

Прецизионный термопреобразователь для нефтегазовой промышленности



В статье представлена новая разработка НПП «ЭЛЕМЕР» – прецизионные термопреобразователи (ПТ) 0304-ВТ, отвечающие строгим метрологическим требованиям ГОСТ 34396-2018. Перечислены характеристики и конструктивные особенности термопреобразователей новой серии, которые с успехом могут применяться во всех климатических зонах России.

ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград

В России ежегодно добывается около 500 миллионов тонн нефти. Относительная погрешность измерений ее количества при технологическом учете даже в одну десятую процента составит полмиллиона тонн. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34396-2018 [1] установил высокие метрологические требования к системам измерений в этой отрасли

и ко всем входящим в них средствам измерений (СИ). Сложные условия эксплуатации, прежде всего температурные, а также требования к взрывозащищенности, надежности, ремонтпригодности, удобству включения в современные аналоговые и цифровые сети, гарантированному метрологическому обслуживанию на стадиях выпуска из производства и экс-

плуатации определяет круг задач, с которыми приходится сталкиваться разработчику таких СИ.

Одной из групп СИ, включенных в таблицы указанного выше стандарта, являются термопреобразователи с пределом абсолютной допускаемой погрешности $\pm 0,3$ °С. Разработка термопреобразователя с унифицированным выходным сигналом, удовлет-



Крепление в гильзу
(корпус из алюминиевого
сплава с индикацией)

Крепление на кронштейн
(корпус из нержавеющей
стали с индикацией)

Крепление в гильзу
(корпус из алюминиевого
сплава без индикации)

Крепление в гильзу
(корпус из нержавеющей
стали без индикации)

Рис. 1. Прецизионные термопреобразователи ПТ 0304-ВТ

воряющего таким требованиям, и освоение его серийного производства завершены в ООО НПП «ЭЛЕМЕР». Опытные образцы термопреобразователей прецизионных ПТ 0304-ВТ (далее – ПТ) успешно прошли испытания в целях утверждения типа и внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под номером 77963-20.

Прецизионные термопреобразователи (рис. 1) состоят из первичного преобразователя сопротивления (ПП) с чувствительным элементом из платиновой проволоки (одним или двумя) с четырехпроводной схемой соединения, помещенным в защитную арматуру, и измерительного преобразователя (ИП).

ИП конструктивно выполнен в корпусе, в котором размещены аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) и модуль индикации (в зависимости от исполнения). ПП и ИП скреплены в единый блок надежно уплотняемым резьбовым соединением и клеммным соединителем. Сопротивление чувствительного элемента ПП преобразуется в ИП с помощью АЦП в цифровой сигнал. Цифровой сигнал обрабатывается с помощью микропроцессорного модуля ИП и поступает в ЦАП, где происходит преобразование в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока, на который при наличии у ИП частотного модулятора накладывается сигнал HART-протокола. Микропроцессорный модуль обеспечивает управление всеми схемами ИП и осуществляет информационную связь с компьютером и другими изделиями. В ряде моделей на цифровых табло термопреобразователей или HART-коммуникатора в режиме измерений отображается значение измеряемой температуры в цифровом виде.

ПТ выпускаются либо в модификации с ПП, описываемыми стандартными номинальными статическими характеристиками (НСХ) 100П или Pt100, либо с ПП, имеющими индивидуальную статическую характеристику (ИСХ) также в форме уравнения Каллендара-Ван Дюзена.

Внешнее программное обеспечение, загружаемое в персональный компьютер, обеспечивает конфигурирование ИП, получение данных в про-

Таблица 1. Характеристики первичных преобразователей с ИСХ

Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С
От –50 до +160	$\pm (0,03+1 \times 10^{-4} \times t)$
От –50 до +250	$\pm (0,05+1,5 \times 10^{-4} \times t)$
От –50 до +450	$\pm (0,1+2 \times 10^{-4} \times t)$

t – температура, °С

Таблица 2. Пределы допускаемой основной погрешности измерительного преобразователя

Пределы допускаемой основной погрешности ИП					
Цифрового сигнала по протоколу HART, $\Delta_{\text{АЦП}}$, °С		Цифро-аналогового преобразования, $\Delta_{\text{ЦАП}}$			
		$\Delta_{\text{ЦАП}}$, мА		$\Delta_{\text{ЦАП}}$, % (от интервала измерений)	
Индекс заказа					
A1	B1	A1	B1	A1	B1
$\pm 0,03$	$\pm 0,06$	$\pm 0,004$	$\pm 0,008$	$\pm 0,025$	$\pm 0,05$

цессе измерений, градуировку, поверку/калибровку ПТ, выдачу текстовых сообщений о состояниях ПТ. При конфигурировании минимальный задаваемый интервал (поддиапазон) измерений составляет 10 °С. Метрологически значимая часть программного обеспечения встроена в микропроцессорный модуль ИП и доступна только изготовителю.

Номинальные статические характеристики, диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей ПП с НСХ 100П и Pt100 различных классов допуска соответствуют ГОСТ 6651-2009 [2], для ПП с ИСХ диапазоны и погрешности приведены в табл. 1.

В табл. 2 приведены пределы допускаемой основной погрешности компонентов (АЦП и ЦАП) ИП для диапазона измерений от минус 200 °С до 600 °С и индексов заказа А1 и В1.

Приведенные в табл. 1 высокие точности передачи единицы температуры первичным преобразователям обеспечиваются индивидуальной градуировкой чувствительных элементов ПП в ампулах тройной точки воды и реперных точек 1-го разряда производства ООО НПП «ЭЛЕМЕР»¹. Используются ампулы точки плавления галлия (26,7646 °С), тройной точки ртути (минус 38, 8344 °С) и, в зависимости от верхней границы диапазона, ампулы точки затвердевания индия

(156,5985 °С), олова (231,928 °С), цинка (419,527 °С).

ПТ 0304-ВТ имеет встроенную функцию температурной компенсации, которая нивелирует воздействие температуры окружающей среды на показания прибора, благодаря чему его можно применять во всех климатических зонах России.

В целом прецизионный термопреобразователь ПТ 0304-ВТ ни в чем не уступает дорогостоящим зарубежным аналогам, до сих пор используемым отечественными нефтяными компаниями и компаниями стран ЕАС.

Литература

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34396-2018 «Системы измерений количества и показателей качества нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 6651-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний».

В. М. Окладников, генеральный директор,
В. А. Медведев, советник по метрологии,
А. С. Верендеев, руководитель направления
«Термометрия»,
ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва,
г. Зеленоград,
тел.: +7 (800) 100-5147,
e-mail: elemer@elemer.ru,
сайт: www.elemer.ru

¹ Внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, номер 67974-17.