

Л. А. БРОВКИН, Э. С. БОРОДЯНСКИЙ, В. Г. НИКИТИН

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВИБРАЦИОННЫХ УСКОРЕНИЙ С КОРРЕКЦИЕЙ НА НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЕ

Наиболее широкое применение в настоящее время получили пьезоэлектрические, индукционные и индуктивные вибропреобразователи при исследованиях вибраций корпусов и двигателей летательных аппаратов.

Разработанный преобразователь вибрационных ускорений (ПВУ) отличается повышенной точностью, надежностью, малыми габаритами и весом. Конструкция ПВУ, работающего в режиме акселерометра, приведена на рис. 1. Магнитопровод преобразователя имеет цилиндрическую форму, содержит сердечники 1 и 2, корпус 3. Сердечник 2 и корпус 3 соединены в центральной части ферромагнитной перемычкой 4. Сердечник 1 и корпус 3 замыкаются по торцам поворотными фланцами 5. Катушка возбуждения 6 состоит из двух секций, соединенных последовательно и встречно, расположенных между сердечником 2 и корпусом 3. Измерительная катушка 7 выполнена распределенной и расположена вдоль сердечника 1. В рабочем зазоре между сердечниками 1 и 2

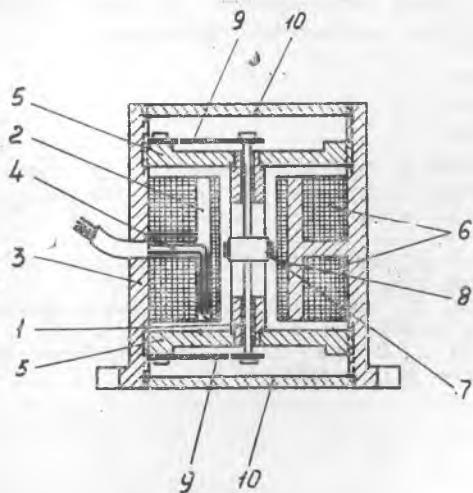


Рис. 1.

помещен короткозамкнутый виток 8, жестко связанный с плоскопараллельными упругими подвесками 9. В корпус 3 вворачиваются заглушки 1б.

При подаче в обмотку возбуждения переменного напряжения по длине рабочего зазора образуется равномерный магнитный поток « Φ_p »: магнитные потоки « Φ_1 » и « Φ_2 », образованные встречно включенными секциями катушки возбуждения, взаимно компенсируются, поэтому в некотором сечении по длине магнитопровода образуется магнитная нейтраль.

Если короткозамкнутый виток (КЗВ) находится на нейтрали, то суммарное потокоцепление измерительной катушки равно нулю. При перемещении КЗВ, выполняющего роль инерционного элемента, под воздействием измеряемого ускорения от нейтрали в ту или иную сторону изменяется потокоцепление измерительной катушки, а следовательно, и выходная э. д. с., пропорциональная ускорению:

$$\dot{E}_n = -j\omega W_n \Phi_p = S \cdot a, \quad (1)$$

где S — чувствительность $\left[\frac{в \cdot сек^2}{м} \right]$;

a — величина измеряемого ускорения $\left[\frac{м}{сек^2} \right]$.

Частота напряжения питания выбирается из условия получения допустимой динамической погрешности и для данного преобразователя составляет $f_n = 3,5$ кГц.

Амплитудно- и фазочастотные характеристики данного ПВУ описываются соответственно выражениями:

$$\Lambda = \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_0} \right)^2 \right]^2 + 4\beta^2 \left(\frac{\Omega}{\omega_0} \right)^2}}; \quad (2)$$

$$\Psi' = \arctg \frac{2\beta \frac{\Omega}{\omega_0}}{1 - \left(\frac{\Omega}{\omega_0} \right)^2}, \quad (3)$$

где Ω — частота измеряемого ускорения;

ω_0 — собственная частота ПВУ;

β — относительная степень успокоения.

Анализ этих выражений показывает, что АЧХ и ФЧХ нелинейны и являются функциями частоты. При определенных соотношениях частот Ω и ω_0 и значении β можно обеспечить линейность характеристик с заданной точностью лишь для сравнительно узкого (несколько Гц) частотного диапазона измеряемых вибраций.

Одним из наиболее эффективных способов улучшения динамических характеристик ПВУ и, в частности, расширения частотного диапазона является применение электрической коррекции на несущей частоте. В качестве корректирующих элементов могут быть использованы как пассивные, так и активные цепи.

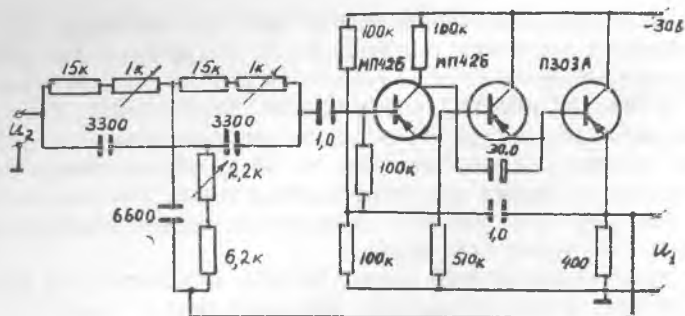


Рис. 2.

При последовательной коррекции корректирующие элементы вносятся после предварительного усилителя. Один из вариантов коррекции приведен на рис. 2. Двойной Т-образный мост вложен в цепь обратной связи усилителя.

Синтез корректирующих элементов на несущей частоте производится по передаточной функции преобразователя для огибающей (модулирующего сигнала).

Без коррекции частотный диапазон преобразователя составлял ≈ 50 гц при нелинейности амплитудной характеристики $\pm 0,5\%$. Применение коррекции позволило улучшить динамические свойства преобразователя и расширить область его применения.

Рассматриваемый ПВУ имеет следующие технические характеристики:

чувствительность — $4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{в сек}^2}{\text{м}}$

нелинейность амплитудной характеристики — $\pm 0,2\%$

частотный диапазон — $0 \div 100$ гц

диапазон измеряемых ускорений — $1 \div 400$ м/сек²

габариты — $\varnothing 20 \times 12$ мм

вес — 18 г.

Основная погрешность виброизмерительной аппаратуры не превышает $\pm 2\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куликовский Л. Ф., Бровкин Л. А., Лихтциндер Б. Я. Автоматические приборы с бесконтактными компенсирующими преобразователями, 1967.

2. Samuel Seely. «Electromechanical energy convergion», 1962.

3. Агейкин Д. И., Костина Е. Н., Кузнецова Н. Н. Датчики контроля и регулирования. М., 1965.