

## ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ДИСКА ГТД

Грицин А. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### THE EXAMPLE OF APPLICATION METHODOLOGY OF ESTIMATION RELIABILITY PARAMETRES BY EXAMPLE GTD DISK

*Gritsin A.V. In this work the methodology of an estimation of parameters of reliability by example parameters of reliability disk of GTD NK-8-4.*

Позиция теории надёжности в современном инженерном мире становится сильнее с каждым днём. Каждый год новые специализированные научно-исследовательские проекты появляются в этой молодой науке. Во многих конструкторских подразделениях и поисковых лабораториях, надёжность систем анализируется в поисках наилучшего инженерного решения. Особенно это относится к прочностной надёжности двигателя и летательных аппаратов. При современном развитии техники анализ прочностной надёжности уже не может ограничиваться малым количеством классических статистических анализов, т.к. требования постоянно растут.

Требуемая надёжность двигателей закладывается на этапе проектирования, доводится до требуемого для начала эксплуатации уровня на этапе опытно-конструкторской отработки, совершенствуется и обеспечивается при производстве, улучшается и реализуется при эксплуатации.

Но даже если конструирование, расчёты, изготовление, сборка, испытания отдельных элементов выполнены правильно, в соответствии с нормативно-технической документацией, при доводке опытных изделий и в эксплуатации наблюдаются отказы и разрушения деталей. Это объясняется многообразием факторов, влияющих на конструкционную прочность, и отсутствием чётких, научно обоснованных рекомендаций по ряду вопросов конструирования, выбора материала, расчёта на прочность с учётом сложности нагружения и длительности эксплуатации.

Одной из основных задач проблемы обеспечения безотказности и долговечности

является разработка методов определения числовых значений показателей надёжности изделий. Эта задача решается методами обработки данных эксплуатационных наблюдений и ускоренных испытаний, а также расчётным путем. Расчётный метод в настоящее время слабо оформился в инженерный метод из-за сложности задачи, ее новизны и недостаточного количества фактических и опытных данных. Но в настоящее время они наиболее экономически целесообразны и дают возможность судить о надёжности изделий в нормальных условиях эксплуатации по значениям соответствующих показателей при форсированных режимах (повышенные нагрузки, скорости, температуры, концентрации реагентов и т.д.).

Если обратиться к иностранной литературе, то можно увидеть, что разработка похожих методик идёт ускоренными темпами. Существует целый ряд программ национального уровня, продвигающих цифровое моделирование на новый уровень. Это: Federal Aviation Administration программа Проектирования Материала Ротора Турбины, Nuclear Regulatory Commission программа по оценке длительной безопасности первых подземных хранилищ радиоактивных отходов высокого уровня, Department of Energy программа Контроля Запасов и возобновление NASA космической программы Шаттла.

При оценке надёжности деталей авиационных двигателей необходимо учитывать внезапные и постепенные отказы.

Настоящая работа посвящена методике оценки надёжности деталей с учётом внезапных отказов в динамической и статической постановке.

Введем понятие функции качества (запаса работоспособности)

$$\varphi = \sigma_{пред} - \sigma_p, \quad (1)$$

где  $\sigma_{пред}$  – предельные напряжения (предел длительной прочности, предел выносливости и др.);  $\sigma_p$  – рабочее напряжение в расчётном сечении.

Тогда для надёжной работы детали двигателя необходимо выполнение условия

$$\varphi > 0.$$

Предельные и рабочее напряжения – случайные величины. Они имеют нормальное или логарифмически-нормальное распределение вокруг среднего значения с некоторым стандартным отклонением от него. Следовательно, функция качества  $\varphi$  согласно выражению (1) как композиция распределений  $\sigma_{пред}$  и  $\sigma_p$  также является случайной величиной.

Можно показать, что для оценки показателей надёжности деталей двигателя при статическом нагружении необходимо уметь определять среднее квадратическое отклонение  $\sigma_{\sigma_p}$  возникающих в детали напряжений.

Среднеквадратическое отклонение  $\sigma_{\sigma_p}$  можно найти несколькими способами: методом малых возмущений, с помощью модуля “Probabilistic Design System” (PDS) в пакете конечно-элементного анализа ANSYS и др. Результатом вероятностного расчёта в пакете ANSYS являются интегральные функции распределения возмущающих и результирующих факторов, их номинальные значения и среднеквадратические отклонения, вероятности достижения ими заданных значений, матрицы корреляций и графики вероятностных коэффициентов чувствительности, определяющие рассеивание «выходного» параметра при наличии рассеивания «входных» параметров.

В настоящей работе использован программный пакет ANSYS, а в качестве примера рассмотрено рабочее колесо турбины ТРДД НК–8–4 самолета Ил-62.

По результатам расчёта можно показать, что методика позволяет ещё на этапе проектирования оценить показатели безотказности и выявить факторы, которые наиболее сильно влияют на надёжность изделия.

УДК 621.822

## О ПОВРЕЖДЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ РОТОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА НК, РАБОТАЮЩИХ В КАЧЕСТВЕ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

Наздрачёв С.В.

ОАО «Кузнецов», г. Самара

### GAS TURBINE ENGINE ROTOR BEARINGS ELECTRICAL CURRENT DAMAGE ON THE BASE OF NK-FAMILY ENGINES FOR ELECTRICAL GENERATOR DRIVE

*Nazdrachev S.V. Electrical current damage is a problem known for a long time. But until now we have never met this problem in our gas turbine engines. The article deals with our experience in diagnostic of this event and solution of bearing protection problem and measures of dielectric resistance increase by means of bearing ceramic coating and the use of hybrid bearings.*

Проблема защиты подшипников от воздействия электрического тока остро стоит в электротехнических отраслях промышленности, но в нашей практике подобное явление встретилось относительно недавно. На не-

скольких двигателях, работавших в качестве привода электрогенератора, было отмечено повреждение подшипников, состоявшее в появлении на беговых дорожках и телах качения чередующихся полос. Причиной воз-