

УДК 621.472

## ВИКОРИСТАННЯ ДВИГУНА ЗОВНІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ДЛЯ ВИРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Абаджян Є.Б., учениця НВК №16

Постол Ю.О., к.т.н.,

Стручаєв М.І., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна.*

**Постановка проблеми.** У даній статті розглянуті перспективи використання двигуна зовнішнього згоряння для генерації електричної енергії з високопотенційних та низькопотенційних джерел енергії. Представлені основні переваги та недоліки технології використання двигунів Стірлінга, розглянуто термодинамічний принцип роботи системи і її ефективності. Проаналізовано практичний приклад застосування установки, що використовує даний метод виробництва енергії, наведені технічні способи підвищення ефективності роботи установки.

**Основні матеріали дослідження.** Зараз питання використання енергозберігаючих технологій і відновлюваних енергетичних ресурсів займають провідні позиції державної політики України. Володіючи гігантським запасом природного біоматеріалу, наша країна не використовує весь його потенціал. Прикладами пристроїв, які можуть з біоресурсів виробляти теплову та електричну енергію, є пристрої, що використовують двигун Стірлінга. Основною причиною відновлення інтересу до двигуну цього типу, винайденому ще в 1816г., є його серйозні позитивні сторони [1,2]:

1) можливість використання різних джерел теплоти з високим і низьким температурним потенціалом;

2) висока економічність двигуна;

3) багатофункціональність двигуна (крім основного призначення можлива робота в холодильній машині);

4) низький рівень токсичності та задимленості газів, що видаляються за умови використання вуглеводневих палив;

5) робота двигуна не залежить від наявності атмосфери (існує перспектива використання систем даної технології при роботі на глибинах океану і в космосі);

6) показники по шуму і вібрації нижче, ніж у інших двигунів; Варто також згадати і про слабкі сторони цього механізму:

1) відносна складність виробництва;

2) висока ціна виробництва через високу металоємність;

3) показник корисної дії нижче, ніж у двигунів внутрішнього згоряння.

Двигун Стірлінга використовує принцип температурного розширення: робоче тіло розширюється при підвищенні температури і стискається при її зниженні. Принциповою відмінністю двигуна з внутрішнім згорянням робочої речовини і двигуна зовнішнього згоряння, є спосіб підведення теплоти, який відбувається через теплообмінник між холодною і теплою стінкою, що означає постійну замкнутість робочого тепла.

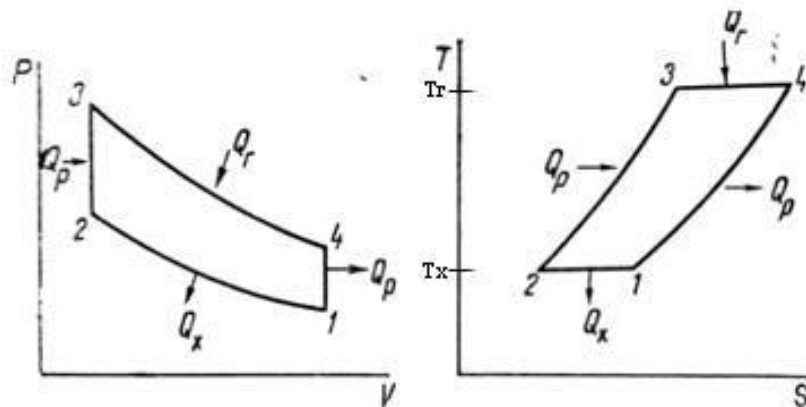


Рис. 1. Термодинамічний цикл Стірлінга

Термодинамічний цикл, запропонований Стірлінгом (рис. 1), включає в себе два процеси при незмінній температурі і два процесу при незмінному обсязі робочої речовини системи: 1-2 - втрата обсягу робочою речовиною по ізотермі температури  $T_x$  з відведенням обсягу теплоти  $Q_x$ , 2-3 - ізохорне перенесення теплового обсягу для робочого тіла, 3-4 - розширення робочої речовини по ізотермі температури  $T_r$  з підведенням обсягу теплоти  $Q_r$ , 4-1 - ізохорне відведення теплоти робочої речовини.

За конструктивним характеристикам двигуни Стірлінга поділяються на альфа-модифікацію, бета-модифікацію і гамма-модифікацію. Виробництво механізмів на основі двигунів Стірлінга існує, але в них використовується тільки висококалорійне паливо (наприклад, газ) - в цьому випадку, при використанні високопотенційного палива переваги пристроїв, що використовують технологію двигуна Стірлінга, незначні в порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння.

Аналіз серійно вироблюваних машин Стірлінга, як двигунів, так і холодильних машин, показує, що більшість сучасних компаній намагаються виводити на ринок або ліцензовані, або модернізовані копії машин, раніше розроблених голландською компанією «Philips». Але такий підхід може призвести тільки до одного: копіювання вже існуючих технічних рішень, а, отже, до створення морально застарілої техніки. Саме цим пояснюються невисокі показники ефективності і обмежений ряд по потужності більшості існуючих машин Стірлінга.

В даний час швидкими темпами розвивається малоповерхове ко-тедне будівництво і зведення «таун- хаусів» (один будинок - одна

система ГВП та опалення), а також системи локального поверхового опалення в багатоквартирних житлових будинках. Найчастіше, і в першому, і в другому випадку, для нагріву води на опалення і гаряче водопостачання використовується газовий котел, від якого відводяться продукти згоряння. Утилізація теплоти відхідних димових газів від котла і використання її в двигуні Стірлінга для генерації додаткової електричної енергії значно збільшить енергетичну ефективність системи опалення або гарячого водопостачання (рис. 2).

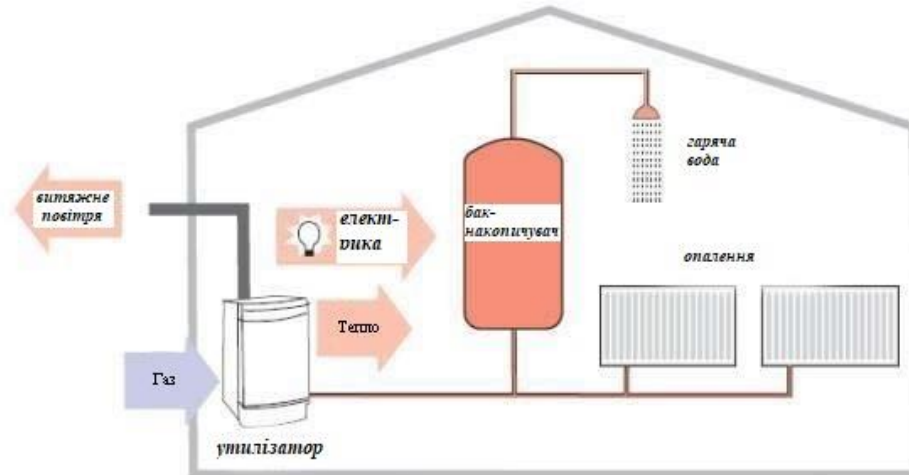


Рис. 2. Схема установки з утилізатором

Принцип дії пристрою: в конструкцію газового котла поміщають двигун Стірлінга бета-модифікації, що використовує один циліндр, гарячий з одного кінця і холодний з іншого. Матеріал, що використовується в даній конструкції повинен мати хорошу теплопровідність. Одну частину конструкції поміщають в обсяг димової труби для газів високої температури, до іншої підводять контур холодного водопостачання, який дає невелике нагрівання води, що йде в гарячий контур, тим самим знижуючи навантаження на теплову продуктивність, і знижуючи температуру «холодної» частини конструкції двигуна. Робоче тіло, поперемінно стискаючи і розтискаючи, приведе в рух поршень, підключений до генератора електричної енергії. Різниця температур при цьому процесі буде досить висока, а якщо врахувати той факт, що йдуть димові гази зазвичай взагалі не користуються, таким способом можна акумулювати близько 80-90% теплоти відхідних димових газів, перетворивши їх в електроенергію з ККД 20-30%, що могло б вистачити на освітлення житлового будинку та підключення декількох побутових приладів-споживачів електроенергії. Прикладом такого пристрою є установка WhisperGen. Цей пристрій і готує теплоносій для потреб гарячого водопостачання та опалення, і утилізує тепло димових газів. Через те, що все знаходиться в одному блоці, вдається уникнути втрат теплоти при русі димових газів. Природний газ спалюється в камері згоряння. Камера встановлена у верхній частині конс-

трукції. Вода проходить в водяній сорочці двигуна, де вона нагрівається і забезпечує охолодження для двигуна. При високому теплоспоживанні допоміжний палик забезпечує додатковий нагрів. Двигун має чотири поршня, робоче тіло - азот.

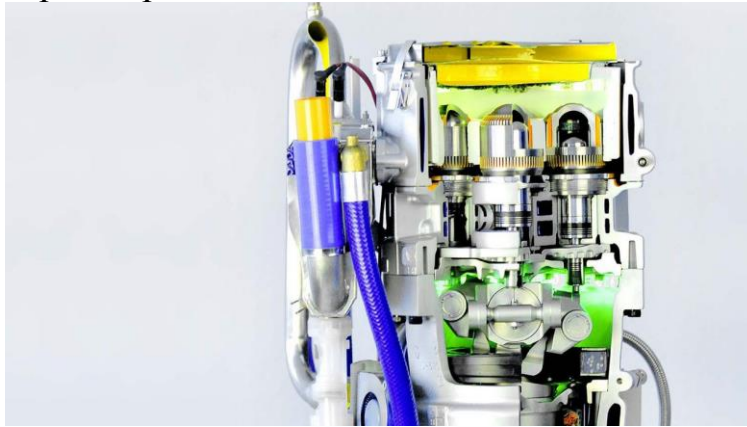


Рис. 3. WhisperGen двигун Стірлінга

**Висновки.** Розвиток і впровадження двигунів Стірлінга прямо пов'язане з використанням в якості джерела низькокалорійне паливо, таке як вугілля і деревина, тому що при використанні висококалорійних палив, таких як нафтопродукти або газ, показник ККД установки, що використовує двигун внутрішнього згоряння буде вище. Перспективність досліджень двигунів із зовнішнім підведенням тепла в Україні обумовлені недостатнім показником оснащення мережами енергопостачання віддалених районів і територій. Наприклад, використовуючи цю технологію в одарених районах країни, можна домогтися енергетичної автономності господарств і людей від централізованих мереж постачання електроенергією.

#### **Список використаних джерел**

1. Кукис В. С., Романов В. А., Постол Ю. А. Двигатели Стирлинга вчера, сегодня, завтра. *Ползуновский альманах*. 2009. № 3, т. 1. С. 93–98.
2. Кесарийский А. Г., Постол Ю. А., Сатокин В.В. Исследование деформирования резьбового соединения головки и блока цилиндров поршневого двигателя. *ДВС*. 2010. № 1. С. 51 – 53.
3. Кукис В.С., Постол Ю. А., Романов В.А. О возможной аппроксимации рабочего цикла двигателя Стирлинга. *Двигатели внутреннего сгорания*. 2010. № 2. С. 18 – 22.
4. Трикоз В. О., Постол Ю. О. Енергоефективність та енергозбереження. Матеріали I Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції «Сучасні проблеми інноваційного розвитку електричної інженерії». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 63-65.