

УДК 656.031.4

## ПЕРСПЕКТИВИ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ БЕЗ КОЛІНЧАСТОГО ВАЛА З ВІЛЬНИМ ПОРШНЕМ

**Макаренко М.Г., Кулаков Ю.М., Яценко І.С.**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)*

Нетрадиційним напрямком розвитку конструкцій двигунів внутрішнього згоряння, є розробка вільнопоршневих енергетичних установок. Особливості їх роботи пов'язані з відсутністю кривошипно-шатунного механізму, що перетворює в традиційному двигуні зворотньо-поступальний рух поршня в односпрямоване обертання валу. Відсутність обмежувача руху поршня (кривошипно-шатунного механізму) приводить до іншого закону руху, що дозволяє отримати якісно нові його характеристики [1].

Влаштований двигун просто. По суті, це циліндр з глухими кінцями, всередині якого ковзає поршень. На кожному кінці циліндра - інжектор для вприскування палива, впускне і випускне вікно або клапани. У залежності від типу палива до них можуть бути додані свічки запалювання. І все: менше десятка найпростіших деталей і лише одна - рухома. Поршень в такому двигуні рухається лінійно, поступально, між двома камерами згоряння [2].

ККД такого двигуна теоретично більше 70%. Він легкий і простий у виробництві, а, значить, дешевий. Але, не дивлячись на те, що цей двигун відомий близько ста років, широкого поширення він не отримав. Причин тому кілька, і найголовніша з них полягає в тому, що до останнього часу інженери не знали, яким способом можна було б зняти потужність з поршня, що рухається взад-вперед усередині циліндра з частотою 20 000 разів на хвилину. Основна особливість вільнопоршневих двигуна в тому, що рух поршня визначається не механічним зв'язком кривошипно-шатунного механізму, а співвідношенням навантаження до сили розширення газів. Ступінь стиснення, таким чином, у нього є змінною. Як наслідок, цей двигун можна просто налаштувати на бензин, дизельне паливо, природний газ, водень і т. д.

Першочергова проблема - як зняти потужність з такого двигуна, котрий механічно являє собою замкнуту систему? Як підключитись до поршня, який переміщується з високою частотою? Це завдання довго залишалася невирішеною, хоча спроби робилися регулярно. Зокрема про неї облямали зуби інженери General Motors в 1960-х роках в процесі розробки компресора експериментального газотурбінного автомобіля. Діючі зразки суднових насосів на основі вільнопоршневих двигунів на початку 1980-х були виготовлені французькою компанією Sigma і британською Alan Muntz, але в серію вони не пішли. Вільнопоршневий двигун можна вважати найбільш простим за конструкторською добре пристосованим до вимог масового виробництва, виходячи з основних вимог - простота, мінімум рухомих ланок, високий ККД.

Переваги вільнопоршневих двигуна привабливі:

- організація і умови протікання робочого процесу, які забезпечують високі ККД і динамічні показники при відсутності димлення (сажі) (переваги вільного поршня в дизелі полягають в оптимальном підводі тепла, відсутності обмежень на жорсткість і максимальний тиск циклу, високий механічний ККД, незначний (до 10%) провал коефіцієнта надлишку повітря при наборі навантаження;
- багатотопливність, можливість застосування низькосортних альтернативних палив і газів довільного складу, включаючи з вмістом метану більше 10 - 20% без втрати потужності та із запалюванням від стиснення;
- низькі витрати при експлуатації і ремонті;
- високі пускові якості при низьких температурах;
- можливість відключення одного або декількох секцій без зупинки інших;
- можливість підвищення тиску наддуву і максимального тиску згоряння;
- простота, надійність і технологічність конструкції;
- зручність компонування в просторі;
- питома масова і габаритна потужність значно вище дизелів.

Вільнопоршневий двигун можна вважати найбільш простим по конструкції і добре пристосованим до вимог масового виробництва серед всіх використовуваних ДВС.

Однак не все так просто. Перед вченими стоять дві найважливіші проблеми вільнопоршневих двигунів: відбір отриманої потужності і управління примхливим поршнем. Не так-то просто зняти механічно потужність з двигуна, що представляє собою замкнуту систему, і контролювати роботу установки при частоті до 20 000 циклів на хвилину. Крім того, верхня мертва точка траєкторії залежить від ступеня стиснення і швидкості згоряння паливного заряду.

Фактично гальмування поршня відбувається за рахунок критичного тиску в камері і подальшого мимовільного загоряння суміші. У звичайному ДВС кожний наступний цикл є аналогом попереднього завдяки жорстким механічним зв'язкам між поршнями і колінчастим валом. У вільнопоршневих же тривалість тактів і верхня мертва точка - плаваючі величини. Найменша неточність в дозуванні паливного заряду або нестабільність режиму згоряння викликають зупинку поршня або удар в один з торців циліндра.

Таким чином, для двигуна такого типу потрібна потужна і швидкодіюча електронна система управління. Створити її не так просто, як здається. Багато експертів вважають цю задачу важко здійснюваною. Двигуни внутрішнього згоряння з вільним поршнем мають ряд унікальних достоїнств, але щоб створити надійний серійний агрегат, потрібно ще дуже багато дізнатися про його термодинаміку та навчитися управляти процесом згоряння суміші.

### Список використаних джерел

1. Шуляк М. Л. Інженерія природокористування, 2014, №1(1), с. 17-24.
2. Макаренко Н. Есть ли будущее у двигателя внутреннего сгорания без коленчатого вала со свободным поршнем? Електронний ресурс <https://naukatehnika.com/dvs-bez-kolenchatogo-vala-so-svobodnym-porshnem.html>.