

Малогабаритный кварцевый датчик температуры

Александр ПОЛЯКОВ
Михаил ОДИНЦОВ
info@sktbelpa.ru

Кварцевые резонаторы широко применяются в современной электронной аппаратуре в генераторах стабильной частоты и фильтрах. Их используют и для измерения различных физических величин: температуры, давления, влажности, ускорения [1, 2]. В качестве примера можно привести датчики давления. В прецизионных барометрах, высокоточных датчиках абсолютного давления, скважинных датчиках давления таких фирм, как Druck (Великобритания), Quartzdyne (США), Spartek Systems (Канада), Schlumberger (Франция), «КварцСенс» (Россия), применяются пьезорезонансные чувствительные элементы (ПЧЭ).

Термочувствительные ПЧЭ используются для измерения температур в диапазоне $-60...+300$ °С. Российская фирма «КварцСенс» разработала и выпускает ряд кварцевых преобразователей и датчиков температуры с частотным и цифровым выходами. Одна из новых разработок — малогабаритный преобразователь температуры ПТК-0,05-3М (рис. 1). Он имеет минимальный габаритный размер $\varnothing 5 \times 30$ мм и состоит из: кварцевого термочувствительного резонатора РКТВ206 (1); автогенератора (2); защитной гильзы 12Х18Н10Т (3); трехпроводного кабеля для связи с частотомером и подачи питания (4). Диапазон рабочих температур преобразователя $-60...+120$ °С. Верхний предел температуры ограничен применяемыми электронными компонентами автогенератора.

Преобразователь имеет частотный выход, соответственно значение температуры можно вычислить по формуле:

$$t = t_0 + C_1(\Delta F - F_0) + C_2(\Delta F - F_0)^2 + C_3(\Delta F - F_0)^3,$$

где t — измеряемая температура; ΔF — текущее значение частоты преобразователя; F_0 — частота, соответствующая опорной температуре t_0 ; C_1 , C_2 , C_3 — коэффициенты, определенные при калибровке в интервале рабочих температур индивидуально для каждого преобразователя и указаны в паспорте.

Среди достоинств малогабаритного кварцевого преобразователя можно выделить: высокую точность; долговременную стабильность; возможность передачи низкочастотного сигнала на расстоянии до сотен метров; возможность построения простого измерительного канала или нескольких каналов.

Сравнительные характеристики кварцевых преобразователей температуры приведены в таблице.

Долговременная стабильность преобразователей имеет высокие показатели и зависит от типа применяемого термочувствительного резонатора.

На рис. 2 представлены графики изменения показаний кварцевых термочувствительных резонаторов РКТВ206 в течение 5 недель. Резонаторы находились в камере при температуре 160 °С, в активном состоянии (с постоянно включенным генератором).

Из графика видно, что отклонение показаний за 5 недель не превысило 0,06 °С, причем у резонаторов РКТВ206(В) с камертонным термо-

чувствительным пьезоэлементом, смонтированным легкоплавким стеклом, это отклонение значительно меньше и не превышает 0,02 °С.

Испытания на долговременное хранение термочувствительных резонаторов при температуре +85 °С в течение года показали, что в среднем уход показателей резонаторов РКТВ206 составил 0,12 °С, а у резонаторов РКТВ206(В) — всего 0,05 °С.

Малогабаритные преобразователи температуры с ПЧЭ могут найти применение в системах учета тепла, в ЖКХ и в различных производственно-технологических процессах.

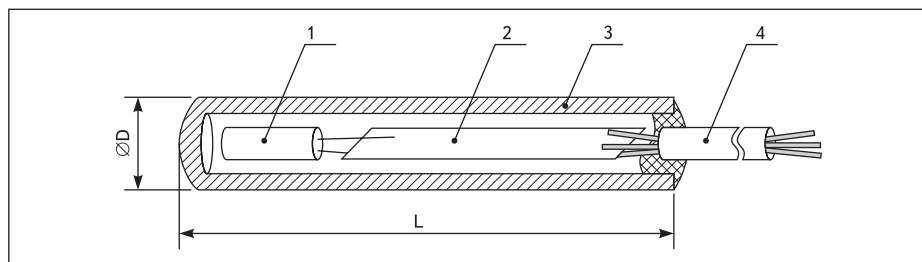


Рис. 1. Малогабаритный преобразователь температуры ПТК-0,05-3М

Таблица. Характеристики кварцевых преобразователей температуры серии ПТК

Параметры	ПТК-0,3-2Р	ПТК-0,05-2Р	ПТК-0,05-МР	ПТК-0,05-3М	Размерность
	Габаритные размеры	корпуса 66×68×18 измерительного щупа $\varnothing 6 \times 40-100$	66×68×18 $\varnothing 6 \times 100-1000$	$\varnothing 20 \times 50$ $\varnothing 5-12 \times 100-1000$	
Диапазон рабочих температур	$-60...+60$	$-60...+60$	$-60...+300$	$-60...+120$	°С
Основная абсолютная погрешность	0,3; 0,5	0,05; 0,1; 0,3; 0,5	0,05; 0,1; 0,3; 0,5 при $t > 100 + \Delta t \times 0,003$	0,05; 0,1; 0,3; 0,5	°С
Разрешающая способность	0,01	0,005	0,005	0,005	%
Частотный выход (диапазон)	300–600	300–600	300–1100	32 000–36 000	Гц
Чувствительность	2	2	2	2	Гц/°С при $t = 40$ °С
Напряжение питания	от 5 до 14	от 5 до 14	от 3 до 14	от 3 до 14	В
Амплитуда вых. сигнала при: $R_{\text{пит}} = 600$ Ом; $C_{\text{вых}} = 15$ нФ	$U_{\text{пит}} = 0,5$	$U_{\text{пит}} = 0,5$	$U_{\text{пит}} = 0,5$	$U_{\text{пит}} = 0,5$	В
Потребляемый ток, не более	6	6	6	4	мА

Примечание. Применение более длинного измерительного щупа позволяет уменьшить погрешность, вызванную изменениями температуры внешней среды, и дает возможность измерения более высоких температур за счет выноса генератора из горячей зоны.

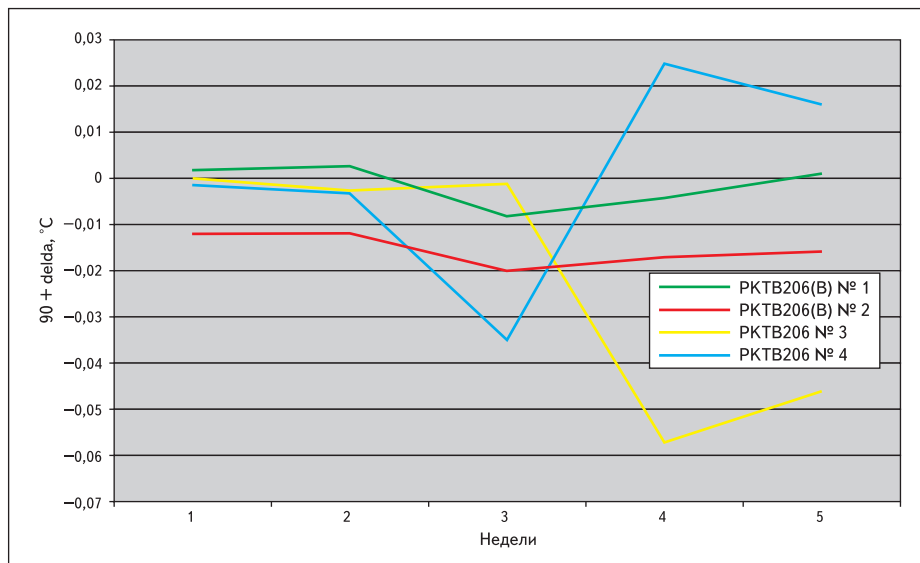


Рис. 2. График изменения показаний кварцевых термочувствительных резонаторов РКТВ206 в процессе работы при температуре 160 °C

В настоящее время ООО «СКТБ ЭлПА» совместно с ООО «КварцСенс» проводит перспективную научно-исследовательскую

и опытно-конструкторскую работу по разработке и организации опытно-промышленного производства первичных преобра-

звателей для датчика температуры на основе пьезорезонансного чувствительного элемента из лантангаллиевого танталата (ЛГТ).

Монокристалл ЛГТ сохраняет пьезоэлектрический эффект вплоть до температуры плавления 1470 °C. При этом пьезоэлектрический модуль при температуре до +500 °C уменьшается всего на 5%.

Разрабатываемый преобразователь будет иметь частотный выход 40–50 кГц, диапазон измеряемых температур от –60 до +650...900 °C, абсолютную погрешность измерения температуры 0,6 °C (при 600 °C) и разрешающую способность 0,02 °C. Указанные параметры делают преобразователь хорошей недорогой альтернативой высокотемпературным платиновым термосопротивлениям и термоэлектрическим преобразователям. ■

Литература

1. Малов В. В. Пьезорезонансные датчики. Энергоатомиздат, 1989.
2. Поляков А., Заднепрятный И., Поляков В., Симон В. Прецизионные кварцевые датчики // Компоненты и технологии. 2005. № 6.