

О. Б. ГОЛОДНИКОВ, В. Н. ГОРБАЧЕВ, А. В. ГРЕБЕНЩИКОВ
(Новосибирск)

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

В лазерных измерителях перемещений, которые находят широкое применение для решения большого числа прецизионных задач в станкостроении, приборостроении, метрологии и научных исследованиях, естественной величиной, по которой ведется расчет измеряемого перемещения, является длина волны излучения стабилизированного лазера [1].

В связи с тем, что длина волны излучения лазера в среде является функцией температуры, давления, влажности, в лазерных измерителях перемещений предусмотрена как ручная (по расчетным таблицам), так и автоматизированная коррекция изменений условий внешней среды с использованием датчиков температуры, давления и влажности.

Датчик давления для лазерных измерителей перемещения должен обладать рядом требований: малой погрешностью — не более $\pm 0,133$ кПа (± 1 мм рт. ст.) в диапазоне 83—106 кПа (630—800 мм рт. ст.); электронным выходом; малыми габаритами (любой из габаритных размеров не должен превышать 10—15 см). Погрешность выпускаемых малогабаритных датчиков давления с электронным выходом (например, ПДВ-10) не позволяет использовать их в лазерных измерителях перемещений.

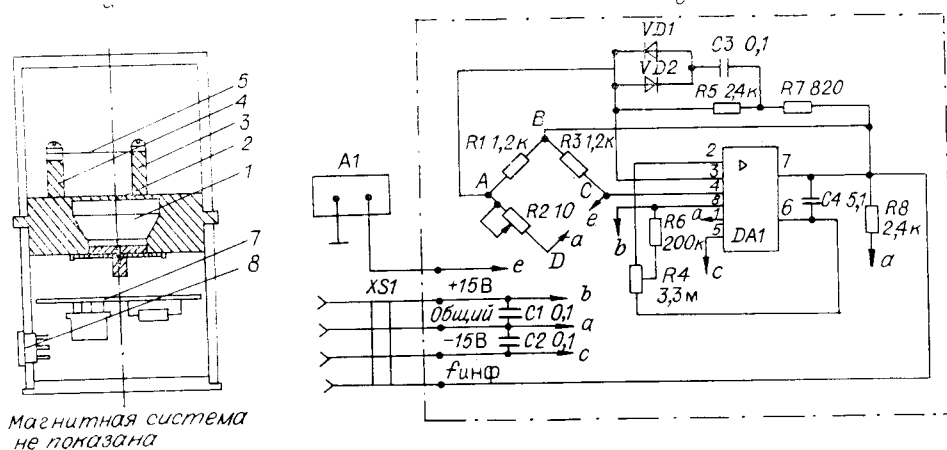
В данной статье описывается малогабаритный датчик с требуемой погрешностью, предназначенный для преобразования атмосферного давления в электрический сигнал, последующая обработка которого происходит в электронном блоке лазерного измерителя перемещений.

В основу работы датчика давления положен струнный метод измерения упругих деформаций [2], заключающийся в зависимости собственной частоты колебаний струны от измеряемой физической величины, в частности давления.

Конструкция датчика давления приведена на рис. 1, а. Воздух из камеры 1 откачивается до давления $1 \cdot 10^{-2}$ Па. На мембране 2 со смещением относительно центра расположена стойка 3, стойка 4 закреплена жестко на торце корпуса. Между стойками 3 и 4 натянута струна 5, которая помещена в поле постоянного магнита.

Струна и электронный усилитель образуют автогенератор, частота которого зависит от атмосферного давления. Поскольку струна одним концом связана со стойкой, расположенной на мембране, то прогиб мембраны, зависящий от атмосферного давления, будет вызывать изменение натяжения струны, что, в свою очередь, вызовет изменение частоты автогенератора.

Принципиальная схема электронного усилителя показана на рис. 1, б. Она состоит из сбалансированного моста на элементах $R1$, $R2$, $R3$, струны $A1$ и дифферен-



Магнитная система не показана

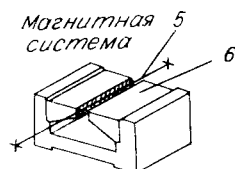


Рис. 1. Датчик давления:

а — конструкция датчика давления: 1 — камера; 2 — мембрана; 3, 4 — стойки; 5 — струна; 6 — магнитная система; 7 — плата усилителя; 8 — разъем; б — схема электрическая принципиальная датчика давления: DA1 — микросхема К574VD1А, VD1, VD2 — диод КД522Б, XS1 — розетка РСЧТВ, А1 — струна (ПлСр20 ГОСТ 9444—60)

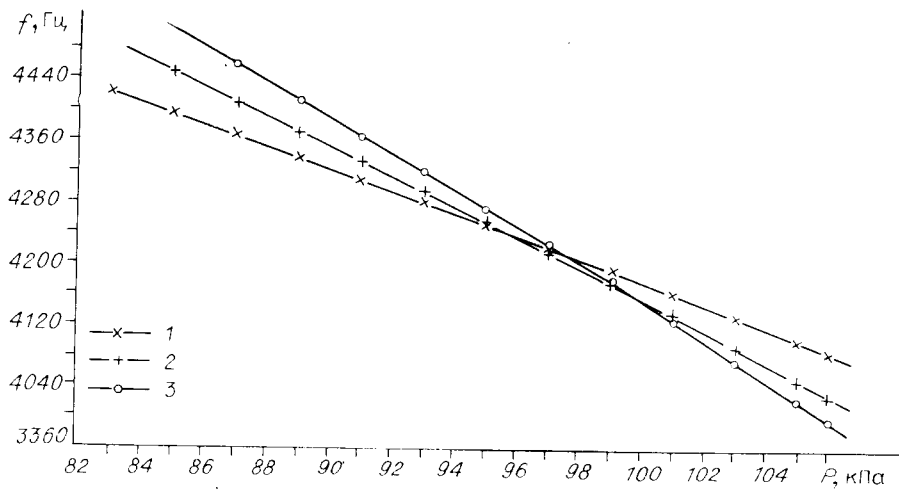


Рис. 2. Зависимость частоты автогенератора от атмосферного давления

циального усилителя на микросхеме DA1. При колебаниях струны A1 в магнитном поле в ней наводится ЭДС. Переменное напряжение снимается с диагонали моста AC и усиливается DA1. К вершине моста (точка B) подается ток подкачки, который поддерживает незатухающие колебания струны. Особенностью схемы является встречно-параллельное включение диодов VD1 и VD2, которые совместно с резистором R7 и конденсатором C3 обеспечивают автоматическую регулировку усиления переменной составляющей, чем создается стабильный режим колебаний струны. Резистор R5 обеспечивает отрицательную обратную связь по постоянному току.

Ниже приведены характеристики изготовленных датчиков давления. Зависимость частоты автогенератора от атмосферного давления показана на рис. 2. Видно, что в диапазоне от 83 до 106 кПа (630—800 мм рт. ст.) функция частоты от атмосферного давления P практически линейна. Чувствительность при этом не ниже 15 Гц/кПа (~ 2 Гц/мм рт. ст.). Естественно, что механическая колебательная система имеет некоторую температурную зависимость. Изменение частоты автогенератора от температуры окружающей среды при постоянном давлении составляет 0,3—0,5 Гц/град, поэтому при работе датчика в диапазоне изменения температур $> 2^\circ\text{C}$ ее необходимо учитывать.

Описанные датчики давления были опробованы в составе опытных образцов лазерных измерителей перемещений с микропроцессорной обработкой результатов измерений ИПЛ—МП и имели следующие характеристики: диапазон измерений 83—106 кПа (630—800 мм рт. ст.); предел допускаемой погрешности $\pm 0,133$ кПа (± 1 мм рт. ст.); диапазон рабочих температур $+ (10-35)^\circ\text{C}$; напряжение питания $\pm 15 \pm \pm 0,5$ В; потребление по каждому из источников питания ≤ 10 мА; габаритные размеры — диаметр 62, высота 92 мм.

Указанные характеристики датчиков давления получены в основном за счет конструкторских и технологических решений, направленных на получение высокой чувствительности и сохранение стабильности параметров датчика давления во времени. Некоторыми из этих решений являются:

- создание высокой добротности струнной колебательной системы за счет применения магнитов из сплава КС-37 и струны из материала ПлСр-20;
- обеспечение стабильного режима колебаний струны путем введения автоматической регулировки усиления переменной составляющей сигнала автогенератора;
- контроль толщины мембраны в процессе изготовления;
- обеспечение сохранения постоянного давления в камере в течение времени эксплуатации датчика;

калибровка датчиков давления с использованием образцовых средств измерений (с учетом температурной зависимости).

Таким образом, разработанный датчик давления обладает необходимыми характеристиками для использования в прецизионных измерительных системах с автоматическим вводом данных о давлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коронкевич В. П., Ханов В. А. Современные лазерные интерферометры.— Новосибирск: Наука, 1985.
2. Карцев Е. А., Коротков В. П. Унифицированные струнные измерительные преобразователи.— М.: Машиностроение, 1982.

Поступило в редакцию 20 мая 1988 г.