

УДК 629.735.083.02/03

Ф.И. МУХУТДИНОВ¹, А.Л. ПОЛЯНИН¹, В.Л. СТУПНИКОВ¹, С.Ф. МИНАЦЕВИЧ²

¹*Открытое акционерное общество "Авиадвигатель", Россия*

²*Пермский государственный технический университет, Россия*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПС-90А ПО ПАРАМЕТРАМ ВИБРАЦИИ

Рассматривается алгоритм анализа вибрационных характеристик двигателя, основанный на контроле изменения в эксплуатации виброскоростей двигателя ПС-90А по частотам вращения роторов вентилятора и КВД в определенной полосе частот.

диагностика состояния, полетная информация, частота вращения роторов, вибрационные характеристики

Введение

Переход на стратегию эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) по техническому состоянию выдвигает необходимость применения наиболее эффективных методов и средств контроля и диагностики, позволяющих выявлять неисправности на ранней стадии их развития.

1. Постановка задачи

Система контроля и диагностики двигателя ПС-90А состоит из бортовых систем контроля, наземных систем автоматизированной обработки и анализа полетной информации, наземных средств неразрушающего контроля основных деталей газоздушного тракта и контроля продуктов износа, содержащихся в масле.

Наиболее перспективными и информативными, позволяющими с минимальными затратами и максимальной достоверностью контролировать техническое состояние и работоспособность двигателя, являются параметрические методы.

Двигатель ПС-90А обладает повышенной по сравнению с другими отечественными и зарубежными двигателями контролепригодностью (на бортовом накопителе регистрируется порядка 30 параметров и 310 аварийных, предупредительных, отказных и информационных сигналов). Разработанное в настоящее время алгоритмическое и про-

граммное обеспечение, реализованное в автоматизированных системах диагностической обработки полетной информации "АСД-Диагноз-90" и "СДД-96", позволяет обеспечить сопровождение эксплуатации двигателя ПС-90А по стратегии № 2.

В авиации задачам вибрационного контроля состояния двигателя традиционно уделяется повышенное внимание. Количество методов и подходов решения задач с каждым годом растет, но до настоящего момента не создано универсального.

Одним из широко применяемых в авиации подходов является получение и интерпретация вибрационного «портрета» жизненно важной части самолета – его двигателя. «Портрет» получается путем снятия вибрационных характеристик двигателя штатными датчиками вибрации.

2. Алгоритм анализа

Для повышения достоверности процесса диагностики с использованием бортовой аппаратуры следающего контроля вибрации предлагается следующий алгоритм анализа вибрационных характеристик двигателя.

1. Из спектра вибрации вырезается полоса, пропорциональная частоте вращения роторов вентилятора и КВД. Ширина полосы составляет, примерно, 3% по частоте. Построенные при этом зависимости вибрационного спектра по частоте вращения роторов вентилятора и КВД представляют собой частот-

ные характеристики вибрационного состояния двигателя $V_{ВРК}$, $V_{КВДРК}$, $V_{ВЗП}$, $V_{КВДЗП}$, которые характерны для конкретного двигателя.

2. После первого полета самолета можно построить в виде графиков значения вибрации от частоты вращения ротора вентилятора и ротора КВД.

3. Далее, методом наименьших квадратов найдутся так называемые «средние» линии для каждого из графиков $V_{ВРК}$, $V_{КВДРК}$, $V_{ВЗП}$, $V_{КВДЗП}$.

«Средняя» линия соответствует линейной функции

$$y = a + bx,$$

где $b = \operatorname{tg}\alpha$.

На рис. 1 приведен пример графика зависимости вибрации от частоты вращения КВД.

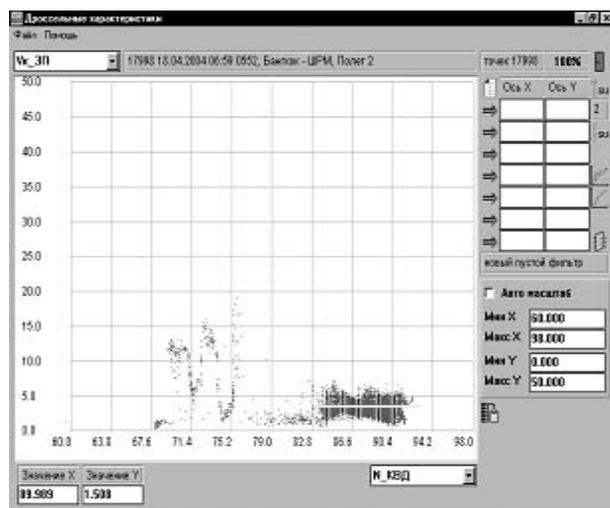


Рис. 1. Изменение виброскорости на задней подвеске по частоте вращения ротора КВД (2СУ)

Наибольший интерес представляет изменение угла α между «средней» линией и осью абсцисс, который характеризует изменения в состоянии двигателя. Также интерес может представлять изменение «совместного» угла, полученное путем сравнения графиков за один полет.

4 В последующие полеты строятся аналогичные зависимости $V_{ВРК}$, $V_{КВДРК}$, $V_{ВЗП}$, $V_{КВДЗП}$. Сравнивая полученные характеристики изменения вибрации

первого полета с последующими полетами, определяют изменение угла α .

На рис. 2 приведен пример графика зависимости вибрации от частоты вращения КВД двигателя, имеющего дефекты.

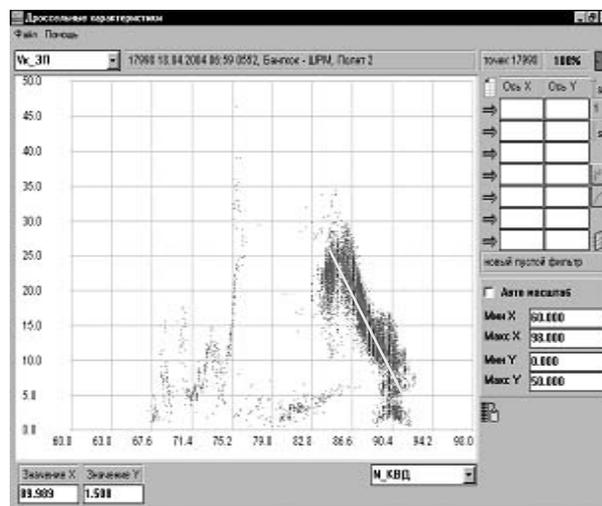


Рис. 2. Изменение виброскорости на задней подвеске по частоте вращения ротора КВД двигателя (1СУ), имеющего дефекты

Заключение

Наличие большого массива полетной информации позволяет определить пределы α для исправного двигателя. Имея результаты визуально-оптического контроля проточной части двигателя, результаты параметрической диагностики, осмотров контрольных элементов маслосистемы, результаты спектрального и феррографического анализов масла, сравнивая их с изменением α , можно установить, при каких значениях α происходит проявление тех или иных дефектов ГТД. В дальнейшем по результатам дефектации деталей двигателя при его ремонте может быть оценено фактическое изменение их состояния.

Поступила в редакцию 30.04.2004

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Г. Августинович, Пермский государственный технический университет, Россия.