

Лабораторна робота №7

Тема: Вивчення характеристик електровимірювальних приладів.

Мета роботи: Вивчити класифікацію, будову, принцип дії і призначення електровимірювальних приладів, навчитися підбирати прилад та користуватися ним.

Наочність і обладнання: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Загальна електротехніка».

Теоретичні відомості

Електровимірювальним приладом називається сукупність деталей і механізмів, які служать для безпосереднього вимірювання якої-небудь електричної величини.

В принципах роботи електровимірювальних приладів використовуються різні прояви електричного струму. Для вимірювання якої-небудь електричної величини в електровимірювальних приладах енергія електричного струму завжди перетворюється в механічну енергію, яка витрачається для переміщення покажчика над відповідною шкалою.

Всякий електровимірювальний прилад складається з рухомої і нерухомої частин. По величині переміщення рухомої частини судять про величину вимірюваного струму, напруги, потужності, тому це переміщення повинно залежати тільки від вимірюваної величини, а не від яких-небудь інших факторів.

До електровимірювальних приладів пред'являють такі технічні вимоги:

1. Прилад повинен бути достатньо точним.
2. Прилад повинен бути чутливим.
3. Прилад повинен давати можливість безпосередньо відраховувати вимірювану величину в практичних одиницях і бути завжди готовим до вимірювання.
4. Вплив зовнішніх факторів на покази приладу повинен бути по можливості малим.
5. Прилад повинен споживати малу потужність і не вносити помітних змін у вимірювальне коло.
6. Стрілка приладу повинна швидко заспокоюватись.
7. Прилад повинен мати по можливості рівномірні поділки.
8. Прилад повинен бути здатним витримувати велике перевантаження.
9. Ізоляція струмонесучих частин приладу на корпус повинна бути достатньою.
10. Прилад повинен бути надійним в роботі, простий в установці і недорогий.
11. Прилад повинен витримувати достатньо довгий строк служби без значних погіршень своїх якостей.

Однією з важливих характеристик кожного вимірювального приладу є його похибка, тобто ступінь наближення його показів до дійсного значення вимірюваної ним величини.

Дійсним значенням вимірюваної величини приймається величина, яка виміряна зразковим приладом.

Різниця між показами приладу і дійсним значенням вимірюваної величини називається абсолютною похибкою:

$$\Delta A = A_{\text{вим}} - A_{\text{д}}$$

Де: ΔA - абсолютна похибка приладу, його показів;

$A_{\text{вим}}$ - покази приладу;

$A_{\text{д}}$ - дійсне значення вимірюваної величини.

Абсолютна похибка виражається в тих самих одиницях, що і вимірювана величина. Абсолютна похибка, взята з протилежним знаком, носить назву поправки.

$$K = -\Delta A$$

Поправка — величина, яку необхідно алгебраїчно додати до показів приладу, щоб одержати дійсне значення вимірюваної величини. Поправка визначається заздалегідь при перевірці робочого приладу за зразковим.

Величина абсолютної похибки ще не дає уявлення про точність вимірювання, так як її числове значення може бути одним і тим же при вимірюванні найрізноманітніших величин. Точність вимірювання може бути визначена тільки при співставленні абсолютної похибки з вимірюваною величиною. Тому в практиці вимірювання користуються відносною похибкою, яка являє собою відношення абсолютної похибки до дійсного значення вимірюваної величини. Це відношення може бути виражене в долях або в процентах:

$$\beta = \frac{\Delta A}{A_d} 100\%$$

Отже, чим більша вимірювана величина, тим менша відносна похибка. Наприклад, якщо $\Delta A = 0,5$ А, то при вимірюванні сили струму $I_1 = 1$ А та $I_2 = 100$ А відносні похибки відповідно рівні:

$$\beta_1 = \frac{0,5}{1} 100\% = 50\%; \beta_2 = \frac{0,5}{100} 100\% = 0,5\%$$

Отже, при вимірюванні одним і тим же приладом відносна похибка на початку шкали на два порядки більша ніж у її кінці. Тобто, точнішим було вимірювання тоді, коли показчик знаходився у другій, правій, половині шкали приладу.

Для оцінки точності вимірювання приладу використовують так звану зведену похибку, яка визначається відношенням максимальної абсолютної похибки вимірювання до межі вимірювання, взятої у відсотках. Тобто:

$$\gamma = \frac{\Delta A_{max}}{A_{max}} 100\%$$

Де: A_{max} - граничне значення вимірюваної величини, яке може бути виміряне по шкалі приладу, або номінальне значення шкали.

ПРИКЛАД. При вимірюванні сили струму в 40 А користувались амперметром з шкалою 0-100 А і останній показав 41 А; тоді відносна похибка (величина, що характеризує точність вимірювання) буде

$$\beta = \frac{I_{вим} - I_d}{I_d} 100\% = \frac{41 - 40}{40} 100\% = 2,5\%$$

приведена похибка (величина, що характеризує точність приладу) буде

$$\gamma = \frac{I_{вим} - I_d}{I_{max}} 100\% = \frac{41 - 40}{100} 100\% = 1\%$$

З прикладу видно, що необхідність у введенні зведеної похибки пояснюється тим, що навіть при одній і тій же абсолютній похибці по всій шкалі приладу відносна похибка по мірі зменшення значень вимірюваної величини не залишається сталою, а збільшується, прямуючи до нескінченності.

При класифікації електровимірювальних приладів за ступенем точності розрізняють два види похибок — основну і додаткові.

Основною похибкою приладу називається його похибка при нормальних робочих умовах, коли всі зовнішні несприятливі умови і фактори відсутні або їх вплив зведений до мінімуму. Ця похибка обумовлюється недосконалістю конструкції і складання приладу, основним фактором її є тертя в опорах рухомої частини, неточність градування і виготовлення шкали.

Додатковими похибками приладу називаються похибки, які викликані зовнішніми факторами середовища, в якому працює прилад, а саме: температура навколишнього повітря, зовнішні магнітні і електричні поля, деяка зміна частоти у колі тощо. Додаткові похибки залежать від системи приладу, а також від його електричних і магнітних параметрів.

Всі електровимірювальні прилади класифікуються за такими ознаками:

а) за родом вимірюваної величини: амперметри, вольтметри, омметри, лічильники, ватметри та інші;

б) за родом струму: прилади постійного струму, змінного струму і прилади постійного і змінного струму;

в) за принципом дії: магнітоелектричні, електромагнітні, електродинамічні, індукційні, теплові, термоелектричні, електростатичні, вібраційні, електронні. Випуск приладів теплової системи припинено.

г) за ступенем точності: 0,05; 0,1; 0,2; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 і т. д. Клас точності приладу відповідає найбільшій зведеній похибці цього приладу в процентах;

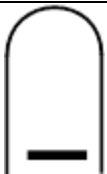
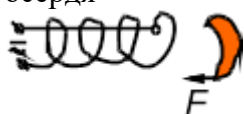
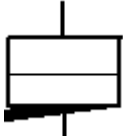
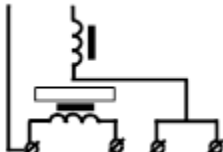
д) залежно від умов експлуатації: прилади поділяють на групи А, Б, В, В₁, В₂, В₃.

До групи А належать прилади, які призначені для роботи в закритих сухих опалюваних приміщеннях з температурою від +10° С до +35° С і відносній вологості 80% при +30° С.

Прилади групи Б призначені для роботи в закритих неопалюваних приміщеннях з температурою від -30°С до +40°С і відносній вологості 90% при +30°С.

Прилади групи В використовуються в польових або морських умовах, тобто при різких коливаннях температури та вологості.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОВІМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ ЗА СИСТЕМАМИ

Найменування системи	Умове позначення приладів з протидіючою мех. силою	Принцип дії системи	Примітка
Магнітоелектрична		Взаємодія магнітних потоків постійного магніту і рухомої котушки з струмом 	Найбільш чутливі і точні з усіх приладів безпосередньої оцінки. Шкала рівномірна. Мало чутливі до зовнішніх магнітних полів. Чутливі до змін температури.
Електромагнітна		Втягування феромагнітного осердя 	Шкали приладів нерівномірні. Відносно низька чутливість. Робоча частина шкали починається з 15-20% шкали. Чутливі до зовнішніх магнітних полів.
Електродинамічна (без сталі)		Взаємодія двох котушок зі струмом	Найбільш точні з приладів змінного струму. Чутливі до впливів зовнішніх магнітних полів, температури. Шкала амперметрів і вольтметрів нерівномірна. Перевантажна здатність мала. Власне споживання енергії відносно велике.
Індукційна		Взаємодія магнітних полів з індукованими в диску струмами 	Володіють великим обертовим моментом. Чутливі до коливань частоти. Ватметри відносно низької точності.

Класифікація приладів за принципом дії.

Розглянемо лише принцип дії найбільш вживаних приладів.

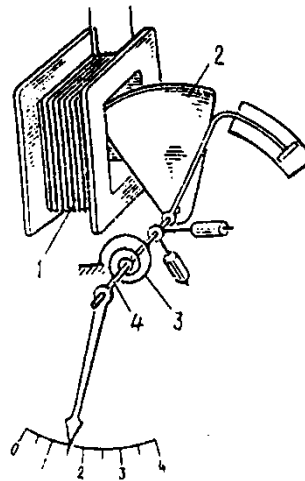
Прилади магнітоелектричної системи. Принцип дії ґрунтується на взаємодії магнітного поля постійного магніту з струмом, який проходить по легкій рухомій рамці (мал.1). Прилади цієї системи мають високу чутливість, рівномірну шкалу, велику

точність, відносно незначний вплив зовнішніх полів, споживають мало енергії, незначний вплив температури. Проте ці прилади придатні лише для постійного струму, чутливі до перевантаження, мають високу вартість через складність конструкції.

Прилади електромагнітної системи. Принцип дії ґрунтується на взаємодії магнітного поля струму, що проходить по обмотці нерухомої котушки, з рухомим



Мал. 1



Мал. 2: 1 - котушка; 2 - феромагнітне осердя;
3 - спіральна пружина; 4 - вісь

залізним осердям, яке розміщене в цьому магнітному полі (мал. 2).

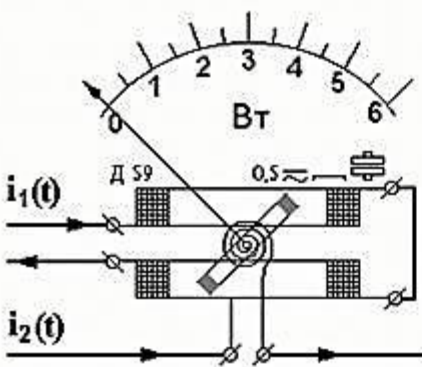
Переваги: простота конструкції, не бояться перевантажень, придатність для постійного і змінного струмів, надійність в експлуатації, низька вартість.

Недоліки: Мала точність, залежність показів від зовнішніх магнітних полів, нерівномірна шкала.

Прилади електродинамічної системи. Принцип дії ґрунтується на взаємодії струмів, що проходять по двох рамках (котушках), з яких одна рухома, а друга — нерухома (мал. 3).

Переваги: висока точність, придатність для постійного і змінного струмів.

Недоліки: залежність показів від зовнішніх магнітних полів, чутливість до перевантажень, велике власне споживання енергії, нерівномірність шкали, висока вартість.



Мал. 3

Класифікація приладів за родом вимірюваної величини.

Гальванометри - прилади високої чутливості, тобто прилади, призначені для вимірювання дуже малих струмів і напруг. Шкала приладу дуже часто ґрадується самим спостерігачем. Найбільш поширеними є гальванометри магнітоелектричної системи. За допомогою стрілочних гальванометрів можна вимірювати струми не менше 10^{-6} - 10^{-7} А. За допомогою дзеркальних гальванометрів можна вимірювати струм порядку 10^{-11} - 10^{-12} А.

Амперметри - прилади для вимірювання сили струму, яка вище 0,1 А (міліамперметри дають можливість виміряти силу струму в межах від 10^{-3} до 10^{-1} А; мікроамперметри мають межі вимірювань від 10^{-6} до 10^{-4} А). Амперметри включаються в

коло послідовно, їх включення не повинно змінювати режим кола, тому амперметр повинен мати якомога менший опір.

Вольтметри - Прилади для вимірювання напруги між двома точками кола. Вольтметр включається в коло паралельно, тому частина струму відгалужується від основного кола, а це впливає на значення вимірюваної напруги. Опір вольтметра повинен бути якомога більшим, тоді його включення менше буде змінювати режим кола.

Омметри - прилади для вимірювання електричного опору. Існує багато типів омметрів, але найбільш поширеним є омметр, побудований за принципом так званого "вольтметрового методу", при якому послідовно до вимірюваного опору включається чутливий вольтметр магнітоелектричної системи і джерело струму. Якщо до джерела струму ввімкнути вольтметр, то вмикання в це коло якого-небудь опору знижує покази вольтметра. Покази вольтметра будуть тим менші, чим більший опір ввімкнено в коло. Шкала приладу градується в Омах.

Ватметри - прилади для безпосереднього вимірювання потужності електричного струму. Найбільш поширеними є електродинамічні ватметри. Нерухома котушка вмикається послідовно з навантаженням, як амперметр, а рухома котушка вмикається у коло паралельно навантаженню, як вольтметр.

Для вибору потрібних приладів і правильного їх вмикання в електричну схему треба насамперед ознайомитися з основними характеристиками приладу, вказаними на шкалі.

Хід роботи:

1. Ознайомитись з методичними вказівками до виконання лабораторної роботи.
2. Записати теоретичні відомості до зошита.
3. Зарисувати схеми будови приладів кожної системи.
4. Накреслити та заповнити таблицю, в якій необхідно вказати прилади, які вимірюють зазначені величини:

Вимірювана електрична величина	Назва приладу	Умове позначення приладу
Струм		
Напруга, ЕРС		
Опір		
Потужність		
Енергія		
Частота змінного струму		
Кут зсуву фаз		
Ємність		
Магнітний потік		
Малі значення струму та напруги		

5. Написати висновок за результатами виконаної роботи.
6. Дати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання:

1. Охарактеризувати основні елементи електричного кола і вказати їх умовні позначення на електричних схемах.
2. За якими ознаками класифікуються електровимірювальні прилади? Охарактеризувати принцип дії, будову і розпізнавальні ознаки приладів магнітоелектричної, електромагнітної та електродинамічної систем.
3. Дати характеристику похибок (абсолютної, відносної, приведеної).
4. Які основні відомості про прилад подано на його шкалі?
5. Провести класифікацію приладів за родом вимірюваної величини.

6. З яких міркувань визначається необхідний прилад для даного конкретного вимірювання?