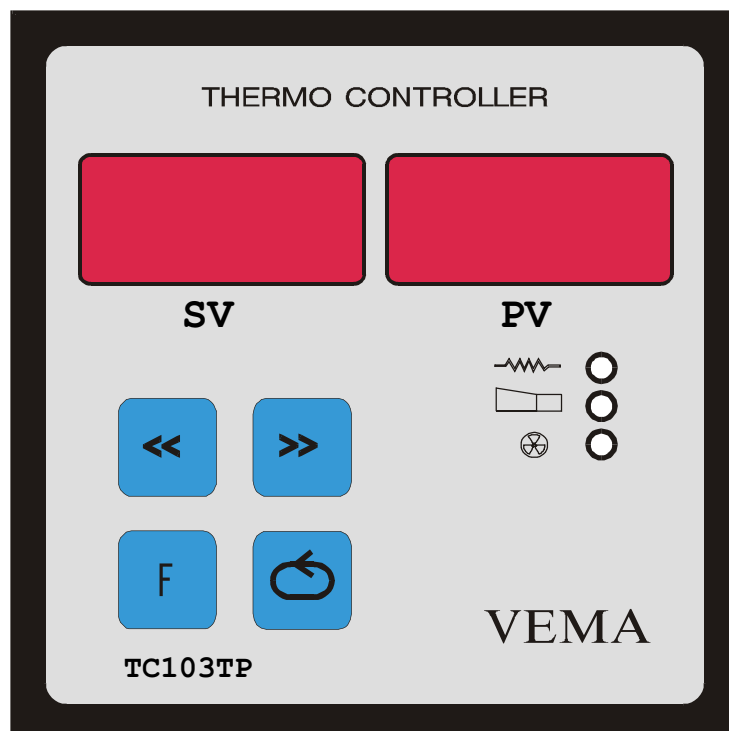




## Промислени електронни системи

Плевен 5800, ул. "Осогово" No27  
тел./факс: 064/870172, тел.: 064/870170 GSM 0888/646100  
e-mail: office@vema-bg.com http://vema-bg.com

# Термоконтролер ТС 103 ТР



Термоконтролер със самооптимизация на параметрите към обекта за регулиране и до 50 програмируеми отсечки за управление на зададената температура SV

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ЕКСПЛОАТАЦИЯ

---

---

# I. Въведение

Микропроцесорните термоконтролери TC103TP-J/K/R/P предлагат оптимален комфорт на обслужване и визуализация.

Термоконтролерите TC103TP-J/K/R са предназначени за работа с термодвойки тип J, K или R, а TC103TP-P са предназначени за работа с терморезистори Pt100.

Изходният сигнал е релеен контакт или постоянен ток.

Програмно, чрез клавиатурата на лицевия панел, може да се задава типа на регулатора като двупозиционен или трипозиционен, както и вида регулиране - PID или On/Off.

За постигане на правилно привързване на контролера към обекта за регулиране е въведен оптимизиращ алгоритъм за изучаване параметрите на обекта и оптимална настройка на параметрите на контролера.

За предпазване от големи отклонения в технологичния режим на управляваните обекти контролерът притежава релеен изход за аварийни ситуации, програмно избираеми в шестнадесет режима.

Зададената температура SV (Set Value) и отработената температура PV (Process Value) се индикират непрекъснато в работен режим на дисплея на контролера.

Зададената температура SV може да се управлява в статичен или динамичен режим. Потребителят има възможност да програмира до 50 отсечки за движение на зададената температура в динамичен режим на управление.

Процесите нагряване, охлаждане или аларма се индикират с независими светлинни индикатори.

Задаването на параметрите в контролера се осъществява с две менюта чрез мембранна клавиатура, като в този случай дисплея за зададената температура SV индикира мнемониката на избрания параметър, а дисплея за отработената температура PV индикира стойността на параметъра.

Всички параметри могат да се променят по всяко време с еднократно натискане на бутон или скоростно при задържането му. Стойността на параметрите се ограничава автоматично до възможните стойности за съответния параметър.

---

---

## II. Технически характеристики

1. Диапазон на регулиране.....от -199 °C до 999 °C.  
- за термодвойки тип K или R от -199 °C до 1799°C, като в този случай светят трите точки за температурите над 1000°C.
2. Точност на поддържане.....от 0.2% до 1%.
3. Обхват на параметрите:
  - хистерезис (HY).....от 0 до 99 °C.
  - коэффициент на усилване (Xp) .....от 0 до 100%.
  - диференциална константа (Td).....от 0 до 250 s.
  - интегрална константа (Ti).....от 0 до 999 s.
  - време на цикъла (Tc).....от 0.1 до 200 s.
  - диапазон за аларма (TAI).....от -99 до +99 °C спрямо SV
  - продължителност на отсечка .....от 1 до 999 min.
  - наклон на отсечка.....от -9.9 до 9.9 °C/min.
4. Индикация.....седемсегментна 14.2 mm.
5. Изпълнителни изходи..... релейни max. 250V/2A cosΦ=1  
(по специална заявка).....отворен колектор 0/18V до 30mA  
(по специална заявка).....токов аналогов от 0 до 20 mA
6. Захранващо напрежение.....от 187 до 242V/48-62 Hz
7. Габаритни размери.....96x96x85 mm.
8. Работна температура.....от 0 °C до 50 °C

## III. Режими за управление на зададената температура (SV)

Термоконтролерите TC103TP имат два режима за управление на зададената температура - статичен и динамичен. И в двата режима непрекъснато се визуализира текущата стойност на зададената температура върху левия индикатор.

### III.a. Статичен режим на SV

При статичния режим на управление зададената температура SV е постоянна през цялото време и се задава от параметъра  $t_{SV}$  на контролера. Настройката на този режим е разгледано в глава V.

### III.b. Динамичен режим на SV

При динамичния режим на управление зададената температура SV се движи по свързани една с друга отсечки (вж. стр. 6-7), започвайки от измерената температура при първоначално включване на контролера. Потребителят може сам да избере след коя отсечка контролерът да премине към **статичен режим** или да организира **безкраен цикъл от отсечки**. Точната настройка на отсечките чрез параметрите за този режим е описана в глава V.b.

---

---

## IV. Индикация и клавиатура

Визуализираната информация е разделена в три основни групи - работен режим на индикацията, ляво меню с параметри и дясно меню с параметри. При първоначално включване на контролера индикацията е в работен режим. Преминаването между режимите на индикацията и навигацията в тях се осъществява с помощта на мембранната клавиатура.

Мигащият режим на левия индикатор се определя от параметъра  $PLn$  (вж. глава V.a и глава VI).

Едновременното натискане на двете стрелки в работен режим **стартира режим на самооптимизация на ПИД параметрите** (вж. глава VII.c), при който на левия индикатор в мигащ режим се изобразява  $Pt$ , а десният както обикновено показва измерената температура. Прекъсването на режима на самооптимизация и връщане към работен режим се осъществява чрез повторно едновременно натискане на двете стрелки.

### IV.a. Работен режим на индикацията

В този режим на левия индикатор се визуализира текущата стойност на зададената температура SV, а на десния - измерената температура PV. В случай, че температурата не може да се измери коректно, напр. недобре свързан термосензор, десният индикатор показва мигащо  $FF$ . В този режим на индикацията потребителят може да се информира точно по коя отсечка се движи зададената температура чрез натискане и задържане на бутона (F) - тогава на левия индикатор се изписва номера на текущата отсечка, а на десния - крайната стойност на зададената температура в нея. В случай, че контролерът е в статичен режим при натискане и задържане на (F) се изписва  $rP$   $FF$ . При отпускане на бутона (F) контролерът продължава да индикира SV и PV.

### IV.b. Ляво и дясно меню с параметри на контролера

Лявото меню с параметри на контролера съдържа 50 двойки параметри за описване на 50-те отсечки от динамичния режим (вж. глава V.b), а дясното меню - 15 параметъра, които определят зададената температура в статичен режим, алармената ивица и тип, както и ПИД-константите за работата на контролера като регулатор ПИД или стойностите на хистерезисите за On/Off регулиране (вж. глава V.a). За достигане до съответното меню от работен режим се натиска и задържа бутона ( $\leftarrow$ ) и се натиска едновременно с него съответната стрелка. На левия индикатор се изобразява мнемониката на текущия параметър, а на десния - стойността му. За намаляване/увеличаване стойността на избрания параметър се натискат съответно бутоните ( $\ll$ ) или ( $\gg$ ), като задържането им предизвиква скоростна промяна на стойността. Запомнянето на избраната стойност и преминаване към следващ параметър се осъществява с натискането на бутона ( $\leftarrow$ ). Задържането за по-продължително време на бутона ( $\leftarrow$ ) извежда индикацията отново в работен режим. Бутонът (F) се използва само за лявото меню като служи за избиране на типа на параметъра между двойките ( $P,r$ ) ( $t,r$ ) - вж. глава V.b.

# V. Мнемоника и значение на параметрите

## V.a. Параметри на управлението (дясно меню)

$t_{SU}$  - стойност на зададената температура в статичен режим.

$t_{AL}$  - долна граница на температурата за аларма, относителна спрямо SV.

$t_{AU}$  - горна граница на температурата за аларма, относителна спрямо SV.

$AL_n$  - номер (тип) аларма [0- 15]. В таблицата е посочено състоянието на алармения изход в зависимост от положението на измерената температура PV спрямо алармената ивица (АИ). Подробности са дадени в глава VI.

$AL_n$	под АИ $PV < SV + t_{AL}$	вътре в АИ $SV + t_{AL} < PV < SV + t_{AU}$	над АИ $PV > SV + t_{AU}$
$AL_n=0$			
$AL_n=1$	X		
$AL_n=2$			X
$AL_n=3$	X		X
$AL_n=4$	X	X	X
$AL_n=5$		X	X
$AL_n=6$	X	X	
$AL_n=7$		X	
$AL_n=8$			
$AL_n=9$	X		
$AL_n=10$			X
$AL_n=11$	X		X
$AL_n=12$	X	X	X
$AL_n=13$		X	X
$AL_n=14$	X	X	
$AL_n=15$		X	

алармен изход изключен, ляв индикатор не мига

алармен изход включен, ляв индикатор не мига.

standby sequence. Ако при първоначално включване PV е в тази зона, то до излизането от нея левият индикатор мига и аларменият изход е включен. При влизане в тази зона от друга зона левият индикатор не мига и аларменият изход е изключен.

standby sequence. Ако при първоначално включване PV е в тази зона, то до излизането от нея левият индикатор мига и аларменият изход е изключен. При влизане в тази зона от друга зона левият индикатор не мига и аларменият изход е включен.

$PQS$  - тип на регулатора:

0 - без регулиране, изходи нагриване и охлаждане не работят;

1 - двупозиционен само с охлаждане;

2 - двупозиционен само с нагриване;

3 - трипозиционен, нагриване и охлаждане работят,

$P_{H/P}$   $\zeta$  - коефициент на пропорционалност нагриване/охлаждане (ПИД).

$t_{dH}/t_{dC}$  - диференциална времеконстанта при нагриване/охлаждане (ПИД).

$t_{cH}/t_{cC}$  - време на цикъла при нагриване/охлаждане (ПИД).

$t_{iH}/t_{iC}$  - интегрална времеконстанта при нагриване/охлаждане (ПИД).

$c_{FH}/c_{FC}$  - максимална стойност нагриване/охлаждане в проценти (ПИД).

$H_{UH}/H_{UC}$  - хистерезис на нагриване/охлаждане за On/Off регулиране.

$c_{tr}$  - начин на регулиране:

oFF - без регулиране, изходи нагриване и охлаждане не работят;

oOnF - On/Off регулиране;

P id - ПИД регулиране;

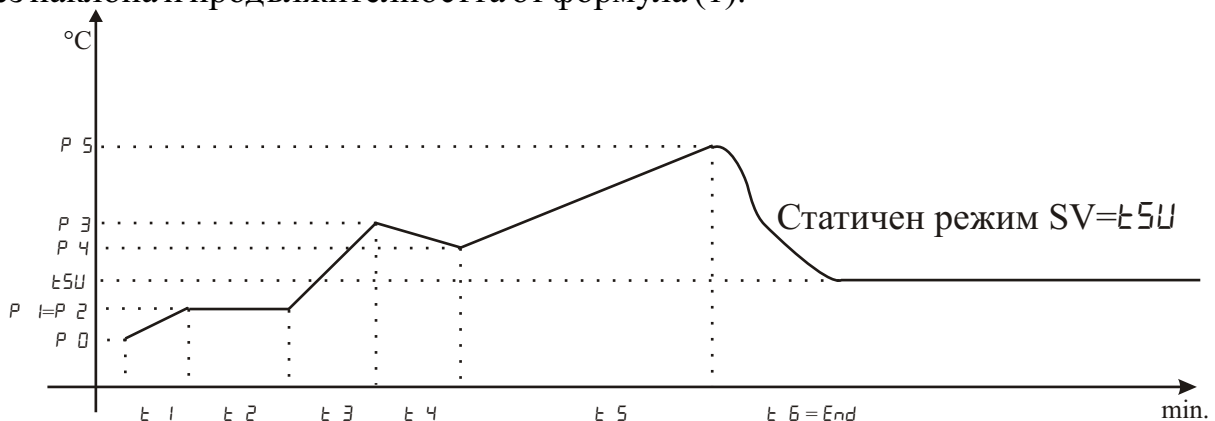
## V.b. Параметри на динамичен режим (ляво меню)

За всяка отсечка  $n$  ( $xx$  от 1 до 50) от динамичния режим за управление на SV са характерни следните 4 стойности: начална стойност  $P_{xx-1}$  на температурата в градуси, крайна стойност  $P_{xx}$  на температурата в градуси, наклон  $r_{xx}$  на отсечката в градуси за минута и продължителност  $t_{xx}$  на отсечката в минути. Тук  $P_0$  е началната температура при включване на контролера. Тъй като началната стойност на температурата в една отсечка съвпада с крайната на предходната отсечка, то фактически остават само трите стойности  $P_{xx}$  в градуси,  $r_{xx}$  в градуси за минута и  $t_{xx}$  в минути. Формулата

(1)  $r_{xx} = (P_{xx} - P_{xx-1}) / t_{xx}$ ,  $1 < xx < 51$ ,  $P_{xx-1}$  е края на предходната отсечка, показва, че отсечката е напълно дефинирана с кои да е два от тези параметъра. Потребителят сам може да избере как да дефинира всяка отсечка чрез следните параметри от лявото меню на контролера:

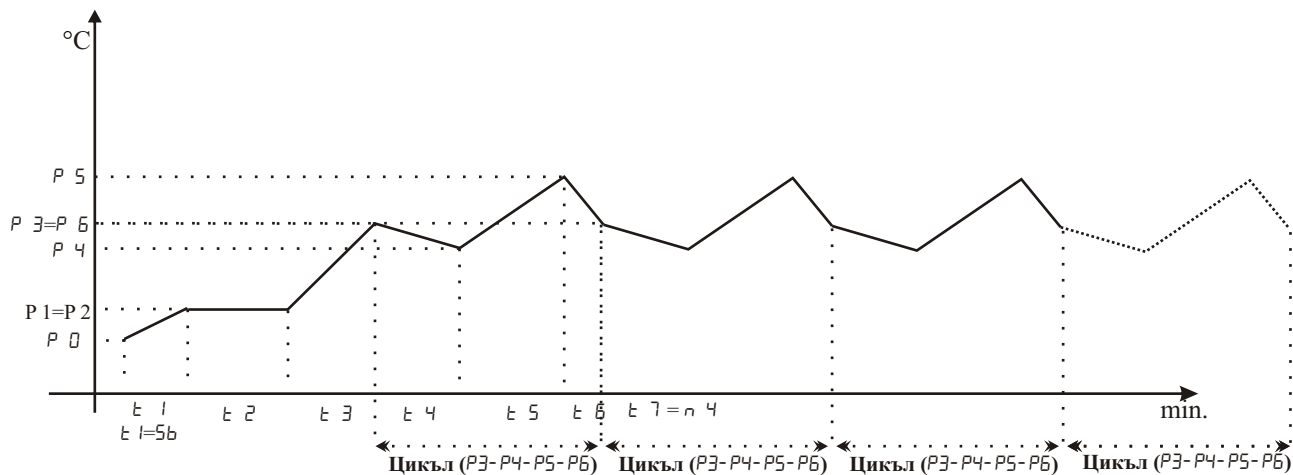
1.  $P_1$  [или  $r_1$ ].....крайна стойност на SV за [или наклон на] отсечка  $n_1$ .
2.  $t_1$  [или  $r_1$ ].....продължителност [или наклон] на отсечка  $n_1$ .
3.  $P_2$  [ $r_2$ ].....крайна стойност на SV за [наклон на] отсечка  $n_2$ .
4.  $t_2$  [ $r_2$ ].....продължителност [или наклон] на отсечка  $n_2$ .
- ...
99.  $P_{50}$  [ $r_{50}$ ]..... крайна стойност на SV за [наклон на] отсечка  $n_{50}$ .
100.  $t_{50}$  [ $r_{50}$ ].....продължителност [наклон] на отсечка  $n_{50}$ .

Това са 50 двойки параметри, дефиниращи всяка отсечка за управление на SV. Типът на всеки параметър може да се променя чрез бутона (F), но трябва да се има предвид, че **не е допустимо и двата параметъра за една отсечка да са от типа  $r$** . Началната стойност на SV за всяка отсечка съвпада с крайната на предишната, независимо дали втората е директно указана чрез параметъра  $P_{xx}$  или е пресметната чрез наклона и продължителността от формула (1).



### Определяне на последната отсечка (край на динамичен режим).

Когато вторият параметър е от типа  $t$  е възможно да се укаже, че текущата отсечка е последна и контролерът следва да премине в статичен режим със  $SV=t_{5U}$ . Това се реализира чрез  $t_{xx}=End$  (отговаря на 0 минути). Фигурата по-горе илюстрира точно такъв пример, при който динамичният режим започва с включването на контролера, SV се движи по отсечките  $n_1$  ( $P_0 - P_1$ ),  $n_2$  ( $P_1 - P_2$ ),  $n_3$  ( $P_2 - P_3$ ),  $n_4$  ( $P_3 - P_4$ ),  $n_5$  ( $P_4 - P_5$ ) и, след като SV достигне  $P_5$  (края на  $n_5$ ), контролерът преминава в статичен режим с постоянна зададена температура  $t_{5U}$ .

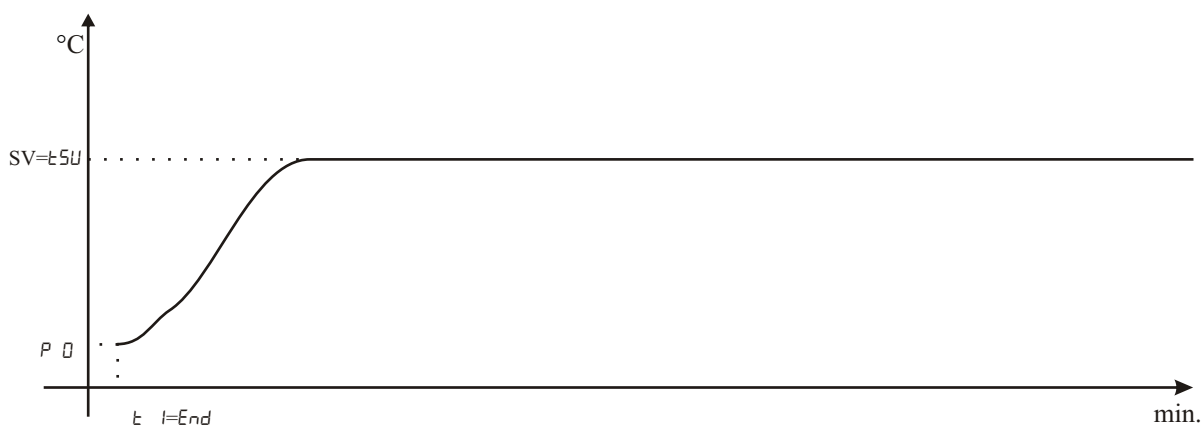


### **Настройване на цикличен динамичен режим.**

Термоконтролерите TC103TP могат да управляват зададената температура по безкраен цикъл от няколко отсечки. На фигурата по-горе е представен един такъв цикъл от три отсечки ( $n4-n5-n6$ ), като преди да започне цикъла SV също е била управлявана динамично ( $n1-n2-n3$ ). За целта е необходимо отсечката след края на цикъла (в случая  $n7$ ) да бъде с избран втори параметър  $t$ , сочещ към първата отсечка на цикъла, т.е.  $t7=n4$  ( $n1-n5$ ) са достъпни като отрицателни стойности за параметъра  $t$ ).

### **Отсечка със зададена температура без време за достигане.**

В термоконтролерите TC103TP е предвидена и възможност за задаване на крайна температура за дадена отсечка, без да се фиксира за колко време тя да се постигне. Това е режим, при който не е необходимо контролирано по време достигане на съответната температурна стойност. Пример за такъв режим е подгриване на съд с различен обем всеки път. Докато трае регулирането по тази отсечка, при натискане на бутон (F) (вж. глава IV.a) ще се появява точка до P, напр. P. 3 75.2. След достигането на зададената температурна точка, регулаторът преминава към следващата отсечка  $n(xx+1)$ . Напр. на фигурата по-горе може да се зададе  $t1=5b$  и тогава при рестарт на контролера зададената температура в първата отсечка ще е веднага P 1, и чак когато тя се достигне (в зависимост от обекта на регулиране), ще се премине към втората отсечка.



### **Използване на контролера САМО в статичен режим.**

За да се изключи отсечковото движение на зададената температура и контролерът да работи единствено в статичен режим със зададена температура  $t5U$  е достатъчно да се направи  $t1=End$  и да се рестартира.

## VI. Алармен изход и параметър $AL_n$

Типа на режима за алармиране се избира в зависимост от технологичния процес. Следва да се вземе под внимание дали аларменият изход да сработва от самото начало на подгряване или едва след като машината влезе в подходящ термичен режим, определен от алармената ивица. Чрез параметъра  $AL_n$  са реализирани множество типове за поведение на аларменият изход, напр. изчаквателно (**standby sequence**) при  $AL_n > \theta$ , както и инверсно (4-7) и (13-15).

При първоначално включване на контролера и избран параметър  $AL_n$  над  $\theta$  (вж. глава V.a), на левия индикатор се установява мигащ режим докато измерената температура PV не достигне неалармена зона (**standby sequence**). Мигането на дисплея е индикация, че машината не е влязла все още в работен термичен режим и затова аларменият изход остава в неалармено състояние. По този начин може електрически да се забрани включване на главно задвижване или на други системи, за които е важно машината да е подгрята. Например за екструдерни машини е опасно включване на главното задвижване преди постигане на стопилка около шнека. В такъв случай следва да се избере тип на аларма  $AL_n$  1 или 3 (5 и 7 за нормално затворен изход). Когато се използва аварийна сирена при излизане от алармената ивица (АИ) след първоначалното нагриване, се използва **standby sequence** със стойности на  $AL_n$  9 или 11 (13, 15 за нормално затворен алармен изход).

## VII. Особености и препоръки

### VII.a. On/Off регулиране ( $ctrl=onF$ )

При On/Off регулиране се използват двата параметъра за хистерезис  $HCH$  и  $HCL$ , като изходът нагриване включва при измерена температура (PV) под зададената (SV) минус хистерезиса ( $HCH$ ), а изключва при  $PV > SV$ . Аналогично изходът охлаждаване включва при измерена температура (PV) над зададената (SV) плюс хистерезиса ( $HCL$ ), а изключва при  $PV < SV$ . Разбира се, за да включи кой да е от двата изхода, той трябва да е разрешен от параметъра  $POS$ .

под зона Хистерезис $PV < SV - HCH$	в зона Хистерезис $SV - HCH < PV < SV$	в зона Хистерезис $SV < PV < SV + HCL$	над зона Хистерезис $SV + HCL < PV$
вкл. нагриване изкл. охлаждаване	изкл. охлаждаване	изкл. нагриване	вкл. охлаждаване изкл. нагриване

### VII.b. ПИД регулиране ( $ctrl=P id$ )

При нормална работа на контролера при ПИД регулиране, отработената температура е равна на зададената или се поддържа в зависимост от режима с отклонение 1-2 °C. По-големи отклонения от 2-3 °C са признак за неправилно подбрани параметри, външни въздействия, интензивни електрически смущения, неправилно разположение на сензорите или повреди. Потребителят следва да се увери, че избраният режим за поддържане на зададената температура не противоречи на характеристиките на нагревателя (охладителя) и обекта за регулиране. Стръмността на отсечките в динамичен режим следва да се избират значително по-малки от максималната възможна за така конфигурираните нагревател-обект и охладител-обект.



По-добро поддържане на зададената температура се постига с по-малки интервали на цикъла ( $t_{cH}$ ,  $t_{cL}$ ), което обаче води до по-честа комутация и при релейно-контакторно управление до ускорено износване на комутационните елементи. Препоръчителен компромисен интервал за времето на цикъла в този случай е около 10s.

Диференциалната времеконстанта определя изпреварващото действие на регулатора и от нея зависят до голяма степен колебанията около зададената температура в началния момент на регулиране. В случай, че не е използвана вградената процедура за самооптимизация, е препоръчително да се започне с диференциална времеконстанта на нагряване ( $t_{dH}$ ) около 40-50 s, а за охлаждане ( $t_{dL}$ ) около 15-35 s.

От интегралната времеконстанта зависи сходимостта на процеса на терморегулиране към зададената температура с минимални отклонения. Термоконтролерите TC103 са оптимизирани по отношение на интегрирането за облекчена сходимост, като времеконстантите  $t_{iH} = 150$  до 350 s и  $t_{iL} = 100$  до 250 s за множество обекти дават задоволителни резултати.

Коефициентът на пропорционалност зависи от местоположението на избраната температура върху характеристиката на нагревателя (охладителя), поради което е трудно да се посочат препоръчителни стойности. При оптимален избор на нагревателя (охладителя) е подходящо  $P_H$  и  $P_L$  да се изберат около 20%.

Посочените препоръки са ориентировъчни и най-добре е да се изпълни процедурата по самооптимизация на контролера и след това да се докоригират параметрите в режима на работа, ако това е необходимо.

## VII.c. Самооптимизация на ПИД параметри

Самооптимизацията е режим, при който контролерът извършва опознаване на обекта за регулиране и избира оптимални ПИД параметри, като се предполага, че обектът е правилно конструиран. Стартирането на самооптимизиране се извършва чрез едновременно натискане на бутони (<<) и (>>) в работен режим, след предварително определени параметри  $t_{SU}$ ,  $c_{tr} = P_{id}$  и  $P_{OS}$ , при което на SV-индикатор се изписва  $P_{Pt}$  в мигащ режим до завършване на оптимизацията. Препоръчително е при оптимизиране на нагряващ, респ. охлаждащ ПИД, да се осигури известен (поне 30 градусов) аванс на началната температура спрямо зададената.

В случай, че след самооптимизация, контролерът е избрал коефициент на пропорционалност по-голям от 100%, това е признак за недостатъчна мощност на нагревателя (охладителя). Когато този коефициент е по-малък от 15%, е признак за преоразмерен нагревател, респ. охладител.

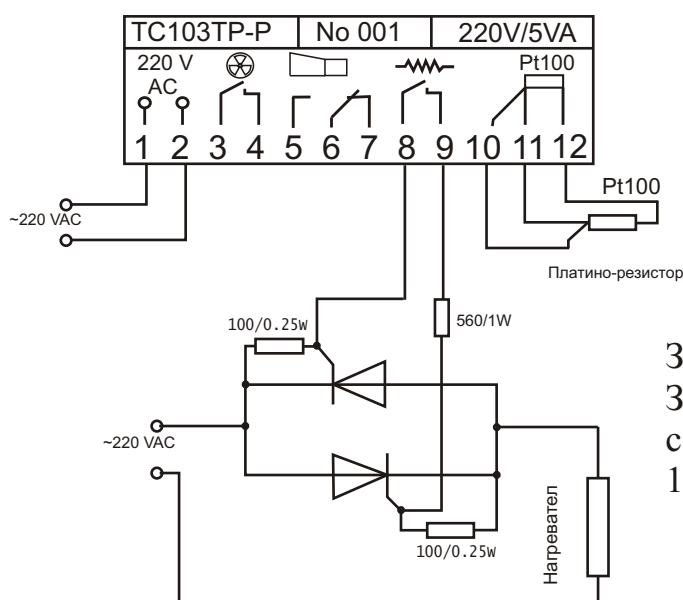
Самооптимизацията дава добри резултати за статичен режим и режими, близки до него. В случай, че контролерът се използва за значително по-стръмни отсечки, потребителят следва да докоригира някои от параметрите на ПИД-регулаторите.

## VIII. Механично присъединяване и монтаж

Контролерите са предназначени за монтиране на лицеви панели от електрически табла, като отворът за присъединяването им е квадрат със страна 92 mm. Надеждно закрепване се постига с комплектованите изтеглящи скоби.

Клемите за електрически монтаж са описани на задния капак на контролерите, като свързването е препоръчително да се извършва с изолирани проводници със сечение не по-малко от  $0.5 \text{ mm}^2$ . Не се препоръчва използването на термоконтролерите за директно управление на силови нагревателни или охладителни елементи. По-добър вариант е да се използват електронни (тиристорни) силови комутационни елементи за управление на нагряването, поради честите комутации и бързото износване на механичните (контакторни) комутационни елементи, съгласно принципните електрически схеми, показани на фигурите:

### Схема за управление с терморезистори Pt100



**ЗАБЕЛЕЖКА:**  
За двупроводно свързване се свързват накъсо клемите 10 и 11.

### Схема за управление с термодвойка тип J

