УДК 629.735.082.6

В.Г. Бережний, М.Д. Туз, Кер'якос Джозеф

ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ОБВОДНЕННЯ ПАЛИВ ДЛЯ ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИСПЕРГУВАННЯ

Проаналізовано ефективність існуючих методів і пристроїв для обводнення палив двигунів, розглянуто їхні переваги і недоліки. Запропоновано принципову схему установки та оптимальний режим обводнення таких палив методом ультразвукового диспергування.

Необхідність штучного обводнення палив для газотурбінних двигунів дрібнодисперсною водяною фазою, рівномірно розподіленою по всьому об'єму палива, виникає у ряді випадків при розробці та експлуатації повітряних кораблів (ПК), наприклад, при ресурсних і стендових випробуваннях агрегатів паливних систем, при льотних сертифікаційних випробуваннях ПК на обводненому паливі і т. ін.

Існує ряд методів обводнення палив для газотурбінних двигунів. На практиці найпоширенішими є:

– диспергування води через роздрібнення її на крильчатці відцентрового паливного насоса;

– змішування води з паливом у вихрових камерах струминних насосів;

– введення води в паливо з перенасиченої водяної пари, безпосередньо контактуючої з паливом;

– роздрібнення води ультразвуковим диспергуванням.

Недоліком перших двох методів є неможливість введення в паливо дрібнодисперсної (менше 5 мкм) водяної фази. Краплі води після дроблення на крильчатці відцентрового насоса мають мінімальний діаметр не менше 50 мкм, а середньостатистичний – 90–100 мкм. Після диспергування води у вихровій камері струминного насоса мінімальний діаметр – 5-20 мкм. Але при цьому методі обводнення спостерігається суттєва нестабільність гранулометричного складу мікрокрапель води у процесі обводнення внаслідок кавітаційного характеру динаміки змішування води з паливом при витіканні із сопла струминного насоса.

Введення вологи в паливо з перенасиченої водяної пари можливе при реалізації кількох принципових схем пристроїв для обводнення. Це контакт палива, яке обводнюється, із зволоженим надпаливним простором, що вимагає більших поверхонь міжфазового контакту середовищ в системі «паливо – повітря – надпаливний простір». В іншому випадку волога в паливо подається з парогенератора, конденсуючись безпосередньо в паливі після введення перенасиченої водяної пари струминним насосом.

За своєю фізичною суттю метод, який розглядається, є тепломасообмінним процесом найповніше моделюючим природні вологопереходи між паливом, надпаливним простором бака-кесона та навколишнім середовищем в реальних умовах. При відносно нескладній технічній оснастці дисперсний склад мікрокрапель води у паливі, яке обводнюється, знаходиться в межах 0,02–2,7 мкм. Однак при цьому загальний час обводнення настільки значний, що сумірний з тривалістю кінетики вологопереходів в паливі, седиментаційним осадженням вологи та укрупненням мікрокрапель, а також надто велика нерівномірність обводнення палива в локальних об'ємах бака.

Технічні пристрої, які реалізують тепломасообмінні методи обводнення палива, для забезпечення постійного в часі значення кількості вологи, що вводиться в паливо, вимагають

жорсткої залежності температури палива, яке обводнюється, від масової витрати перенасиченої водяної пари, що забезпечити практично неможливо через загальну тривалість процесу.

Паралельно з обводненням паливо перенасичується повітрям (у випадку подачі водяної пари струминним насосом безпосередньо в об'єм палива), що знижує ефективність обводнення на 40-65 % внаслідок виносу вологи з палива в надпаливний простір та навколишнє середовище при виділенні з нього надлишкового повітря.

Метод ультразвукового обводнення палива базується на диспергуванні води за допомогою ультразвукових випромінювачів з подальшим уведенням мікрокрапель в потік палива і розподілом вологи по всьому об'єму палива.

Головними перевагами методу є:

- відносна простота пристроїв для обводнення;
- стабільність дисперсного складу і маси вологи, яка вводиться у паливо, в часі;
- можливість оперативного контролю та керування процесом обводнення;
- незначна тривалість обводнення і практично необмежені об'єми палива, яке обводнюється;
- можливість здійснення обводнення палива в системі, повністю ізольованій від навколишнього середовища.

На рисунку показано елементарну принципову схему установки для обводнення палив

Принципова схема установки обводнення палив для газотурбінних двигунів

1 - паливний бак; *2, 15* - кран перекривний електропривідний; *3, 10, 23* - насос відцентровий електропривідний; *4, 19* - клапан зворотний; *5* - повітряно-палйвний теплообмінник; *б* - джерело підігрітого повітря; *7* - датчик температури; *8,12, 13* - витратомір; *9* - бачок для води; *11, 14* - дросельний кран ручний; *16*- ультразвуковий випромінювач; *17* - ультразвуковий генератор (УЗГ); *18*- сопло Лаваля; *20, 21,22* - кран відбору проб; *24* - повітряний радіатор