

РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ ЛОПАТОК ВЕНТИЛЯТОРА ПЕРЕД ИХ РАЗРУШЕНИЕМ

Артамонов М. А., Говоров А. А., Старшинов Д. С.

ОКБ им. А. Льюльки, филиал ПАО «ОДК-УМПО», г. Москва, govorovaa@gmail.com

Ключевые слова: рабочая лопатка, расчёт КИН, фрактографический анализ

Для сохранения работоспособности рабочих лопаток вентилятора важно знать картину распределения динамических напряжений в лопатке, их амплитуду и частоту колебаний. Понимание динамической картины нагружения позволит определить при каких условиях осуществлялась эксплуатация двигателя, выявить и предотвратить аварийные ситуации, которые могли бы привести к разрушению лопатки.

В данной работе стояла задача установить причину разрушения рабочих лопаток вентилятора на двух разных двигателях, которые произошли при гонке в составе объекта на земле. В результате проведенного фрактографического анализа фрагментов лопаток было выявлено, что разрушение произошло из-за зарождения в них усталостных трещин. Было установлено место зарождения трещины, параметры роста трещины, проведен спектральный анализ излома. Для установления причины появления усталостных трещин в лопатках необходимо было определить динамическое состояние лопаток во время их разрушения. Фрактографическим способом были определены участки второй стадии устойчивого роста трещин, при которой формируются усталостные бороздки (рис.1).

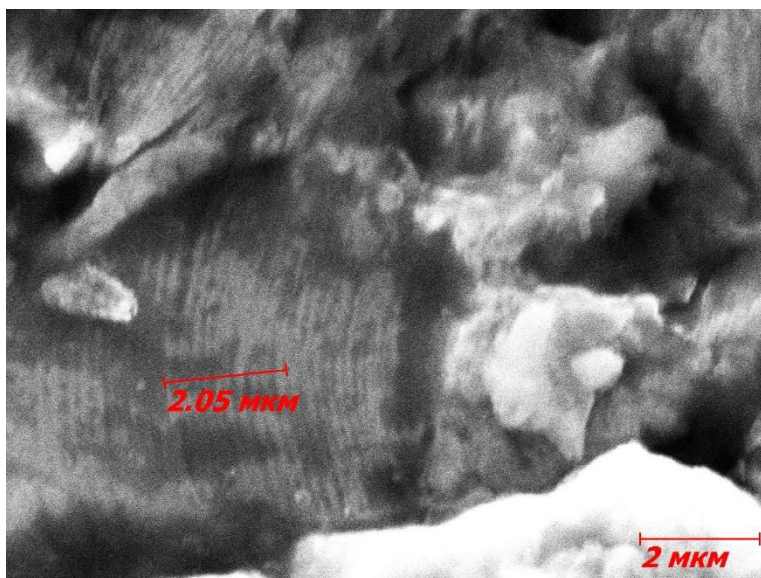


Рис.1 – Участок излома лопатки с формированием усталостных бороздок со средним размером 0,2 мкм (показан блок из десяти бороздок)

Зная шаг усталостных бороздок и используя формулу Пэриса [1], был определен размах коэффициента интенсивности напряжения для трещин. Для определения напряжений был проведен комплекс расчетных работ, включающих моделирование развития трещины в лопатке. Основной предпосылкой для работы стала возможность моделирования коэффициента интенсивности напряжений на каждом шаге роста трещины и сравнение с исследовательскими данными. Расчет показал, при каких условиях происходит многократное увеличение напряжений и позволил получить предполагаемое значение амплитуды колебаний. А дополнительный модальный анализ показал резонансную форму колебаний, которая и обусловила усталостный характер развития трещины с высокими напряжениями.

Данный подход позволил определить при каких условиях происходил рост трещины в лопатках и выявить причину их разрушения.

Список литературы

1. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упруго-пластического разрушения. – М.: Наука, 1974.

Сведения об авторах

Артамонов Максим Анатольевич, кандидат физико-математических наук, начальник бригады. Область научных интересов: фрактографический анализ.

Говоров Андрей Анатольевич, ведущий конструктор. Область научных интересов: анализ динамических процессов.

Старшинов Дмитрий Станиславович, начальник бригады. Область научных интересов: анализ динамических процессов.

DYNAMIC LOADINGS SIMULATION OF THE ROTOR BLADE BEFORE FAILURE

Artamonov M.A., Govorov A.A., Starshinov D.S.

“Lyulka Design Bureau” sub. PJSC “UEC-UEIA”, Moscow, Russia, govorovaa@gmail.com

Keywords: rotor blade, SIF simulation, fractography test.

Authors has analyzed dynamic behavior before failure of the rotor blade. Parameters of the crack was estimated in common fractography tests.