

# РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАКЕТА МАЛОГАБАРИТНОЙ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВИБРОЗАЩИТЫ

*С. И. Смирнова, Р. Х. Нураев, А. И. Демарёва*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Приборы малогабаритной бортовой аппаратуры (МБА) подвергаются воздействиям различных типов вибрации в диапазоне от 3 до 3000 Гц при ускорении 2...40 g. Для снижения влияния вибрационных нагрузок на МБА существуют активные и пассивные средства защиты, а также совместное использование двух этих типов – гибридные. Пассивные системы позволяют смягчить ударное воздействие и погасить колебания в устройстве, широко применяются в лабораторных и промышленных условиях. Также широко применяется заливка приборов полимерными компаундами [1], амортизирующие платформы [2]. Основным недостатком пассивных средств защиты является отсутствие возможности изменить подавляемую частоту, а также, при использовании заливки, практически полную не ремонтпригодность МБА [3].

Возможным решением подобных проблем является применение активных средств виброзащиты. Такие системы предназначены для снижения влияния вибрации на элементы МБА во всем требуемом диапазоне частот, что обеспечивается присутствием гасителей вибровоздействия с дополнительным источником энергии. В состав систем активной виброзащиты (САВ), как правило, входят акселерометры для обнаружения и фиксации колебаний, микропроцессорные системы анализа колебаний и формирования управляющих сигналов – блок управления, а также механизм реализации активной компенсации, генерирующий противофазные колебания – устройство компенсации.

Представленный в данной работе макет САВ размещается непосредственно на печатной плате из состава МБА, причем, взамен упругих элементов на основе виброизоляторов (амортизаторов) используются упругие свойства печатной платы. На печатной плате размещены следующие основные составные части (рис. 1):

- акселерометр для снятия показаний воздействия вибраций;
- устройство компенсации вибрации – электромагнит (катушка).

Макет малогабаритной САВ работает следующим образом, при воздействии вибрации электрический сигнал с акселерометра пропорциональный механическим колебаниям подается на усилитель заряда, с усилителя заряда сигнал поступает на фазовращатель и с него на подвижные катушки электромагнита 3, которые механически связаны с защищаемой печатной платой 1. Подвижные катушки электромаг-

нита преобразуют электрический сигнал в пропорциональный ему механический, для компенсации вибрации печатной платы.

Электродинамическая система компенсации вибраций (вибратор 3) обладает рядом преимуществ (по сравнению с пневматической и гидравлической системами):

- большое быстродействие;
- высокая стабильность характеристик;
- малой инерционностью;
- возможность варьировать в широких пределах амплитудно-частотные характеристики (в отличие от пневматических систем, которые позволяют получать небольшие величины статической жесткости).

Принцип действия *электродинамического вибратора* заключается, в взаимодействии постоянного и переменного магнитных полей, возникающем при прохождении тока звуковой частоты в цилиндрической катушке, находящейся в постоянном магнитном поле. Взаимодействие полей вызывает появление механической силы, которая обуславливает возвратно-поступательное перемещение подвижной катушки и связанных с ней элементов по закону изменения переменного тока. Катушка подвешена на упругом элементе (плате), сила упругого сопротивления которого уравнивает вес катушки и направляет ее движение.

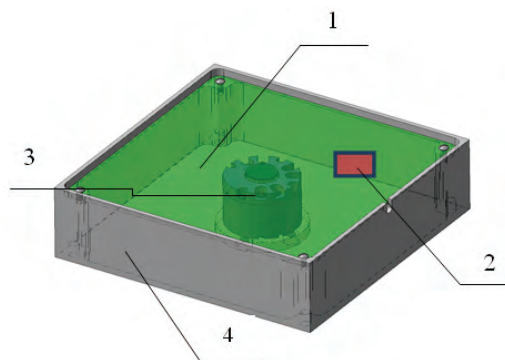


Рис. 1. Макет малогабаритной САВ: 1 – печатная плата защищаемого устройства, 2 – акселерометр, 3 – электромагнит (вибратор), 4 – корпус

Вибратор представляет собой электродинамический привод, состоящий из подвижной части – штока и двух катушек, и неподвижной части – корпуса, крышки, втулки, катушки и контактов (рис. 2). Провода катушек через корпус выведены на контакты (рис. 3), через которые подается напряжения для приведения штока в движение по заданному закону.

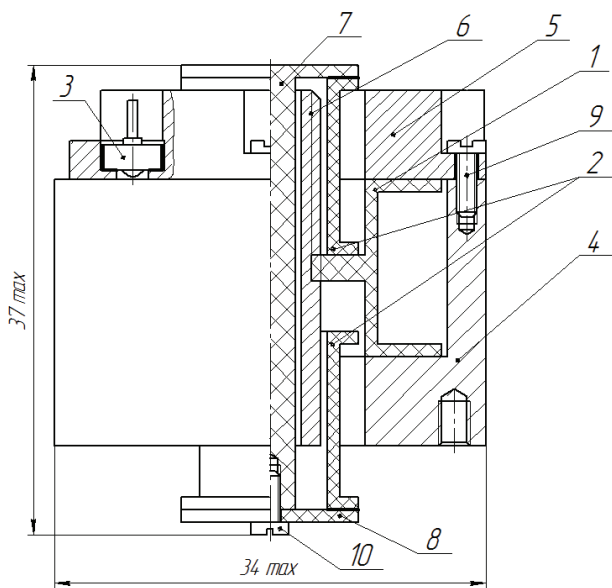


Рис. 2. Конструкция электродинамического привода: 1 – катушка неподвижная, 2 – катушки подвижные, 3 – контакты, 4 – корпус, 5 – крышка, 6 – втулка, 7 – шток, 8 – шайба, 9, 10 – винт

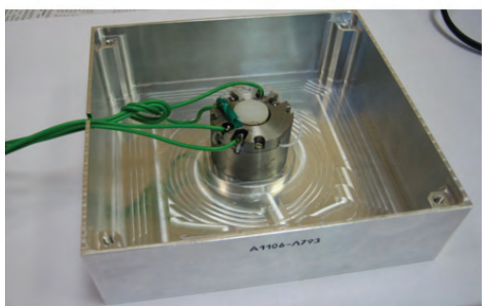
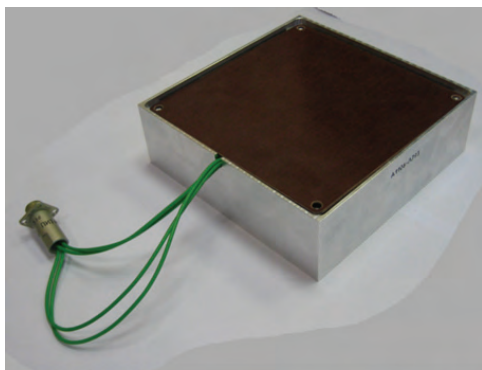


Рис.3. Внешний вид макета малогабаритной САВ

Были проведены экспериментальные исследования эффективности макета малогабаритной САВ при следующих внешних воздействующих факторах:

– широкополосная случайная вибрация (ШСВ) с синусоидальной амплитудой 2 г в диапазоне частот от 10 до 2000 Гц;

– ШСВ с СКЗ ускорения 15 г в диапазоне частот от 10 до 2000 Гц. Длительность воздействия – 25 с.

Проверка эффективности макета малогабаритной САВ проводилась по схеме, показанной на рис. 4, перечень оборудования приведен в таблице.

### Перечень оборудования для проверки эффективности макета САВ

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Макет САВ	1	
A2,A3	Усилитель заряда	2	
A4	Жгут технологический	1	
A5-A7	Фидер	3	Из комплекта Г5-82
A8	Пульт технологический	1	
A9	Жгут технологический	1	
P1	Осциллограф TDS 3012	1	
G1	Источник питания постоянного тока Agilent E3648A	1	
G2	Источник питания постоянного тока Agilent E3648A	1	

Изменяя значения параметров «усиление», «фаза» с помощью пульта технологического А8 (рис. 4) и изменяя выходное напряжение источнике питания постоянного тока G1, добивались снижения амплитуды сигнала по каналу СН2 осциллографа P1.

Результаты экспериментальных исследований показали достаточную эффективность макета малогабаритной САВ при воздействии ШСВ в широком диапазоне частот.

Предметом дальнейших исследований станет разработка макета малогабаритной САВ с интегрированной в него системой управления, аналогичной показанной на рис. 4.

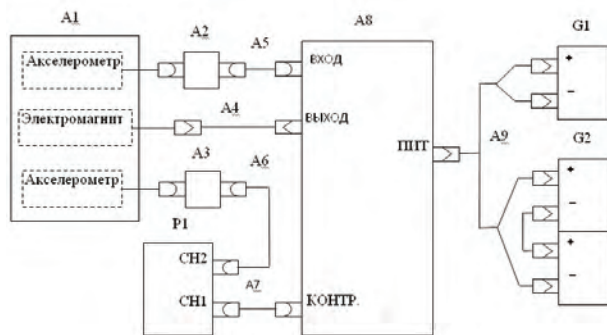


Рис. 4. Схема проверки эффективности макета САВ

### Литература

1. Иванов А. В., Куфтин А. А., Демарева А. И. и др. «Защита малогабаритной бортовой аппаратуры от вибрационных и ударных воздействий»
2. Пат. 2410583 РФ. Устройство для защиты
3. Пат. 2406620 РФ. Система активной виброзащиты и стабилизации / Фурунжиев Р. И., Хомич А. Л.