

РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВАЛА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ НК-8

Волкова В. А., Лёжин Д. С., Сыряная В. В., Щемелев В. И.
Самарский университет, г. Самара, Volkova_Viktoria_20000@bk.ru

Ключевые слова: вал высокого давления, модальный анализ, собственная частота и форма колебаний

Методом удара экспериментально определялись собственные частоты и формы колебаний вала высокого давления и сравнивались с результатами расчёта, полученными при помощи программы системы конечно-элементного анализа ANSYS [1]. Объектом исследования является вал высокого давления двигателя НК-8 (рис. 1), изготовленного из жаропрочного никелевого сплава ХН77ТЮР. Для измерения виброускорений использовались однокомпонентные акселерометры модели AP2037-10.

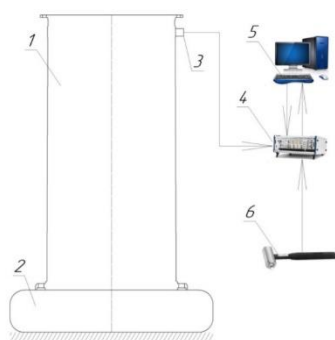


Рис. 1 – Схема экспериментального стенда: 1 – вал высокого давления НК-8; 2 – пневмоподвес; 3 – однокомпонентный акселерометр модели AP2037-10; 4 – система сбора данных National Instruments PXI-1042Q; 5 – персональный компьютер с программой LabVIEW; 6 – модальный молоток модели AU02

Для построения формы колебаний вал был размечен сеткой точек. При серии испытаний с помощью ударного молотка в выбранную точку конструкции наносится удар. После чего на входе записывается ударный импульс с датчика силы во временной области, на выходе регистрируется отклик по виброускорениям с акселерометра во временной области. Полученные входные и выходные сигналы благодаря преобразованиям Фурье превращаются из временной области в совокупность частотных составляющих. После преобразования с помощью полученных частотных спектров рассчитывается частотная передаточная функция. В каждую точку проводилось 10 ударов. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики определялись с помощью программного обеспечения LabVIEW. На рис. 2 изображена усреднённая АЧХ, на ней можно выделить несколько областей резонанса при разных частотах. Собственные частоты определялись по максимумам амплитудно-частотной характеристики и значениям фазочастотной характеристики, близкой к $\pm 90^\circ$.

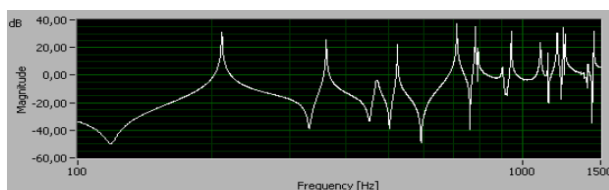


Рис. 2 – Пример амплитудно-частотной характеристики для точки номер 312

При построении конечно-элементной модели вала высокого давления НК-8 с помощью программной системы конечно-элементного анализа ANSYS используются гармонические

четырёхузловые плоские конечные элементы типа PLANE25, основанные на соотношениях объёмной теории упругости. Таким образом, конечно-элементная модель состоит из 3944 элементов и 13527 узлов. По результатам исследования, представленных в табл. 1, значения полученных расчётом собственных частот достаточно близки к экспериментальным. Самое высокое расхождение значения собственной частоты составило 6,72 %.

Табл. 1 – Частоты вала высокого давления двигателя НК –8

Частота колебаний, Гц	Число волн узловых диаметров m	Число узловых окружностей n		
		0	1	2
ρ_{ANS}	2	226,57	448,05	886,91
эксперимент		212,3	471,3	904,5
расхождение $\rho_{экс}$ с ρ_{ANS} , %		6,72	5,33	1,94
ρ_{ANS}	3	348,81	723,69	1106,2
эксперимент		361,4	713,1	1097,8
расхождение $\rho_{экс}$ с ρ_{ANS} , %		3,48	1,49	0,77
ρ_{ANS}	4	505,04	748,61	1157,0
эксперимент		522,9	783,2	1197,8
расхождение $\rho_{экс}$ с ρ_{ANS} , %		3,42	4,42	3,41

Полученные расхождения могут быть связаны с неточностью построения конечно-элементной модели, так как при её построении не учитывались отверстия во фланцевых соединениях, а также не учитывались приспособления, оставшиеся на вале после предыдущих видов испытаний.

Список литературы

1. Межин В.С., Обухов В.В. Практика применения модальных испытаний для целей верификации конечно-элементных моделей конструкции изделий ракетно-космической техники / Космическая техника и технологии. 2014. № 1 (4). С. 86-91.

Сведения об авторах

Волкова Виктория Александровна, студентка. Область научных интересов: динамические характеристики.

Лёжин Дмитрий Сергеевич, доцент. Область научных интересов: разработка методов расчёта и компьютерного моделирования торцовых контактных уплотнений многорежимных турбомашин.

Сыряная Валерия Вячеславовна, студентка. Область научных интересов: динамические характеристики.

Щемелев Вадим Игоревич, аспирант. Область научных интересов: разработка высокоэффективного оболочечного конечного элемента для расчёта динамики деталей ГТД.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE HIGH-PRESSURE SHAFT OF THE NK-8 ENGINE

Volkova V. A., Lezhin D.S., Syryanaya V. V., Shchemelev V.I.

Samara National Research University, Samara, Russia, Volkova_Viktoriya_20000@bk.ru

Keywords: high-pressure shaft, modal analysis, natural frequency and waveform

The impact method was used to determine the dynamic characteristics of the NK-8 high-pressure shaft. The deviation of the experimental results from those calculated using ANSYS was less than 6.72%.