

Технологічні рішення автономного енергозабезпечення будівель на основі двигуна Стірлінга

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді виконано аналіз робочих характеристик та динаміки використання установок на основі двигуна Стірлінга. Представлено аналіз ефективності використання низькопотенційних джерел теплової енергії на основі двигуна Стірлінга для когенераційних установок.

Ключові слова: двигун Стірлінга; когенераційні установки; низькопотенційні теплові джерела

Abstract

The report analyzes the performance and dynamics of the use of Stirling engines. An analysis of the efficiency of the use of low-potential heat sources based on the Stirling engine for cogeneration units.

Keywords: the Stirling engine; cogeneration units; low-potential heat sources

Термодинамічний цикл розглянутих двигунів був запропонований в 1816 році шотландцем Робертом Стірлінгом. Наявність двох ізотерм визначає рівність термодинамічної ефективності ідеального циклу Стірлінга і циклу Карно. Тому теоретично двигуни, що працюють по циклу Стірлінга, потенційно найбільш високоефективні машини з усіх існуючих типів двигунів.

Конструктивно, машини Стірлінга є вдаль поєднання в одному агрегаті компресора, детандера і теплообмінних пристроїв: теплообмінника навантаження (нагрівача або конденсатора), регенератора і холодильника. Як робоче тіло використовується, як правило, гелій.

До переваг машин Стірлінга слід віднести ряд важливих якостей, притаманних тільки цим машинам і створюють реальні передумови для їх широкого використання практично у всіх галузях промисловості і техніки, основними з яких є:

- широка універсальність самого термодинамічного циклу, що дозволяє при різному конструктивному виконанні створювати як перетворювачі прямого циклу (двигуни), так і зворотного циклу (холодильні та криогенні машини);
- найвища енергетична ефективність (теоретичний ККД циклу ідеальної машини Стірлінга дорівнює ККД циклу Карно);
- високий ступінь екологічної чистоти як самих робітників тел машин Стірлінга, так і відпрацьованих середовищ, що виникають при їх експлуатації;
- многотопливність двигунів - можливість застосування в якості джерела теплової енергії не тільки згоряння традиційних енергоносіїв (нафтопродукти, природний газ і т.д.), але і сонячної радіації, біогазу, деревини, торфу, вугілля і т.д.

Серед випускаються двигунів енергетичні установки з двигуном Стірлінга найбільш екологічно чисті, так як концентрація шкідливих речовин в продуктах згоряння двигуна Стірлінга практично на два порядки нижче, ніж у інших поршневих і газотурбінних двигунів.

Основні технічні характеристики пропонованих сьогодні на ринку енергетичних установок на основі двигунів Стірлінга, залежно від фірми виробника, коливається в межах:

- питома вартість від 1300 \$ до 3000 \$ за кіловат установленної потужності;
- моторесурс від 20000 до 87000 годин;
- ефективний к.к.д. до 45%.

Висока екологічна чистота і ефективність забезпечують перспективність застосування двигунів Стірлінга в когенераційних установках (КУ) потужністю до 100 кВт, для одночасного вироблення електроенергії і тепла в місцях їх безпосереднього споживання. Це нова технологія для комбінованого виробництва електроенергії і тепла, на основі автономних двигунів і системи рекуперації тепла, в якій енергія охолоджуючої води і відпрацьованих газів використовується для потреб теплопостачання споживачів. Ефективність застосування двигунів Стірлінга в когенераційних установках, в порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння і газовими турбінами, обумовлена особливістю його теплового балансу, що виражається в різниці між втратами теплоти з відпрацьованими газами і в охолоджуючу воду. Для двигуна Стірлінга цей баланс становить, відповідно, 10% і 40%, що з урахуванням більш високого ККД самого двигуна,

дозволяє створювати компактні і високоефективні когенераційні установки (КУ). К.к.д. сучасних зарубіжних стірлінг-генераторів з урахуванням отримання додаткового тепла може досягати до 95%.

Собівартість 1 кВт * ч електроенергії, виробленої в когенераційній установці, в 3 - 4 рази нижче, ніж діючі тарифи централізованих енергосистем, а тепло виходить фактично безкоштовним! Застосування КУ дозволяє ефективно доповнювати ринок Теплоенергопостачання без реконструкції старих, перевантажених мереж. Автономна робота когенераційної установці дозволяє забезпечити споживачів теплом і електроенергією зі стабільними температурними показниками і якісної гарячою водою.

З 2008 року в Німеччині і в ряді інших розвинених країн реалізуються федеральні енергетична програми по установці в будинках і квартирах когенераційних установок на двигуні Стірлінга з електричною потужністю від 1,5 кВт. На думку німецьких фахівців, впровадження в життя даного проекту дозволить уникнути будівництва трьох великих атомних електростанцій на території країни.

В даний час на ринку вже з'явилися когенераційні установки з двигунами Стірлінга, як паливо для яких використовуються деревна тріска, торф, біогаз та відходи сільського господарства.

Високий ККД і надійність конструкції двигуна Стірлінга обумовлюють ефективність його використання в сонячних енергетичних установках Сонячне світло фокусується увігнутими дзеркалами для розігріву двигуна (як джерело тепла). У ролі охолоджувача може використовуватися навколишній атмосферне повітря. Роль такого екологічно чистого джерела енергії в сучасному світі легко оцінити. З відомих практично реалізованих сонячних установок для отримання електроенергії найбільшим ККД мають установки з параболічними дзеркалами і двигунами Стірлінга.

Серед найбільш значущих проектів по використанню сонячної енергії в даний час є проект створення грандіозної сонячної ферми на півдні США. За даним проектом, на території штату Невада площею 160 кв. км буде створена, не має аналогів в світі, геліоенергетична система на основі «сонячних» двигунів Стірлінга. В остаточному підсумку, проект передбачає компактне розміщення десятки тисяч таких установок, які будуть трансформувати сонячну енергію і постачати електрику південно-західним розподільним компаніям США.

Висновок

1. Застосування КУ на основі двигунів Стірлінга дозволяє на 40% знизити витрату палива на виробництво електроенергії і тепла, в порівнянні з централізованим енергопостачанням.
2. В даний час з огляду на подорожчання органічного палива (нафти та природного газу), для України становить значний інтерес застосування електрогенераторів середньої потужності (від 3 до 100 кВт) з модифікацією двигуна Стірлінга під місцеве паливо та геліоенергетичних систем на основі двигунів Стірлінга.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ридер Г. Двигатели Стирлинга / Г. Ридер, Ч. Хупер : [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1986. – 367 с.
2. Уокер Г. Двигатели Стирлинга : [пер. с англ.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 285 с.
3. Кириллов, Н. Г. Многопливные двигатели Стирлинга: методология создания новых высокоэффективных энергетических установок на основе использования альтернативных источников энергии / Н. Г. Кириллов // Автозаправочный комплекс+Альтернативное топливо. – 2010. – № 1(49). – С. 17-23.
4. Solar Stirling Engine Power Generator. – Режим доступа: <http://www.cnccookbook.com/CCStirlingGenerator.htm>

Пономарчук Ігор Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ponomarchuk Igor Anatoliyovych, Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.