**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

#### Національний університет “Запорізька політехніка”

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

з вивчення дисципліни та виконання контрольних завдань дисципліни «Електричні апарати» для освітньої програми

«Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» заочної форми навчання

**2020**

Методичні вказівки з вивчення дисципліни та виконання контрольних завдань дисципліни «Електричні апарати» для освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод». спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» заочної форми навчання / Укл.: М.В. Антонова. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2020. – 48 с.

Укладач: М.В. Антонова

Рецензент: О.В. Близняков, доцент, канд.техн.наук Відповідальний

за випуск: Р.Е. Мохнач

Затверджено

на засіданні кафедри “Електричні та електронні апарати”

Протокол № 2

від «28» вересня 2020 р.

Рекомендовано до видання

НМК Електротехнічного факультету Протокол № 2

від «22» жовтня 2020 р.

**ЗМІСТ**

1. [Загальні методичні вказівки 4](#_bookmark0)
2. [Робоча програма і методичні вказівки щодо вивчення тем](#_bookmark1) [дисципліни 6](#_bookmark1)
3. [Перелік лабораторних робіт 10](#_bookmark2)
4. [Контрольні завдання 11](#_bookmark3)
   1. [Література 19](#_bookmark4)
   2. [Контрольні запитання 19](#_bookmark5)
   3. [Задачі для самостійної роботи 20](#_bookmark6)
      1. [Задача 20](#_bookmark7)
      2. [Задача (самостійно) 26](#_bookmark8)
      3. [Задача (самостійно) 27](#_bookmark9)
      4. [Задача (самостійно) 28](#_bookmark10)

[Список літератури 29](#_bookmark11)

[Додаток А 30](#_bookmark12)

[Додаток Б 40](#_bookmark13)

[Додаток В 43](#_bookmark14)

### ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Відповідно навчального плану для заочної форми навчання освітньої програми «Електричні машини і апарати» спеціальності 141

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» дисципліна

«Електричні апарати» складається з лекцій, лабораторних робіт та контрольної роботи. Підсумковою формою контролю є залік.

Мета викладання дисципліни «Електричні апарати» полягає в формуванні у студентів знань, навиків та умінь, що дозволять їм здійснювати розрахунок, вибір та експлуатацію електричних (в тому числі електромеханічних) апаратів та використовувати їх для створення більш сучасних та досконалих електротехнічних засобів.

Завдання дисципліни «Електричні апарати» полягає в засвоєні фундаментальних теоретичних основ різноманітних фізичних явищ, що відбуваються в електричних апаратах і на яких засновано їх функціонування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

* знати: фізичні процеси, що відбуваються в електричних апаратах та методи їх аналізу; принципи роботи основних елементів електричних апаратів та співвідношення для їх розрахунків; принципи роботи основних груп електричних апаратів, які використовуються в системах електропостачання промислових підприємств при автоматизації виробничих процесів та електропривода; основні напрями застосування електричних апаратів, їх вибору та експлуатації; особливості застосування електричних апаратів.
* вмiти: здійснювати дослідження та розрахунки основних елементів електричних апаратів; здійснювати грамотний і обґрунтований вибір електричних апаратів для електричних систем та їх експлуатацію; здійснювати настроювання електричних апаратів, встановлення та регулювання їх уставок; набути навички інженерної діяльності, а саме: розпізнавати, аналізувати і описувати конкретні апарати на функціональному, конструктивному та структурному рівнях, визначати принцип дії, перелік вимог та критеріїв оцінки.

На установочну сесію виносяться 7 тем, які у сконцентрованому вигляді відповідають на усі питання, пов’язані з вивченням дисципліни:

* вступ до дисципліни;
* електричні реле;
* автоматичні повітряні вимикачі (автомати);
* запобіжники;
* безконтактні та бездугові електричні апарати.

На установочну сесію виносяться одна лабораторна робота: поляризовані реле, яка наочно дозволить вивчити принцип дії, конструкцію та способи настроювання поляризованих реле, а також експериментально визначити їх основні параметри й навчати практично здійснювати їх настроювання.

Подробиці всіх тем вивчаються самотужки, що і застерігається в методичних вказівках. До самостійної роботи мають також відношення:

* захист лабораторної роботи;
* виконання контрольної роботи;
* підготовка до заліку.

Установочні лекції є тільки каркасом повного масиву знань з дисципліни «Електричні апарати». Подробиці теоретичних знань поповнюються та закріплюються за допомогою лабораторних робіт, а контрольна робота виконується за допомогою рекомендованої літератури.

На залік виносяться, головним чином, теоретичні питання.

### РОБОЧА ПРОГРАМА І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ

#### Змістовий модуль 1. Електромагнітні явища в електричних апаратах

**Тема 1.** Призначення та функції, що виконують електричні апарати в системах електропривода та автоматики. Призначення та функції, що виконують електричні апарати в системах електропривода та автоматики. Класифікація електричних апаратів та вимоги до окремих їх видів.

Під час проведення установочної сесії вивчення теми займає 1,5 годин і 28,5 годин необхідно для самостійного вивчення матеріалу в повному обсязі.

Зміст робочої програми теми.

Вступ (предмет, задачі та зміст дисципліни;) Загальні відомості про електричні апарати.

Методичні вказівки щодо вивчення теми

Під час вивчення даної теми особливу увагу треба звернути на поняття про електричний апарат, технічні параметри електричних апаратів, захисні оболонки електричних апаратів, кліматичне виконання та категорію розміщення, вимоги до електричних апаратів, а також їх позначення.

Запитання для самоперевірки

* 1. Дайте визначення «Електричний апарат».
  2. Як класифікуються апарати за їх призначенням.
  3. Які основні вимоги висуваються до електричних апаратів.
  4. В яких режимах можуть працювати електричні апарати.

**Тема 2.** Електромагнітні процеси та явища в електричних апаратах. Основні елементи конструкції контакторів постійного та змінного струму. Робота контактів у розімкнутому стані, розхил контактів. Загальна характеристика електродугового розряду при розмиканні контактів під навантаженням. Загальні принципи дії дугогасильних пристроїв комутаційних апаратів, критичні струми. Електрична ерозія контактів та засоби її обмеження. Металокерамічні контакти.

Електромагнітний привод контактора. Характеристика протидіючих сил та тягова характеристика електромагніту, їх узгодження. Особливості конструкції електромагнітів змінного струму. Вібрація якоря та засоби її усунення. Форсовані електромагнітні системи.

Під час проведення установочної сесії вивчення теми займає 1,5 години лекції й 2 години лабораторна робота, а також 36 годин необхідно для самостійного вивчення матеріалу в повному обсязі.

Зміст робочої програми теми.

Контакти електричних апаратів. Конструкція контактів. Опір контакта. Нагрівання контакта. Режими роботи контакта. Матеріали контактів.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення комутуючий контакт.
2. Що характеризує опір стягування?
3. Від яких параметрів залежить температура площадки дотику?
4. Дайте характеристику матеріалам, що найчастіше використовуються в електричних апаратах низької напруги.

#### Змістовий модуль 2. Електромеханічні апарати в системах електроприводу та автоматики

**Тема 3.** Електричні апарати керування. Загальна характеристика електричних апаратів керування, основні режими їх роботи. Основні елементи конструкції. Особливості режимів роботи. Вибір електричних апаратів керування для систем електропривода та автоматики.

Під час проведення установочної сесії вивчення теми займає 1 години лекції, а також 20 годин необхідно для самостійного вивчення матеріалу в повному обсязі.

Зміст робочої програми теми.

Нагрів та охолодження електричних апаратів. Межі температури елементів апаратів. Задачі теплового розрахунку. Джерело тепла в електричних апаратах. Розрахунок потужності втрат. Способи теплообміну. Режими роботи та нагрівання електричних апаратів.

Процес нагрівання при короткому замиканні. Термічна стійкість електричного апарату.

Запитання для самоперевірки

1. Опишіть явище нагрівання електричного апарату.
2. Що є джерелом тепла в електричних апаратах. Що може впливати на температурні процеси в електричних апаратах?
3. Охарактеризуйте режими теплообміну в електричних апаратах. Наведіть приклади.
4. Що таке термічна стійкість? Від чого вона залежить?

**Тема 4.** Електричні апарати комутації та захисту. Загальна характеристика аварійних станів, що виникають в системах електропривода та автоматики. Призначення, класифікація та функції, що виконують захисні апарати. Головні елементи конструкцій.

Під час проведення установочної сесії вивчення теми займає 1 години лекції, а також 20 годин необхідно для самостійного вивчення матеріалу в повному обсязі.

Зміст робочої програми теми.

Поняття аварійних станів. Методи розрахунку електродинамічних сил. Електродинамічні зусилля між паралельними провідниками. Електродинамічні зусилля витку, котушки, між витками та котушками. Електродинамічне зусилля при змінному струмі. Електродинамічна стійкість. Процеси комутації в електричних колах. Поняття електрична дуга. Фізичні процеси в електричній дугі. Вольт- амперна характеристика дуги. Умови гасіння дуги. Способи гасіння дуги. Дугогасильні пристрої.

Запитання для самоперевірки

1. Процес комутації в електричних апаратах.
2. Опишіть процес виникнення дуги в електричних апаратах.
3. Порівняйте способи гашення дуги.
4. Чим відрізняються дугогасильні пристрої?
5. Дайте визначення електродинамічна стійкість.
6. Чи впливає форма перетину провідника на величину електродинамічної стійкості.

**Тема 5.** Електромеханічні апарати автоматики. Електромеханічні реле, датчики - їх призначення, класифікація за функціями та принципом дії. Основні параметри.

Під час проведення установочної сесії вивчення теми займає 1 години лекції й 2 години лабораторна робота, а також 34 годин необхідно для самостійного вивчення матеріалу в повному обсязі.

Зміст робочої програми теми.

Поняття електромагніт. Основні конструкції датчиків та реле. Устрій та принцип дії електромагніту. Електромагнітна сила. Динаміка електромагніта. Прискорення та сповільнення спрацювання електромагніта.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте порівняльну характеристику магніта та електромагніта.
2. Опишіть устрій електромагніта. В яких електричних апаратах застосовують електромагніт.
3. Наведіть схеми сповільнення спрацювання електромагніту.
4. Що таке час спрацювання електромагніту та час спрацювання при включенні.

*Рекомендована література: [1-3, 7, 15, 18, 21]*

### ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

**Лабораторна робота №1.** Контактор постійного струму – 3 години.

**Лабораторна робота №2.** Контактор змінного струму – 4 години.

**Лабораторна робота №3.** Автоматичний вимикач – 2 години. **Лабораторна робота №4** Електромагнітні реле часу – 3 години. **Лабораторна робота №5.** Електромагнітні нейтральні реле 9 –

2 години.

Лабораторні роботи виконується за методичними вказівками Для забезпечення самостійного вивчення студентами

лабораторних робіт під час виконання, необхідна належна їх

організація. Лабораторне заняття, як правило починається з опитування студентів з метою виявлення їх підготовки. Студенти, які виявили недостатню підготовку й знання до лабораторних робіт не допускаються.

До виконання лабораторної роботи необхідно:

* знати відповідний теоретичний та розрахунковий матеріал, мету роботи та методику її проведення;
* знати будову лабораторного стенду, вивчити обладнання та прилади, які використовуються.

В процесі виконання роботи студенту необхідно:

* точно виконувати вимоги техніки безпеки та правила експлуатації лабораторного стенду, обладнання та приладів, що використовуються;
* виконувати роботи у відповідності з методикою та методичними вказівками;
* уважно проводити необхідні виміри та запис результатів;
* аналізувати та критично оцінювати отримані результати.

Оформлення роботи та захист здійснювати в той же час, який дається для виконання даної роботи або під час консультацій.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

З дисципліни «Електричні апарати» кожен студент заочної форми навчання виконує одну контрольну роботу у відповідності до розділів теоретичного курсу. Контрольна робота виконується з метою закріплення теоретичних знань, одержаних внаслідок вивчення дисципліни. На виконання контрольної роботи витрачається біля 8 годин. Номер варіанту визначається викладачем.

#### Тема: Вибір плавких запобіжників, автоматичних вимикачів та перерізу проводів і кабелів за допустимим нагріванням

Мета заняття: Навчитися вибирати переріз проводів за умовами нагрівання та вибирати апарати для захисту мереж від перенавантаження та короткого замикання.

Теоретичні положення

При протіканні по проводу електричного струму він нагрівається до температури, при якій кількість теплоти, яку одержує провід, дорівнює кількості теплоти, яка віддається його поверхнею у навколишнє середовище. Температура проводу не повинна перевищувати наступні значення [2 гл.1.3, с.18; 3 с.83; 4 с.83; 5 с.25; 6

с.19; 8 с.32; 9 с.120; 10 с.7]:

70 0С - для неізольованих проводів;

55 0С - для проводів із звичайною гумовою ізоляцією; 65 0С - для проводів із гумовою теплостійкою ізоляцією; 70 0С - для проводів із полівінілхлоридною ізоляцією.

Для кабелів із паперовою ізоляцією в металевій оболонці: 80 0С - при напрузі 3 кВ; 65 0С - при 6 кВ; 60 0С - при 10 кВ;

50 0С - при 20 та 35 кВ.

При розрахунках та виборі перерізу проводів за допустимим нагріванням необхідно визначити струм, який можна пропустити через провід при заданих умовах, так щоб його температура не перевищила допустиму.

При короткому замиканні (к.з.), або при перевантаженнях, коли струм в проводі перевищує номінальні (розрахункові) значення, проводка повинна автоматично відключатися, інакше може загорітися ізоляція, або інші предмети, що розташовані біля проводів.

Для автоматичного відключення проводки при перевищенні

встановлених значень струму застосовують апарати захисту - плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі та ін. Якщо проводка захищена запобіжниками або автоматами, то розрахунок електричної мережі починають з вибору апаратів захисту.

Вибір плавких запобіжників та перерізу проводів і кабелів за допустимим нагріванням.

Плавкі запобіжники вибирають за наступними параметрами [3 с.87- 89; 4 с.87-90; 5 с.29-38; 6 с.29; 8 с.33-42; 9 с.272-280; 10 с.14-36]:

1. Тип запобіжника.
2. За номінальною напругою запобіжника:

*Uн.зап.*  *Uн.мер.*

(4.1)

де *Uн.мер*

* номінальна напруга мережі, В.

1. За номінальним струмом плавкої вставки запобіжника.

Плавка вставка запобіжника для захисту окремого струмоприймача вибирається за більшим значенням із двох умов:

- умова 1:

*Iв*  *І р*

(4.2)

де *І р*

* тривалий робочий струм лінії, А. Для електродвигуна:

*І*  *к*  *І*  *к*  *Рн ,*



*3* *Uн*  *cosφн* *ηн*

(4.3)

де *кз*

*р з н.дв з*

* коефіцієнт завантаження двигуна,

*Рн* – номінальна потужність електродвигуна, кВт;

*Uн* – номінальна напруга мережі, кВ;

*cosφн*

двигуна;

* коефіцієнт потужності при номінальному завантажені

*ηн* – к.к.д. електродвигуна при номінальному завантажені.

Для освітлювального навантаження:

*І р* 



*3Uн*

*Рл*

(4.4)

де *Рл*

* освітлювальне навантаження лінії, кВт.

- умова 4.2:

*І*  *Іmax* , (4.5)

*в α*

де *Іmax*

* максимальний струм лінії, обумовлений запуском

електродвигуна, А;

*α* – коефіцієнт, що враховує умови пуску електродвигуна;

*α*  *2,5* при легкому пуску ( *t*  *5...10 с* ), *α*  *1,6 2,0*

при тяжкому

пуску електродвигуна (до 40 с) [3 с.88; 4 с.88; 5 с.30; 6 с.30; 8 с.34].

Для лінії, що живить один електродвигун:

де *кі*

*Іmax*  *Iпуск*  *кі*  *Ін.дв ,*

* кратність пускового струму електродвигуна.

Для мережі, яка живить групу струмоприймачів без

(4.6)

електродвигунів умова 4.1 записується так:

*Ів*  *k0* *Ipi*

де *k 0* – коефіцієнт одночасності;

, (4.7)

*І pi* – розрахунковий (робочий) струм і-го споживача, А. Для групи струмоприймачів, серед яких є електродвигуни:

*Іmax*  *k0*  *I p**n**1*  *Iпуск1*

(4.8)

де *Іпуск1* – пусковий струм одного електродвигуна, під час пуску якого максимальний струм в лінії буде найбільшим, А;

 *І p**n**1*

* сума тривалих робочих струмів інших споживачів,

без врахування електродвигуна із найбільшим пусковим струмом, А.

Тоді умова 4.2 (6.5) для групи струмоприймачів, серед яких є електродвигуни, буде мати наступний вигляд:

*k0*  *I p**n**1*  *Iпуск1*

*Iв*  *α*

(4.9)

Умова селективності: необхідно, щоб номінальний струм плавкої вставки кожного наступного запобіжника (в напрямку до джерела живлення) був на один-два ступеня більшим від номінального струму плавкої вставки попереднього запобіжника.

Після того, як визначили номінальний струм плавкої вставки вибирають відповідний йому переріз проводу.

Вибір перерізу проводу залежить від того, чи буде він захищатися плавкою вставкою лише від короткого замикання, чи й від перевантаження також. Від короткого замикання необхідно захищати всі мережі.

Від перевантаження необхідно захищати [3 с.89; 4 с.89; 5 с.32; 6 с.32; 8 с.35]:

* всі мережі у вибухонебезпечних приміщеннях;
* освітлювальні мережі в житлових та суспільних приміщеннях, в торговельних та службово-побутових приміщеннях виробничих підприємств та у пожежонебезпечних зонах;
* мережі будь-якого призначення, виконані проводами із горючою ізоляцією, які прокладені відкрито;
* силові мережі промислових підприємств, житлових, громадських і торговельних приміщень, в яких за умовами технологічного процесу або режиму роботи можуть виникнути тривалі перевантаження.

Якщо мережу необхідно захистити від короткого замикання та

перевантаження, то допустимий струм проводів з полівінілхлоридною, гумовою та аналогічною ізоляцією визначається так:

*Iдоп*  *1,25*  *Ів*

де *Ідоп* – тривало допустимий струм проводу, А;

Для кабелів з паперовою ізоляцією допускається:

*Ідоп*  *Ів*

(4.10)

(4.11)

Якщо проводку необхідно захищати лише від струмів к.з., тоді:

*Ідоп*  *0,33*  *Ів*

(4.12)

За значенням допустимого розрахунку струму та за способом прокладки проводу за таблицями ПУЕ визначають значення допустимого табличного струму та відповідний йому стандартний переріз проводу або кабелю [1 гл.1.3; 2 гл.1.3; 3 с.461-468; 4 с.503-508; 5 с. 28; 6 с.28; 10 с.8]. Допустимі струми проводів і кабелів наведені для температури повітря +250С та температури землі +150С.

Вибраний провід перевіряють на тривалий робочий струм мережі:

*Ідоп*  *І р*

або *Ідоп.табл.kt*  *І p*

(4.13)

де *кг* - поправочний температурний коефіцієнт (вибирається із врахуванням умовної та розрахункової температури середовища та нормативної температури проводу) [1 гл.1.3; 2 гл.1.3; 3 с.467; 4 с.507; 5

с. 27; 10 с.10].

Переріз нульового робочого проводу повинен становити не менше 50% від перерізу фазного проводу; при необхідності він може бути збільшеним до 100% в порівнянні із фазним проводом [2 гл.1.3 (с.18)].

Вибір перерізу проводів та кабелів, які захищаються автомати- чними вимикачами, за допустимим нагріванням.

Автоматичний вимикач вибирають за наступними параметрами [3 с.87-89; 4 с.87-90; 5 с.29-38; 6 с.32; 8 с.33-42; 9 с.272-280; 10 с.14-36]:

1. Тип автомата.
2. За номінальною напругою автомата:

*Uн.авт.*  *Uн.мер.*

(4.14)

1. За номінальним струмом автомата:

*Ін.авт*  *І р*

(4.15)

1. За номінальним струмом автомата:

*Ін.авт*  *1,25*  *І р*

(4.16)

1. За струмом спрацювання електромагнітного розчеплювача (струм відсічки):

де *k*

*відс*

*Іс.ем. р.*  *1,25*  *Іmax*

*Іmax* , А, визначається за формулами (6) або (8).

*Іс.ем. р.*  *kвісд*  *Ін.т. р.*

* кратні відсічки (паспортна характеристика)

(4.17)

(4.18)

При виборі проводів, що захищають автоматичними вимикачами від короткого замикання та від перевантажень згідно з ПУЕ [2 гл. 1.3] необхідно, щоб виконувалися наступні умови:

1. при захисті автоматами, які лише електромагнітний розчіплювач, тривало допустимий стум проводів із полівінілхлоридною та гумовою ізоляцією визначають за умовою:

*Ідоп*  *1,25*  *І у.а*

(4.19)

де *І у .а*

* струм уставки автоматичного вимикача, А.

1. при захисті автоматами, які мають лише електромагнітний

розчіплювач і працюють у вибухонебезпечних виробничих приміщеннях, допустимий струм проводів із полівінілхлоридною та гумовою ізоляцією допускається визначати за умовою:

*Ідоп* *Іу.а*

(4.20)

Умову (20) необхідно також виконувати у наступних випадка:

* для кабелів з паперовою ізоляцією, які захищаються автоматами лише із електромагнітним розчеплювачем;
* для провідників усіх марок та вимикачів з нерегульованими тепловими розчеплювачами, з відсічкою або без неї;
* для проводів із полівінілхлоридною та гумовою ізоляцією з вимикачами, які мають регульований тепловий розчеплювач.

1. для кабелів із паперовою ізоляцією та ізоляцією із вулканізованого поліетилену, які захищаються вимикачами із регульованим тепловим розчіплювачем допустимий струм визначають за умовою:

*Ідоп*  *0,8Іу.а*

(4.21)

На відгалуженнях до електродвигунів з короткозамкненим ротором у вибухобезпечних зонах необхідно виконувати умову:

*Ідоп*  *Ін.дв*

(4.22)

а у вибухонебезпечних зонах:

*Ідоп*  *1,25Ін.дв*

(4.23)

Якщо проводку необхідно захищати тільки від короткого замикання, то допустимий струм проводів визначають за наступними умовами: – для автоматів з тепловим нерегульованим розчіплювачем:

*Ідоп*  *1,25Ін.т. р.*

(4.24)

* для автоматів з тепловими регульованим розчіплювачем:

*Ідоп*  *0,8*  *Ін.т. р.* ; (4.25)

* для автоматів, які мають лише електромагнітний розчіплювач:

*Ідоп*  *0,22Іс.е.м. р.*

(4.26)

(4.13):

Вибраний переріз проводів повинен задовольняти умови

*Ідоп*  *І р. , або Ідоп.табл.*  *kt*  *I p .*

Для відгалужень до електродвигунів:

*Ідоп*  *Ін.дв. або Ідоп.таб*  *kt*  *Ін.дв.*

Вибрані захисні апарати необхідно перевірити за умовами чутливості за наступними співвідношеннями:

* для плавких запобіжників та автоматів з тепловим розчіплювачем:

*І* *1*

*к*  *3, Ів*

*І* *1*

*к*  *3.*

*Ін.т. р.*

(4.27)

де *Ік(1)* – струм однополюсного к.з. в кінці лінії, що захищається, А. Для автоматів з електромагнітним розчіплювачем:

*І* *1*

*к*  *1,25...1,4*

*Іс.е.м. р.*

(4.28)

1,25 – для *Ін.а.**100 А;* 1,4 – для *Ін.а.*  *100 А.*

# ЛІТЕРАТУРА

2 c.83-89, 461-468; 4 с.83-89, 503-508; 5 с.25-38; 6 с.24-34;

8 с.32-42, 311; 9 с.26-36; 10 с.7-38.

# КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Допустимі температури нагрівання проводів.
2. Допустимі температури нагрівання кабелів з паперовою ізоляцією.
3. Умови вибору плавких запобіжників для захисту одиночного струмоприймача.
4. Умови вибору плавких запобіжників для захисту групи струмоприймачів.
5. Умови вибору автоматичних вимикачів.
6. Як вибирається переріз проводу, що захищається плавкими запобіжниками, за допустимим нагріванням?
7. Як вибирається переріз проводу, що захищається автоматичними вимикачами, за допустимим нагріванням?
8. В яких випадках проводку захищають від перевантаження?
9. Як забезпечується селективність захисту?
10. За якими умовами перевіряється вибраний переріз проводів?
11. Умови перевірки чутливості плавких запобіжників.
12. Умови перевірки чутливості автоматичних вимикачів.
13. Які поправочні коефіцієнти враховуються при розрахунку проводів за умовами нагрівання?

# ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

* + 1. ЗАДАЧА 4.3.1

В майстерні встановлені електродвигуни та освітлювальні установки. За технологією можливе перенавантаження двигуна М1. Лінія ТП-РЩІ (рисунок 1) прокладена кабелем з паперовою

ізоляцією в каналі при

*t01*  *20 C* . На інших ділянках проводка

виконана проводом АПВ в трубах. Освітлювальне навантаження та електродвигун М2 захищене плавкими запобіжниками FU1…FU3 та FU4…FU6, інші споживачі – автоматами QF1, QF2. Температура в приміщені майстерні *t01*  *30 C* . Напруга мережі 380 В. Коефіцієнт

одночасності на ділянці ТП-РЩІ прийняти рівним 0,9. Параметри споживачів електроенергії наведені в таблиці 4.1.

Вибрати параметри захисних апаратів та переріз проводів і кабелю за допустимим нагріванням.

Таблиця 4.1 – Параметри споживачів електроенергії

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Споживач | | |
| М1 | М2 | Л1 |
| Рн, кВт | 55,0 | 15,0 | 11,0 |
| Тип | фазний ротор | к.з. ротор | - |
| кі | 1,5 | 7,0 | 1,0 |
| *ηн* | 0,84 | 0,89 | 1,0 |
| *cosφн* | 0,88 | 0,9 | 1,0 |
| кз | 0,85 | 1,0 | 1,0 |

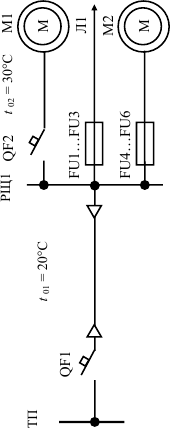


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема мережі

РОЗВ’ЯЗАННЯ:

Ділянка мережі РЩ1-М1:

1. Визначаємо номінальний струм електродвигуна М1:

*І*  *Рн*



*3Uнηн cosφн*



*3* *0,38* *0,84* *0,88*

*; І* 

*55,0*

 *113,2 А*

*н.дв н.дв*

1. Робочий (розрахунковий) струм лінії:

*І р*  *к3*  *Ін.дв , І р*  *0,85* *113,2*  *96,2 А* .

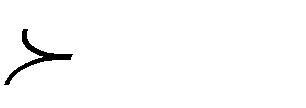
1. Вибираємо тип автоматичного вимикача: ВА51.
2. Номінальна напруга автомата:

*Uн.авт*  *Uн.мер , Uавт*  *660 В; 660**380*

1. Номінальний струм автомата:

*Ін.авт* *Ір; Ін.авт*  *100 А; 100**96 А.*

1. Номінальний струм теплового розчіплювача:
   * умова 1 :
   * умова 2:



*96 А.*

*Ін.т. р.*  *Ір ; Ін.т. р.*  *100 А; 100*

*Ін.т. р.*

 *Іmax ; І*

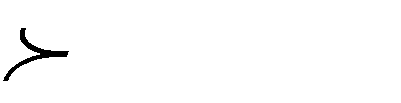
*α*

*н.т. р.*

 *80 А; 80*

*169,8*  *67,9 А.*

*2,5*



*Іmax*  *кі*  *Ін ; Іmax*  *1,5* *113,2*  *169,8 А*

Остаточно приймаємо *Ін.т. р.*  *100 А*

(за умовою 1).

1. Струм спрацювання електромагнітного розчіплювача:

*Іс.ем. р.*  *1,25Іmax ; Iс.ем. р.*  *квідс*  *Ін.т. р.;*

*Іс.ем.р.*  *7* *100*  *700 А; 700* *1,25* *169,8*   *212,3.*

1. Допустимий струм для проводу АПВ (три одножильних провода прокладені в трубі) при захисті від короткого замикання та перевантаження:

*Ідоп*  *І у.а.; Iдоп*  *100 А; F*  *50 мм2 ; І*  *130 А.*

*доп*

1. Вибраний переріз проводу необхідно перевірити за умовою:

*Ідоп.табл.*  *kt*  *Iн.дв.* .

Для проводу АПВ *t*  *70 C* . При температурі повітря

*t0*  *30 C, кt*  *0,94* [1- 5; 10]. Тоді:

*0,94* *130*  *122,2**113,2 А.*

Умова виконується.

На ділянці РЩ1-М1 приймаємо до встановлення автоматичний вимикач ВА51-31-34. Лінію виконуємо проводом АПВ 3х50, прокладеним в трубі.

Ділянка мережі РЩІ-М2:

1. *І*

*н.дв.* 

*15,0*

 *28,56 А.*

1. *І р*  *1,0*  *28,5*  *28,5 А.*



*3* *0,38* *0,89* *0,9*

1. Приймаємо запобіжник типу ПН2-100.
2. *Uн.зап*  *380 В; 380*  *380.*
3. *Ін.зап*  *100 А; 100**28,5.*
4. *Ів*  *28,5 А.*(умова 1);

*І*  *7*  *28,5*  *79,8 А* (умова 2).

*в 2,5*

Приймаємо

*Ів*  *80 А; 80**79,8*

*Ідоп*  *0,33*  *Ів ; Ідоп*  *0,33*  *80*  *26 ,4 А.*

1. *F*  *4 мм2 ; І*  *28,0 А; k*  *0,94.*

*доп.табл t*

*0,94*  *28,0*  *25,5**Ін.дв.*  *28,5 А.*

Умова не виконується.

Приймаємо провід більшого перерізу:

*F*  *6 мм2 ; І*  *32,0 А; k*  *0,94.*

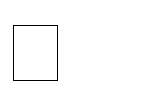
*доп.табл t*

*0,94*  *32,0*  *30,1**28,5.*

Умова виконується.

На ділянці РЩ1-М2 приймаємо запобіжник ПН2-100, Ів = 80 А. Лінію

виконуємо проводом АПВ 3 прокладеним в трубі.



6,

Ділянка РЩІ-Л1:

*Ін.*  *І р* 

*11*  *16 ,7 А.*

1. Вибираємо запобіжник типу НПН2-60.



*3* *0,38*

1. *Uн.зап*  *380 В; 380*  *380.*
2. *Ін.зап*  *63 А; 63**16 ,7.*
3. *Ів*  *20 А; 20**16 ,7.*

*Ідоп*  *1,25*  *Ів ; Ідоп*  *1,25*  *20*  *25,0 А.*

1. *F*  *5 мм2 ; І*  *27 ,0 А; k*  *0,94.*

*доп.табл t*

*0,94*  *27 ,0*  *25,4**Ін.дв.*  *16 ,7 А.*

Умова виконується.

На ділянці РЩ1-Л1 приймаємо запобіжник НПН2-60, Ів = 20 А. Лінію виконуємо проводом АПВ 4х5, прокладеним в трубі.

Ділянка мережі ТП-РЩ1:

1. *І р*  *k0* *Ір ; І р*  *0,9* *96,1*  *28,5*  *16,7*   *127,2 А.*
2. *Іmax*   *I p**n**1*  *Iпуск ; Imax*  *28,5*  *16 ,7*   *1,5* *113,2*  *215,0 А.*
3. Приймаємо автомат ВА51.
4. *Uн.авт*  *660 В; 660**380.*
5. *Ін.авт*  *160 А; 160**127,2.*
6. *Ін.т. р.*  *125 А; 160**127,5*

(умова 1)

*Ін.т. р.*

 *100 А; 100* *215,0*  *86 ,0* (умова 2).

*2,5*

Приймаємо

*Ін.т. р.*  *125 А.*

1. *Іс.ем. р.*  *10*  *Ін.т. р.; Іс.ем. р.*  *10* *160*  *1600 А.*

*Іс.ем. р.*  *1,25*  *Іmax ; 1600**1,25*  *215,0*  *268,8*

1. *Ідоп*  *Ін.т. р.; Ідоп*  *160 А.*

*F*  *50 мм2 ; І*

*доп.табл*  *180 А; kt*

 *1,04.*

Умова виконується.

На ділянці ТП-РЩ1 приймаємо автоматичний вимикач ВА51-33-

34.

Лінію виконуємо кабелем СБ 3х50 + 1х35, який прокладено в

каналі.

## ЗАДАЧА (САМОСТІЙНО)

У виробничому приміщенні приміщенні встановлені електродвигуни із короткозамкненим ротором та освітлювальні установки. Двигун М1 працює без перевантаження, М2 – з перевантаженням. Лінія ТП-РЩІ (рисунок 2) прокладена кабелем в

каналі при *t01 , C* . На інших ділянках проводку виконано проводом ПВ

в трубах. Освітлювальне навантаження Л1 та Л2 захищене плавкими запобіжниками, інші споживачі – автоматами. Температура в приміщені *t02 , C* . Напруга мережі 380 В. Коефіцієнт одночасності на

ділянці ТП-РЩІ – *k0* . Параметри споживачів електроенергії та вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 2. Вибрати параметри захисних апаратів та переріз проводів і кабелю за допустимим нагріванням.

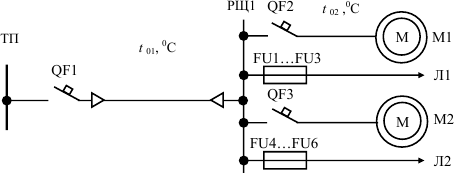


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема мережі

## ЗАДАЧА (САМОСТІЙНО)

У виробничому приміщенні встановленні електродвигуни з короткозамкненим ротором та освітлювальні установки. Двигуни М1 та М2 працюють без перевантаження. Лінія ТП-РЩІ (рисунок 6.3)

прокладена кабелем в землі при

*t01 , C* . На інших ділянках проводку

виконано проводом АПВ в трубах. Проводка мережі захищена автоматичними вимикачами. Температура в приміщені *t02 , C* . Напруга

мережі 380 В. Коефіцієнт одночасності на ділянці ТП-РЩІ – *k0* . Параметри споживачів електроенергії та вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 3. Вибрати параметри захисних апаратів та переріз проводів і кабелю за допустимим нагріванням.

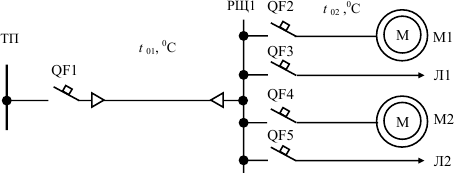


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема мережі

## ЗАДАЧА (САМОСТІЙНО)

У виробничому приміщенні встановленні електродвигуни з короткозамкненим ротором та освітлювальні установки. Двигун М1 працює з перевантаженням, М2 – без перевантаження. Лінія ТП-РЩІ (рисунок 6.4) прокладена кабелем в землі при *t01 , C* . На інших ділянках проводку виконано проводом ПРН в каналах. Проводка мережі захищена автоматичними вимикачами. Температура в приміщені *t02 , C* . Напруга мережі 380

В. Коефіцієнт одночасності на ділянці ТП-РЩІ – k0 . Параметри споживачів електроенергії та вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці Б.3. Вибрати параметри захисних апаратів та переріз проводів і кабелю за допустимим нагріванням.

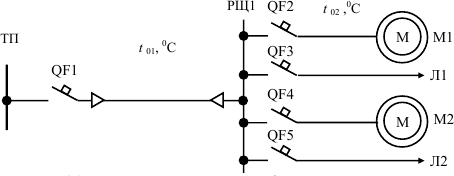


Рисунок 4.4 – Розрахункова схема мережі

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила устройства электроустановок. – Х.: Издательство

«ИНДУСТРИЯ», 2007. – 416с.

1. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства: (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) / И.А. Будзко, Н.М. Зуль. – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.
2. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства: (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства – 2-е вид. перероб. та доп./І.П. Притака. - К.: Вища школа. Головне вид- во, 1983.– 343с.
4. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства / І.П. Притака, В.В. Козирський. – К.: Урожай, 1995.– 304с.
5. Єрмолаєв С.О. Проектування систем електропостачання в АПК/ С.О. Єрмолаєв, В.Ф. Яковлєв, В.О. Мунтян та ін. – Мелітополь: Люкс, 2009. – 568 с.
6. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / под ред. И.А. Будзко. – М.: Колос, 1982. – 319с.
7. Каганов И. Л. Курсовое и дипломное проектирование / И.Л. Каганов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 351с.
8. Харкута К.С. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства: (Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов) / К.С. Харкута, С.В. Яницкий, Э.В. Ляш. – М.: Агропромиздат, 1992. – 223с.
9. Довідник сільського електрика. – 3-є видання, перероб. і доповн./ за ред. В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989, – 264с.
10. Коваленко О.І. Основи електропостачання сільського господарства : Навчальний посібник / О.І. Коваленко, Л.Р. Коваленко, В.О. Мунтян, І.П. Радько. – Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011. – 462с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Допустимий тривалий струм для проводів та шнурів із гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з мідними жилами

30

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для проводів, що прокладені | | | | | |
| відкрито | в одній трубі | | | | |
| двох  одножиль- них | трьох  одножиль- них | чотирьох одножиль-  них | одного  двожиль- ного | одного  трижиль- ного |
| 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 |

31

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для проводів, що прокладені | | | | | |
| відкрито | в одній трубі | | | | |
| двох одножиль- них | трьох одножиль- них | чотирьох одножиль-  них | одного двожиль- ного | одного трижиль- ного |
| 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 |

32

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для проводів, що прокладені | | | | | |
| відкрито | в одній трубі | | | | |
| двох одножиль- них | трьох одножиль- них | чотирьох одножиль-  них | одного двожиль- ного | одного трижиль- ного |
| 70 | 270 | 225 | 210 | 185 | 195 | 175 |
| 95 | 330 | 275 | 255 | 225 | 245 | 215 |
| 120 | 385 | 315 | 290 | 260 | 295 | 250 |
| 150 | 440 | 360 | 330 | – | – | – |
| 185 | 510 | – | – | – | – | – |
| 240 | 605 | – | – | – | – | – |
| 300 | 695 | – | – | – | – | – |
| 400 | 830 | – | – | – | – | – |

Таблиця А.2 – Допустимий тривалий струм для проводів та шнурів із гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з алюмінієвими жилами

33

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для проводів, що прокладені | | | | | |
| відкрито | в одній трубі | | | | |
| двох одножильних | трьох одножильних | чотирьох одножильних | одного двожильного | одного трижильного |
| 2 | 21 | 19 | 18 | 15 | 17 | 14 |
| 2,5 | 24 | 20 | 19 | 19 | 19 | 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 |

Продовження таблиця А.2

34

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для проводів, що прокладені | | | | | |
| відкрито | в одній трубі | | | | |
| двох одножильних | трьох одножильних | чотирьох одножильних | одного двожильного | одного трижильного |
| 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 |
| 150 | 340 | 275 | 255 | – | – | – |
| 185 | 390 | – | – | – | – | – |
| 240 | 465 | – | – | – | – | – |
| 300 | 535 | – | – | – | – | – |
| 400 | 645 | – | – | – | – | – |

Таблиця А.3 – Допустимий тривалий струм для кабелів із алюмінієвими жилами з гумовою або пластмасовою ізоляцією в свинцевій, полівінілхлоридній та гумовій оболонках, броньованих та неброньованих

35

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для кабелів | | | | |
| одножильних | двожильних | | трижильних | |
| при прокладанні | | | | |
| у повітрі | у повітрі | у землі | у повітрі | у землі |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |

Продовження таблиця А.3

36

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Переріз струмопровідної жили, мм2 | Струм, А, для кабелів | | | | |
| одножильних | двожильних | | трижильних | |
| при прокладанні | | | | |
| у повітрі | у повітрі | у землі | у повітрі | у землі |
| 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 |
| 150 | 340 | 270 | 390 | 235 | 335 |
| 185 | 390 | 310 | 440 | 270 | 385 |
| 240 | 465 | – | – | – | – |

37

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Провідники і апарати | Середовище | tон, оС |
| Проводи, шини, кабелі | Повітря Земля Вода | 25  15  15 |
| Апарати | Повітря | 35 |

неізольованих проводів та шин в залежності від температури землі та повітря

38

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Умовна емпература середовища , оС | Нормативна температура жил, оС | Поправочні коефіцієнти на струми при розрахунковій Температурі середовища, 0С | | | | | | | | | | | |
| до -5 | 0 | +5 | +10 | +15 | +20 | +25 | +30 | +35 | +40 | +45 | +50 |
| 15 | 80 | 1,14 | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1,0 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,68 |
| 25 | 80 | 1,24 | 1,20 | 1,17 | 1,13 | 1,09 | 1,04 | 1,0 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,80 | 0,74 |
| 25 | 70 | 1,29 | 1,24 | 1,20 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,0 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,67 |
| 15 | 65 | 1,18 | 1,14 | 1,1 | 1,05 | 1,0 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 | 0,55 |
| 25 | 65 | 1,32 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,06 | 1,0 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 |
| 15 | 60 | 1,20 | 1,15 | 1,12 | 1,06 | 1,0 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,75 | 0,67 | 0,57 | 0,47 |
| 25 | 60 | 1,36 | 1,31 | 1,25 | 1,20 | 1,13 | 1,07 | 1,0 | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,66 | 0,54 |
| 15 | 55 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,07 | 1,0 | 0,93 | 0,86 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 | 0,36 |
| 25 | 55 | 1,41 | 1,35 | 1,29 | 1,23 | 1,15 | 1,08 | 1,0 | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | 0.41 |
| 15 | 50 | 1,25 | 1,20 | 1,14 | 1,07 | 1.0 | 0,93 | 0,87 | 0,76 | 0,66 | 0,54 | 0,37 | – |
| 25 | 40 | 1,48 | 1,41 | 1,34 | 1,26 | 1,18 | 1,09 | 1,0 | 0,89 | 0,78 | 0,63 | 0,45 | – |

трубах або без)

39

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Відстань між кабелями, мм | Поправочний коефіцієнт при кількості кабелів | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 100 | 1 | 0,9 | 0,85 | 0,8 | 0,78 | 0,75 |
| 200 | 1 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,81 |
| 300 | 1 | 0,93 | 0,9 | 0,87 | 0,86 | 0,05 |

Таблиця Б.1 – Розрахункові параметри мережі для задачі 4.3.1

40

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пара метр | Варіант | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
| М1 | М2 | М1 | Л1 | М2 | Л2 | М1 | Л2 | М2 | Л1 | М1 | М2 | М1 | Л2 |
| Приміщ. | Майстерня | | Пилорама | | Кормоцех | | Млин | | Пилорама | | Млин | | Майстерня | |
| *Pn, кВт* | 7,5 | 5,5 | 22,0 | 8,0 | 11,0 | 11,0 | 18,5 | 11,0 | 30,0 | 2,0 | 11,0 | 22,0 | 4,0 | 6,0 |
| *кі.* | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 1,0 | 6,5 | 1,0 | 7,0 | 1,0 | 7,5 | 1,0 | 7,5 | 7,0 | 7,5 | 1,0 |
| *ηн* | 0,86 | 0,86 | 0,90 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,91 | 1,0 | 0,91 | 1,0 | 0,88 | 0,91 | 0,87 | 1,0 |
| *cosφn* | 0,81 | 0,86 | 0,87 | 1,0 | 0,83 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,87 | 0,89 | 0,88 | 1,0 |
| кз | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 1,0 |
| k0 | 0,85 | | 0,9 | | 0,95 | | 0,95 | | 0,85 | | 0,9 | | 0,95 | |
| t01,°C | 15 | | 20 | | 10 | | 15 | | 20 | | 10 | | 20 | |
| t02,°C | 20 | | 25 | | 15 | | 25 | | 30 | | 20 | | 25 | |

41

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пара метр | Варіант | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
| М1 | М2 | М1 | Л1 | М2 | Л2 | М1 | Л2 | М2 | Л1 | М1 | М2 | М1 | Л2 |
| Приміщ. | Майстерня | | Ферма ВРХ | | Кормоцех | | Млин | | Насосна | | Котельна | | Свинарня | |
| *Pn, кВт* | 3,0 | 2,2 | 5,5 | 4,0 | 30,0 | 8,0 | 22,0 | 7,0 | 15,0 | 1,0 | 4,0 | 3,0 | 7,5 | 4,0 |
| *кі.* | 7,5 | 6,5 | 7,0 | 1,0 | 7,0 | 1,0 | 7,0 | 1,0 | 7,0 | 1,0 | 7,5 | 7,0 | 7,5 | 1,0 |
| *ηн* | 0,85 | 0,81 | 0,85 | 1,0 | 0,92 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,87 | 0,85 | 0,88 | 1,0 |
| *cosφn* | 0,88 | 0,83 | 0,8 | 1,0 | 0,87 | 1,0 | 0,87 | 1,0 | 0,89 | 1,0 | 0,88 | 0,88 | 0,86 | 1,0 |
| кз | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,6 | 1,0 |
| k0 | 0,8 | | 0,85 | | 0,9 | | 0,95 | | 0,85 | | 0,85 | | 0,9 | |
| t01,°C | 10 | | 15 | | 20 | | 5 | | 15 | | 20 | | 10 | |
| t02,°C | 25 | | 30 | | 35 | | 40 | | 20 | | 25 | | 30 | |

42

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пара метр | Варіант | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | |
| М1 | М2 | М1 | Л1 | М2 | Л2 | М1 | Л2 | М2 | Л1 | М1 | М2 | М1 | Л2 |
| Приміщ. | Майстерня | | Пилорама | | Кормоцех | | Млин | | Пилорама | | Млин | | Майстерня | |
| *Pn, кВт* | 11,0 | 7,5 | 15,0 | 6,0 | 18,5 | 9,0 | 30,0 | 10,0 | 37,0 | 7,0 | 22,0 | 30,0 | 18,5 | 5,0 |
| *кі.* | 7,5 | 7,5 | 7,0 | 1,0 | 7,0 | 1,0 | 7,5 | 1,0 | 6,5 | 1,0 | 6,5 | 7,0 | 6,5 | 1,0 |
| *ηн* | 0,88 | 0,88 | 0,9 | 1,0 | 0,91 | 1,0 | 0,92 | 1,0 | 0,93 | 1,0 | 0,9 | 0,92 | 0,9 | 1,0 |
| *cosφn* | 0,9 | 0,86 | 0,89 | 1,0 | 0,89 | 1,0 | 0,87 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,83 | 0,87 | 0,85 | 1,0 |
| кз | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,9 | 1,0 | 0,7 | 1,0 | 0,6 | 1,0 |
| k0 | 0,8 | | 0,85 | | 0,9 | | 095 | | 0,85 | | 0,85 | | 0,9 | |
| t01,°C | 10 | | 15 | | 20 | | 5 | | 15 | | 20 | | 10 | |
| t02,°C | 02 | | 30 | | 35 | | 40 | | 20 | | 25 | | 30 | |

## ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Технічні характеристики запобіжників плавких

43

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номінальна напруга | Номінальний струм, А | | Граничний струм відключення, кА (при 380В) |
| запобіжника | плавкої вставки |
| ПР2 | 500 - 400 | 15 | 6, 10, 15 | 8,0 |
| 60 | 15, 20, 25, 35, 45, 60 | 4,5 |
| 100 | 60, 80, 100 | 11 |
| 200 | 125, 100, 160, 200 | 11 |
| 350 | 200, 225, 260, 300, 350 | 13 |
| 600 | 350, 430, 500, 600 | 23 |
| 1000 | 600, 700, 850, 1000 | 23 |
| ПН2 | 380 - 220 | 100 | 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 | 100 |
| 250 | 80, 100, 125, 160, 200, 250 | 100 |
| 400 | 200, 250, 315, 355, 400 | 40 |
| 630 | 315, 400, 500, 630 | 25 |

Продовження таблиці В.1

44

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номінальна напруга | Номінальний струм, А | | Граничний струм  відключення, кА (при 380В) |
| запобіжника | плавкої вставки |
| ППН-31  (взамін ПН2) | 380 - 220 | 100 | 31,5, 40, 50, 63, 80, 100 | - |
| 250 | 80, 100, 125, 160, 200, 250 | - |
| 400 | 200, 250, 315, 355, 400 | - |
| 630 | 315, 400, 500, 630 | - |
| НПН | 500 | 63 | 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 63 | 10 |
| НПН2 | 500 | 63 | 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 63 | 10 |
| ПП31 | 500 - 400 | 63 | 32, 40, 50, 63 | 100 |
| 160 | 50, 63, 80, 100, 125, 160 |
| 250 | 125, 160, 200, 250 |
| 630 | 200, 250, 320, 400, |
| 1000 | 500, 630, 800, 1000 |

Таблиця В.2 – Технічні характеристики автоматичних вимикачів

45

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номінальна напруга | Номінальний струм, А | | Уставка за струмом спрацювання електромагнітного розчіплювача, А | Граничний струм відключення, кА (при 380В) |
| вимикача | теплового розчіплювача (Ін.т.р) |
| АП50Б-3МТ | ~ 660 | 63 | 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; | 10Ін.т.р | 1…3 |
| 50; 63 | 4…7 |
|  |  |  | 6,3; 8; |  | 2 |
| ВА51-25-84 | ~660 | 25 | 10; 12,5; | 10Ін.т.р | 2,5 |
|  |  |  | 16; 20; 25 |  | 3,8 |
|  |  |  | 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; |  | 2 |
|  |  |  | 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5 |  | 2 |
| ВА51-25-34 | ~660 | 25 | 6,3; 8; | 10Ін.т.р | 2 |
|  |  |  | 10; 12,5; |  | 2,5 |
|  |  |  | 16; 20; 25 |  | 3,8 |
|  |  |  | 16; 20; 25; |  | 5 |
| ВА51-31-34 | ~660 | 100 | 31,5; 40; 50; 63;  80; 100; 125; 160 | 10Ін.т.р | 7  10 |
| ВА51-33-34 | ~660 | 160 | 80; 100; 125; 160 | 10Ін.т.р | 12,5 |

Продовження Таблиця В.2

46

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Номінальна напруга | Номінальний струм, А | | Уставка за струмом спрацювання електромагнітного розчіплювача, А | Граничний струм відключення, кА (при 380В) |
| вимикача | теплового розчіплювача (Ін.т.р) |
| ВА88-32-34 | ~400 | 125 | 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50;  63; 80; 100; 125 | 500  10Ін.т.р | 25 |
| ВА-88-33-34 | ~400 | 160 | 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80;  100; 125; 160 | 10Ін.т.р | 35 |
| ВА-88-35-34 | ~400 | 250 | 125; 160; 200; 250 | 10Ін.т.р | 35 |
| ВА-88-37-34 | ~ 400 | 400 | 250; 315; 400 | 10Ін.т.р | 35 |
| ВА-88-40-34 | ~ 400 | 800 | 400; 500; 630; 800 | 10Ін.т.р | 35 |
| ВА-88-43-34 | ~400 | 1600 | 800; 1000; 1250; 1600 | регульов. | 50 |