

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ДЕФОРМАЦИИ КОЛЕЦ УПЛОТНЕНИЙ ОПОР

© 2012 А.С. Виноградов, Р.Р. Бадыков, Д.Ф. Шакиров, И.Д. Шпаков

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

ANALYZING EFFECTS OF AIR-ENGINE SYSTEMS OPERATIONAL CHARACTERISTICS INFLUENCE ON TO THE DEFORMATION OF SUPPORT SEALING RINGS

© 2012 A.S. Vinogradov, R. R. Badykov, D.F. Shakirov, I.D. Shpakov

In the article presented a new method for designing of aircraft engine and power plant seal is offered. This method consists of seal research as element of the force scheme, oil and internal air systems, and also in view of engine work on transient modes.

В предлагаемой работе необходимо выделить основные виды нагрузок, действующих на опору и оценить их влияние на деформации деталей уплотнительного узла. [1, 2]. В общем случае на опоры компрессора и турбины действуют следующие внутренние нагрузки: тепловые, перепады давления, радиальные и осевые нагрузки от ротора, крутящие моменты. К внешним нагрузкам относятся: инерционные, в том числе гироскопические моменты роторов при эволюциях самолета, аэродинамические нагрузки с внешних обводов мотогондолы и связанные с неосевым входом рабочего тела в вентилятор, тяга, вес и т.д. [3]

Разработанные модели и созданные методики позволяют анализировать каждый из видов нагружения опоры на характеристики уплотнений и выбирать, в каждом отдельном случае, наиболее значимые из них.

Особенно важно изучать работу уплотнения в составе масляной системы двигателя, а так же влияние процессов, происходящих в уплотнении, на работу масляной системы. Это связано в первую очередь с тем что подогрев масла в опоре двигателя должен находиться в диапазоне 40 – 70 градусов. При современных уровнях температуры обеспечить выполнение этого требования очень сложно.

В работе были проанализированы величины прокачек масла через авиационные ТРДД(Ф) и ТВД.

В результате анализа можно заключить, что объем прокачиваемого масла напрямую зависит от тяги (мощности) двигателя. Для двигателей ТВД он на 40 – 50 % больше. Также отличается объем прокачки для гражданских и военных двигателей. Другим фактором, влияющим на прокачку масла, является суммарный тепловой поток, проникающий в опору. На рис. 1 показаны экспериментальные зависимости прокачек масла через три опоры двигателя НК-22.

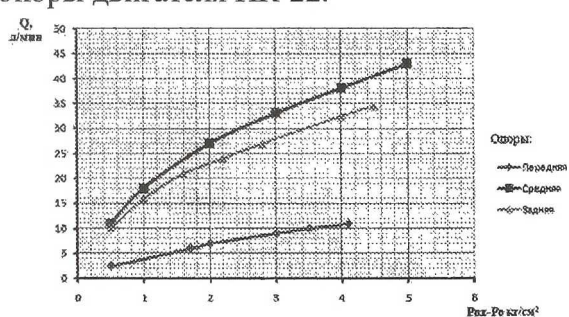


Рис. 1. Прокачка масла через три опоры двигателя НК-22

Значительная часть повреждений в уплотнениях происходит в результате возникновения в них опасной вибрации.

Поэтому необходимо создание методик расчета динамики торцового газодинамического уплотнения с учетом особенности его эксплуатации в составе

турбомашины, позволяющая оценивать напряженно деформированное состояние колец пары трения при различных частотах вращения с учетом динамического возбуждения и разработка рекомендаций по выбору конструкции уплотнений.

Для решения поставленной проблемы предлагается следующая последовательность расчета:

1. Выбор полетного цикла (или цикла работы энергетической установки) и определение температурных нагрузок и сил давления;
2. Проведение связанных теплового и структурного расчетов опоры и уплотнения (например, в пакете ANSYS) для определения влияний деформации деталей опоры и уплотнения на геометрические параметры уплотнения;
3. Проведение динамического расчета ТБКУ с учетом нелинейности (заключается в учете деформации уплотнительных колец, которая в свою очередь вызывает нелинейное изменение параметров воздушного слоя при изменении формы рабочего зазора).

В результате расчета определяются изменение величины и формы зазора во времени, изменение жесткости смазочного слоя, коэффициента демпфирования, а также амплитудно-частотная характеристика. Созданная модель уплотнения позволяет анализировать линейные и угловые колебания. В ходе динамического расчета отслеживается изменение величины зазора между подвижным и неподвижным кольцами уплотнения, а также изменение его формы. В итоге получаем следующие зависимости амплитуды изменения зазора от частоты колебаний, имеющие характерные изменения формы кривой из-за нелинейного изменения жесткости (рис. 2).

Нелинейное изменение жесткости воздушного слоя вследствие деформации уплотнительных колец приводит к «заваливанию» АЧХ. Обычно уплотнение проектируют так, чтобы оно работало на ниспадающей ветви жесткостной характеристики.

Полученная АЧХ позволяет внести необходимые конструктивные изменения

для обеспечения стабильной работы исследуемого уплотнения (к примеру, увеличить коэффициент демпфирования воздушного слоя за счет изменения формы каналов на контактирующих поверхностях уплотнительных колец).

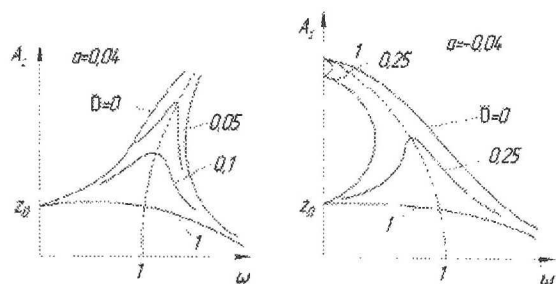


Рис. 2. Зависимость амплитуды изменения зазора от частоты колебаний с учетом нелинейности

Ограниченный объем статьи не позволяет остановиться на всех аспектах рассмотренных проблем подробно и дать развернутое расчетное обоснование результатов. Более того на этапе проектирования можно оценивать только влияние герметичности уплотнений на параметры эффективности. Количественное влияние на показатели надежности выходит за рамки данного анализа. Но и в этом случае проектирование уплотнения как элемента двигателя и его систем имеет большие перспективы для решения комплекса вышеописанных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Фалалеев, С.В. Торцовые бесконтактные уплотнения двигателей летательных аппаратов [Текст]: Учебное пособие / С.В. Фалалеев, Д.Е. Чегодаев. М.: Изд-во МАИ, 1998. 276 с.
- [2] Белоусов, А.И. Конструкция и проектирование уплотнений вращающихся валов турбомашин двигателей летательных аппаратов [Текст]: Учебное пособие / А.И. Белоусов, В.А. Зрелов. Куйбышев: КуАИ, 1989. 104 с.
- [3] Кочеров, Е.П. Проектирование подвески ГДТ на летательном аппарате [Текст]: Учебное пособие / Е.П. Кочеров, Н.И. Старцев. Самара: СГАУ, 1999. – 50с.