

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боднер В. А. Автоматика авиационных двигателей. М., «Оборонгиз», 1956.
2. Назаров М. В. и др. Теория передачи сигналов. М., «Связь», 1970.
3. Скубачевский Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели. М., «Машиностроение», 1969.
4. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника. М., «Советское радио», 1956.

УДК 621.396.668

А. В. АСМОЛОВСКИИ, Г. М. ПОЛТОРАК

## СЛЕДЯЩИЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ВИБРАЦИИ

Решение аппаратных вопросов предварительной обработки спектров вибраций газотурбинных двигателей для диагностики их технического состояния методами распознавания образов (сравнением спектров исправных и дефектных двигателей) затруднено различиями и нестабильностями частот вращения роторов сравниваемых изделий. Это приводит к отличиям спектров, превосходящим отличия, служащие диагностическими признаками. Кроме того, взаимное перекрытие спектров гармоник различных роторов не позволяет обычной фильтрацией разделить гармоники по источникам их происхождения, особенно на переходных и нестабильных режимах, важных для ранней диагностики дефектов. Поэтому необходимы следящие анализаторы спектра, управляемые частотами соответствующих роторов и выделяющие их гармоники заданной кратности.

Устранение избыточности спектральной информации сужением полосы фильтрации при отслеживании флуктуаций роторных частот, разделение сложного спектра вибраций на более простые гармонические, связанные с отдельными роторами, возможность программного поиска диагностически ценных или потенциально опасных по априорным данным гармоник и перспективная возможность коррекции режима двигателя для уменьшения интенсивности этих гармоник делают следящий анализатор спектра необходимым как для оперативной и точной диаг-

ности дефектов, так и для повышения надежности исправных двигателей.

Получение управляющих сигналов для следящего гетеродинного анализатора спектра с заданной кратностью гармоник усложняется отсутствием в конструкциях ряда двигателей и их узлов безредукторных датчиков оборотных частот, что требует компенсировать коэффициент редукции дробным преобразованием частот.

В разработанном и изготовленном многоканальном следящем гетеродинном анализаторе спектра гармоник вибраций компенсация редукции и установка кратности отслеживаемых гармоник получены в системе импульсно-фазовой подстройки частоты гетеродина с делителями частот опорного и синтезированного сигналов.

Каналы анализатора функционально разделены на ведущие, в которых осуществляется компенсация коэффициента редукции в приводе датчика оборотов, синтез, отслеживание и контроль уровня первых роторных гармоник, и ведомые, отслеживающие частоты и измеряющие интенсивности верхних гармоник. Диапазон отслеживаемых частот ведущего канала 20—1000 Гц, ведомых — 20—50000 Гц, числитель и знаменатель дробного преобразования частоты в компенсаторе редукции и кратность гармоник устанавливаются декадно из значений от 1 до 99.

Система фильтрации с двойным преобразованием частоты, с полосами фильтров 500, 50, 5 и 1 Гц, с последовательным для повышения избирательности включением фильтров и с параллельной регистрацией уровней их выходных сигналов обеспечивает минимум динамических погрешностей анализа при больших скоростях перестройки.

Быстродействие при поиске и отслеживании гармоник в соответствии с приемистостью двигателя повышено системой автоматического управления полосами захвата и удержания с нелинейным фильтром сигнала после импульсно-фазового детектора и счетной системой поиска по частоте.

Исследуются возможности изменения некоторых характеристик следящего анализатора по мере накопления достаточного опыта его эксплуатации в связи с появлением дополнительных требований: контроля фазовых соотношений отслеживаемых гармоник, выделения опорных частот из вибраций, функционального управления полосой фильтрации, контроля спектра угловых модуляций, сопряжения с датчиками давлений, напряжений и пульсаций, представления выходных сигналов в форме, удобной для ввода в ЭВМ, и других.