

Корисна модель стосується модулів утилізації низькопотенційного тепла потужних компресорних установок з великим часом безперервної роботи, які засновано на застосуванні двигуна із зовнішнім підводом тепла та термоелектричного ефекту у напівпровідниках, що мають різну температуру. Область застосування - утилізація низькопотенційного тепла [1].

Аналогом корисної моделі є система, що містить повітряно-водяний охолоджувач, теплоносій з якого спрямовується на підігрів води для вторинних споживачів [2].

Недоліками аналога, які обумовлені використанням повітряно-водяного охолоджувача є:

- велика вартість охолоджувача;
- необхідність наявності охолоджувача на кожному компресорі окремо;
- вихід із водних трубок сполучений з потраплянням води до робочих порожнин компресора та виходу його з ладу;
- складність ремонтно-відновлювальних робіт з підтримки охолоджувача у робочому стані.

Найближчим аналогом корисної моделі є система, на основі зовнішнього охолоджувача з двох напівциліндричних основ, які охоплюють зовні трубопровід з теплоносієм, та на всій площі внутрішньої поверхні яких змонтовані первинні частини елемента Пельтьє з телуриду вісмуту, а на зовнішній поверхні додаткові радіатори охолодження та вторинні частини елемента Пельтьє з германіду кремнію [3].

Недоліками найближчого аналога, які обумовлені використанням виключно елементів Пельтьє, є:

- необхідність достатньо великих розмірів модуля для ефективного перетворення теплової енергії у електричну;
- необхідність великого теплоперепаду між теплоносієм та елементом Пельтьє;
- велика вартість охолоджувача на основі зазначеного модуля.

В основу корисної моделі поставлена задача створення системи для утилізації низькопотенційного тепла компресорних установок, у якому виключено застосування води, як теплоносія, зменшена вартість та габарити теплоутилізуючих елементів та одночасно збережена простота та надійність відомих систем.

Поставлена задача вирішується тим, що у системі утилізації низькопотенційного тепла потужних компресорних установок, що складається з двох півциліндричних основ, що з'єднані між собою еластичними фіксаторами, та на всій площі внутрішньої поверхні яких змонтовані первинні частини елемента Пельтьє з телуриду вісмуту, а на зовнішній поверхні - додаткові радіатори охолодження та вторинні частини елемента Пельтьє з германіду кремнію, які сполучені з первинними частинами металевими стрижнями та комутаційними пристроями для зв'язку з електромережею, згідно з корисною моделлю, півциліндричними основами охоплено холодну частину робочого циліндра двигуна Стірлінга, сполученого з електрогенератором, а гаряча частина циліндра двигуна знаходиться у внутрішній порожнині ресивера, до якого надходить стиснене повітря для охолодження.

Технічний ефект досягається завдяки тому, що сполучення двигуна із зовнішнім підводом тепла (двигуна Стірлінга) та термоелектричних елементів у півциліндричних основах забезпечує:

- більш ефективно перетворення теплової енергії стиснутого повітря у електричну;
- більшу компактність системи;
- підвищення якості функціонування за рахунок створення розгалужених систем з однотипних модулів.

Перелік фігур креслення

Корисна модель пояснюється кресленням, де зображена система утилізації низькопотенційного тепла потужних компресорних установок: 1 - півциліндрична основа; 2 - еластичний фіксатор; 3 - первинна частина елемента Пельтьє з телуриду вісмуту; 4 - додатковий радіатор охолодження; 5 - вторинна частина елемента Пельтьє з германіду кремнію; 6 - металевий стрижень; 7 - комутаційний пристрій; 8 - циліндр двигуна Стірлінга; 9 - ресивер; 10 - електрогенератор.

Ресивер 9, у внутрішній порожнині якого міститься гаряча частина циліндра двигуна Стірлінга 8. Холодну частину циліндра двигуна Стірлінга охоплюють дві півциліндричні основи 1, що розташовуються на трубопроводах з теплоносіями й з'єднуються між собою еластичними фіксаторами 2. На всій площі внутрішньої поверхні основ змонтовані первинні частини елемента Пельтьє з телуриду вісмуту 3, а на зовнішньої поверхні додаткові радіатори охолодження 4 та вторинні частини елемента Пельтьє з германіду кремнію 5. Первинні та вторинні частини сполучені металевими стрижнями 6. Контакти від усіх блоків елементів надходять до комутаційних пристроїв 7.

Коли стиснуте повітря з підвищеною температурою потрапляє до ресивера відбувається нагрів робочого тіла у циліндрі двигуна Стірлінга та розпочинається робочий цикл. У ході робочих циклів, що повторюються, вал двигуна приводить до обертання ротор електрогенератора 10 та починається процес генерації електроенергії. Коли відбувається повне розширення робочого тіла у циліндрі, він пересувається у крайнє робоче положення, а робоче тіло заповнює увесь простір циліндра. На цьому етапі, для охолодження робочого тіла, застосовуються термоелементи у холодній частині циліндра [4, 5].

Коли в елементах Пельтьє 3 та 5 виникає градієнт температур, змонтованих на півциліндричних

основах 1, то електрони у первинних елементах здобувають більш високі енергії й швидкості, чим на вторинних й концентрація електронів провідності росте з температурою. 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 циліндра. Комутаційний пристрій 7 застосовується для електричного сполучення всіх елементів Пельтьє та зовнішніх електричних пристроїв.

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 доти, 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.

Таким чином здійснюється додаткова утилізація низькопотенційного тепла компресорної установки [6].

Коли стиснене повітря з підвищеною температурою потрапляє до ресивера відбувається нагрів робочого тіла у циліндрі двигуна Стірлінга та розпочинається робочий цикл. У ході робочих циклів, що повторюються, вал двигуна приводить до обертання ротор електрогенератора та починається процес генерації електроенергії. Коли відбувається повне розширення робочого тіла у циліндрі, він пересувається у крайнє робоче положення, а робоче тіло заповнює увесь простір циліндра. На цьому етапі для охолодження робочого тіла застосовуються термоелементи у холодній частині циліндра.

Коли в елементах Пельтьє виникає градієнт температур, змонтованих на півциліндричних основах 1, то електрони у первинних елементах здобувають більш високі енергії й швидкості, ніж на вторинних, й концентрація електронів провідності росте з температурою. Частини сполучаються металевими стрижнями 6. Додатковий градієнт температури між частинами створюється за допомогою додаткових радіаторів охолодження. Еластичні фіксатори 2 використовуються для монтажу основ та термокомпенсації поширення матеріалу трубопроводу з теплоносієм. Комутаційний пристрій застосовується для електричного сполучення всіх елементів Пельтьє та зовнішніх електричних пристроїв.

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 доти, 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.

Таким чином здійснюється додаткова утилізація низькопотенційного тепла компресорної установки.

Джерела інформації:

1. Шварц Г.Р., Голубев С.В., Левыкин Б.П. и др. Утилизационные энергетические установки с органическими теплоносителями//Газовая промышленность. - 2000 р. № 6. С. - 14.
2. Тигарев П.А. Справочник по судовым компрессорам. - Л.: Судостроение, 1981 р. С. - 320.
3. Патент України № 97156. МПК (2015.01) G01M 11/00. Модуль для утилізації низькопотенційного тепла судових енергетичних установок/А.К. Сандлер, Ю.М. Цюпко; Заявники та власники патенту Сандлер А.К., Цюпко Ю.М. - u201404544. - заявл. 28.04.2014 р.; опубл. 10.03.2015 р., Бюл. № 5. С. 3.
4. A.J. Organ (1992). Thermodynamics and Gas Dynamics of the Stirling Cycle Machine. Cambridge University Press. ISBN 0-521-41363-X.
5. Koichi Hirata (1998). Design and manufacturing of a prototype engine. National Maritime Research Institute. URL: <https://www.nmri.go.jp/archives/eng/khirata/stirling/docpaper/sekkeie.html>.
6. Анатычук Л.И. Термоэлектричество: в 2 т. /Институт термоэлектричества. - Киев, Черновцы, 2003. - Т. 2: Термоэлектрические преобразователи энергии. С. 376.

