

# REGLAREA NUMERICA A REGIMULUI TERMIC IN CUPTOR ÎN BAZA REGULADORULUI INDUSTRIAL TPM 151-01

**Dumitru MORARU**

Conducător științific: conf. univ. dr. Bartolomeo IZVOREANU

*Universitatea Tehnică a Moldovei*

**Abstract:** În lucrare se prezintă un sistem automat de reglare numerică a regimului termic în cuptor. În calitate de regulator se utilizează termoregulatorul TPM151-01, care realizează algoritmul PID și se autoacordează la procesul termic.

**Cuvinte cheie:** proces de reglare a temperaturii, termoregulator, algoritmul PID.

## 1. Noțiuni generale

În diverse procese de fabricare, tehnologice este nevoie de prelucrare termică [1]. Pentru automatizarea acestor procese este necesar de a obține modelul matematic al procesului, care este o procedură dificilă. În scopul depășirii acestei dificultăți se propune de a folosi regulatorul TPM 151-01 [2], care are proprietatea de a se autoacorda la procesul termic.

Regulatorul este un modul de programe. Marimea de intrare este menținută la nivelul setat ca mărime de referință. Marimile de ieșire măsurate se introduc în regulator, se prelucrează conform algoritmului de reglare și se elaborează mărimea de conducere a algoritmului PID în formă analogică aplicată unui releu, care comutează sursa de energie în cuptor.

## 2. PID regulatorul universal TPM 151-01

Aparatul este conceput pentru construirea sistemelor de automatizare pentru monitorizare și conducere a proceselor tehnologice de producție în diverse domenii de activitate din industrie, agricultură și utilități publice etc.

## 3. Principalele funcții ale aparatului

Aparatul TPM151 realizează următoarele funcții:

- Masoară parametri fizici ale obiectului.
- Filtrare digitală a parametrilor mășurați de perturbații.
- Corectarea parametrilor mășurați pentru a elimina erorile traductoarelor.
- Calculul valorilor după formula dată.
- Afișarea rezultatelor măsurate sau calculate pe un display digital încorporat.
- Reglarea mărimii fizice după legea PID.
- Schimbarea setării după programa tehnologică.
- Formarea semnalului de alarmă la detecția defectelor convertoarelor primare și afișarea cauzei pe display.
- Formarea semnalului de alarmă atunci când marimea de ieșire depășește mărimea setată.
- Formarea semnalului de alarmă atunci când detectează defect la elementul de execuție.
- Afișarea parametrilor setați pe un indicator digital.
- Transferul prin rețea RS-485 a valorilor curente a oricărei mărimi calculate sau măsurate.



Fig. 1. Regulatorul universal TPM151.

## 4. Sistemul automat

În fig. 2 este prezentată schema de principiu a sistemului automat (SA) compusă din cuptorul industrial și regulatorul numeric TPM 151-01.

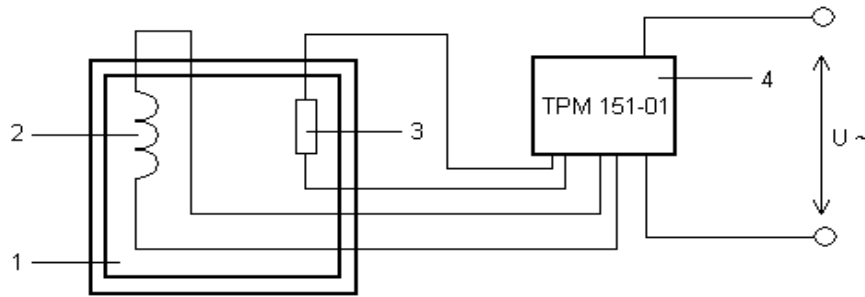


Fig. 2. Sistemul automat cu regulator numeric TPM 151-01:  
1-cuptor, 2-încălzitor, 3-traductor de temperatură termometru rezistiv DTS-054, 4-regulatorul PID numeric TPM 151-01.

### 5. Acordarea regulatorului

Acordarea regulatorului TPM151 se efectuează în regim de autoacordare și s-a realizat algoritmul PID cu parametri optimali,  $k_p=0$   $k_i=1$   $k_d=0.15$ .

S-a ridicat procesul tranzitoriu al sistemului de stabilizare a temperaturii care este prezentat în fig. 2.

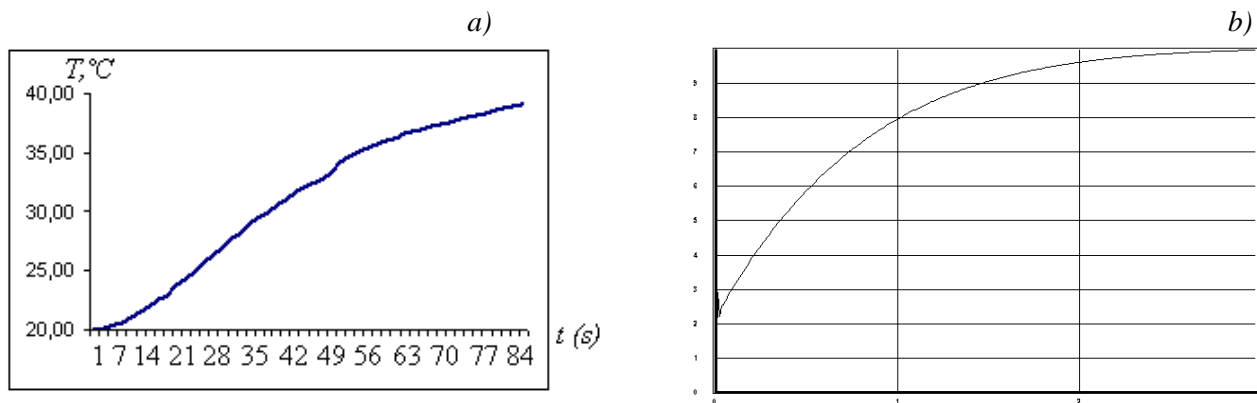


Fig. 3. Procese tranzitorii ale procesului.

În fig. 3 sunt prezentate procesele tranzitorii ale sistemului automat: a)-ridicat la instalație cu emulator, b) -simulat pe calculator în pachetul de programe Koprass. Schema de simulare pe calculator este prezentată în fig 4.

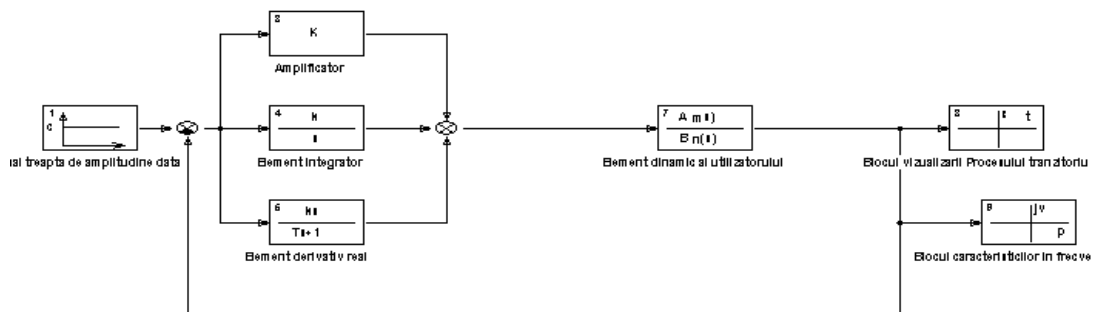


Fig. 4. Schema SA simulată pe calculator.

## 6. Identificarea modelului

Pe baza datelor experimentale obținute a fost făcută identificarea în Matlab utilizând SystemIdBlocks, modelul ARX. În expresia (1) este prezentată funcția de transfer în formă discretă a modelului identificat, iar în expresia (2) este prezentată funcția de transfer continuă. În figura 6 este prezentat procesul tranzitoriu.

$$H(z) = \frac{z^3}{z^3 - 0.13272z^2 - 0.36844z - 0.49884} \quad (1)$$

$$H(s) = \frac{s^3 + 12.74s^2 + 415s + 2156}{s^3 + 6.955s^2 + 510.2s + 0.000000000000463} \quad (2)$$

Mai jos este prezentată schema de simulare pe calculator în Matlab 6.5.

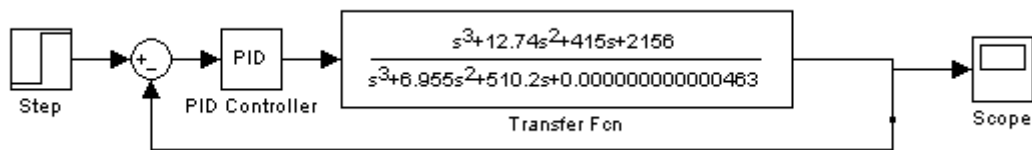


Fig. 5. Schema SA simulată pe calculator în Matlab.

În urma calculelor efectuate, după metoda gradului maximal, au fost obținute următoarele valori:

Pentru regulatorul P

$$k_p = 0,088,$$

$$J = 0,35.$$

Pentru regulatorul PI

$$k_p = 0,27,$$

$$k_i = 0,0744,$$

$$J = 0,51.$$

Pentru regulatorul PID

$$k_p = 0,695,$$

$$k_i = 32,66,$$

$$k_d = 0,039,$$

$$J = 15,47.$$

Procesele tranzitorii obținute în urma calculelor coeficienților  $k_i$ ,  $k_d$ ,  $k_p$  pentru fiecare regulator în parte sunt prezentate în fig. 6.

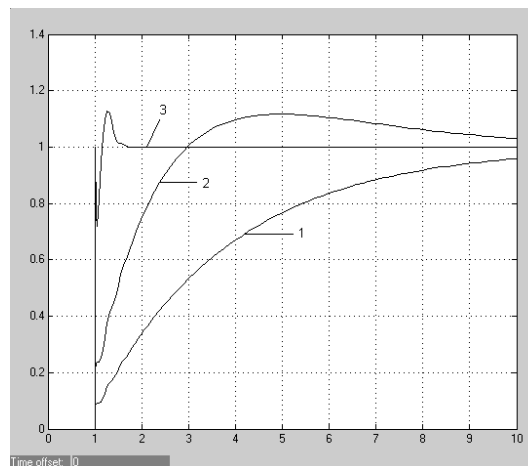


Fig. 6. Procesul tranzitoriu.

1 – Acordarea regulatorului P. 2 – Acordarea regulatorului PI. 3 – Acordarea regulatorului PID.

## Concluzii

În rezultatul studiului putem formula următoarele concluzii:

1. Au fost luate datele, pe cale experimentală, pe baza cărora s-a obținut procesul tranzitoriu a sistemului (fig. 3 a).
2. S-a simulat sistemul pe calculator în pachetul de programe Koprass. După care s-a obținut procesul tranzitoriu al sistemului (fig. 3 b).
3. A fost efectuată identificarea modelului în pachetul de programe Matlab 6.5. După care s-a obținut procesele tranzitorii pentru regulatoarele P, PI, PID.
4. Efectuând o analiză a rezultatelor obținute se poate conchide că datele obținute practic coincid cu cele simulate pe calculator, ceea ce și a fost propus ca scop.

## Bibliografie

1. Dorf R. K., Bishop R. X. *Sovremennîe sistemî upravleniia (Modern Control Systems)*. - Moskva: Laboratoriia Bazovîh Znaniî, 2004. – 832 s.
2. ТРМ151-01 универсальный программный ПИД-регулятор. Паспорт и руководство по эксплуатации. – Москва, 2007.