

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА КРИТИЧЕСКИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ РОТОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ГАГОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 А.С. Макарычев, Д.А. Зайдуллин, Н.Н. Баляева  
«ОКБ им. А. Люльки» филиал ПАО «УМПО», г. Москва

### ANALYSIS OF THE WEAKENED FLANGE CONNECTIONS EFFECT ON CRITICAL SPEEDS OF THE GTE HIGH-PRESSURE ROTOR

Makarychev A.S., Zaydullin D.A., Balyaeva N.N. ("Lyulka Design Bureau" subsidiary PJSC "UEIA",  
Moscow, Russian Federation)

*The work discusses computation of gas turbine engine high-pressure rotor critical speeds with the effect of weakened flange connections.*

Во время работы газотурбинного двигателя (ГТД) под действием газодинамических, центробежных и температурных нагрузок происходит ослабление фланцевых соединений деталей роторов, что неизбежно влияет на значения их критических частот вращения (в особенности на изгибные формы).

Зачастую при выполнении динамических расчётов данный фактор не учитывается, поскольку требует проведения предварительного статического анализа.

В данной работе приводится исследование влияния ослабления фланцевых соединений на значения критических частот вращения ротора высокого давления (ВД) ГТД АЛ41Ф-1С (рис. 1) для нескольких режимов работы.

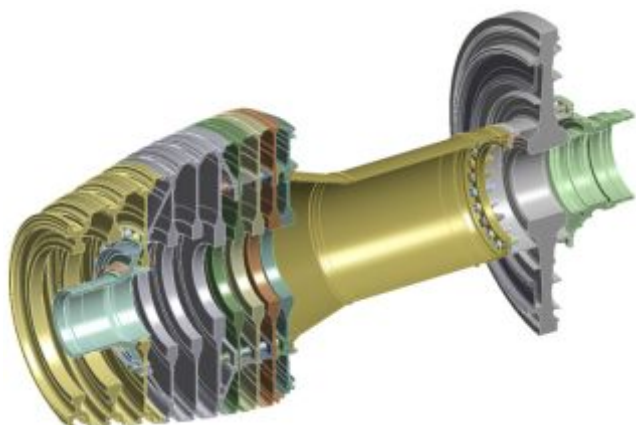


Рис. 1. Твёрдотельная модель ротора ВД

На первом этапе был выполнен расчёт моментных (изгибных) податливостей фланцевых соединений ротора ВД. Для этого в программном комплексе Ansys Workbench 16.2 выполнен статический расчёт в трёх-

мерной постановке. В расчёте задавались следующие рабочие нагрузки:

- моментные затяжки болтов и шпилек;
- центробежная нагрузка;
- распределение температур;
- давления по полостям ротора;
- реакции от лопаток.

На основании полученных результатов были проведены расчёты моментных податливостей отдельно для каждого фланцевого соединения ротора (рис. 2).

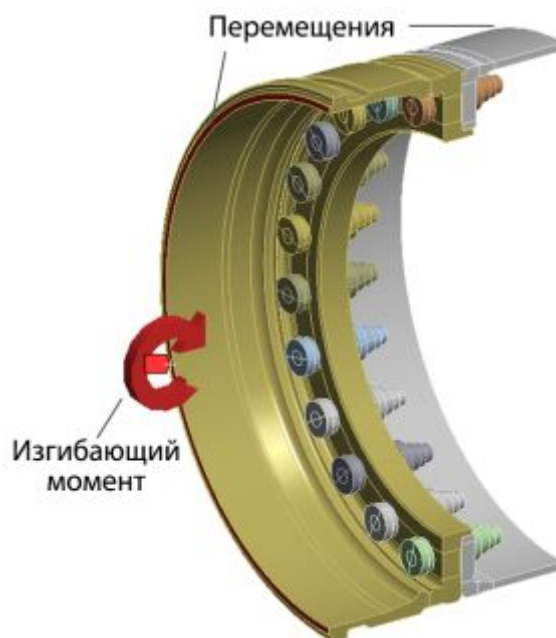


Рис. 2. Граничные условия для расчёта моментной податливости

На втором этапе полученные значения моментных податливостей фланцевых соединений с помощью элемента «шарнир» интегрировались в динамическую модель ротора ВД, построенную в программном комплексе Dynamics R.4.9 (рис. 3).

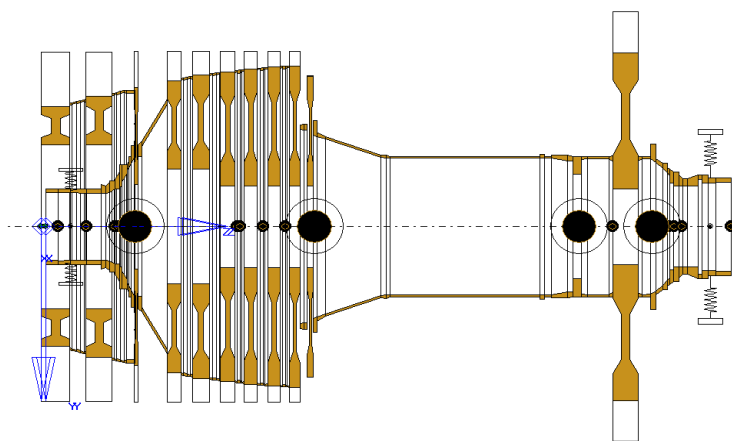


Рис. 3. Динамическая модель ротора ВД

По результатам расчётов сделаны выводы о влиянии ослабления фланцевых соединений на критические частоты вращения ротора высокого давления двигателя АЛ41Ф-1С.

УДК 629.7.067

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ FRACAS НА ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «НАДЁЖНОСТЬ»

©2016 Н.Г. Логинова, С.В. Сарычев

Научно-производственное объединение «Сатурн», г. Рыбинск

### GTE LIFE-CYCLE FRACAS IMPLEMENTATION. BUNDLED SOFTWARE «DEPENTABILITY»

Loginova N., Sarychev S. (PJSC "NPO "Saturn", Rybinsk, Russian Federation)

*This publication presents GTE life-cycle FRACAS and bundled software for assessment and monitoring reliability and safety on development and serial production of aviation gas-turbine engines, developed in "NPO "Saturn" on requirement of Management System Safety (MSS).*

Основным элементом Системы управления безопасностью полётов (СУБП) является подсистема сопровождения по надёжности парка газотурбинных двигателей (ГТД) или реализация задачи поиска причин неисправностей и принятия корректирующих действий, или FRACAS (Failure Reporting analysis and corrective action). Задача FRACAS является элементом обратной связи в составе СУБП и отвечает за мониторинг эффективности внедрённых (внедряемых) мероприятий на всём жизненном цикле ГТД.

Исторически методическое и информационное обеспечение системы управления баз данных (БД) FRACAS СУБП закладывалось в СССР и далее в РФ на основании требований создания сети информационно – вычислительных комплексов на базе серийных предприятий в соответствии с Решением коллегии Министерства авиационной про-

мышленности (МАП) от 08.06.1989, приказов министра МАП № 114 от 09.03.1988, № 24 от 18.10.1989, № 358 от 06.07.1989. Обновление и дополнение новыми элементами FRACAS СУБП выполнялось с учётом совершенствования способов разработки, испытания и контроля эксплуатации авиационной техники и внедрением системы менеджмента техническими рисками.

В ПАО НПО «Сатурн» задачи FRACAS процесса серийной доводки достаточно долго превалировали в процессе сопровождения надёжности. В этих условиях изначально была разработана и введена в эксплуатацию БД «Надёжность серийных авиационных ГТД» [1]. В БД содержится структурированный массив информации по всем критическим и основным видам отказов с начала эксплуатации и по всем отказам с 1990 года двигателей серии Д-30КУ/КП/КУ-