

УДК 620.172.21

## ПОРТАТИВНАЯ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

Кумарин А. А., Селиванов Н. В., Кудрявцев И. А.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В современной технике часто существует необходимость измерения механических усилий. Для осуществления измерений электронными приборами используются датчики на основе тензорезисторов – резисторов, заметно изменяющих свое сопротивление при деформации. Датчик представляет собой механический преобразователь усилия в деформацию (например, консольная балка), на деформируемую поверхность которого приклеиваются тензорезисторы. Схемотехнически резисторы объединяют в мост Уитстона. Для считывания информации с датчиков применяют тензометрические станции (ТС). Подавляющее большинство ТС на рынке предназначены для промышленных условий или условий лаборатории, не имеют автономного источника питания, имеют большую стоимость. Применение современной элементной базы позволило избавиться от данных недостатков и сохранить приемлемые характеристики устройства. Цель работы – разработка портативной ТС, которую можно использовать в ОКР в образцах авиационной и наземной техники.

Малых габаритов удалось достичь использованием поверхностного двустороннего монтажа и компонентов высокой степени интеграции. Трассировка многослойной печатной платы велась по специальным правилам проектирования совмещенных аналого-цифровых схем. В частности, высокочастотные линии максимально удалены от аналоговых линий, общий провод выполнен в виде полигона. Вкупе со схемотехническими решениями и аккумуляторным питанием это позволило уменьшить шумовую составляющую выходного сигнала.

Сигнал, снятый с тензометрического моста, проходит через ФНЧ к усилителю с изменяемым коэффициентом усиления. Особенность усилителя заключается в том, что входной дифференциальный сигнал не попадает сразу на усилитель, а сначала заряжает конденсатор. Затем конденсатор отключается от входа и подключается к усилителю. Такая последовательность обработки входного сигнала практически исключает помехи на частотах выше 3 кГц. Далее сигнал через дополнительный ФНЧ поступает на сигма-дельта АЦП. Эффективная разрядность АЦП – 20 бит, и низкие собственные шумы позволяют использовать малые коэффициенты усиления на входном усилителе, что несколько повышает отношение сигнал-шум. Высокая разрядность АЦП также делает возможным наблюдение сигналов малой амплитуды на фоне больших изменений.

Достаточно мощный микроконтроллер и высокая частота выборки помогают реализовать качественные цифровые фильтры и использовать передискретизацию для повышения эффективной разрядности. Итоговая погрешность почти полностью состоит из случайной погрешности и систематической погрешности калибровки. Как результат – погрешность измерительного прибора значительно ниже погрешности, вносимой пластическими деформациями датчика.

Проведённый анализ показывает, что разработанная ТС практически не уступает по измерительным характеристикам большинству лабораторных аналогов, являясь при этом портативной моделью.

На данный момент итогом работы является демонстрационный стенд, укомплектованный полнофункциональным прототипом ТС. Габариты измерительного блока 110×60×30 мм.