

УДК 661.6

Сандлер А.К., Цюпко Ю.М.  
ОНМА

## **МОДУЛЬ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОГО ТЕПЛА СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК**

Більшість технологічних процесів, робота багатьох механізмів і систем суднової енергетичної установки (СЕУ) супроводжується виділенням великої кількості теплової енергії, яка не використовується, а розсівається в довкіллі і називається «скидне тепло». Скидне тепло є низькопотенційним, але воно володіє колосальним енергетичним потенціалом, тому перетворення (утилізація) теплової енергії, що викидається, в корисну є важливим практичним завданням [1].

В той же час, аналіз існуючих пристроїв утилізації низькопотенційного тепла показав таке. Схемотехнічні рішення більшості модулів, що застосовуються, пов'язані зі значними складностями при монтажу та експлуатації в умовах СЕУ [2].

Для визначення чинників дисбалансу, що утворився, в задачах утилізації низькопотенційного тепла були розглянуті конструкції відомих термоелектричних модулів.

Відомим є модуль на основі моноблочного гальваномагнітного термоелементу О'Брайна, Уолліса і Симона, який складається з циліндричного охолоджуючого елемента, тороїдальної обмотки для створення магнітного поля і електричних контактів термоелементу і тороїдальної обмотки (рис. 1) [2].

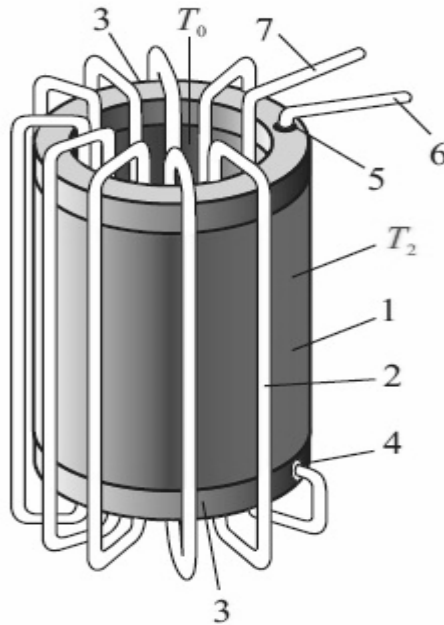


Рис. 1. Схема моноблочного гальваномагнітного термоелемента О'Брайна, Уолліса і Сімона:

1 - циліндричний охолоджуючий елемент; 2 - торіадальна обмотка; 3 – електричні контакти охолоджуючого елемента; 4 – місце з'єднання обмотки з контактом охолоджуючого елемента; 5 - місце з'єднання охолоджуючого елемента з контактом; 6 – електроконтакт; 7 - кінець торіадальної обмотки;  $T_0$  – температура на внутрішній поверхні охолоджуючого елемента;  $T_2$  – температура на зовнішній поверхні охолоджуючого елемента.

Застосування в конструкції модулю моноблочного гальваномагнітного термоелемента та торіадальної обмотки знайшло свої відбитки у таких недоліках:

- складність компенсації технологічного зазору між моноблочним термоелементом та трубопроводом;
- вихід із ладу усього модуля у разі навіть точеного пошкодження термоелемента або торіадальної обмотки;
- складність монтажу на трубопроводах існуючих систем охолодження.

У меншому ступені конструктивні та експлуатаційні фактори впливають на характеристики модулю на основі термоелемента

Нернста-Еттингсгаузена, що складається зі спірального тіла однорідного анізотропного термоелементу та каліброваного прошарку між гілками спіралі з матеріалу з низькою теплопровідністю (рис. 2) [2].

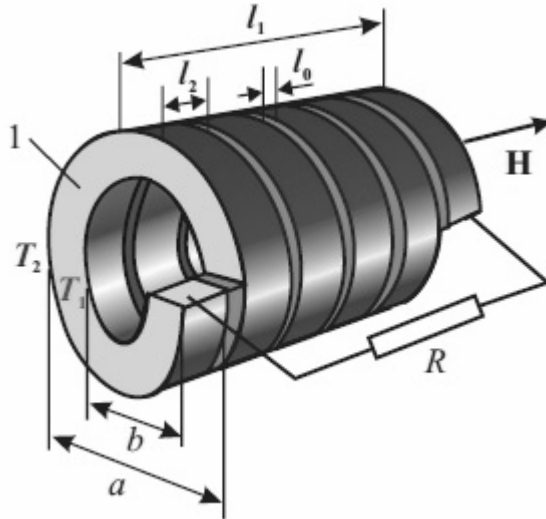


Рис. 2. Схема модулю на основі термоелементу Нернста-Еттингсгаузена: 1 – спіральне тіло термоелементу;  $R$  – зовнішнє електричне навантаження.

Недоліки пристрою, які обумовлені використанням спірального тіла термоелементу у та каліброваного прошарку:

- необхідність постійної корекції параметрів робочої термоелементної спіралі;
- необхідність ретельного захисту термоелементної спіралі від шкідливого впливу повітря з підвищеним вмістом вологи та парів мастила та палива;
- вихід із ладу усього модуля у разі навіть точеного пошкодження термо- елементної спіралі.

У реаліях, що склалися, є доцільною розробка нового схематичного рішення термоелектричного модулю утилізації. Новий модуль визначався як такий, у якому термоелемент не є моноблочним, передбачена автокорекція геометрії сполучення термоелементу та трубопроводу та одночасно збережено максимальний контакт поверхонь термоелементу та трубопроводу.

Поставлена задача вирішується тим, що у модулі застосовано комбінацію та первинних та вторинних частин елементів Пельтьє 3, 5, змонтованих на напівциліндричних основах 1. Частини сполучаються металевими стрижнями 6. Додатковий градієнт температури між частинами створюється за допомогою додаткових радіаторів охолодження 4. Еластичні фіксатори 2 використовуються для монтажу основ та термокомпенсації поширення матеріалу трубопроводу з теплоносієм. Комутаційний пристрій 7 застосовується для електричного сполучення всіх елементів Пельтьє та зовнішніх електричних пристроїв (рис. 3).

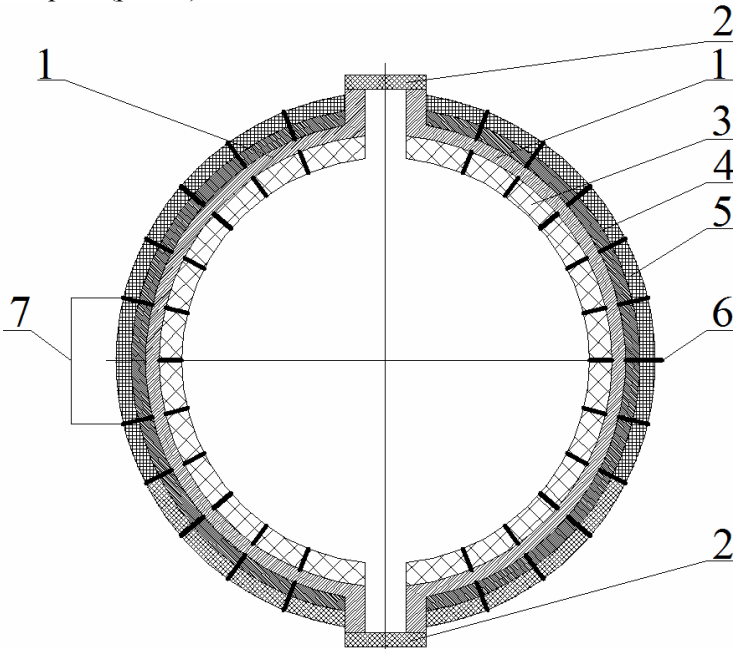


Рис. 3. Модуль для утилізації низькопотенційного тепла суднових енергетичних установок:

1 – напівциліндрична основа; 2 – еластичний фіксатор; 3 – первина частина елементу Пельтьє з телуриду вісмуту; 4 – додатковий радіатор охолодження; 5 – вторинна частина елементу Пельтьє з германіду кремнію; 6 – металевий стрижень; 7 – комутаційний пристрій.

У статичному режимі, тобто коли температура трубопроводу дорівнює температурі зовнішнього середовища й температурі еле-

ментів Пельтьє, процес перетворення теплової енергії у електричну не відбувається.

При підвищенні температури теплоносія у трубопроводі збільшується різниця температур між первинними та вторинними частинами елементів Пельтьє. У результаті виникає потік електронів від первинних до вторинних елементів й на вторинних накопичується негативний заряд, а на первинних залишається некомпенсований позитивний заряд. Процес накопичення заряду триває до тих пір, доки різниці потенціалів, що виникла, не викличе потік електронів у зворотному напрямку, рівний первинному, завдяки чому встановиться рівновага. Після чого настає сталий режим перетворення теплової енергії у електричну [3].

Модуль утилізації низько потенційного тепла у цьому статусі може використовуватися як у режимі мономодулю, так і у режимі складальної батареї модулів. У цьому випадку є можливість за рахунок зміни варіантів сполучення елементів батареї отримувати різні параметри електричного струму.

Крім того, застосування батарейного режиму модулю дозволяє застосовувати його у зворотному аварійному режимі на випадок виникнення потреби у додатковому охолодженні теплоносія у трубопроводі. Для цього за допомогою комутаційного пристрою на елементи Пельтьє надається електричний струм й здійснюється процес відводу тепла від теплоносія.

Запропонований модуль відрізняється тим, що загальний термоелемент утворений з низки незалежних первинних термоелементів та застосовані еластичні фіксатори для автокорекція геометрії сполучення термоелементу та трубопроводу [4].

Технічний ефект досягається завдяки тому, що геометрія розташування термоелектричних елементів у напівциліндричних основах з'єднаних між собою еластичними фіксаторами забезпечує:

- збереження роботоспроможності модулю, навіть при виходу з ладу частки термоелементів;
- максимальний контакт перетворюючих елементів з трубопроводом з теплоносієм;
- автокорекцію геометрії сполучення термоелементу та трубопроводу;
- підвищення якості функціонування за рахунок складання батарей з однотипних модулів.

Використання запропонованого модулю дозволить поширити можливості судових систем утилізації низько потенційного тепла енергетичних установок.

#### *ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ*

1. Дзиндзела, А.В., Сизякин, А. В. Эффективное использование низкопотенциального тепла// Энергосбережение. - 2012. №1. - С.54-58.
2. Анатъчук, Л.И.. Термоэлектричество. Том 2. Термоэлектрические преобразователи энергии. Институт термоэлектричества. – Киев, Черновцы, 2003. – 376 с.
3. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М. : Мир. – 1982. – С.374-375.
4. Сандлер, А.К., Цюпко, Ю.М. Модуль для утилізації низькопотенційного тепла судових енергетичних установок: заявка на деклараційний патент України № U 2014 04544. – заявл. 28.04.2014.