

109456, Москва,
1-й Вешняковский пр., д.2
тел.: (495) 174-82-82, 171-09-21

Р.№ 440

TRM12

Измеритель ПИД-регулятор



руководство
по эксплуатации



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Назначение	7
2. Технические характеристики и условия эксплуатации	8
3. Устройство и работа прибора	12
3.1. Принцип действия	12
3.2. Устройство прибора	29
4. Меры безопасности	31
5. Монтаж прибора на объекте и подготовка к работе	32
5.1. Монтаж прибора	32
5.2. Монтаж внешних связей	34
5.3. Подключение прибора	36
6. Режимы настройки и работы прибора	38
6.1. Общие указания	38
6.2. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ	38
6.3. Режим АВТОНАСТРОЙКА	40
6.4. Режим РАБОТА	41
7. Техническое обслуживание	45
7.1. Общие указания	45
7.2. Поверка прибора	45
7.3. Юстировка прибора	45
8. Маркировка	46

9. Упаковка	46
10. Хранение	46
11. Транспортирование	47
12. Гарантийные обязательства	47
Приложение А. Габаритные чертежи корпусов прибора	48
Приложение Б. Программируемые параметры	52
Приложение В. Соединение термопреобразователей сопротивления с прибором по двухпроводной схеме	56
Приложение Г. Схемы подключения	58
Приложение Д. Ручная настройка	62
Приложение Е. Юстировка приборов	69
Приложение Ж. Список возможных неисправностей и способы их устранения	78
Лист регистрации изменений	84

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием измерителей-регуляторов микропроцессорных ТРМ12 (в дальнейшем по тексту именуемых «прибор» или «прибор ТРМ12» или «ТРМ12»).

Прибор выпускается согласно ТУ 4211-016-46526536-2005 и имеет сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.32.010.A №22285. Сертификат соответствия № 03.009.0308.

Приборы ТРМ12 изготавливаются в различных модификациях, отличающихся друг от друга диапазоном напряжения питания, конструктивным исполнением, типом входного устройства и типом встроенных выходных устройств.

Модификации прибора соответствует условное обозначение:



Код модификации расшифровывается следующим образом:

Диапазон напряжения питания:

- А** – питание прибора 187...242 В переменного тока частотой 50 ± 5 Гц;
 - Б** – питание прибора 90...245 В переменного тока с частотой 47...63 Гц или постоянного тока;
- Имеется встроенный источник питания для питания нормирующих преобразователей датчиков с выходным унифицированным сигналом тока или напряжения.

Примечание – Приборы в конструктивном исполнении "Д" изготавливаются только на диапазон напряжений питания «А».

Конструктивное исполнение:

- Н** – корпус настенного крепления с размерами 130×105×65 мм и степенью защиты корпуса IP44;
- Щ1** – корпус щитового крепления с размерами 96×96×70 мм и степенью защиты со стороны передней панели IP54;
- Щ2** – корпус щитового крепления с размерами 96×48×100 мм и степенью защиты со стороны передней панели IP54;
- Д** – корпус для крепления на DIN-рейку с размерами 88×72×54 мм и степенью защиты со стороны лицевой панели IP20.

Габаритные чертежи корпусов прибора приведены в Приложении А.

Тип входного устройства:

- ТС** – для приборов, работающих с термопреобразователями сопротивления по НСХ: 50М, 100М, 50П, 100П и гр. 23;

Примечание – НСХ термопреобразователей сопротивления ТСМ 50М, 100М и ТСП 50П, 100П соответствуют ГОСТ 6651-94, а ТСМ гр. 23 – нестандартизованной НСХ.

- ТП1** – для приборов, работающих с термопарами по НСХ: ХК(L) – хромель-копель, ХА(K) – хромель-алюмель;
- ТП2** – для приборов, работающих с термопарами по НСХ: НН(N) – никросил-нисил и ЖК(J) – железо-константан;
- ТПП(S)** – для приборов, работающих с термопарами по НСХ: ПП(S) – платина-платина-родий;
- ТПП(R)** – для приборов, работающих с термопарами по НСХ: ПП(R) – платина-платина-родий;
- Примечание** – НСХ термопар соответствуют ГОСТ Р 8.585-2001.
- АТ** – для приборов, работающих с унифицированными сигналами постоянного тока: 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА;
- АН** – для приборов, работающих с унифицированными сигналами напряжения постоянного тока 0...1 В.
- Примечание** – Источники унифицированного сигнала соответствуют ГОСТ 26.011.

Тип встроенных выходных устройств (ВУ):

- Р** – реле электромагнитные;
- К** – транзисторные оптопары структуры *n-p-n*-типа;
- С** – симисторные оптопары.

Приборы модификации ТРМ12Х-Х.ТС.Х. могут выпускаться класса точности 0,25 или 0,5. Модификации ТРМ12Х-Х.ТП.Х., ТРМ12Х-Х.АТ.Х. выпускаются только класса точности 0,5. При заказе приборов класса точности 0,25 после его полного условного обозначения добавляется запись "Класс точности 0,25", для приборов класса точности 0,5 дополнительная запись не производится.

Пример записи приборов при их заказе и в документации другой продукции, где они могут быть применены:

Прибор ТРМ12А-Н.ТС.Р

При этом изготовлению и поставке подлежит измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ12 в корпусе настенного крепления, предназначенный для работы с термопреобразователями сопротивления. Диапазон напряжений питания 187...242 В 50 Гц. Тип встроенных выходных устройств – реле электромагнитные.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Измеритель-регулятор микропроцессорный ТРМ12 предназначен совместно с первичным преобразователем (датчиком) для измерения и регулирования (при наличии внешнего регулирующего исполнительного механизма или устройства) температуры и других физических параметров, значение которых входным датчиком может быть преобразовано в сигналы активного сопротивления, напряжения постоянного тока или постоянный ток.

Прибор может быть использован для измерения и регулирования технологических процессов в различных отраслях промышленности, коммунального и сельского хозяйства.

Прибор позволяет осуществлять следующие функции:

- измерение температуры и других физических величин (давления, влажности, расхода, уровня и т.п.) с помощью стандартных датчиков в соответствии с модификацией входного устройства (см. код модификации);
- отображение текущего измерения на встроенном светодиодном цифровом индикаторе;
- управление электроприводом запорно-регулирующего (КЗР) или трехходового клапана без учета его положения;
- регулирование измеряемой величины по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону в системе "нагреватель-холодильник";
- автоматическое определение коэффициентов ПИД-регулятора (автонастройка).

Параметры измерения и регулирования задаются пользователем и сохраняются при отключении питания в энергозависимой памяти прибора.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Основные технические характеристики приборов приведены в таблицах 1–4.

Таблица 1

Питание

Параметр	Тип прибора	
	ТРМ12А	ТРМ12Б
Напряжение питания	187...242 В с частотой 50 ± 5 Гц,	90...245 В с частотой 47...63 Гц
Потребляемая мощность, не более	6 ВА	
Напряжение встроенного источника питания постоянного тока, В	22...30	24
Максимально допустимый ток встроенного источника питания, мА	50	100

Таблица 2

Параметры датчиков

Тип датчика или входного сигнала	Диапазон измерений	Разрешающая способность
ТСМ с НСХ 50М и 100М	-50...+200 °С	0,1
ТСП с НСХ 50П и 100П	-199...+650 °С	0,1 ¹⁾
ТХК(L)	-50...+750 °С	0,1
ТХА(K)	-50...+1300 °С	1
ТПП(S)	0...+1600 °С	1
ТПП(R)	0...+1600 °С	1
ТНН(N)	-50...+1300 °С	1
ТЖК(J)	-50...+900 °С	0,1
Источник тока 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА	0...100 %	0,1 %
Источник напряжения 0...1 В	0...100 %	0,1 %
Параметр		Значение
Входное сопротивление прибора ТРМ12Х-Х.АТ.Х		100 Ом±0,5 %
Входное сопротивление прибора ТРМ12Х-Х.АН.Х		не менее 100 кОм
Время опроса входа, не более		1,5 с
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения входной величины (без учета погрешности датчика)		±0,25 % ²⁾ или ±0,5 % в зависимости от класса точности прибора
¹⁾ В диапазоне от минус 199 до минус 100°С разрешающая способность прибора равна 1°С		
²⁾ Только для модификаций ТРМ12-Х.ТС.Х		

Таблица 3

Встроенные выходные устройства

Параметр	Значение
Максимальный ток, коммутируемый контактами реле	1 (8) А при напряжении 220 В 50 Гц и $\cos \varphi > 0,4$
Максимальный ток нагрузки транзисторной оптопары	200 мА при напряжении 50 В постоянного тока
Максимальный ток нагрузки оптосимистора	50 мА при напряжении до 250 В (в импульсном режиме частотой 50 Гц с длительностью импульса не более 5 мс – до 1 А)

Таблица 4

Характеристики корпусов

Тип корпуса	настенный Н	щитовой Щ1	щитовой Щ2	DIN-реечный Д
Степень защиты корпуса	IP44	IP54 ¹⁾	IP54 ¹⁾	IP20 ¹⁾
Габаритные размеры корпуса, мм	130×105×65	96×96×70	96×48×100	88×72×54

¹⁾Со стороны передней панели

2.2. Условия эксплуатации:

- закрытые взрывобезопасные помещения без агрессивных паров и газов;
- температура окружающего воздуха от +1 до +50 °С;
- верхний предел относительной влажности воздуха не более 80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

Вид климатического исполнения приборов ТРМ12 – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Примечание – Требования в части внешних воздействующих факторов являются обязательными как относящиеся к требованиям безопасности.

3. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

3.1. Принцип действия

3.1.1. Структурная схема прибора приведена на рисунке 1.

Прибор состоит из:

- входа (входного устройства), предназначенного для обработки сигналов датчика;
- блока обработки данных, содержащего цифровой фильтр и ПИД-регулятор;
- выходных устройств ВУ1 и ВУ2, предназначенных для управления внешним оборудованием;
- четырехразрядного светодиодного цифрового индикатора.

3.1.2. Типы входного устройства (входа)

Прибор может иметь несколько модификаций входов, к которым могут подключаться датчики различных типов (таблица 2).

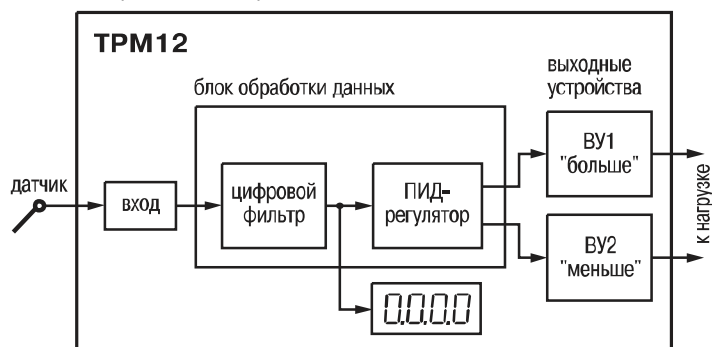


Рисунок 1

Код типа датчика устанавливается пользователем при программировании согласно прил. Б. Процедура установки параметров описана в п. 6.2.

3.1.2.1. Подключение термопреобразователей сопротивления

Работа термопреобразователей сопротивления основана на температурной зависимости электрического сопротивления металлов. Датчик, как правило, выполнен в виде катушки из тонкой медной или платиновой проволоки на каркасе из изоляционного материала, заключенной в защитную гильзу. Термопреобразователи сопротивления характеризуются двумя параметрами: R_0 – сопротивление датчика при 0 °С и W_{100} – отношение сопротивления датчика при 100 °С к его сопротивлению при 0 °С.

В приборах ТРМ12 используется трехпроводная схема подключения термопреобразователей сопротивления. К одному из выводов R_t подсоединяются два провода, а третий подключается к другому выводу R_t (см. рисунок 2). Такая схема при соблюдении условий равенства сопротивлений всех трех проводов позволяет скомпенсировать их влияние на измерение температуры.

Термопреобразователи сопротивления могут подключаться к прибору с использованием двухпроводной схемы подключения, но при этом отсутствует компенсация при изменении сопротивления соединительных проводов и поэтому будет наблюдаться некоторая зависимость показаний прибора от колебаний температуры проводов. В случае использования двухпроводной схемы необходимо при подготовке прибора к работе выполнить действия, указанные в прил. В.

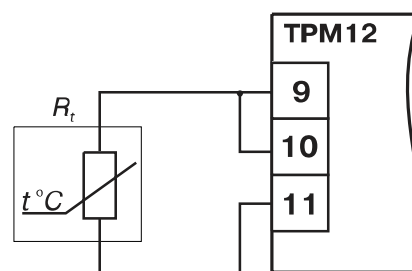


Рисунок 2

3.1.2.2. Подключение термоэлектрических преобразователей

Термоэлектрический преобразователь (термопара) состоит из двух соединенных на одном из концов проводников, изготовленных из металлов, обладающих разными термоэлектрическими свойствами. Соединенные концы, называемые рабочим спаем, опускают в измеряемую среду, а свободные концы термопары (*холодный спай*) подключают ко входу ТРМ12 (клеммы 10 и 11) (рисунок 3). Если температуры «рабочего» и «холодного спаев» различны, то термопара вырабатывает термоЭДС, которая и подается на измеритель.

Поскольку термоЭДС зависит от разности температур двух спаев термопары, то для получения корректных показаний необходимо знать температуру «холодного спаев», чтобы скомпенсировать эту разницу в дальнейших вычислениях.

В модификациях приборов, предназначенных для работы с термопарами, предусмотрена схема автоматической компенсации температуры свободных концов термопары. Датчиком температуры «холодного спаев» служит полупроводниковый диод, установленный рядом с присоединительным клеммником.

Подключение термопар к прибору должно производиться с помощью специальных компен-

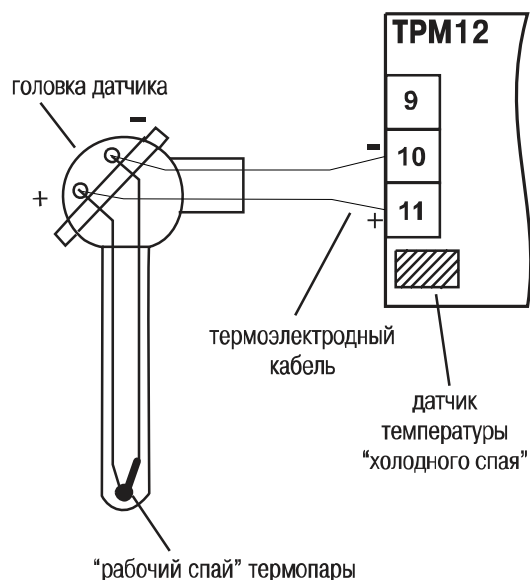


Рисунок 3

сационных (термоэлектродных) проводов, изготовленных из тех же самых материалов, что и термопара. Допускается также использовать провода из металлов с термоэлектрическими характеристиками, которые в диапазоне температур 0...100 °С аналогичны характеристикам материалов электродов термопары. При соединении компенсационных проводов с термопарой и прибором необходимо соблюдать полярность. При нарушении указанных условий могут иметь место значительные погрешности при измерении.

Во избежание влияния помех на измерительную часть прибора линию связи прибора с датчиком рекомендуется экранировать. В качестве экрана может быть использована заземленная стальная труба.

3.1.2.3. Подключение датчиков, имеющих нормирующий преобразователь с унифицированным выходным сигналом тока или напряжения

Многие датчики различных физических величин оснащены нормирующими измерительными преобразователями. Нормирующие преобразователи преобразуют сигналы с первичных преобразователей (термопар, термопреобразователей сопротивления, манометров, расходомеров и др.) в унифицированный сигнал постоянного тока или постоянного напряжения.

Диапазон выходного тока (напряжения) нормирующего преобразователя пропорционален значению физической величины, измеряемой датчиком, и соответствует рабочему диапазону датчика, указанному в его технических характеристиках.

Для работы нормирующих преобразователей используется дополнительный внешний источник питания постоянного тока. Такой гальванически изолированный от схемы прибора источник имеется в модификациях приборов ТРМ12Х-Х.АТ.Х, ТРМ12Х-Х.АН.Х. На рисунке 4 показана двухпроводная схема подключения датчика с унифицированным выходным сигналом 4...20 мА к прибору со встроенным источником питания, а на рисунке 5 – схема подключения датчиков 0...5 мА, 0...20 мА, 0...1 В по трехпроводной линии.

Нагрузкой для нормирующего преобразователя является прецизионный резистор с сопротивлением $R_{\text{вх}} = 100 \text{ Ом} \pm 0,5 \%$.

Схемы подключения датчиков приведены в прил. Г.

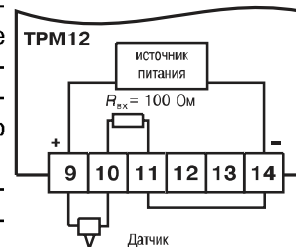


Рисунок 4

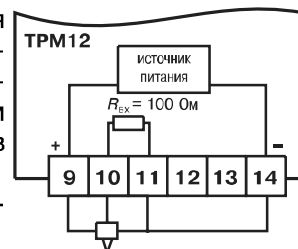


Рисунок 5

3.1.3. Обработка входного сигнала

3.1.3.1. Сигнал, полученный с датчика, преобразуется в цифровое значение измеряемой величины (температуры, давления, расхода и т.д).

При работе с датчиками, формирующими на выходе унифицированный сигнал тока или напряжения (модификации АТ и АН), можно произвольно задавать шкалу измерения. Для этого устанавливаются следующие параметры работы прибора: “нижняя” и “верхняя границы шкалы измерения” и “положение десятичной точки” (см. *прил. Б*).

Параметр «нижняя граница шкалы измерения» определяет, какое значение измеряемой величины будет выводиться на индикатор при минимальном уровне сигнала с датчика (например, 4 мА для датчика с выходным сигналом тока 4...20 мА).

Параметр «верхняя граница шкалы измерения» определяет, какое значение измеряемой величины будет выводиться на индикатор при максимальном уровне сигнала с датчика (например, 20 мА для датчика с выходным сигналом тока 4...20 мА или 1 В для датчика с выходным сигналом напряжения 0...1 В).

Параметр «положение десятичной точки» определяет количество знаков после запятой, которое будет выводиться на индикатор.

3.1.3.2. Коррекция измерений

Преобразованные значения могут быть откорректированы с целью устранения начальной погрешности преобразования входных датчиков. Эти погрешности выявляются после проведения метрологических испытаний и устраняются путем ввода корректирующего значения δ , устанавливаемого в параметре «сдвиг характеристики» (см. *прил. Б*). К каждому вычисленному значению измеренной величины $T_{изм}$ прибавляется значение этого параметра, и тогда на индикатор выводится значение T_r .

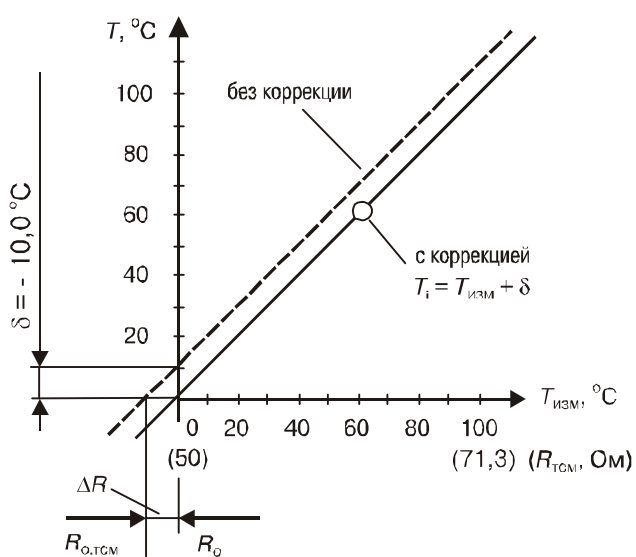


Рисунок 6

Коррекция «сдвиг характеристики» используется для компенсации погрешностей, вносимых сопротивлениями подводящих проводов (при подключении термопреобразователей сопротивления по двухпроводной схеме) (см. прил. В), а также при отклонении у термопреобразователя сопротивления значения R_0 от стандартного. Пример коррекции «сдвига характеристики» из-за отклонения значения R_0 показан для датчика ТСМ 50 (рисунок 6).

Примечание – Для термопреобразователей сопротивления типа ТСП на коррекцию «сдвига характеристики» оказывает влияние нелинейность НСХ датчика, вследствие чего значение δ может оказаться неточным. Тогда необходимо ввести уточненное значение параметра.

3.1.3.3. Цифровая фильтрация измерений

Для улучшения эксплуатационных качеств прибора в блок обработки данных введен цифровой фильтр, позволяющий уменьшить влияние случайных помех на измерение контролируемых величин.

Работа фильтра описывается параметром «глубина цифрового фильтра» N (см. прил. Б), определяющим количество последних N измерений, для которых прибор вычисляет среднее арифметическое. Полученная величина поступает на вход регулятора.

Вид переходных характеристик для разных N показан на рисунке 7. При значении параметра равном 0 или 1, фильтр выключен. Уменьшение значения N приводит к более быстрой реакции прибора на скачкообразные изменения контролируемой величины, но снижает помехозащищенность измерительного тракта. Увеличение значения N приводит к улучшению помехозащищенности, но вместе с этим повышает инерционность прибора.

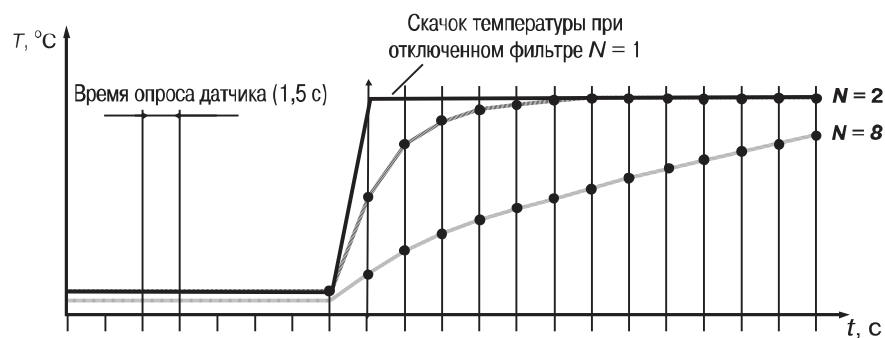


Рисунок 7

3.1.4. Регулятор

3.1.4.1. Регулятор ТРМ12 работает в одном из двух режимов:

- ПИ-регулятор для управления задвижками и трехходовыми клапанами;
- ПИД-регулятор системы "нагреватель-холодильник".

3.1.4.2. ПИ-регулятор для управления задвижками и трехходовыми клапанами

Устройство типа "задвижка" имеет электрический привод, две пары контактов для управления направлением ее вращения. Это устройство управляется только импульсными сигналами.

При подаче управляющих импульсов на первую пару контактов задвижка перемещается в одну сторону, например, открывается, при подаче импульсов на вторую – закрывается.

Прибор ТРМ12 управляет задвижкой без учета ее положения. Средняя скорость перемещения задвижки $v_{ср}$, необходимая для конкретного процесса вычисления, определяется по формуле:

$$v_{срi} = \frac{1}{X_p} \cdot \left(\Delta E_i + \frac{1}{\tau_u} \cdot E_i \right), \quad (1)$$

- где X_p – полоса пропорциональности;
 E_i – разность между заданным $T_{уст}$ и текущим T_i значением измеряемой величины, или рассогласование;
 ΔE_i – разность между двумя соседними измерениями E_i ;
 τ_u – постоянная времени интегрирования.

Вычисленная величина v_{cp} преобразуется в относительную длительность импульсов D на соответствующей паре контактов:

$$D = |v_{cp}| \cdot T_{cl}, \quad (2)$$

где D – длительность импульсов;
 T_{cl} – период следования импульсов.

3.1.4.3. ПИД-регулятор для системы "нагреватель-холодильник"

Используется, если для регулирования применяются два исполнительных устройства: "нагреватель" и "холодильник".

На выходе регулятора вырабатывается выходной (управляющий) сигнал Y , действие которого направлено на уменьшение рассогласования текущего значения контролируемой величины от заданного:

$$Y_i = \frac{1}{X_p} \left(E_i + \tau_d \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{изм}} + \frac{1}{\tau_u} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{изм} \right) \cdot 100\%, \quad (3)$$

где X_p – полоса пропорциональности;
 E_i – разность между заданным $T_{уст}$ и текущим T_i значением измеряемой величины, или рассогласование;
 τ_d – постоянная времени дифференцирования;
 ΔE_i – разность между двумя соседними рассогласованиями E_i и E_{i-1} ;

$\Delta t_{\text{изм}} = 1,5 \text{ с}$ – время между двумя соседними измерениями T_i и T_{i-1} ;
 $\tau_{\text{и}}$ – постоянная времени интегрирования;

$\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{изм}}$ – накопленная сумма рассогласований.

Из формулы (3) видно, что при ПИД-регулировании сигнал управления зависит от:

1) E_i – разницы между текущим значением измеряемой величины T_i и заданным значением параметра $T_{\text{уст}}$.

отношение $\frac{E_i}{X_p}$ называется *пропорциональной составляющей* выходного сигнала;

2) скорости изменения параметра $\frac{\Delta E_i}{\Delta t_{\text{изм}}}$, которая позволяет улучшить качество пере-

ходного процесса; выражение $\frac{1}{X_p} \tau_{\text{д}} \frac{\Delta E_i}{\Delta t_{\text{изм}}}$ называется *дифференциальной составляющей* выходного сигнала.

3) накопленной ошибки регулирования $\sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{ИЗМ}}$, которая позволяет добиться

максимально быстрого достижения температуры уставки; выражение $\frac{1}{X_p} \frac{1}{\tau} \sum_{i=0}^n E_i \Delta t_{\text{ИЗМ}}$ называется *интегральной составляющей* выходного сигнала;

Для эффективной работы ПИД-регулятора необходимо установить правильные для конкретного объекта регулирования значения коэффициентов ПИД-регулятора X_p , τ_d и τ_i , которые пользователь может определить либо в режиме АВТОНАСТРОЙКА (см. разд. 6.3), либо ручной настройкой по методике, изложенной в *прил. Д*.

Для импульсного управления выходной сигнал преобразуется в последовательность управляющих импульсов с периодом следования $T_{\text{сл}}$ и длительностью каждого импульса D , которая определяется по формуле:

$$D = Y_i \frac{T_{\text{сл}}}{100\%}. \quad (4)$$

В обоих режимах работы регулятора импульсы выдаются на ВУ1 "больше" при $Y > 0$ или $v_{\text{ср}} > 0$, на ВУ2 "меньше" – при $Y < 0$ или $v_{\text{ср}} < 0$.

Тип внешнего исполнительного устройства (тип управления) необходимо указать в программируемом параметре "тип выходного сигнала" (см. *прил. Б*).

При использовании электромагнитных реле этот параметр задают равным 0, а при использовании бесконтактных ключей (тиристоров, твердотельных реле и т.п.) – равным 1. Минимальные значения длительности импульсов управления, формируемых при этом прибором ТРМ12 приведены в таблице 5.

Таблица 5

Тип выходного сигнала		D_{min} , мс
Устройство	Значение параметра	
Э/м реле	0	200
Бесконтактные ключи	1	6

Значение параметра «Период следования импульса» (T_{cl}) влияет на частоту выходного сигнала ПИД-регулятора. Для более эффективной работы ПИД-регулятор должен иметь мгновенную реакцию на изменения регулируемой величины, т.е. частота выходного сигнала должна быть приблизительно равной частоте опроса входного датчика. Поэтому следует устанавливать значение T_{cl} , равным 1...2 с, что возможно только при использовании бесконтактных ключей (тиристоров, симисторов). Увеличение периода следования управляющих импульсов позволяет при использовании в качестве исполнительного устройства электромагнитного реле или пускателя удлинить срок службы силовых контактов, но может ухудшить качество регулирования.

3.1.4.4. Тип исполнительного устройства регулятора

3.1.4.4.1. Задвижка может работать в контуре нагрева или охлаждения. Поэтому необходимо задать "тип исполнительного устройства": нагреватель или холодильник (см. прил. Б и рисунок 18).

Нагревателем условно называют устройство, при включении которого увеличивается значение измеряемого параметра. *Холодильником* называют устройство, при включении которого уменьшается значение измеряемого параметра.

3.1.4.4.2. Для исключения излишних срабатываний регулятора при небольшом значении рассогласования E_i для вычисления значений Y_i по формуле (3) используется уточненное значение E_p , вычисленное в соответствии с условиями:

$$\begin{array}{ll} \text{если } |E_i| < X_d, & \text{то } E_p = 0; \\ \text{если } E_i > X_d, & \text{то } E_p = E_i - X_d; \\ \text{если } E_i < -X_d, & \text{то } E_p = E_i + X_d \end{array}$$

где X_d – зона чувствительности (рисунок 8).

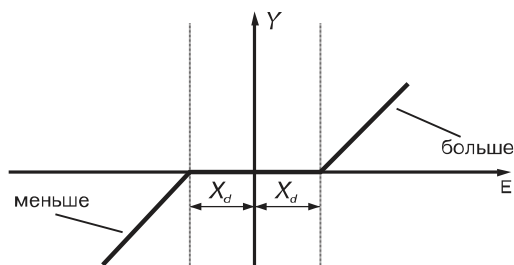


Рисунок 8

Значение зоны нечувствительности задается в параметре “зона нечувствительности” (см. *прил. Б* и рисунок 18).

3.1.4.4.3. Выходной сигнал $Y_{\text{вых}}$ может быть ограничен некоторой заданной величиной $Y_{\text{огр}}$, устанавливаемой в параметре «ограничение максимального выходного сигнала» (см. *прил. Б*). Если выходной сигнал регулятора Y_i превышает заданную величину, то на исполнительное устройство выдается сигнал $Y_{\text{вых}} = Y_{\text{огр}}$ (см. рисунок 9).

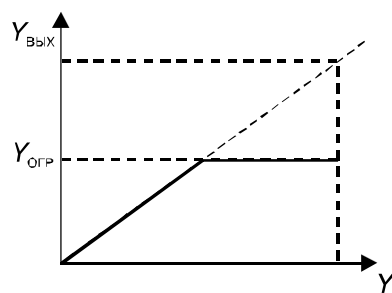


Рисунок 9

3.1.5. Выходные устройства

3.1.5.1. В стандартном исполнении в ТРМ12 устанавливаются два выходных устройства одного и того же типа: электромагнитные реле, транзисторные или симисторные оптопары. Выходные устройства используются для управления (включения/выключения) нагрузкой либо непосредственно, либо через более мощные управляющие элементы, такие как пускатели, твердотельные реле, тиристоры или симисторы.

Транзисторная оптопара и оптосимистор имеют гальваническую развязку от схемы прибора.

Транзисторная оптопара применяется, как правило, для управления низковольтным реле (до 50 В). Схема включения приведена на рисунке 10. Во избежание выхода из строя транзистора из-за большого тока самоиндукции параллельно обмотке реле Р1 необходимо устанавливать диод VD1, рассчитанный на напряжение 100 В и ток 1 А.

Оптосимистор включается в цепь управления мощного симистора через ограничивающий резистор R1 по схеме, показанной на рисунке 11. Значение сопротивления резистора определяет величину тока управления си-

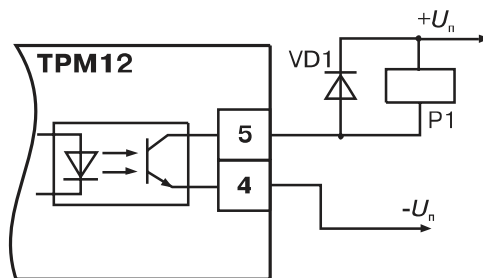


Рисунок 10

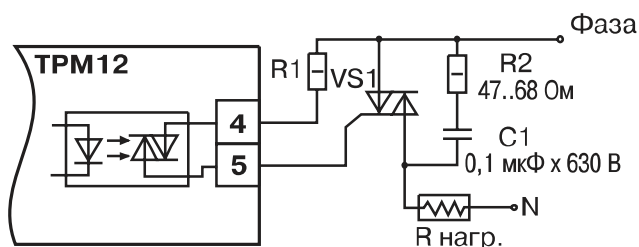


Рисунок 11

мистора. Оптосимистор может также управлять парой встречно-параллельно включенных тиристоров VS1 и VS2 (рисунок 12). Для предотвращения пробоя тиристоров из-за высоковольтных скачков напряжения в сети к их выводам рекомендуется подключать фильтрующую RC-цепочку (R2C1).

Оптосимистор имеет встроенное устройство перехода через ноль и поэтому обеспечивает полное открытие подключаемых тиристоров без применения дополнительных устройств.

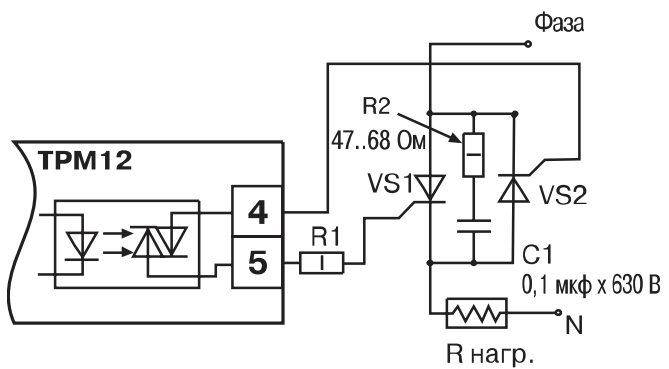


Рисунок 12

3.2. Устройство прибора

3.2.1. Конструкция

3.2.1.1. Прибор изготавливают в пластмассовых корпусах четырех типов, предназначенных для щитового или настенного крепления или для установки на DIN-рейку (см. *прил. А*).

3.2.1.2. Все элементы прибора размещены на двух печатных платах. На лицевой панели расположена плата с клавиатурой управления прибором, цифровым индикатором и светодиодами. На второй плате размещены силовая и измерительная часть, а также присоединительный клеммник.

3.2.1.3. Для установки прибора в щит в комплекте прилагаются крепежные элементы.

3.2.1.4. Клеммник для подсоединения внешних связей (датчиков, выходных цепей и питания) у приборов щитового крепления и приборов, предназначенных для установки на DIN-рейку, находится на задней стенке. В приборах настенного крепления клеммник расположен под верхней крышкой.

3.2.2. Индикация и управление


3.2.2.1. На лицевой панели расположены элементы управления и индикации (рисунок 13) для корпусов:


- настенного (Н) и щитового (Щ1) крепления, рисунок 13, а;
- щитового (Щ2) крепления, рисунок 13, б;
- DIN-реечного (Д) крепления, рисунок 13, в.


3.2.2.2. Четырехразрядный цифровой индикатор предназначен для отображения значений измеряемых величин и программируемых параметров прибора.

3.2.2.3. Восемь светодиодов красного свечения сигнализируют о различных режимах работы:

- светодиоды "К1" и "К2" – о включении ВУ "больше" и "меньше" соответственно;
- светодиоды "Т", "τ_и", "τ_д", "X_p", "С1", "С2" засвечиваются в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ и сигнализируют о том, какой параметр выбран для установки (см. п. 6.2).

3.2.2.4. Кнопка  предназначена для входа в режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ, а также для записи установленных значений в энергонезависимую память прибора.

3.2.2.5. Кнопка  предназначена для изменения значения программируемого параметра.

3.2.2.6. Кнопка  предназначена для выбора изменяемого разряда параметра.

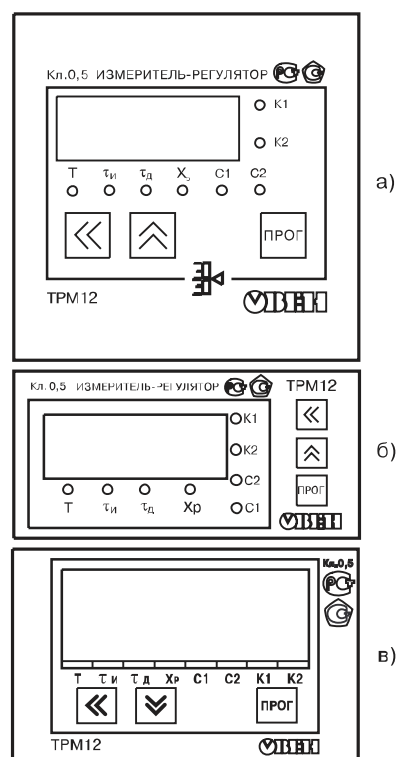


Рисунок 13

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. По способу защиты от поражения электрическим током прибор соответствует классу 0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

4.2. При эксплуатации, техническом обслуживании и поверке необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

4.3. При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей".

4.4. На открытых контактах клеммника прибора при эксплуатации присутствует напряжение величиной до 250 В, опасное для человеческой жизни.

4.5. Любые подключения к прибору и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном питании прибора и исполнительных механизмов.

ВНИМАНИЕ! В связи с наличием на клеммнике опасного для жизни напряжения приборы, изготовленные в корпусах щитового крепления (модификации ТРМ12Х-Щ1.Х.Х и ТРМ12Х-Щ2.Х.Х), должны устанавливаться в щитах управления, доступных только квалифицированным специалистам.

5. МОНТАЖ ПРИБОРА НА ОБЪЕКТЕ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

5.1. Монтаж прибора

5.1.1. Подготовить на щите управления место для установки прибора в соответствии с *прил. А*.

5.1.2. Установить прибор на щите управления, используя для его крепления монтажные элементы, входящие в комплект поставки прибора.

Установка приборов настенного крепления

1. Закрепить кронштейн тремя винтами М4 на поверхности, предназначенной для установки прибора (см. *прил. А* и рисунок 14, *а*).

Примечание – Винты для крепления кронштейна не входят в комплект поставки.

2. Зацепить крепежный уголок на задней стенке прибора за верхнюю кромку кронштейна (рис. 14, *б*).

3. Прикрепить прибор к кронштейну винтом М4 х 35 из комплекта поставки (рис. 14, *в*).

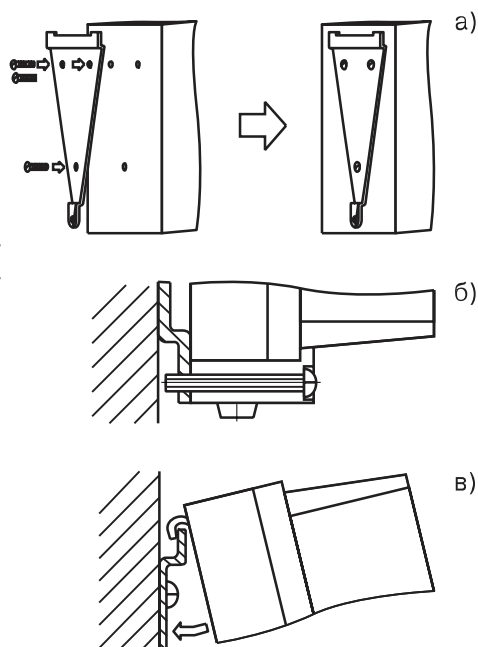


Рисунок 14

Установка приборов щитового крепления

1. Вставить прибор в специально подготовленное отверстие на лицевой панели щита (см. прил. А и рисунок 15, а).

2. Вставить фиксаторы из комплекта поставки в отверстия на боковых стенках прибора (рисунок 15, б).

3. С усилием завернуть винты М4 × 35 в отверстиях каждого фиксатора так, чтобы прибор был плотно прижат к лицевой панели щита.

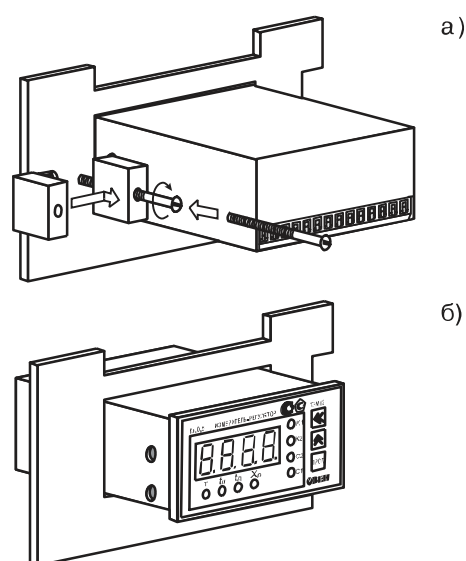


Рисунок 15

5.2. Монтаж внешних связей

5.2.1. Общие требования

5.2.1.1. Подключение прибора следует производить к сетевому фидеру 220 В 50 Гц, не связанному непосредственно с питанием мощного силового оборудования. Во внешней цепи рекомендуется установить выключатель питания, обеспечивающий отключение прибора от сети и плавкие предохранители на ток 0,5 А.

5.2.1.2. Схемы подключения датчиков к приборам различных модификаций приведены в *прил. Г*. Параметры линии соединения прибора с датчиком приведены в таблице 6.

5.2.1.3. Встроенный в ТРМ12 источник постоянного напряжения 22 В...30 В (24 В) следует использовать для питания активных датчиков с аналоговым выходом (п. 3.1.2.3).

5.2.2. Указания по монтажу

5.2.2.1. Подготовить кабели для соединения прибора с датчиками, исполнительными механизмами и внешними устройствами, а также с источником питания 220 В 50 Гц.

Для обеспечения надежности электрических соединений рекомендуется использовать кабели с медными многопроволочными жилами, концы которых перед подключением следует тщательно зачистить и облудить. Зачистку жил кабелей необходимо выполнять с таким расчетом, чтобы их оголенные концы после подключения к прибору не выступали за пределы клеммника. Сечение жил кабелей не должно превышать 1 мм².

В корпусах настенного крепления конические части уплотняющих втулок срезать таким образом, чтобы втулка плотно прилегала к поверхности кабеля.

Примечание: 1. Кабельные выводы прибора рассчитаны на подключение кабелей с наружным диаметром 6... 12 мм.

2. Для уменьшения трения между резиновой поверхностью втулки и кабеля рекомендуется применять тальк, крахмал и т.д.

Таблица 6

Тип датчика	Длина линии	Сопротивление линии	Исполнение линии
Термопреобразователь сопротивления	не более 100 м	не более 15,0 Ом	Трехпроводная, провода равной длины и сечения
Термопара	не более 20 м	не более 100 Ом	Термоэлектродный кабель (компенсационный)
Унифицированный сигнал постоянного тока	не более 100 м	не более 100 Ом	Двухпроводная
Унифицированный сигнал постоянного напряжения	не более 100 м	не более 5,0 Ом	Двухпроводная

5.2.2.2. При прокладке кабелей следует выделить линии связи, соединяющие прибор с датчиком в самостоятельную трассу, располагая ее отдельно от силовых кабелей, а также от кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи.

Для защиты входных устройств ТРМ12 от влияния промышленных электромагнитных помех линии связи прибора с датчиками следует экранировать. В качестве экранов могут быть использованы как специальные кабели с экранирующими оплетками, так и заземленные стальные трубы подходящего диаметра.

Экраны кабелей следует подключить к заземленному контакту в щите управления. Соединение общей точки схемы прибора с заземленными частями объекта запрещается.

5.3. Подключение прибора

5.3.1. Подключение прибора к сети питания, датчику и исполнительным устройствам управления производится по схемам, приведенным в *прил. Г*, соблюдая изложенную ниже последовательность действий:

- 1) произвести подключение прибора к исполнительным устройствам управления и сети питания;
- 2) подключить линию связи “прибор – датчик” к первичному преобразователю;
- 3) подключить линию связи “прибор – датчик” к входу прибора.

ВНИМАНИЕ!

1. Клеммные соединители прибора, предназначенные для подключения сети питания и внешнего силового оборудования, рассчитаны на максимальное напряжение 250 В. Во избежание электрического пробоя или перекрытия изоляции подключение к контактам прибора источников напряжения выше указанного запрещается.

2. Для защиты входных цепей прибора от возможного пробоя зарядами статического электричества накопленного на линии связи “прибор – датчик” перед подключением к клеммнику прибора ее жилы следует на 1...2 с соединить с винтом заземления щита.

3. Рабочий спай термопары должен быть электрически изолирован от внешнего оборудования!

5.3.2. После подключения всех необходимых связей подать на прибор питание. На цифровом индикаторе примерно на 3 с в двух левых разрядах появится код датчика,

установленный по умолчанию и зависящий от модификации, а в двух правых – две единицы, означающие, что защита от изменения параметров регулирования не установлена, после чего прибор перейдет в режим РАБОТА. При исправности датчиков и линии связи на цифровом индикаторе отобразится текущее значение измеряемой величины. Если после подачи питания на индикаторе появились прочерки, или показания прибора не соответствуют реальным значениям измеряемых величин, проверьте исправность датчика и целостность линии связи, а также правильность их подключения.

ВНИМАНИЕ! При проверке исправности датчика и линии связи необходимо отключить прибор от сети питания. Во избежание выхода прибора из строя при “прозвонке” связей используйте измерительные устройства с напряжением питания, не превышающим 4,5 В, при более высоких напряжениях питания этих устройств отключение датчика от прибора обязательно.

6. РЕЖИМЫ НАСТРОЙКИ И РАБОТЫ ПРИБОРА

6.1. Общие указания

6.1.1. Прибор может функционировать в одном из режимов: РАБОТА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ, АВТОНАСТРОЙКА.

6.1.2. При включении питания прибор автоматически входит в режим РАБОТА. До начала эксплуатации необходимо:

- установить параметры работы прибора в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ (см. раздел 6.2);
- если прибор используется как ПИД-регулятор, провести АВТОНАСТРОЙКУ (см. раздел 6.3.);
- проверить точность регулирования, переключив прибор в режим РАБОТА (раздел 6.4). Если результаты проверки точности не устраивают, оптимизировать значения параметров ПИД-регулятора по методике, изложенной в *прил. Д*.

6.2. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ

6.2.1. Режим ПРОГРАММИРОВАНИЕ предназначен для задания и записи в энергонезависимую память прибора требуемых при эксплуатации параметров измерения и регулирования. Заданные значения параметров сохраняются в памяти прибора при выключении питания. Если в течение 20 с в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ не производятся операции с кнопками, прибор автоматически возвращается в режим РАБОТА.

ВНИМАНИЕ! На время работы прибора в режиме ПРОГРАММИРОВАНИЕ прекращается изменение выходного сигнала ПИД-регулятора, работающего в системе "нагреватель-холодильник", при управлении задвижками выходные устройства отключаются.