

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304

Назначение средства измерений

Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304 (далее – термопреобразователи) предназначены для измерений и непрерывного преобразования температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ в унифицированный выходной токовый сигнал и (или) цифровой сигнал на базе HART-протокола, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU.

Описание средства измерений

Принцип действия термопреобразователей заключается в преобразовании температуры в электрическое сопротивление (для первичных преобразователей температуры термопреобразователей сопротивления) или в термоэлектродвижущую силу (для первичных преобразователей температуры термоэлектрических) и последующем преобразовании сигнала от первичного преобразователя (в зависимости от конструктивного исполнения): в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА; в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА и цифровой сигнал на базе HART-протокола; в цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU.

Термопреобразователи выпускаются в пяти модификациях – ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304/М3-МВ, отличающихся конструктивными особенностями.

В состав термопреобразователей входят:

первичные преобразователи температуры;

измерительные преобразователи ИП 0304/М1 (для ТПУ 0304/М1), ИП 0304/М2 (для ТПУ 0304/М2), ИП 0304/М1-Н (для ТПУ 0304/М1-Н), ИП 0304/М2-Н (для ТПУ 0304/М2-Н);

электронный блок (для ТПУ 0304/М3-МВ);

светодиодный (СД) или жидкокристаллический (ЖК) модули индикации (для ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М2-Н).

В качестве первичных преобразователей (ПП) температуры используются термопреобразователи сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009 или термоэлектрические преобразователи (ТП) по ГОСТ 6616-94.

Составные части термопреобразователей предназначены:

ТС – для преобразования температуры в электрическое сопротивление;

ТП – для преобразования температуры в термоэлектродвижущую силу (т.э.д.с);

ИП – для преобразования сигнала, поступающего от ТС или от ТП, в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА (для ТПУ 0304/М1 и ТПУ 0304/М2), в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА и цифровой сигнал на базе HART-протокола (для ТПУ 0304/М1-Н и ТПУ 0304/М2-Н);

электронный блок - для преобразования сигнала, поступающего от ТС или от ТП, в цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколом обмена MODBUS RTU (для ТПУ 0304/М3-МВ);

модуль индикации – для индикации текущих значений измеряемой температуры.

В состав ИП и электронного блока входит компенсатор температуры «холодного» спая ТП.

ИП выполнен в виде единого конструктивного узла, который устанавливается в головку термопреобразователя.

Для конструктивного исполнения ТПУ 0304/М2 и ТПУ 0304/М2-Н, с индикацией текущих значений измеряемой температуры, ИП с присоединенным к нему модулем индикации устанавливается в головку термопреобразователя.

ИП и электронный блок являются микропроцессорными устройствами. С целью получения достоверных результатов измерений при включении термопреобразователей предусмотрена самодиагностика, включающая проверку исходных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти указанных устройств.

Термопреобразователи имеют исполнения:

- общепромышленное;
- взрывозащищенное с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с добавлением в их шифре индекса «Ех»;
- взрывозащищенное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» с добавлением в их шифре индекса «Ехd»;
- повышенной надежности для эксплуатации на объектах атомных станций (АС) с добавлением в их шифре индекса «А»;
- морское с добавлением в их шифре индекса «ОМ».

Общий вид термопреобразователей и места для размещения знака утверждения типа представлены на рисунках 1 – 4.

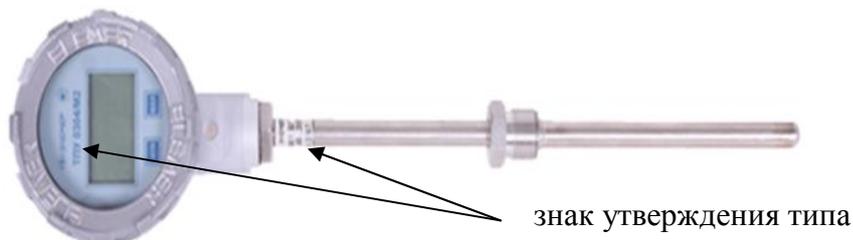


Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304/М1



Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304/М1-Н

Рисунок 1 - Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М1-Н



Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304А/М1, ТПУ 0304А/М1-Н, ТПУ 0304/М1 ОМ



Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304А/М2, ТПУ 0304А/М2-Н, ТПУ 0304/М2 ОМ, ТПУ 0304/М2-Н ОМ

Рисунок 2 - Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304А/М1, ТПУ 0304А/М1-Н, ТПУ 0304/М1 ОМ, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304А/М2, ТПУ 0304А/М2-Н, ТПУ 0304/М2 ОМ, ТПУ 0304/М2-Н ОМ

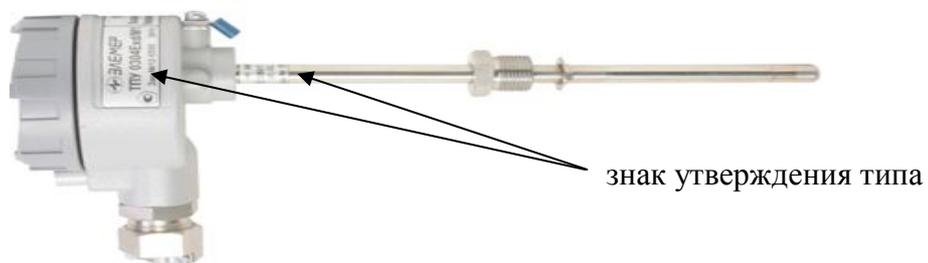


Рисунок 3 - Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304Exd, ТПУ 0304/М3-МВ, ТПУ 0304А/М3-МВ, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М2-Н, ТПУ 0304А/М2, ТПУ 0304А/М2-Н, ТПУ 0304/М2 ОМ, ТПУ 0304/М2-Н ОМ

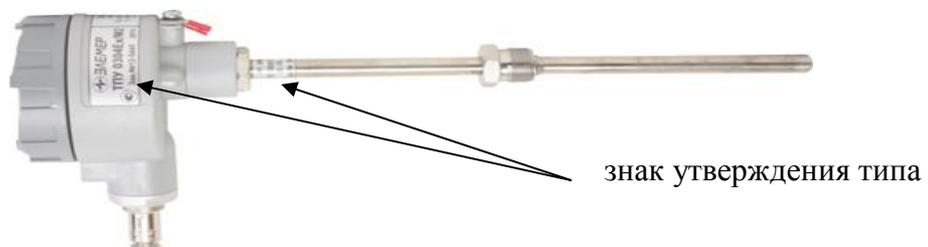


Рисунок 4 - Термопреобразователи универсальные: ТПУ 0304Ех, ТПУ 0304, ТПУ 0304А ТПУ 0304/М1 ОМ, ТПУ 0304/М2 ОМ, ТПУ 0304/М3-МВ ОМ

Пломбировка термопреобразователей осуществляется после монтажа на месте эксплуатации путем пломбирования мест крепления крышки термопреобразователя.

Программное обеспечение

Термопреобразователи имеют программное обеспечение (ПО):

1) встроенное (микропрограмма контроллера прибора: ПО ТПУ0304/М1, версии v.2.3 для модификаций ТПУ 0304/М1; ПО ТПУ0304/М2, версии v.3.19 для модификаций ТПУ 0304/М2; ПО ТПУ0304/М1-Н, версии v.7.27 для модификаций ТПУ 0304/М1-Н; ПО ТПУ0304/М2-Н, версии v.6.0 для модификаций ТПУ 0304/М2-Н; ПО ТПУ0304/М3-МВ, версии v.0.0.2 для модификаций ТПУ 0304/ М3-МВ);

2) внешнее (программы для персонального компьютера: «Настройка приборов серии ИПМ 0399/М0, ИП0304 для модификаций ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2,» версии 1.01; «HARTconfig»

для модификаций ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н версии 12.0; «MODBUSconfig» версии 1.023 для модификации ТПУ 0304/М3-МВ).

Встроенное ПО прибора разработано изготовителем специально для решения задач измерения температуры и преобразования в унифицированный токовый сигнал.

Конструктивно термопреобразователи имеют защиту встроенного ПО от преднамеренных или непреднамеренных изменений, реализованную изготовителем на этапе производства путем установки системы защиты микроконтроллера от чтения и записи.

Нормирование метрологических характеристик термопреобразователей проведено с учетом того, что встроенное ПО является неотъемлемой частью прибора.

Внешнее ПО предназначено для передачи результатов измерений на ПК, преобразовании выходного сигнала в цифровой сигнал, отображения результатов измерений на модуле индикации на дисплее, перестройки диапазонов измерений, диагностического контроля возможных повреждений в работе термопреобразователей и их составных частей и не используется при выполнении процедуры измерений температуры.

Примечание - Идентификационные данные встроенного ПО и соответствие его функционирования в заложенной программе проверяются на этапе производства ИП 0304, при прошивке микроконтроллера, способом проверки контрольной суммы, т.к. встроенное ПО, изготовленных термопреобразователей ТПУ 0304 недоступно для чтения и записи.

Результаты проверки идентификационных данных ПО и результаты функциональных проверок с целью установления соответствия ПО его описанию в документации положительны и оформлены отдельными протоколами. При этом установлено, что ПО не оказывает влияния на метрологические характеристики преобразователей.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1. Идентификационные данные ПО.

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
ПО ТПУ0304/М1	МСИС_PIC16LF876_V2.30_22.5mA.hex	v.2.3	A742FC7A	CRC-16
ПО ТПУ0304/М2	МСИС_PIC16LF876_V3.19A.hex	v.3.19	7CA832F0	CRC-16
ПО ТПУ0304/М1-Н	IP0304_M1_ver7_27_10_11.hex	v.7.27	132AF7E4	CRC-16
ПО ТПУ0304/М2-Н	IP0304_M2_ver6.0 hex	v.6.0	D42BB496	CRC-16
ПО ТПУ0304/М3-МВ	0_C8051_304_v.0.0.2	v.0.0.2	29AA7356	CRC-16
ООО НПП «ЭЛЕМЕР» Настройка приборов серии ИПМ0399/М0, ИП0304	Настройка приборов серии ИПМ0399/М0, ИП0304, НКГЖ.00131.001-01	1.01	1AE6895H	CRC-16
ООО НПП «ЭЛЕМЕР» HARTconfig	HARTconfig, НКГЖ.00131.001-02	12.0	E89D9745	CRC-16
ООО НПП «ЭЛЕМЕР» MODBUSconfig	MODBUSconfig, НКГЖ.00133.001-02	1.023	345E3A9H	CRC-16

В целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений в процессе эксплуатации, конструкцией предусмотрено ограничение доступа к метрологически значимым составным частям путем пломбирования мест крепления крышки термопреобразователя после монтажа на месте эксплуатации.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Диапазоны измерений:	НСХ
- от минус 50 до 200 °С	100М;
- от минус 50 до 500 °С	100П;
- от минус 50 до 600 °С	Pt100, ТХК(L);
- от минус 50 до 750 °С	ТЖК(J);
- от минус 50 до 1300 °С	ТХА(К);
- от 0 до 1700 °С	ТПП(S);
- от 300 до 1800 °С	ТПР(В);
от минус 50 до 1300 °С	ТНН(N).

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в процентах от нормирующего значения для индекса заказа А: $\pm 0,15$; $\pm 0,2$; $\pm 0,25$; для индекса заказа В: $\pm 0,25$; $\pm 0,3$; $\pm 0,4$; $\pm 0,5$; $\pm 0,6$.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности с учетом перенастройки рабочих диапазонов измерений и различных длин монтажной части вычислить по формуле (1):

$$g = \frac{K}{(T_B - T_H)} \cdot 100 + 0,075, \quad (1)$$

где γ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %;

K – нормирующий коэффициент, °С,

T_H, T_B – нижний и верхний пределы измерений температуры, °С;

0,075 – аддитивная составляющая основной приведенной погрешности, %.

Выходные сигналы:

- аналоговый сигнал постоянного тока, мА: 4...20 мА;
- аналоговый сигнал постоянного тока, мА: 4...20, совмещенный с цифровым выходным сигналом на базе HART- протокола;
- цифровой сигнал на базе интерфейса RS-232;
- цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485.

По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации термопреобразователи (в зависимости от конструктивного исполнения) соответствуют ГОСТ Р 52931-2008:

- группе исполнения С2;
- группе исполнения С3;
- группе исполнения С2, с расширенным диапазоном температуры окружающего воздуха от минус 55 до 80 °С;
- группе исполнения С3, с расширенным диапазоном температуры окружающего воздуха от минус 55 до 80 °С.

Термопреобразователи, согласно ГОСТ 15150-69, соответствуют климатическому исполнению и категории (в зависимости от конструктивного исполнения) – Т3, ТВ3.

Примечание – Термопреобразователи, используемые на морских судах, соответствуют климатическому исполнению и категории Т3, в расширенной области температуры эксплуатации от минус 25 до 80 °С.

По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации термопреобразователи, согласно ГОСТ 17516.1-90 соответствуют группе исполнения М6.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (20 ± 5) °С до любой температуры в пределах рабочей температуры на каждые 10 °С изменения температуры не превышает 0,5 предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов в диапазоне рабочей температуры не превышает предела допускаемой основной погрешности.

Предел допускаемой дополнительной погрешности ТПУ 0304/М3-МВ для конфигурации с ТП, вызванной изменением температуры их свободных концов в диапазоне рабочей температуры не превышает 1 °С.

Предел допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием повышенной влажности до 95 % при 35 °С не превышает:

0,2 предела допускаемой основной погрешности для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н;

0,5 предела допускаемой основной погрешности для ТПУ 0304/М3-МВ.

Предел допускаемой дополнительной погрешности во время воздействия вибрации не превышает предела допускаемой основной погрешности.

Изоляция электрических цепей термопреобразователей между токоведущими цепями и корпусом выдерживает в течение 1 мин действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц 500 В при температуре окружающего воздуха (20±5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

Электрическое сопротивление изоляции цепей питания и выходных цепей ТПУ 0304 относительно корпуса не менее 20 МОм при температуре окружающего воздуха (20±5) °С и относительной влажности от 30 до 80 %.

Питание термопреобразователей осуществляется от источников постоянного тока номинальным напряжением 24 или 36 В.

Потребляемая мощность, Вт, не более:

0,8 для напряжения питания 36 В (для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н);

0,6 для напряжения питания 24 В (для ТПУ 0304/М1, ТПУ 0304/М2, ТПУ 0304/М1-Н, ТПУ 0304/М2-Н);

2,4 для напряжения питания 24 В (для ТПУ 0304/М3-МВ).

Длина монтажной и погружаемой частей термопреобразователей, в зависимости от исполнения, от 60 до 3150 мм в соответствии с ГОСТ 6651-2009 и ГОСТ 6616-94, диаметр монтажной и погружаемой частей термопреобразователей от 3 до 12 мм.

Масса термопреобразователей в зависимости от конструктивного исполнения от 0,3 до 2,4 кг.

Средняя наработка на отказ не менее 30000 ч или 50000 ч в зависимости от исполнения.

Средний срок службы не менее 10 или 12 лет в зависимости от исполнения.

Примечание - при использовании термопреобразователей с ТП при температуре от 1100 до 1800 °С срок службы не более 200 ч.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на таблички, прикрепленные к корпусу термопреобразователей без модуля индикации, и на передние панели термопреобразователей с модулем индикации - термотрансферным способом, на эксплуатационную документацию НКГЖ.405511.00ХРЭ и паспорта НКГЖ.405511.00ХПС, НКГЖ.405591.00ХПС – типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность поставки приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Комплектность

№ п/п	Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1	Термопреобразователь универсальный ТПУ 0304/М_____	НКГЖ.411611.00Х	1	Модификация и исполнение термопреобразователя, комплект ПО, ИП из комплекта запасных частей – в соответствии с заказом
2	Комплект программного обеспечения: Настройка приборов серии ИПМ 0399/МО, ИП 0304 HARTconfig MODBUSconfig	НКГЖ.00135.001-01	1	
		НКГЖ.00131.001-02	1	
		НКГЖ.00133.001-02	1	
3 3.1	Комплект запасных частей Преобразователи измерительные ИП 0304/М1 ИП 0304/М2 ИП 0304/М1-Н ИП 0304/М2-Н	НКГЖ.411963.001	1	
		НКГЖ.405591.001	1	
		НКГЖ.405591.002	1	
		НКГЖ.405591.001-05	1	
	ИП 0304/М2-Н	НКГЖ.405591.020	1	
3	Руководство по эксплуатации	НКГЖ.411611.00__РЭ	1	
4	Паспорт ТПУ-0304/М_____	НКГЖ.411611.00__ПС	1	
5	Методика поверки	НКГЖ.411611.001МП	1	

Поверка

Поверка осуществляется по документу «Инструкция. Термопреобразователи универсальные ТПУ 0304. Методика поверки. НКГЖ.411611.001МП», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ» 19.03.2012 г.

Основные средства поверки:

калибраторы температуры эталонные КТ-500 (Рег. №45007-10), диапазон от 50 до 500 °С, пределы погрешности $\pm(0,05+0,0006 \cdot t)$;

калибраторы температуры эталонные КТ-110 (Рег. №26111-08), диапазон от минус 40 до 110 °С, пределы погрешности $\pm(0,05+0,0005 \cdot t)$;

калибраторы температуры эталонные КТ-650 (Рег. №45032-10), диапазон от 50 до 650 °С, пределы погрешности $\pm(0,05+0,0006 \cdot t)$;

калибраторы температуры эталонные КТ-1100 (Рег. №26113-03), диапазон от 300 до 1100 °С, пределы погрешности $\pm 1,5$ °С;

вертикальная трубчатая печь (максимальная рабочая температура не менее 1800 °С, градиент температуры по оси (в ее средней части) при температуре 1400 °С не более 1 °С/см);

калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (Рег. №35062-07), основные погрешности воспроизведения и измерения: для ТС: $\pm 0,03$ °С, $\pm 0,05$ °С, для ТП: $\pm 0,3$ °С, ± 1 °С, ± 2 °С, для постоянного тока $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА);

система поверки термопреобразователей автоматизированная АСПТ (Рег. №19973-06), диапазон от 0 до 30 мА, основная погрешность измерения $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА.

Сведения о методиках (методах) измерений

Раздел «Использование изделий по назначению» руководств по эксплуатации НКГЖ.411611.001РЭ, НКГЖ.411611.003РЭ, НКГЖ.411611.005РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к термопреобразователям универсальным ТПУ 0304

1. ГОСТ 8.558-93. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
2. ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.
3. ГОСТ 6651-2009. ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.
4. ГОСТ 6616-94. Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.
5. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (при их наличии)

Осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью
Научно-производственное предприятие «ЭЛЕМЕР»
124460, г. Москва, г. Зеленоград, корп. 1145, н.п. 1
ООО НПП «ЭЛЕМЕР»
Тел: (495) 925-51-47 Факс: (499) 710-00-01
E-mail: elemer@elemer.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт
физико-технических и радиотехнических измерений»
141570 Московская обл., Солнечногорский р-н, г.п. Менделеево
тел./факс: (495) 744-81-12; e-mail: office@vniiftri.
Аттестат аккредитации от 04.12.2008г., регистрационный № 30002-08.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«_____» _____ 2012 г.