

УДК 621.412

Мазін В.О.¹

Сухонос Р.Ф.²

¹ канд техн. наук, доц. ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

КОНЦЕПЦІЯ СУЧАСНОГО ДВИГУНА СТІРЛІНГА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

Умовою успішного практичного застосування двигунів Стірлінга (ДС) є широкий вибір джерел теплоти (в тому числі бросове тепло, продукти згоряння відходів), простота конструкції, низька шумність, можливість реалізації найбільш вигідного (стаціонарного) закону згоряння палива, що знижує витрату палива і покращує екологічні показники.

За два століття, що минули від винаходу ДС, конструкція була доведена до високого рівня. Найбільш досконалі моделі використовують за робоче тіло водень або гелій під тиском до 15 МПа. Компоновочна схема комбінована – більш складна, ніж прості α -, β - і γ -типи; значно ускладнюються системи передачі енергії з поршня на колінчастий вал (ромбічний кривошипно-шатунний механізм, шайбовий механізм, wobble yoke). Подібні існуючі ДС працюють від підведеної теплової енергії випромінювання Сонця, зібраної концентратором, чи від спалювання палива (газового або рідкого нафтового) в камерах згоряння. Якісна конструкція ДС, що сприяє ефективній реалізації термодинамічного циклу Стірлінга, дозволяє досягти значення ефективного ККД до 60 % – більше, ніж у існуючих бензинових і дизельних ДВЗ (до 35 % і до 42 % відповідно).

Такі установки з ДС дуже дорогі для українських домогосподарств, тому запропоновано спроектувати дешевий простий ДС універсального призначення. Бачиться перспективним використання ДС потужністю 750 ... 1250 Вт з частотою 750 ... 1500 хв⁻¹ у фермерських господарствах та промисловості: для приводу крупорушок, циркулярних пил, компресорів, електрогенераторів і т.п. як заміна ДВЗ і електродвигунів. Річна потреба України в електродвигунах і ДВЗ зазначеної потужності оцінена близько 300 тис. од. Третя частина з них, що використовуються стаціонарно, може бути замінена на ДС.

На території України ДС практично не випускалися. Є лише навчально-демонстраційні моделі УДС-1 потужністю ~ 8 Вт (виробництва київського кооперативу «Плазмотрон», 1988-1989 рр.). Невелика кількість моделей створюється ентузіастами ДС в одиничних екземплярах; вони не претендують на господарське використання.

Забезпечення тепловою енергією спроектованого ДС відбувається за рахунок спалювання твердого палива: промислових (деревна стружка, балансова деревина, кам'яновугільний пек, залишки перегонки нафти,

лігнін, масла), сільськогосподарських (солома, лузга соняшника, макуха, кукурудзяні качани), побутових відходів, деревного вугілля, торфу. Паливна сировина дробиться (деревина), або пресується в пелети або брикети (стружка, листя, солома, лігнін, лузга).

Після визначення ніші на ринку розроблено технічне завдання на проектування ДС СКБ Mazin, що працює на спалюванні побутового сміття, сільськогосподарських і промислових відходів. Сконструйований ДС розмірністю $S/D = 40/72$ мм з використанням деталей серійного ДВЗ для зменшення ціни кінцевого виробу.

Як робоче тіло в проектованому ДС застосовується повітря – менш ефективне, ніж водень або гелій, але дешевше і безпечніше в експлуатації. За допомогою компресора робоче тіло підкачуються до мінімально необхідного (початкового) тиску $p_{\min}$, який і далі підтримується на протязі роботи ДС на заданому рівні (1,0 МПа).

ДС нереверсивний, має постійний напрям обертання. Система відбору потужності з колінчастого вала являє собою 2 шків, розміщені по двох торцях колінчастого вала, з яких ремінною передачею крутний момент передається до споживача. Також вихідний вал ДС може безпосередньо з'єднуватися з приводним механізмом через муфти.

Для забезпечення довговічності роботи ДС передбачена система мащення пар тертя під тиском.

Сконструйований перспективний зразок ДС має просту конструкцію, тривалий термін експлуатації і універсальність. Використання уніфікованих деталей дозволяє виробляти модель на діючому моторобудівному підприємстві України.

Конструкція топки з автоматизованою подачею дозволяє швидко змінити вид твердого палива. Використання місцевих паливних ресурсів дозволяє використовувати сконструйований ДС в різних умовах як України, так і інших країн.

Для проектованого ДС проведено розрахунок ідеального термодинамічної циклу Стірлінга і циклу за ізотермічним методом Шмідта, з урахуванням експериментальних даних аналогічних конструкцій ДС.

Встановлено, що зі збільшенням $p_{\min}$ в газовій порожнини індикаторна робота L_i і індикаторна потужність N_i збільшується лінійно. Для проектованого ДС при $p_{\min} = 1,0$ МПа ефективна потужність складе $N_e = 1,18$ кВт. Є певний запас міцності деталей двигуна для збільшення мінімального тиску робочого тіла, але слід мати на увазі, що максимальні значення тиску обмежені якістю і надійністю роботи ущільнення.