

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ВКЛАДЫШЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕГМЕНТНОГО ПОДШИПНИКА РОТОРА ГТД

Паровой Е.Ф.

Самарский университет, г. Самара, parovay.ef@ssau.ru

Ключевые слова: CFD; вкладыши; газотурбинный двигатель; подшипник скольжения; несущая способность, сегментный подшипник; тепловое состояние; тепловыделение.

Подшипники скольжения роторов ГТД, в том числе энергетических турбин и силовых агрегатов наземного применения, должны обладать значительными несущей способностью, экономичностью и ресурсом. Одним из направлений совершенствования таких подшипников является профилирование рабочей поверхности вкладышей, нацеленное на интенсификацию циркуляции и облегчение нагнетания масла в зазор, что, в свою очередь, оказывает прямое влияние на тепловое состояние и несущую способность [1].

Объектом исследования является гидродинамический подшипник $\Phi 200$ мм с тремя гладкими вкладышами, расточенными согласно рис. 1, и подводом масла в пространство между ними. Форма расточки вкладышей в обеих схемах нацелена на облегчение нагнетания масла в рабочий зазор – от входной кромки вкладыша формируется цилиндрическая рабочая поверхность $\Phi D_{\text{расточ.}}$, в номинальном положении образующая с поверхностью вала конфузорный канал. При второй схеме расточки часть вкладыша дополнительно растачивается под цилиндр $\Phi D_{\text{расточ.2}}$, так, чтобы при работе подшипника в клине каждого вкладыша формировалась вторая область повышенного давления.

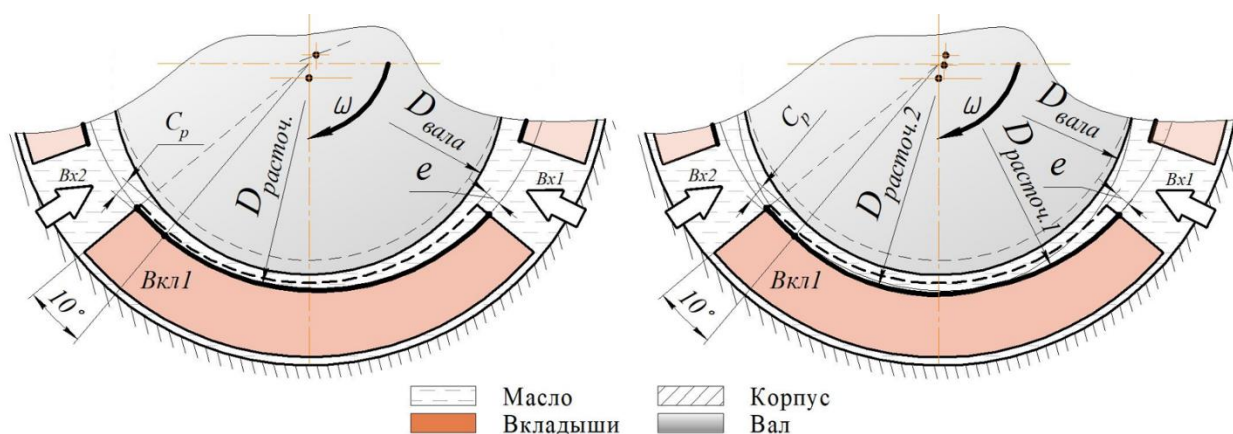


Рисунок 1 – Схемы расточки вкладышей: одним радиусом и двумя радиусами

Диапазон радиальных зазоров для подшипников диаметра 200 мм составляет 0,15 – 0,25 мм [2]. Для моделируемой частоты вращения 11000 об/мин был назначен максимальный радиальный зазор $C_r = 0,25$ мм.

Исследования проводились методами CFD-анализа на объёмных, половинных моделях подшипников с учётом влияния турбулентности (SST-модель) и тепловыделения, вызванного действием сил вязкостного трения [3]. Деформация вкладышей не учитывалась. Разбиение осуществлялось регулярной гексаэдрической сеткой размерностью 25 миллионов конечных элементов.

Результаты представлены на рис. 2. Расточка вкладышей двумя радиусами приводит к формированию в гидродинамическом клине каждого вкладыша двух пиков давления. При расточке двумя радиусами в области перед выходной кромки вкладышей образуется зона повышенного давления, при этом в области нижнего, наиболее нагруженного вкладыша максимальное давление в клине выше в среднем на 19%, а в клине третьего вкладыша – на 44,9%.

Данная картина свидетельствует о преимуществе второй схемы по величине подъёмной силы. Для конкретного типоразмера подшипника выигрыш по несущей способности составил 22% при выборе оптимального смещения e для каждой схемы.

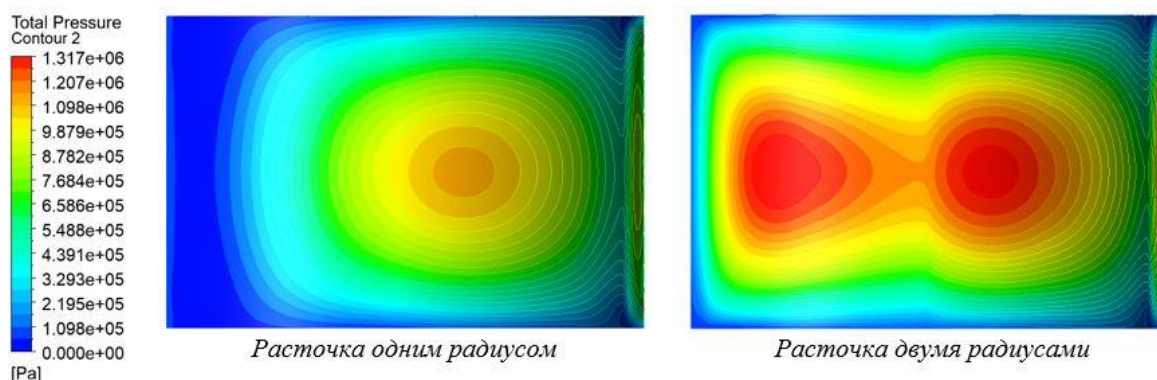


Рисунок 2 – Схемы расточки вкладышей: одним радиусом и двумя радиусами

Повышенное давление в рабочем зазоре приводит к его дополнительному нагреву масла. Так, температура в подшипнике с вкладышами, расточенными двумя радиусами, выше на 8,3 ... 9,5 % в зависимости от величины смещения e (83,2 °C против 75,3 °C).

Форма расточки вкладышей в значительной степени влияет на несущую способность и температурный режим подшипника, при этом существует оптимальное значение смещения точки пересечения цилиндрической поверхности расточки от входной кромки вкладыша e , обеспечивающая значительный выигрыш в подъёмной силе при минимальном подогреве масла.

Список литературы

1. Bruce R.W. Handbook of Lubrication and Tribology. Volume II: Theory and Design, Second Edition. CRC Press, 2012. 1169 p.
2. Чернавский С.А. Подшипники скольжения. М.: МАШГИЗ, 1963. 243 с.
3. White F.M. Fluid mechanics. 7th ed. McGraw-Hill, 2009. 864 p.

Сведения об авторе

Паровай Елена Федоровна, старший преподаватель кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: масляные системы ГТД, опоры ГТД, гидродинамика.

PAD SHAPE INFLUENCE ON GAS TURBINE ENGINE ROTOR TILTING-PAD BEARING PERFORMANCE

Parovay E.F.

Samara University, Samara, Russia, parovay.ef@ssau.ru

Keywords: CFD; pad; gas turbine engine; journal bearing; load capacity; tilting-pad bearing; thermal state; heat generation

The survey item is three-pad hydrodynamic bearing for gas turbine engine. Two bore schemes are considered for working surfaces of bearing pads: by a single radius and two different radii. The report describes the main results of a CFD study of the influence of bore shape on the lifting force and temperature in hydrodynamic wedge. The shape of pad bore largely affects on bearing load capacity and thermal state, while there is an optimal value for the displacement of the point of intersection of the bore cylindrical surface from the leading edge of a pad, which provides a significant gain in lifting force with minimal oil heating.