

УДК 629.7.03.036.3.001.42

К. МАРАВИЛЛА ХЕРРЕРА

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

МОНИТОРИНГ ВЫРАБОТКИ РЕСУРСА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ

Приведены результаты мониторинга выработки ресурса лопатки газотурбинного двигателя, эксплуатировавшегося в течение года на газоперекачивающей станции. Показана зависимость скорости выработки ресурса от вырабатываемой мощности и сезона.

газотурбинный двигатель, лопатка турбины, мониторинг ресурса

Одним из путей повышения экономической эффективности конверсионных ГТД в составе газоперекачивающих агрегатов является предельно полное и безопасное использование их ресурсных возможностей, недопущение снятия исправных двигателей по ресурсным ограничениям и недопущение перехода их деталей в предельное прочностное состояние до истечения назначенного ресурса. Важное место в решении этой проблемы отводится повышению точности и достоверности мониторинга выработки ресурса двигателя, учету в ходе мониторинга условий нагружения деталей двигателя [1].

Зависимость темпа выработки ресурса детали от температуры и напряжений, а также известные трудности прямого измерения этих величин, привели к использованию расчетных методов их определения по данным, получаемым в ходе регистрации параметров рабочего процесса двигателя. Использование для выполнения таких расчетов сопряженных конечно-элементных моделей газодинамических, механических, тепловых и других процессов, определяющих темп выработки ресурса, приводит к неадекватному увеличению времени обработки данных и снижению вычислительной надежности системы управления. В связи с этим получили распространение, так называемые, мониторинговые, упрощенные, модели этих процессов, идентифицируемые по моделям высокого уровня [2].

Цель работы – проведение экспресс-анализа

выработки ресурса рабочей лопатки турбины высокого давления газотурбинного двигателя компрессорной станции магистрального газопровода.

В качестве исходной информации использованы результаты регистрации в течение календарного года с интервалом в 1 час частоты вращения ротора высокого давления n , температуры за турбиной низкого давления $T_{ТНД}$, температуры за компрессором высокого давления $T_{КВД}$, температуры воздуха на входе в двигатель.

Использовались мониторинговые модели: абсолютной температуры газа перед рабочим колесом:

$$T_{PK} = C T_{ТНД},$$

температуры лопатки:

$$t = T_{КВД} + \Theta(T_{PK} - T_{КВД}),$$

напряжения в рабочей лопатке:

$$\sigma = \sigma_N \left(\frac{n}{n_N} \right)^2,$$

относительной скорости выработки ресурса:

$$\eta = \left[\frac{\sigma}{\sigma_{дл}(t)} \right]^{m(t)} / \left[\frac{\sigma_N}{\sigma_{дл}(t_N)} \right]^{m(t_N)},$$

где $\sigma_{дл}(t)$ – предел длительной прочности для 10^4 часов; $m(t)$ – показатель степени в модели долговечности материала (времени до разрушения):

$$\tau_p = A \sigma^{-m(t)},$$

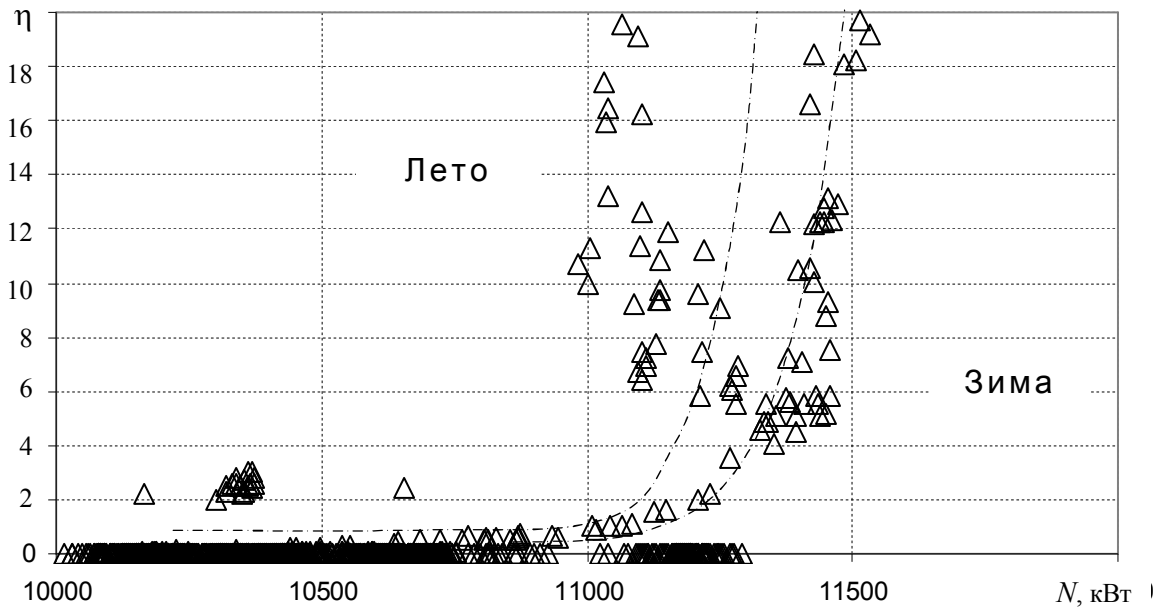


Рис. 1. Результаты мониторинга выработки ресурса

индекс N относит отмеченные величины к режиму номинальной мощности (11 000 кВт) при стандартных условиях.

Идентификация мониторинговых моделей по моделям верхнего уровня дала значения:

$$C = 1,42; \Theta = 0,5; \sigma_N = 180 \text{ МПа.}$$

На рис. 1 и 2 результаты мониторинга представлены в виде зависимостей относительной скорости выработки ресурса от мощности, передаваемой га-

зоперекачивающему агрегату и температуры окружающего воздуха. Выработка ресурса резко возрастает при превышении номинальной мощности. При этом выработка одинаковой мощности в летний период сопровождается в 10...30 раз большим расходом ресурса, чем в зимний период.

Литература

1. Регрессионные модели нагружения деталей газотурбинного двигателя в автоматизированной системе контроля выработки его ресурса / А.Н. Ветров, П.В. Королев, А.В. Тарасенко, А.С. Якушенко // Проблемы управления технической эксплуатацией авиационной техники: Сб. науч. тр. – К.: КМУГА. – 1997. – С. 32-37.
2. Олейник А.В., Симбирский Д.Ф., Шереметьев А.В. Концепция разработки систем эксплуатационного мониторинга выработки ресурса авиационных ГТД // Авіаційно-космічна техніка та технологія. – Х.: ХАІ. – 2005. – № 10 (26). – С. 37-41.

Поступило в редакцию 1.06.2007

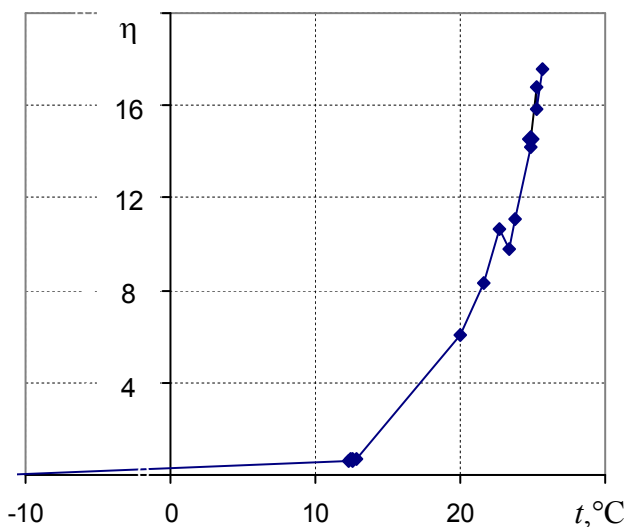


Рис. 2. Зависимость выработки ресурса от температуры воздуха на входе в двигатель

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Бастеев, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.