

# Прецизионный термопреобразователь ПТ 0304-ВТ

## как базовый элемент систем контроля температуры в промышленности



В статье представлены конкурентные преимущества термопреобразователя ПТ 0304-ВТ перед аналогами такого же класса. Они заключаются в доступном сочетании параметров, позволивших при низкой стоимости обеспечить высокую точность измерений и электромагнитной совместимости при сохранении термостабильности, вибропрочности, взрывозащищенности. Приведен пример расчета метрологических характеристик термопреобразователя для заданной температуры. Показано, что такой преобразователь с успехом может использоваться в различных отраслях промышленности как альтернатива импортным аналогам.

000 НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, Зеленоград

В предыдущей статье<sup>1</sup> мы рассказали об использовании прецизионного термопреобразователя ПТ 0304-ВТ (рис. 1) в нефтегазовой промышленности, подробно остановившись на принципе его работы, характеристиках и конструктивных особенностях.

Вместе с тем первый опыт продаж этого инновационного изделия показал, что около 30 % заказчиков представляли предприятия, не связанные с производством систем контроля нефти, то есть наш продукт оказался востребованным и в других отраслях народного хозяйства. Поэтому мы хотели бы представить прибор с другой стороны, рассказать о его преимуществах по сравнению с аналогами, в том числе зарубежными, как были обеспечены эти преимущества и какие характеристики могут быть особо интересны представителям других отраслей.

По соотношению цена/качество ПТ 0304-ВТ является одним из лучших в своем сегменте, а по некоторым характеристикам он даже превосходит лучшие мировые аналоги. Это реально работающая альтернатива дорогостоя-

щим импортным приборам, производимым под известными иностранными брендами, при этом его цена ниже в 2–2,5 раза.

Самая сильная сторона прибора с точки зрения функциональности — это температурная коррекция, другими словами, сведенная практически



Рис. 1. Прецизионный термопреобразователь ПТ 0304-ВТ

<sup>1</sup> Прецизионный термопреобразователь для нефтегазовой промышленности // ИСУП. 2020. № 2.

к нулю дополнительная погрешность от изменения температуры окружающей среды. Например, если некий аналогичный прибор, с высокой точностью определяющий заданные параметры в лаборатории, в полевых условиях с окружающей температурой  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  начинает давать сбои из-за несоответствия метрологических характеристик, то ПТ 0304-ВТ одинаково точен и при  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и при  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . По существу, влияние окружающей среды на него отсутствует. Прибор работает в категории климатических исполнений УХЛ1.1 по межгосударственному стандарту ГОСТ 15150-69, то есть он может эксплуатироваться в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом на открытом воздухе при температурах до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  без ухудшения основных характеристик. При более низких температурах метрологические характеристики ухудшаются, но просто в качестве средства измерения он продолжает работать. УХЛ1.1 подразумевает вариант изготовления корпуса из нержавеющей стали.

Характеристики прибора лучше всего реализуются в диапазоне температур от  $-50$  до  $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , когда обеспечиваются высокая стабильность и самые низкие погрешности. При температурах выше  $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$  термопреобразователь выйдет из класса точности по причине деградации проводочных платиновых чувствительных элементов.

Для примера на рис. 2 показан расчет метрологических характеристик ПТ 0304-ВТ для заданной температуры  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , выполненный на калькуляторе, который читатель может найти на нашем сайте [elemer.ru](http://elemer.ru).

Второе преимущество этого прибора заключается в использовании не только точных, но и стабильных термозондов, выполненных практически по технологии температурных эталонов. Это собственная технология, отработанная при изготовлении эталонных вибропрочных платиновых термометров сопротивления (ПТСВ). Бесспорно, чтобы сделать хороший датчик, требуется обеспечить его точность и стабильность – и если точность здесь обеспечивается чувствительным элементом, то стабильность – технологией монтажа и применяемыми тонкостями ее реализации. Самым простым примером может быть промывка проводочного элемента азотной кислотой с целью его полного обезжиривания. Все эти технологии мы перенесли и на изготовление термозондов для рабочего средства измерения температуры. И если раньше мы обеспечивали высокую точность производимых изделий, то сегодня можно утверждать, что наши термопреобразователи обладают и вторым не менее важным качеством – высокой стабильностью.

Третье достоинство ПТ 0304-ВТ как высокоточного и стабильного средства измерения – это его высокая электромагнитная совмести-

мость (ЭМС). Это означает, что в зависимости от нормативных требований к конкретному виду технических средств совместимое в электромагнитном смысле устройство:

- ▶ не мешает другим устройствам в эфире;
- ▶ не дает сбоев по причинам сигналов/помех других устройств;
- ▶ не дает сбоев и не выходит из строя из-за электростатических разрядов (ЭСР);
- ▶ не дает сбоев и не выходит из строя при воздействии электромагнитного импульса (ЭМИ).

Дополнительно можно отметить, что прибор не мешает самому себе.

Что это означает на практике? Прибор работает в полевых условиях, у всего обслуживаемого объекта персонала имеются сотовые телефоны, радиации. И в этом случае при включении постороннего источника обычное средство измерения такого класса буквально «сходит с ума», его метрологические характеристики резко летят вниз. Даже импортные термопреобразователи часто просто не перезапускаются. В то же время ПТ 0304-ВТ в этих условиях продолжает стабильно работать, обеспечивая все заявленные метрологические характеристики благодаря специальной схемотехнике, отработанной на одном приборе и распространенной на всю линейку.

Также нельзя не сказать о необходимости соответствия монтируемого прибора требованиям междуна-

от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+160\text{ }^{\circ}\text{C}$												$-50\text{ }^{\circ}\text{C}$	
Первичный преобразователь (ПП)				Измерительный преобразователь (ИП)				Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ПТ 0304-ВТ в диапазоне $-50..160\text{ }^{\circ}\text{C}$				Дополнительная температурная погрешность	
Код ИСХ или Класс ТС	Диапазон измерений, $^{\circ}\text{C}$	Пределы допускаемого отклонения от ИСХ (НСХ) $\Delta_{\text{пл}}$ , $^{\circ}\text{C}$	Допускаемая погрешность				по выходу HART не более, $^{\circ}\text{C}$	по выходу 4..20 mA не более, $^{\circ}\text{C}$	по выходу HART не более, $^{\circ}\text{C}$	по выходу 4..20 mA не более, $^{\circ}\text{C}$			
			HART, ДАЦП $^{\circ}\text{C}$	ЦАП, mA	ЦАП $^{\circ}\text{C}$								
<b>Индекс заказа: A1</b>													
ИСХ КВД	VD4	от -50 до +160	0,046	0,03	0,004	0,053	$\pm 0,055$	$\pm 0,094$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
	VD5	от -50 до +250	0,074	0,03	0,004	0,053	$\pm 0,080$	$\pm 0,111$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
	VD6	от -50 до +450	0,132	0,03	0,004	0,053	$\pm 0,135$	$\pm 0,156$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
НСХ: РТ100, 100П	Класс AA	от -50 до +250	0,372	0,03	0,004	0,053	$\pm 0,373$	$\pm 0,381$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
	Класс A	от -100 до +450	0,470	0,03	0,004	0,053	$\pm 0,471$	$\pm 0,477$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
	Класс B	от -196 до +600	1,100	0,03	0,004	0,053	$\pm 1,100$	$\pm 1,103$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
	Класс C	от -196 до +600	2,200	0,03	0,004	0,053	$\pm 2,200$	$\pm 2,202$	$\pm 0,014$	$\pm 0,028$			
<b>Индекс заказа: B1</b>													
ИСХ КВД	VD4	от -50 до +160	0,046	0,06	0,008	0,105	$\pm 0,076$	$\pm 0,171$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
	VD5	от -50 до +250	0,074	0,06	0,008	0,105	$\pm 0,095$	$\pm 0,181$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
	VD6	от -50 до +450	0,132	0,06	0,008	0,105	$\pm 0,145$	$\pm 0,211$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
НСХ: РТ100, 100П	Класс AA	от -50 до +250	0,372	0,06	0,008	0,105	$\pm 0,377$	$\pm 0,407$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
	Класс A	от -100 до +450	0,470	0,06	0,008	0,105	$\pm 0,474$	$\pm 0,498$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
	Класс B	от -196 до +600	1,100	0,06	0,008	0,105	$\pm 1,102$	$\pm 1,112$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			
	Класс C	от -196 до +600	2,200	0,06	0,008	0,105	$\pm 2,201$	$\pm 2,206$	$\pm 0,140$	$\pm 0,191$			

Рис. 2. Принтскрин результатов расчета на калькуляторе [elemer.ru](http://elemer.ru) метрологических характеристик ПТ 0304-ВТ для заданной температуры  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$

родного стандарта взрывозащищенности (Ex).

В результате доступное сочетание вышеперечисленных параметров позволило нам обеспечить высокие метрологические характеристики прибора на уровне эталона третьего разряда, то есть 0,03 °С, и при этом сохранить стабильность. Кроме того, прибор сохраняет вибропрочность при достаточно высоких уровнях вибрации, что обусловлено использованием чувствительных проволочных элементов с диаметром 1,5 мм и длиной 10 м, и, как уже говорилось, обладает хорошей электромагнитной совместимостью и взрывозащищенностью.

Термопреобразователь с такими параметрами может быть востребован прежде всего в сегментах промышленности, связанных с точным коммерческим учетом тепло- и энергоносителей, а также в химической отрасли, где производственные процессы должны быть выдержаны в узких диапазонах температур (например, синтез веществ), и в пищевой промышленности, где требуется контроль произ-

водственного процесса с высокими метрологическими характеристиками. Полагаем, что он заинтересует и другие отрасли.

Дополнительно следует отметить, что при изготовлении ПТ 0304-ВТ используется набор коммуникационных стандартов для промышленных сетей HART (*англ.* Highway Addressable Remote Transducer) 7-й версии с индикацией измеренных значений. Этот протокол обеспечивает уникальную обратную совместимость для интеллектуальных приборов, совмещая аналоговые линии 4–20 мА с цифровым интерфейсом передачи данных, передаваемых одновременно по тем же проводам, а также множество преимуществ цифровых полевых протоколов, дополняя доступность и распространенность существующих систем 4–20 мА.

Что касается сроков изготовления, то они составляют 8 недель, потому что приборы достаточно сложные. Всё производство, испытания и градуировка полностью сосредоточены на базовом предприятии НПП «ЭЛЕМЕР»

в Зеленограде. Имеется собственный цех металлообработки и собственные пресс-формы, которые используются при производстве корпусов. Здесь же, в Зеленограде, монтируются печатные платы. Единственное исключение — модули индикации, изготавливаемые на нашем производстве в г. Орле.

В заключение напомним, что термопреобразователь ПТ 0304-ВТ внесен в Госреестр СИ РФ за № 77963-20, изделие имеет свидетельство об утверждении типа средств измерений ОС.С.32.004.А № 76974 (до 24.03.2025) и сертификат соответствия техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» № ЕАЭС RU С-RU. ПБ98.В.00079/19 (до 07.11.2024).

ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва,  
Зеленоград,  
тел.: +7 (495) 987-1238,  
e-mail: [elemer@elemer.ru](mailto:elemer@elemer.ru),  
сайт: [www.elemer.ru](http://www.elemer.ru)