**Методичні рекомендації з підготовки студентів до лабораторних занять**

При вивчені дисципліни “Електрична частина станцій та підстанцій” студенти виконують дев’ять лабораторних робіт за посібником «Електричні апарати. Лабораторні роботи 1 – 10. В.Д. Козлов, Соломаха М.І., Єнчев С. В. – К.: НАУ, 2007, - 54 с.»

Лабораторна робота 1. ЕЛЕКТРИЧНА ДУГА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ЇЇ ГАСІННЯ.

Лабораторна робота 2. ЕЛЕКТРИЧНІ КОНТАКТИ.

Лабораторна робота 3. КОНТАКТОРИ І МАГНІТНІ ПУСКАЧІ.

Лабораторна робота 4. АВТОМАТИЧНІ ПОВІТРЯНІ ВИМИКАЧІ.

Лабораторна робота 5. РОЗ’ЄДНУВАЧІ ТА ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ І ЇХНІ ПРИВОДИ.

Лабораторна робота 6. СИЛОВІ ВИМИКАЧІ І ЇХНІ ПРИВОДИ.

Лабораторна робота 7. ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ СТРУМУ І НАПРУГИ.

Лабораторна робота 8. ПЛАВКІ ЗАПОБІЖНИКИ.

Лабораторна робота 9. ЄЛЕКТРОМАГНІТНІ РЕЛЕ ЗАХИСТУ.

Зміст лабораторних робіт, методичні вказівки для їх виконання та запитання для самоперевірки приводяться нижче.

Для вивчення теоретичного матеріалу рекомендовані:

1. ПУЕ (Правила улаштування електроустановок), видання третє, перероблене і доповнене, 2010, 736 с.

2. Козлов В.Д., Захарченко В.П., Тачиніна О.М. Електрична частина станцій та підстанцій.– К. : НАУ, 2018. – 312 с.

3. Сірий Д.Т. Електрична частина станцій та підстанцій. Курс лекцій. Електронний варіант. 2021 р., 188 с.

При дистанційному навчанні студенти на теми лабораторних робіт пишуть реферати.

***Лабораторна робота 1***

**ЕЛЕКТРИЧНА ДУГА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ЇЇ ГАСІННЯ**

*Мета роботи*: вивчити фізичні процеси, що проходять в електричній дузі постійного і змінного струму на різних стадіях її горіння, дослідити електричні характеристики дуги постійного і змінного струму, а також основні методи її гасіння.

**Завдання**

1. По рекомендованій літературі ознайомитися з процесами, що протікають в електричній дузі, і основними методами її гасіння. Підготувати відповіді на контрольні питання 1-9. Підготувати протокол виконання лабораторної роботи.

2. По зразках, що є в лабораторії, виконати ескізи дугогасних камер та привести короткі пояснення методів гасіння дуги, що в них використовуються.

3. Експериментально зняти вольт-амперну характеристику дуги постійного струму при двох фіксованих відстанях між контактами.

4. Експериментально зняти осцилограми струму і напруги дуги змінного струму для двох фіксованих відстаней між контактами при *cos*φ =1 та одній відстані при *cos*φ<1.

5. З’ясувати ефективність гасіння дуги різними методами фізичного впливу.

6. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити письмові висновки по кожному пункту експеримента.

7. Підготувати відповіді на контрольні питання 10-19.

**Опис лабораторного стенда**

Лицева панель стенда має клеми «220 В» джерела змінного струму і його вимикач S1; вхідні А1, А2 і вихідні В1, В2 клеми регулятора напруги (лабораторний автотрансформатор /ЛАТР/ знаходиться під столом); вхідні А3, А4 і вихідні В3, В4 клеми випрямляча; вхідні клеми Д1, Д2 дугового пристрою.

Дуговий пристрій має черв'ячну передачу 6 (мал. 1.1) для переміщення рухомого контакту 5; нерухомий контакт 1; оптичну систему 3 з екраном 4 для підтримки необхідної відстані між контактами; вольтметр РV і амперметр РА0, що вимірюють напругу і струм дуги; пристосування 2 для введення пристроїв інтенсивного гасіння дуги; баластовий опір *R*б. Електричні з'єднання елементів дугового пристрою виконані усередині стенда й не потребують додаткової зборки.

В комплект стенда входять також двопроменевий осцилограф і вольтметр РV2, що підключається на вхід дугового пристрою.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, с.18-25], [2, с.244-250], [3, с.123-143] і конспекту лекцій слід ознайомитися з фізичними процесами, що відбуваються в *перший момент* розмикання контактів, котрі передують загорянню електричної дуги (термоелектронна й автоелектронна емісії); з процесами, що відбуваються в *стійко палаючій дузі* (ударною і термічною іонізацією), а також з процесами деіонізації; зі статичними і динамічними вольтамперними характеристиками дуги; характерними зонами в дузі, умовами гасіння дуги постійного й змінного струму; основними методами гасіння електричної дуги (розтягання й охолодження дуги, спеціальні середовища і т.д.). Підготувати відповіді на контрольні питання 1-9.

2. Виконати технічні ескізи (при необхідності з розрізами) зразків дугогасних камер, що є в лабораторії, із зазначенням їх здатності відключати струми, описом методів гасіння дуги, використаних у їх конструкції матеріалів.

3. Вивчивши лабораторний стенд і одержавши у викладача додаткові пояснення та дозвіл на виконання роботи, зібрати схему експерименту на постійному струмі (мал. 1.2, а). За допомогою ЛАТРа подати на вхід дугового пристрою напругу не більше 100 В. За допомогою черв’ячної передачі 6 провести короткочасне замикання рухомого і нерухомого контактів, а потім розвести їх на відстань *l*д = 2 … 7 мм (конкретне значення задає викладач). Підтримуючи за допомогою оптичної системи постійну відстань між контактами, домогтися стійкого горіння дуги.

Знижуючи напругу на виході випрямляча, через кожні 5 В зробити виміри напруги на дузі *U*д і струму дуги *I*д при сталій довжині дуги *l*д = const. Занести отримані дані в табл.1.1.



Рис. 1.1

Одержавши у викладача нове значення *l*д, повторити дослід. По отриманих даних побудувати вольтамперні характеристики дуги *U*д = *f(I*д*)* при двох значеннях *l*д в одних координатах. Зробити висновки про характер отриманих залежностей і причини їхньої розбіжності.

Таблиця 1.1

Дослідження вольтамперної характеристики дуги

Довжина дуги =… мм

Параметри

Uд, В

Iд,А

Довжина дуги =… мм



а



б

Рис. 1.2

4. Для зняття осцилограм дуги змінного струму зібрати схему, показану на мал. 1.2, б. Запалити дугу при =70...80 В. Домогтись її стійкого горіння при фіксованій відстані між контактами і *cosφ*=1 (індуктивність *L* зашунтована) та замалювати осцилограми напруг ,  і струму .

При тому ж значенні , змінивши відстань між контактами, замалювати нові осцилограми. У звіті осцилограми представити одні під іншими в синхронізованому виді.

Повторити дослід при *cosφ*<1 (дешунтувати індуктивність *L*). Порівнявши отримані осцилограми, дати пояснення наявних в них відмінностей у вигляді висновків.

5. Запалити дугу змінного струму ( =60...70 В) і домогтися її стійкого горіння при =5...7 мм. Впливаючи на дугу потоком повітря, підводячи до дуги поперечні металеві ґрати і вводячи в стовп дуги подовжні діелектричні пластини, зробити висновки про їхній вплив на ефективність гасіння дуги змінного струму.

6. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити письмові висновки по кожному експерименту, відповісти на контрольні питання 10 ─ 19.

**Зміст звіту**

В звіті про лабораторну роботу повинні бути приведені мета і завдання роботи, ескізи дугогасних камер з технічними параметрами, поясненнями їх принципу дії і використовуваних матеріалів, експериментальні дані у вигляді таблиць, графіків і осцилограм, висновки по кожному пункту експерименту.

**Контрольні питання**

1. Які фізичні процеси відбуваються між електричними контактами зі струмом в початковій фазі їх розмикання?

2. Які основні іонізаційні процеси відбуваються в стійко палаючій дузі?

3. Що таке статична і динамічна вольтамперні характеристики дуги постійного струму?

4. Які характерні зони в дузі постійного струму вам відомі? У чому їх особливості?

5. Назвіть і поясніть графічно умови гасіння дуги постійного струму.

6. Намалюйте і поясніть осцилограми струму і напруги при відключенні кола постійного струму.

7. Що таке електрична міцність міжконтактного проміжку і як вона змінюється в часі після гасіння дуги?

8. Намалюйте осцилограми, що пояснюють процес гасіння дуги змінного струму при розходженні контактів (*cosφ*=1).

9. Намалюйте осцилограми, що пояснюють процес гасіння дуги змінного струму при розходженні контактів (*cosφ*<1).

10. Які методи гасіння дуги реалізовані у вивченій вами дугогасній камері з поперечними феромагнітними пластинами?

11. Які методи гасіння дуги використані в дугогасній камері газогенеруючого вимикача навантаження?

12. Які методи гасіння дуги використані в дугогасній камері маломасляного вимикача?

13. Які методи гасіння дуги використані в кварцових запобіжниках?

14. Поясніть ідею використання вузьких подовжніх щілин для гасіння дуги

15. Що таке елегаз? Які позитивні якості він має?

16. Поясніть ідею використання підвищеного тиску і вакууму при гасінні дуги.

17. Що таке безструмова пауза? Як її можна використовувати для гасіння дуги?

18. Поясніть принцип дії тиристора. Як його можна використовувати для бездугової комутації?

19. Які ви знаєте спеціальні середовища, що використовують для підвищення ефективності гасіння дуги? Охарактеризуйте їх властивості.

***Лабораторна робота 2***

**ЕЛЕКТРИЧНІ КОНТАКТИ**

*Мета роботи*: вивчити фізичні явища, що відбуваються в контактах, найбільш розповсюджені конструкції контактів, дослідити залежність перехідного опору електричних контактів від їх конфігурації і сили стиску.

**Завдання**

1. Ознайомитися з фізичними процесами, що відбуваються в електричних контактах по рекомендованій літературі та конспекту лекцій. Підготувати відповіді на контрольні питання 1-12. Підготувати протокол виконання лабораторної роботи з індивідуальним завданням.

2. В лабораторії по наявних зразках контактів вивчити їх конструкцію та занести ескізи до протоколу з короткими поясненнями.

3. Експериментально визначити залежність перехідного опору від зусилля стискування на контактах різної конфігурації.

4. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити письмові висновки за результатами експерименту, відповісти на контрольні питання 13-21.

**Опис лабораторного стенда**

Лабораторний стенд для дослідження опору електричних контактів (мал. 2.1) має механічний пристрій, що дозволяє змінювати силу стиску контактів шляхом заміни гир 1. Вага штока 2 із площадкою для гир частково компенсується пружиною 5. У патрони 3 вставляють змінні контакти 4. Стенд оснащено ЛАТРом, що дозволяє змінювати струм у ланцюзі контактної пари, амперметром РА для вимірювання цього струму, а також ламповим вольтметром PV для вимірювання спаду напруги на контактах.

Рис. 2.1

5

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, c. 35-44], [3, c. 88-118] і конспекту лекцій слід ознайомитися з фізичними факторами, що впливають на перехідний опір контактів: наявність плівки, величина твердості й електричного опору матеріалу контакту, усвідомити емпіричну залежність, по якій розраховується перехідний опір контактів:

 , (2.1)

де *k* – коефіцієнт, що залежить від матеріалу контакту, Ом Н:

 для срібла *k*=0.5\*10-3, міді *k*=1\*10-3, алюмінію *k*=1.6\*10-3,

 латуні *k*=6.7\*10-3  і заліза *k*=7.6\*10-3 Ом Н;

- сила стиску контактів, Н; m – показник степені, рівний для крапкового контакту – 0.5, для лінійного контакту - 0.7...0.8, для поверхневого контакту – 1.

Розібратися в процесах, що спостерігаються в контактах при нагріванні і проходженні наскрізних струмів короткого замикання. Познайомитися з властивостями різних матеріалів, які використовують для виготовлення контактів, і ступеня їхньої відповідності вимогам до матеріалів електричних контактів. Підготувати відповіді на контрольні питання 1-12.

2. По зразках контактних пристроїв, що є в лабораторії, вивчити конструкції основних видів низьковольтних і високовольтних контактів. Внести до протоколу ескізи контактних конструкцій, та доповнити їх поясненнями про призначення контакту (нерухомий, ковзний, комутаційний, основний, дугогасний), формі поверхні контактування (крапковий, лінійний, площинний), величині струму, що комутується, і використовуваному матеріалі.

3. Одержавши у викладача завдання на випробування різновиду контактів, і значення струму в досліді, приступити до експерименту. Встановити першу з досліджуваних пар контактів в установку, пропустити через них заданий струм. Виміряти спад напруги на контактах . Отримані значення внести в перший-третій рядки табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Дослідження контактів типу ………

|  |  |
| --- | --- |
| Сила стиску, Н |  |
| Струм, А |  |
| Напруга , В |  |
| Опір  |  |
| Опір  |  |

Повторити дослід, установивши додатковий вантаж на площадку і тим самим збільшивши силу стиску контактів. Проробити дослід 5-6 разів, довівши силу стиску до 100 Н. Значення внести в таблицю.

Замінити досліджувану пару контактів і знову повторити досліди.

За законом Ома розрахувати дослідні значення перехідного опору контакту  і занести їх у четвертий рядок табл. 2.1.

По формулі (2.1) визначити розрахункові значення перехідного опору контактів  і занести їх у п'ятий рядок табл. 2.1.

Для кожної пари випробуваних контактів побудувати **в одних координатах** залежності і . Зробити висновки про характер зміни перехідного опору контактів зі збільшенням сили стиску, доцільному діапазоні зусиль стиску в контактних пристроях, можливих причинах розбіжності значень  і .

4. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити письмові висновки по отриманих даних експерименту, відповісти на контрольні питання 13-22.

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинен містити виконане індивідуальне завдання, ескізи вивчених зразків контактних пристроїв з необхідними поясненнями, дані експерименту і розрахунків, графіки зміни величин  і  для кожної випробуваної пари контактів, висновки за результатами експерименту.

**Контрольні питання**

1. Що називають електричним контактом?

2. На які три характерні зони можна розділити всю поверхню контакту?

3. Поясніть причини підвищення опору в місці контактування.

4. Напишіть формулу для розрахунку опору свіжозачищеного контакту і поясніть фізичний зміст величин, що входять в неї.

5. Які фізичні процеси відбуваються в контактному з'єднанні при підвищенні його температури?

6. На скільки повинна відрізнятися температура контактної поверхні хорошого контакту від температури його тіла при протіканні номінального струму?

8. Поясніть причину виникнення в контактах електродинамічних сил відштовхування?

9. Які основні вимоги пред'являються до матеріалів контактів?

10. Охарактеризуйте властивості срібла і вольфраму з позиції використання їх у контактних з'єднаннях.

11. Охарактеризуйте властивості міді й алюмінію з позиції використання їх у контактних з'єднаннях.

12. Що таке металокераміка?

13. Які з вивчених вами зразків контактів відносяться до крапкових? Які достоїнства і недоліки таких контактів?

***Лабораторна робота 3***

**КОНТАКТОРИ І МАГНІТНІ ПУСКАЧІ**

*Мета роботи:* вивчити конструкції найбільш розповсюджених серій контакторів, магнітних пускачів і теплових реле, схеми їх підключення, досліджувати основні характеристики пускачів і контакторів.

**Завдання**

1. По конспекту лекцій і рекомендованій літературі ознайомитися з призначенням і основними конструктивними схемами виконання контакторів і магнітних пускачів. Підготувати відповіді на контрольні питання 1 – 9. Використовуючи дані дод.1 і 2 виконати індивідуальне завдання і підготувати протокол роботи.

2. По зразках контакторів, магнітних пускачів і теплових реле вивчити їхню конструкцію, принцип маркірування і схеми підключення.

3. Експериментально визначити основні технічні характеристики контакторів.

4. Експериментально визначити захисну характеристику магнітного пускача.

5. Оформити протокол лабораторної роботи, зробивши письмові висновки по кожнім пункті експерименту, відповісти на контрольні питання 10 – 20.

**Опис лабораторного стенда**

Лицьова панель стенда містить клеми «220 В» джерела перемінної напруги і його вимикач S1, вхідні А1, А2 і вихідні В1, В2 клеми джерела струму, що дозволяє одержувати регульоване значення струму в діапазоні від 10 до 200 А. Значення струму контролюється по двох амперметрах РА1 (10...100А) і РА2 (50...200 А). Величина струму регулюється за допомогою ЛАТРа, що включається на вхід джерела струму. Електромеханічний секундомір РТ дозволяє вимірювати час включення і відключення випробовуваних апаратів з точністю до 0,01 с. На лицьовій панелі знаходиться кнопка. «Пуск – Стоп» для підключення магнітного пускача.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, с. 61 - 67], [2, с. 268 - 274], [3, с. 308 - 336] і конспекту лекцій слід ознайомитися з двома конструктивними схемами виконання контакторів і магнітних пускачів – прямоходовою і ричажно – поворотною. Усвідомити їх достоїнства і недоліки. При виконанні індивідуального завдання необхідно пам'ятати, що контактори і магнітні пускачі вибираються [1, с. 85] по номінальній напрузі; номінальному струму; категорії застосування. Підготувати відповіді на контрольні питання 1 – 9.

2. По зразках контакторів і магнітних пускачів, що є в лабораторії, вивчити конструкції їхніх основних елементів: рухомих і нерухомих основних контактів і пристроїв зменшення їх вібрації; магнітопроводів і якорів; котушки електромагніта й ін.

Внести до протоколу ескізи конструкцій контактора і магнітного пускача та вказати їх марку і принцип шифрування цифрових позначень. Внести до протоколу схеми підключення контакторів і магнітних пускачів. Заповнити перші три рядки табл. 3.1.

По зразках теплових реле з’ясувати принцип їх дії, внести до протоколу марки вивчених теплових реле.

3. Експериментально визначити напругу спрацювання *U*спр і відпускання *U*відп контактора, заданого викладачем*,* а також часу його спрацьовування *t*спрпри номінальному *U*кот.ном і менших напругах живлення котушки. Зібрати ліву частину схеми, показаної на мал. 3.1, а і повільно підвищувати напругу за допомогою ЛАТРа та зафіксувати значення *U*спр, при якому відбувається втягування якоря контактора. Повторити дослід три рази, занести середнє значення *U*спр у табл. 3.1. Напруга спрацьовування не повинна перевищувати 0,8\**U*кот. ном.

Після спрацьовування контактора повільно знижувати напругу й зафіксувати напругу відпускання *U*відп, при якій відбувається повернення якоря в вихідне положення. Повторивши дослід три рази, занести середнє значення в табл. 3.1.

Для визначення часу спрацьовування контактора *t*спр зібрати схему, показану на мал. 3.1, а. Подати на котушку контактора напругу *U*жив, рівну *U*кот.ном, знеструмити стенд вимикачем S1 і обнулити секундомір. Включити S1, зафіксувати показання секундоміра і занести їх в табл. 3.1. Повторити досліди при менших значеннях напруги живлення обмотки. Зробити висновки про вплив на час спрацьовування контактора величини напруги живлення котушки.

 *ЛАТР РТ*

 *KM*

PV

р.ц.ном.

 ~220 PV *SKM*  ~220

 а

 *ЛАТР РТ*

 *KM*

PV

р.ц.ном.

 ~220 PV *SKM S2*  ~220

 *S2*

 б

Рис. 3.1

Таблиця 3.1

Технічні параметри контактора …

(*U*ном *=…B, I*ном *=…A,U*кот.ном *=…B, U*спр *=…B, U*відп*=…B*)

|  |  |
| --- | --- |
| Час спрацьовування при напрузі | Час відпусканняпри знеструмленні …, с |
| *U*жив*/U*кот.ном | 1 | 0,95 | 0,9 | 0,85 | 0,8 |
| *U*жив*, B* |  |  |  |  |  |
| *t* спр*, c* |  |  |  |  |  |

Для визначення часу відпускання контактора *t*відп зібрати схему, показану на мал. 3.1, б, де *SKM* – допоміжний замикаючий контакт; *S2* – двополюсний вимикач. Виставивши за допомогою ЛАТРа напругу, рівну *U*кот.ном, необхідно короткочасно включити *S2.* Повторивши дослід три рази, внести в таблицю середнє значення *t*відп.

4. Для експериментального визначення захисної характеристики магнітного пускача, оснащеного тепловим реле, зібрати схему, зображену на мал. 3.2. Схема має ЛАТР, джерело струму ИТ, магнітний пускач КМ, кнопку керування «Пуск – Стоп» і секундомір РТ. Натиснувши кнопку «Пуск», включити пускач. При цьому через його силовий контакт, що замкнувся, і нагрівальний елемент теплового реле КК потече струм навантаження Iнав. Виставивши за допомогою ЛАТРа струм навантаження, рівний номінального струму нагрівального елемента теплового реле (Iнав / Iном.т.р. = 1), відключити кнопкою «Стоп» пускач і обнулити показання секундоміра. Натиснувши кнопку «Пуск», почати відлік часу спрацьовування пускача при виставленому струмі навантаження. Отримані значення часу внести в табл. 3.2. повторити досліди при інших кратностях струму навантаження.

За результатами експерименту побудувати захисну характеристику *t*спр*=f* (Iнав/Iном.т.р.), нанести на цей же графік типову характеристику теплового реле [1, с. 64]. Зробити висновок про їхній збіг чи розходження.

5. Оформити протокол лабораторної роботи, зробивши письмові висновки по кожному експерименті, відповісти на контрольні питання 1 – 19.

**Зміст звіту**

В звіті про лабораторну роботу повинно бути виконане домашнє завдання, ескізи вивчених зразків контакторів і магнітних пускачів, їхні розшифровані заводські позначення і технічні дані, схеми підключення контактора і пускача, експериментальні дані у вигляді таблиць і графік *t*спр= *f*(Iнав/Iном.т.р.), висновки по кожному пункту експерименту.

 ЛАТР ИТ КМ

 рА1 рА2

 *А1 Т У1 ~220*

 *~220 КК*

 *А2*  *В2*

 Пуск Стоп

 *SKM2*

 РТ

 *~220*

 М

 Рис. 3.2

Таблиця 3.2

Технічні параметри магнітного пускача з тепловим реле

|  |  |
| --- | --- |
| Номінальні | Час спрацьовування теплового реле при струмі навантаження |
| напруга | струм | I нав./ Iном.т.р. | 1 | 1,5 | 2 | 5 | 8 | 12 |
| пускача | теплового реле | I нав, А |  |  |  |  |  |  |
| …В | …А | …А | tспр, с |  |  |  |  |  |  |

**Контрольні питання**

1. Яке призначення контактора?
2. Яке призначення магнітного пускача?
3. Поясніть електричну схему підключення контактора.
4. Поясніть електричну схему підключення пускача.
5. На які номінальні струми і напруги випускаються контактори і пускачі?
6. З якою метою послідовно з пускачем включають запобіжники або повітряні автомати?
7. Яке призначення теплових реле? Як вони включаються?
8. Поясніть принцип шифровки в заводських позначеннях контакторів і магнітних пускачів.
9. Розкажіть про вакуумні контактори та тиристорні пускачі.
10. Назвіть і покажіть на зразках основні елементи контактора?
11. Назвіть і покажіть на зразках основні елементи магнітного пускача.
12. Назвіть і покажіть на зразках основні елементи теплового реле.
13. По яких параметрах вибирають контактори і магнітні пускачі?
14. Поясніть достоїнства і недоліки прямоходової і важільно-поворотної конструктивних схем контакторів.
15. Що таке номінальний струм пускача і теплового реле?
16. Для чого в довідниках приводять захисні криві теплових реле?
17. Яке технічне рішення використане для усунення вібрації якоря контактора змінного струму?
18. Які методи гасіння електричної дуги використані в контакторах змінного струму?
19. Які методи гасіння електричної дуги використані в контакторах постійного струму?
20. Які методи гасіння електричної дуги використані в магнітних пускачах?

***Лабораторна робота 4***

**АВТОМАТИЧНІ ПОВІТРЯНІ ВИМИКАЧІ**

*Мета роботи:* вивчити конструкції найбільш розповсюджених серій автоматів і їхніх приводів, з’ясувати основні технічні характеристики автоматів і приводів, освоїти вибір цих апаратів.

**Завдання**

1. По рекомендованій літературі та конспекту лекцій ознайомитися з призначенням і узагальненою конструктивною схемою виконання автоматів і їхніх приводів. Підготувати відповіді на контрольні питання 1 – 10. Використовуючи дані дод. 3, виконати індивідуальне завдання і підготувати протокол роботи.

2. По зразках автоматів серій АП50 і АЕ2000 вивчити їх конструкцію, приводи, схеми керування і принципи маркування.

3. По зразках автоматів серій А3700 і ВА вивчити їх конструкцію, приводи, схеми керування і принципи маркування.

4. Експериментально визначити захисну характеристику автомата серії, зазначеної викладачем.

5. Оформити протокол лабораторної роботи, зробити письмові висновки за результатами експерименту, підготувати відповіді на контрольні питання 10 – 20.

**Опис лабораторного стенда**

Робота виконується на тому ж стенді, що й робота 3.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, с. 67 - 83], [2, с. 259 - 267], [3, с. 531 - 551] та конспекту лекцій слід детально ознайомитися з узагальненою конструктивною схемою автоматів, усвідомити призначення основних елементів: приводу, механізму вільного розчіплювання, основних і дугогасних контактів, дугогасної камери, пружини відключення, розчіплювачів і ін. Підготувати відповіді на контрольні питання 1 – 10. Виконати індивідуальне завдання, використовуючи літературу [1, с. 85 - 207]. Підготувати протокол роботи.

2. По зразках установочих автоматів серії АЕ2000 і АП50 вивчити їхні конструктивні особливості, виконання розчіплювачів від струмів перевантаження і коротких замикань, внести до протоколу заводські дані, принцип шифрування автоматів і типові захисні характеристики.

3. Вивчити зразки автоматів серії А3700, звернути особливу увагу на напівпровідниковий розчіплювач, органи його управління і конструкцію електромеханічного приводу. Внести до протоколу типову захисну характеристику напівпровідникового розчіплювача з поясненнями й електромеханічною схемою приводу.

4. Експериментально зняти захисну характеристику автомата (зразок дає викладач). Зібрати схему, зображену на мал. 3.2, замінивши контактор КМ на випробовуваний автомат. Включивши автомат, виставити за допомогою ЛАТРа струм навантаження автомата Iнав, рівний номінальному струму розчіплювача від перевантаження Iроз.ном. (Iнав / Iроз.ном. = 1). Відключити автомат і обнулити секундомір. Включивши автомат, почати відлік часу спрацьовування розчіплювача при заданому струмі навантаження. Отримані значення часу внести в табл. 4.1. Повторити досліди при інших кратностях струму навантаження. За результатами досліду побудувати експериментальну характеристику *t*спр *= f*(Iнав / Iроз.ном.), нанести на цей же графік типову захисну характеристику автомата даної серії. Зробити висновки.

5. Оформити протокол лабораторної роботи, зробивши письмові висновки за даними експерименту. Підготувати відповіді на контрольні питання 11 – 16.

Таблиця 4.1

Дослідження захисної характеристики автомата серії

|  |  |
| --- | --- |
| Номінальні струми розчіплювача | Час спрацьовування розчіплювача при струмі навантаження |
| від переван-таження | від КЗ | I нав./ Iроз.ном | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| Iнав, А |  |  |  |  |  |  |
| …А | …А | tспр, с |  |  |  |  |  |  |

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинен містити виконане домашнє завдання, марки і заводські технічні дані вивчених зразків автоматів, розшифровку цих даних, типові захисні характеристики з поясненнями, схеми вивчених приводів, дані досліду й експериментальну захисну характеристику з висновками про її відповідність типовій.

**Контрольні питання**

 1. Які функції виконує автоматичний повітряний вимикач?

 2. Які особливості автоматів установочних, універсальних, швидкодіючих та автоматів гасіння поля?

 3. Назвіть основні елементи автомата і їхнє призначення.

 4. Які різновиди розчіплювачів ви знаєте, який принцип їх дії?

 5. Які різновиди приводів автоматів ви знаєте? Поясніть принцип їх дії.

 6. Які функції виконує механізм вільного розчеплення автомата?

 7. З яких елементів складається контактно – дугогасна система автоматів?

 8. Намалюйте типові захисні характеристики розчіплювачів від перевантаження і КЗ.

 9. По яких параметрах проводять вибір автоматів?

10. Як проводять перевірку автоматів на селективність спрацювання?

11. Поясніть на зразку автомата серії А3700 призначення його основних елементів.

12. Поясніть на зразку привода автомата серії А3700 призначення його основних елементів.

13. Поясніть принцип дії напівпровідникового рочіплювача і його органів настроювання.

14. Поясніть на зразках автоматів АЕ2000, А3100 призначення їх основних елементів і поясніть захисні характеристики.

15. Поясніть на зразку автомата серії АП50 призначення його основних елементів і поясніть його захисну характеристику.

16. Поясніть принцип дії дифавтомата.

***Лабораторна робота 5***

**РОЗ’ЄДНУВАЧІ ТА ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ**

*Мета роботи:* вивчити призначення і конструкції високовольтних роз'єднувачів, вимикачів навантаження і їх приводів, освоїти методику вибору цих апаратів.

**Завдання**

1. По рекомендованій літературі та конспекту лекцій вивчити призначення роз'єднувачів і вимикачів навантаження, їх основні технічні параметри й умови вибору. Використовуючи додатки 4 і 5 виконати індивідуальне завдання. Відповісти на контрольні питання 1 – 10.

2. Вивчити конструкцію роз'єднувачів серії РВ–10 і РВЗ–10.

3. Вивчити конструкцію вимикачів навантаження серії ВН – 10.

4. Вивчити конструкцію приводів ПР – 2 (ПР - 3) і ПРА.

5. Оформити протокол лабораторної роботи, відповісти на контрольні питання 11 –18.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, с. 86 - 96]; [2, с. 86 - 96]; [3, с. 602 - 613] та конспекту лекцій з’ясувати призначення високовольтних роз'єднувачів і операції, які допустимо виконувати ними в електричних мережах 6 – 35 кВ. Перелік операцій привести в протоколі. Внести до протоколу основні технічні дані роз'єднувачів серії РВ – 10, РВЗ – 10.

Усвідомити призначення високовольтних вимикачів навантаження. Основні технічні дані вимикачів навантаження серії ВН – 10 занести до протоколу. Використовуючи технічні дані роз'єднувачів і вимикачів навантаження (додатки 4 і 5), виконати індивідуальне завдання. Відповісти на контрольні питання 1–10.

2. Використовуючи зразок роз'єднувача РВЗ – 10 , що є в лабораторії, детально вивчити його конструкцію, розібратися з будовою і кріпленням рухомих і нерухомих контактів, ізоляцією струмопровідних частин від рами, роботою «магнітного замка», взаємодією основних ножів та ножів заземлення, а також зчленуванням вала роз'єднувача з приводами. Занести до протоколу ескіз однієї фази роз'єднувача з вказанням найменувань всіх частин і дані з заводської бірки, доповнені даними з додатка 4.

3. Використовуючи зразок вимикача навантаження РН–10, що є в лабораторії, ознайомитися з його конструкцією, усвідомити конструкцію та роботу дугогасної камери, конструкцію і кріплення основних та дугогасних контактів, зв'язок вала вимикача з рухомими контактами, роботу і кріплення пружин, що відключають, зчленуванням вала вимикача з приводом. Занести до протоколу ескіз однієї фази вимикача навантаження, привести найменування всіх частин і дані з заводської бірки, доповнені даними з додатка 5.

4. Використовуючи зразки приводів ПР–2 (ПР- 3) і ПРА, вивчити їх конструкції, усвідомити призначення основних елементів і їх взаємодію, послідовність операцій при включенні і відключенні. Занести до протоколу ескізи приводів ПР – 2 (ПР - 3) і ПРА.

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинен містити технічні дані роз'єднувачів серії РВЗ – 10 і вимикачів навантаження ВН – 10, заводські дані вивчених зразків, їхні ескізи й ескізи приводів ПР – 2 та ПРА, виконане індивідуальне завдання.

**Контрольні питання**

1. Для яких цілей використовують високовольтні роз'єднувачі?
2. Які операції допустимо виконувати вимикачем навантаження?
3. З якою метою рухомі ножі в роз'єднувачах і вимикачах навантаження виконують з двох паралельних пластин?
4. По яких умовах проводять вибір роз'єднувачів?
5. По яких умовах проводять вибір вимикачів навантаження?
6. Назвіть і поясніть основні технічні параметри роз'єднувачів серії РВ–10 і діапазон їхніх кількісних значень.
7. Які операції допустимо виконувати високовольтним роз'єднувачем?
8. Які функції виконують приводи роз'єднувачів і вимикачів навантаження?
9. Які конструктивні схеми виконання роз'єднувачів ви знаєте?
10. Які різновиди вимикачів навантаження вам відомі?
11. Назвіть основні технічні параметри вимикачів навантаження серії ВН – 10 і діапазон їхніх кількісних значень.
12. Поясніть конструкцію і принцип дії «магнітного замка» роз'єднувача.
13. Для чого існує механічний зв'язок між рухомими контактами роз'єднувача та контактами заземлення?
14. Які типи приводів використовують для управління розчіплювачами та вимикачами навантаження?
15. З яких основних елементів складається конструкція роз'єднувача серії РВ–10?
16. З яких основних елементів складається конструкція вимикача навантаження серії ВН–10?
17. З яких основних частин складається привід ПР–2 (ПР–3) і ПРА?
18. Як здійснюється керування ножами заземлення в роз'єднувачах?
19. Які методи гасіння дуги використовують в роз'єднувачах?
20. Які методи гасіння дуги використовують у вимикачах навантаження серії ВН – 10?

***Лабораторна робота 6***

**СИЛОВІ ВИМИКАЧІ І ЇХНІ ПРИВОДИ**

*Мета роботи*: вивчити принцип дії і конструкції маломасляних вимикачів серії ВМП-10 та вакуумних вимикачів серії ВВ-10, конструкцію приводів типу ПЭ-11 і ППМ.

**Завдання**

1. По рекомендованій літературі та конспекту лекцій ознайомитися з конструкцією вимикачів ВМП-10 і ВВ-10, приводів ПЭ-11 і ППМ. Виконати індивідуальне завдання і відповісти на контрольні питання 1-10.

2. Вивчити конструкцію і принцип дії маломасляних вимикачів типу ВМП-10.

3. Вивчити конструкцію і принцип дії вакуумних вимикачів серії ВВ-10

4. Вивчити конструкцію електромагнітного приводу ПЭ-11, знати його технічні характеристики.

5. Вивчити конструкцію пружинних приводів ППМ, випробувати їх в дії.

6. Оформити протокол лабораторної роботи. Відповісти на контрольні питання 11-20.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі [1, с. 97-123], [2, с. 303-307, 340-345], [3, с. 562-575] та конспекту лекцій з’ясувати призначення високовольтних силових вимикачів. Внести до протоколу основні технічні дані (додаток 6) вимикачів серії ВМП-10 і ВВ-10. Використовуючи ці дані, виконати індивідуальне завдання. Відповісти на контрольні питання 1-10.

2. Використовуючи препарований зразок одного полюса вимикача ВМП-10 та рекомендовану літературу, детально вивчити його конструкцію, розібратися з конструкцією дугогасної камери і застосованих способів гасіння дуги, конструкціями нерухомого і рухомого контактів, роликового струмопідводу, демпферної камери, масловіддільника та місць приєднання струмопроводів. Внести до протоколу ескіз полюса.

3. Використовуючи препарований зразок фази вимикача ВВ-10, детально вивчити його конструкцію. Внести до протоколу ескіз полюса вимикача.

4. Використовуючи зразок приводу ПЭ-11 і рекомендовану літературу [1, с. 121], детально вивчити його конструкцію, розібратися з конструкцією електромагнітів включення і відключення, механізма вільного розчеплення, допоміжних та сигнальних контактів і ін. Внести в табл. 6.1 дані заводської бірки приводу. Зробити вимірювання струму електромагніта включення І ел. вкл при включенні привода, а також часу спрацювання приводу t прив.

Таблиця 6.1

Технічні дані приводу ПЭ-11

|  |  |
| --- | --- |
| Електромагніти | Час включенняtприв=… с |
| Включення | Отключения |
| U =…B | Iел.вкл  =…А | U =… B | Iел.відкл =... А |

5. Використовуючи зразок приводу ППМ та літературу [1, с. 112], детально вивчити його конструкцію, розібратися з дією механізму заводу пружини, що включає, запірно-пускового механізму, електромагнітів включення, відключення і реле струму прямої дії типу РТМ, механізму вільного розчеплення. Внести до протоколу дані заводської бірки. Зробити включення і відключення приводу, усвідомити взаємодію його основних частин.

Ознайомитися з приводом ППВ і взаємодією його основних елементів [1, с. 114].

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинен містити технічні дані маломасляних вимикачів ВМП-10 і вакуумних ВВ-10, дані експерименту з приводом ПЭ-11 і ППМ, ескізи полюсів вимикачів ВМП-10 і ВВ-10.

**Контрольні питання**

1. Які функції виконують силові вимикачі?
2. Які основні технічні параметри силових вимикачів ви знаєте? Поясніть їх.
3. Приведіть класифікацію силових вимикачів по способу гасіння дуги?
4. Які функції виконують приводи вимикачів?
5. Які різновиди приводів силових вимикачів вам відомі?
6. Поясніть умови вибору силових вимикачів.
7. Що є джерелом енергії для безпосереднього включення і відключення вимикачів серії ВМП-10?
8. Чим відрізняються вимикачі ВМП-10, ВМПЭ-10 і ВМПП-10?
9. Які функції виконує олія у вимикачі ВМП-10? Як контролюється її рівень?
10. Назвіть основні елементи вимикача ВВ-10, поясніть його роботу.
11. Поясніть конструкцію дугогасної камери вимикача ВМП-10 і принцип її роботи.
12. Покажіть і поясніть роботу демпферної камери і масляного буфера вимикача ВМП-10.
13. Чим відрізняється процес гасіння дуги в вимикачі ВМП-10 при відключенні струмів КЗ і робочих струмів?
14. Які конструкції контактів використані в вимикачі ВМП-10?
15. Назвіть основні елементи приводів.
16. Назвіть достоїнства й недоліки привода ПЭ-11.
17. Що таке механізм вільного розчеплення і яка його функція в приводі?
18. Поясніть на зразку привода ППМ послідовність його дії при включенні вимикача.
19. Поясніть на зразку привода ППМ послідовність його дій при дистанційному, місцевому й аварійному відключеннях.
20. Поясніть на зразку привода ПЭ-11 послідовність його дій при включенні та відключенні.

***Лабораторна робота 7***

**ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ СТРУМУ І НАПРУГИ**

*Мета роботи:* вивчити конструкції основних типів вимірювальних трансформаторів струму (ТС) і трансформаторів напруги (ТН), їхні похибки і схеми їх підключення.

**Завдання**

1. Вивчити конструкції основних типів ТН, що застосовуються в мережах 6 – 35 кВ, і їхні технічні характеристики.

2. Вивчити основні схеми підключення вимірювальних ТН і рекомендації їх застосування.

3. Вивчити конструкції основних типів ТС, застосовуваних у мережах 0,4 – 35 кВ, і їхні технічні характеристики.

4. Вивчити основні схеми підключення вимірювальних ТС і рекомендації з їх застосування.

**Методика виконання роботи**

1. По рекомендованій літературі й конспекту лекцій, препарованих зразках ТН, що є в лабораторії, необхідно вивчити їх конструкцію. Особливу увагу слід звернути на конструкцію магнітопроводів, прохідних ізоляторів, ізоляцію первинної і вторинної обмоток. Необхідно внести до протоколу ескізи вивчених ТН і їх основні технічні дані, приведені на заводських бірках.

2. Використовуючи рекомендовану літературу, конспект лекцій, вивчити основні схеми з'єднань ТН, які застосовують в мережах 6 ‑ 35 кВ. Занести вивчені схеми з короткими рекомендаціями їх застосування до протоколу.

3. Використовуючи рекомендовану літературу, конспект лекцій, препаровані зразки ТС, що є в лабораторії, необхідно вивчити їх конструкції. Усвідомити підключення первинної і вторинної обмоток ТС. До протоколу необхідно внести ескізи вивчених ТС і їх основні технічні дані, приведені на заводських бірках.

4. Використовуючи рекомендовану літературу слід вивчити основні схеми з'єднань ТС, які застосовують в мережах 0,4 – 35 кВ. Занести вивчені схеми з короткими рекомендаціями їх застосування до протоколу.

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинен містити мету і завдання роботи, ескізи вивчених ТН і ТС, їхні технічні характеристики, схеми з'єднань з короткими рекомендаціями їх застосування в мережах 0,4 – 35 кВ.

**Контрольні питання**

1. Яке призначення вимірювальних ТН і ТС?
2. Назвіть похибки ТН і ТС та їхні кількісні значення. Які причини появи похибок?
3. Які класи точності ТН і ТС ви знаєте? Які класи точності ТН і ТС використовують в залежності від цілей вимірювань?
4. Приведіть основні схеми підключення ТН і рекомендації з їх використання.
5. З якою метою заземлюють вторинні обмотки ТН і ТС?
6. Приведіть основні схеми підключення ТС і рекомендації з їх використання.
7. Використовуючи зразки ТС, поясніть їхню конструкцію.
8. Використовуючи зразки ТН, поясніть їхню конструкцію.
9. Поясніть призначення запобіжників у схемах підключення ТН.
10. Який режим роботи ТС є небезпечним і чому?
11. Поясніть фізичний зміст технічних параметрів, що приводяться на заводських бірках ТН і ТС.

***Лабораторна робота 8***

**ПЛАВКІ ЗАПОБІЖНИКИ**

*Мета роботи*: ознайомитися з теоретичними відомостями, конструкцією низьковольтних і високовольтних запобіжників, експериментально визначити захисні характеристики запобіжників, одержати навички вибору запобіжників.

**Завдання**

1. По рекомендованій літературі і конспекту лекцій ознайомитися з теоретичними відомостями, що пояснюють роботу плавких запобіжників та з методикою їх вибору. Виконати домашнє завдання. Відповісти на контрольні питання 1 – 8.

2. По зразках запобіжників, що є в лабораторії ознайомитися з конструкцією низьковольтних і високовольтних запобіжників і їх технічними параметрами.

3. Експериментально визначити захисні характеристики плавких уставок різного перетину.

4. Теоретично розрахувати час перегоряння плавких уставок при різних струмах.

5. Оформити протокол роботи, по даним експерименту зробити висновки, відповісти на контрольні питання 9 – 16.

**Опис лабораторного стенда**

На лицевій панелі стенда є тумблер, що включає напругу 220 В, дві клеми ”220 В”, до яких підключається ЛАТР. З вихода ЛАТРа напруга подається на понижуючий трансформатор ТА. На вихід трансформатора ТА підключається випробувальний зразок плавкої вставки запобіжника F. В електричне коло плавкої вставки послідовно включено амперметр РА та обмотка реле струму КА. Замикаючі контакти реле КА підключають електросекундомір РТ до джерела 220 В. Поки через плавку вставку протікає струм, контакти реле КА замкнуті й секундомір відраховує час. При перегорянні вставки струм припиняється, реле спрацьовує і секундомір припиняє відлік часу.

**Методика виконання роботи**

1. Використовуючи рекомендовану літературу й конспект лекцій слід ознайомитися з фізичними процесами, що протікають в запобіжниках різної конструкції, звернувши особливу увагу на способи гасіння електричної дуги, металургійний ефект і струмообмежуючу здатність запобіжників. Виконати індивідуальне завдання на вибір запобіжників та перевірку їх на чутливість і селективність. Відповісти на контрольні питання 1 – 8.

2. Використовуючи зразки низьковольтних і високовольтних запобіжників, що є в лабораторії, необхідно вивчити їх конструкцію, внести до протоколу технічні ескізи запобіжників з поясненням призначення окремих елементів і виду використаного матеріалу. До протоколу потрібно також внести значення основних технічних характеристик запобіжників (див. додаток ).

3. Вивчивши лабораторний стенд і одержавши у викладача додаткові пояснення та дозвіл на виконання роботи, приступити до експериментальної частини. Для цього необхідно:

- зібрати електричну схему експерименту (мал. 8.1);

 

Рис 8.1

- заготовити плавкі вставки необхідної довжини, попередньо визначивши їх діаметр і перетин;

- встановити в тримач запобіжника перемичку з перетином у 3 ‑ 5 разів більшим, ніж перетин випробовуваного дротика;

- встановити напругу на виході ЛАТРа на нуль, включити живлення стенда і підвищенням вихідної напруги ЛАТРа встановити струм у ланцюзі рівним I1;

- не змінюючи положення ЛАТРа, відключити живлення стенда й обнулити секундомір;

- замінити перемичку в тримачі на патрон запобіжника з випробовуваною вставкою;

- включити живлення стенда і виміряти час перегоряння вставки;

- замінити перегорілу вставку і повторити дослід при струмах I2,  I3, I4 та I5, занести одержувані значення часу в другий рядок табл. 8.1;

- повторити досліди для плавкої вставки з більшим перетином.

4. Теоретично розрахувати час перегоряння вставки по формулі

t = (q/ I)2\*105 с,

де q – перетин плавкої вставки, мм2; I – струм, А; 105 – стала величина (значення для міді). Величини струмів приймають з табл. 8.1. Отримані результати занести в третій рядок табл. 8.1.

Таблиця 8.1

|  |  |
| --- | --- |
| Значення | Час перегоряння вставки перетином …мм2 при струмі |
| I1 = А | I2 = А | I3 =. А | I4 = А | I5 = А |
| Дослідні |  |  |  |  |  |
| Розрахункові |  |  |  |  |  |

5. По даних експериментів і розрахунків побудувати експериментальну та емпіричну залежності часу перегоряння уставок від струму, що протікає по них: t = f (I). Використовуючи побудовані графіки зробити висновки про залежність часу перегоряння вставки від величини струму та перетину вставки. Оформити протокол лабораторної роботи.

**Зміст звіту**

Звіт про лабораторну роботу повинний містити виконане домашнє завдання, ескізи запобіжників різних серій з їхніми основними технічними параметрами, найменуванням елементів конструкції та використовуваних матеріалів, дані експериментів і розрахунків, побудовані на їх основі захисні характеристики в одній системі координат і висновки за результатами роботи.

**Контрольні питання**

1. Дайте визначення електричному апарату запобіжнику.
2. Назвіть основні достоїнства і недоліки, властиві плавким запобіжникам.
3. Які методи гасіння дуги використовуються в низьковольтних і високовольтних запобіжниках?
4. Для яких цілей корпус запобіжника серії ПР-2 виконаний з фібри?
5. Які матеріали використовуються для виготовлення плавких уставок запобіжників? Поясніть їх достоїнства і недоліки.
6. Яке явище називають металургійним ефектом і чому його використовують у запобіжниках?
7. Що таке струмообмежуюча дія запобіжника?
8. З якою метою плавкі вставки виконують зі звуженнями або з декількох рівнобіжних провідників?
9. Поясніть відмінності таких характеристик як номінальний струм запобіжника, номінальний струм плавкої вставки і номінальний струм відключення.
10. Назвіть основні конструктивні елементи запобіжників серії ПР-2 і ПН-2, з яких матеріалів вони виготовлені?
11. Назвіть основні конструктивні елементи запобіжників серії ПКТ, з яких матеріалів вони виготовлені?
12. Як здійснюється перевірка запобіжників на чутливість?
13. Як здійснюється перевірка запобіжників на селективність спрацьовування за допомогою захисних характеристик?
14. За яким правилом можна судити про селективність спрацьовування високовольтних і низьковольтних запобіжників при відсутності їх захисних характеристик?
15. По яким трьох умовах роблять вибір плавкої вставки низьковольтного запобіжника?
16. По яких умовах роблять вибір високовольтного запобіжника і його плавкої вставки?

***Лабораторна робота 9***

**ЄЛЕКТРОМАГНІТНІ РЕЛЕ ЗАХИСТУ**

*Мета роботи*: вивчити конструкції електромагнітних реле різного функціонального призначення, що застосовуються в схемах релейного захисту і електроавтоматики, методику їх вибору, дослідити основні технічні характеристики електромагнітних реле.

**Завдання**

 1. Використовуючи рекомендовану літературу вивчити принцип роботи електромагнітних реле на постійному й змінному струмах, виконати домашнє завдання.

 2. Використовуючи методичні вказівки і препаровані зразки електромагнітних реле, що є у лабораторії, вивчити їх конструкції та основні технічні характеристики.

 3. Дослідити основні технічні характеристики струмкових електромагнітних реле серій РТ40,РТВ,РТМ і вказівних реле РУ-21.

 4. Дослідити основні технічні характеристики реле напруги серії РН-50, проміжних реле РП-23 і РП-25, реле часу РВ-200 і РВ-100.

 5. Відповісти на контрольні запитання 1...20 і підготувати звіт лабораторної роботи.

**Методика виконання роботи**

 1.При підготовці до виконання лабораторної роботи необхідно, використовуючи наведену літературу і конспект лекцій, вивчити принцип дії електромагнітних реле, звернувши увагу на особливості роботи реле на змінному струмі ,способах боротьби з вібрацією якоря і методах зміни уставок спрацьовування.

 Використовуючи пояснення щодо вибору реле і технічні дані електромагнітних реле, наведені в додатках ..., виконати індивідуальне завдання щодо вибору реле.

 2.Використовуючи опис конструкцій електромагнітних реле, наведений в методичних вказівках і рекомендованій літературі, препаровані зразки реле серій РТ-40, РН-50, РТВ, РТМ, РВ-100, РВ-200, РП-23, РП-25 і РУ-21, вивчити їх конструкцію, методи боротьби з вібрацією при роботі на змінному струмі, способи зміни уставок та їх основні технічні дані.

 3. Дослідити основні характеристики струмових електромагнітних реле серії РТ-40, РТВ, РТМ, і вказівних реле серії РУ-21. Для цього:

- зібрати схему експерименту (рис.9.1), увімкнувши як досліджуваний зразок реле струму серії РТ-40;

- поволі збільшуючи струм в обмотці реле, визначити для кожного оцифрованого значення уставки реле струм спрацьовування Іспр, а зменшуючи струм в обмотці - струм повернення реле Іпов, внести одержані значення до табл. 2.1;

- розрахувати значення коефіцієнтів повернення (Кпов=Іпов/Іспр) і, порівнюючи їх з паспортними даними, зробити висновки.

 Повторити експеримент для реле серії РТВ, а також РУ-21.

Таблиця 9.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип реле | Струм, А | Кпов | Висновок |
| Іуст | Іспр | Іпов |
| РТ -... |  |  |  |  |  |

 4. Дослідити основні характеристики реле напруги серії РН-50, реле часу РВ-200 і реле проміжного типу РП-25. Для цього:

- зібрати схему експерименту, наведену на рис.9.2, увімкнувши як досліджуване реле РН-50;

- поволі збільшуючи напругу, визначити для кожного оцифрованого значення уставки напругу спрацьовування Uспр, а зменшуючи напругу, - напругу повернення реле Uпов, внести одержані значення до табл.9.2

 - розрахувати значення коефіцієнта повернення і, порівнюючи їх з паспортними даними, зробити висновки.

Таблиця 9.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип реле | Напруга, В | Кп | Висновок |
| Uуст | Uспр | Uпов |
| РН -... |  |  |  |  |  |

 Для дослідження реле часу серії РВ-200 зібрати схему, наведену на рис.9.3, де як прилад, що визначає час, застосовується електричний секундомір РТ типу ЭМС- 54. Зробити вимірювання видержки часу спрацьовування реле на кожному оцифрованому значенні уставки часу при номінальній напрузі живлення обмотки, внести одержані значення до табл.9.3, розрахувати абсолютну похибку Δt відліку часу, порівнюючи її з паспортними значеннями Δtпасп, зробити висновки.

Таблиця 2.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип реле | Час, с | Висновок |
| tуст | tспр | Δt | Δtпасп |
| РВ -... |  |  |  |  |  |

**Зміст звіту**

 Зміст звіту повинен містити виконане домашнє завдання, електричні схеми та основні технічні дані вивчених серій реле, результати дослідження технічних характеристик реле з висновками щодо їх відповідності паспортним даним.

**Контрольні запитання**

 1. Які вимірювальні реле можна виконати з урахуванням електромагнітного принципу?

 2. Які функції виконують допоміжні реле в схемах захисту і електроавтоматики?

 3. За якими конструктивними схемами виконані вивчені Вами серії електромагнітних реле?

 4. За якими параметрами вибирають електромагнітні реле?

 5. З яких основних елементів складаються реле серії РТ-40?За допомогою яких способів можна змінити уставку струму цього реле?

 6. З яких основних елементів складається реле серії РН-50?За допомогою яких способів можна змінити уставку напруги цього реле?

 7. З яких основних елементів складається реле серії РВ-100 і РВ-200? Як змінюється уставка часу в цих реле?

 8. З яких основних елементів складаються реле серії РП-23 і РП-25?Які функції виконують ці реле в схемах захисту і автоматики?

 9. Які функції виконують реле серії РУ-21? З яких основних елементів складається це реле?

 10. Назвіть основні технічні параметри реле серії РТ-40 і РВ-200.Поясніть їх технічний смисл.

 11. Назвіть основні технічні параметри реле серій РН-50 і РУ-21.Поясніть їх технічний смисл.

 12. З яких основних елементів складається реле серії РТВ? Які уставки має це реле і як їх можна змінити?

 13. Що називають коефіцієнтом повернення реле? Які значення він приймає у мінімальних та максимальних реле?

 14 Поясніть принцип дії короткозамкненого витка для усунення вібрації якоря реле при роботі на змінному струмі.

 15. Від яких параметрів реле залежить електромагнітна сила ,що притягує якір реле?

 16. Як змінюється електромагнітна сила ,що притягує якір реле змінного струму ,за часом?

 17. Які способи усунення вібрації застосовані у вивчених Вами конструкціях реле?

 18.Які способи зміни уставок використовуються у вивчених Вами реле?

 19. Поясніть порядок вибору реле на прикладі вашого домашнього завдання.

 20. Поясніть принципову відмінність реле прямої дії від реле попередньої дії.