S4Y3	2
	Верстат строгальний	4AP180S4Y3	2
	Машина ковочна	4A250S6Y3	2
	Конвеєр	4AP160M6Y3	2
	Насос	3A250S6Y3	1
66; 67; 68; 69; 70	Вентилятор	4AP160M4Y3	1
	Верстат фрезерний	4AP160S8Y3	2
	Верстат строгальний	4AP180M4Y3	2
	Машина ковочна	4A250S6Y3	2
	Конвеєр	4AP160S4Y3	2
	Насос	4AP180S4Y3	1

Номера варіантів	Обладнання	Тип двигуна	Кількість
71; 72; 73; 74; 75	Вентилятор	4A100S2Y3	1
	Верстат фрезерний	4A132M4CY1	2
	Верстат строгальний	4AP180S4Y3	2
	Машина ковочна	4A250S8Y3	2
	Конвеєр	4A160S8Y3	2
	Насос	4AP180M4Y3	1
76; 77; 78; 79; 80	Штамп	4A250S6Y3	2
	Станок карусельний	4AP160M6Y3	1
	Верстат разточувальний	4A250S8Y3	1
	Верстат волочильний	4A250S6Y3	2
	Компресор	4AH250M4Y3	2
	Конвеєр	4A132M2CY3	2
81; 82; 83; 84; 85	Штамп	4A250S8Y3	2
	Станок карусельний	4A132M2CY3	1
	Верстат разточувальний	4AP180M4Y3	1
	Верстат волочильний	4AP160M6Y3	2
	Компресор	4A250M6Y3	2
	Конвеєр	4A112M4CY1	2
86; 87; 88; 89; 90	Штамп	4AP180M4Y3	2
	Станок карусельний	4AP180S4Y3	1
	Верстат разточувальний	4AP160S4Y3	1
	Верстат волочильний	4AP180S4Y3	2
	Компресор	4A250S6Y3	2
	Конвеєр	4AP160M4Y3	2
91; 92; 93; 94; 95	Штамп	4A250S4Y3	2
	Станок карусельний	4AP180M4Y3	1
	Верстат разточувальний	4AP180S4Y3	1
	Верстат волочильний	4AP180M4Y3	2
	Компресор	4AP180S4Y3	2
	Конвеєр	4A100S4Y3	2
96; 97; 98; 99; 00	Штамп	4A250M6Y3	2
	Станок карусельний	4AP160M4Y3	1
	Верстат разточувальний	4A132M4CY1	1
	Верстат волочильний	4AP160S4Y3	2
	Компресор	4AP160M4Y3	2
	Конвеєр	4AP160M6Y3	2

## УМОВИ ДО ЗАВДАННЯ 2

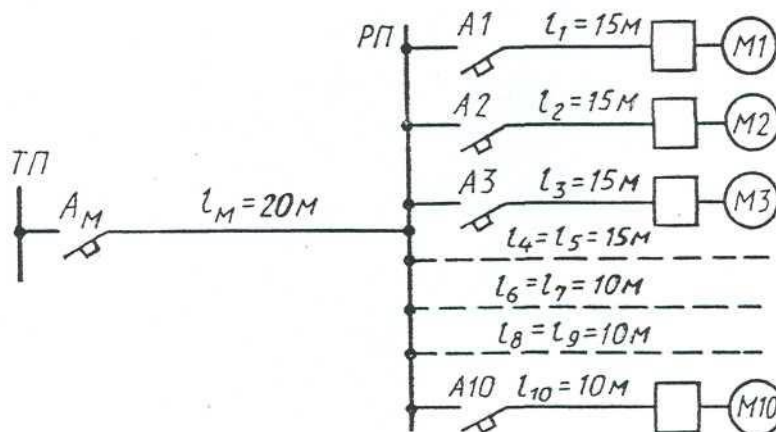
Номер варіанта	Вид схеми
01 – 05	Схема пуску двигуна постійного струму у функції часу за допомогою електромагнітних реле.
06 – 10	Схема системи Г-Д с двообмотувальним генератором.
11 – 15	Схема контакторного управління рульового приводу з електродвигуном постійного струму.
16 – 20	Схема контролерного управління електропривода брашпиля з двошвидкісним асинхронним двигуном с короткозамкнутим ротором.
21 – 25	Схема пуску асинхронного електродвигуна с фазним ротором в функції часу за допомогою електромагнітних реле
26 – 30	Спостерігальна система кермового електропривода з потенціометричним управлінням.
31 – 35	Контакторна схема управління брашпільного електроприводу змінного струму.
36 – 40	Схема автоматичного управління електроприводу санітарного насосу на постійному струмі.
41 – 45	Схема рульового електроприводу с двошвидкісним асинхронним двигуном.
46 – 50	Схема контакторного управління електроприводу вантажної лебідки на змінному струмі.
51 – 55	Схема динамічного гальмування асинхронного двигуна у автоматичному режимі.
56 – 60	Схема кермового електроприводу по системі Г-Д із командоконтролером.
61 – 65	Схема автоматичного пуску електродвигуна постійного струму за допомогою таймтакторів.
66 – 70	Схема кермового електроприводу за системою Г-Д з кнопковим постом управління.
71 – 75	Схема пуску електродвигуна постійного струму у функції струму.
76 – 80	Схема пуску пожежного насосу з асинхронним електродвигуном з короткозамкненим ротором переключенням обмотки статора із зірки на трикутник.
81 – 85	Схема автоматичного управління санітарного насосу з асинхронним електродвигуном с короткозамкненим ротором.
86– 90	Схема пуску асинхронного двигуна с фазним ротором в функції струму.
91 – 95	Схема електрогідравлічного кермового приводу.
96 – 100	Схема автоматичного управління компресора на змінному струмі.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

### і зразок виконання звання №1 курсової роботи

Це завдання відноситься до теми 1.12 «Передача та розподіл електричної енергії». Попередньо ознайомтесь по підручнику [3] з методикою визначення перерізу проводників за допустимим струмом навантаження та втрати напруги, а також з поняттям коефіцієнта попиту. Розгляньте рішення прикладу 17 та розберіться у матеріалі табл. 15 – 22.

**Зразок 17.** Асинхронні двигуни серії 4А приєднані к розподільчому пункту РП через автомати А1, А2,... та магнітні пускачі ПМ<sub>1</sub> ПМ<sub>2</sub>, ... ; РП отримує живлення от підстанції ТП по магістральній лінії довжиною  $l_M = 20$  м через автомат А<sub>М</sub> (мал. 66). Номінальна напруга двигунів  $U_{нон} = 380$  В. Вид обладнання, кількість двигунів, їх тип приведеній у таблиці, зразок 17. Розподільчі лінії від РП до двигунів мають довжини  $l_1 = l_2 = l_3 = l_4 = l_5 = 15$  м и  $l_6 = l_7 = l_8 = l_9 = l_{10} = 10$  м. Згідно табл. 15 магістральна лінія виконана кабелем АВВГ, прокладених на скобах; відгалуження до двигунам виконані проводом АПРТО, прокладеним у сталъних трубах в полу. Визначити: 1) активну  $P_p$ , реактивну  $Q_p$  та повну  $S_p$  потужності на шинах РП методом коефіцієнта спроса; 2) розрахунковий струм  $I_p$  в магістралі; 3) переріз магістральної лінії за допускаємим навантаженням та втратою напруги; 4) обрати автомат магістралі з комбінованими расчеплювачаи та визначити його установку; 5) вирахувать номінальні струми двигунів, якими вибрати перерізи ліній, що відходять від РП; 6) обрати автомати А1, А2, ... з комбінованими розчеплювачами та магнітними пускачами ПМ<sub>1</sub> ПМ<sub>2</sub> ...; 7) визначити втрату напруги в найбільш навантаженій лінії, після чого знайти сумарну втрату напруги в магістральній лінії та ліній, що відходять від РП; 8) вибрати діаметр труби для прокладання проводів.



Р и с. 66

Таблица 14

Тип двигателя	$P_{\text{ном}}$ , кВт	$n_2$ , об/мин.	$\cos\phi_{\text{ном}}$	$I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$	$M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}}$	$M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$	$\eta_{\text{ном}}$
4A100S2Y3	4	2880	0,89	7,5	2,0	2,2	0,86
4A100L2Y3	5,5	2880	0,91	7,5	2,0	2,2	0,87
4A112M2CY3	7,5	2900	0,88	7,5	2,0	2,2	0,87
4A132M2CY3	11	2900	0,9	7,5	1,6	2,2	0,88
4A80A4Y3	1,1	1400	0,81	5,0	2,0	2,2	0,85
4A90L4Y3	2,2	1400	0,83	6,0	2,0	2,2	0,8
4A100S4Y3	3	1425	0,83	6,5	2,0	2,2	0,82
4A100L4Y3	4	1425	0,84	6,5	2,0	2,2	0,84
4A112M4CY1	5,5	1425	0,85	7,0	2,0	2,2	0,85
4A132M4CY1	11	1450	0,87	7,5	2,0	2,2	0,87
4AP160S4Y3	15	1465	0,83	7,5	2,0	2,2	0,865
4AP160M4Y3	18,5	1465	0,87	7,5	2,0	2,2	0,885
4AP180B4Y3	22	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,89
4AP180M4Y3	30	1460	0,87	7,5	2,0	2,2	0,9
4A250S4Y3	75	1480	0,9	7,5	1,2	2,2	0,93
4A250M4Y3	90	1480	0,91	7,5	1,2	2,2	0,93
4A100L6Y3	2,2	950	0,73	5,5	2,0	2,0	0,81
4AP160S6Y3	11	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,855
4AP160M6Y3	15	975	0,83	7,0	2,0	2,2	0,875
4AP180M6Y3	18,5	970	0,8	6,5	2,0	2,2	0,87
4A250S6Y3	45	985	0,89	6,5	1,2	2,2	0,92
4A250M6Y3	55	985	0,89	7,0	1,2	2,0	0,92
4AH250M6Y3	75	985	0,87	7,5	1,2	2,5	0,93
4A100L8Y3	1,5	725	0,65	6,5	1,6	1,7	0,74
4AP160S8Y3	7,5	730	0,75	6,5	1,8	2,2	0,86
4A250S8Y3	37	740	0,83	6,0	1,2	1,7	0,9
4A250M8Y3	45	740	0,84	6,0	1,2	1,7	0,91
4AH250M8Y3	55	740	0,82	6,0	1,2	2,0	0,92
4A160S4/2Y3	$\frac{11}{14,5}$	$\frac{1460}{2940}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{7,5}{7,5}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{2,1}{2,0}$	$\frac{0,85}{0,83}$
4A180S4/2Y3	$\frac{18,5}{21}$	$\frac{1470}{2920}$	$\frac{0,9}{0,92}$	$\frac{6,5}{6,5}$	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,8}{1,8}$	$\frac{0,883}{0,85}$
4A160M8/4Y3	$\frac{9}{13}$	$\frac{732}{1460}$	$\frac{0,69}{0,92}$	$\frac{5,5}{7,0}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{0,79}{0,865}$
4A160S8/4Y3	$\frac{6}{6}$	$\frac{745}{1460}$	$\frac{0,69}{0,92}$	$\frac{5,0}{7,0}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{0,765}{0,84}$

Марки та характеристики деяких ізолюваних проводів та кабелів та способи їх прокладання у будинках та землі дано в табл. 15.

Таблиця 15

Марка дроту, кабелю	Найменування та конструкція	Область застосування та спосіб прокладання
АПР	Провід з алюмінієвою жилою та гумовою ізоляцією, в просоченій бавовняному обплетенні, до 3000 В	Силові та освітлювальні лінії всередині приміщень та поза будівлями, у пожежонебезпечних приміщеннях. Прокладка на ізоляторах, у вінілпластових трубках, по металевим та бетонним поверхням
АПРТО	Те саме, але для прокладки в трубах	Силові та освітлювальні лінії у вибухонебезпечних приміщеннях по вібруючих поверхнях машин. Прокладка в сталевих трубах та металорукавах
АПШВ	Дріт плоский, алюмінієвий, із двох або трьох паралельно покладених жил, ізолюваних та розділених	Освітлювальні лінії всередині сухих та сирих приміщень по стінах та стелях, до 500 В. Прокладка відкрита з кріпленням цвяхами або скобами підлога та вініл хлоридним пластикатом
АПВ	Дріт алюмінієвий з полівінілхлоридною ізоляцією	Силові та освітлювальні лінії усередині приміщень (сухих, сирих, з парами кислот та лугів) при температурі до 40°C. Прокладка на ізоляторах, у вінілітових або сталевих трубах, по металевих та бетонних поверхнях
ААБ	Кабель з алюмінієвими жилами, паперовою просоченою ізоляцією, алюмінієвою оболонкою, броньований сталевими стрічками, з джутовим покривом	Прокладання в землі (у траншеях)
ААШВ	Те сама, але поверх алюмінівої оболонки накладений полівінілхлоридний шовний шланг (не броньований)	Прокладання в землі та всередині приміщень з хімічно активним середовищем
АВВГ	Кабель з алюмінієвими жилами, ізоляції жил та загальна з полівінілхлориду	Прокладання всередині приміщень по лотках, на скобах. Можлива в землі чи сталевих трубах

Рішення. 1. По табл. 14 визначаємо потужності електродвигунів: 4AP160S4Y3 – 15 кВт; 4A250S4Y3 – 75 кВт; 4A250S6Y3 – 45 кВт; 4A100S2Y3 – 4 кВт; 4A132M2CY3 – 11 кВт, і заносимо їх до наступної таблиці.

До прикладу 17

№ п/п	Тип обладнання	Кількість	Тип електродвигуна
1	Верстат фрезерний	2	4AP160S4Y3
2	Верстат строгальний	2	4A250S4Y3
3	Прес	2	4A250S6Y3
4	Конвеєр	2	4A100S2Y3
5	Вентилятор	2	4A132M2CY3

2. За табл. 16 знаходимо  $K_c$  і  $\text{tg } \varphi_m$  для кожного типу обладнання та заносимо їх у наступну таблицю.

До прикладу 17

№ п/п	Тип обладнання	Кількість	$K_c$	$\text{tg } \varphi_m$
1	Станок фрезерный	2	0,16	1,73
2	Станок строгальный	2	0,17	1,17
3	Пресс	2	0,17	1,17
4	Конвейер	2	0,55	0,88
5	Вентилятор	2	0,65	0,75

Таблиця 16

Назва механізму	$K_c$	$\text{tg } \varphi_m$
Металорізальні верстати великосерійного виробництва з нормальним режимом роботи: токарні, фрезерні, свердлильні, стругальні та ін.	0,16	1,73
Те ж саме, при важкому режимі роботи: штампи, преси, великі токарні, фрезерні, стругальні, карусельні, розточувальні верстати	0,17	1,17
Те ж саме, з особливо важким режимом роботи: молоти, кувальні машини, волочильні верстати, преси та ін.	0,2 0,24	1,17
Вентилятори	0,6 – 0,65	0,75
Насоси, компресори	0,7	0,62
Конвеєри, шнеки, елеватори	0,55	

Визначаємо розрахункову активну, реактивну та повну потужності на РП методом коефіцієнта попиту:

$$P_p = \sum P_{\text{ном}} K_c = 2 \cdot 15 \cdot 0,16 + 2 \cdot 75 \cdot 0,17 + 2 \cdot 45 \cdot 0,17 + 2 \cdot 4 \cdot 0,55 + 2 \cdot 11 \cdot 0,65 = 64,3 \text{ кВт};$$

$$Q_p = \sum P_p \operatorname{tg} \varphi_m = 2 \cdot 15 \cdot 0,16 \cdot 1,73 + 2 \cdot 75 \cdot 0,17 \cdot 1,17 + 2 \cdot 45 \cdot 0,17 \cdot 1,17 + 2 \cdot 4 \cdot 0,55 \cdot 0,88 + 2 \cdot 11 \cdot 0,65 \cdot 0,75 = 70,6 \text{ квар};$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{64,3^2 + 70,6^2} = 95,5 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

### 3. Сила струму у магістральному кабелі

$$I_p = S_p / (\sqrt{3} U_{\text{ном}}) = 95,5 / (1,73 \cdot 0,38) = 145 \text{ А}.$$

Тут  $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В} = 0,38 \text{ кВ}$ .

Значення коефіцієнтів попиту  $K_c$  та потужності  $P$  для деяких механізмів наведено в табл. 16.

Допустимі тривалі струми для трижильних кабелів з алюмінієвими жилами на напругу до 1000 В наведені в табл. 17.

4. За табл. 17 вибираємо чотирижильні кабелі АВВГ, прокладені в повітрі, перетином  $S_M = 95 \text{ мм}^2$  з допусканим струмом 170 А. Так як кабель чотирижильний, то вводимо коефіцієнт 0,92 и допусканий струм складає  $170 \cdot 0,92 = 156,4 \text{ А}$ , що більше ніж 145 А.

Т а б л и ц я 17

Перетин жили, мм <sup>2</sup>	Струм (А) для кабелів із ізоляцією			
	гумової чи пластмасової*		паперової просоченої**	
	в повітрі	в землі	в повітрі	в землі
2,5	19	29	—	—
4	27	38	—	—
6	32	46	—	—
10	42	70	42	65
16	60	90	60	90
25	75	115	75	115
35	90	140	95	135
50	110	175	110	165
70	140	210	140	200/240
95	170	255	165	270
120	200	295	200	

\* Для чотирижильних кабелів вводити коефіцієнт 0,92.

\*\* Для чотирижильних.

5. Вибраний перетин перевіряємо за втратою напруги, користуючись формулою

$$\Delta U_M = P_p l_M 1000 / (\gamma S_M U_{ном}) = 64,3 \cdot 20 \cdot 1000 / (32 \cdot 95 \cdot 380) = 1,11 \text{ В.}$$

Тут  $P_p$  — розрахункова активна потужність, кВт;  $l_M$  — довжина магістралі, м;  $\gamma$  — удельна провідність, для алюмінію 32 м/Ом·мм<sup>2</sup>;  $S_M$  — переріз магістралі, мм<sup>2</sup>;  $U_{ном}$  — напруга, В.

6. Вибраємо для магістралі автомат серії А3700 за струмом  $I_p = 145 \text{ А}$ , користуючись табл. 18. Приймаємо автомат А3715Б на номінальний струм теплового розчеплювача 160 А, що більш ніж 145 А. Розчеплювач спрацює при струмі 185 А. Електромагнітний розчеплювач відключає автомат при струмі 630 або 1600 А.

Т а б л и ц я 18

Типи автоматів	Номінальний струм, А			Уставка струму спрацьовування, А	
	вимикача	електромагнітних розчеплювачів	теплових розчеплювачів	теплових розчеплювачів	електромагнітних розчеплювачів
А3715Б	160	160	16	18	630
			20	23	
			25	29	
			32	37	630, 1600
			40	46	
			50	57	
			63	72	
			80	92	
			100	115	
			125	145	
160	185				
А3725 Б А3726 Б	250	250	160	185	2500
			200	230	
			250	290	
А3735 Б А3736 Б	400	400	250	290	2500
			320	370	3200
			400	460	4000
А3745 Б А3746 Б	630	630	400	460	4000
			500	575	5000
			630	725	6300

7. Визначаємо номінальні струми двигунів за формулою

$$I_{\text{НОМ}} = P_{\text{НОМ}} / (\sqrt{3} U_{\text{НОМ}} \eta_{\text{НОМ}} \cos\varphi_{\text{НОМ}})$$

Тут  $P_{\text{НОМ}}$  – номінальна потужність, кВт;  $U_{\text{НОМ}} = 380$  В;  $\eta_{\text{НОМ}}$  – номінальний КПД;  $\cos\varphi_{\text{НОМ}}$  – номінальний коефіцієнт потужності. Усі ці значення приймаємо з табл. 14. Наприклад, для двигуна №2 типу 4A250S4Y3 номінальний струм  $I_{\text{НОМ}2} = 75 \cdot 1000 / (1,73 \cdot 380 \cdot 0,93 \cdot 0,9) = 136$  А. Аналогічно обчислюємо номінальні струми інших двигунів та заносимо до наступної таблиці.

Номер двигуна	$I_{\text{НОМ}}, \text{ А}$	$I_{\text{ПУСК}}, \text{ А}$	$S_{\text{мм}^2}$
1	31,7	238	10
2	136	1020	70
3	83,5	543	50
4	7,9	59	2,5
5	21	157,5	4

8. За номінальними струмами електродвигунів вибираємо перерізи дротів марки АПРТО (одного трижильного), користуючись табл. 19. Для двигуна № 1 вибираємо перетин по струму 31,7 А  $S_1 = 10 \text{ мм}^2$  з допустимим струмом 38 А, що більше 31,7 А. Перерізи для інших двигунів наведені вище в таблиці.

9. За табл. 20 вибираємо діаметри труб для прокладання проводів відгалужень. Для трижильного дроту АПРТО при перерізах 2,5 та 4  $\text{мм}^2$  вибираємо діаметр 20 мм; для 10  $\text{мм}^2$  – 25 мм; для 50  $\text{мм}^2$  – 50 мм; для 70  $\text{мм}^2$  – 70 мм.

10. Для відгалужень вибираємо автомати серії АЕ2000 із комбінованим розчеплювачем по табл. 21. Для двигуна №1 за струмом  $I_{\text{НОМ}1} = 31,7$  А вибираємо автомат АЕ2040 з номінальним струмом теплового розчиплювача  $I_{\text{Тр}} = 40$  А, що більше 31,7 А. Перевіримо його на неспрацювання під час пуску двигуна. Пусковий струм  $I_{\text{п}} = 238$  А було визначено раніше. Струм спрацювання електромагнітного розчиплювача дорівнює  $12 I_{\text{Тр}} = 12 \cdot 40 = 480$  А (див. додаток до табл. 21). Так як  $480 \text{ А} > 1,25 \cdot 238 \text{ А}$ , то автомат не спрацює під час пуску. Тут коефіцієнт запасу для автоматів серії А3700 і АЕ2000 дорівнює 1,25. Аналогічно вибираємо для двигуна № 2 автомат А3715Б за табл. 18 с  $I_{\text{Тр}} = 160$  А; для двигуна №3 – АЕ2050 с  $I_{\text{Тр}} = 100$  А (табл. 21); для двигуна №4 – АЕ2020 с  $I_{\text{Тр}} = 10$  А; для двигуна №5 – АЕ2030 с  $I_{\text{Тр}} = 25$  А.

Автомати серії А3700 з електромагнітними та тепловими розчиплювачами на 380В наведено в табл. 18.

Допустимі тривалі струми для проводів з гумовою та напіввінілхлоридною ізоляцією з алюмінієвими жилами наведено в табл. 19.

Таблиця 19

Перетин жили, мм <sup>2</sup>	Струм (А) для проводів			
	відкрито	в одній трубі		
		трьох одножильних	чотирьох одножильних	одного трижильного
2,5	24	19	19	16
4	32	28	23	21
6	39	32	30	28
10	60	47	39	38
16	75	60	55	55
25	105	80	70	65
35	130	95	85	75
50	165	130	120	105
70	210	165	140	135
95	255	200	175	165
120	295	220	200	190
150	340	255	–	–

Відомості про сталеві труби для прокладання в них одножильних проводів АПР, АПРТО, АПВ наведено в табл. 20.

Технічні дані автоматів серії АЕ2000 наведено у табл. 21.

Таблиця 20

Сталеві труби		Найбільша кількість проводів у трубі при перерізі жил, мм <sup>2</sup>		
Водогазепровідні (товстостінні), умовний прохід	Електрозварні (тонкостінні), зовнішній діаметр	2	3	4
20	26	4 – 6	4 – 6	4 – 6
25	32	10 – 15	10 – 16	10
40	47	25 – 35	25 – 35	25
50	59	50	50	35
70	–	70	70	50
80	–	95 – 120	95	70

Типи автоматів	Номинальний струм вимикача, А	Номинальні струми розчіплювачів, А	Вид розчіплювача
АЕ2020	16	0,3 – 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6 2; 2,5; 3,15; 4,5; 6,3 8; 10; 12,5; 16	К; Эм К К или Эм
АЕ2030	25	0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5	К Эм
АЕ2040	63	0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25	К или Эм
АЕ2050	100	10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	К или Эм

Примітка. Установка струму спрацьовування електромагнітного розчіплювача  $12I_{ном}$ ; вид розчіплювача: К – комбінований; Эм – електромагнітний.

Перевірка показує, що вибрані автомати не спрацюють під час запуску.

11. Визначаємо втрату напруги в лінії до найпотужнішого двигуна №2; одночасно він є найвіддаленішим, тому втрата напруги до нього буде найбільшою. Втрата напруги у відгалуженнях завжди визначається за номінальною потужністю двигуна, у магістралі – за розрахунковою:

$$\Delta U_2 = P_{ном2} l_2 1000 / (\gamma S_M U_{ном}) = 75 \cdot 15 \cdot 1000 / (32 \cdot 70 \cdot 380) = 1,32 \text{ В.}$$

Сумарна втрата напруги від підстанції до двигуна N°2

$$\Delta U = \Delta U_M + \Delta U_2 = 1,11 + 1,32 = 1,43 \text{ В.}$$

У лініях напругою до 1000В допускається втрата напруги дорівнює 19В. Так як  $1,43 < 19$ , то мережа проходить по втраті напруги. До решти менш потужних і менш віддалених двигунів втрата напруги буде ще меншою.

12. За номінальними потужностями електродвигунів вибираємо магнітні пускачі з тепловими реле, використовуючи табл. 22. Для двигуна № I с  $P_{ном1} = 15$  кВт та струмом  $I_{ном} = 31,7$  А вибираємо пускач захищеного виконання типу ПАЕ-312 з тепловим реле ТРН-32. Гранична потужність вмикаемого двигуна 17кВт, що більше 15 кВт. Аналогічно вибираємо пускачі для інших двигунів.

Для управління електродвигунами служать електромагнітні пускачі з тепловими реле, відомості про них наведено в табл. 22.

Виконання		Величина пускача	Теплове реле	Гранична потужність двигуна, кВт
відкрите	захищене			
ПМЕ-112	ПМЕ-122	I	ТРН-8	4
ПМЕ-212	ПМЕ-222	II	ТРН-25	10
ПАЕ-312	ПАЕ-322	III	ТРН-32	17
ПАЕ-412	ПАЕ-422	IV	ТРП-60	28
ПАЕ-512	ПАЕ-522	V	ТРП-150	55
ПАЕ-С12	ПАЕ-622	VI	ТРП-150	75

## ЛІТЕРАТУРА

1. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника. – Москва. Высшая школа, 1967 г. 351 с.
2. Рабинович Э.А. Сборник задач и упражнений по общей электротехнике. – Москва. Энергия, 1971 г., 304 с.
3. Попов Б.С., Николаев С.А. Общая электротехника с основами электроники. – Москва. Энергия, 1977 г., 58 с.