

УДК 621.31

Форов В.В.¹, Романіченко Г.М.²

¹ студ. гр. Е-612_2 НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

В наш час відбувається інтенсивне використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних та вітрової енергії, з метою досягнення глибокої декарбонізації в енергетичному секторі. Швидка інтеграція відновлюваних джерел енергії ставить перед електричною мережею виклики, оскільки такі джерела зазвичай працюють з перервами, та не можуть безпосередньо забезпечити надійне та стабільне постачання електроенергії.

Різновидом відновлюваного джерела є термоелектричний генератор (ТЕГ) – пристрій, який використовує напівпровідникові термоелементи, що сполучені між собою (послідовно або паралельно), для безпосереднього перетворення теплової енергії в електричну. Основний принцип роботи ТЕГ заснований на ефекті Сібєка.

ТЕГ складається із термоелектричних модулів. Термоелектричний модуль (ТЕМ) складається з двох різних термоелектричних матеріалів, з'єднаних на їхніх кінцях: напівпровідник типу n (з негативними носіями заряду) та типу p (з позитивними носіями заряду). Прямий електричний струм буде протікати в контурі, якщо існує температурна різниця між кінцями матеріалів. Загалом, величина струму пропорційна різниці температур:

$$J = -\sigma \cdot S \cdot \Delta T, \quad (1)$$

де: σ – локальна електропровідність; S – коефіцієнт Сібєка; ΔT – градієнт температури.

ТЕМ зазвичай виготовляють з пари високотемпературних напівпровідникових матеріалів, таких як бісмут-телурид, селенід свинцю або селенід кадмію. Кожна пластинка містить дві частини – «гарячу» і «холодну».

Набір таких пластин – основна складова ТЕГ. Гарячі частини пластин розташовують біля джерела тепла, такого як витяг зовнішнього двигуна, а холодні частини знаходяться на поверхні, що охолоджується, наприклад, повітря або вода. Коли температура гарячої частини пластини вища, ніж температура холодної частини, електричний струм починає протікати через перетинку, що знаходиться між цими частинами. Цей струм можна зібрати за допомогою контактів на кінцях пластин і використати для живлення електричних пристроїв, таких як лампи, мотори або зарядні пристрої.

Одною з великих переваг ТЕГ є їх безшумність та відсутність рухомих частин, що робить їх більш надійними та довговічними в порівнянні з іншими джерелами електричної енергії. Крім того, ТЕГ можуть працювати на будь-якій температурі: криогенних температурах, кількох десятків градусів Цельсія до кількох сотень градусів, залежно від матеріалів, які використано для виготовлення пластинок.

Серед недоліків, які обмежують використання ТЕГ – низький коефіцієнт перетворення теплової енергії на електричну. Це означає, що лише частина тепла може бути перетворена на електрику. Також ТЕГ не здатні генерувати велику електричну потужність, що обмежує їх використання для живлення більш потужних пристроїв.

Термоелектричні генератори все ще розвиваються і досліджуються для використання в різних галузях, таких як транспорт, промисло-

вість та енергетика. Наприклад, ТЕГ можуть використовуватися для виробництва електроенергії з теплових відходів в автомобілях або з теплових відходів від промислових процесів.

Зазвичай для створення термоелектричних генераторів використовуються сполуки бісмут-телурид (Bi_2Se_3), селенід бісмут (Bi_2Se_3), телурид свинцю (PbTe), силіцій-германій (SiGe).

ТЕГ, які вироблено на основі бісмут-телуриду мають досить високий коефіцієнт термоелектричної емісії та високий коефіцієнт термічного опору. Це дозволяє створювати великі градієнти температур при невеликих розмірах, що забезпечує їх високу ефективність в термоелектричних генераторах.

ТЕГ на основі селеніду бісмуту мають найбільш високий коефіцієнт термоелектричного перетворення і може генерувати електричну енергію з теплової енергії при дуже низьких температурах, що робить його ідеальним матеріалом для використання при кріогенних температурах.

ТЕГ на основі телуриду свинцю можуть працювати в широкому діапазоні температур, а силіцій-германієві – мають високу термічну стійкість, що дозволяє використовувати їх в електроніці та термоелектричних пристроях при високих робочих температурах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Thermoelectric generator for utilizing cold energy of cryogen liquids Y. Lobunets, Journal of Electronic Materials, 48. 2019.