

УДК 629.7.083

КАРНАУШЕНКО В.М., старший науковий співробітник

ЛЯШЕНКО В.О., старший науковий співробітник

ГРЕНЬ В.М., науковий співробітник

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ПРИЧИН НЕЗАПУСКУ ДВИГУНІВ АЛ-31Ф В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У статті коротко аналізуються можливі причини незапуску двигунів АЛ-31Ф в експлуатації.

Ключові слова: незапуск двигунів АЛ-31Ф, паливна форсунка.

У процесі експлуатації авіаційних двигунів АЛ-31Ф, що встановлюються на літаки Су-27, останнім часом виникали несправності, які приводили до незапуску двигуна. В результаті двигуни передчасно знімались з експлуатації. Аналіз попередніх запусків показав, що два останніх, спостерігаємих в експлуатації, відбувалися з викидом полум'я на зрізі сопла, а на сигналаграмах засобів об'єктивного контролю виявлено затягування першої ділянки запуску (рис.1). При цьому система запалювання та подачі палива працювали штатно.

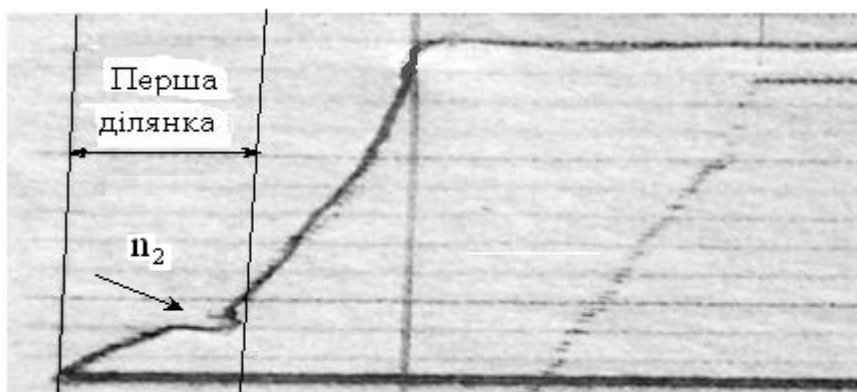


Рис.1. Характер зміни частоти обертання ротору високого тиску n_2 на сигналаграмі

При проведенні "удаваного запуску" встановлено, що тиск палива та закид цього тиску в першому контурі паливного колектора не відповідає технічним вимогам. Дослідження з застосуванням "жиклера – еквівалента" (який імітує перепад тиску на першому контурі форсунок паливного колектору основної камери згоряння) показали, що дійсний тиск палива та закид цього тиску в системі у порівнянні з нормативними відрізняються майже вдвічі. Заниження значень указаних параметрів свідчить про руйнування деталей паливного колектора, а їх завищення - про засмічення першого контуру форсунок паливного колектора основної камери згоряння. В обох випадках це призводить до зміни витрат палива через перший контур форсунок і, як наслідок, зміни кутів розпилу палива.

Із теорії горіння паливо-повітряної суміші в ГТД відомо, що кількість підведеного до палива повітря L_d в двигуні, як правило, відрізняється від теоретично необхідного L_0 . Їх співвідношення характеризується коефіцієнтом надлишку повітря

$$\alpha = \frac{L_d}{L_0}.$$

При $\alpha=1$ - паливо - повітряна суміш називається стехіометричною, при $\alpha < 1$ – збагаченою (паливом), а при $\alpha > 1$ – збідненою. При складі суміші, близької до стехіометричної (при невеликому її збагачуванні), температура згорання досягає максимального значення. Збагачення та збіднення суміші приводить до зниження температури продуктів згорання. В першому випадку за рахунок затрати тепла на нагрів та випаровування надлишкового палива (не задіяного в процесі згорання), а в другому – за рахунок затрат тепла на нагрів надлишкового повітря [1].

Згорання паливо-повітряної суміші в двигуні представляє собою складний фізико – хімічний процес, який можливо умовно розглядати як ряд послідовних процесів - розпилення палива, його випаровування, змішування пару палива з повітрям, спалахування паливної суміші і хімічної реакції окислення (згорання). В дійсності указані процеси протікають майже одночасно. Причому займання і згорання палива у ГТД відбуваються виключно в газовій фазі, тобто тільки після випаровування і змішення його парів з повітрям.

Для забезпечення задовільного протікання вище розглянутих процесів в основних камерах згорання ГТД застосовуються відцентрові двосоплові, двоканальні форсунки (рис. 2). Вони дозволяють отримати хороший розпил паливо-повітряної суміші при порівняно невисокому тиску вприскування. Кут конуса струменя у відцентрових форсунках складає $90^\circ \dots 120^\circ$ [2].

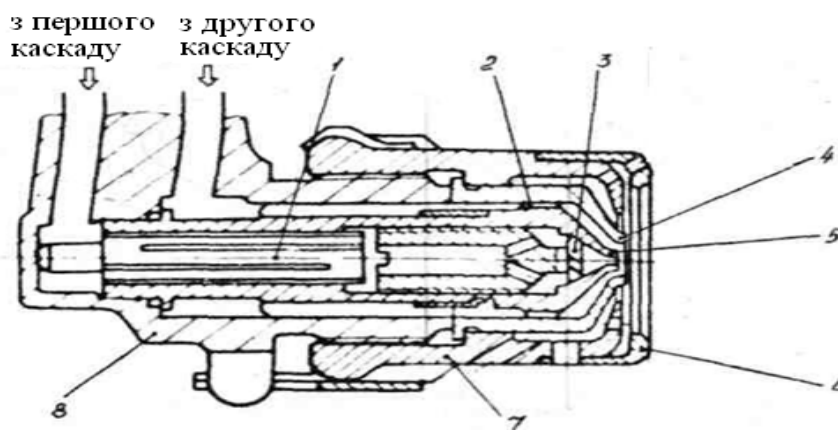


Рис. 2. Паливна форсунка

1-фільтр, 2-завихрювач другого каскаду, 3-завихрювач першого каскаду, 4-сопло другого каскаду, 5-сопло першого каскаду, 6-протинагарний ковпачок, 7-гайка, 8-корпус

Значення кута конуса струменя і довжини факела розпилу залежить від розмірів і форми каналів та сопла форсунки, а також (у меншій мірі) від тиску палива. Засмічення форсунки може істотно вплинути на ці параметри і відповідно на

якість процесу утворення паливо-повітряної суміші, оскільки вони визначають характер розподілу крапель палива в потоці повітря.

При використанні у процесі експлуатації некондиційних палив на деталях форсунки, які омиваються паливом, можуть відбуватись утворення темного смоляного нальоту (рис. 3). Аналогічні утворення можуть з'явитися також, якщо при розконсервації під час проведеного "удаваного запуску" консервуюча рідина не повністю видалена з колекторів і при наступному "гарячому" запуску частинки масла, що присутні в консервуючій рідині, можуть підгоряти на корпусі форсунок.

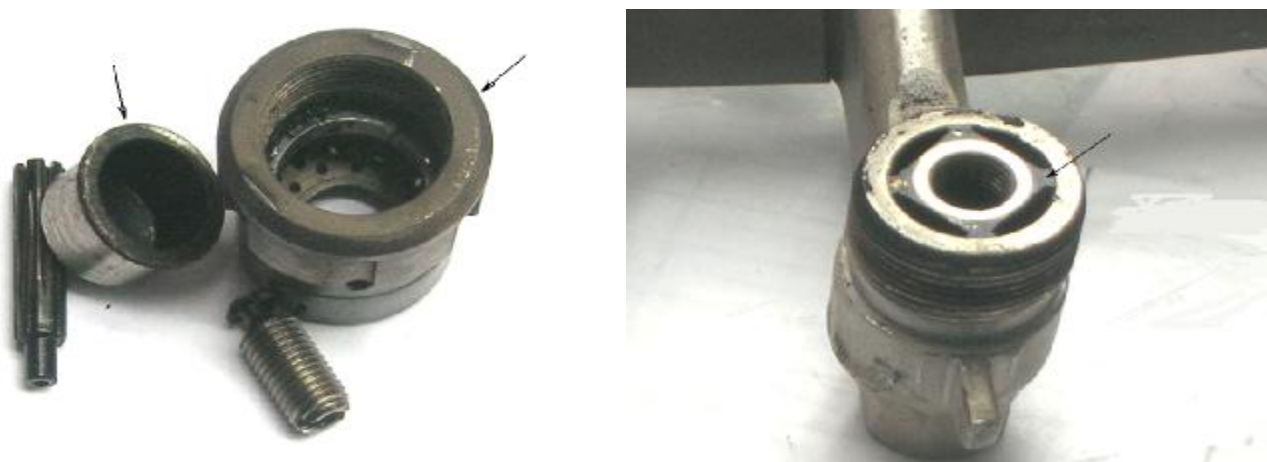


Рис. 3. Паливна форсунка авіаційного двигуна АЛ-31Ф паливного колектору основної камери згоряння з утворенням смоляного нальоту

Цей наліт при великих витратах палива мало впливає на функціонування форсунок. При малих витратах палива цей вплив стає суттєвим. При тривалій роботі форсунок на "гарячому" паливі смолисті відкладення накопичуються та ще в більшій мірі змінюють її гідравлічні характеристики. Це призводить до зменшення витрат палива через перший контур паливних форсунок і, як наслідок, зменшення кутів розпилу, збіднення паливо-повітряної суміші і, в подальшому незапуску двигуна [3].

Відповідний аналіз матеріалів досліджень на авіаційно ремонтному підприємстві підтверджує наведену в даній статті гіпотезу, а саме-найбільш імовірними причинами незапуску двигуна в експлуатації можуть бути руйнування деталей паливного колектора основної камери згоряння або засмічення першого контуру паливних форсунок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нечаев Ю.Н., Р.М. Фёдоров Теория авиационных газотурбинных двигателей – Машиностроение, ч. 2, Москва 1978. – 335 с.
2. Временная инструкция по диагностированию и устранению неисправностей 99.01 ИН, – 283 с.
3. Пискунов В.А., Зрелов В.Н. Влияние топлив на надёжность реактивных двигателей и самолётов – Машиностроение, Москва 1978. – 269 с.

Надійшла до редакції 21.11.2011.