

Техническое описание iTEMP TMT162

Преобразователь температуры в полевом корпусе
с протоколом HART®



Применение

- Универсальный вход для термометра сопротивления (ТС), термопары (ТП), датчика сопротивления (омы), преобразователя напряжения (мВ)
- Выход:

Преимущества

- Максимальная надежность при работе в тяжелых промышленных условиях, обеспечиваемая двухсекционным корпусом и компактной полностью закрытой электронной частью
- Дисплей с подсветкой и большими символами
- Диагностическая информация согласно NAMUR NE107
- Надежная работа благодаря непрерывному мониторингу состояния первичных преобразователей температуры: информация о сбоях/поломках, осуществление "горячего

резервирования", предупреждение о дрейфе первичного преобразователя, детектирование коррозии и обнаружение аппаратных ошибок электроники преобразователя

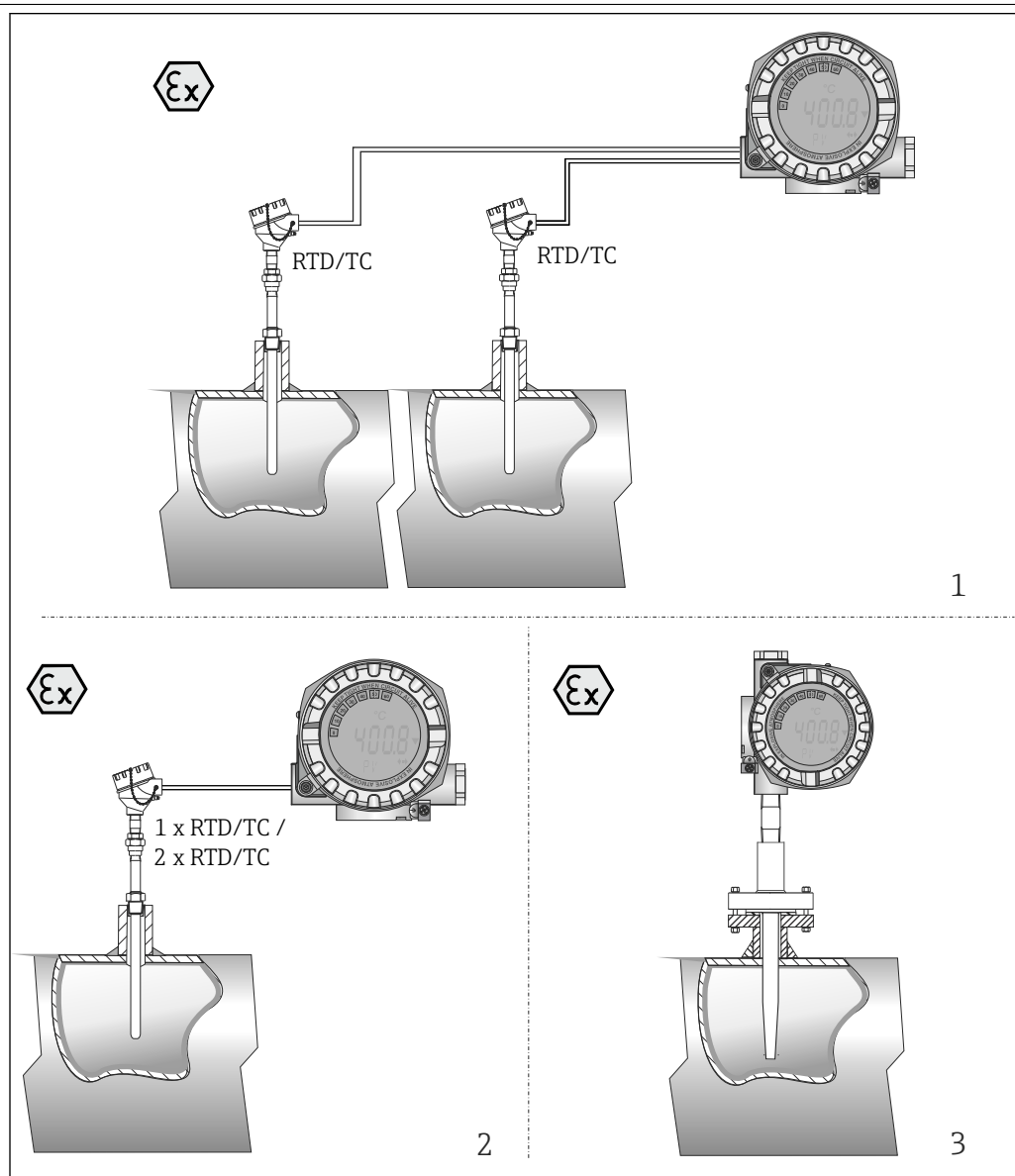
- Международные сертификаты – FM, CSA (IS, NI, XP и DIP) и ATEX (Ex ia, Ex nA nL, Ex d и защита от воспламенения горючей пыли)
- Сертификация SIL согласно ГОСТ Р МЭК 61508:2010
- Гальваническая изоляция 2 кВ (вход датчика/токовый выход)

Принцип действия и архитектура системы

Принцип измерения

Электронное измерение, преобразование и отображение входных сигналов для промышленного измерения температуры.

Измерительная система



1 Примеры применения

- 1 Два независимых термометра, подключенных к двоянному входу преобразователя с выносным монтажом. Преимущества: возможность детектирования дрейфа термометра (контроль разности показаний) и осуществление "горячего резервирования" (автоматическое переключение с одного термометра на другой при отказе первого)
- 2 Подключение термопреобразователя сопротивления или термопары с одинарным или двоянным чувствительным элементом для резервирования
- 3 Компактный датчик температуры, включающий в себя полевой преобразователь температуры, чувствительный элемент, вставку и термогильзу

Полевой преобразователь температуры iTEMP TMT162 представляет собой двухпроводный преобразователь с аналоговым выходом или выходом Fieldbus, двумя измерительными входами (опция) для термопреобразователей сопротивления и датчиков сопротивления с 2-, 3- или 4-проводным подключением (для резистивного измерения температуры), термопар и преобразователей напряжения. ЖК-дисплей отображает текущее измеренное значение термометра в цифровом представлении и в виде гистограммы, а также текущее состояние прибора.

Стандартные функции диагностики первичных преобразователей температуры

- Разрыв цепи кабеля, короткое замыкание
- Неправильное электроподключение
- Внутренние ошибки прибора
- Обнаружение выхода за верхний и нижний пределы допустимого диапазона
- Обнаружение выхода за пределы температуры окружающей среды

Обнаружение коррозии согласно NAMUR NE89

Коррозия в кабелях подключения датчиков может привести к получению неправильных значений измеряемых величин. Полевой преобразователь температуры обеспечивает обнаружение коррозии в термопарах и термопреобразователях сопротивления с 4-проводным подключением, прежде чем произойдет искажение измеренного значения. Преобразователь предотвращает выдачу неправильных значений измеряемых величин и может отправлять предупреждения на дисплей по протоколу HART® или Fieldbus в случае, если значение сопротивления проводника превысит допустимую величину.


Обнаружение низкого напряжения


Функция обнаружения низкого напряжения питания предотвращает непрерывную передачу некорректного значения аналогового выходного сигнала (например, в случае повреждения источника питания или повреждения сигнального кабеля). При падении напряжения питания ниже требуемой величины значение аналогового выходного сигнала падает до $< 3,6 \text{ мАна} > 4 \text{ с}$. Выдается сообщение об ошибке. После этого прибор циклически пытается перезапуститься и передать стандартное значение аналогового выходного сигнала. Если напряжение питания остается слишком низким, значение аналогового выходного сигнала снова опускается ниже 3,6 мА.

Функции 2-канального измерения

Эти функции позволяют повысить надежность и доступность значений процесса:

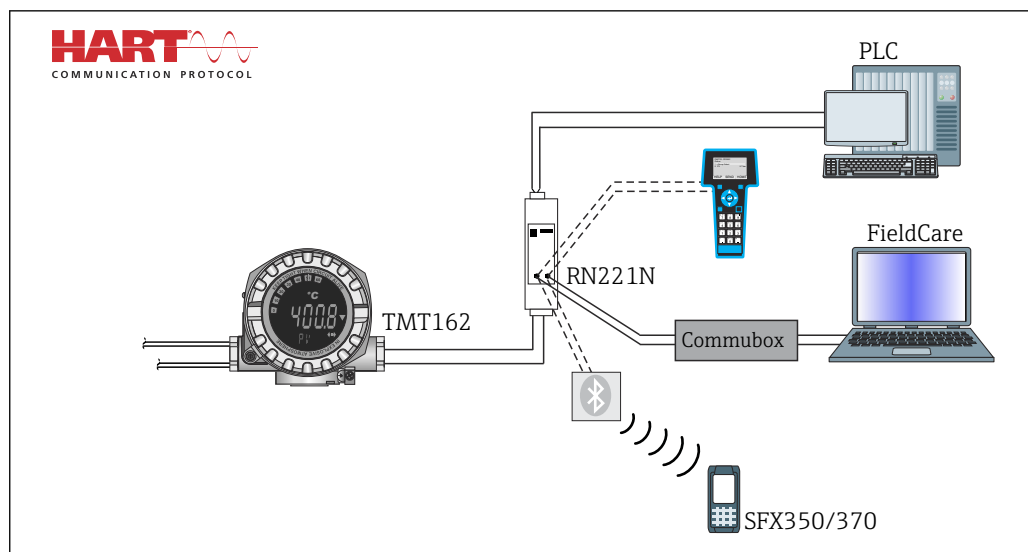
- Резервирование датчиков: При отказе датчика 1 выходной сигнал переключается на выдачу значения измеряемой величины от датчика 2 без прерывания передачи выходного сигнала.
- Переключение в зависимости от температуры: Значение измеряемой величины записывается датчиком 1 или 2 в зависимости от температуры процесса.
- Обнаружение дрейфа датчика: предупреждающий или аварийный сигнал о дрейфе одного из датчиков, если значение разности между датчиками превышает заранее установленную величину.
- Измерение среднего значения или разности температур датчиков
- Измерение среднего значения датчиков с активированной функцией резервирования

 Не все режимы доступны в режиме SIL, для получения дополнительной информации см. раздел "Руководство по функциональной безопасности".

 Руководство по функциональной безопасности для полевого преобразователя температуры TMT162: SD01632T/09

Архитектура оборудования

Аналоговый токовый выход 4 до 20 мА, протокол HART®



A0014375

Вход

Измеряемая величина Температура (линейная зависимость передаваемого сигнала от температуры), сопротивление и напряжение.

Диапазон измерения Существует возможность подключения двух независимых друг от друга датчиков ¹⁾. Измерительные входы не имеют гальванической изоляции друг от друга.

Термометр сопротивления (RTD) в соответствии со стандартом	Описание	α	Пределы диапазона измерения	Мин. шкала
МЭК 60751:2008	Pt100 (1) Pt200 (2) Pt500 (3) Pt1000 (4)	0,003851	-200 до +850 °C (-328 до +1562 °F) -200 до +850 °C (-328 до +1562 °F) -200 до +500 °C (-328 до +932 °F) -200 до +250 °C (-328 до +482 °F)	10 К (18 °F)
JIS C1604:1984	Pt100 (5)	0,003916	-200 до +510 °C (-328 до +950 °F)	10 К (18 °F)
DIN 43760 IPTS-68	Ni100 (6) Ni120 (7)	0,006180	-60 до +250 °C (-76 до +482 °F) -60 до +250 °C (-76 до +482 °F)	10 К (18 °F)
ГОСТ 6651-94	Pt50 (8) Pt100 (9)	0,003910	-185 до +1100 °C (-301 до +2012 °F) -200 до +850 °C (-328 до +1562 °F)	10 К (18 °F)
OIML R84: 2003, ГОСТ 6651-2009	Cu50 (10) Cu100 (11)	0,004280	-180 до +200 °C (-292 до +392 °F) -180 до +200 °C (-292 до +392 °F)	10 К (18 °F)
	Ni100 (12) Ni120 (13)	0,006170	-60 до +180 °C (-76 до +356 °F) -60 до +180 °C (-76 до +356 °F)	10 К (18 °F)
OIML R84: 2003, ГОСТ 6651-94	Cu50 (14)	0,004260	-50 до +200 °C (-58 до +392 °F)	10 К (18 °F)
-	Pt100 (Каллендар – ван Дюзен) Никель, полином Медь, полином	-	Диапазон измерения, как правило, совпадает с диапазоном рабочих температур; на этом диапазоне путем градуировки датчика Pt100 определяются коэффициенты функции Каллендара – ван Дюзена (А, В, С и R0), которые впоследствии заносятся в ПО преобразователя.	10 К (18 °F)
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Тип подключения: 2-проводное, 3-проводное или 4-проводное подключение, ток датчика: $\leq 0,3$ мА ■ Для 2-проводного подключения предусмотрена компенсация сопротивления проводов (0 до 30 Ом) ■ Для 3-проводного и 4-проводного подключения максимально допустимое сопротивление проводов датчика составляет 50 Ом на один провод 			
Преобразователь сопротивления	Сопротивление, Ом		10 до 400 Ом 10 до 2000 Ом	10 Ом 10 Ом

1) В случае двуканального измерения необходимо сконфигурировать одну и ту же единицу для двух каналов (например, для обоих каналов °C, F или K). Независимое двуканальное измерение с преобразователями сопротивления (Ом) и преобразователями напряжения (мВ) невозможно.

Термопары в соответствии со стандартом	Описание	Пределы диапазона измерения		Мин. шкала
МЭК 60584, часть 1 ASTM E230-3	Тип А (W5Re-W20Re) (30) Тип В (PtRh30-PtRh6) (31) Тип Е (NiCr-CuNi) (34) Тип J (Fe-CuNi) (35) Тип К (NiCr-Ni) (36) Тип N (NiCrSi-NiSi) (37) Тип R (PtRh13-Pt) (38) Тип S (PtRh10-Pt) (39) Тип Т (Cu-CuNi) (40)	0 до +2 500 °С (+32 до +4 532 °F) +40 до +1 820 °С (+104 до +3 308 °F) -250 до +1 000 °С (-418 до +1 832 °F) -210 до +1 200 °С (-346 до +2 192 °F) -270 до +1 372 °С (-454 до +2 501 °F) -270 до +1 300 °С (-454 до +2 372 °F) -50 до +1 768 °С (-58 до +3 214 °F) -50 до +1 768 °С (-58 до +3 214 °F) -200 до +400 °С (-328 до +752 °F)	Рекомендуемый диапазон температур: 0 до +2 500 °С (+32 до +4 532 °F) +500 до +1 820 °С (+932 до +3 308 °F) -150 до +1 000 °С (-238 до +1 832 °F) -150 до +1 200 °С (-238 до +2 192 °F) -150 до +1 200 °С (-238 до +2 192 °F) -150 до +1 300 °С (-238 до +2 372 °F) -150 до +1 300 °С (-238 до +2 372 °F) +50 до +1 768 °С (+122 до +3 214 °F) +50 до +1 768 °С (+122 до +3 214 °F) -150 до +400 °С (-238 до +752 °F)	50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F) 50 К (90 °F)
МЭК 60584, часть 1 ASTM E230-3 ASTM E988-96	Тип С (W5Re-W26Re) (32)	0 до +2 315 °С (+32 до +4 199 °F)	0 до +2 000 °С (+32 до +3 632 °F)	50 К (90 °F)
ASTM E988-96	Тип D (W3Re-W25Re) (33)	0 до +2 315 °С (+32 до +4 199 °F)	0 до +2 000 °С (+32 до +3 632 °F)	50 К (90 °F)
DIN 43710	Тип L (Fe-CuNi) (41) Тип U (Cu-CuNi) (42)	-200 до +900 °С (-328 до +1 652 °F) -200 до +600 °С (-328 до +1 112 °F)	-150 до +900 °С (-238 до +1 652 °F) -150 до +600 °С (-238 до +1 112 °F)	50 К (90 °F)
ГОСТ R8.585-2001	Тип L (NiCr-CuNi) (43)	-200 до +800 °С (-328 до +1 472 °F)	-200 до +800 °С (+328 до +1 472 °F)	50 К (90 °F)
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Встроенный Pt100 для компенсации температуры холодного спая ■ Внешняя компенсация холодного спая: настраиваемое значение в диапазоне -40 до +85 °С (-40 до +185 °F) ■ Максимальное сопротивление провода датчика 10 кОм (если сопротивление провода датчика превышает 10 кОм, то появляется сообщение об ошибке в соответствии с NAMUR NE89) 			
Преобразователь напряжения (мВ)	Напряжение (мВ)	-20 до 100 мВ		5 мВ

Тип входа

Если используются входные сигналы обоих датчиков, то возможны перечисленные ниже комбинации соединений.

		Входной сигнал датчика 1			
		Термометр сопротивления, 2-проводное подключение	Термометр сопротивления, 3-проводное подключение	Термометр сопротивления, 4-проводное подключение	Преобразователь термоэлектрический (термопара)
Входной сигнал датчика 2	Термометр сопротивления, 2-проводное подключение	☑	☑	-	☑
	Термометр сопротивления, 3-проводное подключение	☑	☑	-	☑
	Термометр сопротивления, 4-проводное подключение	-	-	-	-
	Преобразователь термоэлектрический (термопара)	☑	☑	☑	☑

Выход

Выходной сигнал	Аналоговый выход	4 до 20 мА, 20 до 4 мА (может быть переключен)
	Кодирование сигнала	FSK ±0,5 мА по токовому сигналу
	Скорость передачи данных	1200 бод
	Гальваническая развязка	U = 2 kV AC, 1 мин. (вход/выход)

Информация об отказах

Информация об отказах в соответствии с NAMUR NE43:

Информация об отказах возникает в тех случаях, когда данные об измерении пропадают или становятся недостоверными. При этом формируется полный список всех ошибок, возникших в измерительной системе.

Выход за нижний предел допустимого диапазона	Линейное снижение с 4,0 до 3,8 мА
Выход за верхний предел допустимого диапазона	Линейное возрастание с 20,0 до 20,5 мА
Отказ, например отказ датчика; короткое замыкание датчика	≤ 3,6 мА («низкий») или ≥ 21 мА («высокий»), возможен выбор Значение для настройки аварийного сигнала «высокий» можно выбрать в диапазоне от 21,5 мА до 23 мА, за счет чего обеспечивается гибкость в согласовании с различными системами управления.

Нагрузка

$R_{b \text{ макс.}} = (U_{b \text{ макс.}} - 11,5 \text{ В}) / 0,023 \text{ А (токовый выход)}$	<p>1 Сетевое напряжение U_b (В пост. тока)</p> <p>2 Нагрузка (Ом)</p>
--	--

Алгоритм действий при передаче/линеаризации

Прямая зависимость от температуры, прямая зависимость от сопротивления, прямая зависимость от напряжения

Сетевой фильтр

50/60 Гц

Фильтр

Цифровой фильтр первого порядка: 0 до 120 с

Данные протокола

Идентификатор изготовителя	17 (0x11)
Идентификатор типа прибора	0x11CE
Спецификация HART®	7.6
Адрес прибора в многоточечном режиме Multidrop ¹⁾	Программная адресация 0 до 63
Файлы описания прибора (DTM, DD)	Информация и файлы на: www.endress.com www.fieldcommgroup.org

Нагрузка HART	Мин. 250 Ω
Переменные прибора HART	<p>Измеренные значения можно присваивать любым переменным прибора.</p> <p>Измеренные значения для первой, второй, третьей и четвертой переменных процесса (PV, SV, TV, QV)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Датчик 1 (измеренное значение) ■ Датчик 2 (измеренное значение) ■ Температура прибора ■ Среднее арифметическое из двух измеряемых значений: $0,5 \times (SV1+SV2)$ ■ Разница между значениями датчика 1 и датчика 2: $SV1-SV2$ ■ Датчик 1 (резервный датчик 2): в случае неисправности датчика 1 показания датчика 2 автоматически становятся первичным значением HART® (PV): датчик 1 (ИЛИ датчик 2) ■ Переключение датчиков: если значение превышает установленное пороговое значение T для датчика 1, значение измеряемой величины с датчика 2 становится первичным значением HART® (PV). Возврат к показаниям датчика 1 выполняется, когда значение датчика 1 по крайней мере на 2 K ниже значения T: датчик 1 (датчик 2, если датчик 1 > T) ■ Среднее значение: $0,5 \times (SV1+SV2)$ с резервным датчиком (значение измеряемой величины датчика 1 или 2 в случае ошибки одного из датчиков)
Поддерживаемые функции	<ul style="list-style-type: none"> ■ Пакетный режим ¹⁾ ■ Сигнальный звук ■ Краткая информация о состоянии

1) Невозможно в режиме SIL, см. руководство по функциональной безопасности SD01632T/09

Данные беспроводной передачи HART

Минимальное пусковое напряжение	11,5 В пост. тока
Пусковой ток	3,58 мА
Время запуска	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нормальный режим работы: 6 с ■ Режим SIL: 29 с
Минимальное рабочее напряжение	11,5 В пер. тока
Ток режима Multidrop	4,0 мА ¹⁾
Время настройки соединения	<ul style="list-style-type: none"> ■ Нормальный режим работы: 9 с ■ Режим SIL: 10 с

1) Без тока Multidrop в режиме SIL

Защита параметров прибора от записи

- Аппаратная: защита от записи с помощью DIP-переключателя на электронном модуле в приборе
- Программная: защита от записи с помощью пароля

Задержка включения

- До запуска протокола HART® прилб. 10 с, в процессе задержки срабатывания = $I_a \leq 3,6$ мА
- До появления первого достоверного сигнала измеренного значения на токовом выходе, прилб. 28 с, во время задержки включения = $I_a \leq 3,6$ мА

Источник питания

Сетевое напряжение

Значения для общепромышленных зон, защита от неправильной полярности:

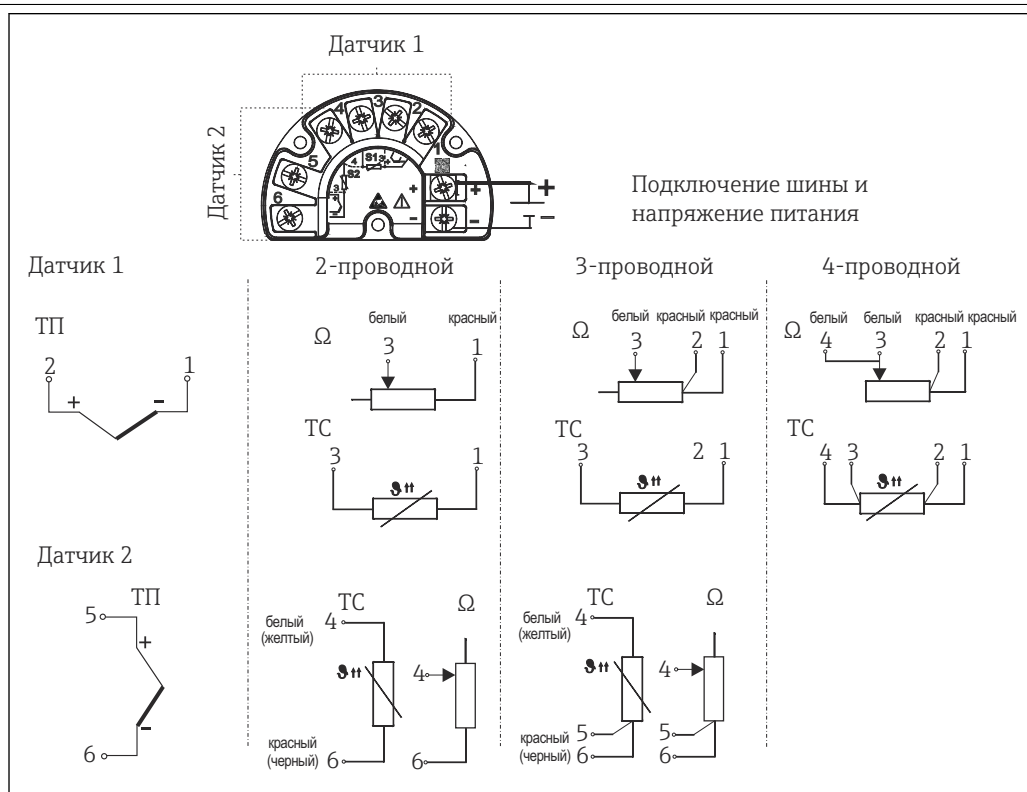
- $11,5 \text{ В} \leq \text{В пост. тока} \leq 42 \text{ В}$ (стандарт)
- $I \leq 23 \text{ мА}$

Значения для взрывоопасных зон см. в документации по взрывозащите → 27

i Преобразователь должен быть запитан от источника питания 11,5 до 42 В пост. тока в соответствии с классом 02 NEC (низкое напряжение/слабый ток) с ограничением мощности до 8 А/150 ВА в случае короткого замыкания (в соответствии с МЭК 61010-1, CSA 1010.1-92).

i Питание на прибор допускается подавать только от блока питания, оснащенного электрической цепью с ограничением энергии в соответствии с правилами UL/EN/МЭК 61010-1 (раздел 9.4) и требованиями таблицы 18.

Назначение клемм



2 Электромонтаж преобразователя

Для датчиков длиной 30 м (98,4 фута) и более необходимо использовать экранированный кабель, заземленный с обеих сторон. Как правило, рекомендуется использовать экранированные кабели датчика.

Подключение заземления может потребоваться для функциональных целей. Соблюдение местных электротехнических правил является обязательным.

Потребление тока

Потребление тока	3,6 до 23 мА
Минимальное потребление тока	$\leq 3,5 \text{ мА}$, Multidrop режим 4 мА (невозможно в режиме SIL)
Предельный ток	$\leq 23 \text{ мА}$

Клеммы

2,5 мм² (12 AWG) плюс обжимная втулка

Кабельные вводы

Исполнение	Тип
Резьба	2x резьба ½" NPT
	2x резьба M20
	2x резьба G½"
Кабельное уплотнение	2x муфта M20

Остаточная пульсация

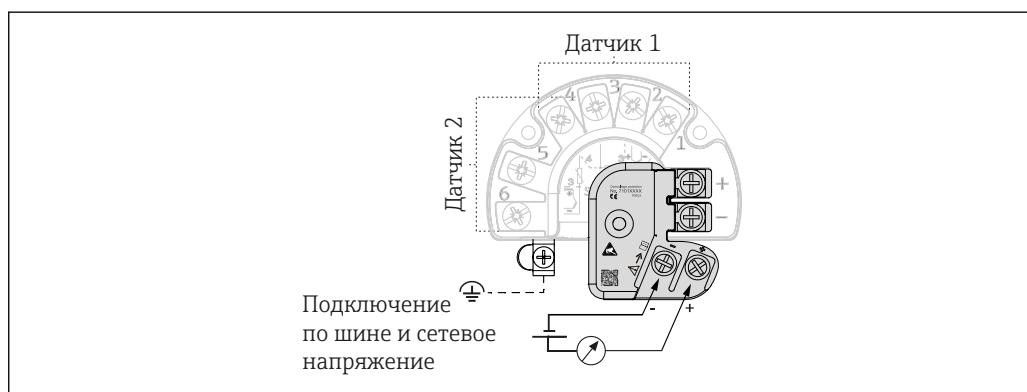
Постоянная остаточная пульсация $U_{SS} \leq 3$ В при $U_b \geq 13,5$ В, $f_{\text{макс.}} = 1$ кГц

Устройство защиты от избыточного напряжения

Устройство защиты от избыточного напряжения заказывается отдельно. Этот модуль защищает электронику от повреждения в результате избыточного напряжения. Избыточное напряжение, возникающее в сигнальных кабелях (например, 4 до 20 мА, линиях связи (системы цифровой передачи данных) и источнике питания, перенаправляются на землю. Функциональные возможности преобразователя не задействуются, поскольку не происходит падение напряжения.

Данные подключения:

Максимальное постоянное напряжение (номинальное напряжение)	$U_c = 42$ В пост. тока
Номинальный ток	$I = 0,5$ А при $T_{\text{окр.}} = 80$ °C (176 °F)
Устойчивость к току перегрузки <ul style="list-style-type: none"> ■ Ток грозового перенапряжения D1 (10/350 мкс) ■ Номинальный ток разряда C1/C2 (8/20 мкс) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ $I_{\text{имп}} = 1$ кА (на провод) ■ $I_n = 5$ кА (на провод) $I_n = 10$ кА (итого)
Последовательное сопротивление на провод	1,8 Ом, допуск ± 5 %



A0033027-RU

3 Электрическое подключение устройства защиты от избыточного напряжения

Заземление


Прибор должен быть подключен к проводу выравнивания потенциалов. Соединение между корпусом и локальным заземлением должно иметь минимальное поперечное сечение 4 мм^2 (13 AWG). Все соединения контура заземления должны быть надежно затянуты.

Рабочие характеристики

Время отклика

Время обновления значения измеряемой величины зависит от вида датчика и метода подключения и изменяется в следующих пределах:

Термопреобразователь сопротивления (RTD)	0,9 до 1,3 с (зависит от метода подключения, 2/3/4-проводное)
Термопары (ТС)	0,8 с
Исходная базовая температура	0,9 с

 Фиксируя отклик на ступенчатое воздействие, необходимо учитывать, что время измерения вторым каналом и встроенным эталонным датчиком необходимо прибавить к указанным выше значениям (если это применимо).

Стандартные рабочие условия

- Температура калибровки: $+25\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ ($77\text{ °F} \pm 5,4\text{ °F}$)
- Сетевое напряжение: 24 V DC
- 4-проводная схема для коррекции сопротивления

Максимальная погрешность измерения

В соответствии со стандартом DIN EN 60770 и стандартными условиями, указанными выше. Указанные величины погрешности измерения соответствуют $\pm 2\sigma$ (распределение по Гауссу), т.е. 95,45 %. Эти данные включают в себя нелинейность и повторяемость.

Стандартная погрешность

Стандартное исполнение	Обозначение	Диапазон измерения	Типичная погрешность измерения (\pm)	
Стандарт, которому соответствует термометр сопротивления (RTD)			Цифровое значение ¹⁾	Значение на токовом выходе
МЭК 60751:2008	Pt100 (1)	0 до +200 °C (32 до +392 °F)	0,08 °C (0,14 °F)	0,1 °C (0,18 °F)
МЭК 60751:2008	Pt1000 (4)		0,06 °C (0,11 °F)	0,1 °C (0,18 °F)
ГОСТ 6651-94	Pt100 (9)		0,07 °C (0,13 °F)	0,09 °C (0,16 °F)
Стандарт, которому соответствует термопара (ТС)			Цифровое значение ¹⁾	Значение на токовом выходе
МЭК 60584, часть 1	Тип K (NiCr-Ni) (36)	0 до +800 °C (32 до +1 472 °F)	0,22 °C (0,4 °F)	0,24 °C (0,43 °F)
МЭК 60584, часть 1	Тип S (PtRh10-Pt) (39)		1,17 °C (2,1 °F)	1,33 °C (2,4 °F)
ГОСТ R8.585-2001	Тип L (NiCr-CuNi) (43)		2,0 °C (3,6 °F)	2,4 °C (4,32 °F)

1) Значение измеряемой величины передается по протоколу HART®.

Погрешность измерения для термометров сопротивления (RTD) и преобразователей сопротивления

Стандартное исполнение	Обозначение	Диапазон измерения	Погрешность измерения (\pm)	
			Цифровое значение ¹⁾	ЦАП ²⁾
			На основе измеренного значения ³⁾	
МЭК 60751:2008	Pt100 (1)	-200 до +850 °C (-328 до +1 562 °F)	Погрешность = $\pm (0,06\text{ °C } (0,11\text{ °F}) + 0,005\text{ \%} * (\text{ИЗМ} - \text{НЗД}))$	0,03 % (\cong 4,8 мкА)
	Pt200 (2)		Погрешность = $\pm (0,05\text{ °C } (0,09\text{ °F}) + 0,012\text{ \%} * (\text{ИЗМ} - \text{НЗД}))$	
	Pt500 (3)	-200 до +500 °C (-328 до +932 °F)	Погрешность = $\pm (0,03\text{ °C } (0,05\text{ °F}) + 0,012\text{ \%} * (\text{ИЗМ} - \text{НЗД}))$	
	Pt1000 (4)	-200 до +250 °C (-328 до +482 °F)	Погрешность = $\pm (0,02\text{ °C } (0,04\text{ °F}) + 0,012\text{ \%} * (\text{ИЗМ} - \text{НЗД}))$	
JIS C1604:1984	Pt100 (5)	-200 до +510 °C (-328 до +950 °F)	Погрешность = $\pm (0,05\text{ °C } (0,09\text{ °F}) + 0,006\text{ \%} * (\text{ИЗМ} - \text{НЗД}))$	

Стандартное исполнение	Обозначение	Диапазон измерения	Погрешность измерения (\pm)	
ГОСТ 6651-94	Pt50 (8)	-185 до +1 100 °C (-301 до +2 012 °F)	Погрешность = \pm (0,1 °C (0,18 °F) + 0,008 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Pt100 (9)	-200 до +850 °C (-328 до +1 562 °F)	Погрешность = \pm (0,05 °C (0,09 °F) + 0,006 % * (ИЗМ - НЗД))	
DIN 43760 IPTS-68	Ni100 (6)	-60 до +250 °C (-76 до +482 °F)	Погрешность = \pm (0,05 °C (0,09 °F) - 0,006 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Ni120 (7)			
OIML R84: 2003 / ГОСТ 6651-2009	Cu50 (10)	-180 до +200 °C (-292 до +392 °F)	Погрешность = \pm (0,10 °C (0,18 °F) + 0,006 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Cu100 (11)	-180 до +200 °C (-292 до +392 °F)	Погрешность = \pm (0,05 °C (0,09 °F) + 0,003 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Ni100 (12)	-60 до +180 °C (-76 до +356 °F)	Погрешность = \pm (0,06 °C (0,11 °F) - 0,005 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Ni120 (13)		Погрешность = \pm (0,05 °C (0,09 °F) - 0,005 % * (ИЗМ - НЗД))	
OIML R84: 2003, ГОСТ 6651-94	Cu50 (14)	-50 до +200 °C (-58 до +392 °F)	Погрешность = \pm (0,1 °C (0,18 °F) + 0,004 % * (ИЗМ - НЗД))	
Преобразователь сопротивления	Сопротивление, Ом	10 до 400 Ω	Погрешность = \pm (21 мОм + 0,003 % * (ИЗМ - НЗД))	
		10 до 2 000 Ω	Погрешность = \pm (35 мОм + 0,010 % * (ИЗМ - НЗД))	
			0,03 % (\cong 4,8 мкА)	

- 1) Значение измеряемой величины передается по протоколу HART®.
- 2) Процент на основе заданного диапазона выходного аналогового сигнала.
- 3) Возможно отличие от максимальной погрешности измерения вследствие округления.

Погрешность измерения для термодатчиков (ТС) и преобразователей напряжения

Стандартное исполнение	Обозначение	Диапазон измерения	Погрешность измерения (\pm)	
			Цифровое значение ¹⁾	ЦАП ²⁾
			На основе измеренного значения ³⁾	
МЭК 60584-1 ASTM E230-3	Тип А (30)	0 до +2 500 °C (+32 до +4 532 °F)	Погрешность = \pm (0,08 °C (0,14 °F) + 0,018 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип В (31)	+500 до +1 820 °C (+932 до +3 308 °F)	Погрешность = \pm (1,23 °C (2,14 °F) - 0,05 % * (ИЗМ - НЗД))	
МЭК 60584-1 ASTM E988-96 ASTM E230-3	Тип С (32)	0 до +2 000 °C (+32 до +3 632 °F)	Погрешность = \pm (0,5 °C (0,9 °F) + 0,005 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип D (33)		Погрешность = \pm (0,63 °C (1,13 °F) - 0,007 % * (ИЗМ - НЗД))	
МЭК 60584-1 ASTM E230-3	Тип Е (34)	-150 до +1 000 °C (-238 до +1 832 °F)	Погрешность = \pm (0,19 °C (0,3 °F) - 0,006 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип J (35)	-150 до +1 200 °C (-238 до +2 192 °F)	Погрешность = \pm (0,23 °C (0,4 °F) - 0,005 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип K (36)		Погрешность = \pm (0,3 °C (0,5 °F) - 0,002 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип N (37)	-150 до +1 300 °C (-238 до +2 372 °F)	Погрешность = \pm (0,4 °C (0,7 °F) - 0,01 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип R (38)	+50 до +1 768 °C (+122 до +3 214 °F)	Погрешность = \pm (0,95 °C (1,7 °F) - 0,025 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип S (39)		Погрешность = \pm (0,98 °C (1,8 °F) - 0,02 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип T (40)	-150 до +400 °C (-238 до +752 °F)	Погрешность = \pm (0,31 °C (0,56 °F) - 0,034 % * (ИЗМ - НЗД))	
			0,03 % (\cong 4,8 мкА)	

Стандартное исполнение	Обозначение	Диапазон измерения	Погрешность измерения (\pm)	
DIN 43710	Тип L (41)	-150 до +900 °C (-238 до +1 652 °F)	Погрешность = \pm (0,26 °C (0,47 °F) - 0,008 % * (ИЗМ - НЗД))	
	Тип U (42)	-150 до +600 °C (-238 до +1 112 °F)	Погрешность = \pm (0,27 °C (0,49 °F) - 0,022 % * (ИЗМ - НЗД))	
ГОСТ R8.585-2001	Тип L (43)	-200 до +800 °C (-328 до +1 472 °F)	Погрешность = \pm (2,13 °C (3,83 °F) - 0,012 % * (ИЗМ - НЗД))	
Преобразователь напряжения (мВ)		-20 до +100 мВ	Погрешность = \pm (6,5 мкВ + 0,002 % * (ИЗМ - НЗД))	
			4,8 мкА	

- 1) Значение измеряемой величины передается по протоколу HART®.
- 2) Процент на основе заданного диапазона выходного аналогового сигнала.
- 3) Возможно отличие от максимальной погрешности измерения вследствие округления.

ИЗМ = измеренное значение

НЗД = нижнее значение диапазона соответствующего датчика

Общая погрешность измерения преобразователя на токовом выходе = $\sqrt{(\text{погрешность измерения в цифровом режиме}^2 + \text{погрешность ЦАП}^2)}$

Пример расчета погрешности преобразователя с датчиком Pt100, диапазон измерений 0 до +200 °C (+32 до +392 °F), измеренное значение +200 °C (+392 °F), температура окружающей среды +25 °C (+77 °F), сетевое напряжение 24 В:

Погрешность цифр. = 0,06 °C + 0,006 % * (200 °C - (-200 °C)):	0,08 °C (0,15 °F)
Погрешность измерения ЦАП = 0,03 % * 200 °C (360 °F)	0,06 °C (0,11 °F)
Цифровое значение погрешности (по протоколу HART):	0,08 °C (0,15 °F)
Аналоговое значение точности измерения (токовый выход): $\sqrt{(\text{погрешность измерения, цифровой сигнал}^2 + \text{погрешность измерения ЦАП}^2)}$	0,10 °C (0,19 °F)

Пример расчета погрешности преобразователя с датчиком Pt100, диапазон измерений 0 до +200 °C (+32 до +392 °F), измеренное значение +200 °C (+392 °F), температура окружающей среды +35 °C (+95 °F), сетевое напряжение 30 В:

Погрешность цифр. = 0,06 °C + 0,006 % * (200 °C - (-200 °C)):	0,08 °C (0,15 °F)
Погрешность измерения ЦАП = 0,03 % * 200 °C (360 °F)	0,06 °C (0,11 °F)
Доп. погрешность от изменения температуры окружающей среды (цифр.) = (35 - 25) * (0,002 % * 200 °C - (-200 °C)), мин. 0,005 °C	0,08 °C (0,14 °F)
Доп. погрешность ЦАП от изменения температуры окружающей среды = (35 - 25) * (0,001 % * 200 °C)	0,02 °C (0,04 °F)
Доп. погрешность от изменения температуры окружающей среды (цифр.) = (30 - 24) * (0,002 % * 200 °C - (-200 °C)), мин. 0,005 °C	0,05 °C (0,09 °F)
Доп. погрешность ЦАП от изменения сетевого напряжения = (30 - 24) * (0,001 % * 200 °C)	0,01 °C (0,02 °F)
Цифровое значение погрешности (по протоколу HART): $\sqrt{(\text{Погрешность измерения, цифровой сигнал}^2 + \text{Влияние температуры окружающей среды (цифровой сигнал)}^2 + \text{Влияние сетевого напряжения (цифровой сигнал)}^2)}$	0,13 °C (0,23 °F)
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения при передаче аналогового сигнала (токовый выход): $\sqrt{(\text{Погрешность измерения, цифровой сигнал}^2 + \text{погрешность измерения ЦАП}^2 + \text{Влияние температуры окружающей среды (цифровой сигнал)}^2 + \text{Влияние температуры окружающей среды (ЦАП)}^2 + \text{Влияние сетевого напряжения (цифровой сигнал)}^2 + \text{Влияние сетевого напряжения (ЦАП)}^2)}$	0,14 °C (0,25 °F)


Данные погрешности измерения соответствуют 2 σ (распределение по Гауссу)

ИЗМ = измеренное значение

НЗД = нижнее значение диапазона соответствующего датчика

Диапазон измерений физических входов датчиков	
10 до 400 Ом	Cu50, Cu100, полином. RTD, Pt50, Pt100, Ni100, Ni120
10 до 2 000 Ω	Pt200, Pt500, Pt1000
-20 до 100 мВ	Тип термопар: А, В, С, D, Е, J, К, L, N, R, S, Т, U

 Другие погрешности измерения применяются в режиме SIL.

 Более подробные сведения см. в руководстве по функциональной безопасности (SD01632T/09).

Настройка датчика

Согласование датчика и преобразователя

Термометры сопротивления относятся к датчикам температуры с наилучшей линейностью. Однако линейаризация выходного сигнала все-таки необходима. В целях существенного снижения погрешности измерения температуры в данном приборе реализовано два метода коррекции:

- Коэффициенты Каллендара-ван-Дюзена (термометр сопротивления Pt100)
Уравнение Каллендара-ван-Дюзена имеет следующий вид:
$$R_T = R_0 [1 + AT + BT^2 + C(T - 100)T^3]$$

Коэффициенты А, В и С используются для построения более точной зависимости сопротивления от температуры для конкретного датчика Pt100, за счет чего снижается погрешность измерительной системы. Коэффициенты для стандартизованного датчика приведены в стандарте МЭК 751. Если стандартизованный датчик отсутствует или требуется более высокая точность, то можно определить коэффициенты для любого конкретного датчика путем градуировки в нескольких значениях температуры.

- Линейаризация для медных/никелевых термометров сопротивления (RTD)
Полиномиальная формула для меди/никеля:
$$R_T = R_0(1 + AT + BT^2)$$

Коэффициенты А и В используются для линейаризации никелевых или медных термометров сопротивления (RTD). Точные значения коэффициентов определяются при помощи градуировки в нескольких значениях температуры и являются индивидуальными для каждого датчика. Вычисленные коэффициенты заносятся в программное обеспечение преобразователя.

Согласование датчика и преобразователя, выполненное одним из вышеописанных методов, значительно снижает погрешность измерения температуры в системе. Такое снижение достигается за счет того, что при расчете измеряемой температуры вместо данных характеристики стандартного датчика используются индивидуальные данные конкретного подключенного датчика.

Калибровка по одной точке

Сдвиг значения датчика

Калибровка по двум точкам

Коррекция (крутизна и смещение) измеренного датчиком значения на входе преобразователя

Коррекция токового выхода

Коррекция значения выходного тока 4 мА или 20 мА (невозможно в режиме SIL)

Влияние температуры окружающего воздуха и сетевого напряжения на точностные характеристики

Указанные величины погрешности измерения соответствуют $\pm 2 \sigma$ (распределение по Гауссу), т.е. 95,45 %.

Точностные характеристики температуры окружающей среды и напряжения питания на работу термометров сопротивления (RTD) и преобразователей сопротивления

Обозначение	Стандартное исполнение	Температура окружающей среды: Влияние (\pm) при изменении на каждый 1 °C (1,8 °F)		Сетевое напряжение: Влияние (\pm) при изменении на каждый вольт			
		Цифровое значение ¹⁾	ЦАП ²⁾	Цифровое значение ¹⁾	ЦАП ²⁾		
		Максимум	На основе значений измеряемых величин		Максимум	На основе значений измеряемых величин	
Pt100 (1)	МЭК 60751:2008	$\leq 0,02$ °C (0,036 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)	0,001 %	$\leq 0,02$ °C (0,036 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)	0,001 %
Pt200 (2)		$\leq 0,026$ °C (0,047 °F)	-		$\leq 0,026$ °C (0,047 °F)	-	
Pt500 (3)		$\leq 0,013$ °C (0,023 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,009 °C (0,016 °F)		$\leq 0,013$ °C (0,023 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,009 °C (0,016 °F)	
Pt1000 (4)		$\leq 0,01$ °C (0,018 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,004 °C (0,007 °F)		$\leq 0,008$ °C (0,014 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,004 °C (0,007 °F)	
Pt100 (5)	JIS C1604:1984	$\leq 0,013$ °C (0,023 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)		$\leq 0,013$ °C (0,023 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)	
Pt50 (8)	ГОСТ 6651-94	$\leq 0,03$ °C (0,054 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,01 °C (0,018 °F)		$\leq 0,01$ °C (0,018 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,01 °C (0,018 °F)	
Pt100 (9)		$\leq 0,02$ °C (0,036 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)		$\leq 0,02$ °C (0,036 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,005 °C (0,009 °F)	
Ni100 (6)	DIN 43760	$\leq 0,004$ °C (0,007 °F)	-		$\leq 0,005$ °C (0,009 °F)	-	
Ni120 (7)	IPTS-68		-			-	
Cu50 (10)	OIML R84: 2003 / ГОСТ 6651-2009	$\leq 0,007$ °C (0,013 °F)	-		$\leq 0,008$ °C (0,014 °F)	-	
Cu100 (11)		$\leq 0,007$ °C (0,013 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,004 °C (0,007 °F)		$\leq 0,004$ °C (0,007 °F)	0,002 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,004 °C (0,007 °F)	
Ni100 (12)		$\leq 0,004$ °C (0,007 °F)	-			-	
Ni120 (13)		$\leq 0,004$ °C (0,007 °F)	-			-	
Cu50 (14)	OIML R84: 2003 / ГОСТ 6651-94	$\leq 0,007$ °C (0,013 °F)	-		$\leq 0,008$ °C (0,014 °F)	-	
Преобразователь сопротивления (Ом)							
10 до 400 Ω		≤ 6 мОм	0,0015 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 1,5 мОм	0,001 %	≤ 6 мОм	0,0015 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 1,5 мОм	0,001 %
10 до 2000 Ω		≤ 30 мОм	0,0015 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 15 мОм		≤ 30 мОм	0,0015 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 15 мОм	

1) Значение измеряемой величины передается по протоколу HART®.

2) Процент на основе заданного диапазона выходного аналогового сигнала

Влияние температуры окружающей среды и сетевого напряжения на точностные характеристики измерительного преобразователя, подключенного к терморезисторам и преобразователям напряжения

Обозначение	Стандартное исполнение	Температура окружающей среды: Влияние (\pm) при изменении на каждый 1 °C (1,8 °F)		Сетевое напряжение: Влияние (\pm) при изменении на каждый вольт			
		Цифровое значение ¹⁾	ЦАП ²⁾	Цифровое значение	ЦАП ²⁾		
		Максимум	На основе значений измеряемых величин	Максимум	На основе значений измеряемых величин		
Тип А (30)	МЭК 60584-1	$\leq 0,13$ °C (0,23 °F)	0,0055 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,03 °C (0,054 °F)	0,001 %	$\leq 0,07$ °C (0,13 °F)	0,0054 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,02 °C (0,036 °F)	0,001 %

Обозначение	Стандартное исполнение	Температура окружающей среды: Влияние (\pm) при изменении на каждый 1 °C (1,8 °F)		Сетевое напряжение: Влияние (\pm) при изменении на каждый вольт			
Тип В (31)		$\leq 0,06$ °C (0,11 °F)	-	$\leq 0,06$ °C (0,11 °F)	-		
Тип С (32)	МЭК 60584-1 / ASTM E988-96	$\leq 0,08$ °C (0,14 °F)	0,0045 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,03 °C (0,054 °F)	$\leq 0,04$ °C (0,07 °F)	0,0045 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,03 °C (0,054 °F)		
Тип D (33)	ASTM E988-96		0,004 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,035 °C (0,063 °F)		0,004 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,035 °C (0,063 °F)		
Тип E (34)	МЭК 60584-1	$\leq 0,03$ °C (0,05 °F)	0,003 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,016 °C (0,029 °F)	$\leq 0,02$ °C (0,04 °F)	0,003 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,016 °C (0,029 °F)		
Тип J (35)		$\leq 0,04$ °C (0,07 °F)	0,0028 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,02 °C (0,036 °F)		0,0028 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,02 °C (0,036 °F)		
Тип K (36)			0,003 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,013 °C (0,023 °F)		0,003 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,013 °C (0,023 °F)		
Тип N (37)			0,0028 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,020 °C (0,036 °F)		0,0028 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,020 °C (0,036 °F)		
Тип R (38)		$\leq 0,05$ °C (0,09 °F)	0,0035 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,047 °C (0,085 °F)		$\leq 0,05$ °C (0,09 °F)	0,0035 % * (ИЗМ – НЗД), не ниже 0,047 °C (0,085 °F)	
Тип S (39)			-			-	
Тип T (40)			$\leq 0,01$ °C (0,02 °F)		-		-
Тип L (41)	DIN 43710	$\leq 0,02$ °C (0,04 °F)	-	$\leq 0,01$ °C (0,02 °F)	-		
Тип U (42)		$\leq 0,01$ °C (0,02 °F)	-		-		
Тип L (43)	ГОСТ R8.585-2001	$\leq 0,02$ °C (0,04 °F)	-		-		
Преобразователь напряжения (мВ)				0,001 %		0,001 %	
-20 до 100 мВ	-	≤ 3 мкВ	-	≤ 3 мкВ	-		

- 1) Значение измеряемой величины передается по протоколу HART®.
- 2) Процент на основе заданного диапазона выходного аналогового сигнала

ИЗМ = измеренное значение

НЗД = нижнее значение диапазона соответствующего датчика

Общая погрешность измерения преобразователя на токовом выходе = $\sqrt{(\text{погрешность измерения в цифровом режиме}^2 + \text{погрешность ЦАП}^2)}$

Долговременный дрейф, термометры сопротивления (RTD) и преобразователи сопротивления

Обозначение	Стандартное исполнение	Долговременный дрейф (\pm) ¹⁾		
		через 1 год	через 3 года	через 5 лет
		На основе значений измеряемых величин		
Pt100 (1)	МЭК 60751:2008	$\leq 0,016$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,04 °C (0,07 °F)	$\leq 0,025$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,05 °C (0,09 °F)	$\leq 0,028$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,06 °C (0,10 °F)
Pt200 (2)		0,25 °C (0,44 °F)	0,41 °C (0,73 °F)	0,50 °C (0,91 °F)
Pt500 (3)		$\leq 0,018$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,08 °C (0,14 °F)	$\leq 0,03$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,14 °C (0,25 °F)	$\leq 0,036$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,17 °C (0,31 °F)
Pt1000 (4)		$\leq 0,0185$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,04 °C (0,07 °F)	$\leq 0,031$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,07 °C (0,12 °F)	$\leq 0,038$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,08 °C (0,14 °F)

Обозначение	Стандартное исполнение	Долговременный дрейф (\pm) ¹⁾		
Pt100 (5)	JIS C1604:1984	$\leq 0,015$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,04 °C (0,07 °F)	$\leq 0,024$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,07 °C (0,12 °F)	$\leq 0,027$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,08 °C (0,14 °F)
Pt50 (8)	ГОСТ 6651-94	$\leq 0,017$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,07 °C (0,13 °F)	$\leq 0,027$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,12 °C (0,22 °F)	$\leq 0,03$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,14 °C (0,25 °F)
Pt100 (9)		$\leq 0,016$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,04 °C (0,07 °F)	$\leq 0,025$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,07 °C (0,12 °F)	$\leq 0,028$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,07 °C (0,13 °F)
Ni100 (6)	DIN 43760 IPTS-68	0,04 °C (0,06 °F)	0,05 °C (0,10 °F)	0,06 °C (0,11 °F)
Ni120 (7)				
Cu50 (10)	OIML R84: 2003 / ГОСТ 6651-2009	0,06 °C (0,10 °F)	0,09 °C (0,16 °F)	0,11 °C (0,20 °F)
Cu100 (11)		$\leq 0,015$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,04 °C (0,06 °F)	$\leq 0,024$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,06 °C (0,10 °F)	$\leq 0,027$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,06 °C (0,11 °F)
Ni100 (12)		0,03 °C (0,06 °F)	0,05 °C (0,09 °F)	0,06 °C (0,10 °F)
Ni120 (13)		0,03 °C (0,06 °F)	0,05 °C (0,09 °F)	0,06 °C (0,10 °F)
Cu50 (14)	OIML R84: 2003 / ГОСТ 6651-94	0,06 °C (0,10 °F)	0,09 °C (0,16 °F)	0,10 °C (0,18 °F)
Преобразователь сопротивления				
10 до 400 Ω		$\leq 0,0122$ % * (ИЗМ – НЗД) или 12 мОм	$\leq 0,02$ % * (ИЗМ – НЗД) или 20 мОм	$\leq 0,022$ % * (ИЗМ – НЗД) или 22 мОм
10 до 2 000 Ω		$\leq 0,015$ % * (ИЗМ – НЗД) или 144 мОм	$\leq 0,024$ % * (ИЗМ – НЗД) или 240 мОм	$\leq 0,03$ % * (ИЗМ – НЗД) или 295 мОм

1) Действительно большее значение

Долговременный дрейф, терморезисторы (ТС) и преобразователи напряжения

Обозначение	Стандартное исполнение	Долговременный дрейф (\pm) ¹⁾			
		через 1 год	через 3 года	через 5 лет	
		На основе значений измеряемых величин			
Тип А (30)	МЭК 60584-1	$\leq 0,048$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,46 °C (0,83 °F)	$\leq 0,072$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,69 °C (1,24 °F)	$\leq 0,1$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,94 °C (1,69 °F)	
Тип В (31)		1,08 °C (1,94 °F)	1,63 °C (2,93 °F)	2,23 °C (4,01 °F)	
Тип С (32)	МЭК 60584-1 / ASTM E988-96	$\leq 0,038$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,41 °C (0,74 °F)	$\leq 0,057$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,62 °C (1,12 °F)	$\leq 0,078$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,85 °C (1,53 °F)	
Тип D (33)	ASTM E988-96	$\leq 0,035$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,57 °C (1,03 °F)	$\leq 0,052$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,86 °C (1,55 °F)	$\leq 0,071$ % * (ИЗМ – НЗД) или 1,17 °C (2,11 °F)	
Тип E (34)	МЭК 60584-1	$\leq 0,024$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,15 °C (0,27 °F)	$\leq 0,037$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,23 °C (0,41 °F)	$\leq 0,05$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,31 °C (0,56 °F)	
Тип J (35)		$\leq 0,025$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,17 °C (0,31 °F)	$\leq 0,037$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,25 °C (0,45 °F)	$\leq 0,051$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,34 °C (0,61 °F)	
Тип K (36)		$\leq 0,027$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,23 °C (0,41 °F)	$\leq 0,041$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,35 °C (0,63 °F)	$\leq 0,056$ % * (ИЗМ – НЗД) или 0,48 °C (0,86 °F)	
Тип N (37)		0,36 °C (0,65 °F)	0,55 °C (0,99 °F)	0,75 °C (1,35 °F)	
Тип R (38)		0,83 °C (1,49 °F)	1,26 °C (2,27 °F)	1,72 °C (3,10 °F)	
Тип S (39)		0,84 °C (1,51 °F)	1,27 °C (2,29 °F)	2,23 °C (4,01 °F)	
Тип T (40)		0,25 °C (0,45 °F)	0,37 °C (0,67 °F)	0,51 °C (0,92 °F)	
Тип L (41)		DIN 43710	0,20 °C (0,36 °F)	0,31 °C (0,56 °F)	0,42 °C (0,76 °F)
Тип U (42)			0,24 °C (0,43 °F)	0,37 °C (0,67 °F)	0,50 °C (0,90 °F)
Тип L (43)		ГОСТ R8.585-2001	0,22 °C (0,40 °F)	0,33 °C (0,59 °F)	0,45 °C (0,81 °F)

Обозначение	Стандартное исполнение	Долговременный дрейф (\pm) ¹⁾		
Преобразователь напряжения (мВ)				
-20 до 100 мВ		$\leq 0,027\%$ * (ИЗМ – НЗД) или 5,5мкВ	$\leq 0,041\%$ * (ИЗМ – НЗД) или 8,2мкВ	$\leq 0,056\%$ * (ИЗМ – НЗД) или 11,2мкВ

1) Действительно большее значение

Долговременный дрейф аналогового выходного сигнала

Долговременный дрейф цифро-аналогового преобразователя ¹⁾ (\pm)		
через 1 год	через 3 года	через 5 лет
0,021 %	0,029 %	0,031 %

1) Процент на основе заданного диапазона выходного аналогового сигнала.

Влияние температуры холодного спая

Pt100 DIN МЭК 60751, кл. В (внутренний холодный спай для термопар, ТС)

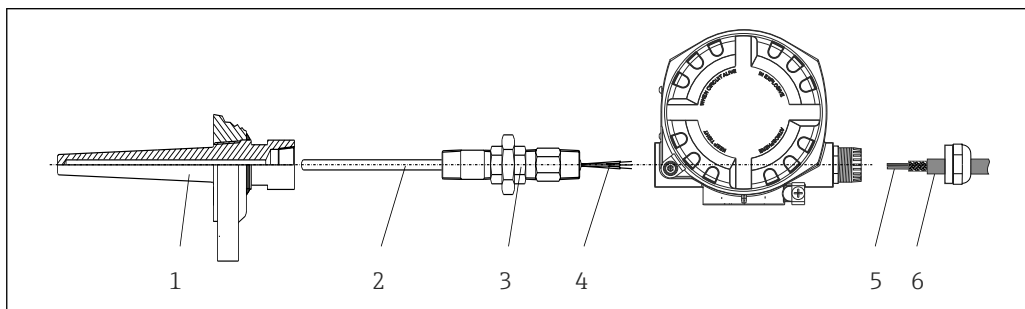
Монтаж

Место монтажа

Преобразователь в корпусе можно установить непосредственно на датчике температуры при условии совместимости монтажных конструкций и его механической прочности. Дополнительные монтажные кронштейны поставляются в случае необходимости монтажа преобразователя на трубе или на стене. Дисплей с подсветкой можно установить в четырех различных положениях.

Руководство по монтажу

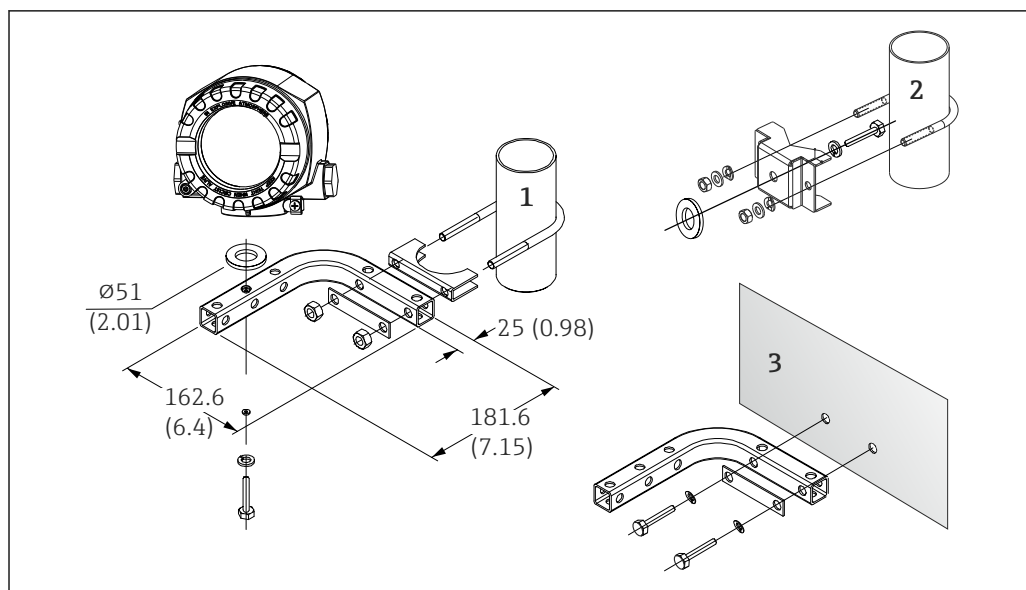
Непосредственный монтаж датчика



4 Непосредственный монтаж полевого преобразователя на датчике

- 1 Термогильза
- 2 Термовставка
- 3 Ниппель трубки горловины и адаптер
- 4 Кабели датчиков
- 5 Кабели цифровой шины
- 6 Экранированный кабель цифровой шины

Раздельный монтаж

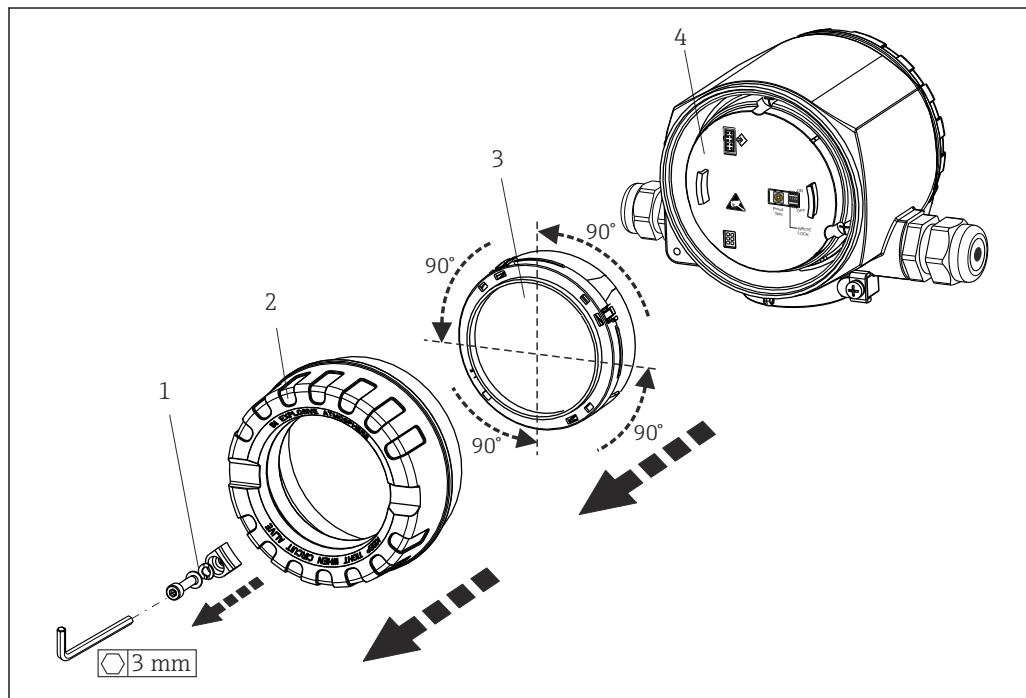


A0003586-RU

5 Монтаж полевого преобразователя с использованием монтажного кронштейна, см. раздел "Аксессуары". Размеры в мм (дюймах)

- 1 Установка с помощью комбинированного монтажного комплекта для монтажа на стене/трубе
- 2 Установка с помощью монтажного комплекта для монтажа на трубе 2"/V4A
- 3 Установка с помощью монтажного комплекта для монтажа на стене

Монтаж дисплея







A0025417

6 4 монтажные позиции дисплея, крепление с шагом 90°

- 1 Зажим крышки
- 2 Крышка корпуса с уплотнительным кольцом
- 3 Дисплей с держателем и защитой от кручения
- 4 Электронный модуль

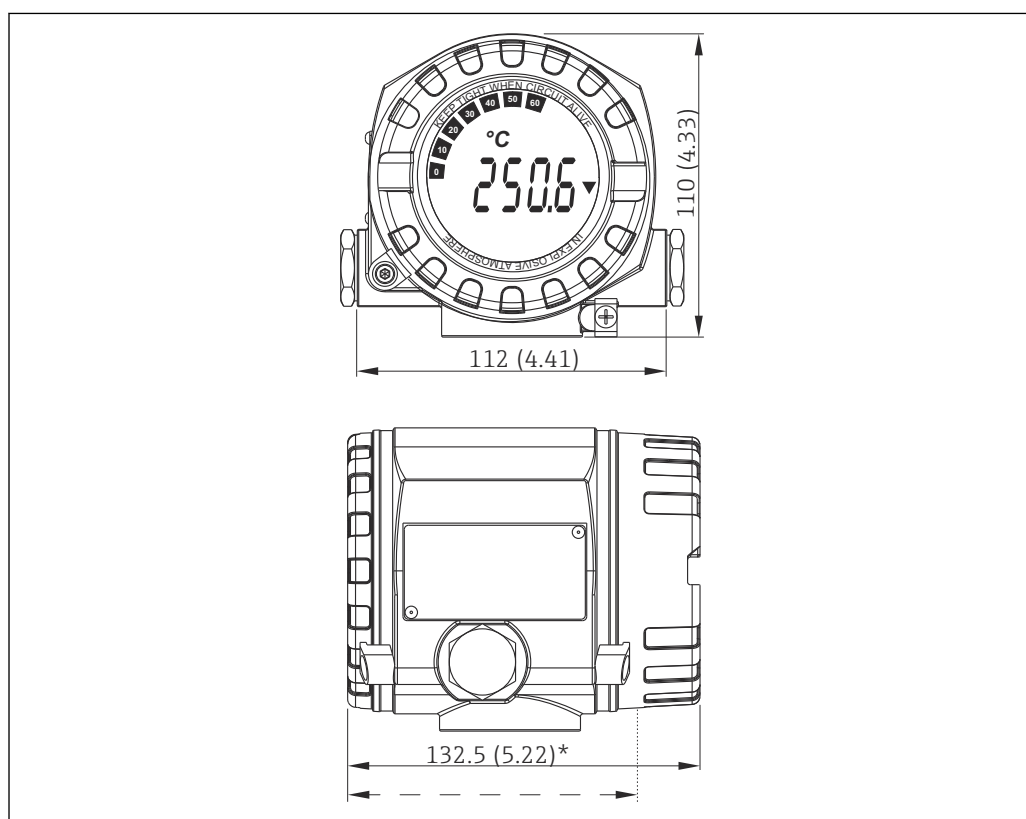
Окружающая среда

Температура окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> ■ -40 до +85 °C (-40 до +185 °F), для взрывоопасных зон см. в документации по взрывозащите →  27 ■ Без дисплея: -40 до +85 °C (-40 до +185 °F) ■ С дисплеем: -40 до +80 °C (-40 до +176 °F) ■ С блоком защиты от перенапряжения: -40 до +85 °C (-40 до +185 °F) ■ Режим SIL: -40 до +75 °C (-40 до +167 °F) <p> При температуре < -20 °C (-4 °F) реакция дисплея может быть замедленной. При температуре < -30 °C (-22 °F) читаемость отображаемых значений не гарантируется.</p>
Температура хранения	<ul style="list-style-type: none"> ■ Без дисплея: -40 до +100 °C (-40 до +212 °F) -50 до +100 °C (-58 до +212 °F) ■ С дисплеем: -40 до +80 °C (-40 до +176 °F) ■ С блоком защиты от перенапряжения: -50 до +100 °C (-58 до +212 °F)
Влажность	Допустимо: 0 до 95 %
Высота над уровнем моря	До 2 000 м (6 560 фут) над уровнем моря
Климатический класс	Согласно стандарту IEC 60654-1, класс Dх
Степень защиты	<ul style="list-style-type: none"> ■ Корпус из литого под давлением алюминия или из нержавеющей стали: IP66/67, тип 4X ■ Корпус из нержавеющей стали для гигиенического применения (корпус T17): IP66 / IP68 (1,83 м водного столба в течение 24 ч), NEMA 4X, NEMA 6P
Ударопрочность и вибростойкость	<p>Ударопрочность согласно КТА 3505 (раздел 5.8.4, «Испытание на ударопрочность»)</p> <p>Испытание согласно стандарту IEC 60068-2-6</p> <p>Fc: вибрация (синусоидального характера)</p> <p>Вибростойкость согласно правилам DNV GL («Вибрация»): В</p> <p> При использовании L-образных монтажных кронштейнов возможно появление резонанса (см. описание кронштейна для настенного/трубного (2 дюйма) монтажа в разделе «Аксессуары»). Внимание: вибрации преобразователя не должны превышать установленные значения.</p>
Электромагнитная совместимость (ЭМС)	<p>Соответствие СЕ</p> <p>Электромагнитная совместимость отвечает всем соответствующим требованиям стандартов серии IEC/EN 61326 и рекомендаций NAMUR (NE21) по ЭМС. Подробная информация приведена в декларации соответствия.</p> <p>Максимальная погрешность измерения <1 % диапазона измерений.</p> <p>Устойчивость к помехам соответствует требованиям стандартов серии IEC/EN 61326 в отношении промышленного оборудования</p> <p>Паразитное излучение соответствует требованиям стандартов серии IEC/EN 61326, класс оборудования В</p> <p>Соответствие требованиям SIL согласно стандарту IEC 61326-3-1 или IEC 61326-3-2</p> <p> Для датчиков длиной 30 м (98,4 фута) и более необходимо использовать экранированный кабель, заземленный с обеих сторон. Как правило, рекомендуется использовать экранированные кабели датчика.</p> <p>Подключение заземления может потребоваться для функциональных целей. Соблюдение местных электротехнических правил является обязательным.</p>
Категория перенапряжения	II
Степень загрязнения	2

Механическая конструкция

Конструкция, размеры

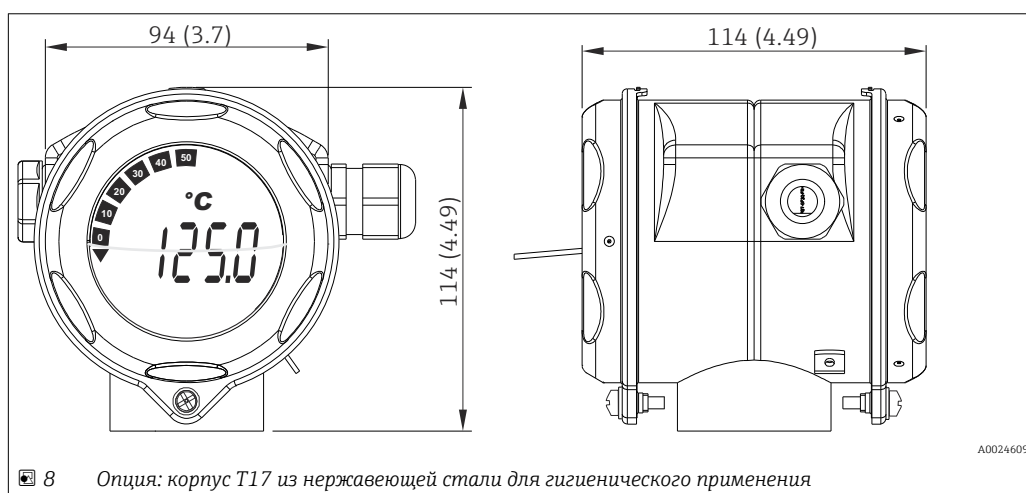
Размеры в мм (дюймах)



A0024608

7 Корпус из литого алюминия для общих областей применения, опция: корпус из нержавеющей стали (316L)

i * Размеры без дисплея = 112 мм (4.41")



A0024609

8 Опция: корпус T17 из нержавеющей стали для гигиенического применения

- Отсек электронного модуля, отделенный от клеммного отсека
- Крепление дисплея с шагом 90°

Вес

- Алюминиевый корпус прил. 1,4 кг (3 фунт), с дисплеем
- Корпус из нержавеющей стали прил. 4,2 кг (9,3 фунт), с дисплеем
- Корпус T17 прил. 1,25 кг (2,76 фунт), с дисплеем

Материалы	Корпус	Клеммы датчика	Заводская табличка
	Литой алюминиевый корпус AlSi10Mg/AlSi12 с порошковым защитным покрытием на основе полиэстера	Никелированная латунь 0,3 мкм с золотым напылением/в компл., стойкий к коррозии	Алюминий AlMg1, с черным анодированным покрытием
	316L		1.4404 (AISI 316L)
	Нержавеющая сталь 1.4435 (AISI 316L) для гигиенических областей применения (корпус T17)		–
	Уплотнительное кольцо дисплея 88x3: EPDM70, антифрикционное покрытие из PTFE	–	–

Кабельные вводы	Версия	Тип
	Резьба	2x резьба ½" NPT
		2x резьба M20
		2x резьба G½"
	Кабельный ввод	2x муфта M20

Эксплуатация

Концепция управления

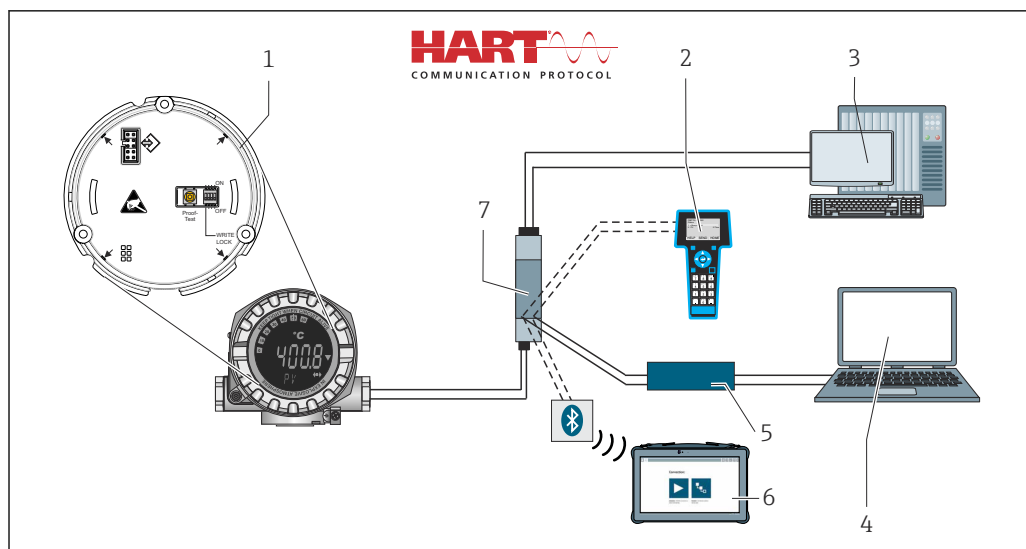
Существуют различные опции, доступные для конфигурации и ввода прибора в эксплуатацию:

- **Программы конфигурации**

Настройка и конфигурация индивидуальных параметров приборов выполняется по протоколу HART®. Специальные программы конфигурации и управляющие программы поставляются различными производителями.

- **Миниатюрный переключатель (DIP-переключатель) и кнопка функционального тестирования для конфигурирования различного аппаратного обеспечения**

- Аппаратная защита от записи активируется и деактивируется с помощью миниатюрного переключателя (DIP-переключателя) на электронном модуле.
- Кнопка функционального тестирования для тестирования в режиме SIL без операции HART. Нажатие этой кнопки инициируется перезапуск устройства. Функциональное тестирование служит для проверки функциональной целостности преобразователя в режиме SIL во время ввода в эксплуатацию, в случае изменения параметров безопасности или, как правило, через определенные интервалы.



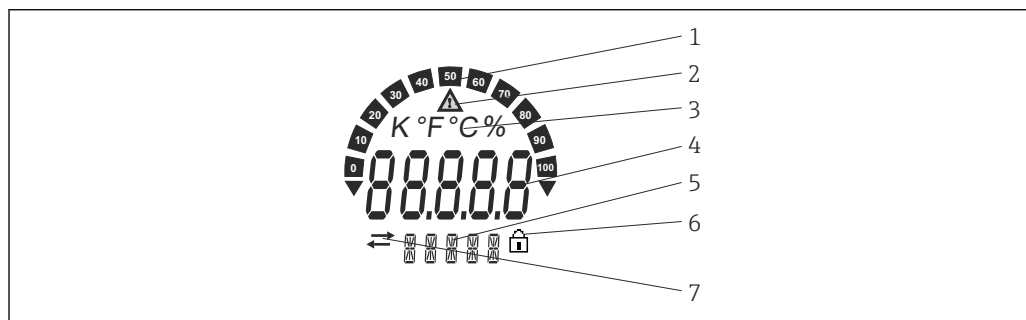
A0024548

9 Опции управления прибора

- 1 Конфигурация аппаратного обеспечения с помощью DIP-переключателя и кнопки функционального тестирования
- 2 Ручной программатор HART®
- 3 PLC/DCS
- 4 Программное обеспечение для настройки, например, FieldCare.
- 5 Сотовый: электропитание и модем для полевых приборов по протоколу HART®
- 6 Конфигурация через Field Xpert SFX350/370
- 7 Электропитание и активный барьер, например, RN221 от Endress+Hauser

Локальное управление

Элементы индикации



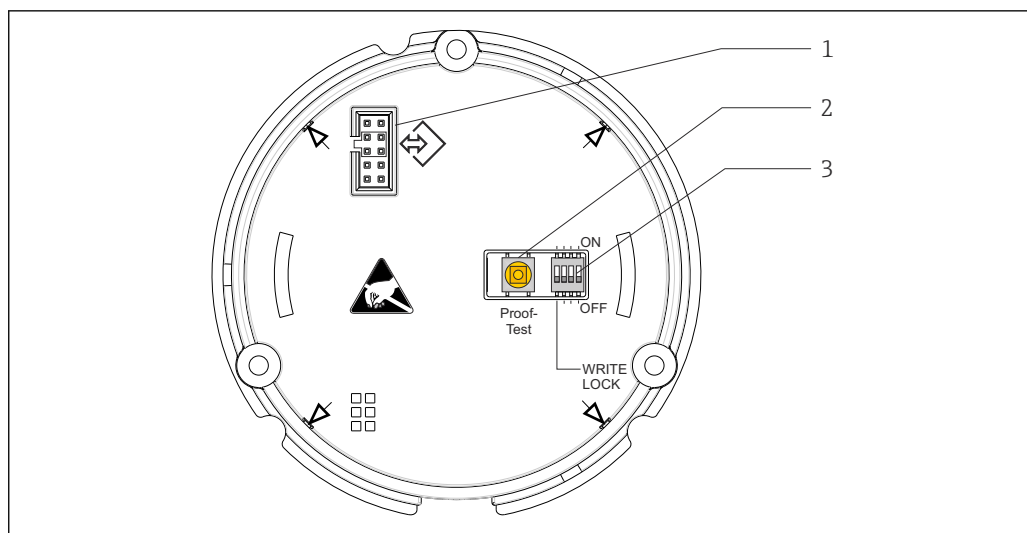
A0034101

10 ЖК-дисплей полевого преобразователя (с подсветкой, крепление с шагом 90°)

- 1 Отображение гистограммы
- 2 Символ "Внимание"
- 3 Отображение единицы K, °F, °C или %
- 4 Индикация значения измеряемой величины, высота цифр 20,5 мм
- 5 Отображение состояния и дополнительной информации
- 6 Символ "Настройка заблокирована"
- 7 Символ «связь»

Элементы управления

Элементы управления не выводятся на дисплей напрямую во избежание манипуляций с ними. Различные элементы управления для конфигурации прибора размещены на электронном модуле, находящемся под дисплеем.



A0026573

- 1 Электрическое подключение для модуля дисплея
- 2 Кнопка функционального тестирования для тестирования в режиме SIL без операции HART
- 3 DIP-переключатель для активации или деактивации защиты прибора от записи

Дистанционное управление Доступность всех программируемых параметров определяется положением переключателя защиты от записи на приборе.

Аппаратное и программное обеспечение для дистанционного управления	Функция
FieldCare, DeviceCare	<p>FieldCare – это ПО для настройки и обслуживания приборов, разработанная Endress+Hauser на базе технологии FDT. С помощью программы FieldCare можно настраивать приборы Endress+Hauser и других производителей, поддерживающие стандарт FDT.</p> <p>ПО FieldCare поддерживает следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Настройка преобразователей в онлайн- и автономном режиме ▪ Загрузка и сохранение данных прибора (выгрузка/загрузка) ▪ Документация по точке измерения ▪ Опции подключения через Commubox FXA195 и USB-интерфейс компьютера <p>Для получения подробной информации обратитесь в региональное торговое представительство Endress+Hauser.</p>
Commubox, например, FXA195	<p>Модем HART для искробезопасного исполнения со связью по протоколу HART с FieldCare через USB-интерфейс.</p>
Field Xpert SFX350, SFX370	<p>Прибор Field Xpert представляет собой промышленный коммуникатор с сенсорным экраном VGA высокого разрешения (640x480 пикселей) от Endress+Hauser на базе Windows Embedded Handheld. Он обеспечивает беспроводную связь через дополнительный Bluetooth-модем VIATOR производства Endress+Hauser. Field Xpert также может функционировать автономно в системах управления парком приборов.</p> <p>Подробную информацию см. в BA01202S/04 (аппаратная часть) и BA01211S/04 (программная часть).</p>
Field Communicator 475	<p>475 Field Communicator разработан для облегчения работы в полевых условиях. Благодаря большому сенсорному экрану он поддерживает приборы с подключением HART версии 5, 6 и 7 (включая WirelessHART™). Обновление 475 Field Communicator возможно через Интернет. Он включает в себя новую, инновационную функциональность, например, цветной дисплей, Bluetooth-подключение и мощные функции расширенной диагностики. Устройство предназначено для универсального использования, обновляется пользователем, имеет сертификат Ex(i), крепкое и надежное.</p> <p>Для получения подробной информации обратитесь в региональное торговое представительство Endress+Hauser.</p>

Сертификаты и свидетельства

Маркировка ЕС	Изделие удовлетворяет требованиям общеевропейских стандартов. Таким образом, он соответствует положениям директив ЕС. Маркировка ЕС подтверждает успешное испытание изделия изготовителем.
Маркировка EAC	Прибор отвечает всем требованиям директив EEU. Нанесением маркировки EAC изготовитель подтверждает прохождение всех необходимых проверок в отношении изделия.
Сертификаты на взрывозащищенное исполнение	Информация о доступных вариантах исполнения для взрывоопасных зон (ATEX, FM, CSA и пр.) может быть предоставлена в центре продаж E+H по запросу. Все данные о взрывозащите приведены в отдельной документации, которая предоставляется по запросу.
Средняя наработка на отказ	Согласно требованиям Siemens SN-29500 при 40 °C (104 °F) Средняя наработка на отказ (MTTF) обозначает теоретически ожидаемое время до выхода прибора из строя при нормальной работе. Термин «средняя наработка на отказ» используется для не подлежащих ремонту систем, таких как преобразователи температуры.
Сертификат UL	Для получения дополнительной информации в разделе UL Product iQ™ выполните поиск по ключевому слову «E225237».
CSA	Изделие соответствует требованиям, содержащимся в следующем документе "CLASS 2252 05 - Process Control Equipment" (CLASS 2252 05 – оборудование технологического контроля)
Морские директивы	По вопросу доступных в настоящий момент типовых сертификатов (GL, BV и т.п.) обратитесь в торговое представительство Endress+Hauser. Все данные в отношении судостроения находятся в отдельных типовых сертификатах, которые при необходимости можно запросить.
Функциональная безопасность	SIL 2/3 (аппаратные/программные средства) сертифицированы по: <ul style="list-style-type: none"> ■ ГОСТ Р МЭК 61508-1:2010 (Управление); ■ ГОСТ Р МЭК 61508-2:2010 (Аппаратные средства); ■ ГОСТ Р МЭК 61508-3:2010 (Программные средства). Более подробные сведения см. в руководстве по функциональной безопасности. →  27
Сертификация HART®	Преобразователь температуры зарегистрирован организацией HART® FieldComm Group. Прибор соответствует требованиям спецификаций FieldComm Group HART®, версия 7.6.
Другие стандарты и директивы	<ul style="list-style-type: none"> ■ МЭК 60529: Степень защиты, обеспечиваемая корпусами (код IP) ■ ГОСТ Р МЭК/EN 61010-1: Требования по безопасности электрического оборудования для измерения, контроля и лабораторного применения ■ Серия ГОСТ Р МЭК/EN 61326: Электромагнитная совместимость (требования ЭМС)

Информация о заказе

Подробные сведения об оформлении заказа можно получить в ближайшей торговой организации нашей компании (www.addresses.endress.com) или в разделе Product Configurator веб-сайта www.endress.com.

1. Выберите ссылку «Corporate».
2. Выберите страну.
3. Выберите ссылку «Продукты».
4. Выберите прибор с помощью фильтров и поля поиска.
5. Откройте страницу прибора.

Кнопка «Конфигурация» справа от изображения прибора позволяет перейти к разделу Product Configurator.



Конфигуратор – инструмент для индивидуальной конфигурации продукта

- Самые последние опции продукта
- В зависимости от прибора: прямой ввод специфической для измерительной точки информации, например, рабочего диапазона или языка настройки
- Автоматическая проверка совместимости опций
- Автоматическое формирование кода заказа и его расшифровка в формате PDF или Excel

Аксессуары

Для этого прибора поставляются различные аксессуары, которые можно заказать в Endress+Hauser для поставки вместе с прибором или позднее. За подробной информацией о соответствующем коде заказа обратитесь в региональное торговое представительство Endress+Hauser или посетите страницу прибора на веб-сайте Endress+Hauser: www.endress.com.



При заказе аксессуаров необходимо указывать серийный номер прибора!



Аксессуары к прибору

Аксессуары	Описание
Заглушки	<ul style="list-style-type: none"> ■ M20x1.5 EEx-d/XP ■ G ½" EEx-d/XP ■ NPT ½" ALU ■ NPT ½" V4A
Кабельные вводы	<ul style="list-style-type: none"> ■ M20x1,5 ■ NPT ½" D4-8.5, IP68 ■ Кабельный ввод NPT ½", 2 x D0.5 кабель для 2 датчиков ■ Кабельный ввод M20x1,5, 2 x D0.5 кабель для 2 датчиков
Адаптер для кабельного ввода	M20x1,5 внешний/M24x1,5 внутренний
Монтажный кронштейн для установки на стене и трубе	Нержавеющая сталь, стена/труба 2" Нержавеющая сталь, труба 2" V4A
Устройство защиты от избыточного напряжения	Этот модуль защищает электронику от избыточного напряжения. Недоступно для корпуса из нержавеющей стали T17.




Аксессуары для связи

Аксессуары	Описание
Field Xpert SFX350	Field XpertField Xpert SFX350 – промышленный коммуникатор для ввода оборудования в эксплуатацию и его обслуживания. Он обеспечивает эффективную настройку и диагностику устройств HART и FOUNDATION Fieldbus в безопасных зонах . Для получения дополнительной информации см. руководство по эксплуатации BA01202S
Field Xpert SFX370	Field XpertField Xpert SFX370 – промышленный коммуникатор для ввода оборудования в эксплуатацию и его обслуживания. Он обеспечивает эффективную настройку и диагностику устройств HART и FOUNDATION Fieldbus во взрывоопасных и в безопасных зонах . Для получения дополнительной информации см. руководство по эксплуатации BA01202S

Аксессуары для обслуживания

Аксессуары	Описание
Applicator	<p>Программное обеспечение для выбора и расчета измерительных приборов Endress+Hauser:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Расчет всех необходимых данных для определения оптимального измерительного прибора: например, падение давления, точность или технологические соединения. ■ Графическое представление результатов расчета <p>Управление всеми связанными с проектом данными и параметрами на протяжении всего жизненного цикла проекта, документирование этих данных, удобный доступ.</p> <p>Applicator доступен:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ В сети Интернет по адресу: https://wapps.endress.com/applicator ■ На компакт-диске для локальной установки на ПК.
W@M	<p>Управление жизненным циклом приборов на предприятии W@M окажет вам поддержку в форме широкого спектра программных приложений по всему процессу: от планирования и закупок до монтажа, ввода в эксплуатацию и эксплуатации измерительных приборов. С помощью этого программного комплекса можно получать полную информацию о каждом приборе (например, состояние прибора, запасные части и документация по этому прибору) на протяжении всего жизненного цикла.</p> <p>Приложение изначально содержит данные приобретенного прибора Endress+Hauser. Кроме того, Endress+Hauser обеспечивает ведение и обновление записей данных.</p> <p>W@M доступен:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ В интернете по адресу: www.endress.com/lifecyclemanagement ■ На компакт-диске для локальной установки на ПК.
FieldCare	<p>Инструментальное средство Endress+Hauser для управления парком приборов на базе стандарта FDT.</p> <p>С его помощью можно настраивать все интеллектуальные полевые приборы в системе и управлять ими. Кроме того, получаемая информация о состоянии обеспечивает эффективный мониторинг состояния приборов.</p> <p> Для получения дополнительной информации см. руководства по эксплуатации VA00027S и VA00059S</p>
DeviceCare	<p>Инструмент конфигурации приборов по протоколу цифровой шины и служебным протоколам Endress+Hauser.</p> <p>DeviceCare - это инструмент, разработанный Endress+Hauser для конфигурации приборов Endress+Hauser. Все интеллектуальные приборы на заводе можно сконфигурировать через подключение "точка-точка" или "точка-шина". Ориентированные на пользователя меню обеспечивают прозрачный и интуитивный доступ к полевым приборам.</p> <p> Для получения дополнительной информации см. руководство по эксплуатации VA00027S</p>

Системные продукты

Аксессуары	Описание
Регистратор с графическим дисплеем Метогрaф М	Усовершенствованный безбумажный регистратор Метогрaф М представляет собой гибкую и мощную систему для организации значений процесса. Измеренные значения процесса четко и ясно отображаются на дисплее. Их регистрация, мониторинг относительно предельных значений и анализ осуществляются в надежном и безопасном режиме. Измеренные и рассчитанные значения можно свободно переносить в системы более высокого уровня с использованием стандартных протоколов связи. Также возможен обмен информацией между отдельными модулями оборудования.  Для получения подробной информации см. техническое описание TI01180R/09
RN221N	Активный барьер искрозащиты с блоком питания для безопасного разделения стандартных токовых цепей 4...20 мА. Имеет двунаправленную передачу по протоколу HART® и дополнительную диагностику HART® при подключенных преобразователях с мониторингом сигнала 4...20 мА или анализом байта состояния HART®, а также специальной команды диагностики E+H.  Для получения подробной информации см. техническое описание TI00073R/09
RIA15	Дисплей процесса, цифровой с питанием по сигнальной цепи, для цепи 4...20 мА, монтаж на панели, со связью по протоколу HART® (опция). Вывод значений 4...20 мА или до 4 переменных процесса HART®  Для получения подробной информации см. техническое описание TI01043K/09

Сопроводительная документация



Сопроводительная документация ATEX:

- 0 Ex ia IIC T6...T4 Ga X, 1Ex d IIC T6...T4 Gb X, Ex tb IIIC T85°C...T105°C X: XA01453T
- ATEX/IECEX II 1G Ex ia IIC Ga, II 2D Ex ia IIIC Db: XA01689T
- ATEX/IECEX II 2D Ex tb IIIC T110 °C Db: XA00032R
- ATEX/IECEX II 1G Ex ia IIC: XA01688T

Руководство по эксплуатации iTEMP TMT162 HART® (BA01801T) и печатная копия краткого руководства по эксплуатации iTEMP TMT162 HART® (KA00250R)
Руководство по функциональной безопасности (SD01632T)



www.addresses.endress.com
