

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Електротехніка та безпека електроустановок

Методичні вказівки і завдання для виконання курсової роботи студентами відділення заочного навчання за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (галузь знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність 263 «Цивільна безпека») за освітньо-професійною програмою «Цивільний захист»

Черкаси - 2024

Електротехніка та безпека електроустановок: Методичні вказівки і завдання для виконання курсової роботи студентами відділення заочного навчання за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (галузь знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність 263 «Цивільна безпека») за освітньо-професійною програмою «Цивільний захист» / Землянський О.М., Головченко С.І., Зобенко О.О.- Черкаси: ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2024. – 65 с.

Укладачі:

- заступник начальника кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, д.т.н., доцент, Землянський Олег Миколайович;
- доцент кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, к.е.н., Головченко Сергій Іванович;
- викладач кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, Зобенко Олександр Олександрович;

Рецензент:

Доцент кафедри безпеки об'єктів будівництва та охорони праці факультету пожежної безпеки, к.т.н., доцент, Сідней Станіслав Олександрович.

Методичні вказівки розроблені відповідно до програми дисципліни «Електротехніка та безпека електроустановок» та призначені для підготовки студентів відділення заочного навчання за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (галузь знань 26 «Цивільна безпека», спеціальність 263 «Цивільна безпека») за освітньо-професійною програмою «Цивільний захист» під час самостійного виконання курсової роботи.

© Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, 2024

Зміст

| | |
|--|----|
| Передмова..... | 4 |
| Розділ 1. Порядок виконання курсового проекту..... | 5 |
| Розділ 2 Розрахунок та вибір апаратів захисту електромереж | 6 |
| 2.1. Загальна інформація про аварійні режими роботи електромереж..... | 6 |
| 2.2. Розрахунок захисту електромереж плавкими запобіжниками | 8 |
| 2.3. Розрахунок захисту автоматичними вимикачами | 12 |
| 2.4. Захист електродвигунів від перевантажень за допомогою теплових реле та вибір магнітних пускачів..... | 18 |
| Додаток 1 Методичні вказівки щодо вибору варіанту і оформлення курсового проекту | 19 |
| Додатки 2 Тривало допустимі сили струму для кабелів, проводів і шнурів. | 32 |
| Додаток 3 Технічні характеристики запобіжників серії ПРС..... | 35 |
| Додаток 4 Буквені позначення елементів в електричних схемах | 36 |
| Додаток 5 Позначення умовні графічні електричного обладнання і проводок на планах..... | 38 |
| Додаток 6 Позначення світильників для ламп розжарювання, люмінесцентних і газорозрядних (ртутних) ламп і сигнальних пристроїв | 42 |
| Додатки 7 Характеристики двигунів..... | 43 |
| Додатки 8 Характеристики автоматичних вимикачів | 50 |
| Додатки 9 Характеристики магнітних пускачів та теплових реле..... | 51 |
| Додаток 10 Приклад виконання 3-6 розділів курсового проекту | 53 |
| Література | 65 |

Передмова

На сьогоднішній день електрична енергія є самим доступним та зручним видом енергії. Її можна передавати на значні відстані без істотних втрат повітряними, підземними та підводними лініями електропередач. Розвиток економіки держави вимагає все більш широкого впровадження в практику досягнень електротехнічної науки буквально у всіх областях діяльності людини: у промисловості й сільському господарстві, космонавтиці й медицині, у сфері послуг.

Разом з тим слід пам'ятати, що використання електричної енергії пов'язане з пожежною небезпекою та з небезпекою вибухів при експлуатації електроустановок у вибухонебезпечних зонах.

Забезпечення безаварійного режиму роботи електроустановок досягається шляхом дотримання вимог нормативних документів при проектуванні, монтажу й експлуатації електрообладнання. Разом з тим в останні роки кількість пожеж від електроустановок збільшується. Мають місце також пожежі від розрядів блискавки й статичної електрики. Тому перед працівниками ДСНС України ставляться завдання якісного поліпшення наглядових профілактичних функцій в області пожежо- і вибухобезпечного застосування електроустановок.

Метою виконання курсової роботи є формування знань та вмінь для нагляду за забезпеченням безпеки електроустановок при їх проектуванні, монтажі й експлуатації.

Рекомендації з усунення порушень вимог норм пожежної безпеки, що виявлені при проведенні перевірок, повинні бути на рівні сучасних досягнень науки й техніки.

Розділ 1. Порядок виконання курсового проекту

Курсовий проект рекомендується виконувати у наступній послідовності:

Вступ

1. Аналіз пожежної небезпеки та можливих джерел запалення на об'єкті згідно з варіантом завдання.
2. Основні вимоги нормативних документів електрообладнання на об'єкті згідно з варіантом завдання.
3. Розрахунок силової мережі об'єкту згідно з варіантом завдання.
4. Розрахунок освітлювальної мережі об'єкту згідно з варіантом завдання.
5. Розрахунок магістральної мережі об'єкту згідно з варіантом завдання.
6. Перевірка відповідності вимогам норм електрообладнання об'єкту згідно з варіантом завдання.

Обсяг курсового проекту повинен становити 20-30 сторінок. Допускається виконувати як рукописним шляхом, так і на комп'ютері. При виконанні курсового проекту в текстових редакторах до тексту проекту пред'являються наступні вимоги: шрифт Times New Roman; кегель-14; абзац-1,25см, інтервал – 1,5. Крім того, до друкованої роботи необхідно додавати диск з вихідними файлами.

Рекомендована структура змісту курсового проекту:

Вступ.

Розділ 1. Аналіз пожежної небезпеки та можливих джерел запалення.

- 1.1. Короткий опис технологічного процесу.
- 1.2. Визначення фізико-хімічних властивостей речовини, що обертаються в виробництві.
- 1.3. Визначення й обґрунтування класу зони по ПБЕ.
- 1.4. Визначення категорії й групи вибухонебезпечної суміші.

Розділ 2. Основні вимоги нормативних документів електрообладнання на об'єкті згідно з варіантом завдання.

- 2.1. Вимоги до електродвигунів.
- 2.2. Вимоги до електричних апаратів і приладів.
- 2.3. Вимоги до електричних світильників.
- 2.4. Вимоги до електропроводки й кабельних ліній.

Розділ 3. Тепловий розрахунок силової мережі.

Розділ 4. Тепловий розрахунок освітлювальної мережі.

Розділ 5. Розрахунок магістральної мережі живлення.

Розділ 6. Висновок про відповідність запроектованого електроустаткування вимогам пожежної безпеки, ПБЕ та ПУЕ.

Список літератури

Виконання 1 та 2 розділу курсового проекту передбачає самостійне опрацювання курсантами та студентами нормативних документів та довідкової літератури для заданого технологічного процесу згідно з варіантом завдання. Послідовність виконання 3-6 розділів наводиться далі в методичних вказівках.

Розділ 2 Розрахунок та вибір апаратів захисту електромереж

2.1. Загальна інформація про аварійні режими роботи електромереж.

Струмові перевантаження – вид аварійного режиму, що виникає внаслідок підключення до струмопроводників споживачів, номінальний струм яких перевищує допустимий (за умовами нагрівання) для даного перерізу провідника [2].

Небезпека перенавантаження також пояснюється тепловою дією електричного струму, кількісна сторона якого виражається законом Джоуля-Ленца. За значною величиною перевантаження тривалість аварійного режиму (до спрацювання приладів захисту або перегорання жили проводу) може бути сумірним з тривалістю короткого замикання.

Струмові перевантаження також виникають із-за механічних перевантажень на валу електродвигунів, неповнофазних (за втратою однієї фази) режимів асинхронних двигунів та через зниження напруги в мережі живлення.

Струмові перевантаження, як уже відмічалось вище, призводять до старіння та псування ізоляції проводів. Так, наприклад, перевантаження проводів з ізоляцією класу А (гранична допустима температура матеріалу ізоляції – 105°C), на 25% скорочує термін служби їх приблизно до 3-5 місяців (замість середньо статистичних 20 років), а перевантаження на 50% призводять до непридатності проводу протягом декількох годин.

Взагалі, допускається нагрівання проводів на 40°C вище температури навколишнього середовища, яка зазвичай приймається рівною 25°C. За таким нагріванням забезпечується довготривала експлуатація проводів. Як уже відмічалось, при нагріванні проводів до 48°C строк служби ізоляції скорочується наполовину, а при нагріванні до 64°C – в 8 разів. Строк служби ізоляції електродвигунів при температурі 100°C складає 15-20 років, а підвищення температури до 150°C скорочує цей строк до декількох місяців, а все це в результаті веде до великих видатків на ремонти електродвигунів і заміну пошкоджених обмоток.

Для виявлення струмів перевантаження при обстеженні електроустановок, мереж, апаратів і електричних машин використовують декілька способів. Робочий струм в навантаженні вимірюється амперметром, який вмикається на початку ділянки кола, що досліджується. Цей струм порівнюється з допустимою за нормою величиною. Проте, за цим способом необхідно розірвати коло для тимчасового вмикання амперметра, що не завжди можливо.

Величину змінного струму зручно вимірювати електровимірювальними кліщами (наприклад Ц-91). Величину сили струму можна визначити і емпірично, якщо відомі напруга і загальна потужність споживачів, що ввімкнені на даній ділянці кола.

Величина робочого струму, A , визначається за наступними формулами:

- в мережах постійного струму і освітлювальній мережі однофазного змінного струму:

$$I_p = \frac{\sum P \cdot 10^3}{U_\phi} ; \quad (1)$$

- в освітлювальних мережах трифазного змінного струму:

$$I_P = \frac{\Sigma P \cdot 10^3 \cdot K}{\sqrt{3} U_{\text{л}}}; \quad (2)$$

- в силових мережах трифазного змінного струму:

$$I_P = \frac{\Sigma P \cdot 10^3 \cdot K}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi}; \quad (3)$$

- номінальний струм асинхронного електродвигуна:

$$I_H = \frac{P \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cos \varphi}; \quad (4)$$

- за зниженням величини напруги на затискачах асинхронного двигуна на 20%:

$$I_H = \frac{P \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,8 U_{\text{л}} \cos \varphi}; \quad (5)$$

де P_H – номінальна потужність споживача, *кВт*;

U_{ϕ} і $U_{\text{л}}$ – відповідно фазова і лінійна напруга в мережі, *В*;

K_o – коефіцієнт одночасності, що залежить від кількості струмоприймачів, степені їх завантаження, одночасності їх роботи.

Так, наприклад:

число струмоприймачів

(двигунів)

Коефіцієнт одночасності (K_o)

2

0.85

3

0.80

4-5

0.75

6-7

0.7

8-10

0.65

Перевантаження електричних мереж, машин і апаратів можна також визначити, заміривши їх температуру та порівнявши її з максимально допустимою. З цією метою використовують термометри, термопари і різноманітні індикатори.

Важливим заходом щодо попередження пробою ізоляції і контролю за її станом є перевірка опору ізоляції проводів, яка повинна проводитися один раз на рік згідно з планами профілактично-попереджувальних ремонтів (ППР). Опір ізоляції вимірюється в мережах з напругою до 1000В мегаомметром на 500 або 1000В. Величина опору ізоляції повинна бути НЕ МЕНШОЮ ніж 0.5МОм.

2.2. Розрахунок захисту електромереж плавкими запобіжниками

На ділянці мережі, де передбачено встановлення запобіжників, за відомими величинами навантажень (потужностей) розраховують робочі (номінальні) $I_{роб.} (I_{ном.})$ і максимальні струми $I_{макс.}$ (1-5).

При розрахунках треба мати на увазі, що для вибухонебезпечних зон (ВНЗ):

$$I_{роб.} = 1,25I_{ном.};$$

За відомими даними робочих та максимальних струмів визначається номінальний струм плавкої вставки $I_{ном.вст.}$ запобіжника; за умови:

$$I_{ном.вст.} \geq I_{роб.макс.}$$

Номінальний струм плавкої вставки, що захищає відгалуження до асинхронного двигуна від короткого замикання, вибирається за формулою:

$$I_{ном.вст.} \geq \frac{I_{макс.}}{a} = \frac{I_{пуск.}}{a}; \quad (6)$$

де $I_{макс.}$ – максимальний або пусковий струм асинхронного двигуна,

$$I_{макс.} = I_{пуск.} = I_{ном.} \cdot \square_i,$$

де \square_i – кратність пускового струму асинхронного двигуна, визначається за його паспортними даними (зазвичай $\square_i = (5 - 6)I_{ном.}$);

a – коефіцієнт, що забезпечує неспрацювання запобіжника при протіканні по ньому пускового струму $(1,5 \square 5)c$.

Величина коефіцієнта a залежить від типу запобіжника, що використовується, та умов пуску асинхронного двигуна.

Для безінерційних запобіжників типу ПН-2, НПН (див. Табл.Д.3.3) і нормальних умовах пуску коефіцієнт a приймають рівним 2,5, а за тяжких умов пуску (наприклад, з навантаженням на валу) – 1,6.

Для малоінерційних запобіжників типу ПР2 (див. табл.Д.3.2) і нормальних режимах пуску коефіцієнт a дорівнює 3, а за тяжких умов пуску – 2.

Якщо у мережі, що розраховується, ввімкнута група двигунів, що складається із n двигунів, то максимальний струм визначається за формулою:

$$I_{макс.п.} = I_{п.макс.} + \square_0 \sum_{i=1}^{n-1} I_{ном.} \quad (7)$$

де $I_{п.макс.}$ – пусковий струм найбільшого по потужності двигуна даної групи;

$\sum_{i=1}^{n-1} I_{ном.}$ – сума номінальних струмів споживачів даної групи, що приєднані

до мережі, без урахування струму двигуна, який має найбільший пусковий струм.

За даними розрахунків за таблицями Д.3.1, Д.3.2, Д.3.3 вибирають тип запобіжника і номінальні струми плавких вставок з найближчими до розрахункових стандартними значеннями.

Підрахована і вибрана таким чином плавка вставка не захищає переріз проводу відгалуження від перевантаження, проте повинно дотримуватися співвідношення

$$I_{ном.вст.} \geq 3I_{доп.}, \quad (8)$$

де $I_{доп.}$ – довготривалий допустимий струм для даного перерізу провідника, що живить навантаження, визначається за додатками 2.1 таблиці Д 2.1, Д 2.2.

Якщо нерівність (8) недотримана, то необхідно збільшити переріз до необхідного значення, при цьому струм плавкої вставки зберігається попереднім.

Задача 1. Від трансформаторної підстанції з номінальною напругою на низькій стороні 380/220В прокладена електрична мережа живлення електрообладнання механоремонтного цеху (Рис.1).

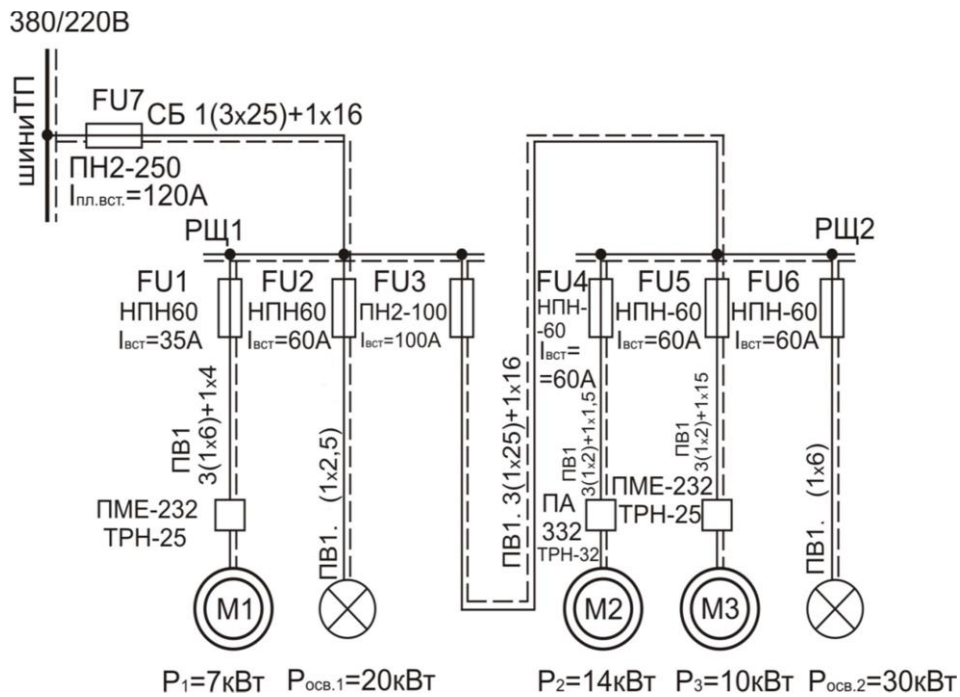


Рис.1. Схема мережі живлення

Характеристика асинхронних короткозамкнених електродвигунів

| Характеристика | Номер електродвигуна | | |
|---------------------------------------|----------------------|-------|-------|
| | M_1 | M_2 | M_3 |
| Потужність P , кВт | 7 | 14 | 10 |
| Кратність пускового струму σ_i | 5,5 | 5,0 | 5,5 |
| Коефіцієнт корисної дії η | 0,82 | 0,85 | 0,87 |
| Коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ | 0,9 | 0,88 | 0,92 |
| Коефіцієнт завантаження σ_3 | 1,0 | 0,8 | 0,9 |

Електродвигуни, що зображені на схемі і в таблиці до задачі – асинхронні з короткозамкненим ротором, освітлювальне навантаження – симетричне. Мережу передбачено виконати:

- від шин ТП до щитка РЩ1 – чотирижильним кабелем з мідними жилами, прокладеним в підлозі;
- від щитка РЩ1 до щитка РЩ2 проводом у газових трубах;

3. всі інші мережі – ізольованим проводом по стінах і стелі (відкрита проводка).

Освітлювальне навантаження першої групи ламп $P_{осв.1} = 20кВт$, другої групи $P_{осв.2} = 30кВт$. Необхідно розрахувати і підібрати плавкі вставки запобіжників і вибрати необхідні перерізи проводів і кабелів.

При розрахунках необхідно враховувати, що електродвигун М1 може бути перевантаженим.

Розв'язання.

1. Електродвигун 1.

Номинальний струм двигуна

$$I_{ном1} = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_{НОМ} \cdot \eta \cdot \cos\varphi} = \frac{7 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,9} = 14,4 А$$

Визначаємо струм плавкої вставки запобіжника.

$$I_{пл.вст.} FU1 \geq \frac{I_{макс.} = I_{ном. i}}{2,5} = \frac{14,4 \cdot 5,5}{2,5} = 31,6 А.$$

Вибираємо запобіжник типу НПН-60М, струм плавкої вставки 35А (див. табл. Д.3.3). У зв'язку з тим, що електродвигун 1 може бути перевантаженим, проводка до нього повинна бути захищена від струмів перевантаження. Тоді допустимий струм електропроводки $I_{доп} = 1,25 I_{пл.вст.} = 1,25 \cdot 31,6 = 44 А$. За додатками 2 Табл. Д2.2 вибираємо переріз жили проводу $S = 6 мм^2$ ($I_{доп} = 50 А$). Приймаємо до прокладання провід марки ПВ1: фазні проводи перерізом $S = 6 мм^2$, а нейтральний $S = 4 мм^2$.

Перевіряємо вибраний переріз на захист від короткого замикання:

$$I_{пл.вст.} \geq 3 I_{доп.};$$

$$35 < 3 \cdot 50;$$

$$35 < 150.$$

2. Електродвигун 2.

$$I_{ном.2} = \frac{14 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,88} = 28,3 А$$

$$I_{пл.вст.} FU4 \geq \frac{28,5 \cdot 5}{2,5} = 56,6 А$$

З урахуванням коефіцієнта завантаження струм

$$I_{сп.} = 0,8 \cdot I_{ном.2} = 0,8 \cdot 28,3 = 22,6 А.$$

Вибираємо запобіжник типу НПН60М (Табл. Д.3.3), струм плавкої вставки $I_{пл.вст.} = 60 А$.

За споживчим струмом (Табл.Д2.2) визначаємо переріз жил проводу $S = 2 мм^2$ ($I_{доп.} = 26 А$).

Приймаємо до прокладання провід марки ПВ1: фазні проводи перерізом $S = 2 мм^2$, нейтральний $S = 1,5 мм^2$.

Перевіряємо вибраний переріз на захист від струмів короткого замикання:

$$I_{пл.вст.} \geq 3 I_{доп.};$$

$$60 < 3 \cdot 26;$$

$$60 < 78.$$

3. Електродвигун 3.

$$I_{ном.3} = \frac{10 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,92} = 19 A$$

$$I_{сп.} = 0,9 I_{ном} = 0,9 \cdot 19 = 17 A$$

$$I_{пл.вст.} = \frac{FU5 \cdot 19,5 \cdot 5,5}{2,5} = 41,7 A$$

Вибираємо запобіжник типу НПН60Н (Табл. Д.3.3), струм плавкої вставки $I_{пл.вст.} = 60 A$.

Вибираємо переріз жили проводу (Табл.Д2.2) $S = 2 \text{мм}^2$ ($I_{доп.} = 26 A$).

Приймаємо до прокладання провід марки ПВ1: фазні проводи перерізом $S = 2 \text{мм}^2$, нейтральний $S = 1,5 \text{мм}^2$.

Перевіряємо вибраний переріз на захист від короткого замикання

$$I_{пл.вст.} \geq 3 I_{доп.};$$

$$60 \geq 3 \cdot 26;$$

$$60 \geq 78.$$

4. Освітлювальна лінія 1, $P_{осв.1} = 20 \text{кВт}$.

Робочий струм

$$I_{р.1} \geq \frac{20 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380} = 30 A.$$

Вибираємо запобіжник типу НПН60, $I_{пл.вст.} FU_2 = 35 A$.

Вибираємо переріз жили проводу $S = 2,5 \text{мм}^2$ (Табл.Д2.2) ($I_{доп.} = 30 A$).

Приймаємо до прокладання провід марки ПВ1: $S = 2,5 \text{мм}^2$.

Перевіряємо вибраний переріз на захист від короткого замикання.

$$I_{пл.вст.} \geq 3 I_{доп.};$$

$$35 < 3 \cdot 30;$$

$$30 < 90.$$

5. Освітлювальна лінія 2, $P_{осв.2} = 30 \text{кВт}$.

$$I_{р.2} = \frac{30 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380} = 45 A.$$

Вибираємо запобіжник типу НПН60, $I_{пл.вст.} FU_6 = 60 A$.

Переріз жил проводу 6мм^2 ($I_{доп.} = 50 A$).

Приймаємо до прокладання провід марки ПВ1: $S = 6 \text{мм}^2$.

Перевіряємо вибраний переріз на захист від короткого замикання.

$$I_{пл.вст.} \geq 3 I_{доп.};$$

$$60 < 3 \cdot 50;$$

$$60 < 150.$$

6. Прокладання в газових трубах між РЩ1 і РЩ2.

Робочий струм лінії:

$$I_{роб.} = I_{сн.М2} + I_{сн.М3} + I_{р.2} = 22,6 + 17 + 45 = 84,6 A$$

За робочим струмом вибираємо переріз жил проводу (з урахуванням, що чотири жили будуть прокладені в одній трубі, Табл. Д2.2) $S = 25 мм^2$ ($I_{доп.} = 90 A$).

Для вибору струму плавкої вставки запобіжника, розраховуємо максимальний струм лінії:

$$I_{макс} = I_{н.М2} + I_{р.М3} + I_{р.2} = 28,3 \cdot 5 + 17 + 45 = 204 A$$

$$I_{пл.вст.} FU3 \geq \frac{204}{2,5} = 81,5 A.$$

Вибираємо запобіжник типу ПН2-100, $I_{пл.вст.} = 100 A$ (Табл. Д.3.3).

Перевірка на дію струмів короткого замикання:

$$I_{пл.вст.} \geq 3I_{доп.};$$

$$100 < 3 \cdot 90;$$

$$100 < 270.$$

Приймаємо до прокладання проводу марки ПВ1: фазні $S = 25 мм^2$, нейтральний – $16 мм^2$.

7. Магістральний кабель живлення від ТП до РЩ1:

Робочий струм магістралі: $I_{роб.} = K_o(I_{М1} + I_{спч} + I_{спз} + I_{р1} + I_{р2}) = 0,9(14,4 + 22,6 + 17 + 30 + 45) = 116 A$;

Максимальний струм магістралі: $I_{макс} = I_{пг} + K_o(I_{Н1} + I_{спз} + I_{р1} + I_{р2}) = 28,3 \cdot 5 + 0,9(14,4 + 17 + 30 + 45) = 238 A$.

Вибираємо переріз жил кабеля з урахуванням, що кабель (трьохжильний) буде прокладено в землі (Табл.Д2.3), $S = 25 мм^2$

$$I_{пл.вст.} FU7 = \frac{I_{макс} (I_{доп.} = 150 A)}{2,5} = \frac{238}{2,5} = 95 A.$$

Вибираємо запобіжник типу ПН-250, $I_{пл.вст.} = 120 A$ за умови селективності.

Перевірка на дію струмів короткого замикання:

$$I_{пл.вст.} \geq 3I_{доп.};$$

$$120 < 3 \cdot 150.$$

Вибираємо для прокладання кабель марки СБ перерізом $1(3 \cdot 25)$.

2.3. Розрахунок захисту автоматичними вимикачами

При виборі автоматичних вимикачів для захисту електроустановок мережі живлення від коротких замикань і перевантажень необхідно дотримати ряд вимог:

1. Номінальна напруга автоматичного вимикача не повинна бути нижче номінальної напруги мережі живлення $U_{ном}$, тобто:

$$U_{авт.вим.} \geq U_{ном.} \quad (9)$$

2. За своєю вимикаючою здатністю контактна система вимикача повинна бути спроможною витримати максимальні струми короткого замикання, які

можуть виникнути на ділянці, що захищається. Ця вимога для освітлювальних і цехових силових мереж напругою до 1000В зазвичай виконується, якщо $I_{ном}$ автоматичного вимикача більша за номінальний струм навантаження.

$$I_{авт.вим.} \geq I_{ном.нав.} \quad (10)$$

3. Робочий максимальний струм навантаження $I_{роб.макс}$ не повинен перевищувати номінальний струм теплового розчіплювача $I_{н.т.розч.}$, а максимальний допустимий струм для провідників, що захищаються, $I_{макс}$ повинен бути меншим ніж струм спрацювання електромагнітного розчіплювача $I_{ем}$:

$$I_{н.тепл.} \geq K_3 \cdot I_{роб.макс} \quad (11)$$

$$I_{ем} \geq K_n \cdot I_{макс} \quad (12)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, рівний 1,25;

K_n – коефіцієнт надійності, приймається рівним 1,25.

В більшості випадків електроустановки захищаються як від струмів короткого замикання, так і від струмів перевантаження. Для цього співвідношення між довготривалим допустимим струмом навантаження $I_{доп}$ проводів мережі живлення і струмом вставки апарата захисту повинне задовольняти наступні умови:

для автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітні розчіплювачі

$$I_{доп} / I_{ем} \geq 1,25 \quad (13)$$

для автоматичних вимикачів, що мають теплові розчіплювачі

$$I_{доп} / I_{н.т} \geq 1 \quad (14)$$

Якщо проводка захищена тільки від к.з., то повинні бути дотримані наступні співвідношення:

для автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітні розчіплювачі:

$$I_{ем} / I_{доп} \geq 4,5, \quad (15)$$

для вимикачів із регульованими тепловими розчіплювачами:

$$I_{н.т} / I_{доп} \geq 1,25, \quad (16)$$

для автоматичних вимикачів з тепловими розчіплювачами, що не мають пристроїв регулювання струмів спрацювання:

$$I_{н.т} / I_{доп} \geq 1,0. \quad (17)$$

Після вибору перерізу жил провідників необхідно перевірити чутливість захисту і її спроможність захищати дану мережу від недопустимого перегрівання при перевантаженнях і к.з. Для автоматичних вимикачів з тепловими розчіплювачами чутливість захисту перевіряють за співвідношенням:

$$I_{к.з.} / I_{н.т} \geq 3 \quad (18)$$

Для автоматичних вимикачів із електромагнітними розчіплювачами і номінальним струмом до 100А цю перевірку виконують за формулою [14].

$$I_{к.з.} / I_{ем} \geq 1,4, \quad (19)$$

де $I_{к.з.}$ – струм короткого замикання в кінці ділянки, яку захищає даний вимикач.

Вид к.з. для визначення струму $I_{к.з.}$ беруть такий, при якому цей струм має найменше значення, тобто частіше всього це струм однофазного короткого замикання.

Розрахунки показують, що з достатньою для практики точністю $I_{к.з.}$ приймають (10-11) кратним значенням по відношенню до номінального струму навантаження ділянки мережі, що захищається, тобто:

$$I_{к.з.} \approx (10 - 11) I_{ном.} \quad (20)$$

Задача 2. Розрахувати необхідні параметри та вибрати автоматичний вимикач, замість запобіжника FU1 для захисту ділянки кола асинхронного двигуна М1 від коротких замикань (Рис.1).

Розв'язання.

1. За попередніми розрахунками для асинхронного двигуна потужністю 7 кВт (див. задача 1., рис 1): номінальний струм двигуна $I_{ном} = 14,4A$; максимальний струм $I_{макс} = I_{ном} \cdot K_i = 14,4 \cdot 5,5 = 80A$; довготривалий допустимий струм вибраної електропроводки перерізом 6 мм² $I_{доп} = 50A$.

2. Визначаємо струм електромагнітного розчіплювача $I_{ем}$ автоматичного вимикача за формулою (12):

$$I_{ем} \approx k_n \cdot I_{макс} = 1,25 \cdot 80 = 100A.$$

3. За таблицю Д.8.1 вибираємо автоматичний вимикач типу А3114/5 із параметрами:

$$I_{ном} = 100A, I_{ем} = 100A.$$

4. Перевіряємо чутливість захисту автоматичного вимикача від коротких замикань, формула 19:

$$\frac{I_{к.з.}}{I_{ем}} \approx 1,4, \\ \frac{10I_{ном.}}{100} = \frac{10 \cdot 14,4}{100} = 1,44 \approx 1,4$$

Умова виконується.

5. Згідно з формулою (15) для автоматичних вимикачів, що мають тільки електромагнітні розчіплювачі, повинна виконуватися умова:

$$\frac{I_{ем}}{I_{доп}} \approx 4,5 \\ \frac{100}{500} = 2 \approx 4,5$$

Умова виконується.

6. Таким чином замість запобіжника FU1 (Рис. 1) для захисту двигуна М1 від коротких замикань вибираємо автоматичний вимикач типу А3114/5 з номінальним струмом 100А і номінальним струмом електромагнітного розчіплювача також 100А.

Задача 3. Мережа освітлення напругою 220В (Рис.2) складається із трьох груп світильників EL1, EL2, EL3 з відповідними навантаженнями $P_1 = 5,4кВт$, $P_2 = 6кВт$, $P_3 = 3,6кВт$.

Мережа повинна бути захищена тільки від струмів короткого замикання автоматичними вимикачами.

Розрахувати та вибрати відповідні апарати захисту та марку і переріз живильних провідників.

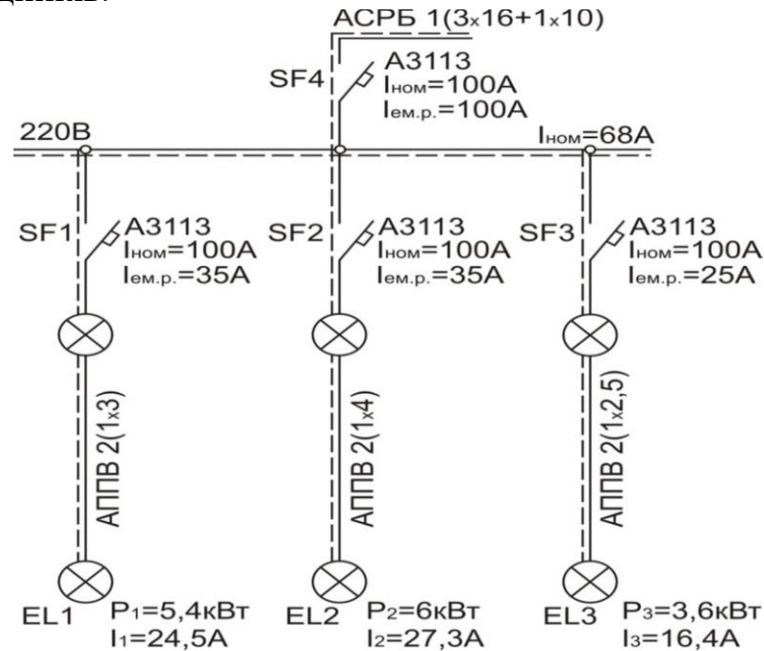


Рис.2. Принципова електрична схема освітлювальної мережі

Розв'язання.

1. Розрахунок робочих (номінальних) струмів

а) Номінальний струм лінії EL1

$$I_{ном1} = \frac{P \cdot 10^3}{U_{\phi}} = \frac{5,4 \cdot 10^3}{220} = 24,5A$$

б) Номінальний струм лінії EL2

$$I_{ном2} = \frac{6 \cdot 10^3}{220} = 27,3A$$

в) Номінальний струм лінії EL3

$$I_{ном3} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{220} = 16,4A$$

г) Загальний струм навантаження

$$I_{ном} = I_{роб.} = I_{ном1} + I_{ном2} + I_{ном3} = 24,5 + 27,3 + 16,4 = 68A.$$

2. Вибір автоматичних вимикачів.

За номінальною напругою $U_{ном}$ автоматичні вимикачі повинні бути більше або дорівнювати 220В.

Оскільки освітлювальна мережа захищається тільки від коротких замикань, то струм електромагнітного розчіплювача апарата захисту визначається за умови (12):

– Автоматичний вимикач SF1

$$I_{ем.1} \approx 1,25 \cdot 24,5 \approx 30,6 A$$

– Автоматичний вимикач SF2

$$I_{ем.2} \approx 1,25 \cdot 27,3 \approx 34 A$$

– Автоматичний вимикач SF3

$$I_{ем.3} \approx 1,25 \cdot 16,4 \approx 20,5 A$$

– Автоматичний вимикач SF4

$$I_{ем.4} \approx 1,25 \cdot 68 \approx 85 A$$

За таблицею Д. 8.1 вибираємо автоматичні вимикачі типу А3113/1 з електромагнітним розчіплювачем.

$$SF1 - A3113, /1 \quad I_{ном} = 100 A, I_{ем.розч.} = 35 A;$$

$$SF2 = A3113, /1 \quad I_{ном} = 100 A, I_{ем.розч.} = 35 A;$$

$$SF3 = A3113, /1 \quad I_{ном} = 100 A, I_{ем.розч.} = 25 A;$$

$$SF4 = A3113, /1 \quad I_{ном} = 100 A, I_{ем.розч.} = 90 A.$$

3. Розрахунок і вибір живильних проводів.

3.1. Провід живильної мережі групи світильників EL1.

Оскільки освітлювальна мережа захищається тільки від коротких замикань, то в разі захисту автоматичними вимикачами з електромагнітним розчіплювачем, повинна виконуватися умова (15)

$$I_{ем.розч.} \geq 4,5 I_{дон}$$

Номинальний струм лінії EL1 $I_1 = 24,5 A$.

За таблицею Д.2.1. вибираємо провід з алюмінієвими жилами площею поперечного перерізу струмоведучих жил прокладених відкрито 3 мм^2 з тривало допустимою силою струму $I_{дон} = 27 A$.

Струм електромагнітного розчіплювача SF1, $I_{ем.р} = 35 A$. Отже, відношення

$$I_{ем.розч.} / I_{дон} = \frac{35}{27} = 1,29 < 4,5.$$

Умова 15 виконується.

Вибираємо провід марки АППВ2(1×3) – провід з алюмінієвими жилами, плоский з роздільною основою у полівінілхлоридній ізоляції.

3.2. Провід живильної мережі групи світильників EL2.

Номинальний струм лінії EL2 $I_2 = 27,3 A$.

Аналогічно до попереднього вибираємо провід з алюмінієвими жилами з площею поперечного перерізу струмоведучих жил 4 мм^2 з тривало допустимою силою струму $I_{дон} = 32 A$.

Струм електромагнітного розчіплювача SF2=35A, тоді $35/32=1,09 < 4,5$.

Вибираємо для прокладки провід АППВ2(1×4).

3.3. Провід живильної мережі групи світильників EL3.

Номинальний струм лінії EL3 $I_3 = 16,4 A$.

За таблицею Д.2.1. вибираємо такий же провід з алюмінієвими жилами з площею поперечного перерізу $S_3 = 2,5 \text{ мм}^2$ з тривало допустимою силою струму $I_{\text{дон}} = 24 \text{ А}$.

Струм електромагнітного розчіплювача автоматичного вимикача SF3 $I_{\text{ем.р}} = 25 \text{ А}$.

Відношення $I_{\text{ем.розч}} / I_{\text{дон}} = 25 / 24 = 1,04 < 4,5$.

Вибираємо для прокладки провід АППВ2(1 \times 2,5).

3.4. Кабель магістральної лінії, що живить всі групи світильників.

Номинальний струм магістральної лінії $I_{\text{ном}} = 68 \text{ А}$.

За таблицею Д.2.4. вибираємо кабель з алюмінієвими жилами при прокладанні кабелю в землі з площиною поперечного перерізу струмоведучих жил $S_4 = 16 \text{ мм}^2$ і тривало допустимою силою струму 90 А . З урахуванням коефіцієнта $0,92$ $I_{\text{дон}} = 83 \text{ А}$ (кабель буде чотирижильним).

Струм електромагнітного розчіплювача автоматичного вимикача SF4 $I_{\text{ем.р}} = 100 \text{ А}$.

$I_{\text{ем.розч}} / I_{\text{дон}} = 100 / 83 = 1,2 < 4$

Остаточно вибираємо для прокладання в землі кабель марки АСРБ1 (3 \times 16 + 1 \times 10).

3.5. Перевірка чутливості захисту і її здатність захищати ділянку мережі від коротких замикань.

Перевірку чутливості автоматичних вимикачів виконуємо за виразом (19)

– Чутливість автоматичного вимикача SF1

$$\frac{10I_1}{I_{\text{ем.р}_1}} = \frac{10 \cdot 24,5}{35} = 7, \quad 7 > 1,4.$$

– Чутливість автоматичного вимикача SF2

$$\frac{10I_2}{I_{\text{ем.р}_2}} = \frac{10 \cdot 27,3}{35} = 7,8, \quad 7,8 > 1,4.$$

– Чутливість автоматичного вимикача SF3

$$\frac{10I_3}{I_{\text{ем.р}_3}} = \frac{10 \cdot 16,4}{25} = 6,6, \quad 6,6 > 1,4.$$

– Чутливість автоматичного вимикача SF4

$$\frac{10I_{\text{ном}}}{I_{\text{ем.р}_4}} = \frac{10 \cdot 68}{100} = 6,8, \quad 6,8 > 1,4.$$

Як видно із розрахунків, вибрані автоматичні вимикачі мають достатньо високу чутливість.

На завершення всі розрахункові дані автоматичних вимикачів та вибраних проводів і кабелів заносимо до принципової електричної схеми освітлювальної мережі.

2.4. Захист електродвигунів від перевантажень за допомогою теплових реле та вибір магнітних пускачів

Як уже відомо, магнітні пускачі призначені для дистанційного керування трифазними асинхронними двигунами та іншими трифазними струмоприймачами. При наявності в комплекті теплових реле пускачі захищають електродвигуни від струмових перевантажень. В теперішній час промисловість випускає магнітні пускачі як у комплекті з тепловими реле, так і без них. Для керування асинхронними двигунами використовують магнітні пускачі з тепловими реле типу РТ, що мають змінні нагрівальні елементи з умовними номерами, які визначають силу номінального струму ($I_{ном.тепл.}$), а в теплових реле типу ТРН, ТРП, ТРТ номінальний струм вказується на самому нагрівальному елементі (див. Табл. Д 7.2).

Номінальний струм теплового елемента реле $I_{ном.тепл.}$ вибирається за умови:

$$I_{ном.тепл.} \geq I_{ном} \quad (21)$$

де $I_{ном}$ – номінальний струм струмоприймача, що захищається, або довготривалий допустимий струм провідників ділянки мережі.

Методика вибору нагрівального елемента теплового реле наступна:

– за потужністю двигуна (чи за номінальним струмом) та лінійною напругою визначається потрібна „величина” магнітного пускача;

– за „величину” пускача (якщо в ньому не вказаний тип теплового реле) в каталогах чи довідниках знаходять номер нагрівального елемента, який відповідає такому значенню $I_{ном.тепл.}$, що задовольняє співвідношення (21).

„Величина” магнітного пускача, як і деякі інші важливі дані для пожежної профілактики в електроустановках, відображені в типі пускача, який вказаний на його корпусі чи в паспорті.

Вибирають магнітний пускач за струмом чи потужністю, яку здатний комутувати цей апарат.

В таблицях Д 9.1, Д 9.2і Д 9.3 приведені дані найбільш розповсюджених магнітних пускачів.

Додаток 1

Методичні вказівки щодо вибору варіанту і оформлення курсового проекту.

1) Номер варіанту курсового проекту визначається за допомогою двох останніх цифр шифру залікової книжки курсанта чи студента.

Передостання цифра шифру залікової книжки визначає варіант (назву) цеху щодо курсового проекту (див. Табл. Д.1.1);

Остання цифра шифру залікової книжки визначає електрообладнання і силову та освітлювальні мережі вибраного цеху.

2) Всі позначення креслень і розміри елементів електричних схем і проводок повинні відповідати вимогам стандарту виконання електричних схем і проводок (див. Додатки, а також [1]);

3) Графічна частина курсового проекту повинна відповідати завданню і складати два аркуші креслень формату А3 (297x420 мм):

- План розміщення силового обладнання і траси електричної мережі з відображенням на кресленні всіх розрахункових даних;

- Принципову схему електричної мережі 380/220 В з відображенням на схемі всіх розрахункових даних;

- План розміщення освітлювальної мережі з відображенням на кресленні всіх розрахункових даних;

- Принципову електричну схему освітлювальної мережі з відображенням на кресленні всіх розрахункових даних.

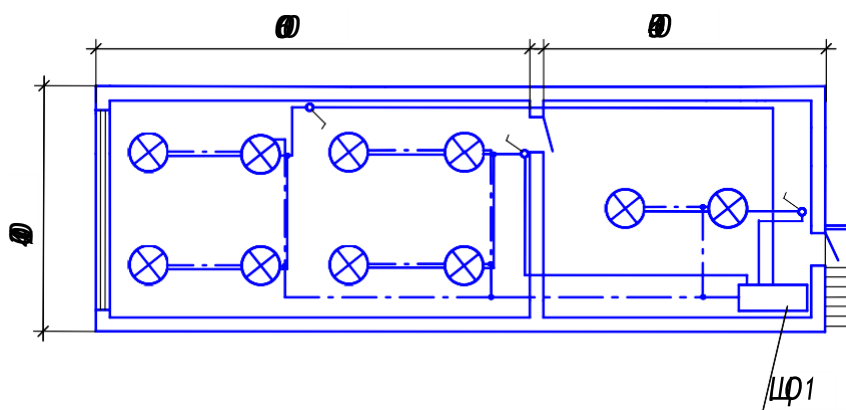
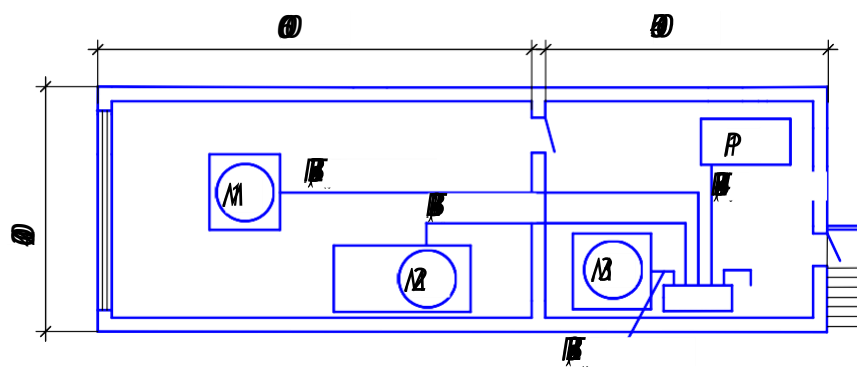
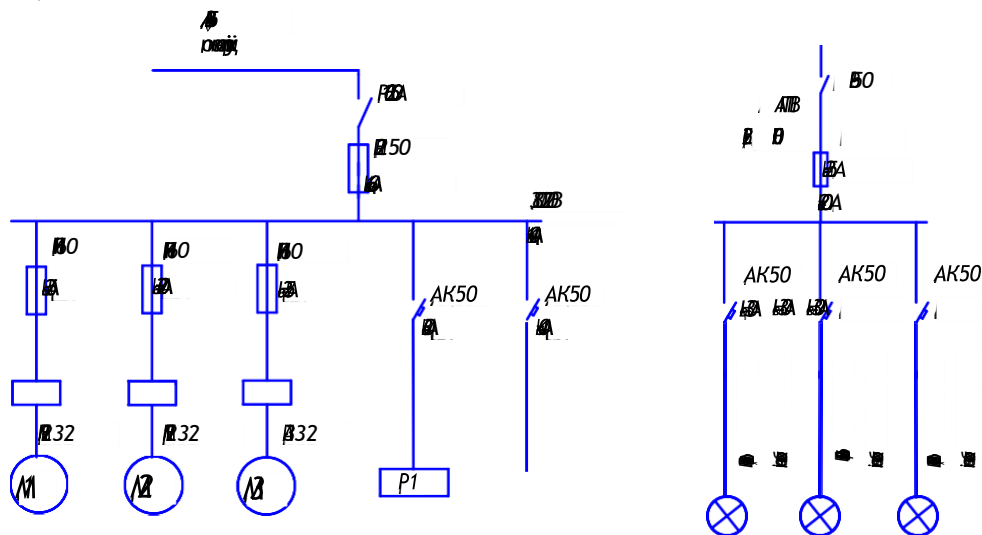
Аркуші креслення повинні мати у правому нижньому куті основний напис (штамп) для креслень і схем.

Варіанти цеху курсового проекту

Варіант 1

Цех механічної обробки лісоматеріалів.

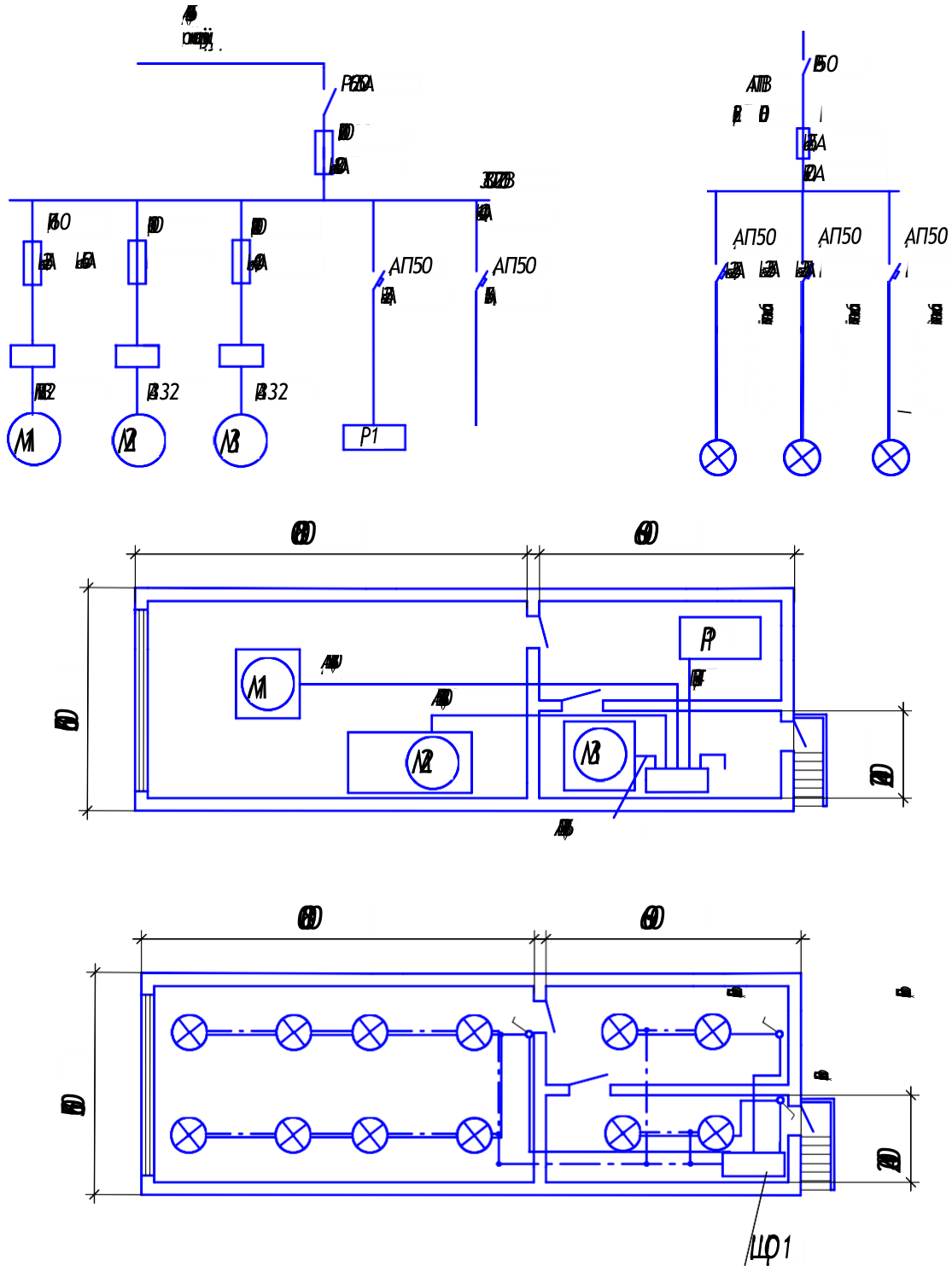
В процесі механічної обробки лісоматеріалів виділяється значна кількість пилю, стружки, тирси та інших відходів, які накопичуються біля верстатів або осідають на них і на конструкціях обладнання та приміщення. Дерев'яний пил, що утворюється при роботі верстатів, особливо шліфувальних, здатний утворювати в суміші з повітрям пожежо- та вибухонебезпечні суміші. Температура займання пилю 225 °С.



Варіант 2

Цех лакування дерев'яних виробів.

В залежності від типу та призначення дерев'яних виробів, за характером технологічного процесу використовують різні види лаків: бітумні, масляні, алкідні, а також різного виду розчинники: ацетон, толуол, скипидар, уайтспірит, бензин, ксілол та ін. Матеріали, що використовуються у виробництві, мають температуру самозаймання не більше 200°C . Пари, що утворюють ці речовини, в суміші з повітрям можуть займатися за значно менших температур.

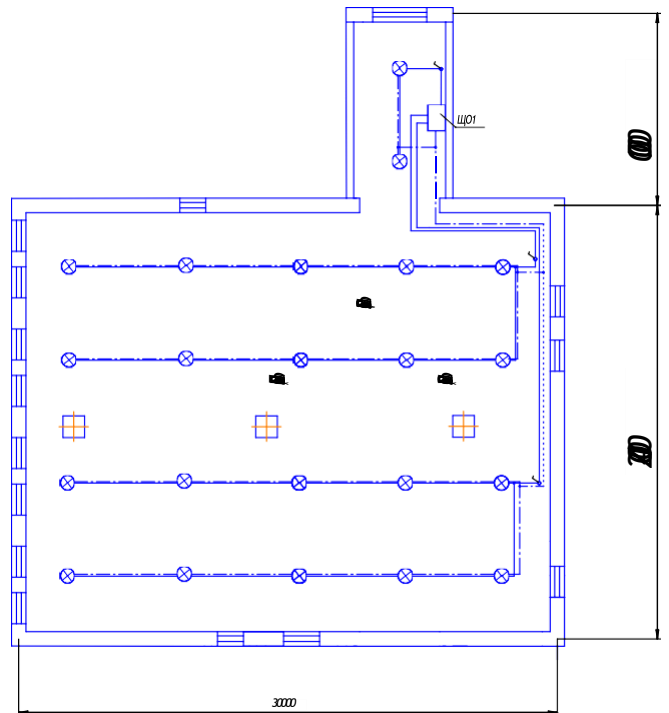
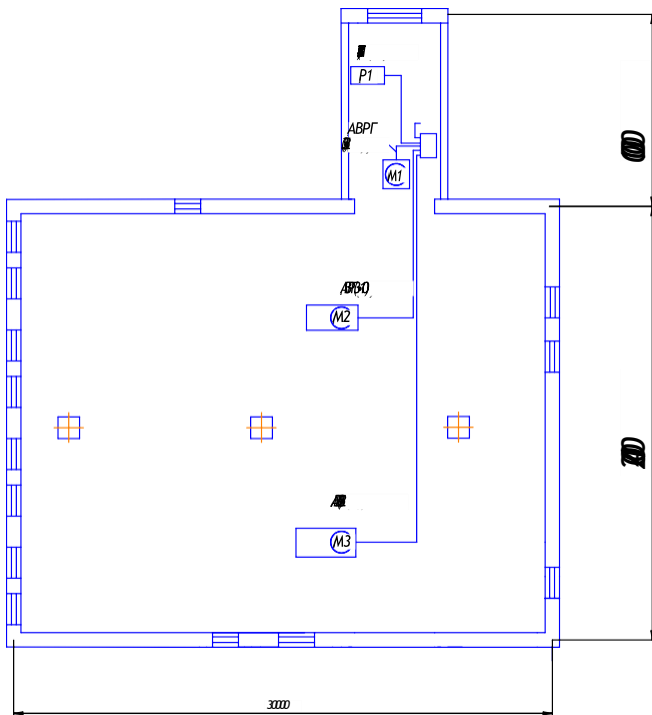
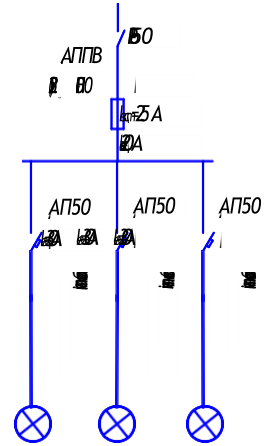
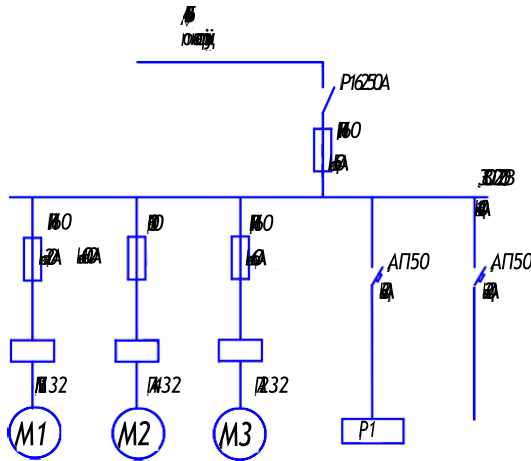


Варіант 3

Цех зберігання готових дерев'яних виробів.

Готові дерев'яні вироби надходять на склад, де зберігаються в штабелях (за їх призначенням) для подальшого використання.

На складі накопичується велика кількість дерев'яних матеріалів.

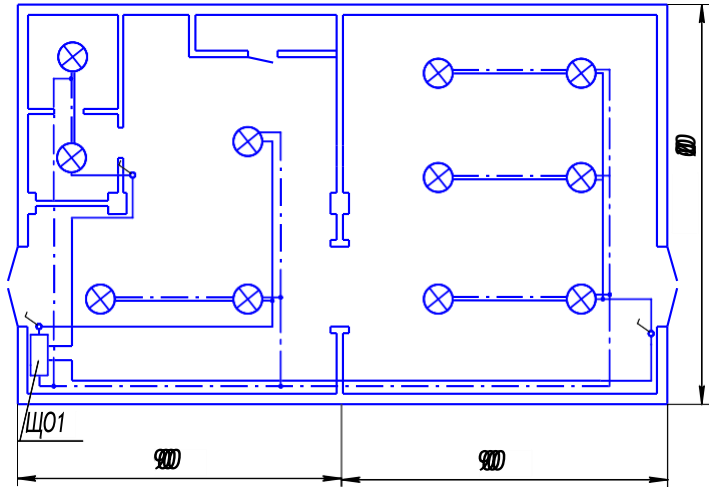
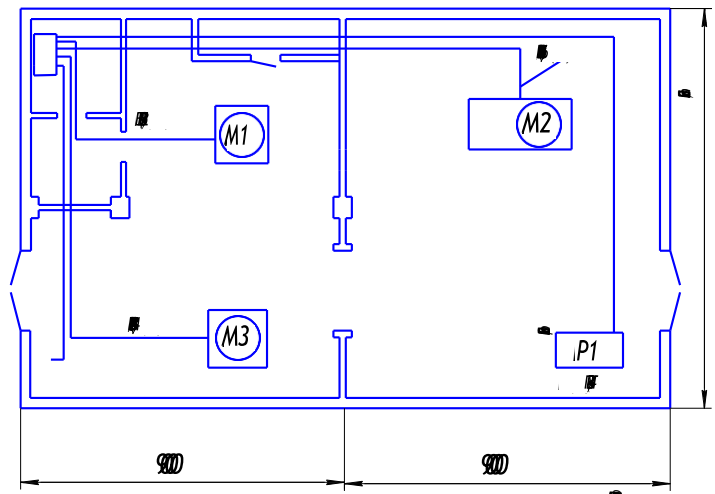
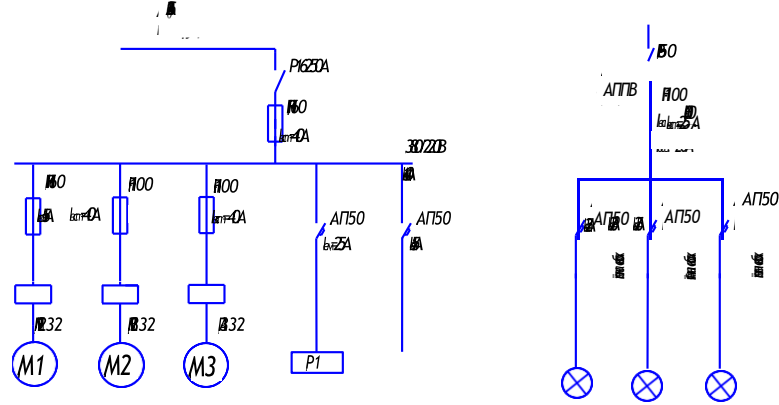


Варіант 4

Борошномельний цех

Технологічний процес борошномельного виробництва характеризується можливістю утворення пилоповітряних концентрацій як всередині обладнання, так і поза ним.

Транспортування і обробка зерна супроводжується виділенням значної кількості зернового та мучного пилу, яка може переходити у підвішений стан та заповнювати вільний простір пилоповітряною сумішшю.



Варіант 5

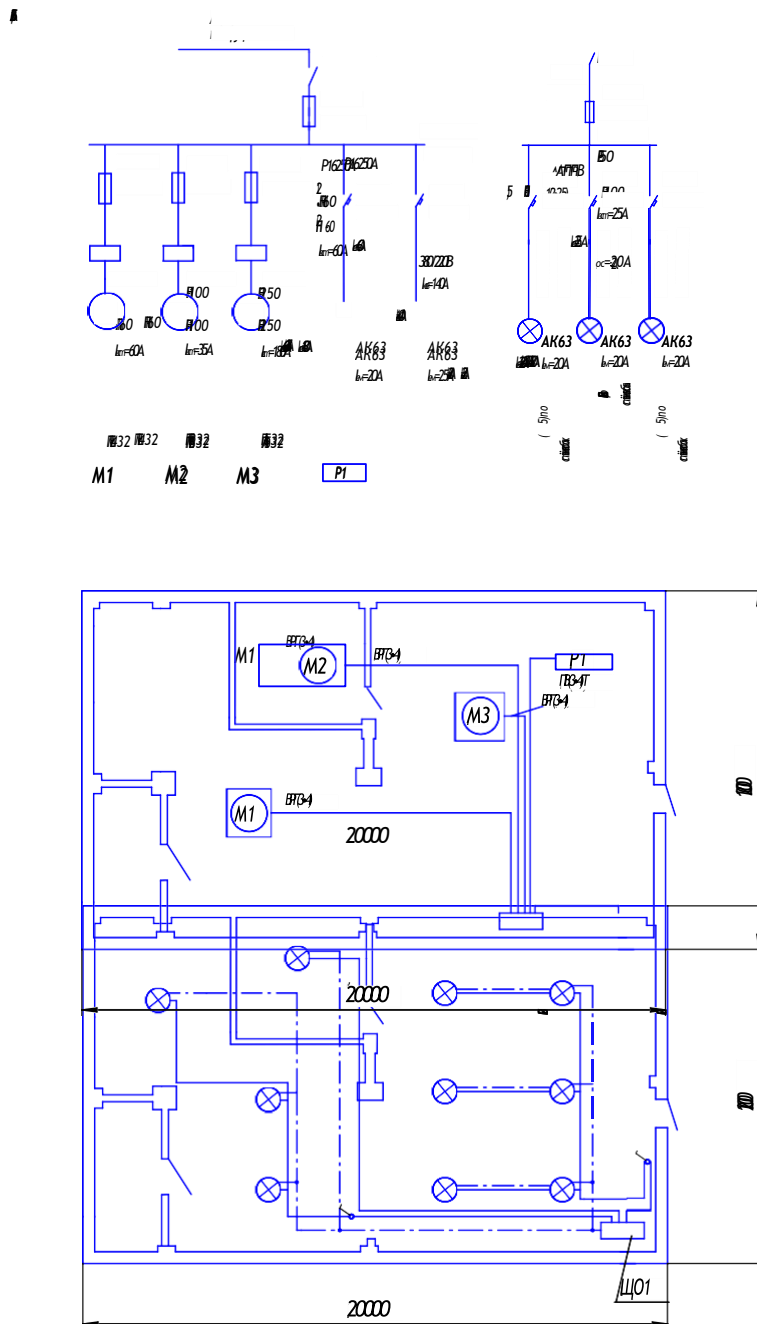
Компресорна станція для транспортування горючих газів.(ГГ)

В промисловості розповсюдження отримали поршневі та відцентрові компресори.

Компресори мають складне масляне господарство, що включає масляні насоси, систему маслопроводів, масляний бак, масло-охолоджувальні фільтри та інші пристрої. Приводи компресорів – електродвигуни.

Стиснення і транспортування ГГ характеризується розгалуженою мережею газових комунікацій, великою кількістю засувок, фланцевих з'єднань, наявністю масляних систем, що працюють під високим тиском, можливістю утворення концентрації газу з повітрям.

При витоці газів через фланцеві та сальникові ущільнення, пошкодженнях і аваріях, утворенні «масляного туману» в приміщеннях компресорної протягом декількох секунд можуть утворюватися небезпечні концентрації газів і пару.

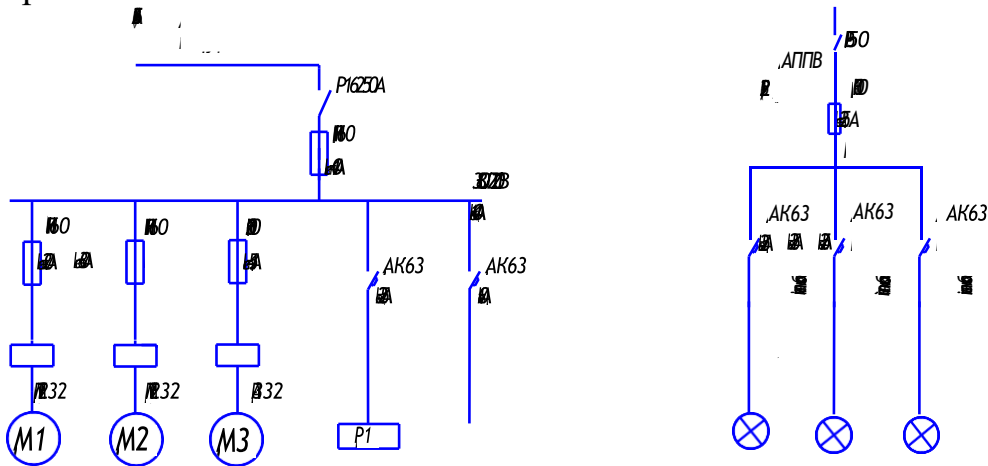


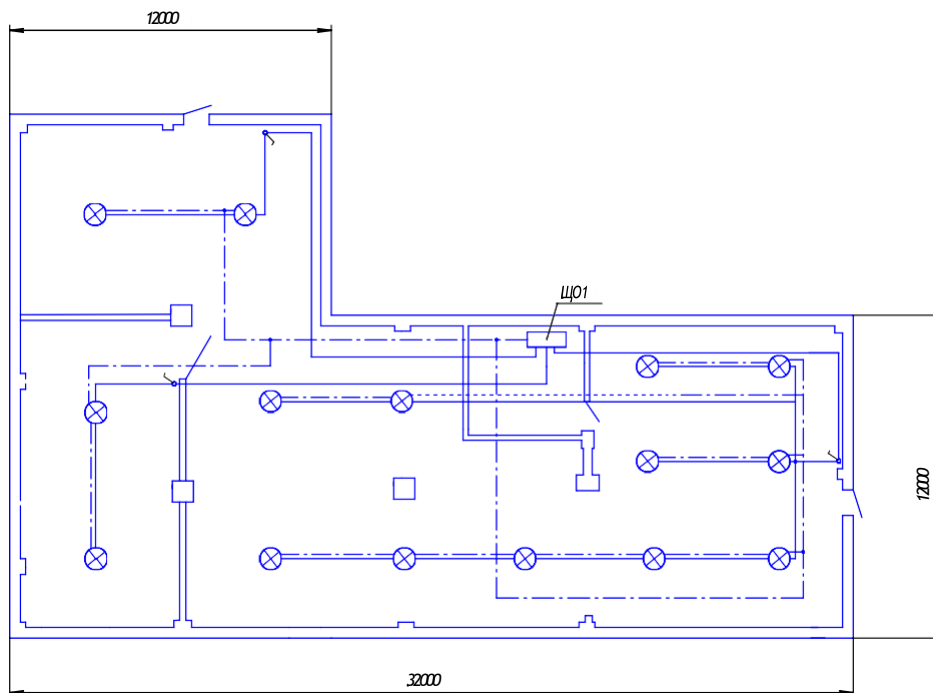
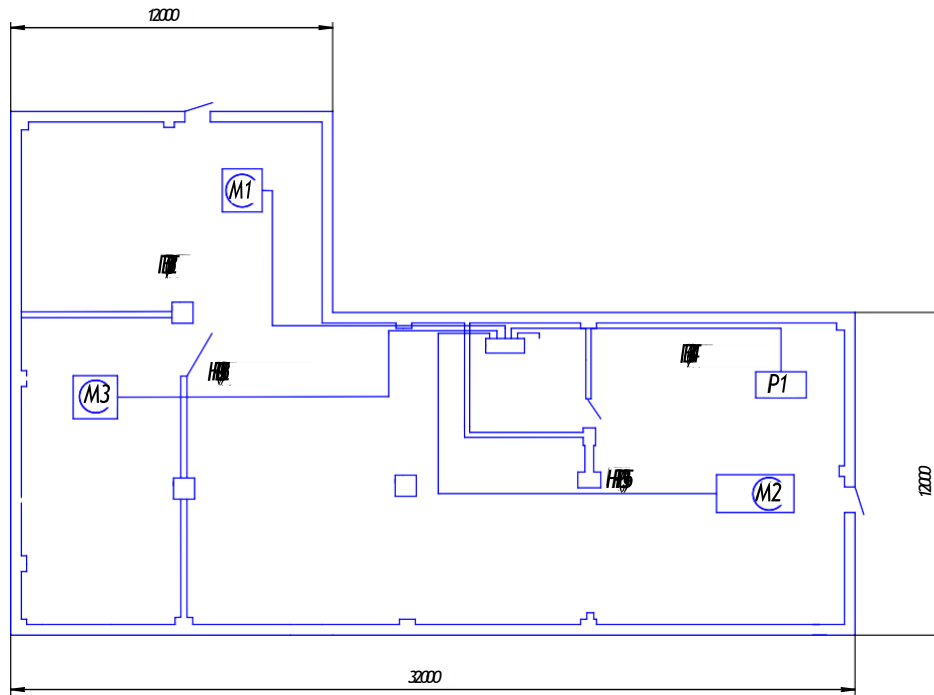
Варіант 6

Насосна станція з перекачування нафтопродуктів

Найбільш поширений спосіб транспортування нафтопродуктів у промисловості – перекачка насосами. В залежності від температури рідини насосні станції поділяються на холодні ($t_p. \approx 250^\circ\text{C}$) та гарячі ($t_p. \approx 251^\circ\text{C}$).

Насосні станції мають підвищену небезпеку, оскільки перекачують ЛЗР у значних кількостях. З працюючих насосів виникають витoki в разі порушень герметичності ущільнень, пошкодженнях або руйнування деталей. Ця велика кількість горючих речовин виходить назовні і утворює горючі концентрації парів ЛЗР з повітрям.





Варіант 7

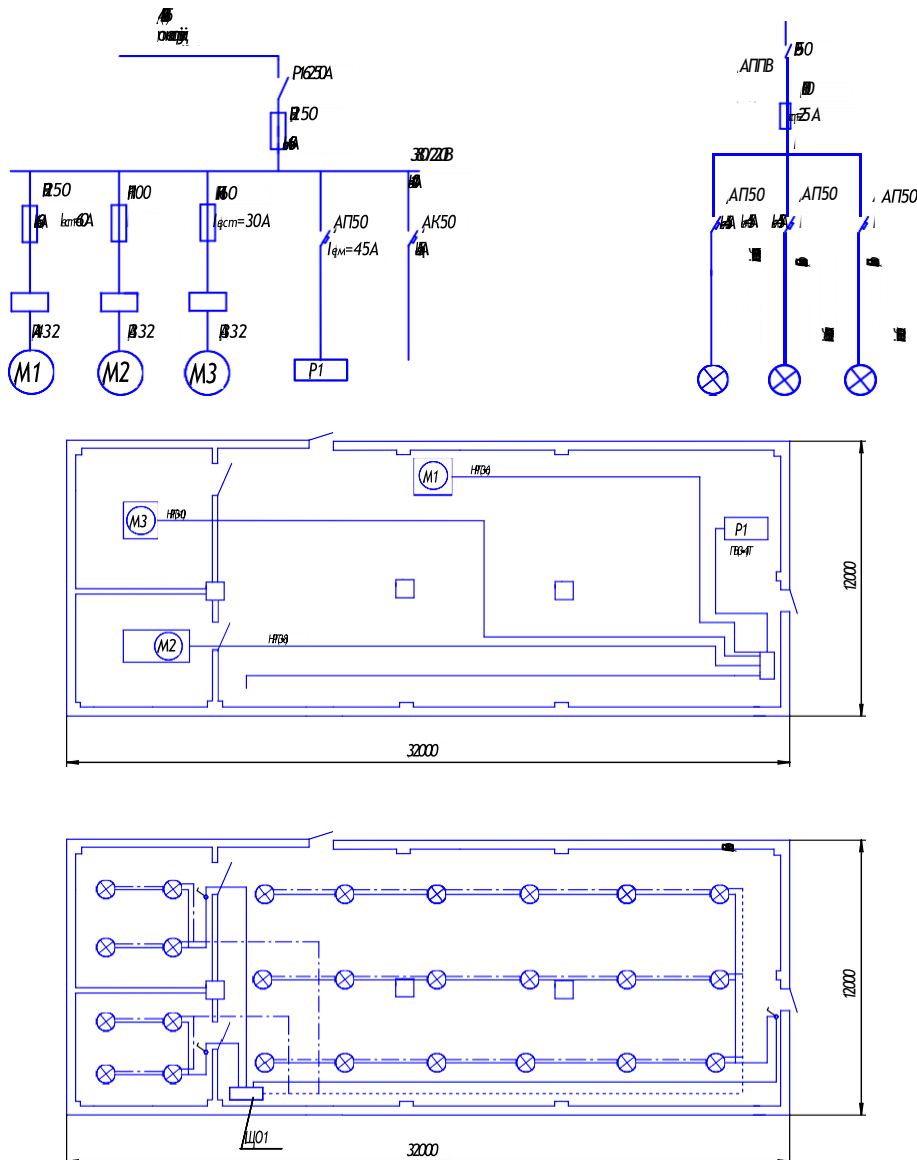
Електроремонтний цех з фарбувальною ділянкою та відділенням регенерації трансформаторного масла.

Електроремонтний цех підприємства виконує задачі ремонту електродвигунів та іншого обладнання напругою до 1000В.

До складу електроремонтного цеху (ЕРЦ) входить основне обладнання і ділянки: ремонту двигунів та трансформаторів, просочувально-сушильна, фарбувальна, сушильна піч, балансувальний верстат, відділення регенерації трансформаторного масла та інші.

У просочувально-сушильних ділянках використовують просочувальні лаки з органічними розчинниками. Просочені лаком обмотки двигунів і трансформаторів висушують у сушильній електричній печі опору.

Регенерація або очистка трансформаторного масла, яке було у використанні, виконується у спеціальних центрифугах при температурі масла 45-55 °С (температура спалаху чистого сухого масла 130-135 °С). Масло, що було в експлуатації, через пошкодження ізоляції обмоток має температуру спалаху 50-60 °С.

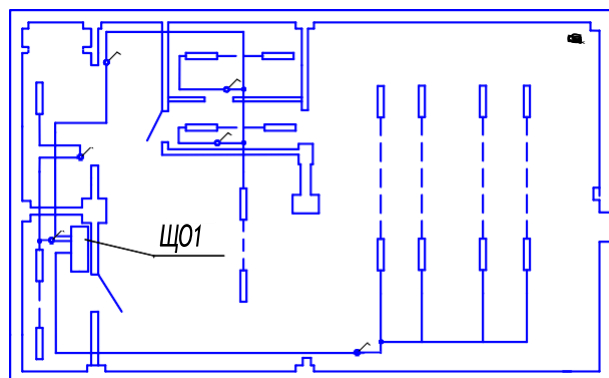
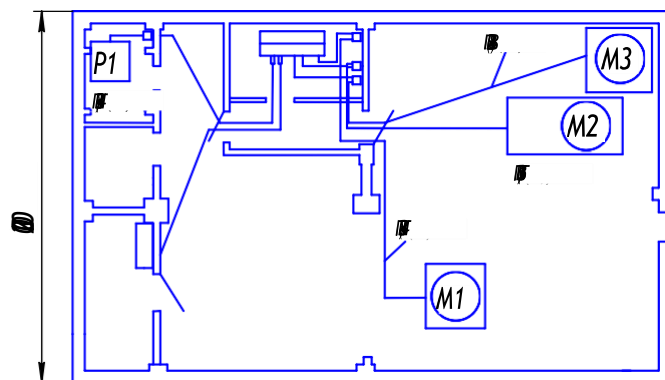
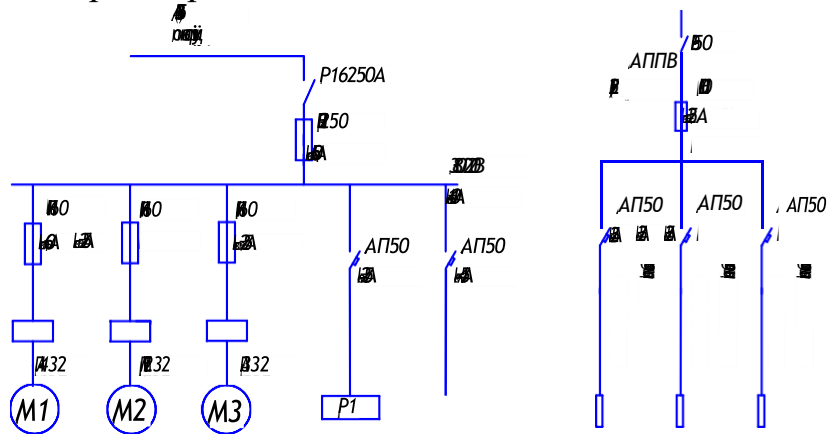


Варіант 8

Бавовнянопрядильний цех

Небезпечним середовищем у приміщеннях бавовнянопрядильного цеху зазвичай являються: бавовна, що знаходиться в стосах у розпушеному стані і у вигляді ниток, пил і пух, мастильне масло, дерев'яні і картонні шпулі, веретена та бавовняні відходи. Всі вони легкозаймисті матеріали.

Попадання масла на бавовну або її відходи, або контакт з нагрітими поверхнями може визвати самозаймання. Достатньо скласти у мішки промаслені відходи, щоб вони при зберіганні самозайнялись.



Варіант 9

Цех виробництва ацетилену із карбіду кальцію

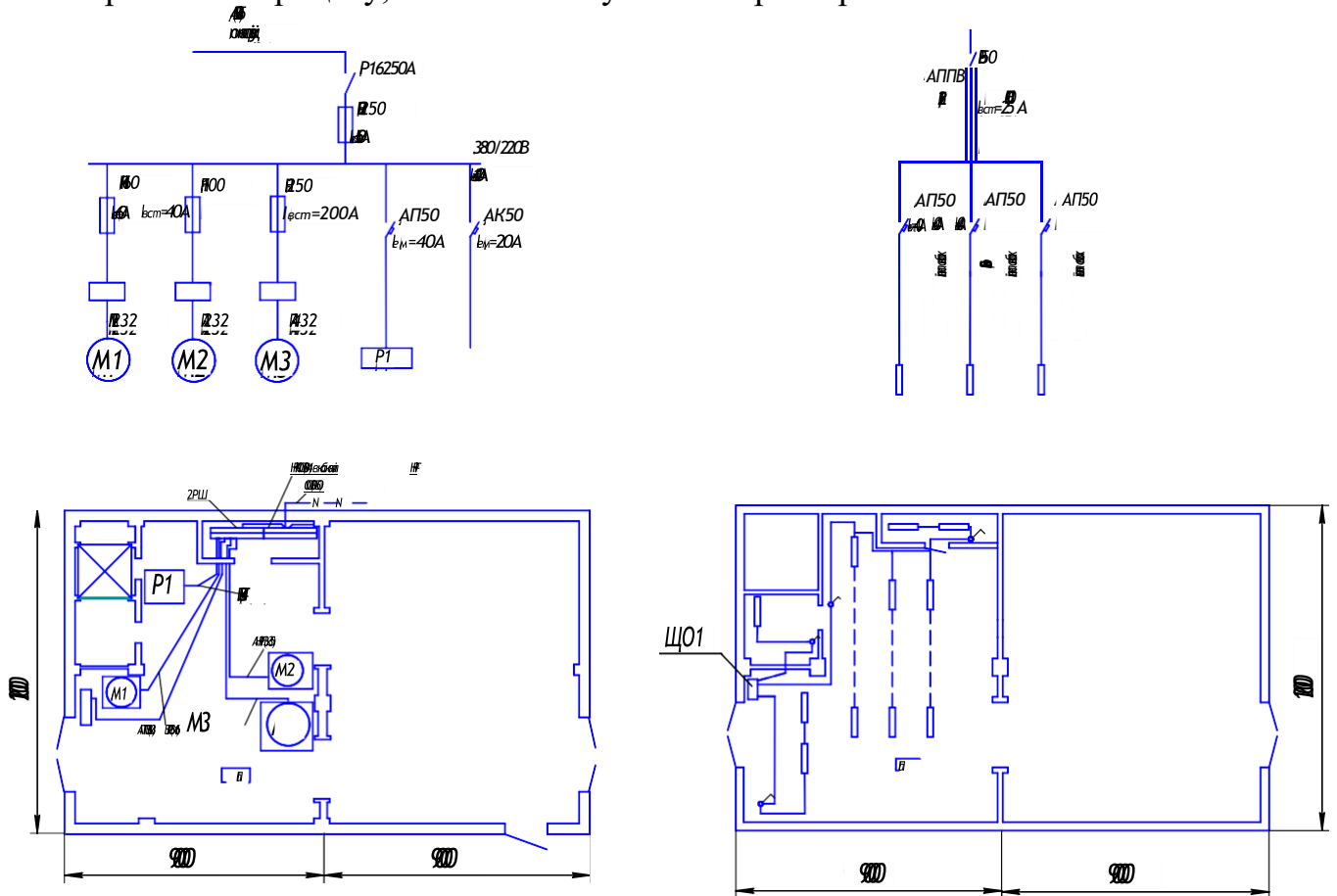
Ацетилен C_2H_2 виготовляють із карбіду кальцію.

Карбід кальцію володіє великою хімічною активністю по відношенню до води (1 кг карбіду виділяє 250-300 л C_2H_2).

Ацетиленові установки характеризуються підвищеною вибухо- та пожежонебезпекою через наявність великої кількості C_2H_2 , можливості утворення великої кількості концентрацій всередині установок і приміщенні цеху як при нормальній роботі, так і у випадку аварій.

Температура у зоні реакції карбіду з водою може сягати до $1000^{\circ}C$ у випадку відсутності надлишкової кількості води.

Вибухове розкладання ацетилену в генераторах можливе у разі виходу із ладу запобіжних пристроїв і підвищенні тиску до 0.15 МПа і більше. Крім того, за температури $400^{\circ}C$ відбувається полімеризація ацетилену у вигляді екзотермічного процесу, який має вибуховий характер.



Варіант 10

Зливні і наливні пристрої складів нафти

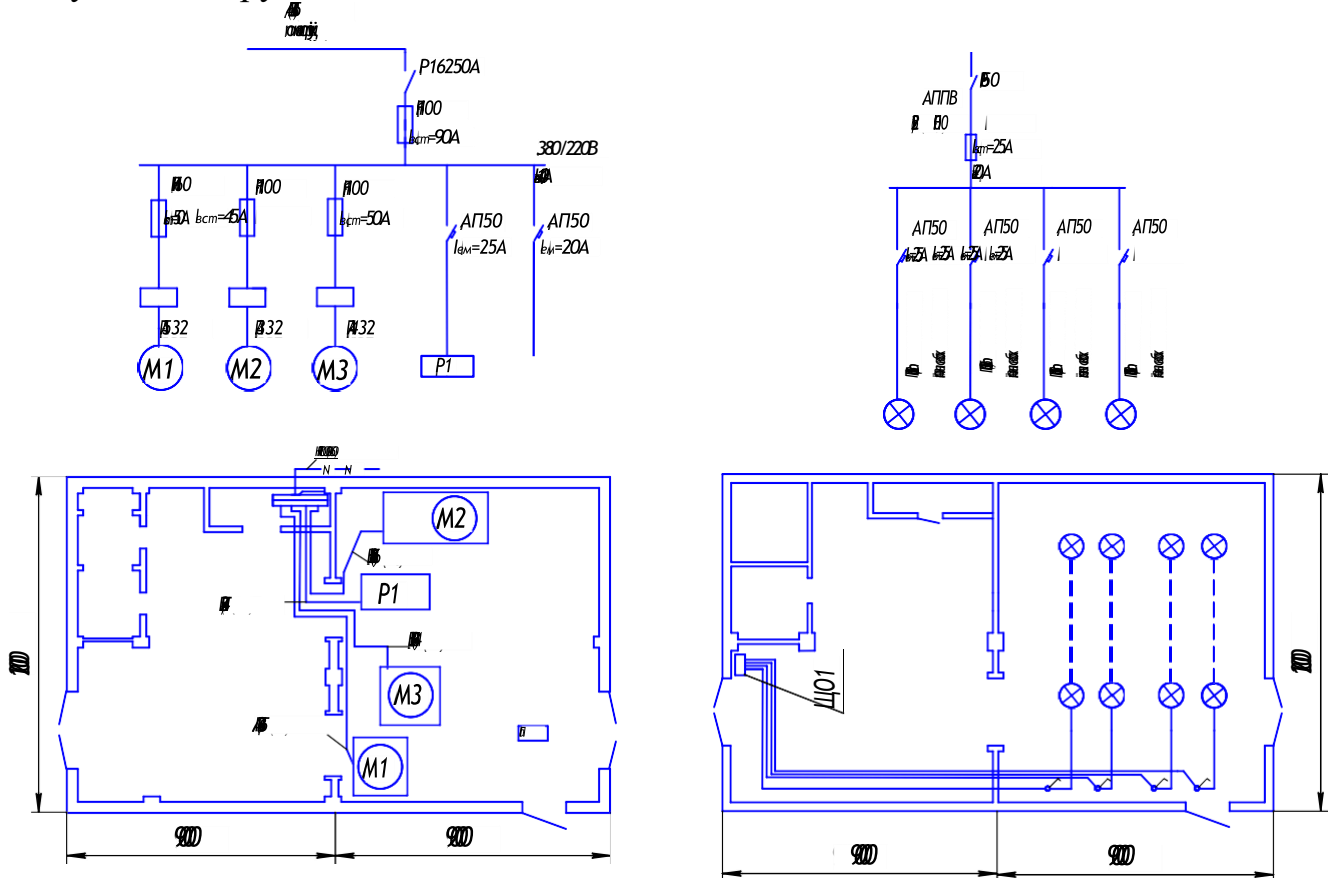
Основними спорудами складів являються установки для зливу і наливу, насосні станції і споруди для зберігання нафти.

Установки для зливу і наливу нафти і нафтопродуктів в залежності від способу їх транспортування можуть бути у вигляді залізничних зливно-наливних естакад, зливно-наливних для автоцистерн, зливно-наливних причалів та пірсів.

Небезпека на естакадах для зливу і наливу нафти і нафтопродуктів зумовлена можливістю утворення горючих пароповітряних сумішей як всередині технологічного обладнання, так і ззовні. Небезпека середовища всередині технологічного обладнання визначається робочою температурою рідини.

Утворення горючої концентрації на прилеглий території пов'язане з витісненням пароповітряної суміші назовні із зливних колекторів через дихальні свічки у разі зливу із внутрішнього об'єму цистерн. У разі наливу ця небезпека залежить від кількості витісненого пару і метеорологічних умов (головним чином від наявності або відсутності вітру), а кількість витісненого пару, у свою чергу, залежить від властивостей зливного (наливного) продукту, його робочої температури, способу зливу.

Максимальна загазованість естакад при проведенні операцій зливу-наливу спостерігається літом у вечірні, нічні і вранішні години в умовах повної відсутності вітру.



Таблиця Д.1.1.

Вибір завдання за останньою цифрою варіанту

| Перелік обладнання | | Остання цифра варіанту | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Силова мережа | | | | | | | | | | | |
| М1 | тип двигуна | BAO-51 | АИР 100 | 4AM112M | AO2-41-2 | BAO-72-6 | BAO-42-2 | BAO-72-4 | АИР180S2 | BAO-62-8 | A2-62-2 |
| | частота обертання n, об/хв | 3000 | 1500 | 3000 | 3000 | 1000 | 3000 | 1500 | 3000 | 750 | 3000 |
| М2 | тип двигуна | BAO52 | 4AM160M | 4AM132M | AO2-62-4 | BAO-61-4 | BAO-61 | 4AM160S4 | АИР132M8 | BAO-62-6 | A2-72-8 |
| | частота обертання n, об/хв | 750 | 1500 | 3000 | 1500 | 1500 | 1000 | 1500 | 750 | 1000 | 750 |
| М3 | тип двигуна | АИР132 | BAO71 | АИР112M | AO2-62-6 | BAO-72-2 | A2-62-4 | 4AM160S6 | АИР160M8 | BAO-81-6 | A2-72-8 |
| | частота обертання n, об/хв | 1500 | 750 | 1500 | 1000 | 3000 | 1500 | 1000 | 750 | 1000 | 750 |
| P1 | потужністькВт | 15 | 8,5 | 10 | 14 | 12 | 20 | 17 | 19 | 15 | 13 |
| Освітлювальна мережа | | | | | | | | | | | |
| 1 гр. | кількість ламп | 8 | 12 | 20 | 10 | 12 | 6 | 8 | 9 | 20 | 20 |
| | потужність лампи, Вт | 200 | 100 | 80 | 150 | 80 | 150 | 150 | 150 | 80 | 100 |
| 2 гр. | кількість ламп | 10 | 10 | 20 | 8 | 18 | 20 | 10 | 7 | 15 | 13 |
| | потужність лампи, Вт | 150 | 200 | 80 | 200 | 80 | 100 | 200 | 200 | 80 | 100 |
| 3 гр. | кількість ламп | 15 | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 | 12 | 13 | 10 |
| | потужність лампи, Вт | 100 | 150 | 200 | 150 | 200 | 150 | 150 | 150 | 200 | 150 |

Додатки 2

Тривало допустимі сили струму для кабелів, проводів і шнурів.

Тривало допустимі сили струму для проводів і шнурів з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією і алюмінієвими жилами

Таблиця Д.2.1

| Площі поперечного перерізу струмоведучих жил, мм ² | Сили струму А, для проводів, прокладених | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | відкрито | в одній трубі | | | | |
| | | двох одножильних | трьох одножильних | чотирьох одножильних | одного двохжильного | одного трижильного |
| 2 | 21 | 19 | 18 | 15 | 17 | 14 |
| 2,5 | 24 | 20 | 19 | 19 | 16 | 16 |
| 3 | 27 | 24 | 22 | 21 | 22 | 18 |
| 4 | 32 | 28 | 28 | 23 | 25 | 21 |
| 5 | 36 | 32 | 30 | 27 | 28 | 24 |
| 6 | 39 | 36 | 32 | 30 | 31 | 26 |
| 8 | 46 | 43 | 40 | 37 | 38 | 32 |
| 10 | 60 | 50 | 47 | 39 | 42 | 38 |
| 16 | 75 | 60 | 60 | 55 | 60 | 55 |
| 25 | 105 | 85 | 80 | 70 | 75 | 65 |
| 35 | 130 | 100 | 95 | 85 | 95 | 75 |
| 50 | 165 | 140 | 130 | 120 | 125 | 105 |
| 70 | 210 | 175 | 165 | 140 | 150 | 135 |
| 95 | 255 | 215 | 200 | 175 | 190 | 165 |
| 120 | 295 | 245 | 220 | 200 | 230 | 190 |

Тривало допустимі сили струму для проводів і шнурів з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією і мідними жилами

Таблиця Д 2.2

| Площі поперечного перерізу струмоведучих жил, мм ² | Сили струму А, для проводів, прокладених | | | | | |
|---|--|------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | відкрито | в одній трубці | | | | |
| | | двох одножильних | трьох одножильних | чотирьох одножильних | одного двохжильного | одного трижильного |
| 0,5 | 11 | - | - | - | - | - |
| 0,75 | 15 | - | - | - | - | - |
| 1 | 17 | 16 | 15 | 14 | 15 | 14 |
| 1,2 | 20 | 18 | 16 | 15 | 16 | 14,5 |
| 1,5 | 23 | 19 | 17 | 16 | 18 | 15 |
| 2 | 26 | 24 | 22 | 20 | 23 | 19 |
| 2,5 | 30 | 27 | 25 | 25 | 25 | 21 |
| 3 | 34 | 32 | 28 | 26 | 28 | 24 |
| 4 | 41 | 38 | 35 | 30 | 32 | 27 |
| 5 | 46 | 42 | 39 | 34 | 37 | 31 |
| 6 | 50 | 46 | 42 | 40 | 40 | 34 |
| 8 | 62 | 54 | 51 | 46 | 48 | 43 |
| 10 | 80 | 70 | 60 | 50 | 55 | 50 |
| 16 | 100 | 85 | 80 | 75 | 80 | 70 |
| 25 | 140 | 115 | 100 | 90 | 100 | 85 |
| 35 | 170 | 135 | 125 | 115 | 125 | 100 |
| 50 | 215 | 185 | 170 | 150 | 160 | 135 |
| 70 | 270 | 225 | 210 | 185 | 195 | 175 |
| 95 | 330 | 275 | 255 | 225 | 245 | 215 |
| 120 | 385 | 315 | 290 | 260 | 295 | 250 |

Тривало допустимі сили струму для проводів з мідними жилами і гумовою ізоляцією в металевих захисних оболонках та кабелів з мідними жилами і гумовою ізоляцією в свинцевій, полівінілхлоридній, нейритовій або гумовій оболонці, броньованих і неброньованих

Таблиця Д 2.3

| Площі поперечного перерізу струмоведучих жил, мм ² | Сили струму *, А, для проводів і кабелів | | | | |
|---|--|------------|---------|------------|---------|
| | одно-жильних | двожильних | | трижильних | |
| | при прокладанні | | | | |
| | відкрито | відкрито | в землі | відкрито | в землі |
| 1,5 | 23 | 19 | 33 | 19 | 27 |
| 2,5 | 30 | 27 | 44 | 25 | 38 |
| 4 | 41 | 38 | 55 | 35 | 49 |
| 6 | 50 | 50 | 70 | 42 | 60 |
| 10 | 80 | 70 | 105 | 55 | 90 |
| 16 | 100 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 25 | 140 | 115 | 175 | 95 | 150 |
| 35 | 170 | 140 | 210 | 120 | 180 |
| 50 | 215 | 175 | 265 | 145 | 225 |
| 70 | 270 | 215 | 320 | 180 | 275 |
| 95 | 325 | 260 | 385 | 220 | 330 |
| 120 | 385 | 300 | 445 | 260 | 385 |

Тривало допустимі сили струму для кабелів з алюмінієвими жилами і гумовою або пластмасовою ізоляцією в свинцевій, полівінілхлоридній, та гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Таблиця Д 2.4

| Площі поперечного перерізу струмоведучих жил, мм ² | Сили струму *, А, для проводів і кабелів | | | | |
|---|--|------------|---------|------------|---------|
| | при прокладанні | | | | |
| | одножильних | двожильних | | трижильних | |
| | | відкрито | в землі | відкрито | в землі |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |
| 25 | 105 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 35 | 130 | 105 | 160 | 90 | 140 |
| 50 | 165 | 135 | 205 | 110 | 175 |
| 70 | 210 | 165 | 245 | 140 | 210 |
| 95 | 250 | 200 | 295 | 170 | 255 |
| 120 | 295 | 230 | 340 | 200 | 295 |

Додаток 3
Технічні характеристики запобіжників серії ПРС

Таблиця Д.3.1

| Типи | Номинальні сили струму основи, А | Номинальні сили струму плавкої вставки, А | Габарити | Різьба гільзи |
|-----------|----------------------------------|---|----------|---------------|
| ПРС – 6 | 6 | 1,2,4,6 | I | Е 21 |
| ПРС – 25 | 25 | 4,6,10,16,20,25 | II | Е 27 |
| ПРС – 63 | 63 | 20,25,40,63 | III | Е 33 |
| ПРС - 100 | 100 | 40,63,80,100 | IV | М 52x1.5 |

Технічні характеристики запобіжників ПР2

Таблиця Д.3.2

| Номинальний струм патрона, А | Номинальний струм плавких вставок, А |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 15 | 6,10,15 |
| 60 | 15,20,25,35,45,60 |
| 100 | 60,80,100 |
| 200 | 100,125,160,200 |
| 250 | 200,225,260,300,350 |
| 600 | 350,430,500,600 |
| 1000 | 600,700,850,1000 |

Номинальні дані запобіжників типу НПН і ПН2

Таблиця Д.3.3

| Тип запобіжника | Номинальний струм, А | |
|-----------------|----------------------|------------------------|
| | запобіжника | плавких вставок |
| НПН 15 | 15 | 6,10,15 |
| НПН 60М | 60 | 20,25,35,45,60 |
| ПН2 – 100 | 100 | 30,40,50,60,80,100 |
| ПН2 – 250 | 250 | 80,100,120,150,200,250 |
| ПН2 – 400 | 400 | 200,250,300,350,400 |
| ПН2 – 600 | 600 | 300,400,500,600 |
| ПН2 - 1000 | 1000 | 500,600,750,800,1000 |

a – коефіцієнт, що забезпечує неспрацювання запобіжника при протіканні по ньому пускового струму $(1,5 \div 5)c$.

Величина коефіцієнта a залежить від типу запобіжника, що використовується, та умов пуску асинхронного двигуна.

Для безінерційних запобіжників типу ПН-2, НПН і при нормальних умовах пуску коефіцієнт a приймають рівним 2,5, а за тяжких умов пуску (наприклад, з навантаженням на валу) – 1,6.

Для малоінерційних запобіжників типу ПР2 і при нормальних режимах пуску коефіцієнт a дорівнює 3, а за тяжких умов пуску – 2.

Додаток 4
Буквені позначення елементів в електричних схемах

Таблиця Д.4.1

| Перші літери коду (обов'язкові) | Групи видів елементів | Приклади видів елементів | Двобуквені коди |
|---------------------------------|---|---|--|
| А | Пристрій (загальне позначення) | | |
| В | Перетворювачі неелектричних величин в електричні (крім генераторів і джерел живлення) або навпаки, аналогові або багаторозрядні перетворювачі датчики | Тепловий датчик Фотоелемент Датчик тиску Датчик частоти обертання (тахогенератор) Датчик швидкості | ВК ВL ВР ВR ВV |
| С | Конденсатор | | |
| Е | Елементи різні | Нагрівний елемент Освітлювальна лампа | ЕК ЕL |
| F | Розрядники, запобіжники, пристрої захисні | Дискретний елемент захисту за струмом миттєвої дії Те ж, інерційної дії Плавкий запобіжник Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник | FA FP FU FV |
| К | Реле, контактори, пускачі | Реле струмове Реле вказівне Реле електротеплове Контактор, магнітний пускач Реле часу Реле напруги | КА КН КК КМ КТ КV |
| L | Котушки індуктивності, дроселі | Дросель люмінесцентної лампи | LL |
| М | Двигуни | | |
| Р | Прилади, вимірювальне обладнання | Амперметр Лічильник імпульсів Частотомір Лічильник активної енергії Лічильник реактивної енергії Омметр Реєструвальний прилад Годинник Вольтметр Ватметр | РА РС РF РI РК РR РS РT РV РW |

| Перші літери коду (обов'язкові) | Групи видів елементів | Приклади видів елементів | Двобуквені коди |
|---------------------------------|---|--|--|
| Q | Вимикачі і роз'єднувачі в силових колах (енергопостачання, живлення обладнання і т. д.) | Автоматичний вимикач Короткозамикач Роз'єднувач | QF QK QS |
| R | Резистори | Терморезистор Потенціометр Шунт вимірювальний Варистор | RK RP RS |
| S | Пристрої комутаційні в колах керування, сигналізації і вимірювальних | Вимикач або перемикач Кнопковий вимикач Автоматичний вимикач Вимикачі що спрацьовують від: рівня тиску положення (шляховий) кутової швидкості температури | SA SB SF SL SP SQ SR SK |
| T | Трансформатори, автотрансформатори | Трансформатор струму Електромагнітний стабілізатор Трансформатор напруги | TA TS TV |
| V | Прилади електровакуумні, напівпровідникові і | Діод стабілітрон Прилад електровакуумний Транзистор Тиристор | VD VL VT VS |
| X | Контактні з'єднання | Струмознімач, контакт ковзний Штир Гніздо З'єднання розбірне | XA XP XS XT |
| Y | Пристрій механічний з електромагнітним приводом | Електромагніт Гальмо з електромагнітним приводом Муфта з електромагнітним приводом | YA YB YC |

Додаток 5
Позначення умовні графічні
електричного обладнання і проводок на планах.




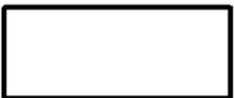




Позначення ліній, проводок і трубопроводів.

Таблиця Д5.1.

| Назва | | Позначення |
|--|---|------------|
| Лінія проводки | загальне позначення | |
| Заземлення, занулення | | |
| Конструкції металеві, що використовуються як заземлення, занулення | | |
| Заземлювачі | | |
| Лінія кіл керування | | |
| Лінія мережі аварійного і охоронного освітлення | | |
| Лінія напруги 36 В і нижче | | |
| Проводка гнучка | | |
| Проводка в трубах | труба, яку прокладають скрито (в бетоні, підлозі, ґрунті і т.п.), з позначенням відмітки закладення | |
| | труба, яку прокладають відкрито | |
| | група труб, які прокладають відкрито | |
| | труба, яка прокладається відкрито | |
| | труба, яку прокладають під перекриттям, площадкою (вказаними на плані відмітки) | |
| | група труб, які прокладаються під перекриттям, площадкою | |
| Канал кабельний | | |
| Траншея кабельна | | |
| Блок кабельний | | |
| Колодязь кабельний | | |
| Люк тунеля | | |
| Тунель кабельний | | |
| Проводка вертикальна | проводка виходить на більш високу відмітку або приходить з більш високої відмітки | |
| | проводка виходить на більш низьку відмітку або приходить з більш низької відмітки | |
| | проводка перетинає відмітку, зображену на плані, зверху вниз або знизу вверх і не має горизонтальних ділянок у межах даного плану | |

Позначення шаф і щитів


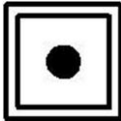
Таблиця Д5.2.

| Назва | | Позначення |
|--|----------------------|---|
| Коробка розгалуження | |  |
| Коробка - ящик без клем | |  |
| Коробка клемна | |  |
| Щит, пульт, шафа з апаратурою комутаційного керування | загальне позначення |  |
| | із декількох панелей |  |
| Шафа розподільча | |  |
| Щиток групового робочого освітлення | |  |
| Щиток групового аварійного освітлення | |  |

Позначення вимикачів, перемикачів, кнопок і штепсельних з'єднань.



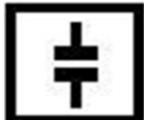


Таблиця Д5.3.

| Назва | | Позначення |
|--|--|---|
| Вимикач | загальне позначення |  |
| Вимикач однополюсний | |  |
| Вимикач двополюсний | |  |
| Вимикач триполюсний | |  |
| Перемикач двополюсний | |  |
| Вимикач кнопковий. Загальне позначення | |  |
| | Пост кнопковий на дві кнопки |  |
| | Якщо необхідно вказати кількість кнопок, то відповідні цифри проставляють всередині позначення, наприклад пост кнопковий на три кнопки |  |
| Вимикач кнопковий із вмонтованою сигнальною лампою | |  |
| Розетка штепсельна | загальне позначення |  |
| | подвійна (або дві окремі розетки) Примітка. Кількість розеток вказується в середині позначення |  |
| | з декількома, наприклад з трьома гніздами |  |
| | з вимикачем |  |

| Назва | Позначення |
|--|---|
| Датчик світловий |  |
| Пост пожежної сигналізації центральний |  |


Позначення електричних пристроїв, перетворювачів та джерел струму

Таблиця Д5.4.

| Назва | Позначення | |
|---|---|---|
| Пристрій електричний |  | |
| Замітка. Вид і тип пристрою визначають за відповідним номером позиції, що приведений у специфікації і пропонується всередині позначки (наприклад, поз. 13) або вказаний на поясненні на плані. |  | |
| Пристрій з електродвигуном |  | |
| Пристрій з багатодвигунним електроприводом |  | |
| Пристрій з трансформатором | загальне позначення |  |
| | з декількома, наприклад, з двома трансформаторами |  |
| Пристрій з генератором |  | |
| Двигун - генератор |  | |
| Батарея конденсаторна |  | |
| Випрямляч |  | |
| Батарея (аккумуляторна або гальванічна) |  | |

Додаток 6
Позначення світильників для ламп розжарювання, люмінесцентних і газорозрядних (ртутних) ламп і сигнальних пристроїв

Таблиця Д.6.1

| Назва | | Позначення |
|--|---------------------|---|
| Світильники з лампами розжарювання | підвісний |  |
| | настінний |  |
| | стельовий |  |
| | вбудований |  |
| Світильник „Альфа” | |  |
| Світильник пилеводонепроникний | |  |
| Світильник підвищеної надійності проти вибуху (без відбиття) | |  |
| Світильник підвищеної надійності проти вибуху (з відбиттям) | |  |
| Світильник вибухозахищений без відбиття | |  |
| Світильник вибухозахищений з відбиттям | |  |
| Світильники з люмінесцентними лампами | підвісний |  |
| | настінний |  |
| | стельовий |  |
| | вмонтований |  |
| Лінія з люмінесцентних світильників | |  |
| Світильник з лампами ДРЛ | |  |
| Прожектор | |  |
| Світильник, який вказує на вихід при аварії | |  |
| Сповіщувач пожежний | загальне позначення |  |
| | автоматичний |  |

Додатки 7
Характеристики двигунів
Асинхронні електродвигуни 4АМ

Таблиця Д.7.1

| Тип двигуна | Потужність $P_{2ном}, кВт$ | Ковзання $S_{ном}, \%$ | ККД % | cos | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_n}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{min}}{M_{ном}}$ | $\frac{I_{1n}}{I_{1ном}}$ |
|---|-------------------------------|---------------------------|----------|------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Синхронна частота обертання $n_1=3000$ об/хв | | | | | | | | |
| 4ААМ50А2УЗ | 0,09 | 8,6 | 60 | 0,75 | 2,2 | 2 | 1,2 | 5 |
| 4ААМ50В2УЗ | 0,12 | 9,7 | 63 | 0,75 | 2,2 | 2 | 1,2 | 5 |
| 4АМ112М2УЗ | 7,5 | 2,5 | 87,5 | 0,88 | 2,2 | 2,1 | 1 | 7,5 |
| 4АМХ112М2УЗ | | | | | | | | |
| 4АМ132М2УЗ | 11 | 2,3 | 88 | 0,9 | 2,2 | 1,8 | 1 | 7,5 |
| 4АМХ132М2УЗ | | | | | | | | |
| 4АМ160S2УЗ | 15 | 3 | 88 | 0,9 | 2,7 | 1,6 | 1,3 | 7 |
| 4АМХ160S2УЗ | | | | | | | | |
| 4АМ160М2УЗ | 18,5 | 3 | 89 | 0,9 | 2,7 | 1,6 | 1,3 | 7 |
| 4АМХ160М2УЗ | | | | | | | | |
| 4АМ180S2УЗ | 22 | 2,5 | 89,5 | 0,89 | 2,7 | 1,5 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМ180М2УЗ | 30 | 2 | 91 | 0,89 | 2,7 | 1,5 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМ200М2УЗ | 37 | 2 | 91 | 0,89 | 2,8 | 1,4 | 1,2 | 7 |
| 4АМ200L2УЗ | 45 | 2 | 91 | 0,89 | 2,8 | 1,4 | 1,2 | 7 |
| 4АМ225М2УЗ | 55 | 2 | 91 | 0,92 | 2,8 | 1,4 | 1,2 | 7,5 |
| 4АМ250S2УЗ | 75 | 2 | 91 | 0,89 | 2,8 | 1,4 | 1,2 | 7,5 |
| 4АМ250М2УЗ | 90 | 2 | 92 | 0,9 | 2,8 | 1,4 | 1,2 | 7,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=1500$ об/хв. | | | | | | | | |
| 4ААМ50А4УЗ | 0,06 | 8,1 | 53 | 0,63 | 2,2 | 2 | 1,2 | 5 |
| 4ААМ50В4УЗ | 0,09 | 8,6 | 57 | 0,65 | 2,2 | 2 | 1,2 | 5 |
| 4АМ160S4УЗ | 15 | 2,5 | 89 | 0,88 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМХ160S4УЗ | 15 | 2,5 | 89 | 0,88 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМ160М4УЗ | 18,5 | 2 | 90 | 0,88 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМХ160М4УЗ | 18,5 | 2 | 90 | 0,88 | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 7,5 |
| 4АМ180S4УЗ | 22 | 2 | 90,5 | 0,89 | 2,5 | 1,6 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ180М4УЗ | 30 | 2 | 91 | 0,89 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ200М4УЗ | 37 | 2 | 91,5 | 0,89 | 2,4 | 1,5 | 1,2 | 6,5 |
| 4АМ200L4УЗ | 45 | 2 | 92 | 0,89 | 2,4 | 1,5 | 1,2 | 6,5 |
| 4АМ22-М4УЗ | 55 | 2 | 92,5 | 0,89 | 2,2 | 1,4 | 1,2 | 6,5 |
| 4АМ250S4УЗ | 75 | 2 | 93 | 0,89 | 2,2 | 1,3 | 1,2 | 6,5 |
| 4АМ250М4УЗ | 90 | 1 | 93 | 0,89 | 2,2 | 1,3 | 1,2 | 6,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=1000$ об/хв | | | | | | | | |
| 4АМ160S6УЗ | 11 | 2,5 | 86,5 | 0,82 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМХ160S6УЗ | 11 | 2,5 | 86,5 | 0,82 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ160М6УЗ | 15 | 2,5 | 88 | 0,82 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМХ160М6УЗ | 15 | 2,5 | 88 | 0,82 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ180М6УЗ | 18,5 | 2,5 | 88 | 0,85 | 2 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ200М6УЗ | 22 | 2 | 90 | 0,86 | 2,3 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ200L6УЗ | 30 | 2 | 90,5 | 0,86 | 2,3 | 1,5 | 1,3 | 6,5 |
| 4АМ225М6УЗ | 37 | 2 | 91 | 0,86 | 2 | 1,5 | 1,2 | 6,5 |
| 4АМ250S6УЗ | 45 | 1,5 | 91,5 | 0,85 | 2 | 1,3 | 1,1 | 6,5 |
| 4АМ250М6УЗ | 55 | 1,5 | 92 | 0,85 | 2 | 1,3 | 1,1 | 6,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=750$ об/хв | | | | | | | | |
| 4АМ71В8УЗ | 0,25 | 10 | 58 | 0,66 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 3,5 |

| | | | | | | | | |
|---|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 4AMA71B8Y3 | | | | | | | | |
| 4AMX71B8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM80A8Y3 | 0,37 | 10 | 62 | 0,65 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 3,5 |
| 4AMA80A8Y3 | | | | | | | | |
| 4AMX80A8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM90LA8Y3 | 0,75 | 7 | 70 | 0,66 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 3,5 |
| 4AMA90LA8Y3 | | | | | | | | |
| 4AMX90LA8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM90LB8Y3 | 1,1 | 7 | 72 | 0,7 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 3,5 |
| 4AMA90LB8Y3 | | | | | | | | |
| 4AMX90LB8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM100L8Y3 | 1,5 | 10 | 76 | 0,73 | 1,7 | 1,6 | 1,2 | 5,5 |
| 4AMA100L8Y3 | | | | | | | | |
| 4AMX100L8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM132LM8Y3 | 5,5 | 4,5 | 83 | 0,74 | 2,2 | 2 | 1,4 | 6 |
| 4AMX132M8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM160S8Y3 | 7,5 | 2,7 | 86 | 0,75 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 6 |
| 4AMX160S8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM160M8Y3 | 11 | 2,7 | 87 | 0,75 | 2,2 | 1,5 | 1,1 | 6 |
| 4AMX160M8Y3 | | | | | | | | |
| 4AM180M8Y3 | 15 | 2,5 | 88 | 0,83 | 2,2 | 1,4 | 1,1 | 5,5 |
| 4AM200M8Y3 | 18,5 | 2 | 88,5 | 0,8 | 2 | 1,4 | 1,1 | 5,5 |
| 4AM200L8Y3 | 22 | 2 | 88,5 | 0,8 | 2 | 1,4 | 1,1 | 5,5 |
| 4AM225M8Y3 | 30 | 2 | 90 | 0,8 | 2 | 1,4 | 1,1 | 5,5 |
| 4AM250S8Y3 | 37 | 1,5 | 90,5 | 0,8 | 2 | 1,4 | 1,1 | 5,5 |
| 4AM250M8Y3 | 45 | 1,5 | 91,5 | 0,8 | 2 | 1,3 | 1,1 | 5,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=600$ об/хв | | | | | | | | |
| 4AM250S10Y3 | 30 | 1,9 | 88,5 | 0,8 | 1,9 | 1,2 | 1 | 6 |
| 4AM250M10Y3 | 37 | 1,9 | 89 | 0,8 | 1,9 | 1,2 | 1 | 6 |

Асинхронні електродвигуни АИР

Таблиця Д.7.2

| Тип двигуна | Потужність $P_{2ном}, кВт$ | При нормальному навантаженні | | | $\frac{M_n}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{min}}{M_{ном}}$ | $\frac{I_{1n}}{I_{1ном}}$ |
|--|-------------------------------|------------------------------|----------|------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Ковзання $S_{ном}, \%$ | ККД % | cos | | | | |
| Синхронна частота обертання $n_1=3000$ об/хв | | | | | | | | |
| АИР71А2 | 0,75 | 6 | 78,5 | 0,83 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИР71В2 | 1,1 | 6,5 | 79 | 0,83 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИР80А2 | 1,5 | 5 | 81 | 0,85 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИР80В2 | 2,2 | 5 | 83 | 0,87 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИР90L2 | 3 | 5 | 84,5 | 0,88 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИР100S2 | 4 | 5 | 87 | 0,88 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7,5 |
| АИР100L2 | 5,5 | 5 | 88 | 0,89 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7,5 |
| АИР112M2 | 7,5 | 3,5 | 87,5 | 0,88 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7,5 |
| АИРХ112M2 | | | | | | | | |
| АИР132M2 | 11 | 3 | 88 | 0,9 | 1,6 | 2,2 | 1,2 | 7,5 |
| АИРХ132M2 | | | | | | | | |
| АИР160S2 | 15 | 3 | 89 | 0,89 | 1,8 | 2,7 | 1,7 | 7 |
| АИРХ160S2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|------|-----|------|-------|------|-----|-----|-----|
| АИР160М2 | 18,5 | 3 | 89,5 | 0,9 | 1,8 | 2,7 | 1,7 | 7 |
| АИРХ160М2 | | | | | | | | |
| АИР180S2 | 22 | 2,7 | 89,5 | 0,88 | 1,7 | 2,7 | 1,6 | 7 |
| АИР180М2 | 30 | 2,5 | 90,5 | 0,88 | 1,7 | 2,7 | 1,6 | 7,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=1500$ об/хв | | | | | | | | |
| АИР71А4 | 0,55 | 9,5 | 70,5 | 0,7 | 2,3 | 2,2 | 1,8 | 5 |
| АИР71В4 | 0,75 | 10 | 73 | 0,73 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 5 |
| АИР80А4 | 1,1 | 7 | 75 | 0,81 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 5,5 |
| АИР80В4 | 1,5 | 7 | 78 | 0,83 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 5,5 |
| АИР90L4 | 2,2 | 7 | 81 | 0,83 | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 6,5 |
| АИР100S4 | 3 | 6 | 82 | 0,83 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИР100L4 | 4 | 6 | 85 | 0,84 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИР112М4 | 5,5 | 4,5 | 87,5 | 0,88 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИРХ112М4 | | | | | | | | |
| АИР132S4 | 7,5 | 4 | 87,5 | 0,86 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7,5 |
| АИРХ132S4 | | | | | | | | |
| АИР132М4 | 11 | 3,5 | 87,5 | 0,87 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7,5 |
| АИРХ132М4 | | | | | | | | |
| АИР160S4 | 15 | 3 | 89,5 | 0,89 | 1,96 | 2,9 | 1,8 | 7 |
| АИРХ160S4 | | | | | | | | |
| АИР160М4 | 18,5 | 3 | 90 | 0,89 | 1,9 | 2,9 | 1,8 | 7 |
| АИРХ160М4 | | | | | | | | |
| АИР180S4 | 2 | 2,5 | 90 | 0,87 | 1,5 | 2,4 | 1,3 | 6,5 |
| АИР180М4 | 30 | 2 | 91,5 | 0,86 | 1,7 | 2,7 | 1,6 | 7 |
| Синхронна частота обертання $n_1=1000$ об/хв | | | | | | | | |
| АИР71А6 | 0,37 | 8,5 | 65 | 0,66 | 2 | 2,2 | 1,6 | 4,5 |
| АИР71В6 | 0,55 | 8,5 | 68,5 | 0,7 | 2 | 2,2 | 1,6 | 4,5 |
| АИР80А6 | 0,75 | 8 | 70 | 0,72 | 2 | 2,2 | 1,6 | 4,5 |
| АИР80В6 | 1,1 | 8 | 74 | 0,74 | 2 | 2,2 | 1,6 | 4,5 |
| АИР90L6 | 1,5 | 7,5 | 76 | 0,72 | 2 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИР100L6 | 2,2 | 7,5 | 81 | 0,74 | 2 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИР112МА6 | 3 | 5 | 81 | 0,76 | 2 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИРХ112МА6 | | | | | | | | |
| АИР112МВ6 | 4 | 5 | 82 | 0,81 | 2 | 2,2 | 1,6 | 6 |
| АИРХ112МВ6 | | | | | | | | |
| АИР132S6 | 5,5 | 4 | 85 | 0,8 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИРХ132S6 | | | | | | | | |
| АИР132М6 | 7,5 | 4 | 85 | 0,81 | 2 | 2,2 | 1,6 | 7 |
| АИРХ132М6 | | | | | | | | |
| АИР160S6 | 11 | 3 | 87 | 0,84 | 1,7 | 2,5 | 1,6 | 6,5 |
| АИРХ160S6 | | | | | | | | |
| АИР160М6 | 15 | 3 | 88 | 0,855 | 1,7 | 2,6 | 1,6 | 6,5 |
| АИРХ160М6 | | | | | | | | |
| АИР180М6 | 18,5 | 2 | 88 | 0,85 | 1,6 | 2,4 | 1,5 | 6,5 |
| Синхронна частота обертання $n_1=750$ об/хв | | | | | | | | |
| АИР132S8 | 4 | 4,5 | 83 | 0,7 | 1,8 | 2,2 | 1,4 | 6 |
| АИРХ132S8 | | | | | | | | |
| АИР132М8 | 5,5 | 5 | 83 | 0,74 | 1,8 | 2,2 | 1,4 | 6 |
| АИРХ132М8 | | | | | | | | |
| АИР160S8 | 7,5 | 3 | 87 | 0,75 | 1,6 | 2,4 | 1,4 | 5,5 |
| АИРХ160S8 | | | | | | | | |
| АИР160М8 | 11 | 3 | 87,5 | 0,75 | 1,6 | 2,4 | 1,4 | 6 |

| | | | | | | | | |
|-----------|----|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|
| АИРХ180М8 | | | | | | | | |
| АИР180М8 | 15 | 2,5 | 89 | 0,82 | 1,6 | 2,2 | 1,5 | 5,5 |

Асинхронні електродвигуни серій А02 та А2 1 - 9-го габаритів

Таблиця Д.7.3

| Тип двигуна | Потужність $P_{2ном}, кВт$ | Ковзання $S_{ном}, \%$ | ККД % | cos | $\frac{M_{max}}{M_{ном}}$ | $\frac{M_n}{M_{ном}}$ | $\frac{M_{min}}{M_{ном}}$ | $\frac{I_{1n}}{I_{1ном}}$ |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------|------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Закрите вбудоване виконання | | | | | | | | |
| АОЛ2-11-2УЗ | 0,8 | 5,7 | 78 | 0,86 | 2,2 | 1 | 1,9 | 7 |
| АОЛ2-12-2УЗ | 1,1 | 5,7 | 79,5 | 0,87 | 2,2 | 1 | 1,9 | 7 |
| АОЛ2-21-2УЗ | 1,5 | 5 | 80,5 | 0,88 | 2,2 | 1 | 1,8 | 7 |
| АОЛ2-22-2УЗ | 2,2 | 5 | 83 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,8 | 7 |
| АО2-31-2УЗ | 3 | 4 | 84,5 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,7 | 7 |
| АОЛ2-31-2УЗ | 3 | 4 | 84,5 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,7 | 7 |
| АО2-32-2УЗ | 4 | 4 | 85,5 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,7 | 7 |
| АОЛ2-32-2УЗ | 4 | 4 | 85,5 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,7 | 7 |
| АО2-41-2УЗ | 5,5 | 3,5 | 86 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,6 | 7 |
| АО2-42-2УЗ | 7,5 | 3,5 | 87 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,6 | 7 |
| АО2-51-2УЗ | 1, | 3 | 88 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,5 | 7 |
| АО2-52-2УЗ | 13 | 3 | 88 | 0,89 | 2,2 | 1 | 1,5 | 7 |
| АО2-62-2УЗ | 17 | 3 | 88 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-71-2УЗ | 22 | 3 | 88 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-72-2УЗ | 30 | 3 | 89 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-81-2УЗ | 40 | 2,7 | 89 | 0,91 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| АО2-82-2УЗ | 55 | 2,7 | 90 | 0,92 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| АО2-91-2УЗ | 75 | 1,8 | 90 | 0,92 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| АО2-92-2УЗ | 100 | 1,8 | 91,5 | 0,92 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| АОЛ2-11-4УЗ | 0,6 | 10 | 72 | 0,76 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АОЛ2-12-4УЗ | 0,8 | 10 | 74,5 | 0,78 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АОЛ2-21-4УЗ | 1,1 | 7 | 78 | 0,8 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АОЛ2-22-4УЗ | 1,5 | 7 | 80 | 0,81 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АО2-3МУЗ | 2,2 | 4,7 | 82,5 | 0,83 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АО2-32-4УЗ | 3 | 4,7 | 83,5 | 0,84 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АОЛ2-32-4УЗ | 3 | 4,7 | 83,5 | 0,84 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 7 |
| АО2-41-4УЗ | 4 | 4 | 86 | 0,85 | 2 | 1 | 1,5 | 7 |
| АО2-42-4УЗ | 5 | 3,5 | 87 | 0,86 | 2 | 1 | 1,5 | 7 |
| АО2-51-4УЗ | 7,5 | 3,3 | 88,5 | 0,87 | 2 | 1 | 1,4 | 7 |
| АО2-52-4УЗ | 10 | 3,3 | 88,5 | 0,87 | 2 | 1 | 1,4 | 7 |
| АО2-61-4УЗ | 13 | 3,3 | 88,5 | 0,89 | 2 | 1 | 1,3 | 7 |
| АО2-62-4УЗ | 17 | 3,3 | 89 | 0,89 | 2 | 1 | 1,3 | 7 |
| АО2-71-4УЗ | 22 | 3,3 | 90 | 0,9 | 2 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-72-4УЗ | 30 | 3,3 | 91 | 0,91 | 2 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-81-4УЗ | 40 | 3 | 91,5 | 0,91 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-82-4УЗ | 55 | 2,7 | 92,5 | 0,92 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-91-4УЗ | 75 | 2 | 92,5 | 0,92 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-92-4УЗ | 100 | 2 | 93 | 0,92 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| АОЛ2-11-6УЗ | 0,4 | 9 | 68 | 0,65 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АОЛ2-12-6УЗ | 0,6 | 9 | 70 | 0,68 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АО2-21-6УЗ | 0,8 | 7 | 73 | 0,71 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АОЛ2-21-6УЗ | 0,8 | 7 | 73 | 0,71 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| АОЛ2-22-6У3 | 1,1 | 7 | 76 | 0,73 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АО2-31-6У3 | 1,5 | 7 | 79 | 0,75 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АОЛ2-31-6У3 | 1,5 | 7 | 79 | 0,75 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АО2-32-6У3 | 2,2 | 7 | 81 | 0,77 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АОЛ2-32-6У3 | 2,2 | 7 | 81 | 0,77 | 2,2 | 1,5 | 1,8 | 6,5 |
| АО2-41-6У3 | 3 | 5 | 81,5 | 0,78 | 1,8 | 1 | 1,3 | 6,5 |
| АО2-42-6У3 | 4 | 5 | 83 | 0,79 | 1,8 | 1 | 1,3 | 6,5 |
| АО2-51-6У3 | 5,5 | 3,5 | 85,5 | 0,81 | 1,8 | 1 | 1,3 | 6,5 |
| АО2-52-6У3 | 7,5 | 3,5 | 87 | 0,82 | 1,8 | 1 | 1,3 | 6,5 |
| АО2-61-6У3 | 10 | 3,5 | 88 | 0,89 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-62-6У3 | 13 | 3,5 | 88 | 0,89 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-71-6У3 | 17 | 3,5 | 90 | 0,9 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-72-6У3 | 22 | 3,5 | 90,5 | 0,9 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-81-6У3 | 30 | 3 | 91 | 0,91 | 1,8 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-82-6У3 | 40 | 2,5 | 91,5 | 0,91 | 1,8 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-91-6У3 | 55 | 2 | 92,5 | 0,92 | 1,8 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-92-6У3 | 75 | 2 | 92,5 | 0,92 | 1,8 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-41-8У3 | 2,2 | 6 | 79,5 | 0,69 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-42-8У3 | 3 | 6 | 80 | 0,7 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-51-8У3 | 4 | 3,5 | 84 | 0,71 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-52-8У3 | 5,5 | 3,5 | 85 | 0,72 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-61-8У3 | 7,5 | 3,3 | 86,5 | 0,81 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-62-8У3 | 10 | 3,3 | 87,5 | 0,81 | 1,7 | 1 | 1,2 | 7 |
| АО2-71-8У3 | 13 | 3,3 | 89 | 0,83 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-72-8У3 | 17 | 3,3 | 89,5 | 0,83 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-81-8У3 | 22 | 3 | 90,5 | 0,84 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-82-8У3 | 30 | 3 | 91 | 0,88 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-91-8У3 | 40 | 2 | 91,5 | 0,88 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-92-8У3 | 55 | 2 | 92,5 | 0,9 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| АО2-81-10У3 | 17 | 3,3 | 88 | 0,77 | 1,7 | 1 | 1,1 | 6,5 |
| АО2-82-10У3 | 22 | 3,3 | 89,5 | 0,78 | 1,7 | 1 | 1,1 | 6,5 |
| АО2-91-10У3 | 30 | 2,5 | 90 | 0,82 | 1,7 | 1 | 1,1 | 6,5 |
| АО2-92-10У3 | 40 | 2,5 | 90,5 | 0,82 | 1,7 | 1 | 1,1 | 6,5 |
| Захищене виконання | | | | | | | | |
| A2-61-2У3 | 17 | 3,5 | 88 | 0,88 | 2,2 | 1 | 1,2 | |
| A2-62-2У3 | 22 | 3,5 | 89 | 0,88 | 2,2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-71-2У3 | 30 | 3,3 | 90 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-72-2У3 | 40 | 3,3 | 90,5 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| A2-81-2У3 | 55 | 3,3 | 91 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| A2-82-2У3 | 75 | 3,3 | 92 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| A2-91-2У3 | 100 | 1,8 | 93 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| A2-92-2У3 | 125 | 1,4 | 94 | 0,9 | 2,2 | 1 | 1 | 7 |
| A2-61-4У3 | 13 | 3,3 | 88,5 | 0,88 | 2 | 1 | 1,3 | 7 |
| A2-62-4У3 | 17 | 3,3 | 89,5 | 0,88 | 2 | 1 | 1,3 | 7 |
| A2-71-4У3 | 22 | 3,3 | 90 | 0,88 | 2 | 1 | 1,2 | 7 |
| A2-72-4У3 | 30 | 3,3 | 90,5 | 0,88 | 2 | 1 | 1,2 | 7 |
| A2-81-4У3 | 40 | 3 | 91 | 0,89 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-82-4У3 | 55 | 2,7 | 92 | 0,89 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-91-4У3 | 75 | 1,4 | 93 | 0,89 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-92-4У3 | 100 | 1,4 | 93,5 | 0,9 | 2 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-61-6У3 | 10 | 3,5 | 87 | 0,86 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| A2-62-6У3 | 13 | 3,5 | 88 | 0,86 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|------|------|-----|---|-----|---|
| A2-71-6УЗ | 17 | 3,5 | 89 | 0,87 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| A2-72-6УЗ | 22 | 3,5 | 89,5 | 0,87 | 1,8 | 1 | 1,2 | 7 |
| A2-82-6УЗ | 40 | 3 | 91 | 0,89 | 1,8 | | 1,1 | 7 |
| A2-91-6УЗ | 55 | 2 | 92 | 0,89 | 1,8 | | 1,1 | 7 |
| A2-92-6УЗ | 75 | 2 | 92,5 | 0,89 | 1,7 | | 1,1 | 7 |
| A2-61-8УЗ | 7,5 | 3,3 | 85 | 0,78 | 1,7 | | 1,2 | 7 |
| A2-62-8УЗ | 10 | 3,3 | 87 | 0,79 | 1,7 | | 1,2 | 7 |
| A2-71-8УЗ | 13 | 3,3 | 87,5 | 0,82 | 1,7 | | 1,1 | 7 |
| A2-72-8УЗ | 17 | 3,3 | 88,5 | 0,82 | 1,7 | | 1,1 | 7 |
| A2-81-8УЗ | 22 | 2,7 | 89 | 0,82 | 1,7 | | 1,1 | 7 |
| A2-82-8УЗ | 30 | 2,7 | 90 | 0,84 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-91-8УЗ | 40 | 2 | 91,5 | 0,84 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |
| A2-92-8УЗ | 55 | 2 | 92 | 0,87 | 1,7 | 1 | 1,1 | 7 |

Вибухозахищені асинхронні двигуни ВАО

Таблиця Д 5.4.

| Тип двигуна | Потужність, кВт | ККД | COS Ψ | Іп/ Іном | Мп/ Мном | Мтах/ Мном |
|-------------|-----------------|------|-------|----------|----------|------------|
| 3000 об/хв | | | | | | |
| ВАО-071-2У2 | 0,4 | 69 | 0,86 | 5 | 1,6 | 2 |
| ВАО-072-2У2 | 0,6 | 71 | 0,86 | 4,5 | 1,6 | 2 |
| ВАО-11-2У2 | 0,8 | 78 | 0,86 | 6 | 2,2 | 2,5 |
| ВАО-12-2У2 | 1,1 | 79 | 0,86 | 6 | 2,2 | 2,5 |
| ВАО-21-2У2 | 1,5 | 79 | 0,88 | 6 | 1,8 | 2,2 |
| ВАО-22-2У2 | 2,2 | 80,5 | 0,88 | 6 | 1,8 | 2,2 |
| ВАО-31-2У2 | 3 | 82 | 0,88 | 7 | 1,8 | 2,2 |
| ВАО-32-2У2 | 4 | 84 | 0,88 | 7 | 1,8 | 2,2 |
| ВАО-41-2У2 | 5,5 | 85,5 | 0,89 | 6,5 | 2 | 2,6 |
| ВАО-42-2У2 | 7,5 | 86 | 0,88 | 6,5 | 2,1 | 2,6 |
| ВАО-51-2У2 | 10 | 87 | 0,88 | 6,4 | 1,7 | 2,2 |
| ВАО-52-2У2 | 13 | 88 | 0,88 | 6,3 | 1,5 | 2,4 |
| ВАО-62-2У2 | 17 | 87 | 0,9 | 7 | 1,3 | 2,2 |
| ВАО-71-2У2 | 22 | 87,5 | 0,9 | 7 | 1,3 | 2,2 |
| ВАО-72-2У2 | 30 | 88,5 | 0,9 | 7 | 1,3 | 2,2 |
| ВАО-81-2У2 | 40 | 89 | 0,9 | 7 | 1,5 | 2,2 |
| ВАО-82-2У2 | 55 | 90 | 0,9 | 7 | 1,5 | 2,2 |
| ВАО-91-2У2 | 75 | 90 | 0,88 | 6,5 | 1,5 | 2,2 |
| ВАО-92-2У2 | 100 | 90,5 | 0,88 | 7 | 1,5 | 2,2 |
| 1500 об/хв | | | | | | |
| ВАО-071-4У2 | 0,27 | 66 | 0,71 | 4,5 | 2 | 2,2 |
| ВАО-072-4У2 | 0,4 | 68 | 0,72 | 4,5 | 2 | 2,2 |
| ВАО-11-4У2 | 0,6 | 72 | 0,73 | 4,5 | 2,2 | 2,4 |
| ВАО-12-4У2 | 0,8 | 74 | 0,75 | 4,5 | 2,2 | 2,4 |
| ВАО-21-4У2 | 1,1 | 76 | 0,78 | 6 | 1,6 | 2,2 |
| ВАО-22-4У2 | 1,5 | 78 | 0,8 | 6 | 1,6 | 2,2 |
| ВАО-31-4У2 | 2,2 | 80,5 | 0,83 | 6 | 1,6 | 2,2 |
| ВАО-32-4У2 | 3 | 81 | 0,84 | 6 | 1,6 | 2,2 |
| ВАО-41-4У2 | 4 | 84,5 | 0,84 | 6 | 1,4 | 2,2 |

| | | | | | | |
|-------------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| BAO-42-4Y2 | 5,5 | 86,5 | 0,86 | 6 | 1,6 | 2,5 |
| BAO-51-4Y2 | 7,5 | 88 | 0,86 | 6,5 | 1,4 | 2,2 |
| BAO-52-4Y2 | 10 | 88,6 | 0,87 | 6,5 | 1,4 | 2,6 |
| BAO-61-4Y2 | 13 | 88 | 0,86 | 7 | 1,5 | 2,2 |
| BAO-62-4Y2 | 17 | 89 | 0,88 | 7 | 1,5 | 2,4 |
| BAO-71-4Y2 | 22 | 89,5 | 0,88 | 7 | 1,5 | 2,4 |
| BAO-72-4Y2 | 30 | 90 | 0,88 | 7 | 1,5 | 2,2 |
| BAO-81-4Y2 | 40 | 90,5 | 0,88 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| BAO-82-4Y2 | 55 | 91 | 0,88 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| BAO-91-4Y2 | 75 | 90,5 | 0,87 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| BAO-92-4Y2 | 100 | 91 | 0,88 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| 1000 об/хв | | | | | | |
| BAO-11-6Y2 | 0,4 | 66 | 0,66 | 4,5 | 1,8 | 2 |
| BAO-12-6Y2 | 0,6 | 67 | 0,69 | 4,5 | 1,8 | 2 |
| BAO-21-6Y2 | 0,8 | 70 | 0,71 | 4,5 | 1,6 | 2 |
| BAO-22-6Y2 | 1,1 | 73 | 0,72 | 4,5 | 1,6 | 2 |
| BAO-31-6Y2 | 1,5 | 77 | 0,72 | 5 | 1,5 | 2,2 |
| BAO-32-6Y2 | 2,2 | 77,5 | 0,74 | 5 | 1,5 | 2,2 |
| BAO-41-6Y2 | 3 | 79 | 0,76 | 6 | 1,4 | 2,2 |
| BAO-42-6Y2 | 4 | 81,5 | 0,77 | 6 | 1,4 | 2,2 |
| BAO-51-6Y2 | 5,5 | 84 | 0,79 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-52-6Y2 | 7,5 | 85,5 | 8 | 6,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-61-6Y2 | 10 | 86 | 0,85 | 6,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-62-6Y2 | 13 | 86,5 | 0,86 | 6,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-71-6Y2 | 17 | 88,5 | 0,86 | 7 | 1,5 | 2,5 |
| BAO-72-6Y2 | 22 | 89,5 | 0,88 | 7 | 1,5 | 2,5 |
| BAO-81-6Y2 | 30 | 90 | 0,88 | 7 | 1,6 | 2,5 |
| BAO-82-6Y2 | 40 | 90,5 | 0,88 | 7 | 1,6 | 2,3 |
| BAO-91-6Y2 | 55 | 90,5 | 0,83 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| BAO-92-6Y2 | 75 | 91 | 0,84 | 6,5 | 1,8 | 2,2 |
| 750 об/мин | | | | | | |
| BAO-41-8Y2 | 2,2 | 76,5 | 7 | 4,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-42-8Y2 | 3 | 79 | 0,7 | 4,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-51-8Y2 | 4 | 82 | 0,7 | 5,5 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-52-8Y2 | 5,5 | 83 | 0,7 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-61-8Y2 | 7,5 | 83 | 0,76 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-62-8Y2 | 10 | 84,5 | 0,77 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-71-8Y2 | 13 | 87 | 0,79 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-72-8Y2 | 17 | 88 | 0,8 | 6 | 1,3 | 2,2 |
| BAO-81-8Y2 | 22 | 88,5 | 0,83 | 6 | 1,5 | 2,2 |
| BAO-82-8Y2 | 30 | 89,5 | 0,84 | 6 | 1,5 | 2,4 |
| BAO-91-8Y2 | 40 | 89,5 | 0,76 | 6 | 1,8 | 2 |
| BAO-92-8Y2 | 55 | 90 | 0,78 | 6 | 1,8 | 2 |
| 600 об/мин | | | | | | |
| BAO-81-10Y2 | 17 | 86 | 0,72 | 5,5 | 1,2 | 2 |
| BAO-82-10Y2 | 22 | 87 | 0,73 | 5,5 | 1,2 | 2 |
| BAO-91-10Y2 | 30 | 87,5 | 0,73 | 5,5 | 1,1 | 2 |
| BAO-92-10Y2 | 40 | 88 | 0,73 | 5,5 | 1,1 | 2 |

Додатки 8

Характеристики автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі

Таблиця Д 8.1.

| Тип | Позначення типу | Номинальний струм, А | Кількість полюсів | Вид розчіплювача | Номинальний струм розчіплювача, А | Уставка на струм миттєвого спрацювання, А |
|---------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A3160 | A3161 | 50 | 1 | тепловий | 15 20 | - |
| | A3162 | // | 2 | // | 25 30 | - |
| | A3163 | // | 3 | // | 40 50 | - |
| A3110 | A3113/1 | 100 | 2 | комбінований | 15...100 | 150...1000 |
| | A3114/1 | | 3 | | | |
| A3110 | A3113/5 | 100 | 2 | електро-магнітний | 15...100 | 150...1000 |
| | A3114/5 | | 3 | | | |
| A3120 | A3123 | 100 | 2 | комбінований | 15...100 | 430,600,800 |
| | A3124 | | 3 | ел. магнітний | | 430,600,800 |
| A3130 | A3133 | 200 | 2 | комбінований | 120,150,200 | 840,1050,1400 |
| | A3134 | | 3 | ел. магнітний | 200 | 840,1050,1400 |
| АП-50 | АП50-3МТ | 50 | 3 | комбінований | 1,6...50 | 1I _H |
| | АП50-2МТ | | 2 | // | | 7I _H ;3.5I _H |
| | АП50-3М | | 3 | ел. магнітний | 1.6...50 | 11I _H |
| | АП50-2М | | 2 | // | // | 7I _H , 3.5I _H |
| | АП50-3Т | | 3 | тепловий | 1.6...50 | - |
| | A50-2Т | | 2 | // | // | |
| | АП50-3 | | 3 | без розчіплювачів | 1.6...50 | - |
| A3710Б | A3713 Б | 160 | 2 | ел. магнітний | 31.5...160 | 2...10I _H |
| | A3714 Б | | 3 | | | |
| A3720Б | A3723 Б | 250 | 2 | ел. магнітний | 160,200,250 | |
| | A3724 Б | | 3 | // | | |
| A3730Б | A3733 Б | 400 | 2 | ел. магнітний | 160,200, | |
| | A3734 Б | | 3 | // | 250,315,400 | |
| АЕ 2000 | АЕ2010 | 25 | 3 | комбінований | 0.32...1.6 | |
| | | | | тепловий | 8...10 | |
| | АЕ2030 | 25 | 3 | комбінований | 0.6...1.6 | |
| | | | | комбінований | 2...12.5 | |
| | | | | тепловий | 2...4 | |
| | | | | тепловий | 5...12.5 | |
| | | | | комбінований | 16...25 | |
| АК 50 | 50 | | 2(220В) | ел. магнітний | 0.6...0.8 | 1.35I _H |
| | | | 3(500В) | | 40,45,50 | 5.7,10I _H |
| АК63 | АК 63 | 63 | 1,2(240В) | ел. магнітний | 0.63;0.8 | 1.3I _H 3I _H |
| | | | | | 0.8...63 | 14I _H |

Додатки 9
Характеристики магнітних пускатрів та теплових реле

Магнітні пускатчі ПМЕ та ПА

Таблиця Д 9.1

| Величина | Тип при виконанні | | | Струмове теплове реле | Номінальний струм, за захищеним виконанням | Найбільша потужність двигуна за напругою 380В, кВт |
|----------|-------------------|------------|-------------------|-----------------------|--|--|
| | Відкритому | Захищеному | Пилево-захищеному | | | |
| I | ПМЕ – 111 | ПМЕ – 121 | ПМЕ – 131 | немає | 10 | 4 |
| | ПМЕ – 112 | ПМЕ – 122 | ПМЕ – 132 | ТРН - 8 | | |
| II | ПМЕ – 211 | ПМЕ – 221 | ПМЕ – 231 | немає | 23 | 10 |
| | ПМЕ – 212 | ПМЕ – 222 | ПМЕ – 232 | ТРН - 25 | | |
| III | ПА – 311 | ПА – 321 | ПА – 331 | немає | 40 | 17 |
| | ПА – 312 | ПА – 322 | ПА – 332 | ТРН - 32 | | |
| IV | ПА – 411 | ПА – 421 | ПА – 431 | немає | 56 | 28 |
| | ПА – 412 | ПА – 422 | ПА – 432 | ТРП - 60 | | |
| V | ПА – 511 | ПА – 521 | ПА – 531 | немає | 115 | 55 |
| | ПА – 512 | ПА – 522 | ПА – 532 | ТРП – 150 | | |
| VI | ПА – 611 | ПА – 621 | ПА – 631 | немає | 140 | 75 |
| | ПА – 612 | ПА – 622 | ПА – 632 | ТРП - 600 | | |

Магнітні пускатчі типу ПМЛ з тепловими реле РТЛ

Таблиця Д 9.2

| Пускатчі | Реле | | | | | |
|-----------|------|--------------------|------------|--|------------|--|
| | Тип | I _н , А | Тип | Діапазон регулювання струму уставки, А | Тип | Діапазон регулювання струму уставки, А |
| ПМЛ- 1000 | | 10 | РТЛ – 1007 | 1,5...2,6 | РТЛ – 1008 | 2,4...4 |
| | | | РТЛ – 1010 | 38...6 | РТЛ – 1012 | 5,5...8 |
| | | | РТЛ – 1014 | 7...10 | | |
| ПМЛ- 2000 | | 25 | РТЛ – 1016 | 9,5...14 | РТЛ – 2021 | 13...19 |
| | | | РТЛ – 1022 | 18...25 | | |
| ПМЛ- 3000 | | 40 | РТЛ – 2053 | 23...32 | РТЛ – 2055 | 30...41 |
| ПМЛ- 4000 | | 63 | РТЛ – 2057 | 38...52 | РТЛ – 2059 | 47...64 |
| ПМЛ- 5000 | | 80 | РТЛ – 2061 | 54...74 | РТЛ – 2063 | 63...80 |
| ПМЛ- 6000 | | 125 | РТЛ – 3105 | 75...105 | РТЛ – 3125 | 90...125 |
| ПМЛ- 7000 | | 200 | РТЛ – 3160 | 115...160 | РТЛ – 3200 | 145...200 |

Технічні дані теплових реле

Таблиця Д 9.3

| Тип реле | Номинальний струм реле А | Номинальний струм теплового елемента реле I_H , при 25°C, (положення регулятора установки „0”) | Межі регулювання номінального струму уставки | Максимальний струм довготривалого режиму при температурі навколишнього повітря 40°C, А |
|----------|--------------------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ТРН– 8А | 3,2 | 0.32; 0.4; 0.5; 0; 63; | 0.75...1.3 I_H | 1.25 I_H |
| ТРН–10А | | 0.8; 1.0; 1.25; 1.6; | | |
| ТРН – 8 | 10 | 0.5; 0.63; 0.8; 1; 1.25; 1.6 | 0.75...1.3 I_H | 1.25 I_H , 1.05 I_H |
| ТРН – 10 | | 2; 2.25; 3.2; 4.5; 6.3; 8. 10 | | |
| ТРН – 20 | 25 | 5; 6; 8; 10; 12.5; 16; 20 | 0.75...1.3 I_H | 1.25 I_H |
| ТРН – 25 | | 25 | | 1.05 I_H |
| ТРН – 32 | 40 | 12.5; 16; 20; 25; 32 | 0.75...1.3 I_H | 1.25 I_H |
| ТРН – 40 | | 40 | | 1.05 I_H |
| ТРП – 25 | 25 | 1; 1.2; 1.5; 2; 2.5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 15; 20; 25; | 0.8...1.15 I_H | 1.15 I_H |
| ТРП – 60 | 60 | 20; 25; 30; 40; 50; 60 | 0.75...1.25 I_H | 1.25 I_H |
| ТРП –150 | 150 | 50; 60; 80; 100; 120; 150 | 0.75...1.25 I_H | 1.25 I_H |
| ТРП –600 | 600 | 150; 200; 250; 300; 400; 500; | 0.75...1.25 I_H | 1.25 I_H |
| ТРТ –111 | 1.75 | 1.75 | | |
| ТРТ –112 | 2.5 | 2.5 | | |
| ТРТ –113 | 3.5 | 3.5 | | |
| ТРТ –114 | 5 | 5 | | |
| ТРТ –115 | 7 | 7 | | |
| ТРТ –121 | 9 | 9 | | |
| ТРТ –122 | 11.5 | 11.5 | 0.85-1.15 I_H | 1.15 I_H |
| ТРТ –131 | 14.5 | 14.5 | | |
| ТРТ –132 | 18 | 18 | | |
| ТРТ –133 | 22 | 22 | | |
| ТРТ –134 | 28 | 28 | | |
| ТРТ –135 | 35 | 35 | | |
| ТРТ –136 | 45 | 45 | | |

Магнітні пускачі типу ПАЕ

Таблиця Д 9.4.

| Величина пускача | Найбільша потужність електродвигуна, кВт, за напругою, В | | | | | Номинальний струм, А, при напрузі, В | | |
|------------------|--|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|------------|------------------------|
| | 36 | 127 | 220 | 380 | 500 | Від 36 до 380 | | 500 |
| | | | | | | Виконання | | |
| | | | | | | Відкрите | В оболонці | Відкрите та в оболонці |
| 3 | 1,5 | 4 | 10 | 17 | 17 | 40 | 36 | 26 |
| 4 | 2,2 | 10 | 17 | 30 | 22 | 63 | 60 | 35 |
| 5 | 4 | 17 | 30 | 55 | 40 | 110 | 106 | 61 |
| 6 | 5 | 22 | 40 | 75 | 55 | 146 | 140 | 80 |

Додаток 10
Приклад виконання 3-6 розділів курсового проекту

3. Тепловий розрахунки силової мережі.

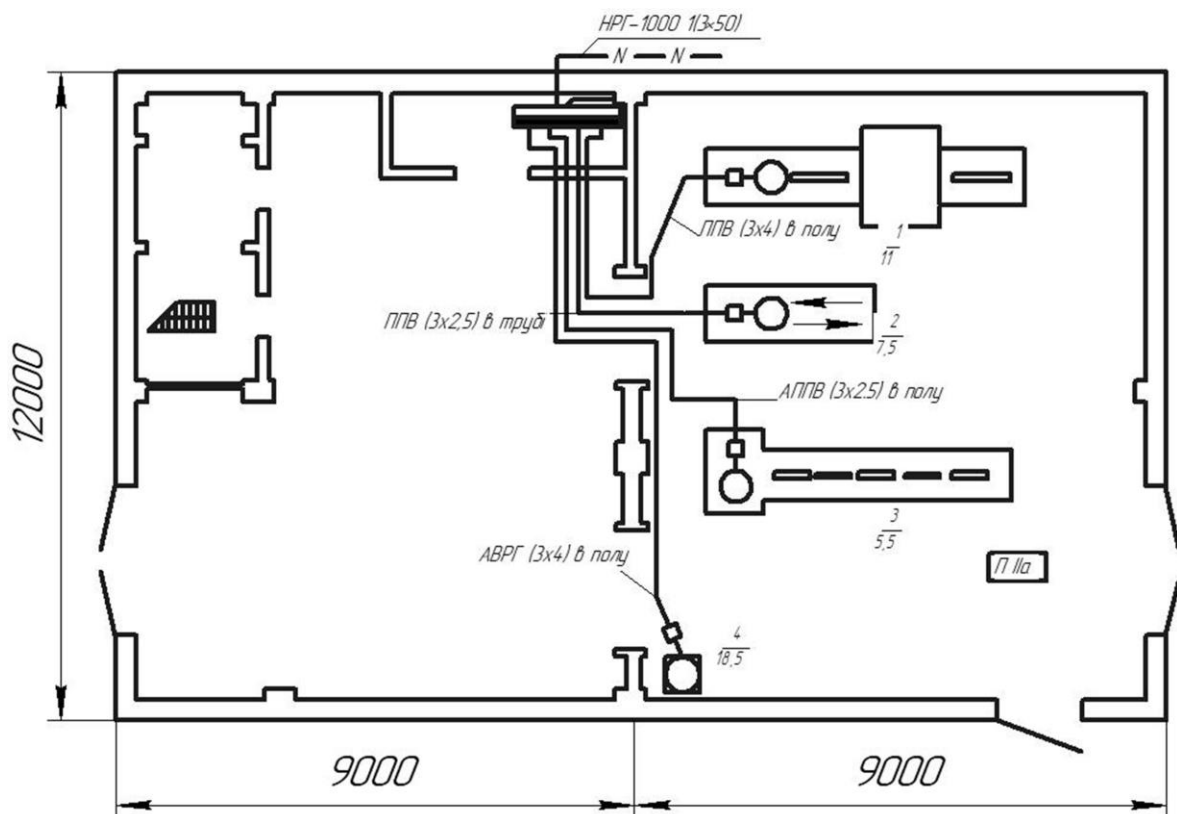
У шліфувальних цехах розміщено таке технологічне обладнання: витяжний вентилятор, шліфувальний верстат, транспортер стрічковий, вузькострічковий шліфувальний верстат. До силового обладнання належать електродвигуни, електричні печі, розподільчі пристрої, лінії живлення напругою 380 В тощо.

3.1. План розміщення електрообладнання і траси силової мережі

Перелік обладнання цеху шліфування:

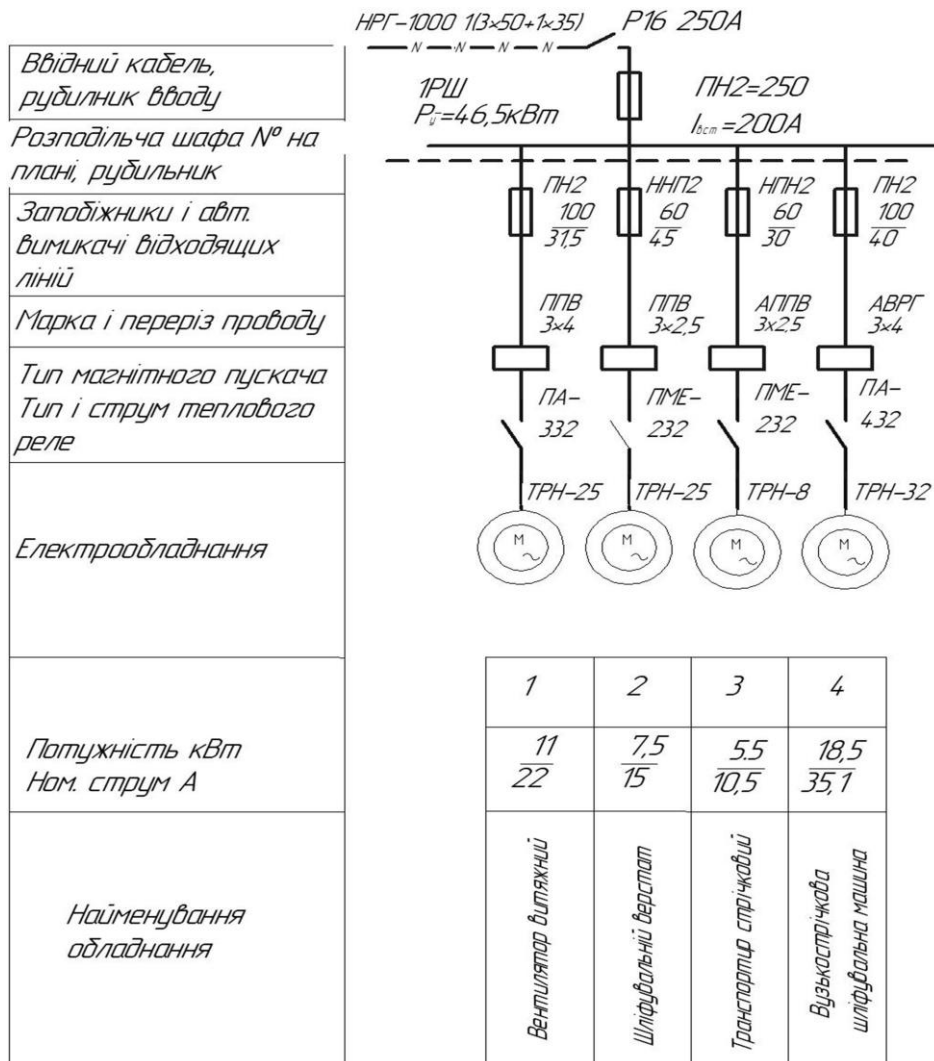
- 1- витяжний вентилятор;
- 2- шліфувальний верстат;
- 3- транспортер стрічковий;
- 4- вузькострічковий шліфувальний верстат.

3.1. План розміщення електрообладнання і траси силової мережі



3.2. Принципова схема розподільчої силової мережі 380/220 В.

Після остаточного установлення плану розміщення електрообладнання і траси силової мережі складається принципова схема розподільчої силової мережі 380/220 В.



Задача розрахунку силових мереж – правильно оцінити величини електричних навантажень (струмів) і вибрати у відповідності до них такі найменші із кількості можливих перерізів проводів та кабелів, при яких дотримувались би нормативні умови і правила.

3.3. Розрахунки і вибір складових елементів силової мережі відповідно до принципової електричної схеми.

Для трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором за лінійною напругою мережі живлення 380 В визначаються робочий I_p .

$$I_{роб} = \frac{K_{\phi} P_{ном} \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_{л} \cos \phi_{\eta} \eta_{\eta}} \text{ А};$$

Розраховуємо номінальний струм першого ЕД:

$$I_{p1} = I_n = \frac{11 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,875} = 22 \text{ А};$$

Розраховуємо номінальний струм другого ЕД:

$$I_{p2} = I_n = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87 \cdot 0,875} = 15 \text{ A};$$

Розраховуємо номінальний струм третього ЕД:

$$I_{p3} = I_n = \frac{5,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,74 \cdot 0,79} = 14 \text{ A};$$

Розраховуємо номінальний струм четвертого ЕД:

$$I_{p4} = I_n = \frac{18,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,88} = 37,6 \text{ A};$$

Перевіряємо переріз провідників згідно з умовою $I_{дон} \leq K \cdot I_p$.

Для вибухонебезпечних зон приймається коефіцієнт 1,25, в усіх інших випадках – одиниця. В цеху шліфування обертається зона класу П-П. Приймаємо коефіцієнт 1.

Перевіряємо переріз провідника для першого двигуна згідно з таблицею Д.2.3 ПУЕ. Згідно з проектом задано, що перший двигун підключений проводом ППВ трьохжильним з перерізом 4 мм², прокладеним в підлозі.

$$I_{дон1} = 41 \leq 22; \text{ умова виконується.}$$

Перевіряємо переріз провідника для другого двигуна 4АМ112 згідно з таблицею Д.2.2. Згідно з проектом задано, що другий двигун підключений проводом ППВ трьохжильним з перерізом 2,5 мм², прокладеним в трубі.

$$I_{дон2} = 21 \leq 15; \text{ умова виконується.}$$

Перевіряємо переріз провідника для третього двигуна згідно з таблицею Д.2.3. Згідно з проектом задано, що третій двигун підключений проводом АППВ трьохжильним з перерізом 2,5 мм², прокладеним в підлозі.

$$I_{дон3} = 16 \leq 15; \text{ умова виконується.}$$

Перевіряємо переріз провідника для четвертого двигуна згідно з таблицею Д.2.4. Згідно з проектом задано, що четвертий двигун підключений трьохжильним кабелем АВРГ з перерізом 10 мм², прокладеним в підлозі.

$$I_{дон4} = 70 \leq 37,6; \text{ умова виконується.}$$

Виконуємо перевірку захисту від струмів КЗ згідно з умовою $I_{н.вст.} \geq \frac{I_{пуск}}{\alpha}$.

Знаходимо пускові струми ЕД згідно з умовою $I_{пуск} = I_p \cdot K_n$

$$1 \text{ ЕД } I_{пуск1} = 22 \cdot 7,5 = 165 \text{ A};$$

$$2 \text{ ЕД } I_{пуск2} = 15 \cdot 7,5 = 112,5 \text{ A};$$

$$3 \text{ ЕД } I_{пуск3} = 14 \cdot 6 = 84 \text{ A};$$

$$4 \text{ ЕД } I_{пуск4} = 37,6 \cdot 6,5 = 244,4 \text{ A};$$

Перевіряємо АЗ для першого ЕД згідно з формулою 6, коефіцієнт α приймаємо 2 для важкого пуску.

$$I_{н.вст1} = 100 \cdot \frac{165}{2} = 82,5 \text{ A}; \text{ Приймаємо запобіжник ПН-2 100/100.}$$

Перевіряємо АЗ для другого ЕД згідно з формулою 6, коефіцієнт α приймаємо 2 для важкого пуску.

$$I_{н.вст2} = 63 \cdot \frac{112.5}{2} = 56.25 A; \text{ Приймаємо запобіжник НПН-2 60/63.}$$

Перевіряємо АЗ для третього ЕД згідно з формулою 6, коефіцієнт α приймаємо 2 для важкого пуску.

$$I_{н.вст3} = 63 \cdot \frac{84}{2} = 42 A; \text{ Приймаємо запобіжник НПН-2 60/63.}$$

Перевіряємо АЗ для четвертого ЕД згідно з формулою 6, коефіцієнт α приймаємо 2 для важкого пуску.

$$I_{н.вст4} = 125 \cdot \frac{244.4}{2} = 122.2 A; \text{ Приймаємо запобіжник ПН-2 250/125.}$$

Виконуємо перевірку захисту від струмів перевантаження при захисті тепловим реле в складі магнітного пускача, згідно з умовою $I_{н.тепл} \geq 1,2 \cdot I_p$:

Для першого ЕД згідно з таблицею додатку Д.9.1. $I_{н.тепл1} = 40 \cdot 1,2 \cdot 22 = 26.4 A$; теплове реле приймаємо ТРН-32, магнітний пускач ПА-332 третьої величини.

Для другого ЕД згідно з таблицею додатку Д.9.1. $I_{н.тепл2} = 23 \cdot 1,2 \cdot 15 = 18 A$; теплове реле приймаємо ТРН-25, магнітний пускач ПМЕ-232 другої величини.

Для третього ЕД згідно з таблицею додатку Д.9.1. $I_{н.тепл3} = 23 \cdot 1,2 \cdot 14 = 16.8 A$; теплове реле приймаємо ТРН-25, магнітний пускач ПМЕ-232 другої величини.

Для четвертого ЕД згідно з таблицею додатку Д.9.1. $I_{н.тепл4} = 56 \cdot 1,2 \cdot 37.6 = 45.12 A$; теплове реле приймаємо ТРП-60, магнітний пускач ПА-432 четвертої величини.

Виконаємо перевірку вибраних АЗ та перерізу жил провідників.

Від струмів КЗ згідно з умовою $I_{н.вст} \geq 3 \cdot I_{дон}$:

1 ЕД $I_{дон1} = 100 \cdot 3 \cdot 41 = 123 A$; умова виконується.

2 ЕД $I_{дон2} = 63 \cdot 3 \cdot 21 = 63 A$; умова виконується.

3 ЕД $I_{дон3} = 63 \cdot 3 \cdot 16 = 48 A$; умова не виконується.

4 ЕД $I_{дон4} = 125 \cdot 3 \cdot 70 = 210 A$; умова виконується.

У зв'язку з тим, що для третього проводу умова не виконується, збільшуємо допустимий струм провідника.

Для третього ЕД $I_{дон} = 24 A$, згідно з таблицею Д.2.3, тоді $63 \cdot 72$ умова виконується, переріз провідника становитиме 5 мм^2 .

3.4 Висновок: при проведенні перевірного розрахунку силової мережі було виявлено що:

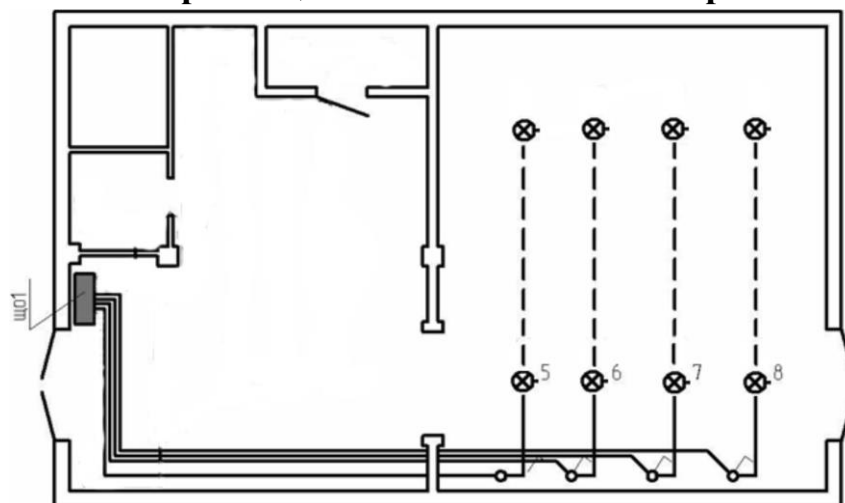
- Запобіжник для першого ЕД в проекті заявлено зі струмом плавкої вставки 31,5А, а згідно з розрахунками він складає 100А;
- Запобіжник для другого ЕД в проекті заявлено зі струмом плавкої вставки 45А, а згідно з розрахунками він складає 63А;
- Запобіжник для третього ЕД в проекті заявлено зі струмом плавкої вставки 30А, а згідно з розрахунками він складає 63А;
- Запобіжник для четвертого ЕД в проекті заявлено зі струмом плавкої вставки 40А, а згідно з розрахунками він складає 125А;
- Було замінено теплове реле для першого ЕД з ТРН-25 на ТРН-32 згідно з розрахунком;
- Було замінено теплове реле для третього ЕД з ТРН-8 на ТРН-25 згідно з розрахунком;
- Було замінено теплове реле для четвертого ЕД з ТРН-32 на ТРП-60 згідно з розрахунком;
- Замінено переріз провідників для третього ЕД.

4. Теплові розрахунки освітлювальної мережі

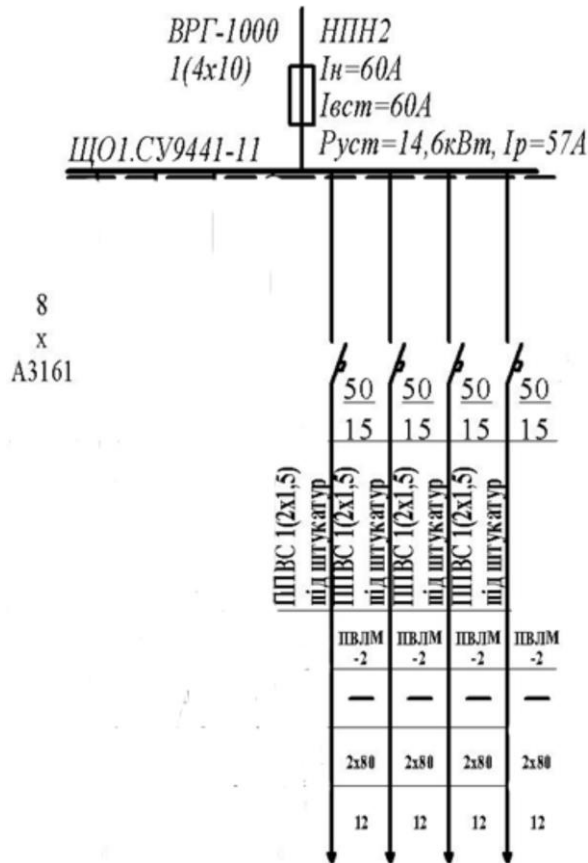
- Кількість груп світильників – 4
- Тип ламп джерела світла – лампи розжарювання
- Характеристика освітлювальної мережі.

| № групи на плані | Тип ламп джерела світла | Кількість ламп у групі, шт. | Потужність однієї лампи, Вт | Тип апарату захисту |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1 | розжарювання | 30 | 100 | автоматичний вимикач |
| 2 | розжарювання | 32 | 100 | автоматичний вимикач |
| 3 | розжарювання | 32 | 100 | автоматичний вимикач |
| 4 | розжарювання | 34 | 100 | автоматичний вимикач |

4.1. План розміщення освітлювальної мережі



4.2. Принципова схема розподільчої мережі освітлення 380/220В.



4.3. Розрахунок і вибір складових освітлювальної мережі, відповідно до принципової схеми.

- Номінальний струм відхідної лінії EL1

$$I_{p1} = I_n = \frac{\sum \cdot P_i}{U_\phi} = \frac{30 \cdot 100}{220} = 13,6A$$

- Номінальний струм відхідної лінії EL2

$$I_{p2} = I_n = \frac{\sum \cdot P_i}{U_\phi} = \frac{32 \cdot 100}{220} = 14,5A$$

- Номінальний струм відхідної лінії EL3

$$I_{p3} = I_n = \frac{\sum \cdot P_i}{U_\phi} = \frac{32 \cdot 100}{220} = 14,5A$$

- Номінальний струм відхідної лінії EL4

$$I_{p4} = I_n = \frac{\sum \cdot P_i}{U_\phi} = \frac{34 \cdot 100}{220} = 15,5A$$

- Номінальний струм навантаження щитка освітлення.

$$I_{p5} = I_n = I_{p1} + I_{p2} + I_{p3} + I_{p4} = 58,1A$$

Вибір автоматичних вимикачів відхідних ліній груп освітлення.

За номінальною напругою U_n автоматичні вимикачі повинні бути більше або дорівнювати 220 В:

$$U_n \geq 220\text{В.}$$

Оскільки освітлювальні мережі захищаються тільки від КЗ та апарати захисту вибираються з електромагнітним розчіплювачем. Згідно з проектом встановлені вимикачі типу А3161, за технічними характеристиками вони теплові. Замінюємо їх на вимикачі типу А3113/5 і струм електромагнітного розчіплювача вимикача визначається за умови

$$I_{\text{ем.розч.}} \geq 1,25 \cdot I_{\text{роб.}} \text{ А.}$$

- Автоматичний вимикач SF1,

$$I_{\text{ем.розч.1}} \geq 1,25 \cdot 13,6 = 17 \text{ А ;}$$

- Автоматичний вимикач SF2,

$$I_{\text{ем.розч.2}} \geq 1,25 \cdot 14,5 = 18,1 \text{ А ;}$$

- Автоматичний вимикач SF3,

$$I_{\text{ем.розч.3}} \geq 1,25 \cdot 14,5 = 18,1 \text{ А ;}$$

- Автоматичний вимикач SF4,

$$I_{\text{ем.розч.4}} \geq 1,25 \cdot 15,5 = 19,3 \text{ А ;}$$

- Автоматичний вимикач SF5,

$$I_{\text{ем.розч.5}} \geq 1,25 \cdot 58,1 = 72,6 \text{ А ;}$$

Відповідно до принципової електричної схеми освітлювальної мережі щиток освітлення вибраний типу СУ9441-11.

Щиток освітлення комплектується на вісім автоматичних вимикачів.

Таким чином вибираємо для відхідних ліній автоматичні вимикачі (додатки 8) типу А3113/5 із струмами електромагнітних розчіплювачів (ем.розч.)

- SF1 - А3113/5, $I_{\text{НОМ}}=100\text{А}$

$$I_{\text{ем.розч.1}}=18\text{А.}$$

$$18 > 17\text{А}$$

- SF2 - А3113/5, $I_{\text{НОМ}}=100\text{А}$

$$I_{\text{ем.розч.2}}=19\text{А.}$$

$$19 > 18,1\text{А}$$

- SF3 - А3113/5, $I_{\text{НОМ}}=100\text{А}$

$$I_{\text{ем.розч.3}}=19\text{А.}$$

$$19 > 18,1\text{А}$$

- SF4 - А3113/5, $I_{\text{НОМ}}=100\text{А}$

$$I_{\text{ем.розч.4}}=20\text{А.}$$

$$20 > 19,3\text{А}$$

- SF5 - А3113/5, $I_{\text{НОМ}}=100\text{А}$

$$I_{\text{ем.розч.5}}=80\text{А.}$$

$$80 > 72,6\text{А}$$

Розрахунок і вибір живильних проводів та способу їх прокладання.

В разі захисту автоматичними вимикачами з електромагнітним розчіплювачем, повинна виконуватися наступна умова:

$$\frac{I_{ем.розч}}{I_{доп}} \leq 4,5$$

- Провід відхідної лінії EL1. Номінальний струм ліній $I_{p1}=13,6$ А.

Згідно з проектом встановлено провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) з тривало допустимою силою струму $I_{доп.}=23$ А за таблицею Д.2.3, прокладено відкрито. Струм електромагнітного розчіплювача $SF1=18$ А, маємо $\frac{18}{23}=0,78 \leq 4,5$

умова виконується.

Остаточного вибираємо провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5), прокладання – під штукатуркою.

- Провід відхідної лінії EL2. Номінальний струм ліній $I_{p2}=14,5$ А.

Згідно з проектом встановлено провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) з тривало допустимою силою струму $I_{доп.}=23$ А за таблицею Д.2.3, прокладено відкрито. Струм електромагнітного розчіплювача $SF2=19$ А, маємо $\frac{19}{23}=0,82 \leq 4,5$

умова виконується.

Остаточного вибираємо провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) прокладання – під штукатуркою.

- Провід відхідної лінії EL3. Номінальний струм ліній $I_{p3}=14,5$ А.

Згідно з проектом встановлено провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) з тривало допустимою силою струму $I_{доп.}=23$ А за таблицею Д.2.3, прокладено відкрито. Струм електромагнітного розчіплювача $SF3=19$ А, маємо $\frac{19}{23}=0,82 \leq 4,5$

умова виконується.

Остаточного вибираємо провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) прокладання – під штукатуркою.

- Провід відхідної лінії EL4. Номінальний струм ліній $I_{p4}=15,5$ А.

Згідно з проектом встановлено провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) з тривало допустимою силою струму $I_{доп.}=23$ А за таблицею Д.2.3, прокладено відкрито. Струм електромагнітного розчіплювача $SF4=20$ А, маємо $\frac{20}{23}=0,86 \leq 4,5$

умова виконується.

Остаточного вибираємо провід з мідними жилами ППВС 1(2x1,5) прокладання – під штукатуркою.

Перевірка чутливості захисту і її здатність захищати дану ділянку мережі від К.З.

Для автоматичних вимикачів з електромагнітними розчіплювачами і номінальним струмом до 100А цю перевірку виконують за формулою $\frac{I_k}{I_{em}} \geq 1,4$, де I_k – струм короткого замикання в кінці ділянки, що захищається даним вимикачем.

Вид К.З. для визначення струму I_k приймається таким, при якому цей струм має найменше значення, найчастіше це буває струм однофазного К.З. На практиці, для коротких цехових ліній, величину струму однофазного К.З. приймають в межах (10-12) I_p , де I_p – номінальний струм ділянки, що захищається.

- Чутливість автоматичного вимикача SF1.

$$\frac{10 \cdot I_p}{I_{em,SF1}} = \frac{10 \cdot 13,6}{18} = 7,5 \geq 1,4$$

- Чутливість автоматичного вимикача SF2.

$$\frac{10 \cdot I_p}{I_{em,SF2}} = \frac{10 \cdot 14,5}{19} = 7,6 \geq 1,4$$

- Чутливість автоматичного вимикача SF3.

$$\frac{10 \cdot I_p}{I_{em,SF3}} = \frac{10 \cdot 14,5}{19} = 7,6 \geq 1,4$$

- Чутливість автоматичного вимикача SF4.

$$\frac{10 \cdot I_p}{I_{em,SF4}} = \frac{10 \cdot 15,5}{20} = 7,75 \geq 1,4$$

- Чутливість автоматичного вимикача SF5.

$$\frac{10 \cdot I_p}{I_{em,SF5}} = \frac{10 \cdot 58,1}{80} = 7,26 \geq 1,4$$

Як видно із розрахунків, вибрані автоматичні вимикачі мають достатньо високу чутливість.

4.4 Висновок: при перевірочному розрахунку освітлювальної мережі цеху шліфування, були замінені автоматичні вимикачі типу А3163 на тип А3113/5, у зв'язку з тим, що їх технічні характеристики не задовольняли розрахунки.

5. Розрахунок магістральної лінії (мережі живлення).

Магістральні лінії, як правило, проходять поза приміщеннями, в землі. Оскільки мережі живлення не проходять в середині приміщення, то вони не потребують захисту від перевантаження, але потребують захисту від КЗ.

Згідно з умовою знаходимо розрахунковий струм магістральної лінії:

$$I_{p.m} = K_o \sum I_{p.двиг} + \sum I_{p.освіт}$$

K_o – коефіцієнт одночасності, що залежить від кількості струмоприймачів, степені їх завантаження, одночасності їх роботи:

| число струмоприймачів (двигунів) | Коефіцієнт одночасності (K_o) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 2 | 0.85 |
| 3 | 0.80 |
| 4-5 | 0.75 |
| 6-7 | 0.7 |
| 8-10 | 0.65 |

$$I_{p.m} = 0.75 \cdot 88,6 + 58,1 = 124,6 \approx 125 \text{ A}$$

Згідно з умовою $I_{доп} \geq I_{p.m}$ перевіряємо переріз провідника магістральної лінії:

Згідно з т.1.3.6. [4] допустимий струм провідника становить 150А, а переріз 25 мм² ($150 \geq 125$).

Виконуємо перевірку вибору апарату захисту магістральної мережі згідно з умовою:

$$I_{макс.маг} = K_o \sum_{i=1}^{n-1} I_{роб.двиг} + I_{пуск}^{max} + \sum I_{роб.освіт}$$

$$I_{макс.маг} = 0,75 \cdot 52 + 244,4 + 58,1 = 341,5 \approx 342 \text{ A}$$

$$I_{н.вст} = 150 \geq \frac{342}{2,5} = 136,8 \text{ умова виконується}$$

Згідно з додатком 3 обираємо запобіжник ПН2 250/150.

Виконуємо перевірку відповідності вибраних апаратів захисту перерізу жили провідника магістральної лінії відповідно до умови:

$$I_{н.вст} \leq 3 \cdot I_{доп}$$

$$150 \leq 3 \cdot 150 \text{ умова виконується.}$$

Виконаємо перевірку на селективність (*Селективність (або іншими словами розмежування) – це координування захисних пристроїв так, щоб аварійна ділянка відключалася тільки захисним пристроєм, розташованим в мережі безпосередньо перед місцем виникнення аварії, не приводячи до спрацьовування інших захисних пристроїв.*). При застосуванні однотипних запобіжників селективними вважаються ті, що розрізняються на два ступені номінальних струмів плавких вставок.

Умова: $\frac{I_{н.вст.М.}}{I_{н.вст.найб}} \geq 1,6$; $\frac{150}{125} = 1,2 \geq 1,6$, умова не виконується.

Збільшуємо струм плавкої вставки запобіжника до 200 А, тоді

$\frac{200}{125} = 1,6 \geq 1,6$, умова виконується.

6. Висновок про відповідність запроектованого електроустаткування вимогам пожежної безпеки, ПБЕ та ПУЭ.

| № з/п | Найменування електричного обладнання | Фактичне виконання | Необхідне виконання для зони класу П-П | Обґрунтування нормами | Висновок відповідності |
|-------|--------------------------------------|------------------------|--|---------------------------------|--------------------------|
| 1. | Електродвигун АИР132М2 | IP00 | IP 44 | Т.5.1.[3] | Не відповідає |
| 2. | Електродвигун 4АМ112М2 | IP00 | IP 44 | Т.5.1.[3] | Не відповідає |
| 3. | Електродвигун 4АМ132М8 | IP00 | IP 44 | Т.5.1.[3] | Не відповідає |
| 4. | Електродвигун ЧАМ180М6 | IP00 | IP 44 | Т.5.1.[3] | Не відповідає |
| 5. | ШР 11-73702У3 | IP22 | IP 44 | Т.5.2.[3] | Не відповідає |
| 6. | Силова проводка | ППВ (3x4) в полу | ППВ (3x4) в полу | п.5.10.1 .[3] п. 5.10.4. [3] | Відповідає Відповідає |
| 7. | Силова проводка | ППВ в трубі Т.3/4" | ППВ в трубі Т.3/4" | п.5.10.1 .[3] п. 5.10.4.[3] | Відповідає Відповідає |
| 8. | Силова проводка | АППВ по стіні і в полу | АППВ по стіні і в полу | п.5.10.1 .[3] п. 5.10.4.[3] | Відповідає Відповідає |
| 9. | Силова проводка | АВРГ в полу | АВРГ в полу | п.5.10.1 .[3] п. 5.10.4.[3] | Відповідає Відповідає |
| 10. | ПМЕ-232 | IP54 | IP44 | Т.5.2.[3] | Відповідає |
| 11. | ПА-322 | IP44 | IP44 | Т.5.2.[3] | Відповідає |
| 12. | ПМЕ-132 | IP44 | IP44 | Т.5.2.[3] | Відповідає |
| 13. | ПА-332 | IP54 | IP44 | Т.5.2.[3] | Відповідає |
| 14. | Проводка освітлювальна | ППВС під штукатуркою | ППВС під штукатуркою | п.5.10.1 .[3] п. 5.10.4.[3] | Відповідає Відповідає |
| 15. | Світильник НСП-11-100 | IP00 | 2'3 | Т.5.3.[3] | Не відповідає |
| 16. | Щиток освітлення СУ9441-11 | IP34 | IP44 | Т.5.2.[3] | Не відповідає |

Література

1. Кодекс ЦЗ України від 02.10.2012 №5403-VI.
2. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок
3. НАПБ А.01.001 Правила пожежної безпеки в Україні.
4. Правила улаштування електроустановок Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 № 476
5. ДБН В.2.5-23 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
6. Спеціальна електротехніка навчальний посібник/ О.М. Землянський, К.І. Мигаленко. П.І. Заїка, В.І. Томенко, С.С. Тарасов, О.О. Зобенко, М.Г. Томенко – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022 – 540 с.
7. ДСТУ EN 60529:2018 Ступені захисту, забезпечувані кожухами (Код IP) (EN 60529:1991; A1:2000; A2:2013; AC:1993; AC:2016, IDT; IEC 60529:1989; A1:1999; A2:2013; Cor 2:2015, IDT)
8. ДСТУ EN 60598-1:2015 Світильники. Частина 1. Загальні вимоги та випробування (EN 60598-1:2015, IDT)
9. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD)