



ISU

INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY



**XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE
«Innovative Solutions to Modern
Scientific Challenges»**

February 21-23, 2024

Zagreb, Croatia

isu-conference.com



INTERNATIONAL SCIENTIFIC UNITY

**XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND
PRACTICAL CONFERENCE**
**«Innovative Solutions to Modern Scientific
Challenges»**

Collection of abstracts

February 21-23, 2024
Zagreb, Croatia

CONTENTS

SECTION: ACCOUNTING AND TAXATION

Акименко О., Грибовський М., Масловський М. ПОДАТКИ ЯК ВАЖЕЛІ РЕГУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	12
---	----

SECTION: AGRICULTURAL SCIENCES

Laslo O., Onipko V. TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AS A TOOL FOR COMBATING VIOLATIONS OF ACADEMIC INTEGRITY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF AGRARIAN ORIENTATION.....	15
--	----

Логінов М.І., Мачульський Г.М., Логінов А.М. ЗМІНА КОРЕЛЯЦІЙНИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЦІННИМИ ГОСПОДАРСЬКИМИ ОЗНАКАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД НАПРЯМКУ ДОБОРУ У ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ.....	18
---	----

Москалюк І.В., Сакун М.М., Хамід К.О., Пунченко Н.О. ПЕСТИЦИДИ: КОРИСТЬ ТА ШКОДА.....	23
---	----

Хамід К.О., Москалюк І.В., Сакун М.М. АПТУРИЗМ – ЯК НОВИЙ ПРОЕКТ СУЧАСНОГО ТУРИЗМУ.....	26
---	----

SECTION: ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Мержієвська Н.Ю., Чвирова О.Є. СУЧАСНИЙ ДОСВІД ФОРМУВАННЯ ВІДКРИТИХ ГРОМАДСЬКИХ ПРОСТОРІВ В СТРУКТУРІ МІСТА.....	30
---	----

Душин В., Матченко Н. ВЕНТИЛЯЦІЯ ЯК ВАГОМА ЧАСТИНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	32
---	----

SECTION: AUTOMATION AND ROBOTICS

Луценко В.Ю., Гаврюков О.В., Точиліна Т.М., Філіпенко І.І. ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ	34
---	----

SECTION: AUTOMATION AND ROBOTICS

ЕКСПРЕС-МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ

В.Ю. Луценко

к.т.н., доцент
vadlutsenko@gmail.com

О.В. Гаврюков

д.т.н., професор
gavryukov@ukr.net

Кафедра Автоматизації технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна

Т.М. Точиліна

к.п.н., доцент
toch2008@gmail.com

І.І. Філіпенко

к.п.н., доцент
ir09fil@gmail.com

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет,
м. Запоріжжя, Україна

У роботі проведено аналіз проблем вимірювання внутрішнього опору термоелектричних модулів. Запропоновано алгоритм вимірювання, що базується на пропусканні імпульсів струму, періодичній зміні їхньої полярності та подальшому аналізу перехідного процесу в термоелектричному колі. Розроблено вимірювальну установку та проведено дослідження термоелектричних модулів, результатом яких стало визначення їх опору.

Одним із перспективних напрямків альтернативної енергетики є розробка та вдосконалення термоелектричних пристроїв, до яких відносяться термоелектричні генератори та холодильники. Ці пристрої дозволяють перетворювати теплову енергію на енергію електричного струму і навпаки, а однією з їх основних переваг є відсутність в їх складі рухомих частин чи механізмів та отруйних хладагентів. Також малі маса, габарити та інерційність в сукупності обумовлюють перспективність застосування термоелектричних пристроїв для утилізації «теплових відходів» в якості джерел живлення малої та середньої потужності. Проте, низьке значення ККД є однією з основних причин, що обмежує область їх використання. Розробка та підвищення ефективності термоелектричних перетворювачів обумовлює актуальність досліджень їх будови, характеристик та особливостей функціонування.

Одним із важливих параметрів термоелектричних модулів (ТЕМ), що визначає пов'язані з протіканням електричного струму втрати енергії і відповідно впливає на ККД, є їх опір. Основна складність визначення опору ТЕМ полягає в його реактивному характері: протікання струму супроводжується появою в колі термо-ЕРС, значення якої визначається величиною струму. [1]

Вимірювання опору ТЕМ можна здійснити двома способами: проводити вимірювання в ізотермічних умовах або здійснювати вимірювання на змінному струмі, вважаючи при цьому, що внаслідок інерційності та усереднення ефект впливу термо-ЕРС не буде мати суттєвого впливу. [2]

Ще одним обмеженням, що потребує врахування при визначенні величини вимірювального струму, це вплив теплоти Джоуля, яка розігріває ТЕМ і таким чином впливає на його опір. Вимірювання на малих струмах дозволяє зменшити вплив теплоти Джоуля, але в той же час потребують застосування вимірювальних засобів з високою чутливістю.

Крім вказаних основних джерел похибок, реалізація експрес-методів визначення опору ТЕМ [2-3] потребує визначення додаткових поправок пов'язаних з урахуванням наявності теплообміну між модулем та навколишнім середовищем та тепловим взаємним впливом окремих термоелектричних гілок.

Для визначення опору ТЕМ пропонується алгоритм вимірювання, що передбачає пропускання протягом часу $\frac{T}{2}$ імпульсного струму (період імпульсів складає 20мс, скважність дорівнює 2), а в наступний інтервал $\frac{T}{2}$ полярність струмових імпульсів змінюється на протилежну і так далі.

Вимірювання проводяться серіями по 4-ри вимірювання. Перше вимірювання відбувається, коли через ТЕМ протікає струм, а його результат – $U_{ТЕМ}$ представляє собою суперпозицію термо-ЕРС (ε_{th}), падіння напруги на внутрішньому опорі модуля та падіння напруги на шунті, який включено послідовно з ТЕМ. Наступне (друге) вимірювання здійснюється за відсутності струму через ТЕМ. Напруга, що реєструється в цьому випадку трактується як термо-ЕРС модуля. Третє та четверте вимірювання здійснюються на шунті: коли струм протікає та за його відсутністю. Результати вимірювання напруги на шунті – $U_{Ш}$ використовуються для контролю струму через модуль.

Розглянутий алгоритм вимірювання реалізовано у вимірювальній установці, структурна схема якої представлена на рис.1.

Управління вимірювальною установкою здійснюється за допомогою керуючих сигналів, що виробляються мікропроцесорною системою управління – МПУ. Також до складу установки входить формувач струмових імпульсів та реєструючий пристрій, на вхід якого підключено комутатор аналогових сигналів, за рахунок чого реалізовано два вимірювальних канали.

Задача калібрування вимірювального тракту вирішена за рахунок застосування блоку калібрувальних сигналів.

На рис.2 представлено сигнали отримані на ТЕМ ТЕС1-12703 $U_{ТЕМ}$, ε_{th} , та різницю ($U_{ТЕМ} - \varepsilon_{th} - U_{Ш}$), яка представляє собою падіння напруги на опорі ТЕМ – U_R .

Сигнал U_R протягом часу $\frac{T}{2}$ має сталий характер, що вказує на адекватність запропонованого алгоритму вимірювання.

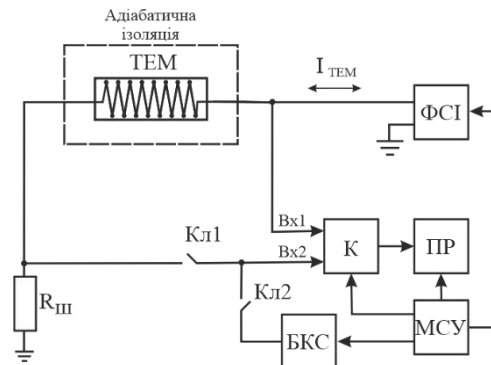


Рисунок 1. Структурна схема експериментальної установки:

ТЕМ – термоелектричний модуль; ФТІ – формувач струмових імпульсів через ТЕМ; К – коммутатор вхідних сигналів; ПР – пристрій реєстрації; МСУ – мікропроцесорна система управління; БКС – блок калібрувальних сигналів

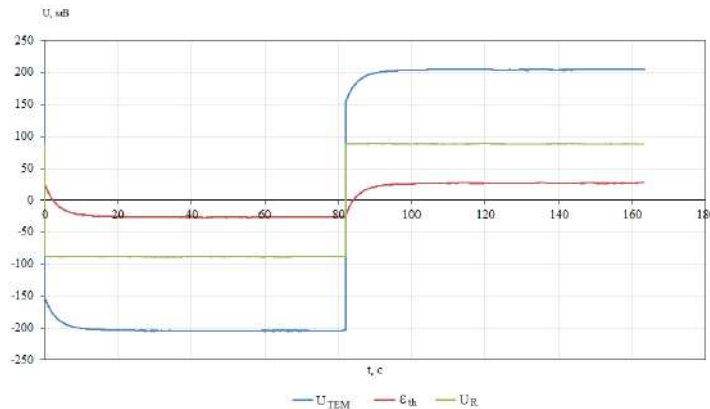


Рисунок 2. Осцилограми сигналів $U_{ТЕМ}$, ε_{th} , U_R модуля ТЕС1-12703

Сигнал $U_{ТЕМ}$ відповідно до запропонованої моделі вимірювання можна представити наступним чином:

$$U_{ТЕМ} = I(R_{ТЕМ} + R_{ш}) + \varepsilon_{th} \quad (1)$$

де I – амплітуда імпульсів струму через ТЕМ;

$R_{ТЕМ}$ – опір ТЕМ;

$R_{ш}$ – опір шунта ($R_{ш}=3,12\text{Ом}$).

Враховуючи, що $U_{ш} = IR_{ш}$, опір модуля можна визначити наступним чином:

$$R_{ТЕМ} = R_{ш} \frac{(U_{ТЕМ} - \varepsilon_{th} - U_{ш})}{U_{ш}} \quad (2)$$

Відзначимо, що напруги $U_{ТЕМ}$, ε_{th} , $U_{ш}$, є сигналами змінного струму, при цьому вираз (2) є справедливим для будь-якого моменту часу t . Виходячи з цього, а також з метою підвищення точності вимірювань доцільно в розрахунках за формулою (2) використовувати значення напруг, які отримуються шляхом усереднення даних на відповідних ділянках сигналів, де вони близькі до своїх стаціонарних значень.

У таблиці 1 представлено результати вимірювань проведених на модулях ТЕС1-12703 та ТЕС1-12708 усереднених стаціонарних значень сигналів $\langle U_{\text{ТЕМ}} \rangle$, $\langle \varepsilon_{th} \rangle$, $\langle U_{\text{Ш}} \rangle$ та розрахованих значень опору $R_{\text{ТЕМ}}$. Вимірювання проводилися при температурі навколишнього середовища 25°C .

Таблиця 1. Результати вимірювання опору модулів ТЕС1-12703 та ТЕС1-12708

	$\langle U_{\text{ТЕМ}} \rangle$, мВ	$\langle \varepsilon_{th} \rangle$, мВ	$\langle U_{\text{Ш}} \rangle$, мВ	$R_{\text{ТЕМ}}$, Ом
ТЕС1-12703	204,64±10,26	26,82±1,38	89,48±5,22	3,08±0,11
ТЕС1-12708	521,94±29,93	78,10±3,86	217,07±10,13	1,52±0,08

Про достовірність результатів, отриманих з використанням запропонованого методу контролю якості термоелектричних модулів, свідчить високий рівень співпадіння отриманих експериментальних значень опору з даними виробників. Так, наприклад, в технічній документації [даташиты] надаються такі дані: для модуля ТЕС 112703 опір знаходиться в діапазоні $3,2 \div 3,5$ Ом, а для модуля ТЕС 112708 становить – 1,5 Ом.

Висновки

Одним із напрямків підвищення ефективності термоелектричних модулів є зменшення дисипативних втрат енергії. Існують різні види механізмів дисипації, серед яких особливе місце займає розсіювання електричної енергії на внутрішньому опорі ТЕМ.

У основі запропонованого методу вимірювання опору термоелектричного модуля лежить пропускання через нього імпульсного зовнішнього струму, полярність якого періодично змінюється. При цьому напруга на модулі та послідовно включеному з ним шунті вимірюється двічі – за наявності зовнішнього струму та за його відсутності. Для реалізації такого вимірювального алгоритму розроблено вимірювальну установку, що має два однакові вимірювальні канали. Підвищення точності вимірювань вдається досягти за рахунок періодичного характеру сигналів, що реєструються, шляхом їх усереднення, а також періодичного калібрування вимірювального тракту.

Відмінною особливістю запропонованого способу є те, що результат вимірювання визначається за результатами аналізу перехідного процесу, що виникає внаслідок зміни полярності зовнішніх імпульсів. Такий підхід дозволяє визначити значення опору ТЕМ в одному експерименті і тим самим скоротити час вимірювання.

Проведені вимірювальні експерименти з термоелектричними модулями ТЕС 112708 і ТЕС 112703 показали високий ступінь узгодженості експериментальних результатів з даними виробників цих пристроїв, при цьому похибка вимірювання не перевищує 7 %.

Список використаних джерел

1. Иоффе, А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы / А.Ф. Иоффе ; АН СССР, Ин-т полупроводников. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1960. – 188 с.
2. Putilin, A.B., Yuragov, E.A. An Analysis of the Possibilities of Modern Methods of Measuring the Efficiency of Thermoelectric Elements and Their Realization. Measurement Techniques.– Volume 46, P.1173–1179. – 2003.
3. Д.М. Фреїк, Р.Я. Михайльонка, В.М. Кланічка. Методи вимірювання теплопровідності напівпровідникових матеріалів // Фізика і хімія твердого тіла, 5(1), сс. 173-191.– 2004.
4. Thermoelectric modules TEC 112703. Datasheet. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hebeiltd.com.cn/peltier.datasheet/TEC1-12703.pdf>
5. Thermoelectric modules TEC 112708. – Режим доступу до ресурсу: [datasheet.https://www.hebeiltd.com.cn/peltier.datasheet/TEC1-12708.pdf](https://www.hebeiltd.com.cn/peltier.datasheet/TEC1-12708.pdf)