

ПРИСТОЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ НАДЛЕГКИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вступ

Для вирішення народногосподарських проблем, транспортування невеликих за розміром та вагою вантажів, індивідуального перевезення пасажирів все частіше використовуються надлегкі літальні апарати (НЛА) зарубіжного чи вітчизняного виробництва. Найчастіше вони обладнуються малопотужними авіаційними таких відомих фірм, як BMW, Subaru, Rotax [1, 2] або автомобільними двигунами VW, Subaru, ВАЗ та МеМЗ та мінімальним комплектом контрольно-вимірювальних пристроїв. Економічність таких двигунів достатньо низька. Підвищити її можна шляхом добавлення води до паливної суміші.

Існує три способи добавлення води до паливної суміші. Це – створення водопаливної емульсії [3], електроліз води [4] та безпосередня подача води в циліндри двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) [5-7].

Створення водопаливної (попередньо приготовленої емульсії чи емульгування палива безпосередньо перед використання робочої суміші на самому ДВЗ) підвищує детонаційну стійкість та октанове число палива. Це дозволяє збільшити ступінь стиску і, відповідно, підвищити потужність та економічність двигуна, зменшити вміст шкідливих речовин в відпрацьованих газах. Однак використання водопаливної емульсії проблематично із-за її поганої часової стійкості чи значного ускладнення паливної апаратури ДВЗ. Тому використання водопаливної емульсії залишається проблематичним і використовується лише в лабораторних зразках паливних систем.

Використання продуктів електролізу води до останнього часу мало більше теоретичний, чим практичний інтерес, що пов'язано з великими енергетичними затратами при електролізі. Однак з відкриттям резонансного розкладу води в чарунку Мейера, який дозволяє при відносно малих струмах отримати в достатній для практичного використання кількості воднево-кисневу суміш (газ Брауна), розробка практичних конструкцій систем живлення ведеться достатньо інтенсивно [3].

Реалізація подачі води в циліндри двигуна з технічної точки зору найбільш проста. Подача води може здійснюватися безпосередньо в циліндри або в впускний колектор двигуна. Перший варіант вимагає

використання форсунок розміщених безпосередньо в камерах згорання та паливних насосів високого тиску, тобто вимагає доопрацювання ДВЗ та зміни його конструкції. Другий – реалізується технічно просто і не потребує складних переробок штатної системи живлення [5, 6]. Недоліком відомих конструкцій є утворення достатньо крупних крапель води при її розпиленні, що знижує ефективність добавки води до паливної суміші.

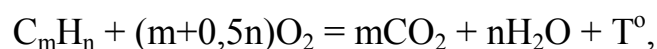
Постановка задачі

Метою даної роботи є розробка достатньо простих та дешевих пристроїв мілкодисперсного розпилення води в впускному колекторі ДВЗ, що забезпечує високу ефективність згорання палива.

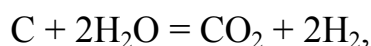
Механізми дії води на процеси сумішоутворення

Механізми дії води на процеси сумішоутворення та робочий стан двигуна пов'язані в першу чергу з охолодженням робочої суміші та деталей поршневої групи, яке виникає із-за різної теплоти випаровування води та палива (вода – 530 ккал/кг, бензин – 75...80 ккал/кг). Вода, попадаючи в вхідний колектор та змішуючись з повітрям, створює водоемульсійну суміш. Суміш, потрапляючи в колектор, охолоджує повітря і збільшує його густину. Це призводить до підвищення коефіцієнту заповнення циліндрів і, відповідно, до підвищення потужності. Отримана суміш відбирає тепло від клапанів, поверхні поршнів, головки та циліндрів. Таким чином відбувається ефективне безпосереднє охолодження та змащення водою розпечених поверхонь циліндра та поршня, які інтенсивно труться одна з одною. Вода, потрапляючи в колектор, перетворюється в мілкодисперсне середовище з розміром крапель біля 0,05 мм, причому чим краплі менші, тим краще заповнюється камера згорання. Мінімального розміру крапель (менше 10 мкм) можна досягти використовуючи ультразвукові методи розпилення. Паливо, яке знаходиться також в мілкодисперсному стані, зразу ж обволікає краплі води створюючи шароподібну структуру, в центрі якої вода, а на поверхні паливо. Під дією високої температури, яка досягає в камері згорання більше 800...1000 С°, вода перетворюється в пар, збільшуючи свій об'єм більш ніж в 1700 раз. Тиск пару допомагає робочим газам рухати поршні даючи значний приріст потужності та коефіцієнта корисної дії.

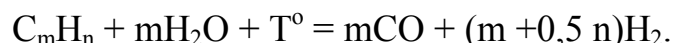
Під дією високої температури (вище 800...1000 С°), яка утворюється при згорянні палива



відбувається як взаємодія залишків палива з водяною парою, при якій виділяється водень



так і безпосередня взаємодія вуглеводного палива з паром



Водень, який виділяється при реакції, спалюється, як паливо. В результаті різниці температури кипіння води та палива при нагріванні внутрішня частина краплі – вода – перетворюється в пару, в той час оболонка краплі, яка складається з палива, залишається рідиною. Це призводить до вибуху краплі, тобто до додаткового розпилювання палива за допомогою мікробибуху, що сприяє більш повному згорянню та поліпшенню економічних показників ДВЗ. Присутність води в місці мікробибуху за рахунок активного відбору енергії стримує розвиток детонації. Це дозволяє використовувати паливо з низьким октановим числом без збільшення його витрат, а також нітродметан та закис азоту.

В реальному процесі не весь водень згоряє. Його частина взаємодіє з нагаром (вуглецем), очищаючи поверхню поршневої групи. Нагар, який утворюється, пухкий та розсипчастий.

Незначна частина води переходить в пару вже після її виходу з циліндра взаємодіючи з гарячими газами в вихлопній трубці. Це призводить до зниження температури та шуму вихлопних газів.

Схемно-конструкторські особливості пристроїв

Авторами пропонується наступні конструкції пристроїв підвищення економії палива: механічний та електронний для карбюраторного та інжекторного ДВЗ.

Механічний пристрій економії палива розроблений, виготовлений та перевірений одним із авторів ще 80-х роках минулого століття. Він складається з насоса для води, поплавкової камери з запорною голкою, регулюємого голкового дозатора та системи вводу води (розпилювач) в карбюратор. Конструктивно пристрій нагадує двокамерний карбюратор з двома поплавковими камерами. Принцип роботи – аналогічний роботі карбюратора. Для правильної роботи пристрою необхідно збіднити паливом робочу суміш, відрегулювавши відповідним чином карбюратор та встановити дозатором, що регулює витрату води в пропорції від 0 до 40 % води в робочій суміші. При цьому змінюється кут випередження запалювання від 16^0 до верхньої мертвої точки при роботі на чистому паливі до $25...30^0$ до верхньої мертвої точки при роботі на суміші 60 % палива 40% води. Випробування системи на двигуні МеМЗ 966 протягом чотирьох років показали її ефективність як для зниження перегріву двигуна, зменшення детонацій так і для економії палива, яка складала до 20 %.

Електронний має два варіанта: з дозуючим насосом та електричним клапаном, які розроблені як для карбюраторних так і інжекторних двигунів. Принцип дії першого побудований на дозованій подачі води насосом. Він був розроблений, виготовлений та перевірений в 2008 році на двигуні МеМЗ 265 об'ємом 1,1 літра. Пристрій складається з баку для зберігання води, ультразвукового розпилувача, дозуючого насоса, керованого з блоку управління, на який подаються сигнали про швидкість обертання колінчастого валу з штатного датчика Холла системи запалювання та системи холостого ходу, системи дистанційного керування випередженням запалення, керуючі органи якої розміщені в зручному для оперативного регулювання місці.

Пристрій працює наступним чином. На режимі холостого ходу пристрій подачі води вимкнений. При переході з холостого ходу в робочий режим вмикається дозуючий водяний насос перистальтичного типу, продуктивність якого пропорційна частоті обертання колінчастого валу. Вода з виходу насоса подається на ультразвуковий розпилувач, розміщений в вхідному колекторі двигуна. В карбюраторному двигуні в якості розпилувача використовується пристрій ультразвукового розпилення палива „Торнадо-М” ГКУИ 45 11 15.001 ТО [7] з титановим вібруючим з ультразвуковою частотою (40...70 кГц) кільцем розміщеним в впускному колекторі під карбюратором. В інжекторному двигуні використовується ультразвукова форсунка проточного типу з фланцевим кріпленням. Необхідний для нормальної роботи кут випередження запалення встановлюється системою дистанційного керування и може регулюватися в межах ± 10 градусів відносно оптимального при роботі без подачі води. Система має пристрої контролю ввімкнення системи подачі води, роботи дозуючого насосу та ультразвукового розпилувача, наявності води в системі та рівня води в баку для її зберігання, індикатори яких виведені на передню панель системи дистанційного керування. Штатне контрольно-вимірювальне обладнання та система керування подачею палива та води об'єднуються в єдину систему за допомогою прокладених комунікаційних джгутів та захисних пристроїв, які розроблюються та виготовляються індивідуально для кожного транспортного засобу.

Пристрій з електронним клапаном використовує автоматичну систему підтримки тиску води (водонапірну станцію) зібрану зі штатних запчастин омивача скла легкового автомобіля ВАЗ 2105, клапан подачі води, в якості якого використовується інжектор системи подачі палива, схему керування режимами роботи водонапірної станції, схему регулювання подачі (в залежності від частоти обертання колінчастого валу ДВЗ) та пристрій контролю кількості води, що подається в колектор. Як розпилувач води може використовуватися пристрій „Торнадо-М” для карбюраторних та ультразвукова форсунка для інжекторних двигунів.

Автоматична система підтримки тиску води та клапан подачі води розміщені в безпосередній близькості до впускного колектора. Схеми керування режимами роботи водонапірної станції та регулювання подачі води для зручності оперативного контролю та керування знаходяться біля органів управління транспортного засобу. Вони з'єднанні між собою джгутами проводів.

Основні технічні характеристики електронних пристроїв наведені в таблиці.

Таблиця

Технічні характеристики електронних пристроїв подачі води

Параметри	Тип установки	
	З дозуючим насосом	З електроклапаном
Напруга живлення, В	11,0...14,8	
Струм споживання, А	до 3,0	до 4,0
Тип розпилювача	„Торнадо-М”	Ультразвукова форсунка
Робоча частота розпилювача, кГц	40...70	близько 50
Кількість розпилюємої води, л/год	0...2,5	
Діапазон обертів колінчастого валу, об/хв	0...6000	
Місце знімання вхідного сигналу	З датчика Холла	Вхідні сигнали комутатора
Насос	Перистальтичного типу	Відцентровий
Тиск води в системі, кПа	Відсутній (дозована порція води подається в колектор)	15...20 (порція води визначається часом відкриття клапану)
Контролюємі параметри	1. Витрата води 2. Ввімкнення пристрою „Торнадо-М” 3. Ввімкнення системи подачі води 4. Ввімкнення дозуючого насосу 5. Наявність та рівень води в баку	1. Витрата води. 2. Ввімкнення УЗ форсунки 3. Напруга живлення та струм клапана 4. Ввімкнення водонапірної станції 5. Відсутність води в баку 6. Ввімкнення режиму скидання тиску води
Регулюємі параметри	1. Витрата води	1. Витрата води 2. Верхня та нижня

Параметри	Тип установки	
	З дозуючим насосом	З електроклапаном
		межа тиску води водонапірної станції

Результати експерименту

Експериментальні дослідження проводилися на карбюраторних двигунах типу МеМЗ 966 об'ємом 0,9 літра, МеМЗ 265 об'ємом 1,1 літра та інжекторного 1,5 SONC об'ємом 1,5 літра. Вони виявили, що двигун працює стабільно при співвідношенні вода/палива, як 1/3 (оптимальне 1/5...1/6). Виявлене відчутне підвищення крутячого моменту в усьому діапазоні обертів двигуна. Відсутня детонація навіть при ранніх кутах запалювання. Відсутній нагар на свічках та елементах випускної системи.

Висновки

Таким чином, розроблено три конструкції пристроїв подачі води в впускний колектор ДВЗ, які дозволяють збільшити на 30 % момент на валу двигуна; зменшити витрати палива більш ніж на 20%; більш ефективно охолоджувати двигун в літній період; знизити шумність роботи ДВЗ та ударні навантаження на кривошипно-шатунний механізм; значно зменшити кількість нагару на поршнях, клапанах та свічках; зменшити викид СО в повітря; використовувати бензин з меншим октановим числом чим рекомендовано заводом виробником ДВЗ.

Подібні пристрої можуть встановлюватися на двигуни внутрішнього згорання надлегких літальних апаратів, наприклад, на двигуни мотодельтапланів "Aeros-2" та "Cross Country", літаків "Sky Ranger" виробництва ТОВ „Аерос” (м. Київ, Україна), або на будь-який інший двигун, в тому числі автомобільний.

Список використаної літератури

1. Гришаев В. Присмотримся к нашим моторам / В. Гришаев // Авиация общего назначения. – 2007. - №6. – С. 23-27.
2. Каторгина С. Характеристики двигателей Rotax / С. Каторгина // Авиация общего назначения. – 2007. - №5. – С. 20-22.
3. Опис та інструкція по виготовленню та експлуатації приладу „Water4Gas” (Водяний паливний чарунок). www.Water4Gas.com
4. Ерохов В.И. Экономичная эксплуатация автомобиля / В.И Ерохов. – М.: ДОСААФ, 1986. – 128 с.
5. Бутыленко А. Ю., Джой Ф.Е., Бутыленко С.А. и др. Устройство для подачи воды в двигатель внутреннего сгорания. Патент РФ. № 2015397 от 30.06.1994.

6. Опис та інструкція по експлуатації приладу „Водокар” (Пристрій економії топлива та збільшення потужності двигуна).
www.Vodocar.com.ua
7. Малюкін О. В. Підвищення економічності двигунів для надлегких літальних апаратів / О.В. Малюкін, В.В. Піддубний, В.О. Піддубний // 7 Міжнар. наук.-техн. конф. “Гіротехнології, навігація, керування рухом і конструювання авіаційно-космічної техніки” Зб. доповідей. Частина II / К.: НТУУ „КПІ” 2009. - С. 58-62.