

## – Некоторые проблемы роторной динамики в ГТД



1. Повышенные эксплуатационные дисбалансы
2. Термический дисбаланс – запуски неостывшего изделия
3. Переменный дисбаланс – перемещение деталей ротора в работе (чаще бандажированные лопатки)
4. В соединениях посадки с натягом не должны переходить в зазор, а зазоры в натяг.
5. Недозатяжка соединений – иногда хаотически меняющаяся амплитуда
6. Увеличение дисбаланса до 400-500 гсм не может быть причиной повышенных вибраций
7. Уровень вибраций ограничивается не столько из-за дефектов роторной группы, сколько из-за ограничений по обвязке статора
8. Расслабление болтовых соединений КВД
9. Раззазоривание посадочных мест, за счет температуры.
10. Недостаточная затяжка болтовых соединений роторов
11. Расслабление посадок составных валов
12. Отсутствие подогрева болтов – раскрытие стыков.
13. Резонансная ситуация (критическая частота) на оборотах близких к режиму. Нестабильность вибрационных характеристик.
14. Конструкция ротора - резкое изменение силовой линии – “гусь”.
15. Исключение внезапного (ступенчатого) изменения линии силового потока осевой силы- существует деформация деталей ротора, вследствие неравномерного действия осевой силы
16. Предварительное обжатие роторов при сборке повышенными усилиями с использованием технологических болтов, шпилек и гаек
17. Недозатяжка соединения вала компрессора ВД и ТВД – роторная гармоника
18. Погрешности изготовления шлиц, ведущие к перекосам обойм подшипников.
19. Несоосность опор роторов КНД и ТНД.
20. Недогруженность подшипников качения – роликовых и шариковых. Удары в зазорах подшипников, хаотическое движение вала в зазоре.
21. Влияние осевой силы, меняющей жесткость подшипника. Скачки амплитуды колебаний.
22. Проблема перекладки осевой силы – резко снижается жесткость подшипника, снижение собственной частоты ротора ВД.
23. Несинхронное возбуждение ротора ВД и НД.
24. Эксплуатационные дисбалансы по ротору ВД могут достигать 500-1000 гсм без увеличения вибраций.

25. Определение локальных податливостей всех механических соединений в роторах соединений.
26. С прогревом изделий меняется податливость опор турбины
27. Трение в муфтах может вызывать дестабилизирующий эффект и скачки вибраций.
28. Демпфирование – настройка жесткостных и демпфирующих характеристик демпферов.
29. Жесткость упруго-демпферной опоры должна быть существенно ниже жесткости опоры
30. Гидродинамический демпфер щелевой – скачки вибраций
31. Увеличенные зазоры в шлицах – отсутствует закусывание, исключение неустойчивости.
32. Ужесточение биения торцовых стыков – исключение деформаций деталей при сборке, увеличение жесткости соединения, повышение стабильности, возможность балансировки на низких оборотах
33. Контроль статической жесткости корпуса, исключение взаимодействия корпусных и роторных вибраций
34. Контроль взаимных перекосов колец радиально-упорных подшипников, снижение деформационных нагрузок в подшипниках, исключение нестационарной работы подшипников
35. Исключение деформации деталей, стягиваемых центральной гайкой – исключение неконтролируемого дисбаланса.
36. Ужесточение допусков на размеры в подшипниках – уменьшение величины зазоров
37. Косые (неправильно нарезанные) шлицы - оборотная составляющая с частотой ротора НД
38. При анализе причин повышенных вибраций требуется особо уделять внимание на изменение уровня вибраций по времени – трещина
39. Автоколебания. Например, появление составляющей вибраций с частотой равной первой собственной частоте ротора.
40. Демпфирование в опорах (увеличение) результатов не дает. Возможно аэродинамическое возбуждение.
41. Касания лопаток, роторов
42. Подшипниковые опоры любого типа – в основном нелинейные жесткостные и демпфирующие характеристики, учет в расчетах
43. Осевое усилие, действующее на радиально-упорный подшипник при смене знака, может изменить податливость опоры
44. Нелинейная зависимость жесткости подшипника от величины осевой силы.