



1. Введение

Настоящее ТО и ИЭ предназначено для ознакомления с микропроцессорным терморегулятором ТП720 (в дальнейшем регулятором) и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности.

2. Назначение

- 2.1. Регулятор предназначен для выполнения одной из следующих функций:
- автоматического регулирования температуры по ПИД-закону
 - отключение нагрузки при аварийном превышении температуры объекта
 - включение нагрузки (сигнализации) при аварийном превышении температуры объекта.

- Для работы регулятора необходимы термоэлектрический преобразователь (термопара) одной из стандартных градуировок и внешний тиристорный или симисторный прерыватель (при токе нагрузки более 0,3 А).
- 2.2. Регуляторы изготовлены в исполнении УХЛ по ГОСТ 15150-69 и предназначены для работы при температуре от +10° до +40°С, относительной влажности до 80% (при +25°С), атмосферном давлении от 84 до 107 кПа.
- 2.3. Питание от однофазной сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частоты 50 ± 1 Гц.
- 2.4. Конструктивное исполнение - щитовое.
- 2.5. Регуляторы могут иметь связь с компьютером через последовательный интерфейс RS-232.
- 2.6. Поставляются однофазные ТП720-10, ТП720-10и и трехфазные ТП720-30 и ТП720-30и регуляторы.

3. Технические данные

- 3.1. Габаритные размеры; длина - 126 мм, ширина - 96 мм, высота - 48 мм.
- 3.2. Масса не более (с подключаемым соединительным блоком) 0,5 кг.
- 3.3. Потребляемая мощность не более 6 ВА.
- 3.4. Наробота на отказ при доверительной вероятности 0,8 не менее 10 000 час.
- 3.5. Типы термопар, градуировочные характеристики и диапазоны рабочих температур, в которых абсолютная погрешность измерения температуры не превышает ±2°С, приведены в табл.1.
- 3.6. Шаг задания температуры 1°С.
- 3.7. Зона нечувствительности 0,5°С.
- 3.8. Диапазон задания параметров закона регулирования (ПИД- закона):
- постоянная времени интегрирования - 10...1999 сек с шагом 1 сек;
 - коэффициент усиления 1...99 с шагом 1.
- 3.9. Регулятор обеспечивает широтное управление нагрузкой с периодом 2,56 сек.
- 3.10. Регулятор позволяет установить ограничение тока нагрузки в диапазоне 0...100% с шагом 1%.
- 3.11. Регулятор обеспечивает бесконтактную коммутацию цепей переменного тока напряжением до 240 В (трехфазный регулятор до 400 В) при токе до 0,3 А или управление тиристорами (симисторами) с током отпирания до 1 А.
- 3.12. При обрыве цепи термопары регулятор отключает нагрузку.
- 3.13. Регулятор обеспечивает неограниченное время хранения введенной информации после отключения питания.
- 3.14. Регулятор обеспечивает неограниченное время хранения введенной информации после отключения питания.

Таблица 1

Тип термопары (условное обозначение НСХ преобразования)	Диапазоны измерения и регулирования температуры, °С
В (ПР)	600...1800
S (ПП)	20...1600
K (ХА)	20...1300
L (ХК)	0...800
J (ЖК)	20...900

4. Устройство и работа

- 4.1. Конструкция регулятора предусматривает его монтаж на щитах и панелях с помощью стяжек, входящих в комплект поставки.
- 4.2. Корпус регулятора - металлический, сварной; крепится сзади с помощью двух гаек.
- 4.3. На лицевой панели расположены:
- цифровой четырехразрядный светодиодный индикатор;
 - кнопки ▼ и ▲ для изменения задания и настроечных параметров;
 - утопленная кнопка АВСР для вывода на индикатор настроечных параметров.
 - светодиод ВЫХОД - горит одновременно с протекающим через нагрузку током.
- 4.4. На задней панели расположены зажим заземления, датчик температуры холодных концов термопары и разъем для подключения внешних цепей.
- 4.5. На функциональной схеме (см. рис.1) изображены основные узлы регулятора.

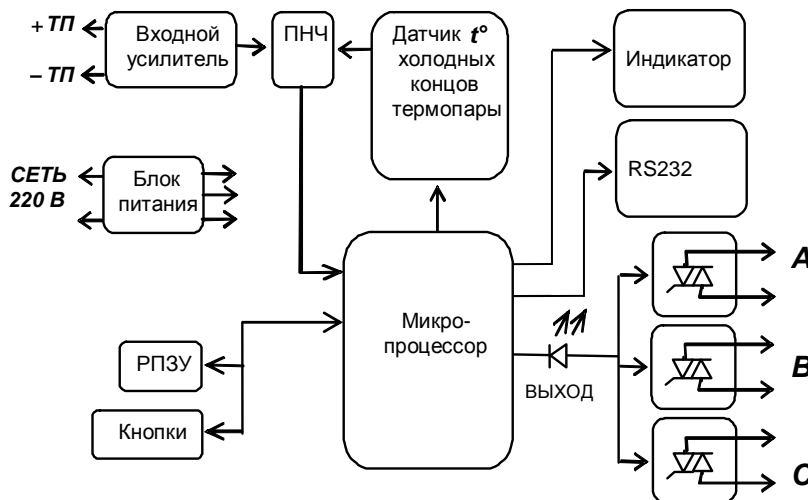


Рис.1 Функциональная схема терморегулятора ТП720-30и

Напряжение термопары усиливается и поступает на вход преобразователя напряжение-частота (ПНЧ), где суммируется с напряжением датчика температуры холодных концов термопары.
 Чувствительность датчика устанавливается микропроцессором (МП) в зависимости от типа термопары. Импульсы с частотой, пропорциональной суммарному напряжению, поступают на МП, который преобразует эту частоту в соответствующее значение температуры, формирует задающее и управляющее (ПИД) воздействия, вырабатывает необходимые выходные сигналы и управляет индикацией.
 Аппаратный сброс МП происходит при подаче питания. В РПЗУ хранятся вводимые и настроечные параметры. Стабилизированный с развязкой от сети блок питания формирует необходимые стабилизированные напряжения, защищая контроллер от сетевых помех. Оптронные устройства гальванического разделения по входу и выходам обеспечивают высокую помехозащищенность регулятора.

5. Указание мер безопасности

- 5.1. К работе с регулятором допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское обследование, изучившие настоящий документ и прошедшие инструктаж на рабочем месте.
- 5.2. Регуляторы может обслуживать оператор, имеющий первую квалификационную группу по электробезопасности (до 1000 В).
- 5.3. Перед эксплуатацией регуляторы подключите к контуру защитного заземления.
- 5.4. Осмотры, наладку и ремонт производить только после отключения регулятора от сети.
- 5.5. Запрещается работать с регулятором при снятом кожухе.
- 5.6. Ремонт и наладку регуляторов должны производить лица, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3-ей (до 1000 В) и прошедшие проверку знаний по ТБ при работе с электрооборудованием.

6. Порядок установки

- 6.1. Регулятор установите в помещении с климатическими условиями, указанными в п.2.2 настоящего ТО таким образом, чтобы к нему был свободный доступ с лицевой стороны не менее 1 м.

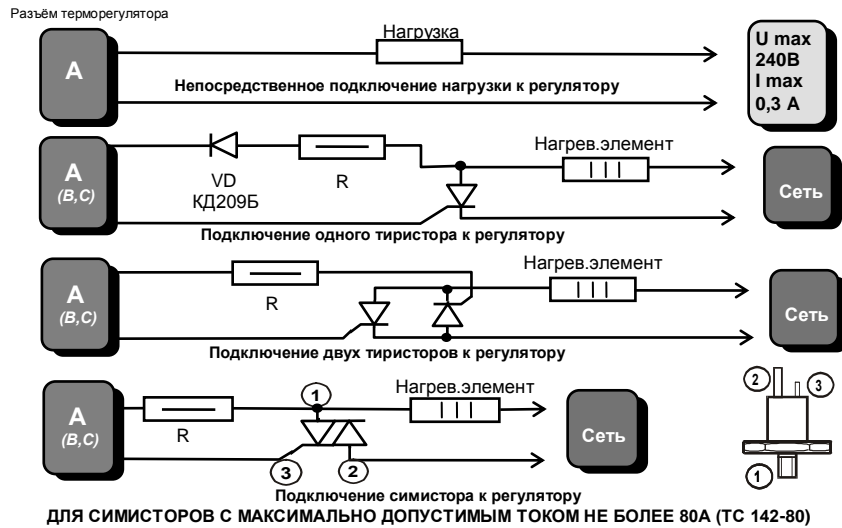


Рис.2. Схемы подключения регулятора ТП720
 Резисторы 0,5 Вт; R=150 Ом для U=220 В; R=220 Ом для U=380 В

- 6.2. На месте установки должны быть исключены сквозняки и прямое попадание на регулятор солнечных лучей.
- 6.3. Вставьте регулятор с лицевой стороны приборного щита в вырезанный проем размерами 91,5x43,5 мм, подключите шину заземления к зажиму заземления на задней стенке регулятора, установите стяжки и закрепите их гайками.
- 6.4. Для внешних подключений в регуляторе используются разъемы, имеющие винтовые зажимы под провода сечением не более 2,5 мм², защищенные от изоляции на длину 6...8 мм.
- 6.5. Термопару подключите к контактам «+» и «-» непосредственно или с помощью компенсационного провода, соблюдая полярность.
- 6.6. Сеть 220 В 50 Гц подключите к контактам СЕТЬ.
- 6.7. Нагрузку или внешний тиристорный (симисторный) преобразователь подключите в соответствии с рис.2.

7. Подготовка к работе

- 7.1. Подготовка к работе заключается в вводе в регулятор кода типа термопары, коэффициента усиления, постоянной времени интегрирования и уровня ограничения тока.

При поставке печи с установленным на ней терморегулятором последний уже подготовлен к работе и имеет все необходимые настройки и установки, произведенные на заводе-изготовителе.

- 7.2. Регулятор может работать в одном из трех режимов (см.таблицу 2):

Таблица 2

ПИД регулирование: нагрев до заданной температуры и затем ее поддержание неограниченное время.
 Регулирование осуществляется путем изменения количества периодов переменного напряжения, подаваемого в нагрузку (широтная модуляция). Качество регулирования определяется значениями коэффициента усиления и постоянной времени: методика их выбора приведена в Приложении.

Обозначение	Параметр	Задание параметра		
		ПИД-регулятор	Аварийное отключение	Аварийное включение
A	Термопары и их КОДы	ТПР = 0, ТПП = 1, ТХА = 2, ТХК = 3, ТЖК=4		
b	Коэффициент усиления	1...99	0	
C	Постоянная времени	10...1999 c	—	
P	Уровень огранич. тока нагрузки	0...100%	0	1

Подбором уровня ограничения тока нагрузки можно уменьшить скорость нагрева до желаемой при выходе на заданную температуру.
Аварийное отключение: При температуре меньше заданной выход регулятора замкнут, ток через нагрузку идет, в противном случае выход разомкнут. Режим используется для отключения питания силовой части печи при аварийном превышении установленной температуры.
Аварийное включение: При температуре меньше заданной выход регулятора разомкнут, в противном случае – замкнут. Этот режим можно использовать для включения сигнализации при аварийном превышении установленной температуры.

- 7.3 Для установки параметров подайте питание на регулятор, при этом на индикаторе возникает текущее (измеренное) значение температуры.
- Нажмите и отпустите утопленную кнопку **АБСР**, на индикаторе появляется буква «А» - тип терморпары. Чтобы увидеть величину параметра «А», нажмите кнопку **ПРОГР**.
 - Чтобы изменить величину параметра А, удерживайте нажатой кнопку **ПРОГР** и, нажимая кнопки **▼** и **▲**, измените индицируемое число до нужного согласно табл.2. Отпустите кнопку **ПРОГР**.
 - Нажмите и отпустите кнопку **АБСР** - теперь на индикаторе буква «Б» - коэффициент усиления. Для его изменения действуйте аналогично действиям по изменению предыдущего параметра. И т.д. для С и Р. Для возврата в исходный режим (индикация температуры) еще раз нажмите кнопку **АБСР**.
- 7.4 Изменение величины параметра производится кнопками **▼** и **▲** при нажатой кнопке **ПРОГР**, при этом кратковременное нажатие **▼** или **▲** вызывает изменение параметра на единицу, длительное нажатие - изменение со скоростью 10 единиц в секунду, нажатие ещё и второй кнопки - изменение со скоростью 100 единиц в секунду.

8. Порядок работы

- 8.1 Подайте питание на регулятор; при этом на индикаторе измеренное значение температуры.
- 8.2 Удерживая нажатой кнопку **ПРОГР** с помощью кнопок **▼** и **▲** установите заданное значение температуры.
- 8.3 В процессе работы (при необходимости) можно изменять задание. Уровень мощности в нагрузку можно оценить по длительности свечения крайней правой точки индикатора, которое происходит в такт с выходным сигналом.
- 8.4 При обрыве терморпары происходит быстрое увеличение значения текущей температуры до максимального для данного типа терморпары, после чего на индикаторе возникает надпись ОБР и пропадает выходной сигнал (выход регулятора размыкается) То же самое происходит, если температура в печи выше указанной в Таблице 1.
- 8.5 После окончания работы отключите питание регулятора.

9. Техническое обслуживание

- 9.1. Для обеспечения нормальной работы регулятора рекомендуется проводить следующие мероприятия:
- ежедневно проверять правильность функционирования;
 - ежемесячно проводить визуальный осмотр, проверку крепления регулятора, состояние лакокрасочного покрытия, чистку корпуса;
 - ежегодно производить внутреннюю чистку или продувку сухим воздухом, а также проверку технического состояния, соблюдая меры безопасности, указанные в п.5 настоящего ТО.
 - ежегодно производить внутреннюю чистку или продувку сухим воздухом, а также проверку технического состояния, соблюдая меры безопасности, указанные в п.5 настоящего ТО.
- 9.2. Проверку технического состояния проводите следующим образом:
- замкните накоротко зажимы для подключения терморпары;
 - включите регулятор в сеть, установите тип терморпары ТПР; через 30 мин снимите показания температуры на индикаторе; индицируемое число должно быть в пределах $-8...+8$;
 - разомкните терморпарные зажимы, подайте на них напряжение 13,014 мВ, используя для этого потенциометр ПП-63 или аналогичный; контроль входного напряжения осуществляйте цифровым вольтметром с классом точности не ниже 0,025 (например, Ц1516); значение температуры на индикаторе должно равняться $1750 \pm 2^\circ\text{C}$.

10. Возможные неисправности.

Перечень некоторых возможных неисправностей и методы их устранения представлены в табл.3.

Таблица 3

Неисправность	Метод устранения
1. На индикаторе отрицательное значение температуры.	– Неправильная полярность подключения терморпары.
2. Нет тока в нагрузке, хотя индикация выходного сигнала есть.	– Проверить правильность подключения тиристорного прерывателя, исправность нагрузки.
3. На индикаторе случайный набор цифр.	– Выключите и включите питание регулятора. Если нормальная работа не восстановилась, то требуется ремонт регулятора.
4. Переход на выдержку сопровождается большим перебегом температуры.	– Установите оптимальные значения постоянной времени интегрирования и коэффициента усиления.

11. Правила хранения и транспортирования

- 11.1. Хранение регуляторов должно осуществляться в помещениях с температурой от 1 до 40°C при относительной влажности до 80%. Воздух в помещении не должен содержать агрессивных газов, вызывающих коррозию.
- 11.2. Регуляторы могут транспортироваться любым видом транспорта при температуре от -50 до +50°C и относительной влажности до 98 % (при температуре 35°C).
- 11.3. Способы укладки регуляторов на транспортное средство должны исключать их перемещение.

12. Комплект поставки

В комплект поставки входят все ответные части разъемов, установленных на регуляторе (см. рис.1) в соответствии с его типом, а также:

Стяжка.....2 шт
 Техническое описание 720.01.00.00 ТО1 шт
 Упаковочная коробка.....1 шт

13. Свидетельство о приемке

Терморегулятор ТП720 - _____ заводской № _____ соответствует техническим требованиям и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска _____

Штамп ОТК

14. Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие терморегулятора техническим требованиям при соблюдении условий эксплуатации, изложенных в 720.01.00.00 ТО.

Гарантийный срок 24 месяца со дня приобретения. В течение гарантийного срока изготовитель обязуется безвозмездно устранять неисправности, возникшие не по вине потребителя. После окончания гарантийного срока изготовитель может осуществлять техническое обслуживание и ремонт терморегулятора при заключении соответствующего договора с потребителем.

ПРИПОЖЕНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРА.

Для определения постоянной времени интегрирования «с» необходимо экспериментально снять начальный участок переходной характеристики печи и определить время запаздывания «t» (см. рис. 3).

Постоянная времени интегрирования вычисляется из соотношения:
 $C = 2,5 t$ (сек)

Если в печи используется термопара типа ПР, то она не позволяет измерять низкие температуры, и в этом случае для снятия переходной характеристики надо использовать термопару другого типа.

Переходная характеристика холодной печи снимается следующим образом:

- ♣ нажмите кнопку ▼ и, не отпуская ее, включите питание терморегулятора; при этом в нагрузку идет фиксированный ток, равный 0,25 максимального; на индикаторе мигает «с»;
- ♣ через равные промежутки времени (например, через 30 сек) снимайте показания температуры до тех пор, пока не перестанет увеличиваться скорость роста температуры;
- ♣ по полученным точкам постройте график (см. рис.3) и определите «t» и «с».

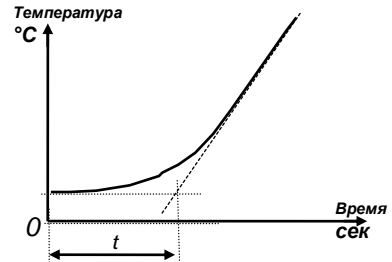


Рис.3. Начальный участок переходной характеристики печи

Полученное значение «с» и значение коэффициента усиления $b = 28$ введите в регулятор (см. раздел 7) и произведите пробный нагрев. Если выход на заданную (рабочую) температуру выдержки сопровождается перебегом, то необходимо увеличить «b»; если рост температуры при нагреве происходит ступенчато (волнообразно), то необходимо уменьшить «b».

Необходимо учесть, что оптимальное значение коэффициента усиления «b» зависит от загрузки печи. Чем больше масса садки, тем больше «b».

Если после выхода на рабочую температуру требуется на короткое время открыть дверь печи для её загрузки, то после закрытия двери возможен некоторый перебег температуры. Для его устранения необходимо перед открытием печи ввести в регулятор ограничение тока нагрузки, т.е. установить параметр $d < 100$. Значение параметра «d» определите экспериментально.

В качестве примера ориентировочные значения коэффициентов настройки регулятора «с» и «b» для средней загрузки стандартных печей серии СНОЛ приведены в табл.4. Для более точного подбора коэффициентов рекомендуется следовать правилам оптимизации, указанным на рис.4.

В позицию 10 табл.4 впишите модель вашего электроннагревательного устройства и уточненные Вами коэффициенты «с» и «b».

Таблица 4

№ п/п	Тип печи	Модель печи	"с"	"b"
1	Шкаф сушильный	СНОЛ 24/200	330	28
2	Шкаф сушильный	СНОЛ 67/350	225	40
3	Шкаф сушильный	СНОЛ 67/350H	450	28
4	Шкаф сушильный	СНОЛ 58/350	350	28
5	Шкаф сушильный	СНОЛ 58/350H	450	28
6	Печь муфельная	СНОЛ 8,2/1100	160	28
7	Печь камерная	СНОЛ 7,2/1100	160	56
8	Печь камерная	СНОЛ 30/1100	385	25
9	Печь трубчатая	СУОЛ 0,2/1250	125	28
10				

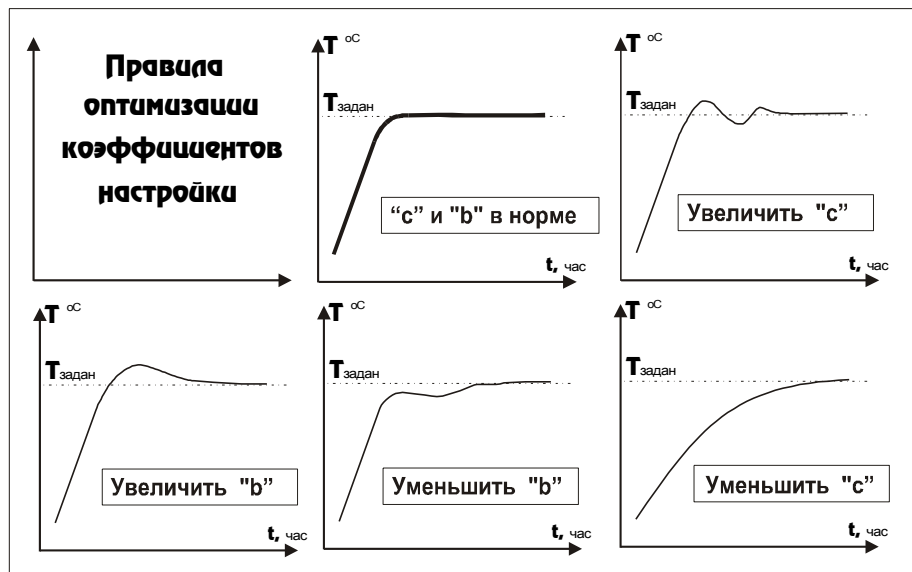


Рис.4