

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИБРОНАПРЯЖЕННОСТИ РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБОМАШИН ПРИ ИСПЫТАНИЯХ КОМПРЕССОРА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Симонов Е. Л.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Пермский край, Россия

ОАО «Авиадвигатель», г. Пермь, Пермский край, Россия

Наряду с традиционным методом измерения вибронпряженности лопаток ГТД с применением токосъемных устройств интенсивно развивается техника бесконтактного измерения колебаний лопаток (дискретно-фазовый метод). Дискретно-фазовый (ДФ) метод дает возможность: получать полную картину распределения напряжений одновременно по всем лопаткам рабочего колеса, измерять колебания лопаток многовальных машин. [1] ДФ метод применяется специалистами по газотурбинной технике России («ЦИАМ», «ИМЗ»), Германии («MTU»), Англии («Rolls-Royce»), Франции («Fogalnanotech», «Snecma»), США («General Electric») и др.

В настоящее время, в ОАО «Авиадвигатель» спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для отработки методики измерений ДФ методом. Метод бесконтактных измерений вибронпряжений лопаток нашел применение на испытательных стендах в рамках исследовательских работ по перспективному двигателю пятого поколения. [2] Проведена верификация методики бесконтактного измерения вибронпряженности лопаток ДФ методом. Расчет НДС и модальных характеристик рабочей лопатки КВД проведен с применением технологий САЕ систем. Выполнена оценка погрешности ДФ метода относительно данных тензометрирования, а также установлены требования по проведению измерений.

В результате сравнения показаний системы бесконтактных измерений с показаниями системы тензометрирования с ртутного токосъемника, проведенного в программном пакете цифровой обработки сигналов, выявлено, что система бесконтактных измерений в большинстве случаев выявляет наличие резонансных колебаний рабочего колеса турбомшины. Кроме того, получено вывод, что на ступенях с большим количеством лопаток (50 и более) при оборотах вала более 14000 оборотов в минуту, система бесконтактных измерений вибронпряженности лопаток ДФ методом значительно хуже выявляет резонансные колебания. Частота отметок при этом превышает 11,5 кГц. Возможной причиной этого может являться ограничение полосы пропускания аналоговых трактов системы, подавляющие высшие гармоники сигнала датчика.

По результатам обработки результатов измерений ДФ методом также было замечено, что в регистрируемых сигналах наблюдается высокий уровень амплитуд нерезонансных вынужденных колебаний лопаток, так называемый «вибрационный фон» [3].

ЛИТЕРАТУРА

[1] И. Е. Заблочкий, Ю. А. Коростелев, Р. А. Шипов. Бесконтактные измерения колебаний лопаток турбомашин. // М.: Машиностроение, 1977г. - 158 с.

[2] А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок. // М.: Машиностроение, 2008. – Т. 4. – 192 с., ил.

[3] Б. Б. Коровин, В. В. Воинов, О. Н. Былинкина. «Некоторые малоизученные феномены динамики рабочих колес турбомашин, выявленные в натурном эксперименте. Двигатели и энергоустановки аэрокосмических летательных аппаратов. – 2008. - № 8. – с.82-88.