

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕАКЦИЙ СЕГМЕНТНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ДИНАМИКУ И УСТОЙЧИВОСТЬ РОТОРОВ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ

SOME FEATURES OF INFLUENCE OF NONLINEAR RESPONSES OF TILTING PAD ON DYNAMICS AND STABILITY OF TURBO-COMPRESSORS ROTORS

Лейких Д.В., аспирант, Симоновский В.И., профессор, СумГУ, Сумы

Leikykh D.V., postgraduate student, Simonovskiy V.I., professor, SumSU, Sumy

Наиболее важным критерием надежности турбокомпрессорных агрегатов является уровень их вибрации, а одним из основных узлов, определяющих вибрационное состояние, являются опорные подшипники скольжения. Для выяснения некоторых особенностей влияния сегментных подшипников на динамику роторов, а также для определения границ потери устойчивости их вращения проведены испытания модельного ротора массой 150 кг на различных типах подшипников.

При испытаниях устанавливали четыре типа подшипников: 3-клиновыи подшипник, 5-колодочный подшипник с самоустанавливающимися колодками, а также 4-х и 3-колодочные демпферные подшипники или подшипники с жидкостными опорами.

По результатам испытаний определены значения относительной граничной по устойчивости частоты вращения ротора $\bar{\omega} = \omega_{gr} / \Omega$ от относительного дисбаланса e (рисунок 1).

Для всех рассмотренных типов подшипников отмечаются следующие закономерности: после потери устойчивости возникают автоколебательные субгармонические составляющие; при частотах выше граничной и близких к ней амплитуда автоколебаний ниже синхронной; с ростом частоты вращения амплитуда автоколебаний растёт быстрее, нежели синхронная, и превышает её; частота автоколебаний не зависит от частоты вращения ротора и остаётся примерно постоянной, приблизительно равной критической частоте ротора.

Учитывая то, что во время эксперимента изменялась только конструкция подшипников, а все остальные параметры были фиксированы (межопорное расстояние, зазоры в подшипниках, температура масла и т.д.) был сделан вывод о том, что тип используемого подшипника является основным фактором, влияющим на устойчивость ротора.

Для качественной и количественной оценки влияния различных параметров на динамическое поведение ротора была разработана модель, учитывающая нелинейные реакции подшипников. Реальный ротор был приведен к 4-массовой системе. Массы модели оценивались с помощью формулы линейной регрессии [1]:

$$\Theta = [K^T \cdot K]^{-1} \cdot K^T \cdot Y,$$

где K , Y – матрица и вектор измеряемых величин, которые определяются по полученным экспериментально собственным формам и критическим частотам исследуемого ротора, Θ - вектор оцениваемых масс дискретной модели.

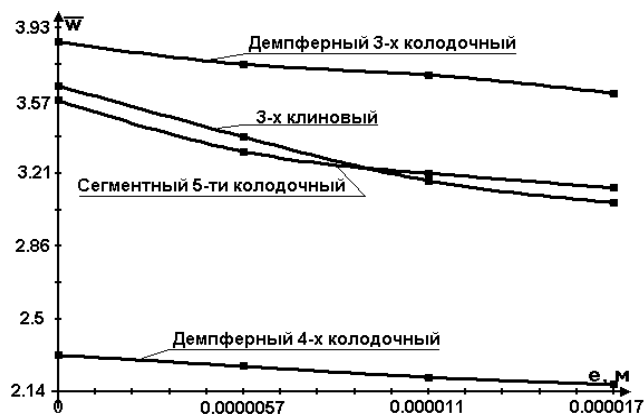


Рисунок 1 - Экспериментально полученная граница устойчивости для различных видов подшипников

колебаний роторов турбокомпрессоров.

Численное интегрирование системы нелинейных дифференциальных уравнений было проведено в программном комплексе Maple12. В результате численных экспериментов была оценена величина циркуляционной силы и нелинейная жесткость подшипников. Также было исследовано влияние гистерезиса материала на динамику ротора [2].

Таким образом в результате получена достоверная математическая модель ротора, позволяющая исследовать закономерности нелинейных

Список литературы

1. Симоновский В.И., Хворост В.А. Оцінювання параметрів динамічних моделей роторів. – Суми: Вид-во СумДУ, 2002. – 143 с.

2. Гадяка В.Г., Лейких Д.В., Симоновский В.И. О некоторых диагностических признаках влияния внутреннего трения на вибрационное состояние ротора турбокомпрессора // Газотурбинные технологии, - 2009. – № 4(75). – С. 22-25.