**Лабораторна робота № 3**

Тема: Дослідження процесів нагрівання за допомогою термопари та напівпровідникового термодатчика

Мета**:** вивчити конструкцію та принцип дії термопари і напівпровідникового датчика температури. Дослідити за допомогою термодатчиків процес підвищення температури нагрівального елемента.

**Теоретичні відомості**

Термопара являє собою два різнорідних провідники, спаяні між собою з обох кінців (рис. 1) .

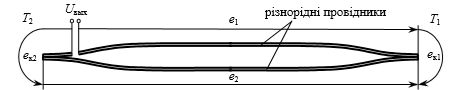


Рис. 1. Конструкція термопари

Дія термопари заснована на ефекті Зеєбека: у колі, що складається з різнорідних провідників, виникає термо-ЕРС, що залежить від температур ділянок кола та матеріалів провідників. Ефект Зеєбека ґрунтується на наступних явищах. Якщо уздовж провідника існує градієнт температур, електрони на гарячому кінці здобувають більш високі енергії та швидкості, ніж на холодному. У результаті виникає потік електронів від гарячого кінця до холодного, і на холодному кінці накопичується негативний заряд, а на гарячому залишається некомпенсований позитивний заряд. Оскільки середня енергія електронів залежить від природи провідника і по-різному росте з температурою, при тій самій різниці температур термо-ЕРС на кінцях різних провідників будуть відрізнятися:



де Т1 і Т2 – температури гарячого і холодного кінців відповідно; k1 та k2 – коефіцієнти, що залежать від фізичних властивостей відповідно 1-го та 2-го провідників. Результуюча різниця потенціалів називається об'ємною термо-ЕРС:



У місцях спайки різнорідних провідників з'являється контактна різниця потенціалів, що залежить від площі та матеріалів прилягаючих поверхонь і пропорційна їхній температурі:



де – коефіцієнт поверхонь дотичних металів. У результаті з'являється друга складова вихідної напруги – контактна термо-ЕРС:



Напруга на виході термопари визначається як сума об'ємної та контактної термо-ЕРС:



де k – коефіцієнт передачі.

Недоліки термопари:

– мала чутливість (порядку 0,1 мВ/°К);

– високий вихідний опір;

– необхідність підтримки постійної температури одного з кінців.

Перерахованих недоліків позбавлені напівпровідникові датчики температури. Найпоширеніший напівпровідниковий термодатчик являє собою стабілітрон, на якому спадання напруги пропорційно його температурі (рис. 2). Недоліком напівпровідникового датчика (у порівнянні з термопарою) є неможливість вимірювання високих температур: верхня межа вимірювання складає 150..300 °С.

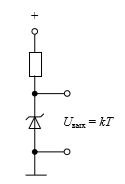


Рис. 2. Схема включення напівпровідникового термодатчика

**Порядок виконання роботи**

Опис лабораторного стенду

Принципова електрична схема лабораторного стенду наведена на рис. 3. Як споживач електроенергії використовується нагрівальний елемент R5. Регулювання потужності нагрівання здійснюється в такий спосіб. Поворотом ручки змінного резистора R3, розташованого на лицьовій панелі стенда, задається необхідний рівень подаваної на нагрівальний елемент середньої напруги, що у вигляді сигналу надходить на аналоговий вхід мікроконтролера ATtini13 . У результаті програмної обробки даний сигнал виводиться на цифровий вихід мікроконтролера у вигляді широтно-імпульсної модуляції, і потім подається на затвор польового транзистора IRL2505, який, працюючи в ключовому режимі, комутує коло нагрівача. Струм силового кола контролюється за допомогою включеного послідовно з нагрівачем шунта R4 і поміщеного в розріз феритового кільця (рис.2) датчика Хола HW300A. Датчик Хола живиться від джерела стабілізованого струму, побудованого на базі інтегрального стабілізатора напруги LM317L . Контроль температури нагрівача здійснюється за допомогою напівпровідникового термодатчика LM335, установленого на робочій поверхні нагрівача. На лицьову панель стенда виводяться 4 сигнали: напруга на нагрівальному елементі (вихід 1), спадання напруги на шунті (вихід 2), напруга на виході датчика Хола (вихід 3) і напруга на виході датчика температури (вихід 4).

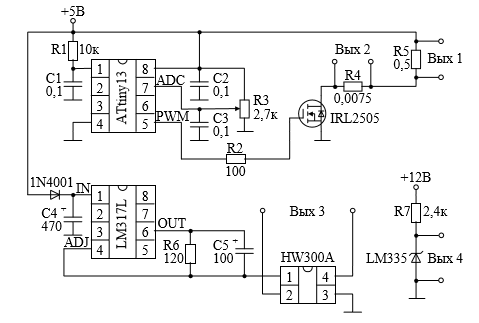


Рис. 3. Принципова електрична схема лабораторного стенду

Для проведення даної роботи необхідно також наявність універсального вимірювального приладу (мультиметра) з термопарою.

**Порядок виконання роботи**

1. Включенням тумблера "мережа" на лицьовій панелі подати на стенд живлення.

2. Повернути ручку змінного резистора R3 у середнє положення.

3. За допомогою осцилографа перевірити наявність прямокутних імпульсів на шунті R4.

4. Повернути ручку змінного резистора R3 у крайнє ліве положення, що відповідає нульовому рівню напруги.

5. Перемкнути мультиметр у режим виміру температури і підключити до нього термопару.

6. Прикріпити робочий кінець термопари до нагрівального елемента і зафіксувати значення температури в °С згідно з показанням мультиметра.

7. За допомогою вольтметра постійного струму зафіксувати значення напруги на виході напівпровідникового термодатчика LM335.

8. Установити ручку змінного резистора R3 у середнє положення і фіксувати показання мультиметра і значення напруги на виході напівпровідникового термодатчика кожні 10 секунд протягом 4 хв. Результати звести в таблицю 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| tT, 0С | 23 | 32 | 41 | 49 | 57 | 63 | 72 | 72 | 68 | 84 | 90 | 95 |
| Uпт,В | 2.89 | 3.03 | 3.1 | 3.18 | 3.24 | 3.3 | 3.36 | 3.43 | 3.49 | 3.54 | 3.6 | 3.64 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 |
| tT, 0С | 97 | 103 | 107 | 110 | 116 | 118 | 121 | 126 | 127 | 130 | 133 |
| Uпт,В | 3.68 | 3.73 | 3.78 | 3.82 | 3.85 | 3.88 | 3.91 | 3.94 | 3.97 | 3.99 | 4 |

tT, 0С - температура по показникам термопари;

tп.т, 0С -температура по показникам напівпровідникового термодатчика;

**Обробка результатів**

1. Для кожного значення Uпт  визначаємо tп.т  в градусах Цельсія за формулою:

,

де - коефіцієнт передачі напівпровідникового термодатчика.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| tT, 0С | 23 | 32 | 41 | 49 | 57 | 63 | 72 | 72 | 68 | 84 | 90 | 95 |
| Uпт,В | 2.89 | 3.03 | 3.1 | 3.18 | 3.24 | 3.3 | 3.36 | 3.43 | 3.49 | 3.54 | 3.6 | 3.64 |
| tп.т, c | 16 | 30 | 37 | 45 | 51 | 57 | 63 | 70 | 76 | 81 | 87 | 91 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t, c | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 |
| tT, 0С | 97 | 103 | 107 | 110 | 116 | 118 | 121 | 126 | 127 | 130 | 133 |
| Uпт,В | 3.68 | 3.73 | 3.78 | 3.82 | 3.85 | 3.88 | 3.91 | 3.94 | 3.97 | 3.99 | 4 |
| tп.т, c | 95 | 100 | 105 | 109 | 112 | 115 | 118 | 121 | 124 | 126 | 127 |

1. В одній системі координат будуємо графік процесу нагрівання (рис. 4).

**Висновок:** в даній лабораторній роботі ми дослідили процес нагрівання за допомогою термопари і напівпровідникового термодатчика. На графіку помітно, що напівпровідниковий термодатчик реагує на зміну температури повільніше, оскільки він не напряму контактує з нагрівальним елементом, а через пластмасовий корпус, що зменшує його швидкодію.