

УДК 629.78

Контроль быстроменяющихся параметров при экспериментальной отработке турбокомпрессор-генераторов турбомашинных систем преобразования энергии космического назначения

Штонда Сергей Юрьевич^(*)

pvp.com@gmail.com

АО ГНЦ «Центр Келдыша», Москва, Россия

Аннотация. Установки с турбомашинным преобразованием энергии, работающие по замкнутому циклу Брайтона, рассматриваются в качестве самых перспективных средств энергетического обеспечения мегаваттных и субмегаваттных мощностей для решения ряда важнейших задач в космосе. Ключевым элементом турбомашинных систем преобразования энергии является турбокомпрессор-генератор (ТКГ) — агрегат, объединяющий в единой конструкции турбину, компрессор и электрический генератор. Рассмотрен пример предсказания аварийной ситуации по показаниям системы контроля быстроменяющихся параметров (БМП). Приведены результаты дефектации изделия, которая подтвердила результаты анализа данных.

Ключевые слова: турбомашинное преобразование энергии, цикл Брайтона, турбокомпрессор-генератор, лепестковые газодинамические подшипники, программно-аппаратные средства, быстроменяющиеся параметры

Введение. Исходя из общих требований к энергоустановкам с турбомашинным преобразованием энергии условия работы турбокомпрессора-генератора (ТКГ) характеризуются:

- высокой (десятки тысяч оборотов в минуту) частотой вращения ротора;
- длительным (десятки тысяч часов) ресурсом работы без обслуживания;
- значительными градиентами температуры по конструкции.

Одной из особенностей конструкции ТКГ, связанной с высокой частотой вращения ротора, длительным ресурсом работы, а также требованием отсутствия смазки, является необходимость использования бесконтактных подшипниковых опор, в которых отсутствует непосредственный механический контакт между вращающимися и неподвижными элементами подшипника. Среди различных типов таких опор в составе ТКГ нашли наибольшее распространение лепестковые газодинамические подшипники (ЛГП), имеющие ряд важных конструктивных и эксплуатационных преимуществ [1].

Указанные условия работы и особенности конструкции делают ТКГ в составе энергоустановки наиболее критичным элементом с точки зрения обеспечения его надежной работы. В связи с этим при проведении экспериментальной отработки необходимо уделять особое внимание диагностике технического состояния ТКГ с целью выявления и идентификации признаков его нештатной работы, которые потенциально могут привести к возникновению аварийной ситуации.

Материалы и методы; результаты. Важнейшую роль в определении технического состояния ТКГ при проведении его экспериментальной отработки играют средства контроля и регистрации быстроменяющихся параметров (БМП) — перемещений ротора, вибраций и акустического шума. Указанные параметры характеризуют протекание физических процессов с частотами в десятки и даже сотни килогерц, что накладывает специфические требования, предъявляемые как к измерительным датчикам, так и к программно-аппаратным средствам регистрации и обработки БМП [2].

В качестве примера представлена организация контроля БМП экспериментального ТКГ в АО ГНЦ «Центр Келдыша». Приведено описание используемых программно-аппаратных средств, отвечающих требованиям высокой частоты дискретизации, изложены методы обработки и анализа результатов измерений.

Заключение. Рассмотрен пример предсказания аварийной ситуации по показаниям системы контроля быстроменяющихся параметров. Приведены результаты дефектации изделия, которая подтвердила результаты анализа полученных системой измерения БМП диагностических признаков.

Полученные диагностические признаки, характеризующие работу ТКГ, могут быть в дальнейшем использованы в алгоритмах управления работой штатных энергоустановок с газотурбинными системами преобразования энергии для анализа технического состояния и принятия решений по предотвращению возникновения потенциальных аварийных ситуаций [2].

Список источников

- [1] Коротеев А.С., Ошев Ю.А., Попов С.А., Каревский А.В., Солодухин А.Е., Захаренков Л.Э., Семенкин А.В. Ядерная энергодвигательная установка космического аппарата. *Известия академии наук. Энергетика*, 2015, № 5, с. 45–59.
- [2] Каревский А.В., Андрианов Д.И., Готовцев К.В., Петрунин С.В., Филин Н.А. Использование аппаратуры контроля быстроменяющихся параметров при испытаниях турбокомпрессоров-генераторов турбомашинных систем преобразования энергии. *Космическая техника и технологии*, 2022, № 2 с. 53–64.