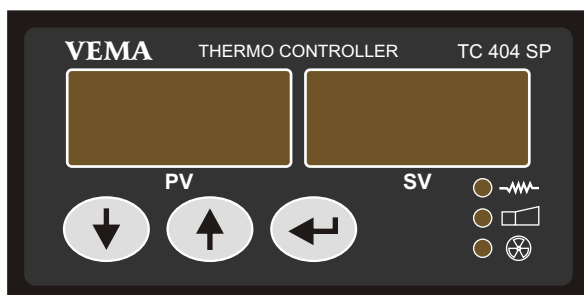


## Термоконтролер TC504SP/TC404SP



- ◆ *On/Off* или *2-PID* регулиране;
- ◆ *самооптимизация* на параметрите към обекта за регулиране (*auto-tuning*);
- ◆ *следене на тока на нагревателя* (*heater burnout detection*);
- ◆ *възможност за плавно достигане до зададена температура* (*ramp-function*);
- ◆ *широк температурен обхват: от -199 до 999 °C.*



**ИНСТРУКЦИЯ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЯ**

**INSTRUCTION MANUAL**

---

---

## Въведение

Микропроцесорните термоконтролери *TC504(404)SP/-J/-P* предлагат оптимален комфорт на обслужване и визуализация.

Термоконтролерите *TC504(404)SP-J* са предназначени за работа с термодвойки тип *J*, а *TC504(404)SP-P* - за работа с терморезистори *Pt100*. По заявка могат да се прилагат и други типове термоелементи.

Изходният сигнал е релеен контакт или постоянен ток.

Програмно, чрез клавиатурата на лицевия панел може да се задава типа на регулатора като *On/Off*, двупозиционен *PID* или трипозиционен *PID*.

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 към него.

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

За непрекъснато следене за състоянието на нагриващите елементи е въведен вход от токов трансформатор и програмно задаване на граница за допустим минимален ток.

Зададената температура *SV* (*Set Value*) и отработената температура *PV* (*Process Value*) се индикират непрекъснато в работен режим на контролера. При натискане и задържане за 5 секунди на бутон ( $\leftarrow$ ) в този режим контролерът показва текущата стойност на тока през нагревателя в ампери.

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

Процесите: нагриване ( $\curvearrowright$ ), охлаждане ( $\otimes$ ) и аларма ( $\square$ ) се индикират с независими светлинни индикатори.

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.

## Технически характеристики

- |                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. Диапазон на регулиране:            | от -199 до 999°C.  |
| 2. Точност на поддържане:             | от 0.2% до 1.0%.   |
| 3. Обхват на параметрите:             |                    |
| коэффициент на пропорционалност - $P$ | от 0 до 100 %;     |
| диференциална константа - $t_d$       | от 0 до 200 s;     |
| интегрална константа - $t_i$          | от 0 до 999 s;     |
| време на цикъла - $t_c$               | от 0 до 200 s;     |
| граница за аларма - $t_A$             | от -199 до 999°C;  |
| хистерезис - $H_{УН}$                 | от 0°C до 99.9 °C. |
| ток на нагревателя - $c_{лг}$         | от 0 до 50 A.      |

**ВНИМАНИЕ !!!** За измерване на тока на нагревателя се използва токов трансформатор с преводно число 1000 и под никакъв предлог не се допуска директно свързване на термоконтролера към нагревателя.

4. Индикация - седемсегментна	LED, h=14.2 mm.
5. Изпълнителни изходи:	
релейни -	max 2A/250V cosΦ=1;
по заявка могат да бъдат:	
отворен колектор -	0/24V до 30 mA.
аналогов изход -	от 0 до 10 VDC
6. Захранващо напрежение -	от 187 до 242 V/48-62 Hz.
7. Габаритни размери -	48x96x135 mm.
8. Работна температура -	от 0 до 50°C.

## Мнемоника на параметрите

### А) Системни параметри

Тези параметри могат да се извикват чрез натискане и задържане на бутон (←) и натискане на бутон (↑):

1.  $t_{AL}$  - долна граница на температурата за аларма.
2.  $t_{AU}$  - горна граница на температурата за аларма.
3.  $c_{IG}$  - долна граница на тока на нагревателя в амperi.
4.  $A_{t1}$  - тип алармена зона (АЗ), който може да включва:
  - ' L' - за температури под границата  $t_{AL}$ ;
  - ' U' - за температури над границата  $t_{AU}$ ;
  - ' c' - за ток през нагревателя под границата  $c_{IG}$ .

Например, при  $A_{t1} = LU'$ , алармената зона ще е под  $t_{AL}$  и над  $t_{AU}$ . Ако се избере  $A_{t1} = cFF'$ , то контролерът работи без алармена зона.

5.  $A_{t2}$  - действие на алармения изход, което може да включва:

' A' - алармените граници са абсолютни, а не относителни;

' S' - (*Stand-by*) алармената зона се определя от  $A_{t1}$ , но при включване на регулатора до достигане на неалармена зона аларменият изход работи като в неалармена зона, като индикаторът  $SV$  се установява в мигащ режим за да сигнализира, че все още не е достигната неалармена зона.

' r' - (*reverse*) аларменият изход работи инверсно на  $A_{t1}$ , т.е. сработва извън АЗ и изключва върху АЗ;

Например: ' ASr' означава работа с абсолютни алармени граници, *stand-by* и инверсен изход за аларма, а ' ---' - работа с относителни алармени граници, без *stand-by* според  $A_{t1}$ .

Относителни граници за аларма означава, че те се определят като сума от зададената температура и температурата за аларма, т.е. реално границите са  $SV+t_{AL}$  и  $SV+t_{AU}$ , като по този начин промяната на зададената температура автоматично води до промяна и на алармената температура. Това създава известни удобства при чести промени на зададената температура, тъй като не принуждава оператора да променя и алармените температури.

Типът на режима за алармиране се избира в зависимост от технологичния процес, като за екструдерни машини, например е опасно включване на главното задвижване преди да е постигната стопилка около шнека. В такъв случай следва за тип на аларма  $A_{t1}$  да се избере 'L' или 'LU'. Когато е недопустимо превишаване на определена температура се избира режим 'U' или 'LU'. Ако аларменият изход трябва да работи инверсно, се избират съответните режими с  $A_{t2}$  - 'r' и 'S'. По-долу е показана графична илюстрация на някои от 64-те типа аларми:

	$t_{AL}^*$	$t_{AU}^*$	
	Температура под допустимата 'L'	Допустима работна температурна зона	Температура над допустимата 'U'
1). $A_{t1} = OFF$ ; $A_{t2} = A$			
2). $A_{t1} = L$ ; $A_{t2} = A$	▬		
3). $A_{t1} = U$ ; $A_{t2} = A$			▬
4). $A_{t1} = LU$ ; $A_{t2} = A$	▬		▬
5). $A_{t1} = L$ ; $A_{t2} = AS$	▬		
6). $A_{t1} = U$ ; $A_{t2} = AS$			▬
7). $A_{t1} = LU$ ; $A_{t2} = AS$	▬		▬
8). $A_{t1} = OFF$ ; $A_{t2} = Ar$		▬	▬
9). $A_{t1} = L$ ; $A_{t2} = Ar$		▬	▬
10). $A_{t1} = U$ ; $A_{t2} = Ar$		▬	▬
11). $A_{t1} = LU$ ; $A_{t2} = Ar$		▬	▬
12). $A_{t1} = L$ ; $A_{t2} = ASr$	▬		▬
13). $A_{t1} = U$ ; $A_{t2} = ASr$			▬
14). $A_{t1} = LU$ ; $A_{t2} = ASr$	▬		▬

**Забележка\*:** Когато в  $A_{t2}$  не е избран режим 'A', то алармените стойности  $t_{AL}$  и  $t_{AU}$  са относителни спрямо  $SV$ . В този случай реалните стойности на границите за аларма са  $SV+t_{AL}$  и  $SV+t_{AU}$ .

6.  $c_{tr}$  - тип на регулатора:

'OFF' - контролерът само отчита без да регулира;

'OnF' - контролерът работи като **On/Off** регулатор (виж НУН и НУС в

"Параметри за PID и On/Off");

'Pid' - контролерът работи като двоен PID регулатор.

7.  $P_{OS}$  - избиране на НАГРЯВАНЕ и ОХЛАЖДАНЕ:

'H' - двупозиционен регулатор с нагряване;

'C' - двупозиционен регулатор с охлаждане;

'HC' - трипозиционен регулатор.

8.  $P_{PE}$  - параметър за стартиране на оптимизация:

'OFF' - не се предприема оптимизация и при натискане на (←) контролерът се връща в работен режим;

'On' - при натискане на (←) се предприема самооптимизация на контролера с цел определяне на най-подходящи PID параметри за конкретния обект на регулиране.

- 
- 
9.  $rEP$  Крайна температура за плавно достигане.
  10.  $r-d$  Скорост на нарастване на температурата при включен рамп в градуси за минута до достигане на  $rEP$ .

## Б) Параметри за PID и On/Off

Тези параметри могат да се извикат от работен режим чрез натискане и задържане на бутона ( $\leftarrow$ ) и натискане на бутон ( $\downarrow$ ):

1.  $t_cH$  - време на цикъла при нагряване;
2.  $P H$  - коефициент на пропорционалност за нагряване;
3.  $t_dH$  - диференциална времеконстанта за нагряване;
4.  $t_iH$  - интегрална времеконстанта за нагряване;
5.  $HCH$  - хистерезис на нагряването при **On/Off** регулиране;
6.  $t_cL$  - време на цикъла при охлаждане;
7.  $P L$  - коефициент на пропорционалност за охлаждане;
8.  $t_dL$  - диференциална времеконстанта за охлаждане;
9.  $t_iL$  - интегрална времеконстанта за охлаждане;
10.  $HCL$  - хистерезис на охлаждането при **On/Off** регулиране;

## В) Съобщения от вътрешния самотест на контролера

При откриване на некоректна комуникация с EEPROM паметта на контролера се изписва на дисплея мнемоника '  $EP-Err$  ', а при прекъсване във веригата на термодвойката се изписва съобщение с мнемоника '  $FF$  ' на дисплея PV в мигащ режим.

## Управление

За настройване на зададената температура се използват стрелките в работен режим. При задържане повече от 1s на бутоните ( $\downarrow$ ) или ( $\uparrow$ ) стойността на текущия параметър се променя скоростно. За настройване на другите параметри на контролера се натиска и задържа бутона ( $\leftarrow$ ) и едновременно се натиска ( $\uparrow$ ) за режим "Системни параметри" или ( $\downarrow$ ) за режим "Параметри за **PID** и **On/Off**", след което всеки параметър може да се настройва по същия начин, както задаването на температура. Записването на текущия параметър и преминаването към следващия става чрез бутон ( $\leftarrow$ ). Извеждането в работен режим става след преминаване през всички параметри на избрания режим. За въвеждане в режим на самооптимизация се записва '  $opt$  ' като стойност на системния параметър  $SPt$ . След завършването ѝ контролерът автоматично преминава в работен режим и не е необходимо по-нататъшна намеса на оператора. Самооптимизацията може да се прекрати чрез натискане и задържане на бутона ( $\leftarrow$ ).

При нормална работа на контролера отработената температура е равна на зададената или се поддържа с отклонение до  $1^\circ\text{C}$ . По-големи отклонения от  $2-3^\circ\text{C}$  са признак за неправилно подбрани параметри, външни въздействия, интензивни електрически смущения, неправилно разположение на сензорите или повреди.

---

---

Стойността на тока през нагревателя може да се наблюдава като в работен режим се натисне и задържи бутон ( $\leftarrow$ ). В този случай на *PV* дисплея се изписва ' $\epsilon \mu \Gamma$ ', а на *SV* - стойността на тока в амperi. Връщането към нормален работен режим със зададена и измерена температура се извършва с повторно натискане и задържане на бутон ( $\leftarrow$ ).

## Особености

При първоначално включване на контролера и избрано ' $\text{S}$ ' (*stand-by*) за параметър  $\text{P}\epsilon\text{Z}$  (вж. МНЕМОНИКА НА ПАРАМЕТРИТЕ), на индикатора *SV* ще се установи мигащ режим докато измерената температура *PV* не достигне неалармена зона. Това е индикация, че машината не е готова за включване на главно задвижване и затова в този случай изходът за аларма остава в неалармено състояние, т.е. релето за алармен изход няма да сработи.

Самооптимизацията е режим, при който контролерът извършва опознаване на обекта за регулиране и избира оптимални параметри, като се предполага, че обектът е правилно конструиран. Стартирането на самооптимизация се извършва чрез записване на ' $\sigma \sigma$ ' като стойност на системния параметър  $\text{P}\text{P}\epsilon$  след предварително определени параметри *SV* и  $\text{P}\text{P}\text{S}$ . На индикатора *SV* се изписва ' $\text{P}\text{P}\epsilon$ ' в мигащ режим до завършване на оптимизацията. Препоръчително е при оптимизиране на нагряващ, респ. охлаждащ PID, да се осигури известен (поне 30°C) аванс на началната температура спрямо зададената, например, за оптимизация нагряване - да се включи при значително по-ниска температура от зададената.

В случай, че след самооптимизация, контролерът е избрал коефициент на пропорционалност по-голям от 80% е признак за недостатъчна мощност на нагревателя (охладителя). Когато този коефициент е по-малък от 10%, е признак за преоразмерен нагревател (охладител).

## Препоръки

По-добро поддържане на зададената температура се постига с по-малки интервали на цикъла, което води до по-честа комутация и при релейно-контакторно управление - до ускорено износване на комутационните елементи. Препоръчителен компромисен интервал за време на цикъла  $\epsilon \zeta$  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. Когато не е използван режим на самооптимизация е препоръчително да се започне с диференциална времеконстанта за нагряване ( $\epsilon dH$ ) около 40-50 s, а за охлаждане ( $\epsilon dC$ ) 15-35 s.

От интегралната времеконстанта зависи сходимостта на процеса на терморегулиране към зададената температура с минимални отклонения.

Термоконтролерите са оптимизирани по отношение на интегрирането за облекчена сходимост, като времеконстантите  $\epsilon iH = 150$  до  $350$ s. и  $\epsilon iC = 150$  до  $250$ s. за множество обекти дават добри резултати.

Коефициентът на пропорционалност зависи от местоположението на зададената температура върху характеристиката на нагревателя (охладителя), поради което е трудно да се посочат препоръчителни стойности. При оптимален избор на нагревателя (охладителя) е подходящо  $\text{P}\text{H}$  и  $\text{P}\zeta$  да се изберат около 20%.

---

---

Посочените препоръки са ориентировъчни и е най добре да се изпълни процедурата по самооптимизация на контролера и след това, ако е нужно, да се докоригират параметрите в динамичен режим.

### ***Важно при управление на топли дюзи в шприцавтоматите!***

Когато се използват регулатори на температурата за топли дюзи не е желателно да се използва режимът на самооптимизация поради прекомерното натоварване на нагревателя още от началната температура, която в общия случай е стайната температура. Този тип нагреватели са със силно напрегнато специфично токово натоварване и задължително се използва рамп функцията (плавно достигане)  $rEP$  до температура около  $120^{\circ}\text{C}$  със скорост  $r-d$  не повече от  $20^{\circ}/\text{min}$ . Най често в такива случаи препоръчителните стойности за параметрите са:

$$tCH=0.1\text{ s.}, PH=8-10\%, t dH=8-10\text{ s.}, t rH=75-80\text{ s.}$$

Температурата за плавно достигане  $rEP$  следва да се избира съобразно с обекта за регулиране, като се има в предвид работната температура. Например, при горещо-канални системи на шприцавтомати тази температура се избира около средата на зададената температура  $SV$  за да не се натоварва прекомерно нагревателя в началния момент. Скоростта за нарастване на температурата  $r-d$  при включен рамп се избира съобразно бързодействието на нагревателните елементи.

Възможността за плавно достигане се изключва чрез нулиране на параметъра  $rEP$  и/или  $r-d$ . Стартирането на оптимизация или преминаване в режим за настройка на параметри прекъсва режима за плавно достигане.

Когато се следи токът на нагревателя е препоръчително границата  $CI$  да се зададе с 20% по-малка от номиналния ток на нагревателя поради колебанията в мрежовото захранване.

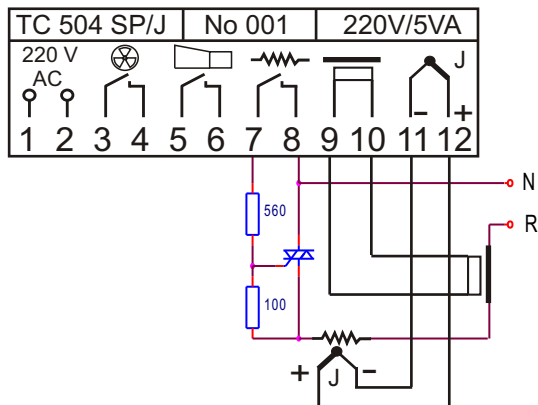
## **Механично присъединяване и монтаж**

Контролерите са предназначени за монтиране върху лицеви панели на електрически табла, като отворът за присъединяването им е правоъгълник със страни  $(45+0.3) \times (92+0.5)$  mm. Надеждно закрепване се постига с комплектованите изтеглящи скоби.

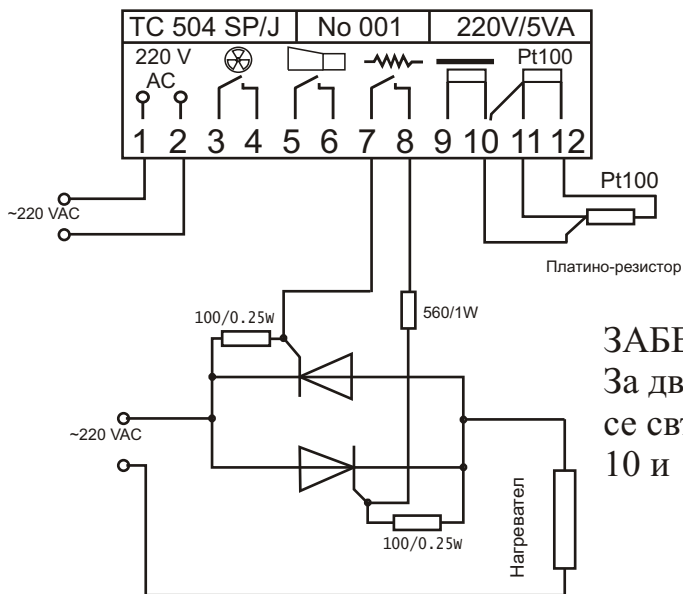
Клемите за електрическия монтаж са описани на задния капак на контролерите. Свързването е препоръчително да се извършва с изолирани проводници със сечение от  $0.35$  до  $0.75\text{ mm}^2$ . Не се препоръчва използване на термоконтролерите за директно управление на силови нагревателни (охладителни) елементи. Препоръчително е използването на електронни (тиристорни) силови комутационни елементи за управление на нагревателите, поради честите комутации и бързото износване на механичните (контакторни) комутационни елементи.

Примерни схеми на свързване на термоконтролер са показани на фигурите:

## Схема за управление на монофазни товари с триак

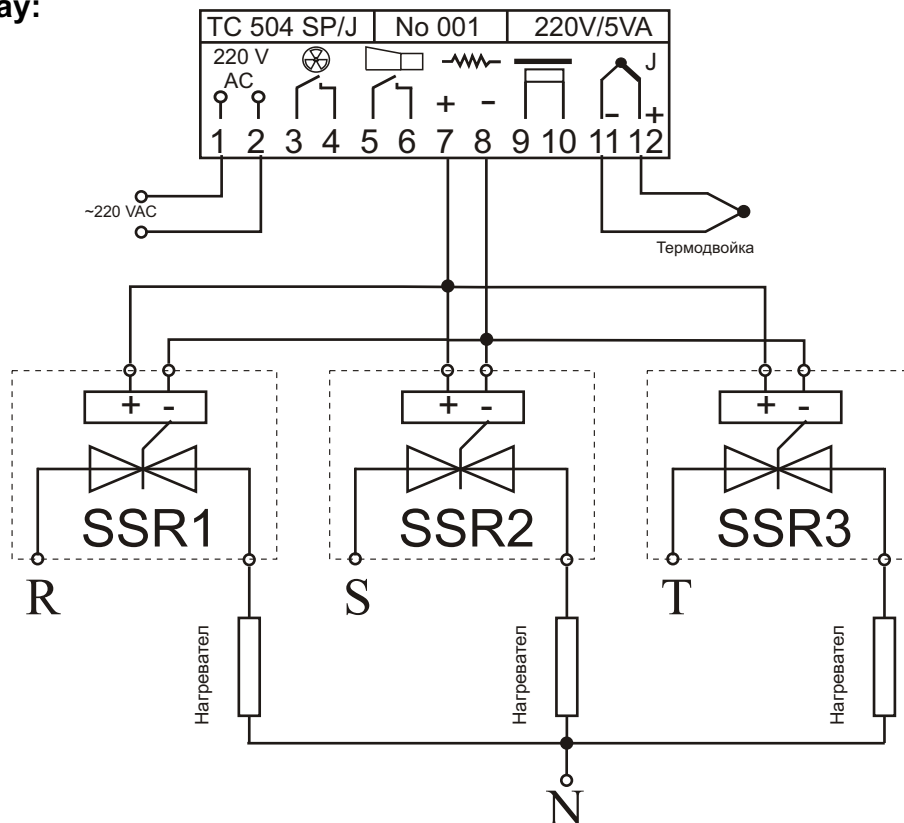


## Схема за управление с терморезистори Pt100



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

## Схема за управление на трифазни товари в звезда с електронни релета тип Solid state relay:



**ВНИМАНИЕ!** За да се осигури предпазване на силовите елементи от дефектиране при евентуални къси съединения да се използват предпазители бързоизключващи, стопяеми или автоматични с "А" характеристика.