

РАЗРАБОТКА РАДИАЛЬНОГО ЛЕПЕСТКОВОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДШИПНИКА ДЛЯ МГТУ

Юртаев А.А.¹, Бадыков Р.Р.¹, Григорьев Е.М.¹, Сеньчев М.Н.¹

¹Самарский университет, г. Самара, don.yurtaev2016@yandex.ru

Ключевые слова: газодинамический подшипник, лепесток, грузоподъемность.

Разработка новых технологий в области подшипниковых узлов является важным направлением в развитии промышленности и машиностроения. Одним из перспективных видов подшипниковых узлов являются газодинамические лепестковые подшипники.

В отличие от традиционных механических подшипников, газодинамические подшипники используют воздух или газ, для создания поддерживающей силы, необходимой для удержания оси вращения ротора. При этом трение в подшипнике практически отсутствует, из-за чего этот тип подшипников может работать при высоких оборотах и имеет значительный ресурс. Однако на режимах запуска и останова вал опирается на лепестки подшипника до момента «всплытия», поэтому количество циклов запуска у таких подшипников ограничено.

Газодинамические подшипники работают за счет образования газодинамического клина при вращении вала ротора, который состоит из двух конусообразных поверхностей, расположенных сужающимся концом в направлении потока газа. При прохождении газа через клин его скорость увеличивается, а давление уменьшается, что приводит к созданию газодинамической или поддерживающей силы. Основным рабочим элементом радиального газового подшипника являются тонкие (толщиной 0.1 мм) гладкие лепестки, опирающиеся на упругий гофрированный поддерживающий элемент, который вместе с лепестками закреплен в корпусе (рисунок 1). Лепестки и гофрированный элемент изготавливаются из жаропрочных сплавов, обладающих необходимыми свойствами упругости (Inconel 718, 36НХТЮ). На лепестки наносится антифрикционное покрытие - DLC (Diamond Like Carbon).

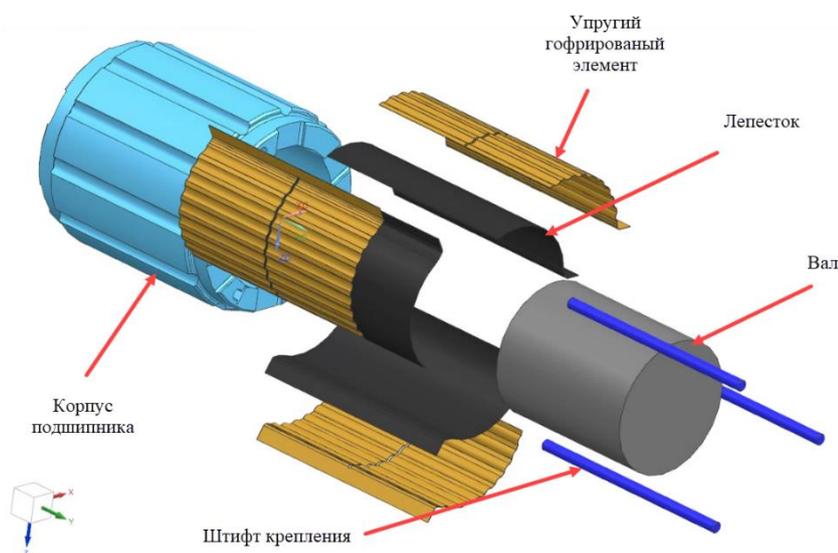


Рисунок 1 – Радиальный лепестковый газодинамический подшипник

Проблемой разработки газодинамических подшипников является сложность расчета их характеристик, в частности, определение газодинамического давления, грузоподъемности, крутящего момента. Несущая способность лепесткового газодинамического подшипника (ЛГП) в стационарных условиях работы зависит от скорости вращения вала, параметров состояния окружающей газовой среды, геометрических параметров. Оценить несущую способность опоры можно по ее нагрузочным характеристикам – зависимостям результирующей реакции (поддерживающей силы) и минимального зазора от радиального смещения вала [1]. В работе [2] представлен код программы на MATLAB, позволяющий

рассчитать грузоподъемность подшипника с заданными геометрией и свойствами газа. Задача сводится к решению нелинейного уравнения Рейнольдса в частных производных для сжимаемого газа при вращении цилиндра внутри другого цилиндра. Для определения деформации упругого элемента используется коэффициент α , учитывающий свойства материала гофры и лепестков, а также влияющий на изменение радиального зазора. В работах [3-4] рассматривается эволюция опор на газовой смазке и различные варианты конструкции газодинамических подшипников. Ключевым моментом является определение количества лепестков подшипника. Изначально использовался один полноохватный лепесток имеющий возможность деформироваться оптимальным образом. Однако расположение точек закрепления лепестков оказывает большое влияние на жесткость и демпфирование подшипник. Поэтому их можно варьировать для обеспечения формы деформации лепестков, схожей с формой криволинейного треугольника. Исходя из этого оптимальной является конструкция с 3-мя лепестками.

Для проектируемой малоразмерной газотурбинной установки выбрана конструктивная схема с двумя радиальными газодинамическими подшипниками с диаметром вала 40 мм и длиной подшипника 40 мм. Один из подшипников устанавливается перед компрессором, а второй – между компрессором и турбиной. Это позволяет однозначно определить систему и обеспечить необходимые характеристики, при этом грузоподъемность подшипников равна 157 Н.

Список литературы

1. Левина Г.А., Численное моделирование и анализ нагрузочных характеристик лепесткового подшипника с газовым слое / Г.А. Левина, В.В. Дрокин; Вестник ЮУрГУ Серия «Машиностроение», 2011. № 31.
2. Zhengchun Peng, Thermohydrodynamic analysis of compressible gas flow in compliant foil bearings. B.S in Vehicle Engineering, Beijing Institute of Technology, 2003.
3. Темис М. Ю., Влияние конструкции лепестков радиального газового подшипника на характеристики жесткости и демпфирования в опоре, Авиационные двигатели, 2020.
4. Суровцев С. В., Эволюция опор на газовой смазке. Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение», 2021. Т. 21, № 1. С. 37–48. DOI: 10.14529/engin210104

Сведения об авторах

Юртаев Артем Алексеевич, магистрант. Область научных интересов: условия работы газодинамических подшипников в энергетических установках.

Бадыков Ренат Раисович, к.т.н, доцент кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: динамика процессов в торцевых газодинамических бесконтактных уплотнениях, условия работы газодинамических подшипников в энергетических установках.

Григорьев Егор Максимович. Область научных интересов: условия работы газодинамических подшипников в энергетических установках.

DEVELOPMENT OF A RADIAL PETAL GAS DYNAMIC BEARING FOR A MGTE

Yurtaev A.A.¹, Badykov R.R.¹, Grigoriev E.M.¹

¹Samara University, Samara, Russia, don.yurtaev2016@yandex.ru

Keywords: gas dynamic bearing, petal, load capacity.

This paper considers the development of a radial petal gas-dynamic bearing for a MGTE The rotor is supported by a thin film of gas that is generated by the rotation of the rotor. This film of gas creates a cushion that prevents the rotor from coming into contact with the stator, thus reducing friction and wear.