

## Библиографический список

1. Варжицкий Л.А., Киселев Ю.В., Сидоренко М.К. Моделирование спектра кромочных следов для диагностики осевого компрессора // Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов: Сб. науч. тр. - Куйбышев: КуАИ, 1987. - С.33-39.
2. Спейларт Ф.Р. Расчет вращающегося срыва методом дискретных вихрей / Аэрокосмическая техника. - 1986. - № 1. - С. 19-27.

УДК 519.24:681.3

А.И.Грецов, Ю.В.Иванов, Е.В.Сундуков

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА ВИБРОПРОЦЕССОВ В ЭВМ

При решении задач оценки степени вибронгруженности ГТД, а также вибродиагностики его дефектов все большее распространение получают цифровые методы обработки с использованием ЭВМ. Одним из важных этапов цифровой обработки сигналов является этап ввода данных в ЭВМ. Для этого используются специальные устройства, включающие в себя фильтр нижних частот, усилитель-нормализатор (УН) и аналого-цифровой преобразователь (АЦП). При обработке вибрации в широком диапазоне частот (до 20 кГц) возникает ряд проблем, существенно снижающих эффективность анализа.

Как правило, регистрация вибрации в указанном диапазоне частот осуществляется с применением пьезоэлектрического вибропреобразователя. В этом случае интенсивности низкочастотных и высокочастотных составляющих спектра вибрации могут отличаться на 50...60 дБ. Это вызывает значительную погрешность аналого-цифрового преобразования низкочастотных составляющих. Кроме того, в ЭВМ вводится избыточная информация, так как длина анализируемой реализации выбирается исходя из времени стационарности низкочастотных составляющих, а частота квантования - из высшей частоты диапазона. При этом для низкочастотных составляющих частота квантования оказывается неоправданно завышенной, а для высокочастотных составляющих - излишним время анализа. Кроме того, часто возникает ограничение на длину непрерывной анализируемой реализации, вызванное объемом оперативной памяти (ОП).

Устранение этих недостатков возможно при использовании схемы ввода вибропроцессов, представленной на рис. 1. Здесь входной сигнал  $x(t)$  одновременно подается на  $n$  подканалов устройства ввода.

В каждом подканале имеется полосовой фильтр (ПФ), усилитель-нормализатор с регулируемым коэффициентом передачи и АЦП. С помощью полосовых фильтров частотный диапазон исследуемого сигнала разбивается на  $n$  поддиапазонов.

Для каждого подканала выбираются своя частота квантования и свой коэффициент передачи. Цифровой коммутатор обеспечивает последовательное подключение подканалов к каналу прямого доступа в память (КПДП).

Время анализа ( $T$ ) можно определить из соотношения, связывающего его с шириной анализирующего фильтра ( $B_e$ ) и величиной относительной погрешности ( $\epsilon$ ) [1]:

$$T = \frac{1}{B_e \epsilon^2} \quad (1)$$

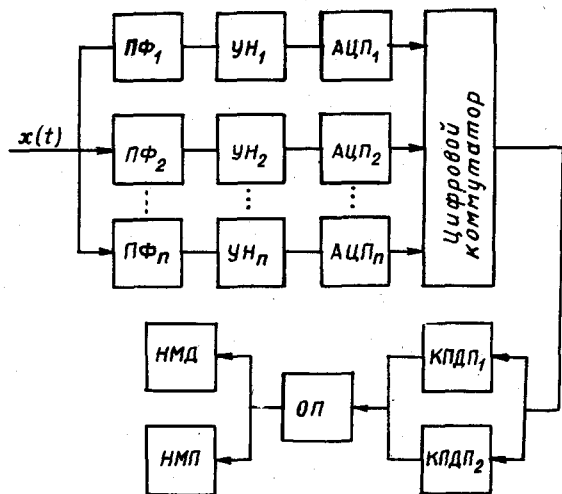
Чаще всего при обработке вибропроцессов стремятся обеспечить равенство

$$B_e = B_z,$$

где  $B_z$  - ширина спектральной компоненты.

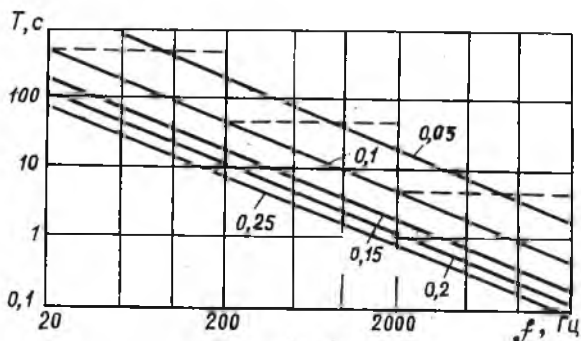
В работе [2] было показано, что большинство источников вибрации ГТД, кинематически связанных с его ротором, генерируют компоненты с шириной спектра  $\sim 1 \dots 2\%$  от их центральной частоты. Тогда, используя соотношение (1), можно получить зависимость  $T$  от частоты  $f$  и параметра  $\epsilon$ :

$$T = \frac{1}{0,01 f \epsilon^2}$$



Р и с. 1. Схема ввода вибропроцессов в ЭВМ

Графический вид этой зависимости представлен на рис. 2. Заменяя прямую ступенчатой аппроксимацией (рис.2, пунктирная линия), можно определить частотный диапазон каждого из подканалов и соответствующее время анализа по поддиапазонам. Количество подканалов определяется на основе компромисса между требованиями повышения эффективности устройства ввода и сложностью его аппаратурной реализации.



Р и с. 2. Зависимость времени анализа от частоты при нескольких значениях параметра  $\epsilon$  : - - - ступенчатая аппроксимация

Для случая  $n = 3$  частотные диапазоны подканалов составят 20...200, 200...2000 и 2000...20000 Гц. Ввод информации осуществляется следующим образом. Запускается АЦП<sub>1</sub> и вводится десять отсчетов процесса. После десятого отсчета коммутатор по команде управляющей программы подключает к КИДП второй подканал и вводит один отсчет. Отсчеты по третьему подканалу заносятся в буферное запоминающее устройство. Далее опять коммутируется третий подканал. После ввода 10 отсчетов во второму подканалу коммутируется первый подканал и вводится один отсчет. Затем весь цикл ввода повторяется до момента достижения требуемого объема данных по каждому подканалу. Большинство применяемых АЦП

имеет разрядность, меньшую разрядности слова ЭВМ. Поэтому старшие цифры в слове можно использовать для идентификации подканала.

Анализ показывает, что при  $\gamma = 3$  объем вводимой информации в ЭВМ уменьшается в 30 раз при значительном увеличении точности аналого-цифрового преобразования.

При наличии в ЭВМ двух КИДП можно обеспечить высокоскоростной ввод реализаций, объем которых значительно превышает объем оперативной памяти. Ввод данных в ЭВМ выполняется с помощью двухтактного способа буферизации. Для этого используется режим "цепочка", реализованный в ряде ЭВМ (например, в СМ-2М). В оперативной памяти формируются два буфера. В каждый момент времени один буфер заполняется поступающими данными через один КИДП, а из другого данные переписываются на накопители на магнитной ленте (НМЛ) или дисках (НМД). Коммутацию буферов производит сам КИДП, работающий в режиме "цепочка". Центральный процессор осуществляет лишь запуск и останов ввода-вывода данных. При таком способе ввода ограничения на скорость и объем вводимых данных определяются соответствующими параметрами устройства внешней памяти, так как КИДП способен пропускать до 700000 слов /с.

Таким образом, рассмотренный способ организации ввода вибропроцессов в ЭВМ обеспечивает более высокие точностные характеристики, позволяет оптимизировать объем вводимой информации и более эффективно использовать возможности технических средств.

#### Библиографический список

1. Бендат Дж., Пирсол А. Измерения и анализ случайных процессов. - М.: Мир, 1974. - 325 с.

2. Костин В.И., Сундуков Е.В., Бояринцев В.И. Экспериментальная оценка погрешности определения вибрационных характеристик авиационных ГТД, связанной с длительностью исследуемой реализации // Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов: Сб. науч. тр. - Куйбышев: КуАИ, 1985. - С. 105-110.