

Электропитание системы EGPWS осуществляется напряжением постоянного тока 27В и напряжением переменного тока 115В, 400 Гц.

Анализ технологии технического обслуживания системы EGPWS показал, что система не требует каких-либо специальных периодических работ. Ремонт на борту самолета не предусмотрен. Если обнаружена проблема с цифровым вычислителем EGPWS, он подвергается замене.

Для диагностики системы разработчиком Honeywell создан программный инструмент – «WinVIEWS» (Windows Virtual Interface to the Enhanced Warning System). WinVIEWS обеспечивает функцию мониторинга технического состояния системы EGPWS, позволяя идентифицировать системные ошибки.

Список использованных источников

1. A320 Family Training Manual Airframe & Powerplant / Electro / Avionics. Level 3.

Кириллов Алексей Владимирович, к.т.н., доцент каф. эксплуатации авиационной техники, aleksey.v.kirillov@ssau.ru

Горев Максим Александрович, студент гр. 1323-250302D, maks.gorev2003@mail.ru

УДК 629.735

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ГАЗОВОЗДУШНОГО ТРАКТА АВИАЦИОННОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ КВАНТОВО-ЭЛЕКТРОННЫМ МЕТОДОМ

Е.С. Баженова, Л.Г. Кесель
КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, г. Казань

Ключевые слова: газовоздушный тракт (ГВТ), авиационный газотурбинный двигатель (ГТД).

Загрязнения элементов газовоздушного тракта (ГВТ), образуемые в процессе лётной эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей (ГТД), оказывают существенное влияние на параметры экономичности и показатели готовности данного вида авиационной техники. Объективные данные диагностических методов, применяемых для оценки допустимости или недопустимости степени загрязнения элементов ГВТ ГТД, обуславливают объём необходимых регламентных работ, связанных с реализацией процесса промывки. В практике эксплуатации авиационных ГТД интервалы выполнения промывки элементов ГВТ назначаются предприятием изготовителем с учётом статистических данных по эксплуатации ГТД конкретного типа.

Изучение динамики отложения загрязнений на элементах ГВТ показывает, что данный процесс носит индивидуальный характер для

каждого ГТД. находящего в эксплуатации и зависит от ряда факторов, носящих случайный характер. К числу таких факторов можно отнести: подготовку взлётно-посадочной полосы, конкретную климатическую ситуацию, концентрацию солей и влажность воздуха в момент взлёта и посадки, и ряд других. В связи с чем, решение о назначении промывки ГВТ принимается по комплексным показателям с учётом данных параметрической диагностики каждого конкретного экземпляра ГТД. Следует отметить, что подобный подход в настоящее время используется практически на всех предприятиях, осуществляющих лётную эксплуатацию.

Цель настоящей работы - повышение достоверности определения степени загрязнения элементов ГВТ и более рационально определять время проведения работ, связанных с промывкой ГВТ, с учётом конкретного фактического состояния указанных трактовых деталей.

Поставленная цель достигается тем, что для её реализации производится модернизацией технических средств инструментального контроля элементов ГВТ. В данном конкретном случае модернизация выполнена на примере достаточно широко применяемого на практике эндоскопа Н-200 [1].

Внешний вид эндоскопа Н-200 представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Внешний вид эндоскопа Н-200

Эндоскоп Н-200 применяется для визуального контроля состояния деталей ГВТ авиационных ГТД. Эндоскоп эксплуатируется при температуре окружающего воздуха от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 98%.

Основные технические и оптические характеристики эндоскопа Н-200 представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Основные технические и оптические характеристики эндоскопа Н-200

п/н	Наименование характеристики	Единица измерения	Значение величины
1	Диаметр погружаемой части	мм.	14
2	Глубина погружения	мм.	400
3	Разрешающая способность на расстоянии 50 мм. от оси прибора до объекта	лин. /мм	20
4	Угол поля зрения	град.	30
5	Направление наблюдения	град.	50-120
6	Масса	кг	1

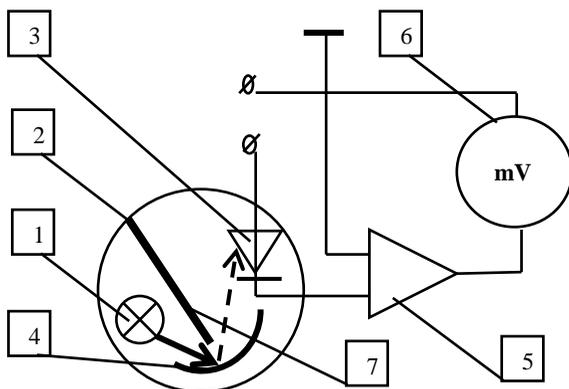
Таблица 2 - Оптические характеристики прибора Н-200

п/н	Наименование характеристики	Единица измерения	Значение величины		
1	Расстояние от оси прибора до поверхности осмотра	мм.	20	30	50
2	Кратность увеличения	крат	9	4	2,5
3	Линейное поле зрения	мм.	9,5	15	24
4	Освещённость объекта	Люкс x 10 ²	110	95	75

Модернизация эндоскопа Н-200 выполнена следующим образом: на оптической части прибора выполнен отдельный корпус (на месте штатного корпуса), в отдельном корпусе прибора установлена светонепроницаемая перегородка таким образом, что свет от источника освещения попадает на поверхность трактовой детали ГТД и, отразившись от неё (поверхности трактовой детали), попадает на фотодиод, установленный за светонепроницаемой перегородкой. Светодиод вырабатывает ток, который через усилитель передается на показывающий прибор – милливольтметр. Схема модернизации прибора Н-200 представлена на рисунке 2

Подобным образом, может быть доработан и оптический прибор с волоконным световодом (гибкий волоконный эндоскоп).

Основной технологической особенностью предлагаемого метода диагностики загрязнения элементов ГВТ ГТД является установление шкалы загрязнений и тарировка модернизированного прибора по вновь создаваемой шкале загрязнений. В связи с тем, что операции промывки газоздушного тракта ГТД обеспечиваю в основном промывку деталей компрессоров, то данный метод ориентирован на характерные загрязнения лопаточного аппарата компрессоров. Характерными видами загрязнений, образующимися на лопатках компрессора ГТД, является пригар – достаточно рыхлая углеродистая структура в сочетании с органикой органического происхождения и солями. Цвет данного вида загрязнений меняется в зависимости от толщины указанных отложений и концентрации составляющих, входящих в его состав.



1-источник света эндоскопа Н-200, 2-корпус эндоскопа, 3- фотодиод, 4-лопатка ГТД, 5-усилитель, 6- милливольтметр, 7-светонепроницаемый экран.

Рисунок 2 - Схема модернизации прибора Н-200 выполнения инструментального контроля загрязнений

Диапазон изменения цвета отложений на лопатках компрессора ГТД – от светло серого цвета до густо чёрного цвета. При светло сером цвете в составе загрязнения преимущественно солевые и минеральные отложения, при густо чёрном цвете в составе загрязнения продукты органической природы после воздействия высоких температур. С учётом приведенных выше особенностей изменения цветовых характеристик загрязнений меняется степень поглощения светового излучения от источника света в приборе Н-200 и соответственно меняется степень отражения света от диагностируемой поверхности тракторной детали. Изложенные выше особенности загрязнений, образующихся на поверхностях тракторных деталей ГТД, позволили сформировать таритарировочную цветовую шкалу для модернизированного диагностического прибора Н-200, представленную на рисунке 3.

Степень загрязнения ГВТ при использовании данного метода носит интегральный характер. Суммарная степень загрязнения ГВТ определяется расчётным образом по формуле (1).

$$\varphi_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m_i} \varphi_n , \quad (1)$$

где φ_{Σ} – суммарная степень загрязнения ГВТ компрессора ГТД, m_i -число ступеней компрессора, φ_n – суммарная степень загрязнения конкретной ступени компрессора, n -число лопаток в конкретной ступени компрессора.



Рисунок 3 - Тарировочная цветовая шкала для модернизированного прибора Н-200

В свою очередь величина определяется выражением (2)

$$\varphi_n = \sum_{n=1}^{n_i} \varphi_{n_i} / n \quad (2)$$

Обозначения символов в выражении (2) соответствуют обозначениям формулы (1).

Представленный в данной работе метод, по мнению авторов, является простым в своём использовании. Развитие метода авторы видят в автоматизации измерения и фиксации степени загрязнения и выполнения расчётов интегральной оценки степени загрязнения в цифровой технологии.

Список использованных источников

1. Кесель Л.Г., Милочкин В.А., Кесель Б.А. Квантово-электронный метод диагностики загрязнений газозвоздушного тракта газотурбинного двигателя. Труды Всероссийской конференции материалы Всерос. науч.-техн. конф. 19-22 апр. 2022 г. / Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т); под ред. А. И. Данилина. - Самара: Артель, 2022. - С. 126-128.

Баженова Елена Сергеевна, студентка кафедры ЭКСПИ КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, bale01@mail.ru

Кесель Людмила Григорьевна, к.т.н., доцент кафедры ЭКСПИ КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, bak1951@yandex.ru.