

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

Дослідження залежності потужності, споживаної лампою від напруги на її затискачах.

Мета роботи: дослідити залежність потужності, що споживає лампа, від напруги на її затискачах та побудувати графік цієї залежності.

Обладнання: віртуальний стенд «Дослідження потужності споживаної лампою від її напруги»

Коротка теорія

Експериментальна перевірка найбільш поширених побутових ламп розжарювання потужністю 25, 40, 60, 75, 100 Вт показує, що їх опір в холодному стані при 0 °С становить 155,5; 103,5; 61,5; 51,5; 40 Ом, а у робочому - 1936; 1210; 815; 650; 490 Ом відповідно. Тоді співвідношення «гарячого» опору до «холодного» становить 12,45; 11,7; 13,25; 12,62; 12,4, а середнє значення становить 12,5. В результаті лампа розжарювання при включенні працює в екстремальних умовах при струмах, що перевищують номінальні, що призводить до прискореного зносу нитки і передчасному вигоранню лампи, особливо при перевищенні напруги в мережі живлення. Остання обставина при тривалому перевищенні напруги по відношенню до номінальної призводить до різкого скорочення терміну служби лампи.

Термін служби лампи розжарювання варіюється в широких межах, оскільки він залежить від:

- якості з'єднань в електропроводці і світильнику;
- стабільності номінальної напруги;
- наявності або відсутності механічного впливу на лампу, ударів, струсів, вібрацій;
- температури навколишнього середовища;
- в залежності від типу використовуваного вимикача і швидкості збільшення кількості струму при подачі потужності на лампу.

При тривалій роботі лампи розжарювання її нитка під впливом високої температури нагріву поступово випаровується, зменшуючись в діаметрі, ламається (вигорає).

Чим вище температура нагріву нитки, тим більше світла випромінює лампа. При цьому процес випаровування нитки протікає інтенсивніше, а термін служби лампи скорочується. Тому для ламп розжарювання температура нитки повинна бути встановлена таким чином, щоб забезпечити необхідну світловіддачу лампи і певну тривалість її служби.

Середній час горіння лампи розжарювання при розрахунковій напрузі не перевищує 1000 годин. Після 750 годин горіння світловий потік зменшується в середньому на 15%.

Лампи розжарювання дуже чутливі навіть до відносно невеликого збільшення напруги: при підвищенні напруги всього на 6% термін служби скорочується вдвічі. З цієї причини лампи розжарювання, які освітлюють сходи у під'їздах, досить часто вигорають, так як вночі енергосистема мало завантажена і напруга збільшується.

Згідно з класичною теорією електронів, металеві провідники мають кристалічну структуру. У вузлах кристалічної решітки є позитивні іони, а в просторі між іонами є вільні електрони, з яких складається «електронний газ», який заповнює кристалічну решітку. Вільні електрони, як і молекули газу, здійснюють хаотичний рух, швидкість якого залежить від температури. У цьому випадку кожен описує складну траєкторію, подібну до траєкторії молекули газу або частинки, що утворюють броунівський рух (рис. 1).

Через хаотичність теплового руху кількість електронів, що рухаються в будь-якому напрямку, в середньому завжди дорівнює кількості електронів, що рухаються в протилежному напрямку. Тому при відсутності зовнішнього поля загальний заряд, що переноситься електронами в будь-якому напрямку, дорівнює нулю, тобто електричний струм в металі відсутній. При створенні різниці потенціалів на кінцях металевого провідника в провіднику з'являється електричне поле, під дією якого електрони набудуть частково впорядкований рух в напрямку, протилежному напрямку поля (тобто електрони мають негативний заряд). Тому при наявності зовнішнього поля фактичний рух електронів - це сума невпорядкованого і впорядкованого руху, що призводить до появи переважаючого напрямку руху. Кількість електронів, що рухаються протилежно полю, буде більше, ніж кількість електронів, що рухаються в напрямку поля, отже, відбувається електричний перерозподіл зарядів в напрямку, протилежному полю, який називається електричним струмом. Рисунок 1б показує траєкторію електрона при наявності електричного поля.

При наявності поля на кожен електрон діє сила, рівна тій, під впливом якої електрон рухається швидше. Коли він рухається, електрон стикається з іонами кристалічної решітки. У момент удару електрон віддає частину або всю енергію іонам. Після цього знову під впливом сил електричного поля він прискорюється, збільшує свою швидкість і знову при наступному зіткненні з іоном віддає свою енергію скелету кристалічної решітки.

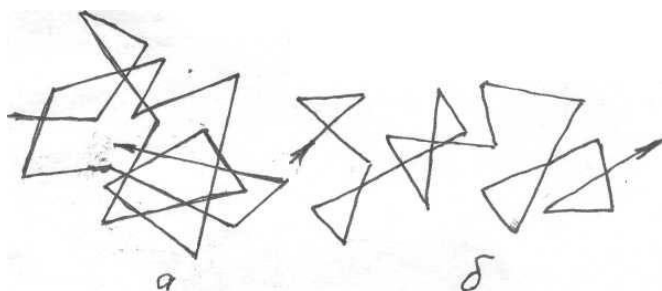


Рис.1. Траєкторія руху електрона: а) без поля; б) в електричному полі напруженістю E

Енергія, що передається в іони кристалічної решітки, перетворюється в енергію безладного коливального руху іонів, тобто в тепло. Ці зіткнення призводять до ускладнень в напрямленому русі електронів, до створення опору. З точки зору класичної електронної теорії виділяють два фактори: 1) участь електронів в хаотичному русі (поряд з спрямованим) і 2) наявність зіткнень електронів з іонами. Кристалічна решітка сприймається як електричний опір провідника до електричного струму.

При підвищенні температури збільшується швидкість хаотичного руху, а також кількість електронних зіткнень, що повинно привести до збільшення опору провідника.

Експериментально встановлено, що для металів підвищення опору з температурою виражається залежністю:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (1)$$

де R_0 - опір провідника при температурі 0°C , R_t - опір провідника при температурі t , α - це тепловий коефіцієнт опору цього металу, він показує на скільки змінюється опір провідника при нагріванні на 1°C . Чисті метали порядку 10^{-3} 1/градус Вольфрам, з якого виготовлена нитка досліджуваної лампи $4,8 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$.

З формули (1) можна визначити температуру гарячої нитки, якщо відомий її опір R_t при такій температурі і опір нитки R_0 при 0°C :

$$t = \frac{R_t - R_0}{\alpha R_0} \quad (2)$$

Порядок виконання роботи.

1. Запустіть віртуальний стенд.



2. У лівому вікні оберіть довільну лампу.

3. Натискаючи на кнопку «+» поступово збільшуйте напругу. Виміряйте струм в колі при різних значеннях U на кінцях нитки розжарювання лампи від мінімального світіння до максимального.

4. Обчисліть електричний опір нитки розжарювання R_t в нагрітому стані:

$$R_t = \frac{U}{I}$$

5. За знайденими значеннями електричного опору нитки R_0 , R_t і відомого значення теплового коефіцієнта електричного опору вольфраму, обчисліть температуру t нитки розжарювання лампи за допомогою формули

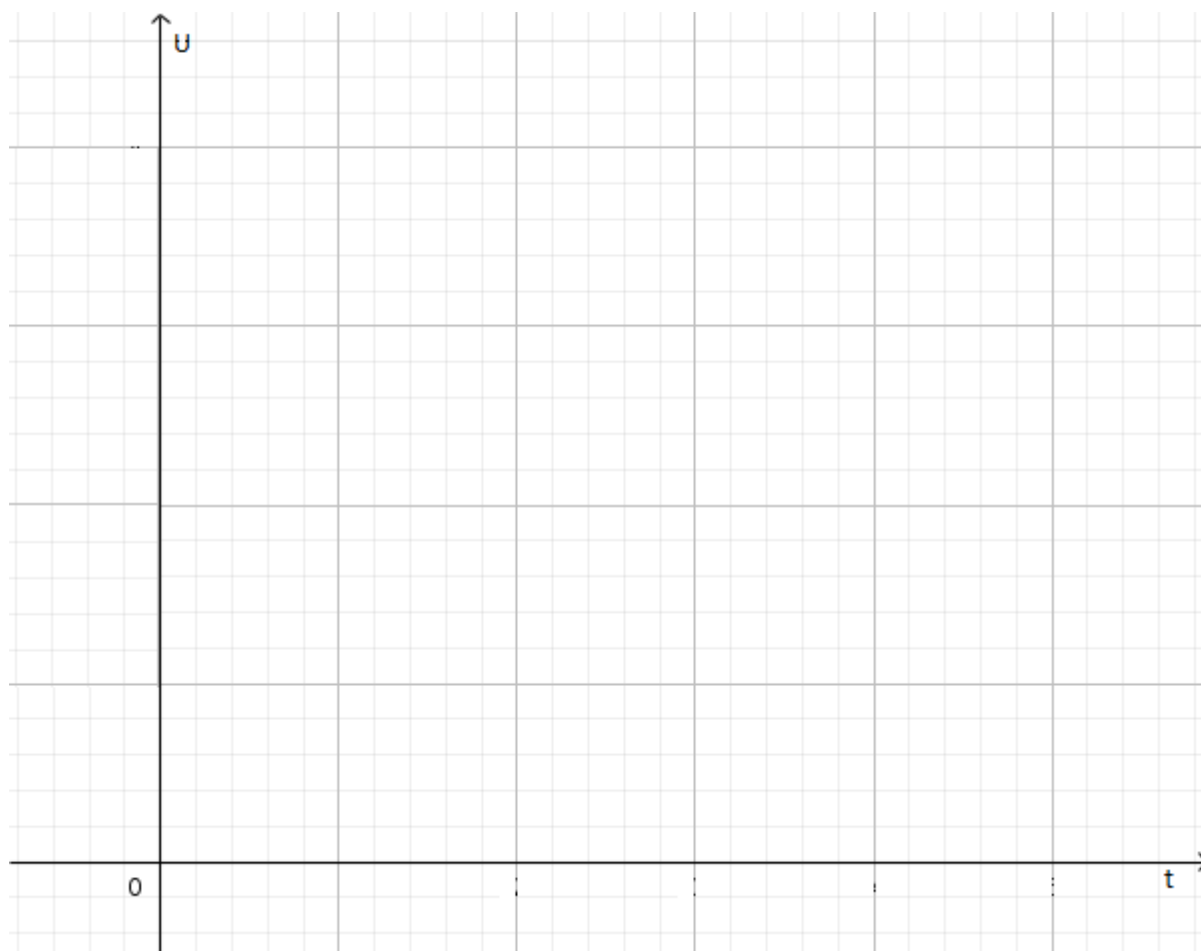
$$t = \frac{R_t - R_0}{\alpha R_0} .$$

Тепловий коефіцієнт α вольфраму при температурах, близьких до 0°C , приблизно дорівнює $4,8 \cdot 10^{-3} \text{C}^{-1}$.

6. Запишіть результати вимірювань і розрахунків у таблицю 1 та побудуйте графік залежності температури нитки розжарювання від напруги на її затискачах.

Таблиця 1

№	Номінальна ємність лампи, Р, Вт	Напруга U, В	Струм в лампі I, А	Потужність споживана лампкою Р, Вт	Опір нитки розжарювання R _t , Ом	Темпе- ратура нитки t, °С
1		0				
2		20				
3		40				
4		60				
5		80				
6		100				
7		120				
8		140				
9		160				
10		180				
11		200				
12		220				



Висновок: _____

Контрольні питання.

1. Яким приладом безпосередньо можна виміряти потужність електричного струму? Яка головна відмінність цього приладу від тих вимірювальних приладів, що застосовувалися у цій роботі?

2. Лампи, що розраховані на однакову напругу, мають потужність 200 Вт і 60 Вт . У скільки разів опір першої лампи відрізняється від опору другої?

3. Яку кількість електроприладів однакової потужності 100 Вт можна увімкнути у електричне коло напруги 220 В при силі струму 5 А ?

4. Як змінюється потужність приладу під час проходження електричного струму через нього, якщо брати до уваги зміну температури провідника при цьому?

5. Чи однакову потужність споживають прилади у послідовному колі та у паралельному колі при умові, що джерело напруги однакове у обох випадках?

6. ЕРС джерела 2 В , а його внутрішній опір 1 Ом . Який струм тече в колі, коли його зовнішня частина споживає потужність $0,75 \text{ Вт}$? Поясніть зміст двох відповідей.

Відповідь: