

## ОЦЕНКА ВИБРОСОСТОЯНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ РЕДУКТОРОВ ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕД ИХ РЕМОНТОМ

©2016 А.Е. Сундуков<sup>1</sup>, Е. В. Сундуков<sup>2</sup>, С.М. Плотников<sup>2</sup>, А.Ю. Балакин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «Турбина СК», г. Самара

<sup>2</sup>Публичное акционерное общество «Кузнецов», г. Самара

<sup>3</sup>Самарский государственный университет путей сообщения

### THE VIBRATION EVALUATION OF TURBOPROP ENGINE'S DIFFERENTIAL GEAR BEFORE REPAIR

Sundukov A.E. (LLC «Turbina SK», Samara, Russian Federation),

Sundukov E.V., Plotnikov S.M. (JSC «Kuznecov», Samara, Russian Federation),

Balakin A.U. (Samara State Transport University, Samara, Russian Federation)

*On the ground of statistical analysis of reducers vibration, came in for repair, it was made an attempt to obtain the connection between maximum value of gear teeth wear and an intensity corresponding to the previously proposed diagnostic features. Substantial variation data was determined and the availability of engines teeth reduction gear wears higher than normal, but below the level of diagnostic signs preliminary baseline. Based on the work of one of the engines, we evaluated the impact of his achievements on the change in the intensity of these symptoms, the overall level of vibration and the n-dimensional vector of a number of multiple harmonics, including claw Vibrodiagnostic composes and signs.*

Редукторы турбовинтовых двигателей (ТВД) являются одними из наиболее нагруженных и виброактивных узлов. В процессе их эксплуатации возможны проявления дефектов, которые формируют дополнительные колебания. В ряде случаев эти колебания представляют потенциальную опасность для элементов конструкции двигателя [1]. Наиболее типичным дефектом редукторов является износ зубьев их шестерён. В работе [2] на основе проведённых исследований были предложены диагностические признаки износа центральных шестерён редуктора в виде интенсивности гармоник автоспектра с кратностями 21,88; 27,35 относительно частоты вращения турбокомпрессора, принадлежащих ряду с первой составляющей, равной произведению числа изношенных зубьев центральной наружной шестерни и частоты её вращения. На основе анализа статистики отремонтированных двигателей рассчитаны соответствующие базовые уровни.

Дальнейшее продолжение работ связано с оценкой зависимости структурного диагностического признака (максимального уровня износа зубьев) с интенсивностью выбранных диагностических признаков. Здесь представлены промежуточные результаты, полученные по семи двигателям, пришедшим в ремонт.

На рис. 1 приведена зависимость уровня вибрации на частоте одного из диагно-

стических признаков от величины максимального износа (вертикальной жирной линией отмечена граница допустимого износа, горизонтальной - уровень предварительной нормы).

Представленные данные показывают:

- существенный разброс полученных экспериментальных данных;
- для двух двигателей с максимальным износом выше нормы уровни диагностического признака несколько ниже предварительного базового значения. Близкие результаты получены для другой точки измерения и второму диагностическому признаку.

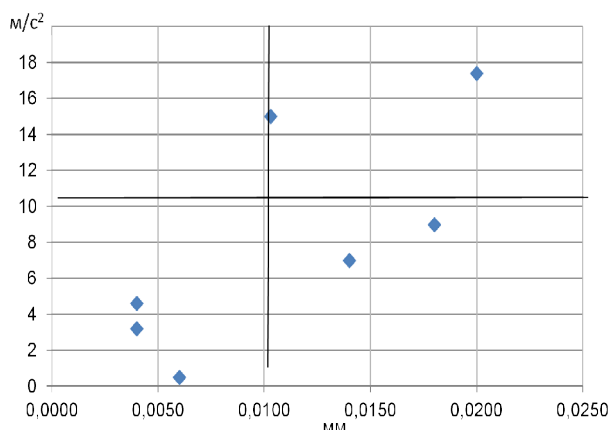


Рис.1. Зависимость интенсивности составляющей 21.88 от величины максимального износа

Один из двигателей обследовался дважды. Перед первым ремонтом, когда центральная внутренняя шестерня была заменена на другую, и перед вторым ремонтом. На-

работка между этими обследованиями составила 570 часов. В табл. 1 представлены соответствующие уровни интенсивностей диагностических признаков для двух режимов работы двигателя.

Таблица 1 - Уровни интенсивностей диагностических признаков для двух режимов работы двигателя

Режим	21,88, м/с <sup>2</sup>		27,35, м/с <sup>2</sup>
	ПО_в	КВЗВ_в	КВЗВ_в
0,7 Ne	$\frac{-}{3,3}$	$\frac{8,8}{47,6}$	$\frac{15,8}{24,6}$
0,85 Ne	$\frac{-}{2,0}$	$\frac{6,3}{33,0}$	$\frac{11,8}{29,0}$

В таблице в числителе приведены данные по первому замеру, в знаменателе – по второму.

Из представленных данных видно:

- достаточно высокий уровень интенсивности диагностических признаков после первого ремонта, что можно объяснить постановкой в редуктор центральной внутренней шестерни из другого комплекта шестерён;

- существенное (для составляющей 21,88 более чем в 5 раз) увеличение интенсивности диагностических признаков с превышением предварительной нормы.

УДК 534-13: 629.764

## ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОАКСИАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ДЕМПФЕРА ДЛЯ ТОПЛИВНОЙ МАГИСТРАЛИ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

©2016 Д.А. Одинокоев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва

### FREQUENCY CHARACTERISTIC OF THE LAUNCH VEHICLE FUEL LINE COAXIAL GAS DAMPER

Odinokov D.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

*Basic hydromechanics principles used to develop damper mathematical model and estimated acoustic admittance. Results can be used at experimental refining, for a choice of basic design parameters of a coaxial damper solving a problem of POGO-stability designing of new rockets, and dampers functioning efficiency estimation of existing rockets.*

Для обеспечения продольной устойчивости ракет-носителей (РН) часто используется метод коррекции частотных характери-

В табл. 2 приведены соответствующие значения общего уровня вибрации по 1-му и 2-му замеру.

Таблица 2 - Значения общего уровня вибрации по 1-му и 2-му замерам

Режим	СКЗ в полосе до 15 кГц, м/с <sup>2</sup>			
	ПО_в		КВЗВ_в	
	1	2	1	2
0,7 Ne	127,6	228,5	142,2	295,4
0,85 Ne	145,2	234,9	164,7	297,8

Полученные результаты свидетельствуют о работоспособности методики диагностики износа зубьев шестерён редуктора и необходимости дальнейшего накопления статистического материала по связи величины максимального износа с интенсивностью диагностических признаков, а также соответствующей корректировки предварительных норм.

### Библиографический список

1. Курушин М.И., Балякин В.Б., Курушин А.М. Экспериментальные исследования причин возбуждения колебаний элементов турбовинтового двигателя с дифференциальным редуктором // Известия СНЦ РАН. 2014. Т.16, № 4. С.132-136.
2. Сундуков А.Е., Сундуков Е.В., Плотников С.М. К вопросу вибродиагностики изнашивания шестерен редуктора турбовинтового двигателя // Вестник СГАУ. 2015, Т.14, №2. С. 193-201.

стик топливоподающих магистралей посредством включения в их состав газовых демпферов-аккумуляторов. Наличие таких уст-