

**СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ
ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ КОМПРЕССОРА
МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ
ШАРИКОПОДШИПНИКА**

© 2018 Р.В. Храмин, Д.С. Слободской, А.В. Собуль, М.В. Лебедев

ПАО «ОДК-Сатурн», г. Рыбинск

**DIAGNOSTIC METHOD OF COMPRESSOR GAS-DYNAMIC INSTABILITY
BY DYNAMIC STRAIN-GAGING OF THE BALL BEARING**

Khramin R.V., Slobodskoi D.A., Sobul A.V., Lebedev M.V. (PJSC UEC-Saturn, Rybinsk,
Russian Federation)

The abstract presents the diagnostic method of gas-dynamic instability by means of bearing race strain-gaging.

В настоящее время диагностирование газодинамической неустойчивости осуществляется с помощью датчиков пульсаций а также виброакселерометров, установленных на корпусах в зоне передней и задней подвесок. Установка виброакселерометров выполняется в соответствии с источником [1]. Основным недостатком данного способа является косвенный анализ динамических процессов газотурбинного двигателя по результатам измерения вибрационных параметров вдали от мест их возникновения.

На ПАО «ОДК-Сатурн» используется метод измерения результирующего осевого усилия от газовых сил с помощью динамиче-

ского тензометрирования наружного кольца шарикового подшипника по методике, согласованной с ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» ([2]).

Предлагаемый способ диагностирования обрабатывает сигнал непосредственно с тензодатчиков на наружном кольце подшипника ротора, что увеличивает уровень полезного сигнала экспериментальных данных. По результатам измерений динамических напряжений в каждый момент времени получают амплитудно-частотную характеристику, в диапазоне от 10 Гц до 4кГц.

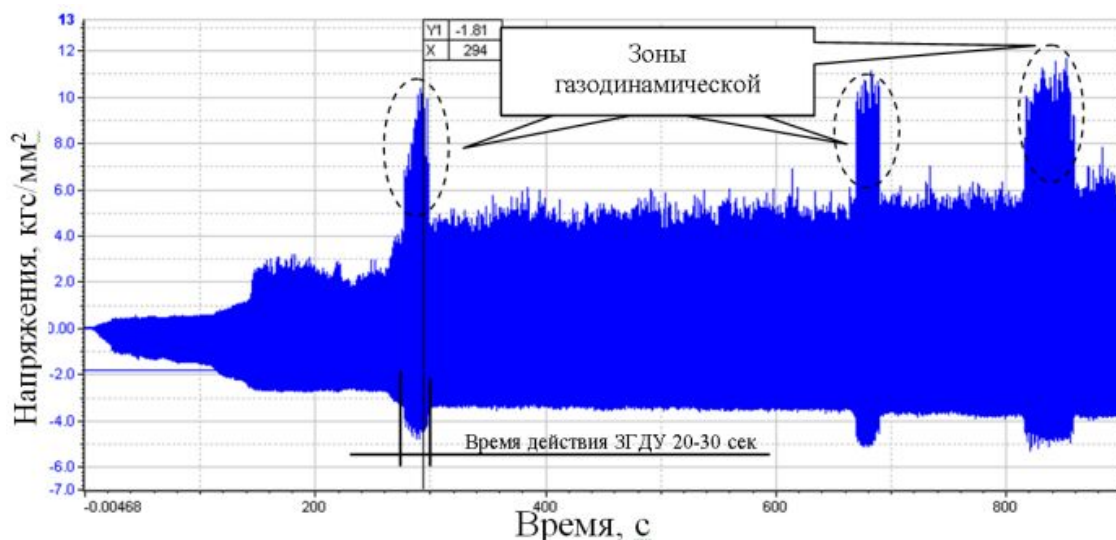


Рис. 1. Общий сигнал с тензодатчика

В процессе испытаний двигателя по показаниям виброакселерометров установлено, что при проходе с режима 1 – 14700 об/мин до режима 2 - 17100 об/мин отмеча-

ется рост вибраций по передней опоре до 120 мм/с. Датчиками Kulite зафиксирована неустойчивая работа первых ступеней компрессора. В связи с этим был выполнен подроб-

ный анализ сигнала с тензорезисторов шарикового подшипника. Общий сигнал с тензорезистора представлен на рис. 1. По результату разложения сигнала в ряд Фурье зафиксированы частоты возбуждения наружного кольца шарикоподшипника с частотами 175

и 349 Гц (см. рис. 2), что составляет $0,675 \cdot f_p$ и $1,325 \cdot f_p$, которые могут быть дополнительным признаком газодинамической неустойчивости первых ступеней компрессора в соответствии с источником [3].

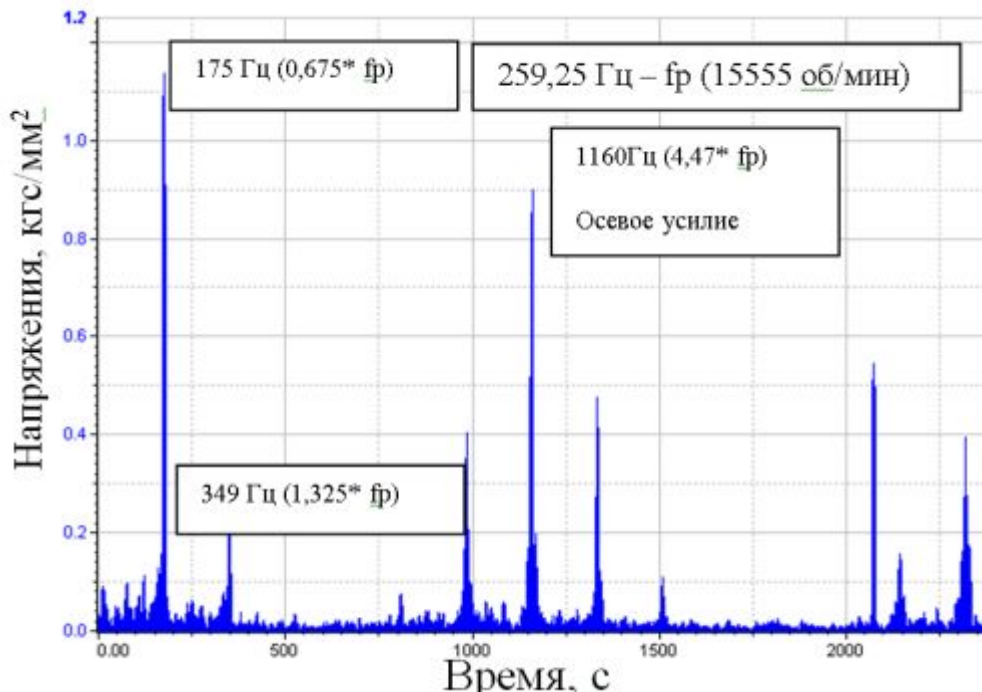


Рис. 2. Результаты разложения в спектр данных с тензодатчика

Данные силы дополнительно нагружают подшипник.

При условии что частота изменения осевой силы имеет период 0,0057 секунды (175 Гц), что меньше частоты вращения ротора, следовательно, подшипник подвергается дополнительному динамическому нагружению.

В дополнение к возможности измерения результирующего осевого усилия от газовых сил метод динамического тензометрирования наружного кольца подшипника качения позволяет контролировать появление признаков газодинамической неустойчивости, что в целом повышает надёжность работы газотурбинного двигателя.

Библиографический список

1. ГОСТ 10816-1-97 Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на не вращающихся частях.
2. Р.В. Храмин, А.В. Собоуль, М.В. Лебедев, Д.А. Слободской. Метод измерения осевой нагрузки на радиально-упорный подшипник с помощью динамического тензометрирования// Сборник статей Научно-техническая конференция «Климовские чтения – 2017. Перспективные направления развития авиадвигателестроения», г. Санкт-Петербург, 2017.
3. Патент RU2395068 Фирсов А.В., Посадов В.В., Посадова О.Л. Способ диагностики колебаний рабочего колеса турбомшины