

підсилювач DA1, зразковий резистор R_0 і вихідний каскад на польовому транзисторі VT1.

Значення вихідного струму визначаються формулою

$$I_{\text{вих}} = \frac{U_{\text{ст}}}{R_0},$$

де $U_{\text{ст}}$ – напруга стабілізації стабілітрона VD1; R_0 – значення опору зразкового резистора.

Застосування у вихідному каскаді польового транзистора забезпечує рівність струмів $I_{\text{вих}} = I_0$, що підвищує температурну стабільність вихідного струму.

Блок живлення БЖ забезпечує необхідними напругами живлення з гальванічним розділенням вхідної і вихідної частин перетворювача.

На підставі проведених досліджень досягнута номінальна характеристика термоперетворювачів

опору для TCM50, TCM100 дорівнює нулеві при діапазоні вимірювальної температури $-50...180$ С для TCM та $-200...500$ для ТСП при встановленні вихідного сигналу 0,5с з напругою живлення $+15$; -15 В. Габаритні розміри $20 \times 266 \times 261$ мм. Наведені терморезистивні вимірювальні перетворювачі при двох каналах перетворення забезпечують клас точності 0.25...0.5.

1. ДСТУ 2858-94. Термоперетворювач опору. Загальні технічні вимоги і методи випробувань. 2. ГОСТ 13384-93. Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления. 3. Электричні вимірювання електричних та неелектричних величин. За ред. С.С.Поліщука. К., 1978. 4. Электрические измерения. Под ред. В.Н.Малиновского. М., 1987. 5. Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин. / Пер. с нем. М., 1987.

УДК 536.5

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ ТЕРМОШУМОВОГО СИГНАЛУ НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШУМОВОГО ТЕРМОМЕТРА

© Богдан Стадник, Андрій Озгович, Ігор Ліхновський, Андрій Кузій, 2000

Державний університет “Львівська політехніка”, кафедра “Інформаційно – вимірювальна техніка”, вул. С.Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Наведено результати дослідження математичної моделі системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра.

Представлены результаты исследования математической модели системы первичный преобразователь – линия связи – входные цепи измерительного блока шумового термометра.

The outcomes of a research of a mathematical model of a system a primary converter - communication line - source circuits of the measuring block of the noise thermometer represented.

Дослідження математичної моделі системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра проведено для виявлення оптимального значення параметрів термошумового перетворювача для отримання максимальної чутливості і мінімальної похибки вимірювання температури шумовим термометром, що викликана часовою нестабільністю цих параметрів та їх залежністю від температури.

При дослідженні похибки вимірювання і чутливості термоперетворювача прийнято :

- спектральна густина теплового шуму, що генерується термочутливим елементом, задана і не залежить від частоти;
- вхідний опір підсилювача не впливає на коефіцієнт передачі термошумового перетворювача;
- температура навколишнього середовища не впливає на процес вимірювання;
- внеском теплових шумів ізоляції і проводів лінії зв'язку в інформативний шумовий сигнал можна знехтувати [3].

- теплофізичні параметри досліджуваного середовища за час вимірювання є стаціонарним;
- споживання енергії контактним термоперетворювачем від об'єкта вимірювання не викликає зміни температури досліджуваного середовища [4].

На рис. 1 подано передавальну функцію системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра, яка отримана на підставі математичної моделі системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра. Значення переда-

вальної функції K_I обчислено для частот від 20 кГц до 2 МГц з кроком 10 кГц та для параметрів системи, що детально розглянуті в [1].

$$K_I = H(R, L, C, F_I, R_{IZ}, R_L, L_L, C_L, R_{ВХ}, C_{ВХ}), \quad (1)$$
де K_I – значення передавальної функції; R – опір первинного перетворювача; L – індуктивність первинного перетворювача; C – ємність первинного перетворювача; F_I – частота; R_{IZ} – опір ізоляції лінії зв'язку; R_L – опір лінії зв'язку; L_L – індуктивність лінії зв'язку; C_L – ємність лінії зв'язку; $R_{ВХ}$ – вхідний опір вимірювального блоку шумового термометра; $C_{ВХ}$ – вхідна ємність вимірювального блоку шумового термометра.

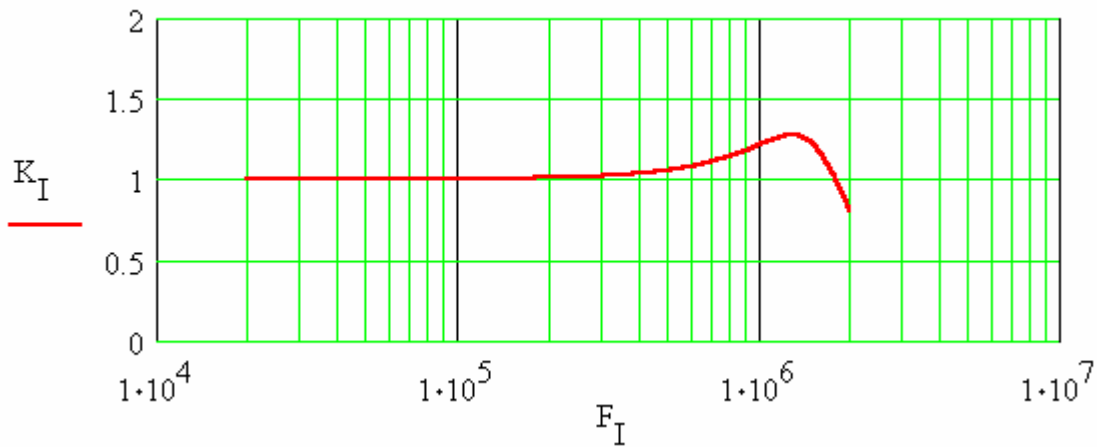


Рис. 1. Передавальна функція системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра

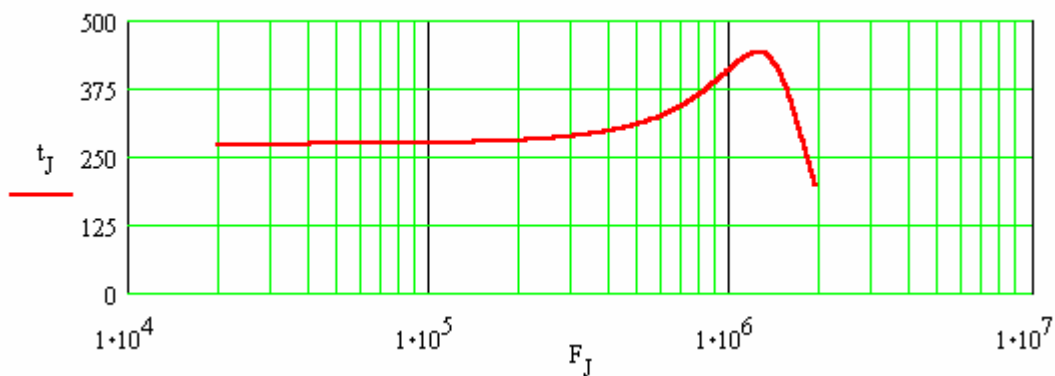


Рис. 2. Результат вимірювання температури при фіксованій довжині частотного діапазону

Використовуючи передавальну функцію та враховуючи, що результат вимірювання температури є результатом інтегрування термошумового сигналу в певному частотному діапазоні, запишемо

$$t_J = \frac{1}{m} \cdot \sum_{n=1}^m (K_{J+n})^2 \quad (2)$$

де t_J – передавальна функція системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра; m – число, яким визначається ширина частотної смуги вимірювання шумового сигналу; J – число, яким визначається нижня частота для термошумового сигналу

На рис. (2) подано результати обрахунку вимірюної температури при фіксованій довжині частотного діапазону і зміні нижньої межі частотного діапазону. З рис. (3) можна бачити, що навіть на частотах до 100 кГц присутня істотна похибка

вимірювання температури, яка визначається за формулою (3).

$$\delta T_J = |(1 - T_J) \cdot 100| \quad (3)$$

З рис. 3 видно, що обрахована похибка може досягати 70 %, тому зрозуміло, що необхідно або розробити способи корекції такої похибки, або змінити метод вимірювання.

В цьому відношенні цікавою є залежність передавальної температурної функції від ширини смуги частот при фіксованій початковій частоті, яка обчислюється за формулою

$$t_J = \frac{1}{J + 10} \cdot \sum_{n=1}^{J+10} K_n \quad (4)$$

де J визначає ширину смуги від 10^5 до 10^7 Гц.

На рис. 4 подано результати обрахунку вимірюної температури при фіксованій нижній межі частотного діапазону 100 кГц та при зміні довжині частотного діапазону.

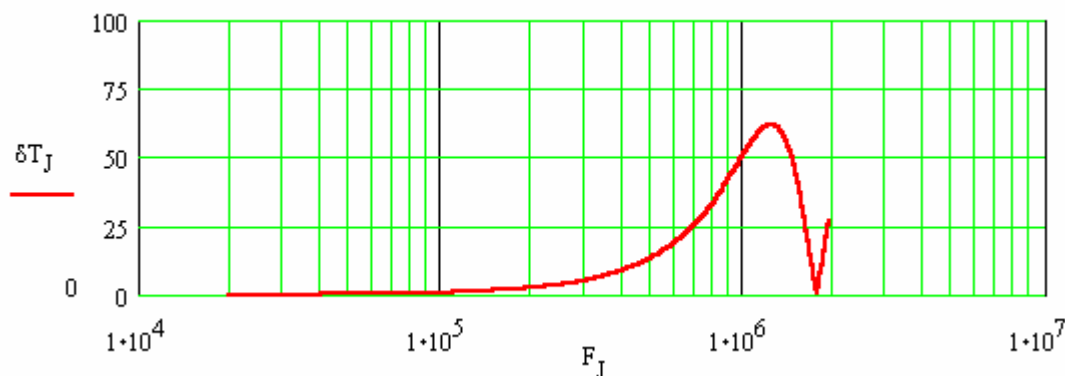


Рис.3. Похибка вимірювання температури при фіксованій довжині частотного діапазону

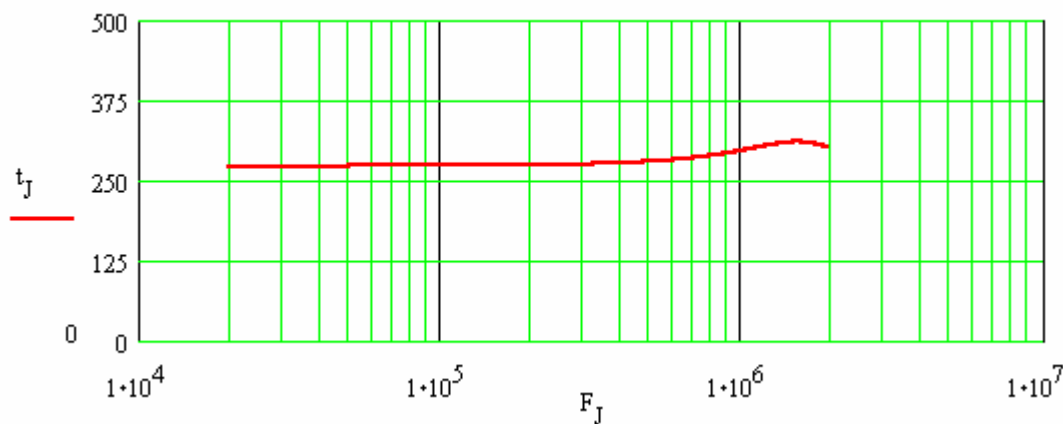


Рис.4. Результат вимірювання температури при розширенні частотного діапазону

На рис. 5. наведено результати розрахунку похибки вимірювання температури за формулою (3) при фіксованій нижній межі частотного діапазону та при зміні довжині частотного діапазону. Видно,

що, розширивши смугу частот, вдається зменшити похибку вимірювання температури. Так, з рис. 5 вона не перевищує 15 %.

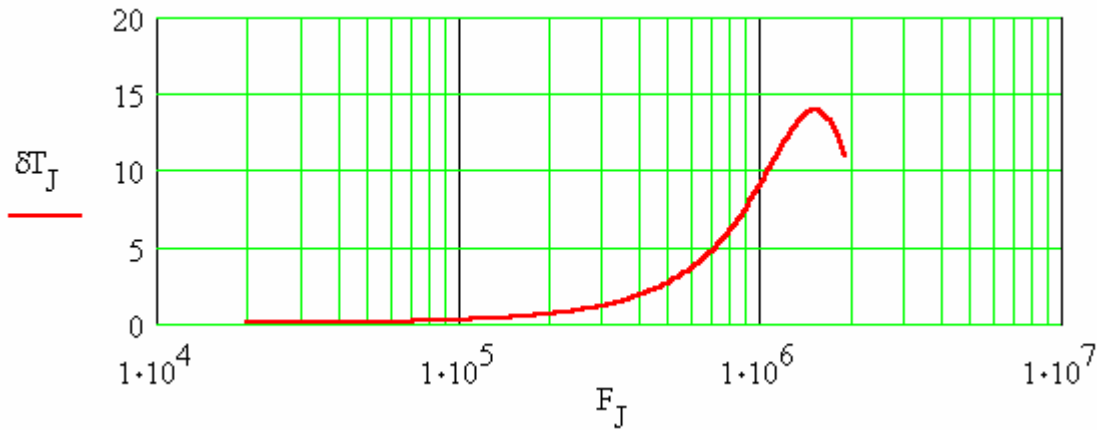


Рис.5. Похибка вимірювання температури при розширенні частотного діапазону

На рис. 6 подано залежність похибки вимірювання температури шумовим термометром від ширини частотного діапазону вимірювання та від довжини лінії зв'язку між первинним перетворювачем та входом вимірювального блоку шумового термометра, яка отримана з формули (3). Розглянуто зміну довжини лінії зв'язку від 1 до 30 метрів. Значення всіх первинних параметрів лінії зв'язку прямо залежать від її довжини. Тому таке

дослідження дозволяє проаналізувати комплексний вплив відразу багатьох параметрів системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку шумового термометра на похибку вимірювання температури.

Дослідження проводились при фіксованій нижній межі частотного діапазону 100 кГц, а верхня межа змінювалась від 200 кГц до 1 МГц.

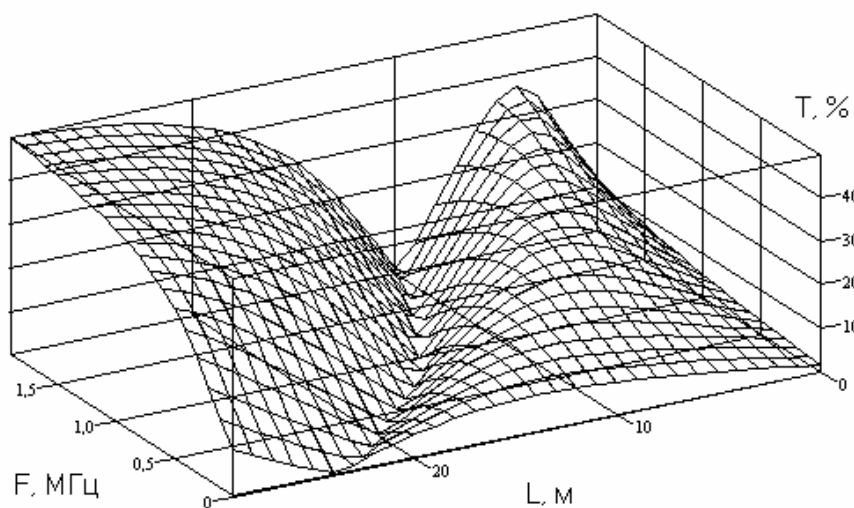


Рис. 6. Залежність похибки вимірювання температури від ширини частотного діапазону вимірювання та від довжини лінії зв'язку

Похибка вимірювання зі збільшенням довжини лінії зв'язку та при розширенні частотного діапазону зростає, тому гостро постає питання розроблення методів компенсації впливу параметрів системи первинний перетворювач – лінія зв'язку – вхідні кола вимірювального блоку на результат вимірювання температури шумовим термометром.

1. Параметри лінії передачі шумового сигналу./ Озгович А.І., Стадник Б.І., Серкіз А.В., Микитин І.П. // Вісн. ДУ "Львівська політехніка" 1997, № 298. С. 68-71.
2. Стан і перспективи розвитку шумової термометрії / Озгович А., Стадник Б., Микитин І. // "Контроль і

управління в технічних системах" (КУТС-97), Книга за матеріалами четвертої науково – технічної конференції м. Вінниця, 21-23 жовтня 1997 р. 3. Манченко А.В., Стадник Б.І., Гордов А.Н., Куритный И.П., Столярчук П.Г., Термошумовой преобразователь для измерения температуры с повышенной точностью // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф.: Методы и средства машинной диагностики газотурбинных двигателей и их элементов. Харьков, 1983. Т.2. С.229. 4. Геращенко О.А., Гордов Н.А., Лах В.И., Стадник Б.И., Ярышев Н.А. Температурные измерения:Справочник. К., 1984. 5. А. ван дер Зил. Шумы при измерениях. М., 1983.

УДК 518.5+531.781.2

ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕРМОМЕТРІВ З ТЕРМОДІОДНИМИ СЕНСОРАМИ

© Володимир Василюк*, Анатолій Ленюченко, Петро Малачівський, 2000

*Державне підприємство магістральних нафтопроводів "Дружба", вул. Липинського, 12, Львів-МСП, 79000, Україна

Львівський національний університет ім. Івана Франка, вул. Університетська 1, Львів, 79000, Україна

Розглядається задача калібрування цифрових термометрів з термодіодними сенсорами. Пропонується методика розрахунку температурної характеристики термодіодного сенсора з використанням фізико-математичної моделі представлення спаду напруги на р-п переході. Ця методика дозволяє за двома реперними температурними точками (наприклад, 0 °С і 100 °С) з достатньою точністю відтворити температурну характеристику сенсора. Запропоновано спосіб оптимальної схемної лінеаризації характеристик даних сенсорів цифрових термометрах.

Рассматривается задача калибровки цифровых термометров с термодиодными сенсорами. Предлагается методика расчета температурной характеристики термодиодного сенсора с использованием физико-математической модели представления падения напряжения на р-п периоде. Методика позволяет по двум температурным точкам (например, 0 °С и 100 °С) с достаточной точностью воспроизвести температурную характеристику сенсора. Предложен способ оптимальной схемной линейаризации характеристик данных сенсоров в цифровых термометрах.

We consider the problem calibrating the digital thermometers with thermal semiconductors. A method of temperature characteristic calculation for the thermal semiconductor sensor using a physico-mathematical model of p-n-transition voltage gap representation is proposed. This method allows to recover with sufficient the precision temperature characteristics given two repairing points (e.g. 0 °С and 100 °С). We offer a method of optimal schema linearisation of the above sensors' characteristics in digital thermometers.

Проектуючи засоби вимірювання температури, важливо вибрати тип сенсора, який би відповідав потрібним технічним вимогам, був легкодоступним і недорогим. З цього погляду привертають увагу сенсори на основі кремнієвого р-п переходу. У разі правильного вибору типу і режиму роботи р-п

переходу такі сенсори відзначаються часовою стабільністю характеристик і досить високою чутливістю [1]. Відносно мала нелінійність і невисока ціна цих термосенсорів роблять їх конкурентоспроможними. Але застосування таких сенсорів ускладнюється розкидом їх параметрів, що