

ВИБІР ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ДВИГУНА СТІРЛІНГА

Двигун Стірлінга запатентований 27 вересня 1816, проте «двигуни гарячого повітря» тоді вже існували і відомі ще з кінця XVII століття. Р. Стірлінг додав до прототипу регенератор, який він сам називав «економ». Винахідник керувався чисто богоугодними міркуваннями, оскільки парові машини того часу часто вибухали, а запропонована машина відрізнялася безпекою.

Регенератор збільшив продуктивність двигуна за рахунок утримання теплоти на час охолодження робочого тіла. Конструктивно регенератор являє собою камеру, заповнену пористим матеріалом – дротом, гранулами або ін. Газ що проходить через наповнювач в одну сторону віддає теплоту регенератору, а при русі у зворотний бік відбирає її. Функції регенератора можуть виконувати також витискувач і відповідний циліндр – це сприяє зменшенню розмірів і ваги машини.

У виробництво двигун Стірлінга впроваджений лише у 1843 році. В теперішній час відомі двигуни такого типу потужністю від декількох Вт до сотень МВт при ККД 0,38...0,42. Значний внесок у розвиток двигуна Стірлінга привнесла фірма «Філіпс».

В якості робочого тіла найбільш часто використовуються гази: повітря, водень і гелій. У дослідях випробовувалися також фреони, двоокис азоту, зріджений пропан-бутан і вода, яка залишається в рідкому стані протягом усього циклу. «Стірлінги» на рідкому робочому тілі відрізняються малими розмірами, високою питомою потужністю і великим робочим тиском. Існують також «стерлінги» на двофазному робочому тілі, вони теж характеризуються високими питомою потужністю і робочим тиском.

Існує три основних конструктивних схеми: α -Стірлінг – має два поршні в окремих циліндрах, гарячий і холодний. Гарячий циліндр знаходиться у теплообміннику з високою температурою, холодний циліндр – в теплообміннику з низькою температурою. Регенератор встановлюється між гарячою і холодною частинами, з'єднується з ними трубками. У двигунів такого типу відношення потужності до об'єму досить велике, але висока температура «гарячої» частини створює певні технічні труднощі.

У β -Стірлінгів усього один циліндр: гарячий з одного кінця і холодний з іншого. Усередині циліндра рухаються робочий поршень (з нього знімається потужність) і витискувач що розділяє гарячу і холодну порожнини. Газ перекачується з холодної частини циліндра в гарячу через регенератор.

Регенератор може бути зовнішнім – як частина теплообмінника, так і поєднуватися з витискувачем і відповідною частиною циліндра.

γ -Стірлінг має 2 циліндри з робочим поршнем і витискувачем, в холодному циліндрі рухається робочий поршень – з нього знімається потужність, другий циліндр гарячий з одного кінця і холодний з іншого, в ньому рухається витискувач. Регенератор може бути зовнішнім – в такому випадку він з'єднує гарячу і холодну частини гарячого циліндра, і внутрішнім – функції виконує витискувач.

Існує також багато інших різновидів двигуна Стірлінга, що не підпадають під наведену класифікацію. Як правило це екзотичні варіанти, що не представляють практичного інтересу.

Двигун Стірлінга має переваги, які змушують конструкторів і дослідників займатися їх розробкою. «Всеядність»: як усі двигуни зовнішнього згоряння (із зовнішнім підводом теплоти), двигун Стірлінга працює при будь-якому перепаді температур, наприклад, між різними шарами води в океані, від сонця, ядерного або ізотопного нагрівача, вугільної або дров'яної печі і т.д. Простота конструкції: двигуну не потрібні системи газорозподілу і запуску. Збільшений ресурс: досягає десятків і сотень тисяч годин безперервної роботи. Ефективність і економічність: кращі зразки двигуна Стірлінга мають ККД 0,38...0,42. Екологічна чистота: в двигуні Стірлінга використовуються теплота, виділена в окремому пристрої – камері згоряння, теплота підводиться до робочого тіла двигуна у вигляді теплопередачі; процес згоряння сталий при значному надлишку повітря і відповідно практично повному згорянні палива. Мала гучність: двигун Стірлінга не має вихлопу газу з циліндрів і рівень його шуму незрівнянно малий у порівнянні з поршневіми двигунами; стірлінги з ромбічним механізмом – ідеально збалансовані пристрої з гранично низьким рівнем вібрацій, що важливо, наприклад для підводних човнів.

Недоліки є також. Порівняно великі габарити і матеріаломісткість: в систему охолодження двигуна Стірлінга відводиться практично вся теплота (відводу з відпрацьованими газами немає), тобто робоче тіло необхідно інтенсивно охолоджувати, тому, у порівнянні з ДВЗ, потрібно майже подвоєний за продуктивністю радіатор і це основна причина недоліку. Для отримання порівнянних з ДВЗ характеристик цикл доводиться здійснювати при високому тиску (понад 10 МПа) а в якості робочого тіла використовувати водень або гелій. Теплообмін робочого тіла здійснюється через стінки теплообмінників (а не безпосередньо як у ДВЗ); ККД виявляється менше прогнозованого через обмежену теплопровідність стінок і велику площу теплообміну – відповідно більше втрати теплоти і об'єм робочого тіла що не бере участі в роботі (т. зв. шкідливий простір); Гарячий теплообмінник (нагрівач) працює в напружених умовах теплопередачі при високому тиску, що вимагає застосування високоякісних дорогих матеріалів. При запуску двигун повільно відгукується на зміну теплового потоку і потрібну

потужність видає не відразу – оскільки джерело теплоти зовнішнє. Специфічні способи регулювання потужності (відмінні від ДВЗ): застосування буферної ємності змінного об'єму, зміна середнього тиску робочого тіла і фазного кута між робочим поршнем і витискувачем (в останньому випадку відгук двигуна на керуючу дію практично миттєвий).