

К ВОПРОСУ КЛАССИФИКАЦИИ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРЕНИЙ

А. М. МАЛЫШЕНКО

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Несмотря на большое число запатентованных и описанных в литературе типов акселерометров и их широкое использование в технике, до сих пор нет достаточно полной и общепризнанной их классификации.

Как правило, классификация акселерометров проводится по какому-либо одному признаку, например, по характеру зависимости выходной величины от измеряемого прибором ускорения [1, 2], по типу датчика перемещений инерционной массы [3] и т. п. Такие классификации не дают полного представления о принципе действия и устройстве того или иного конкретного акселерометра. Наиболее удачна, на наш взгляд, классификация, предложенная И. А. Горенштейном, И. А. Шульманом и А. С. Сафаряном [4], однако и она не является полной.

В данной работе предлагается классификация акселерометров, используемых для измерения линейных ускорений. В ее основе лежит разделение акселерометров по их назначению, характерным признакам и конструктивным факторам.

Все акселерометры, используемые для измерения линейных ускорений, могут быть классифицированы по следующим признакам:

1. По назначению:

- а) акселерометры для измерения линейных ускорений при ударах (измерение ускорений резко выраженного импульсного типа);
- б) акселерометры для измерения ускорений устройств, движения которых пространственно ограничены (например, для измерения ускорений движения отдельных частей механизмов);
- в) акселерометры для измерения ускорений подвижных объектов (самолет, ракета, корабль и т. п.).

2. По измеряемому значению контролируемого ускорения:

- а) акселерометры, измеряющие текущее значение ускорения контролируемого движения;
- б) акселерометры, измеряющие среднее значение действующего ускорения за некоторый небольшой промежуток времени;
- в) акселерометры, измеряющие максимальное значение контролируемого ускорения (так называемые «предельные акселерометры»).

3. По числу измеряемых компонент ускорения:

- а) акселерометры, измеряющие составляющую ускорения вдоль одной оси (однокомпонентные акселерометры);

- б) акселерометры, измеряющие составляющие ускорения вдоль двух взаимно перпендикулярных осей (двухкомпонентные акселерометры);
- в) акселерометры, измеряющие составляющие ускорения вдоль трех взаимно перпендикулярных осей (трехкомпонентные акселерометры).

4. По характеру изменения во времени выходной величины:

- а) акселерометры с выходной величиной непрерывного характера;
- б) акселерометры с выходной величиной дискретного характера.

5. По характеру зависимости выходной величины от измеряемого ускорения:

- а) акселерометры с выходной величиной, пропорциональной величине измеряемого ускорения;
- б) акселерометры с выходной величиной, пропорциональной интегралу по времени от измеряемого ускорения;
- в) акселерометры с выходной величиной, пропорциональной двойному интегралу по времени от измеряемого ускорения.

Акселерометры первой группы могут быть названы неинтегрирующими акселерометрами; приборы второй группы — однократно интегрирующими и приборы третьей группы — двукратно интегрирующими акселерометрами.

6. Поструктурной схеме:

- а) акселерометры с разомкнутой цепью воздействий (акселерометры некомпенсационного типа);
- б) акселерометры с замкнутой цепью воздействий (акселерометры компенсационного типа).

7. По типу используемой инерционной массы:

- а) акселерометры с инерционной массой из твердого тела;
- б) акселерометры с жидкой инерционной массой;
- в) акселерометры с использованием инерционных свойств движения заряженных частиц и электронов.

8. По состоянию инерционной массы при отсутствии ускорений:

- а) акселерометры, у которых при отсутствии ускорений инерционная масса находится в покое по отношению к основанию прибора;
- б) акселерометры, у которых при отсутствии ускорений инерционная масса находится в равномерном движении по отношению к основанию прибора.

9. По характеру перемещения инерционной массы под действием ускорений:

- а) акселерометры с линейным перемещением инерционной массы;
- б) акселерометры с поворотным перемещением инерционной массы (так называемые «маятниковые акселерометры»).

10. По способу подвеса инерционной массы*:

А. Акселерометры с линейным перемещением инерционной массы:

- а) акселерометры со свободной посадкой инерционной массы на направляющую ось;
- б) акселерометры с упругим подвесом инерционной массы (подвес на растяжках, пружинах, мембранах и т. п.);
- в) акселерометры с аэродинамическим подвесом инерционной массы;
- г) акселерометры с гидравлическим (гидростатическим или гидродинамическим) подвесом инерционной массы;
- д) акселерометры с электромагнитным подвесом инерционной массы;
- е) акселерометры с электростатическим подвесом инерционной массы;

*) Пункт 10 классификации относится к акселерометрам с твердой инерционной массой, которая используется в подавляющем большинстве приборов.

ж) акселерометры с комбинированным (из числа вышеуказанных) подвесом инерционной массы;

Б. *Акселерометры с поворотным перемещением инерционной массы:*

а) акселерометры с креплением инерционной массы на рычаге, имеющем опору вращательного движения (подшипники, призмы и т. п.);

б) акселерометры с креплением инерционной массы на упругом шарнире;

в) акселерометры с электромагнитным подвесом инерционной массы;

г) акселерометры с гидростатическим (в сочетании с подвесами групп а, б и в) подвесом инерционной массы.

11. По природе сил, уравнивающих действие ускорения на инерционную массу:

а) акселерометры с уравниванием силами упругих элементов;

б) акселерометры с уравниванием гидродинамическими силами;

в) акселерометры с уравниванием электромагнитными силами (с помощью устройств магнитоэлектрического или электромагнитного типа);

г) акселерометры с уравниванием электростатическими силами;

д) акселерометры с уравниванием центробежными силами;

е) акселерометры с уравниванием гироскопическими моментами;

ж) акселерометры с комбинированным (из числа вышеуказанных) уравниванием.

12. По типу датчика смещений инерционной массы:

а) акселерометры с датчиками потенциометрического типа;

б) акселерометры с датчиками индуктивного типа;

в) акселерометры с емкостными датчиками;

г) акселерометры с индукционными датчиками;

д) акселерометры с пьезоэлектрическими датчиками;

е) акселерометры с датчиками оптического типа;

ж) акселерометры с ламповыми (электронными) преобразователями перемещений (так называемые «электронные акселерометры» — [5]);

з) акселерометры с датчиками струнного типа и т. д.

13. По физической природе выходной величины:

а) акселерометры с выходной величиной механического характера (угловое или линейное перемещение);

б) акселерометры с выходной величиной электрического характера (напряжение, ток);

в) акселерометры с выходной величиной временного характера (период, частота).

Вышеперечисленные признаки, по которым произведена классификация, являются основными в характеристике акселерометров. Они дают, на наш взгляд, достаточно полное представление как о принципе действия, так и о конструктивном исполнении прибора.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. M. Slater. Measurement and integration of acceleration in inertial navigation, Trans. ASME, vol. 79, N 7, 1957.

2. B. P. C. Collinson. Inertial navigation of 1960, Flight, 19, Febr. 1960.

3. A. Orlacchio, D. Hieber. Trends in acceleration measurement, IRE Trans. on Instrumentation, vol. 1—6, N 2, 1957.

4. И. А. Горенштейн, И. А. Шульман, А. С. Сафарян. Инерциальная навигация, Изд. Советское радио, 1962.

5. Л. А. Гончарский. Электронные акселерометры, Электричество, № 1, 1952.