

УЧЁТ КОНЦЕВЫХ УТЕЧЕК В ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ДЕМПФЕРЕ

Шляндина Н.С., Новиков Д.К.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара, muddlehaze@gmail.com

Ключевые слова: гидродинамический демпфер, демпферный зазор, статическое давление, уплотнение, авиационный двигатель, ракетный двигатель, турбонасосный агрегат.

В настоящее время считается, что одним из наиболее распространенных способов снижения вибрации в ракетных и авиационных двигателях является применение демпфирующих устройств в опорах. Анализ конструкций различных двигателей показывает, что наибольшее применение получили гидродинамические демпферы (ГДД). Тем не менее, физические процессы, происходящие в ГДД, еще недостаточно изучены [1].

Эффективность работы ГДД определяется его демпфирующей способностью, которую можно увеличить путём повышения давления подачи смазки. Это давление обеспечивается маслосистемой конкретного двигателя. Статическое давление, возникающее в зазоре, зависит от конструктивных особенностей демпфера. При малом статическом давлении в зазоре может возникнуть разрыв слоя смазки из-за того, что динамическое давление в отрицательной зоне превысит давление в зазоре [2,3].

В работе предложена методика расчёта статического давления в зазоре в зависимости от давления подачи, основанная на балансе расходов на входе и выходе из демпфера. Были выявлены параметры, влияющие на статическое давление: торцевой зазор в демпфере и его длина, количество, длина и диаметр питающих отверстий. Проведены расчеты для разных величин торцевого зазора, количества и диаметра питающих отверстий. Показано, что наиболее сильное влияние оказывает величина торцевого зазора.

Известно, что ГДД может быть «длинным» или «коротким». В «длинном» демпфере, при колебаниях, смазка перетекает, в основном по окружности. В «коротком» демпфере преобладает движение смазки в осевом направлении.

В результате расчётов было выяснено, что статическое давление в зазоре «короткого» демпфера можно изменить, увеличивая или уменьшая величину торцевых зазоров. С физической точки зрения, при уменьшении торцевого зазора, торцевые утечки будут падать, что приведёт к тому, что ГДД станет работать по принципу «длинного» демпфера. Это может привести к падению давления до значений, равных давлению насыщенных паров, что, в свою очередь, может вызвать разрывы в слое смазки. Однако в таком случае сила демпфирования значительно возрастёт.

Было определено, что, при увеличении торцевых зазоров, статическое давление во внутреннем зазоре демпфера будет падать, что приведёт к ухудшению демпфирующих характеристик данного ГДД. Следовательно, для получения более эффективно работающего демпфера, при прочих равных данных, нужно проектировать его с меньшими торцевыми зазорами.

Список литературы

1. Чегодаев Д.Е., Пономарев Ю.К. Демпфирование. Самара: Изд-во СГАУ, 1997. 334 с.: ил.
2. Белоусов А.И., Балякин В.Б., Новиков Д.К. Теория и проектирование гидродинамических демпферов опор роторов / под ред. А.И. Белоусова. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2002. 335 с.
3. Гидродинамические демпферы опор роторов турбомашин: учебное пособие / А.И. Белоусов, Д.К. Новиков, В.Б. Балякин. Самара: Куйбышев. авиац. ин-т, 1991. 95 с.

Сведения об авторах

Шляндина Надежда Сергеевна, аспирант Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва (Россия, г. Самара). Область научных интересов: конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов.

Новиков Дмитрий Константинович, д-р техн. наук, профессор Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва (Россия, г. Самара). Область научных интересов: конструкция и проектирование двигателей летательных аппаратов.

ANALYSIS OF THE END LEAKS IN THE SQUEEZE FILM DAMPERS

Shlyandina N.S., Novikov D.K.

Samara National Research University, Samara, Russia, muddlehaze@gmail.com

Keywords: hydrodynamic damper, damper clearance, static pressure, seal, aircraft engine, rocket engine, turbopump unit.

Currently, usage of damping devices is considered to be one of the most highly used ways of vibration reduction. It is shown by the engine construction analysis, that squeeze film dampers (SFD) is the dampers that are used most often. Nevertheless, the physical processes occurring in SFD are still studied insufficiently.

The efficiency of the SFD is determined by its damping ability, which can be increased by rising the lubricant supply pressure. This kind of pressure is determined by the oil system of the engine. The static pressure in the film depends on the design of the damper. At the low values of static pressure in the film, a rupture of the lubricant layer may occur due to the fact that the dynamic pressure in the negative zone exceeds the pressure in the gap.

This paper proposes a method for calculating the static pressure in the film depending on the supply pressure, based on the balance of the flow rates at the inlet and outlet of the damper. The parameters affecting the static pressure were identified: the end clearance and length of the damper, the number, length and diameter of the feed holes. Calculations were performed for different dimensions of the end clearance and the number and diameter of the feeding holes. The results are showing that the strongest influence is caused by the dimensions of the end clearance.

It is known that SFD can be "long" or "short". In the "long" damper the lubricant flows mainly around the circumference during oscillations. In the "short" damper, the lubricant movement in the axial direction prevails.

As the result of calculations, it was found that the static pressure in the film land of the "short" damper can be changed by altering the value of the end clearances. With a decrease in the end clearance, the leakage from the end gaps will drop, which will lead to the SFD working as a "long" damper. This can lead to a drop in pressure to the values of the saturated vapor pressure, which can cause ruptures in the lubricant film. However, in this case, the damping force will increase significantly.

It is determined that with an increase in the end clearances, the static pressure in the film of the damper will drop, which will lead to a decrease in the damping characteristics of the SFD. Therefore, in order to obtain a more efficient damper, it is necessary to design it with smaller end clearances.