

РАЗРАБОТКА ОБОБЩЁННЫХ КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПОРНЫХ УЗЛОВ ГТД

Аксенов Е.В., Праслов Д.Ю., Селиванов И.А.
ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, yaaks93@gmail.com

Ключевые слова: опора, критерий, проектирование, ротор, демпфер, подшипник, вибрация, роторная динамика, прочность, жёсткость.

Крайне важно на ранних этапах проектирования силовых машин и энергетических установок спрогнозировать эффективное функционирование изделия за счёт конкретных критериев, которые обеспечивали бы оптимальное сочетание конструктивных и технологических параметров. Разработка обобщённых критериев проектирования опорных узлов даёт возможность на ранних этапах определить перечень первоочерёдных параметров при создании конструктивного облика опорного узла и спрогнозировать влияние каждого из этих параметров на работу изделия, тем самым заблаговременно устранить ряд последствий, негативно влияющих на работоспособность изделия.

Влияние конструктивных факторов рассмотрены на примере двух вариантов конструкции передней опоры ротора ГТД (рис. 1).

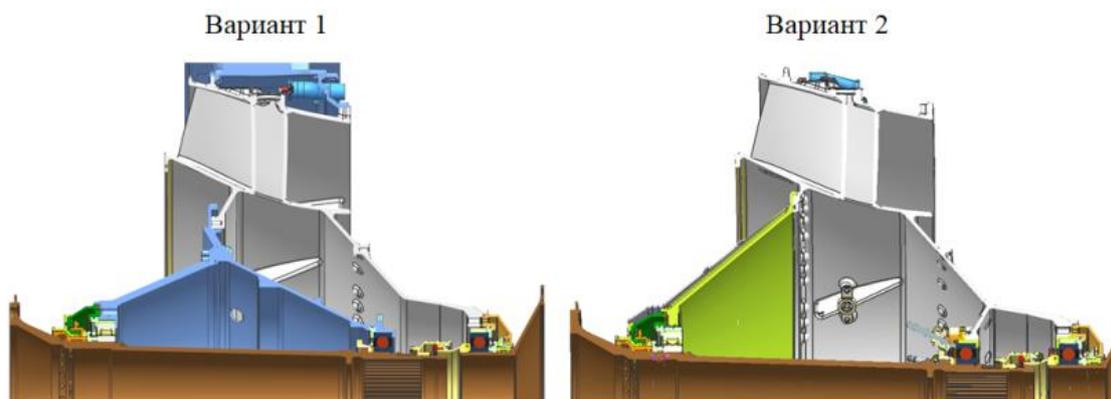


Рис. 1 – Варианты опоры компрессора

Выбор в качестве объекта исследования данных вариантов опор обусловлен их следующими отличиями: технологичность (изготовление, сборка и т.д.), принцип распределения и передачи нагрузок от РУП, особенности реализации в конструкции «слабого звена».

В качестве критериев, определяющих конструктивный облик опорного узла, рассмотрены следующие [1, 2].

1. Прочность и устойчивость. Обеспечение прочностной надежности, безопасности полетов в течение заданного ресурса ГТД.

2. Масса. Обеспечение минимального значения массы опорного узла, как следствие – снижение или обеспечение сухой массы объекта. Важнейшая величина при проектировании ГТД, в свою очередь, определяющая такой комплексный показатель как удельная масса.

3. Роторная динамика. Обеспечение приемлемого вибрационного состояния газотурбинного двигателя. Это комплексная задача, решение которой в первую очередь зависит от следующих факторов:

- распределение масс и жесткостей системы «ротор–статор–подвеска»;
- расположение опор роторов в силовой схеме двигателя;
- конструкция опорных узлов (определяет податливость опор и уровень демпфирования).

Стоит отметить, что данные требования, как правило, определяют необходимость включения в конструкцию опорного узла демпфера в качестве упругого элемента [3, 4, 5].

4. Перекос в подшипниках. Обеспечение допустимых величин перекосов подшипников во всех условиях эксплуатации.

5. Перемещения в контактных уплотнениях. Обеспечение допустимых величин радиальных и осевых перемещений контактных уплотнений.

6. Передача нагрузок от подшипниковых узлов на элементы опоры. Выбор конструктивной схемы опорного узла, исходя из принципов оптимального распределения усилий, приходящихся на элементы конструкции.

7. Передача усилий на элементы силовых конструкций и узлы подвески двигателя при нештатном нагружении (обрыв рабочей лопатки вентилятора).

8. Определение конструктивных параметров слабого звена и смежных силовых элементов.

Перечисленные выше критерии тесно взаимосвязаны друг с другом и выбор окончательной конструкции опорного узла ГТД является, как правило, компромиссным решением их учета.

Особо стоит выделить требование по обеспечению жесткости опорного узла, по своей сути являющейся комплексным, обобщенным критерием обеспечения работоспособности опоры, смежных узлов и двигателя в целом. Выбор оптимального значения жесткости опорного узла является определяющим для обеспечения работоспособности элементов уплотнений, подшипниковых узлов, диафрагм опоры, для обеспечения вибрационного состояния двигателя, для минимизации передаваемых усилий на силовые конструкции и элементы подвески в случае нештатного нагружения.

Список литературы

1. Ануров Ю.М., Федорченко Д.Г. Основы обеспечения прочностной надёжности авиационных двигателей и силовых установок. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 390 с.

2. Кочеров Е.П. Разработка деформационно-энергетического метода оценки прочности элементов конструкций / Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. Самара: Изд-во СГАУ, 2012. 160 с.

3. Novikov D.K., Diligenskii D.S. The Development of A Squeeze Film Damper Parametric Model in the Context of a Fluid-structural Interaction Task // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 302. Issue 1.

4. Леонтьев М.К., Карасев В.А., Потапова О.Ю., Дегтярев С.А. Динамика ротора в подшипниках качения // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. 2006. ISSN 1816-1219. №4(7). С. 40-45.

5. Бейзельман Р.Д., Цыпкин Б.В., Перель Л.Я. Подшипники качения: Справочник. 6-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 1975. 574 с.

Сведения об авторах

Аксенов Евгений Вячеславович, начальник бригады отдела прочности. Область научных интересов: прочность кинематических систем газотурбинных двигателей.

Праслов Дмитрий Юрьевич, начальник отдела прочности. Область научных интересов: прочность статорных элементов газотурбинных двигателей.

Селиванов Игорь Александрович, начальник ОКБ. Область научных интересов: динамика роторов газотурбинных двигателей.

DEVELOPMENT OF GENERALIZED CRITERIA FOR THE DESIGN OF GAS TURBINE ENGINE SUPPORT

Aksenov E.V., Praslov D.Y., Selivanov I.A.
PJS «UEC-Kuznetsov», Samara, yaaks93@gmail.com

Keywords: support, criteria, design, rotor, damper, bearing, vibration, rotor dynamics, strength, stiffness.

The article formulates and substantiates the criteria that have a predominant effect on the design of the gas turbine engine support, recommendations are given each criterion. The main stages and principles of choosing the optimal parameters of influence on the support structure are considered. Dynamic model of the rotor system has been created, the impact of the structure of supports on the dynamic characteristics of the system was assessed.