

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ С.В.Бондаренко

_____ 20__ р.

**Методичне забезпечення
лабораторних робіт з дисципліни
Конструкційні та електротехнічні матеріали
для студентів II-III курсу
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація
електроустаткування підприємств і цивільних споруд»**

Уклав

О.І. Богдан

Розглянуто на засіданні
циклової комісії
спеціальних електротехнічних дисциплін
Протокол №__ від _____ 2016 року

Голова циклової комісії

В.В. Олійник

Інструкція для виконання лабораторної роботи №1

Тема: Вивчення магнітних властивостей феромагнетиків

1 Мета:

- 1.1 Дослідження петлі магнітного гістерезиса з допомогою електронного осцилографа
- 1.2 Опанувати побудову кривої намагнічення сердечника

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Джерело регульованої змінної напруги (до 10В)
- 2.2 Трансформатор
- 2.3 Осцилограф
- 2.4 Вольтметр і регулятор напруги
- 2.5 Конденсатор і набір резисторів
- 2.6 Аркуш паперу А4
- 2.7 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості

Всі речовини в природі за своїми магнітними властивостями підрозділяються на три види: *діамагнетики*, *парамагнетики*, *феромагнетики*). Магнітну активність проявляють всі речовини без винятку, тому можна припустити, що магнітні властивості речовини визначаються елементарними частками, що входять до складу кожного атома (електронами, протонами, нейтронами). Дослідження показали, що магнітні моменти нейтронів і протонів на три порядки нижче найменшого магнітного поля електрона, тому можна вважати, що магнітні властивості атома визначаються його електронами.

Феромагнетизм ($\mu \gg 1$) спостерігається в матеріалах, де також як і в парамагнетиках, магнітні моменти молекул не виникають під дією зовнішнього поля, а існують незалежно від нього. Різниця полягає в тому, що в феромагнетику спіни сусідніх атомів уже з самого початку в якомусь ступені орієнтовані відносно один одного. Це не означає, що зразок у цілому однорідно намагнічений (наприклад, шматок м'якого заліза не є магнітом).

Феромагнетики є сильномагнітними речовинами - їх намагнічування у величезне число разів (до 10^{10}) перевершує намагнічування парамагнетиків, крім того, намагнічування феромагнетиків не зникає після вимикання магнітного поля. До числа таких речовин належать елементи VIII групи періодичної системи елементів Д.І.Менделєєва (Fe, Ni, Co) й деякі рідкоземельні елементи (*Ho, Er*) і їхні сплави. Феромагнетизм властивий всім цим речовинам тільки в кристалічному стані й у певному інтервалі температур.

Основні властивості феромагнетиків такі:

1. Магнітна проникність феромагнетиків складним образом залежить від напруженості зовнішнього магнітного поля.
2. Феромагнетики мають залишковий магнетизм, тобто вони можуть зберігати стан намагніченості при відсутності поля, що намагнічує. Залишковий магнетизм є результатом магнітного гістерезису, що спостерігається при перемагнічуванні феромагнетика й проявляється в тому, що зміна намагніченості феромагнетика в змінному полі відстає від зміни напруженості поля, що намагнічує.

Криві, отримані при поступовому збільшенні поля (вихідним є повністю розмагнічений стан зразка), називаються основними кривими намагнічування (рисунок 2.1, крива 0-1).

Характерне для феромагнетиків запізнювання магнітної індукції в порівнянні з напруженістю зовнішнього магнітного поля (явище гістерезису) графічно представлено на рисунку 2.1. Ця залежність називається петлею гістерезису. Гістерезис обумовлений необоротністю процесів намагнічування, що й призводить до втрат енергії.

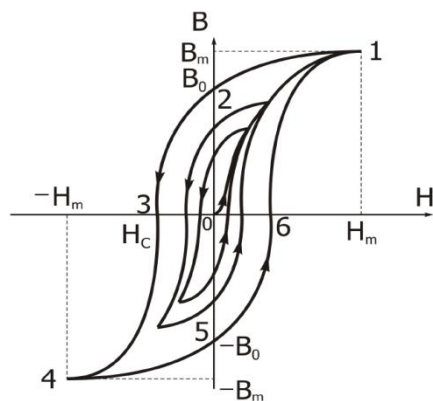


Рисунок 2.1 – Крива намагнічення (петля гістерезису)

Для матеріалів, використовуваних як осердя, такі втрати приводять до зниження якості пристроїв, у яких вони застосовуються. Однак, така незворотність іноді корисна, тому що саме завдяки їй матеріал залишається намагніченим після того, як поле, що намагнічує, стає рівним нулю, тобто стає сталим магнітом.

Розглянемо докладніше процес намагнічування феромагнетика. На рисунку 2.1 показана залежність проекції вектора \mathbf{B} на напрямок напруженості зовнішнього магнітного поля \mathbf{H} від величини \mathbf{H} . Зі збільшенням \mathbf{H} від $\mathbf{0}$ до \mathbf{H}_m (ділянка 0-1), проекція \mathbf{B} збільшується від 0 до \mathbf{B}_m . Це - основна крива намагнічування. При зменшенні напруженості поля від \mathbf{H}_m до 0 величина \mathbf{B} зменшується не до нуля, а до значення \mathbf{B}_0 (ділянка 1-2). При зміні знака проекції напруженості поля \mathbf{H} і збільшенні її від 0 до $-\mathbf{H}_m$, \mathbf{B} буде зменшуватися, і досягне значення $\mathbf{B} = 0$ при $\mathbf{H} = \mathbf{H}_c$ (ділянка 2-3), а при подальшому збільшенні величини \mathbf{H} проекція вектора \mathbf{B} досягає значення $-\mathbf{B}_m$ (ділянка 3-4). При наступній зміні проекції напруженості поля від $-\mathbf{H}_m$ до $+\mathbf{H}_m$ проекція \mathbf{B} змінюється від $-\mathbf{B}_m$ до $+\mathbf{B}_m$, причому зміна відбувається за кривою 4 - 5 - 6 - 7. Таким чином, при зміні проекції напруженості поля від $+\mathbf{H}_m$ до $-\mathbf{H}_m$ і від $-\mathbf{H}_m$ до $+\mathbf{H}_m$ залежність \mathbf{B} від \mathbf{H} описується замкнутою кривою, називаною статичною петлею гістерезису. Величини \mathbf{B}_0 (залишкова індукція)

і H_c (коерцитивна сила) є важливими характеристиками феромагнетика. Якщо коерцитивна сила велика, то феромагнетик називають магнітно-стійким. Такі матеріали застосовуються для виготовлення сталих магнітів. Феромагнетики з малою коерцитивною силою H_c називаються магнітно-м'якими, тому що вони легко розмагнічуються. Такі речовини застосовуються для осердь трансформаторів, електромагнітів і т.ін.

Важливою характеристикою феромагнетиків є залежність магнітної проникності від величини напруженості зовнішнього магнітного поля $\mu(H)$. Тому що це складна функція, то з її допомогою можна вибрати оптимальні умови, при яких дана речовина може використовуватися з найбільшою користю. Залежність $\mu(H)$ для феромагнетиків звичайно визначають тільки для основної кривої намагнічування (рисунок 2.1).

Необхідно відзначити, що процес намагнічування феромагнетика є незворотним. Робота з перемагнічування феромагнетика пропорційна площі петлі гістерезису.

4 Хід роботи

4.1 Ознайомитись з приладами, які використовуються в лабораторній роботі. Записати в таблиці основні технічні дані, які потрібні для дослідження.

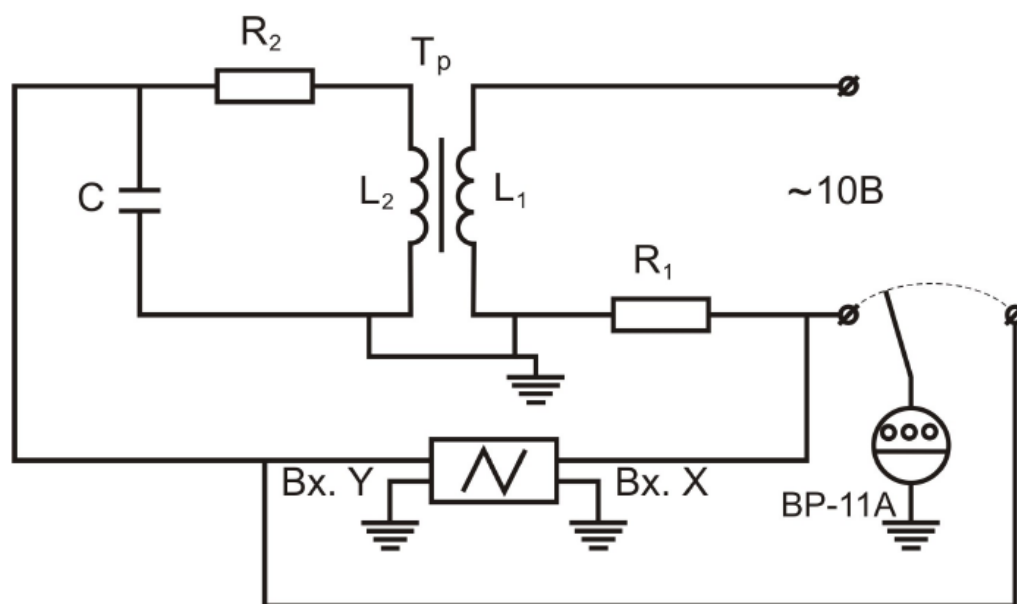


Рисунок 2.2 – Електрична схема лабораторної установки

4.2 Зібрати робочу схему (рисунок 2.2) і показати викладачу.

4.3 Ввімкнути схему і осцилограф. Ввімкнути електронний промінь і ручним регулюванням встановити необхідну яскравість горіння екрану. Ввімкнути розгортку і встановити палаючу точку в центрі екрану. Подати на дану схему напругу.

4.4 Регулюючи автотрансформатором величину цієї напруги також користуючись реостатами R_1 і R_2 і ручками горизонтального та вертикального підсилення досягти на екрані зручної по формі і розмірам для зчитування петлі гістерезисного циклу.

4.5 Встановити необхідну яскравість горіння проміння і зарисувати петлю магнітного гістерезиса на міліметровому папері.

4.6 Записати в таблицю 3.2 покази вольтметрів U_1 і U_2 .

4.7 Зменшити за допомогою автотрансформатора величину вхідної напруги, повторити вимірювання для 4-5 режимів.

4.8 Виміряти опори реостатів R_1 і R_2 за допомогою омметрів.

4.9 Розміри сердечника трансформатора вимірюються лінійкою. Число витків W_1 і W_2 визначаються по паспорту трансформатора.

Необхідні дані по сердечнику трансформатора заносимо до таблиці 1.1

Таблиця 2.1 – Необхідні дані по сердечнику трансформатора

$R_1, \text{Ом}$	$R_2, \text{Ом}$	$C, \text{мФ}$	$d,$ мм	$b,$ мм	$m, \text{мм}$	$h,$ мм	$l, \text{м}$	$S, \text{м}^2$	$W_1,$ ВИТКИ	$W_2,$ ВИТКИ

4.10 Визначаємо амплітудні значення U_{T1} і U_{T2} за формулами:

$$U_{T1} = \sqrt{2} \cdot U_1 \quad (2.1)$$

$$U_{T2} = \sqrt{2} \cdot U_2 \quad (2.2)$$

Визначаємо для кожного із досліджених режимів значення напруженості магнітного поля і магнітної індукції в сердечнику трансформатора за формулами:

$$H_T = \frac{U_{T1} \cdot W_1}{R_1 \cdot l} \quad (2.3)$$

$$B_T = \frac{U_{T2} \cdot R_2 \cdot R_2 \cdot C}{W_2 \cdot S} \quad (2.4)$$

Розрахункові дані заносимо до таблиці 1.2.

Визначаємо для кожного із отриманих значень абсолютну і відносну магнітну проникність сердечника за формулами:

$$\mu_a = \frac{B_T}{H_T}$$

$$\mu = \frac{\mu_a}{\mu_0}, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$$

Розрахункові дані заносимо до таблиці 1.2

4.11 По розрахунковим даними побудувати основну криву намагнічення сердечника $B=f(H)$ і залежність відносної магнітної проникності від напруженості магнітного поля $\mu = f(H)$.

Таблиця 2.2 – Розрахункові дані

Виміряні дані		Розрахункові дані					
U_1	U_2	U_{T1}	U_{T2}	H_T	B_T	μ_a	μ

5 Висновки

6 Контрольні питання:

- 6.1 Охарактеризувати класифікацію магнітних матеріалів.
- 6.2 Обґрунтувати властивості діа- і парамагнетиків.
- 6.3 Дайте визначення явищу магнітного гістерезису.
- 6.4 Охарактеризувати поняття залишкова індукція і коерцитивна сила.

Література:

1 Конструкционные и электротехнические материалы: Учеб. для учащихся электротехн. спец. /В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, С.Я. Попов и др.; Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш. шк., 1990. -296 с.

2 Василенко І.І., Широков В.В., Василенко Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: Навч. Посібник. – Львів: «Магнолія», 2007. – 242 с.

Інструкція для виконання лабораторної роботи №2

Тема: Дослідження залежності опору провідників від температури

1 Мета:

1.1 Експериментально встановити закон зміни опору металу або сплаву при нагріванні;

1.2 Знайти температурний коефіцієнт опору і за його значенням ідентифікувати даний метал.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Джерело постійної напруги 15 В

2.2 Міліамперметр постійного струму

2.3 Цифровий вольтметр

2.4 Аркуш паперу А4

2.5 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості

Георг Ом експериментально встановив закон, відповідно до якого сила струму в провіднику пропорційна прикладеній до цього провідника напрузі:

$$I = \frac{1}{R}U \quad (2.1)$$

Коефіцієнт пропорційності між цими величинами називається провідністю, а зворотна їй величина - опором провідника. Величина опору залежить від форми й розмірів провідника, а також від властивостей матеріалу, з якого зроблений провідник. Для однорідного циліндричного провідника:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (2.2)$$

де ρ - питомий опір речовини, l - довжина провідника, S - площа поперечного перерізу провідника. Величина питомого опору визначається природою речовини й зовнішніми умовами, зокрема, температурою. Для більшості металів і сплавів питомий опір росте зі збільшенням температури приблизно за лінійним законом:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \cdot t) \quad (2.3)$$

де ρ_0 - питомий опір речовини при 0°C , t - температура за шкалою Цельсія, α – температурний коефіцієнт опору металу, що показує наскільки зміниться питомий опір провідника при зміні температури на 1°C :

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 t} \quad (2.4)$$

При низьких температурах спостерігається відхилення від цієї закономірності: у більшості металів і сплавів опір не дорівнює нулю при температурі абсолютного нуля, а спостерігається деякий залишковий опір, що істотно залежить від чистоти металу й наявності в ньому механічних залишкових напруг. У деяких металів і сплавів спостерігається інше явище - надпровідність, тобто перетворення до нуля опору при певній температурі (дуже низької, але відмінної від абсолютного нуля). Це явище спостерігається у таких металів як ртуть, свинець, олово, цинк, алюміній і ін., а також у ряду сплавів. Для кожного надпровідника є своя критична температура, при якій він переходить у надпровідний стан.

Для зручності розрахунку перейдемо від питомих опорів речовин до опору провідників. Для цього вирази (2.3) і (2.4) помножимо на $\frac{l}{S}$ й одержимо:

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot t), \quad (2.5)$$

Де R_0 - опір провідника при температурі 0°C .

Звідки:

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 t}. \quad (2.6)$$

Тому що R_0 невідомо, то й α обчислюється по двох значеннях опорів того самого провідника, узятим при різних температурах.

$$R_1 = R_0(1 + \alpha \cdot t_1) \quad (2.7)$$

$$R_2 = R_0(1 + \alpha \cdot t_2)$$

Розділивши друге рівняння на перше, одержимо:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha \cdot t_2}{1 + \alpha \cdot t_1}, \quad (2.8)$$

звідки одержимо робочу формулу:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1}. \quad (2.9)$$

4 Хід роботи

4.1 Ознайомитись з приладами, які використовуються в лабораторній роботі.

Записати в таблиці основні технічні дані, які потрібні для дослідження.

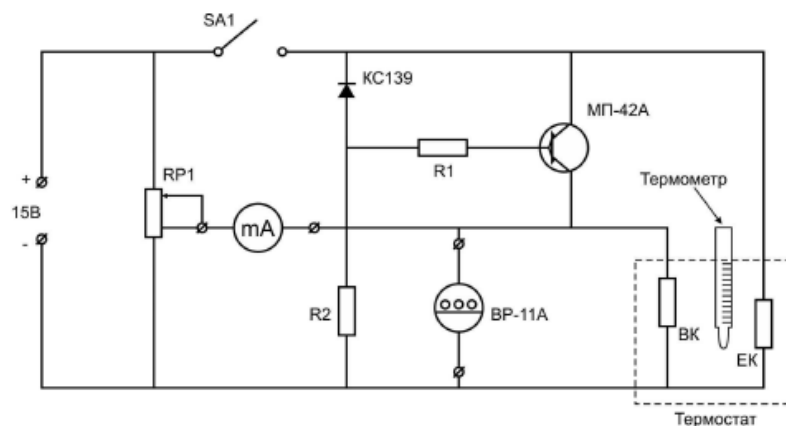


Рисунок 2.1 - Електрична схема лабораторної установки

4.2 Зібрати робочу схему (рисунок 2.1) і показати викладачу.

4.3 Ввімкнути живлення тумблером SA1 і встановити потенціометром RP1 силу

струму, задану викладачем.

4.4 Визначити й занести в таблицю 2.1 значення спадань напруги на

резисторі ВК при зміні температури через кожні 50С. Температура нагрівання не повинна перевищувати 750С.

4.5 За отриманими експериментальними даними, користуючись законом

Ома $I = \frac{U}{R}$, обчислити опір резистора ВК для всіх значень температури й

занести в таблицю 2.1.

4.6 За даними таблиці 2.1 побудувати графік залежності $R = f(t)$. Нагадаємо, що це повинна бути лінійна залежність.

4.7 Користуючись формулою (2.9), обчислити температурний коефіцієнт опору металу. У формулу підставляються величини, які взяті не з таблиці, а з графіка, тобто ті, які пройшли процедуру графічного усереднення.

4.8 Використовуючи таблицю 2.2, за знайденим значенням температурного коефіцієнта ідентифікувати метал (сплав) резистора.

Таблиця 2.1 – Експериментальні дані

t, °C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
U, В											
R, Ом											

Таблиця 2.2 – Довідникові дані

№	Метал, сплав	$\alpha \cdot 10^3$, град ⁻¹
1	Алюміній	3,6
2	Залізо	5,2
3	Константан	0,01
4	Латунь	1,5
5	мідь	4,0
6	манганін	0,01
7	ніхром	0,4
8	нікель	5,4
9	олово	4,4
10	срібло	3,6

5 Висновки

6 Контрольні питання:

- 6.1 Дайте визначення опору, провідності? У яких одиницях вони вимірюються?
- 6.2 Охарактеризувати механізм провідності в металах.
- 6.3 Охарактеризувати залежність опору металу від температури.
- 6.4 У чому полягає явище надпровідності?
- 6.5 Який фізичний зміст температурного коефіцієнта опору металів?

Література:

1 Конструкционные и электротехнические материалы: Учеб. для учащихся электротехн. спец. /В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, С.Я. Попов и др.; Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш. шк., 1990. -296 с.

Інструкція для виконання лабораторної роботи №3

Тема: Дослідження залежності опору напівпровідників від температури

1 Мета:

- 1.1 Експериментально встановити закон зміни опору напівпровідника при його нагріванні
- 1.2 Визначити ширину забороненої зони при різних температурах напівпровідника

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Експериментальна установка (термоопір).
- 2.2 Джерело постійної напруги.
- 2.3 Міліамперметр постійного струму.
- 2.4 Мультиметр
- 2.5 Аркуш паперу А4
- 2.6 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості

Напівпровідники - це кристали, які залежно від зовнішніх умов можуть бути або провідниками електричного струму або діелектриками. Напівпровідники являють собою кристали з ковалентним зв'язком.

Розглянемо будову напівпровідників з погляду квантової теорії. Відомо, що енергія електронів в атомі квантується, тобто може приймати дискретні значення, називані рівнями енергії. Дозволені рівні енергії в кристалі групуються в зони, розділені проміжками, у яких дозволених значень енергії немає (заборонені зони). Ширина дозволених і заборонених зон не залежить від розмірів кристала, тому, чим більше атомів містить кристал, тим тісніше розташовуються рівні енергії усередині зони. При температурі абсолютного нуля енергія кристала мінімальна, тому валентні електрони заповнюють попарно нижні рівні дозвальної зони, що виникла з того рівня, на якому перебувають валентні електрони (валентна зона). Більше високі дозвolenі зони будуть від електронів вільні. Залежно від ступеня заповнення валентної зони електронами й ширини забороненої зони можливі три випадки (рисунок 3.1).

У випадку а) електрони заповнюють валентну зону не повністю. У цьому випадку електронам потрібно надати мізерно малу енергію для переходу на більш високі енергетичні рівні. Енергія, викликана дією на електрон електричного поля, виявляється достатньою для переходу електрона на більш високі рівні енергії. Тому електрони можуть прискорюватися електричним полем і здобувати додаткову швидкість у напрямку протилежному напрямку електричного поля. Таким чином, кристал з подібною схемою енергетичних рівнів являє собою метал.

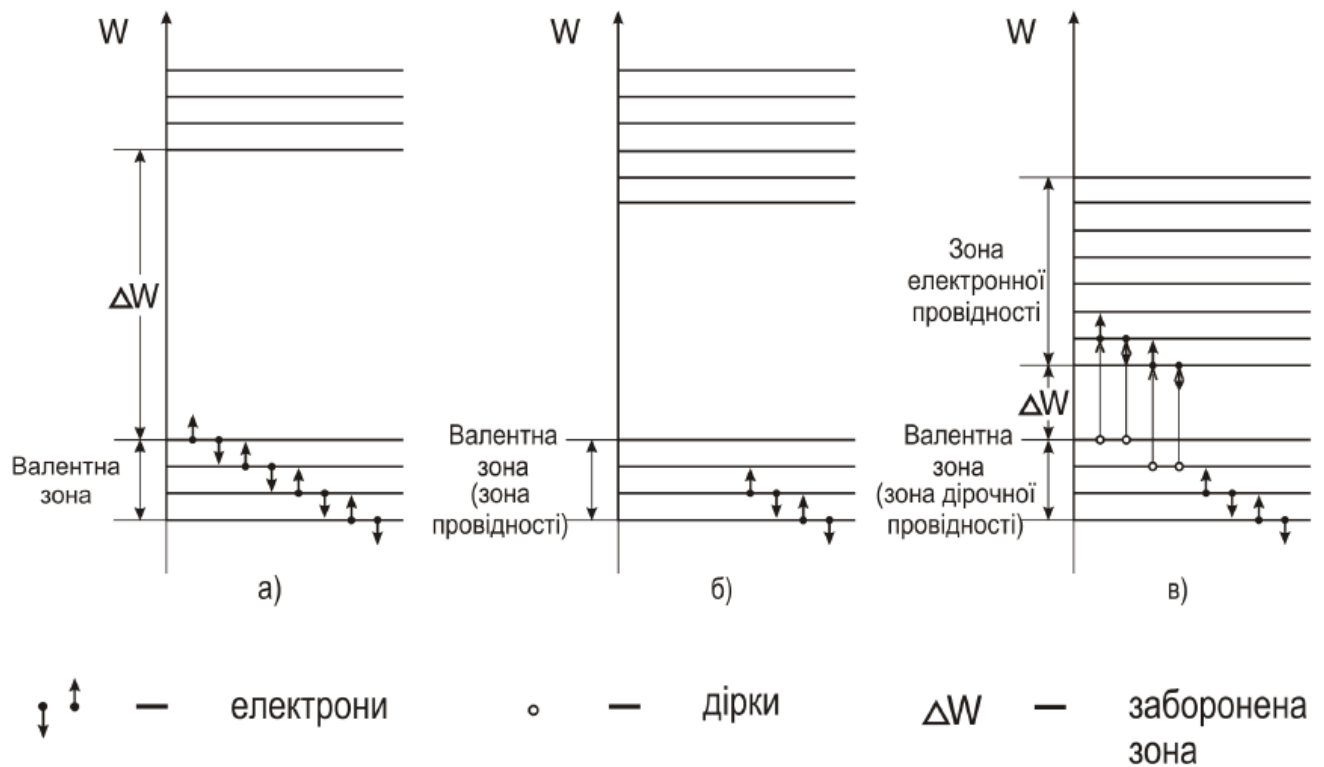


Рисунок 3.1 – Провідність напівпровідників

У випадках б) і в) рівні валентної зони повністю зайняті електронами. Для збільшення енергії електрона необхідно надати його енергію не менш, ніж ширина забороненої зони ΔW . Електричне поле надати таку енергію не може. За таких умов електричні властивості кристала визначаються шириною забороненої зони. Якщо ширина забороненої зони ΔW невелика, енергії теплового руху виявляється досить для того, щоб перевести частину електронів у вільну зону. Тоді вільна зона виявиться для них зоною провідності. Одночасно стане можливим перехід електронів валентної зони на її верхні рівні, що звільнилися. Така речовина називається напівпровідником. Якщо ширина забороненої зони ΔW велика (порядку декількох електрон-

вольтів), тепловий рух не зможе закинути у вільну зону помітне число електронів. У цьому випадку кристал виявляється діелектриком. Таким чином, коли $T = 0\text{K}$ - напівпровідник є діелектриком, тому що його зона провідності порожня, а з підвищенням температури починається перехід електронів через заборонену зону із зони валентності в зону провідності. Потрапивши в зону провідності, електрони, ставши вільними, будуть носіями струму в кристалі. На місці збіглих із зони валентності електронів залишаються вакантні місця, називані “дірками”, в яких виникає надлишковий позитивний заряд $+e$. На це місце може перескочити електрон однієї із сусідніх пар. У результаті “дірка” починає мігрувати по кристалу, як і вільний електрон. У відсутності зовнішнього електричного поля електрони провідності й “дірки” рухаються хаотично. При включенні поля на хаотичний рух накладається впорядкований рух: електронів - проти поля й “дірок” - у напрямку поля. Обидва рухи приводять до переносу заряду по кристалу. Отже, електропровідність обумовлюється як би носіями зарядів двох знаків

- негативними електронами й позитивними “дірками”. Такий тип провідності

називається власною провідністю й спостерігається в усіх без винятку напівпровідниках при досить високій температурі.

Кількість електронів, що перейшли в зону провідності, буде пропорційно ймовірності переходу електрона через заборонену зону при даній температурі. Оскільки провідність пропорційна числу вільних носіїв заряду, вона повинна бути пропорційна ймовірності переходу електрона в зону провідності. Залежність концентрації електронів провідності n від температури T і ширини

забороненої зони ΔW описується формулою:

$$n = n_0 \exp\left(-\frac{\Delta W}{2kT}\right), \quad (3.1)$$

де n_0 - концентрація електронів провідності при $T \rightarrow \infty$,

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ – Стала Больцмана.

Отже, і електропровідність напівпровідників швидко росте з підвищенням температури за законом:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{\Delta W}{2kT}\right), \quad (3.2)$$

де σ_0 - електропровідність при $T \rightarrow \infty$.

Тому що $\sigma = \frac{1}{R}$, то й опір напівпровідника зменшується з підвищенням температури за законом :

$$R = R_0 \exp\left(\frac{\Delta W}{2kT}\right), \quad (3.3)$$

де R_0 - опір при $T \rightarrow \infty$.

Користуючись цим виразом, обчислимо ширину забороненої зони напівпровідника ΔW . Для цього прологарифмуємо вираз 3.3:

$$\ln R = \ln R_0 + \frac{\Delta W}{2kT} \quad (3.4)$$

Побудувавши графік залежності $\ln R = f\left(\frac{1}{2kT}\right)$, визначимо ΔW як тангенс кута нахилу отриманої прямої до осі абсцис:

$$\Delta W = \text{tg} \alpha = \frac{\Delta(\ln R)}{\Delta\left(\frac{1}{2kT}\right)} \quad (3.5)$$

Причому, якщо сталу Больцмана виразити в еВ/К, то ΔW безпосередньо з графіка теж одержимо в електрон-вольтах.

$$\left(k = 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = \frac{1.38 \cdot 10^{-23}}{1.6 \cdot 10^{-19}} \frac{\text{eB}}{\text{К}} = 0,863 \cdot 10^{-4} \frac{\text{eB}}{\text{К}} \right)$$

4 Хід роботи

4.1 Ознайомитись з приладами, які використовуються в лабораторній роботі.

4.2 Зібрати робочу схему (рисунок 3.1)

4.3 Включити живлення тумблером SA1 і встановити потенціометром RP1

силу струму, зазначену викладачем (від 1 до 1,3 мА).

4.4 Зняти залежність спадання напруги на термоопорі від температури.

Значення падінь напруги визначати при різному напрямку струму (U^+ і

–

U^-), температура нагрівання не повинна перевищувати 700°C . Дані занести в таблицю 3.1.

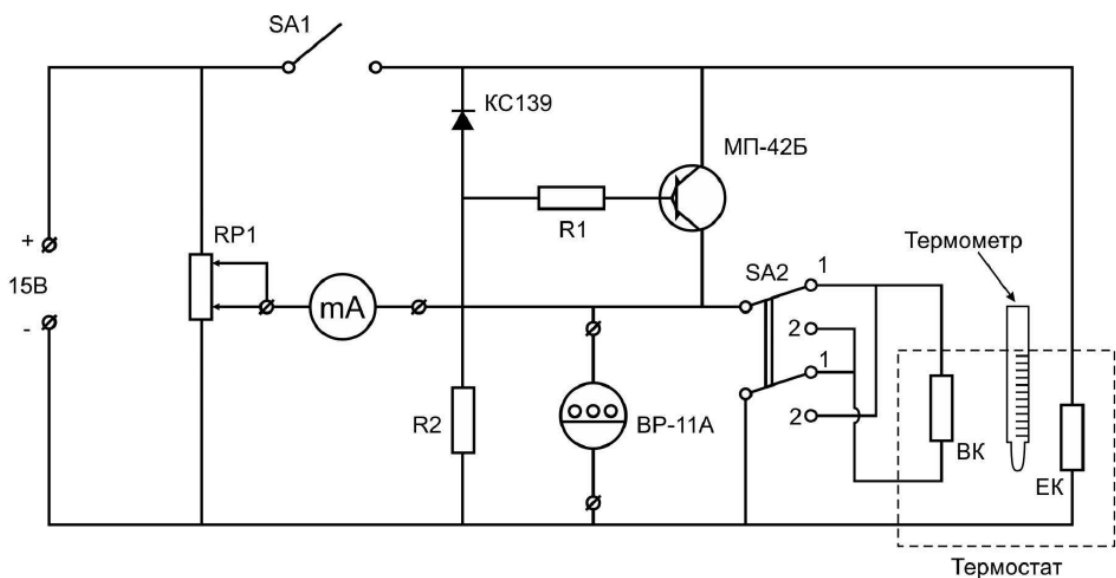


Рисунок 3.1 - Електрична схема лабораторної установки

4.5 За отриманими даними обчислити середні значення напруги на ВК:

$$\langle U \rangle = \frac{U^+ + U^-}{2} \quad (3.6)$$

і його опір $R = \frac{\langle U \rangle}{I}$ для всіх значень температури. Результати занести в таблицю 3.1.

4.6 Обчислити значення $\frac{1}{2kT} \cdot eB^{-1}$ й $\ln R$ для всіх температур і занести в таблицю 3.2.

4.7 За даними таблиці 3.2 побудувати графік залежності

$$\ln R = f\left(\frac{1}{2kT}\right)$$

4.8 За графіком визначити ширину забороненої зони германія в електрон-вольтах:

$$\Delta W = tg\alpha = \frac{\Delta(\ln R)}{\Delta\left(\frac{1}{2kT}\right)} \quad (3.7)$$

Таблиця 3.1 – Експериментальні дані

$t^{\circ}C$	25	30	35	40	45	50	60	65	70
U^+, B									
U^-, B									
$\langle U \rangle, B$									
$R, Ом$									

Таблиця 3.1 – Розрахункові дані

$\frac{1}{2kT} eB^{-1}$									
$\ln R$									

5 Висновки

6 Контрольні питання:

- 6.1 Які речовини називаються напівпровідниками?
- 6.2 Яка зонна модель власного напівпровідника?
- 6.3 Порівняти зонні моделі напівпровідника, діелектрика й металу.
- 6.4 Пояснити залежність опору напівпровідника від температури.
- 6.5 Який тип провідності у власних напівпровідників?
- 6.6 Пояснити виникнення “дірок” і показати їхнє розташування в зонній моделі напівпровідника.

Література:

1 Конструкционные и электротехнические материалы: Учеб. для учащихся электротехн. спец. /В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, С.Я. Попов и др.; Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш. шк., 1990. -296 с.

Інструкція для виконання лабораторної роботи №4

Тема: Вимірювання мегаомметром опору діелектрика

1 Мета: набути навички вимірювання опору діелектрика

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Мегаомметр

2.2 Зразки діелектрика

2.3 Аркуш формату А4

2.4 Креслярські прилади

3 Теоретичні відомості:

Кожну електричну мережу можна розглядати послідовно з'єднаних ділянок, що складається з ряду, одиничної довжини, а опір ізоляції – складається з ряду паралельно з'єднаних між собою опорів ізоляції одиничних ділянок. Таким чином, електричну мережу можна замінити еквівалентною схемою, у якій між проводами і між проводами і землею включені еквівалентні опори.

Нормальна робота електричних установок залежить від стану ізоляції електричних кіл між собою і відносно землі (чи корпусу обладнання).

У процесі роботи ізоляція електричних кіл піддається дії ряду факторів, що приводять з плином часу до її старіння, що вироджується у зниження її електричної та механічної стійкості.

Основні причини старіння ізоляції:

1. Нагрівання струмом навантаження;

2. Динамічні зусилля, спричинені зміною струму в процесі експлуатаційних перемикачів і виникненням великих струмів пуску і короткого замикання;
3. Постійна дія на ізоляцію електричного поля;
4. Перенапруги, викликані комутаційними операціями;
5. Температура і вологість навколишнього середовища, а також забрудненість повітря пилом і агресивними газами.

Проникнення вологи різко погіршує діелектричні властивості ізоляції і викликає необхідність її просушки.

Контроль стану ізоляції є одним із головних питань експлуатації електроустановок.

Розрізняють приймально-здавальний, періодичний і постійний контроль ізоляції. Приймально-здавальний проводиться при введенні у експлуатацію тільки що змонтованих або тих, що вийшли з ремонту, електричних мереж і електроустановок. Періодичний контроль ізоляції полягає у вимірюванні її опору у діючій електричній мережі або електроустановках періодично, у строки, установлені ПУЕ (Правилами улаштування електроустановок), або у разі виявлення дефектів. Опір ізоляції кожної ділянки в мережі напругою до 1000 В, згідно ПУЕ, повинен бути не нижче **0,5 МОм на фазу**.

Опір ізоляції вимірюється в мегаомах (МОм) за допомогою приладу, який називається мегаомметром. Час витримки при вимірюванні опору ізоляції складає 60 сек., вимірювання повинні проводитись при температурі навколишнього середовища вище 10⁰С.

4 Хід роботи:

4.1 Ознайомитися з приладом – мегаомметром.

4.2 Користуючись мегаомметром, визначити опір діелектрика двопровідної установки, що не знаходиться під робочою напругою (рисунок 4.1).

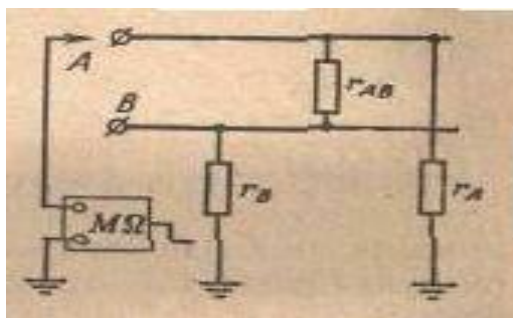


Рисунок 4.1 - Опір ізоляції двопровідної установки

Опори визначити:

а) між кожним із діелектриків і землею;

б) між двома діелектриками.

Результати вимірів записати в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Експериментальні дані

№ спостереження	Вимірювання мегаомметром		
	r_A	r_B	r_{AB}
	Ом	Ом	Ом

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Яке значення для обладнання має стан ізоляції.

6.2 Які причини погіршення ізоляції.

6.3 Яким повинен бути мінімальний опір ізоляції на фазу.

6.4 Основні заходи при вимірюванні опору ізоляції мегаомметром.

6.5 О писати як проводиться вимірювання ізоляції.

Література:

1 Конструкционные и электротехнические материалы: Учеб. для учащихся электротехн. спец. /В.Н. Бородулин, А.С. Воробьев, С.Я. Попов и др.; Под ред. В.А. Филикова. – М.: Высш. шк., 1990.

2 Василенко І.І., Широков В.В., Василенко Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали: Навч. Посібник. – Львів: «Магнолія», 2007. – 242 с.