НПП Эконикс®

Датчики температуры жидкости врезные серии TF02 с выходом 4-20мА / 0-10В

- Размещение на трубопроводе в посадочном месте с внутренней резьбой 1/2″
- Герметичная клеммная коробка IP65 со встроенной платой преобразования
- Модификации с выходным сигналом: 4-20мА / 0-10В / 0-1В (Uпит=5…24В)
- Стандартные диапазоны 0…50/100/150ºС (другие диапазоны по спецзаказу)

Применение

Датчики температуры жидкости серии TF02-A предназначены для измерения температуры жидких сред в трубопроводных системах различного назначения. Датчики относятся к врезному типу, вследствие этого для размещения на трубопроводе необходимо наличие посадочного места в виде вварной втулки с внутренней резьбой 1/2″. Для фиксации датчиков используется штуцер с ответной резьбой 1/2″, неподвижно зафиксированный на корпусе термозонда датчика с помощью сварки. Термозонд датчиков выполнен на основе тонкостенной нержавеющей трубки D10x1мм. Длина погружной части датчика (см. раздел «Размеры датчиков») и диапазон измерения определяются заказом (стандартные диапазоны 0…50/100/150ºС).

В конструкции датчиков использована герметичная клеммная коробка из алюминиевого сплава со степенью защиты IP65 со встроенной платой преобразования в аналоговый выходной сигнал.

Датчики серии TF02 включают три модификации по типу выходного аналогового сигнала: 1) с выходом 4-20мА 2) с выходом 0-10В 3) с выходом 0-1В. Функциональные отличия этих модификаций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Функциональные отличия датчиков серии TF02

Тип датчика	Схема подключения	Напряжение питания	Допустимая длина кабеля
Датчик TF02-A с выходом 4-20мА	2-х проводная с нагрузкой в цепи общего провода питания датчика	30В ≥ Uпит ≥ 9В + 0,02А x Rн, где Rн – сопротивление нагрузки в цепи общего провода питания	500 м
Датчик TF02-V с выходом 0-10В	3-х проводная с отдельным выходом по напряжению	Стандартное напряжение питания 13,5…30В, ток потребления 10мА	50м
Датчик TF02-NV с выходом 0-1В	3-х проводная с отдельным выходом по напряжению	Низковольтное напряжение питания 5…24В, ток потребления 10мА	50м

Обозначение датчиков и принадлежности

Сводный перечень датчиков приведен в таблице 2.
Перечень принадлежностей к датчикам приведен в таблице 3.

Таблица 2. Сводный перечень стандартных модификаций датчиков

Обозначение	Диапазон измерения	Выходной сигнал	Примечание
Датчик TF02-A-xxx(50ºC), где xxx – длина погружной части	0…50ºC	4-20мА	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-A-xxx(100ºC), где xxx – длина погружной части	0…100ºC	4-20мА	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-A-xxx(150ºC), где xxx – длина погружной части	0…150ºC	4-20мА	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-V-xxx(50ºC), где xxx – длина погружной части	0…50ºC	0-10В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-V-xxx(100ºC), где xxx – длина погружной части	0…100ºC	0-10В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-V-xxx(150ºC), где xxx – длина погружной части	0…150ºC	0-10В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-NV-xxx(50ºC), где xxx – длина погружной части	0…50ºC	0-1В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-NV-xxx(100ºC), где xxx – длина погружной части	0…100ºC	0-1В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм
Датчик TF02-NV-xxx(150ºC), где xxx – длина погружной части	0…150ºC	0-1В	Погружная часть 60 / 80 / 100мм

Примечание: по специальному заказу возможна поставка датчиков с произвольным диапазоном измерения из интервала –50…+150 ºC и с другой, отличной от стандартной, длиной погружной части.

Таблица 3. Принадлежности к датчикам

Наименование	Краткая характеристика
Контрольные платы стандарта 4-20мА / 0-10В	Имитируют выходной каскад датчиков. Обеспечивают на выходе фиксированные контрольные значения шкалы 4-20мА или 0-10В (0%, 10%, 20%, 80%, 100%). Используются на этапе ввода и в процессе эксплуатации для проверки исправности оборудования: датчиков, кабельной сети, регистратора.
Имитаторы сигналов стандарта 4-20мА/0-10В/0-1В	Обеспечивает на выходе 11 градаций тока 4-20мА или напряжения 0-10В/0-01В. Схема включения аналогична схеме включения датчиков. Используются на этапе ввода и в процессе эксплуатации для настройки и проверки параметров систем регулирования на основе датчиков с выходом 4-20мА/0-10В/0-1В.
Защитные гильзы	Используются для дополнительной защиты датчиков. Применение защитных гильз позволяет проводить монтаж/демонтаж врезных датчиков без остановки рабочего процесса. Материал: нержавеющая сталь.
Вварные втулки (бобышки) с внутренней резьбой 1/2″	Используются для организации посадочного места для врезных датчиков серии TF02-A и подобных. Для фиксации втулок на трубопроводе используется сварка. Материал: сталь 20.
Переходные втулки 1/2″ – 3/4″ M20x1,5 – 1/2″ M20x1,5 – 3/4″	Используются для перехода с одного типа внутренней резьбы на другой. Позволяют согласовать различные типы присоединительной резьбы датчика и посадочного места. Материал: нержавеющая сталь.

Обозначение при заказе

При заказе указывается наименование датчика в соответствии с таблицей 2 и, если необходимо, комплект принадлежностей из перечня таблицы 3. Например:

1. «**Датчик TF02-A-60-100**» (датчик с выходом 4–20 мА, с погружной частью 60мм и диапазоном измерения 0…100ºС);
2. «**Защитная гильза к датчику TF02-A-60-100**»;
3. «**Контрольные платы 20% и 80% шкалы 4–20мА**» (контрольные платы с фиксированным выходным током 7,2 мА и 16,8мА).

По специальному заказу возможна поставка нестандартных датчиков:

1. С произвольным диапазоном измерения из интервала –50…+150 ºС:
2. С другой, отличной от стандартной, длиной погружной части.

Нестандартные характеристики должны быть отдельно оговорены при заказе.

Конструкция датчиков

Конструкция датчиков включает следующие составные части:

- герметичный термозонд на основе нержавеющей трубки D10x1мм;
- клеммную коробку из алюминиевого сплава с защитой IP65;
- плату преобразования с аналоговым выходом.

В качестве термочувствительного элемента, расположенного в термозонде, используется платиновый тонкопленочный термоэлемент Pt100/Pt1000. Специальные методы упаковки термоэлемента позволяют получить низкое значение показателя тепловой инерции датчика. На корпусе термозонда сваркой зафиксирован штуцер с присоединительной дюймовой трубной резьбой 1/2″. Длина термозонда является переменной и определяется заказом. Термозонд и клеммная коробка жестко соединены друг с другом. Плата преобразования на винтах зафиксирована в клеммной коробке и защищена полиуретановым лаком. На плате расположен клеммный соединитель для подключения выходного кабеля. Для обеспечения герметичности кабель уплотняется в кабельном вводе, являющимся конструктивным элементом клеммной коробки. Для дополнительной защиты термозонда и удобства эксплуатации датчиков могут применяться защитные гильзы различной конструкции. Каждому типу датчика соответствует гильза определенной конструкции. В комплект поставки датчика также могут быть включены вварные резьбовые втулки (бобышки).

Технические характеристики

Общие данные:

1. Напряжение источника питания для датчиков:

- с выходом 4-20мА: 30В ≥ Uпит ≥ 9В + 0,02А x Rн, где Rн – сопротивление нагрузки
- с выходом 0-10В: 13,5…30В, ток потребления 10мА
- с выходом 0-1В: 5…24В, ток потребления 10мА

2. Потребляемая мощность: не более 0,6Вт
3. Допустимая длина кабеля для датчиков:

- с выходом 4-20мА: до 500 метров с 2-х проводной схемой подключения
- с выходом 0-10В/0-1В: до 50 метров с 3-х проводной схемой подключения

4. Устойчивость к механическим воздействиям согласно ГОСТ12997-84: группа N2
5. Срок службы: 10 лет

Функциональные данные канала измерения температуры:

1. Стандартные диапазоны преобразования: 0…+50ºС / 0…+100ºС / 0…+150ºС (другие диапазоны по спецзаказу)
2. Точность измерений: ±0,5ºС / ±1% от текущего значения, что больше
3. Стабильность измерений: уход не более ± 0,15 °С в течении 5 лет.
4. Показатель тепловой инерции (без гильзы): прибл. 15сек в движущейся воде
5. Линейный выходной сигнал: 4-20мА/0-10В ≡ 0…+50ºС / 0…+100ºС / 0…+150ºС

Условия окружающей среды:

1. Степень защиты конструкции датчика согласно ГОСТ14254-96: IP65
2. Диапазон рабочих температур термозонда датчика: –50…+150ºС

3. Температура корпуса датчика при эксплуатации: –50…+85ºС
4. Влажность при эксплуатации: 0…100% отн. влажности без конденсации влаги
5. Температура при хранении и транспортировании: –40…+65ºС
6. Влажность при хранении и транспортировании: ≤ 95% отн. влажности

Габаритные размеры:

1. Габариты клеммной коробки: длина 75мм х высота 65мм х ширина 55мм
2. Стандартные длины погружной части датчика: D10 х 60 / 80 / 100мм
3. Присоединительная резьба датчикового штуцера: трубная 1/2″
4. Тип шестигранника штуцера: под ключ 24мм
5. Диаметр уплотняемого в кабельном вводе кабеля: 3…7мм

Материалы и цвета:

1. Клеммная коробка: алюминиевый сплав, светло-серое порошковое покрытие
2. Термозонд и резьбовой штуцер: нержавеющая сталь 12Х18Н10Т

Рекомендации по установке датчика на трубопроводе

1. Датчик температуры необходимо устанавливать таким образом, чтобы фиксировалась наиболее характерная температура рабочего процесса. В месте установки датчика, поток контролируемой среды не должен нарушаться открытием расположенной вблизи запорной и регулирующей арматуры, подсосом наружного воздуха и т.д. Также на датчики не должны оказывать влияние посторонние источники тепла.

2. В зависимости от цели применения могут быть даны следующие рекомендации по организации посадочного места датчика:

- Для регулирования температуры теплоносителя: непосредственно после насоса, если насос расположен в прямом контуре или на расстоянии от 1,5 до 2 м после смешивающего клапана, если насос расположен в обратном контуре.
- Для измерения температуры воды в обратном контуре: в обратном контуре датчик необходимо располагать в месте, где могут быть сняты корректные показания, температура воды должна измеряться в месте, где она хорошо перемешивается.

2. Глубина погружения погружных датчиков температуры обычно выбирается равной (0,3-0,7)D трубопровода, где D – наружный диаметр трубопровода. На трубопроводах с наружным диаметром 80-150 мм глубина погружения датчика температуры составляет 0,5-0,7D (в том числе и при установке датчика наклонно), а на трубопроводах с наружным диаметром от 400 мм и выше глубина погружения может сокращаться до 0,3D. На тонких трубопроводах (с наружным диаметром трубопровода 50-65 мм) датчик температуры лучше всего устанавливать в колене. Если нет технической возможности использовать колено, то осуществляется установка датчика в расширителе.

3. Посадочное место на металлическом трубопроводе состоит из резьбовой втулки (бобышки), с помощью сварки зафиксированной в точке контроля.

4. Для размещения датчика на пластмассовом трубопроводе, как правило, используются специальные пластмассовые вставки с заранее сформированной присоединительной резьбой. При необходимости возможно применение переходных резьбовых втулок различной конструкции.

3. При необходимости для дополнительной защиты термозонда датчика может применяться защитная гильза. Как правило, защитная гильза используется при измерениях температуры рабочих сред с высоким рабочим давлением и большой скоростью потока. Применение защитной гильзы также обеспечивает удобство при техническом обслуживании датчика, т.к. позволяет проводить монтаж/демонтаж врезных датчиков без остановки рабочего процесса. Применение защитной гильзы не требует доработки стандартного посадочного места. В одном и том же посадочном месте возможно применение датчика как без защитной гильзы, так и совместно с защитной гильзой. Если датчик установлен в гильзу необходимо учитывать, что при этом скорость реакции датчика на изменение температуры будет увеличена. Для уменьшения скорости реакции датчика в гильзу необходимо залить масло или глицерин. Для быстрых процессов регулирования установка датчика в гильзу не рекомендуется.

4. При установке датчика в бобышку для герметизации резьбового соединения необходимо использовать уплотняющие средства (например, тефлоновую ленту).

5. После подключения кабеля к датчику для обеспечения герметичности датчика кабель необходимо уплотнить в кабельном вводе клеммной коробки и затем закрутить до упора верхнюю крышку клеммной коробки.

Схемы подключения датчиков к регистратору

Схемы подключения датчиков с выходом 4–20мА

Использование в датчиках серии TF02-A стандартного 2-х проводного аналогового токового интерфейса 4-20 мА обеспечивает следующие преимущества:

1. Допустимая длина линии связи «датчик–регистратор» до 500 м;
2. Экономия за счет использования 2-х жильного кабеля вместо 3-х жильного;
3. Высокая помехоустойчивость;
4. Автоматическая диагностика состояния «обрыв линии связи» и «неисправность датчика» – по отсутствию начального тока 4мА в цепи датчика.

Для подключения датчика с выходом 4-20мА к регистратору в разрыв общего провода питания датчика необходимо включить сопротивление нагрузки. Измерительное напряжение, выделяемое относительно общей точки на сопротивлении нагрузки будет являться входным напряжением для регистратора. Общая схема подключения датчиков с выходом 4–-0мА к регистраторам приведена в таблице 4.

Таблица 4. Общая схема подключения датчиков с выходом 4-20мА к регистраторам	
Клеммы датчика + → Uп ≥ 9В+0,02А•Rн – → Общий Rн на регистратор	1. 2-х проводная схема подключения. 2. Маркировка клемм: «+» - напряжение питания «–» - общий провод и выход 4–20мА 3. Длина линии связи до 500 метров. 4. Алгоритм выбора величины сопротивления нагрузки Rн приведен ниже.

Выбор величины сопротивления нагрузки Rн определяется входным диапазоном применяемого регистратора, напряжением питания со стороны регистратора и допустимым минимальным напряжением непосредственно на клеммах датчика, т.е. напряжением между клеммами датчика «+» и «–».

Величина напряжения питания датчика со стороны регистратора и величина сопротивления нагрузки связаны следующим соотношением:

$U_{пит} \geq 9В + 0{,}02А \cdot R_н$, где

Uпит, В – напряжение питания датчика со стороны регистратора;

9 В – минимально допустимое напряжение непосредственно на клеммах датчика;

0,02 А – максимальный измерительный ток от датчика;

Rн, Ом – сопротивление нагрузки, с которого снимается напряжение.

Внимание! Напряжение на клеммах датчика с учетом падения напряжения на сопротивлении нагрузки Rн и соединительных проводах при максимальном выходном токе датчика 20 мА не может быть меньше 9 В. В противном случае достоверность показаний датчика не гарантируется.

Рекомендуется следующий алгоритм выбора сопротивления нагрузки токовой петли и напряжения источника питания датчика со стороны регистратора (контроллера):

а) Из спецификации на применяемый контроллер получают данные о диапазоне входного напряжения контроллера, например, 0…10 В;

б) Для входного диапазона 0…10В выбирают номинал сопротивления нагрузки, равный 500 Ом из расчета, что при максимальном измерительном токе с датчика, равном 20 мА, на сопротивлении нагрузки должно падать 10 В;

в) Рассчитывают минимально допустимую величину напряжения источника питания путем сложения минимально допустимого напряжения на клеммах датчика, равного 9 В, и падения напряжения на сопротивлении нагрузки, равного 10 В. Получают величину 19 В. В качестве источника питания датчика можно выбрать блок питания с напряжением 24 В. Таблица соответствия между рядом входных диапазонов контроллеров, сопротивлением нагрузки токовой петли и необходимым напряжением источника питания приведена ниже.

Таблица 5. Соответствие между входным диапазоном контроллера, сопротивлением нагрузки токовой петли и напряжением источника питания				
Входной диапазон контроллера	0…1В	0…2В	0…5В	0…10В
Необходимая величина сопротивления нагрузки токовой петли Rн	50 Ом	100 Ом	250 Ом	500 Ом
Напряжение на Rн при токе 4мА	0,2 В	0,4 В	1 В	2 В
Напряжение на Rн при токе 20мА	1 В	2 В	5 В	10 В
Диапазон изменения напряжения на сопротивлении нагрузки Rн	0,2…1 В	0,4…2 В	1…5 В	2…10 В
Рекомендуемое напряжение источника питания со стороны контроллера	12 В	12 В	15 В	24 В
Напряжение на датчике при токе 20мА	11 В	10 В	10 В	14 В

В таблице 6 приведена схема подключения датчика TF02-A-A к контроллеру со встроенными блоком питания аналоговых входов и сопротивлением нагрузки Rн. К такому типу контроллеров, например, относится контроллер KL3454 пр-ва ф.Beckhoff.

В таблице 7 приведена схема подключения датчика TF02-A к контроллеру без встроенного блока питания и соответственно с внешними блоком питания и сопротивлением нагрузки Rн. К такому типу контроллеров, например, относится модуль аналогового ввода MBA8 пр-ва ф.ОВЕН (Россия).

Таблица 6. Схема подключения датчиков TF02-A к контроллерам со встроенными блоком питания и сопротивлением нагрузки Rн

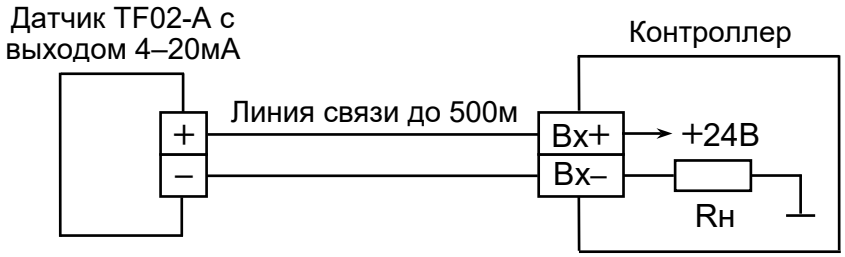


Таблица 7. Схема подключения датчиков TF02-A к контроллерам при использовании внешних блока питания и сопротивления нагрузки Rн

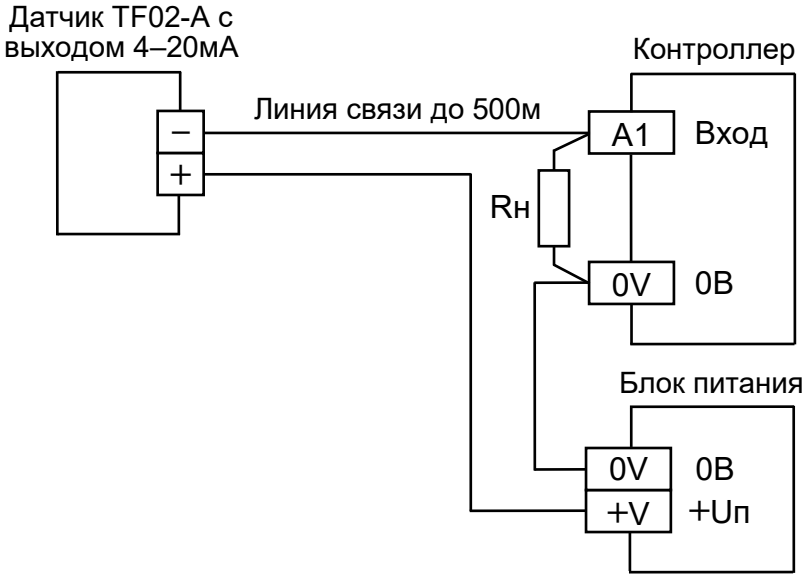


Схема подключения датчиков с выходом 0-10В/0-1В:

Таблица 8. Схема подключения датчиков с выходом 0-10В/0-1В к регистраторам	
Клеммы датчика TF02 – → Общий В → Выход 0-10В/0-1В + → Uпит = 13,5…30В	1. 3-х проводная схема подключения. 2. Маркировка клемм на датчике: «+» - напряжение питания датчика «В» - выход 0-10В/0-1В «–» - общий провод питания датчика 3. Длина линии связи до 50 метров.

Датчик с выходом 0-10В / 0-1В может непосредственно подключаться к регистратору без дополнительного преобразования сигнала. Рекомендуемое значение входного сопротивления используемого канала регистратора – не менее 10 кОм.

Рекомендуемая длина кабеля датчик–регистратор не более 50 метров. При длине кабеля до 15 метров допускается использование неэкранированного кабеля, при большей длине рекомендуется использование экранированного кабеля.

Рекомендации по эксплуатации, хранению и транспортированию

1. С целью ускорения ввода в эксплуатацию поставляемых датчиков в комплект поставки по отдельному заказу могут включаться так называемые «контрольные» платы. С точки зрения нагрузочной способности они полностью имитируют выход датчика, но имеют фиксированные значения выходных токов: 4мА; 7,2мА; 16,8мА; 20мА. Маркировка плат и соответствие выходных токов контрольных плат измеряемым параметрам датчика по температуре приведены в таблице 9.

Таблица 9

Контрольные платы	Маркировка	Соответствующие значения температуры для диапазонов		
		0…50 ºС	0…100 ºС	0…150 ºС
4 мА	«Т0»	0ºС	0ºС	0ºС
7,2 мА	«Т20»	10ºС	20ºС	30ºС
16,8 мА	«Т80»	40ºС	80ºС	120ºС
20 мА	«Т100»	50ºС	100ºС	150ºС

Для датчиков с выходом 0–10В используются контрольные платы с выходным напряжением 1В, 2В, 8В, 10В. Маркировка плат и соответствие выходных напряжений контрольных плат измеряемым параметрам датчика приведены в таблице 10.

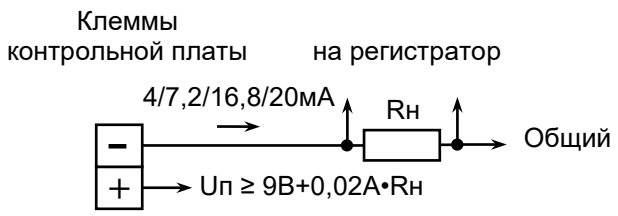
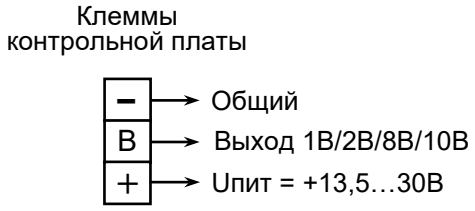
Таблица 10

Контрольные платы	Маркировка	Соответствующие значения температуры для диапазонов		
		0…50 ºС	0…100 ºС	0…150 ºС
1 В	«Н10»	5ºС	10ºС	15ºС
2 В	«Н20»	10ºС	20ºС	30ºС
8 В	«Н80»	40ºС	80ºС	120ºС
10 В	«Н100»	50ºС	100ºС	150ºС

Перед вводом датчика в эксплуатацию контрольные платы с выходными токами 4 мА (0% шкалы 4-20мА) и 20 мА (100% шкалы 4-20мА) последовательно подключаются вместо датчика (схема подключения совпадает со схемой подключения датчика) и на регистраторе устанавливаются (записываются в память) соответствующие контрольным токам значения температуры. В результате этой процедуры для регистратора будут однозначно определены наклон и сдвиг линейной характеристики каналов измерения датчика по влажности и температуре. Контрольные платы с выходным током 7,2 мА (20% шкалы 4–20мА) и 16,8 мА (80% шкалы 4–20мА) также могут быть использованы для калибровки диапазонов измерения в регистраторе, а если диапазоны установлены с

помощью плат 0% и 100%, то для проверки ранее установленных в регистраторе диапазонов измерения. В процессе эксплуатации контрольные платы могут использоваться для периодической проверки работоспособности или при необходимости для диагностики исправности оборудования: датчиков, регистратора или кабельной сети.

Схемы подключения контрольных плат аналогичны схемам подключения датчиков и приведены в таблице 11.

Таблица 11. Схемы подключения контрольных плат к регистратору	
Схема подключения контрольных плат стандарта 4-20мА	Схема подключения контрольных плат стандарта 0-10В
	

2. Перед установкой на объекте измерения датчики не требуют каких-либо регулировок или тарировки.

3. Применяемый в датчиках тонкопленочный платиновый термоэлемент Pt100 / Pt1000 производства ф.Heraeus (www.heraeus-sensor-technology.ru) имеет высокие эксплутационные характеристики и минимальный уход в течение длительного времени эксплуатации. Тем не менее характеристики датчиков могут быть проверены методом сличения с показаниями эталонного измерителя температуры. В качестве эталонного измерителя температуры рекомендуется использование термометра лабораторного электронного ЛТ-300 производства ООО «Термекс» г.Томск (www.termexlab.ru) с погрешностью в диапазоне –50…100ºС не хуже ±0,05ºС. Термометр ЛТ-300 используется для контрольных операций на этапах производства и испытаний датчиков серии TF02.

4. По специальному заказу может быть осуществлена поставка датчиков с диапазонами преобразования, отличными от стандартных и находящихся в пределах диапазона рабочих температур датчика: от –50ºС до +150ºС.

5. При эксплуатации датчика в загрязненных помещениях с высокой влажностью, может потребоваться периодическое проведение профилактических работ, заключающихся в очистке конструкции датчика от осажденной пыли и проверки состояния частей датчика внутри клеммной коробки, включая проверку качества соединения клеммного соединителя датчика с выходным кабелем.

6. Рекомендуемые условия хранения и транспортирования датчиков: в упаковке производителя, при температуре –40…+65ºС и относительной влажности воздуха менее 95%. Датчики не должны подвергаться прямому воздействию влаги, кроме этого должны быть исключены условия конденсации влаги из окружающего воздуха.

Описание характеристик преобразования датчиков

Каждый экземпляр датчиков серии TF02 с выходом 4-20мА (модификация TF02-A) имеет стандартную тарировочную характеристику следующего типа:

T °C = (Iвых – Io) / SLI, где

Iвых – текущий выходной ток датчика, мА;

Io – начальное смещение, равное начальному выходному току датчика 4 мА;

SL – коэффициент преобразования, зависящий от диапазона измерения.

Коэффициенты Iот и SLI для стандартных диапазонов измерения датчиков TF02-A с выходом 4-20мА приведены в табл. 12.

Таблица 12

Параметры для датчиков TF02-A с выходом 4-20мА	Для диапазона 0…50 ºС	Для диапазона 0…100 ºС	Для диапазона 0…150 ºС
Начальное смещение, Io	4 мА	4 мА	4 мА
Коэффициент преобразования, SLI	0,32 мА/ºС	0,16 мА/ºС	0,10666 мА/ºС

В таблицах 13, 14, 15 в численном виде представлена зависимость выходных сигналов от температуры для стандартных диапазонов измерения датчиков TF02-A:

Таблица 13

Температура (ºС) для диапазона 0…50ºС	0	5	10	15	20	25	3	35	40	45	50
Выходной ток датчика (мА)	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Таблица 14

Температура (ºС) для диапазона 0…100ºС	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходной ток датчика (мА)	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Таблица 15

Температура (ºС) для диапазона 0…150ºС	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Выходной ток датчика (мА)	4	5,6	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,8	18,4	20

Каждый экземпляр датчиков серии TF02 с выходом 0-10В (модификация TF02-V) имеет стандартную тарировочную характеристику следующего типа:

T (°C) = Uвых / SLU, где

Uвых – текущее выходное напряжение датчика, В;
SLU – коэффициент преобразования, зависящий от диапазона измерения.
Коэффициенты SLU для стандартных диапазонов измерения датчиков TF02-V с выходом 0-10В приведены в таблице 16.

Таблица 16

Параметры для датчиков TF02-V с выходом 0-10В	Для диапазона 0 …50ºС	Для диапазона 0…100ºС	Для диапазона 0…150ºС
Коэффициент преобразования, SLU	0,2 В/°С	0,1 В/°С	0,0667 В/°С

В таблицах 17, 18 и 19 в численном виде представлена зависимость выходных сигналов от температуры для стандартных диапазонов измерения датчиков TF02-V:

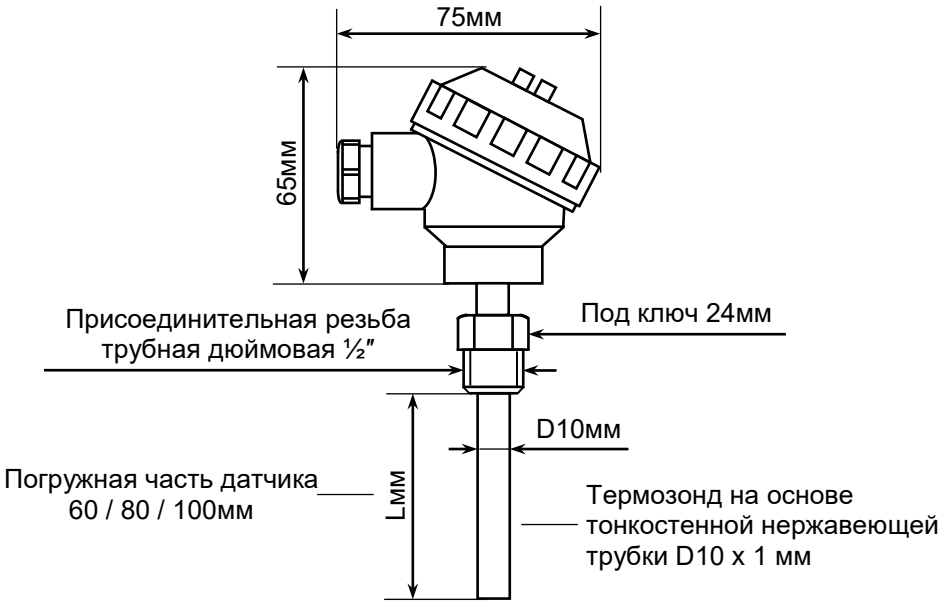
Таблица 17

Температура (ºС) для диапазона 0…50ºС	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Выходное напряжение датчика TF01-V, В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 18

Температура (ºС) для диапазона 0…100ºС	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Выходное напряжение датчика TF01-V (В)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 19

Температура (ºС) для диапазона 0…100ºС	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Выходное напряжение датчика TF01-V (В)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Размеры датчиков (в мм)