

Modulul 8

Automatizarea cuptoarelor tubulare (1)

Obiective

- Particularități la proiectarea structurii sistemului automat
- Sisteme de reglare a temperaturii pentru cuptoare tubulare cu combustibil gazos
- Sisteme de reglare a temperaturii pentru cuptoare tubulare cu combustibil lichid
- Sisteme de reglare a temperaturii pentru cuptoare tubulare cu combustibil solid
- Probleme și întrebări

8.1. Particularități la proiectarea structurii sistemului automat

Reglarea temperaturii reprezintă o cerință fundamentală a proceselor de prelucrare a petrolului. Din această cauză, sistemul de reglare a temperaturii este obligatoriu în instalațiile din rafinării și în general în toată industria chimică. În cele ce urmează vor fi prezentate sistemele de reglare a temperaturii destinate cuptoarelor tubulare. Structura sistemului de reglare a temperaturii depinde de natura combustibilului utilizat. Astfel, în rafinării sunt utilizați următoarele tipuri de combustibili:

- a) combustibili gazoși (gaz natural, gaze de rafinărie);
- b) combustibili lichizi (motorină, păcură);
- c) combustibil solid (cocs).

În funcție de tipul de combustibil utilizat au fost elaborate sisteme specifice de reglare a temperaturii.

8.2. Sisteme de reglare a temperaturii pentru cuptoare tubulare cu combustibil gazos

În cazul cuptorului alimentat cu combustibil gazos, arzătorul are o construcție simplă, figura 8.1. Performanța arzătorului este crescută de modul de amestec al gazului metan cu aerul, defletoarele mecanice prezente în capul arzătorului fiind responsabile pentru performanță.

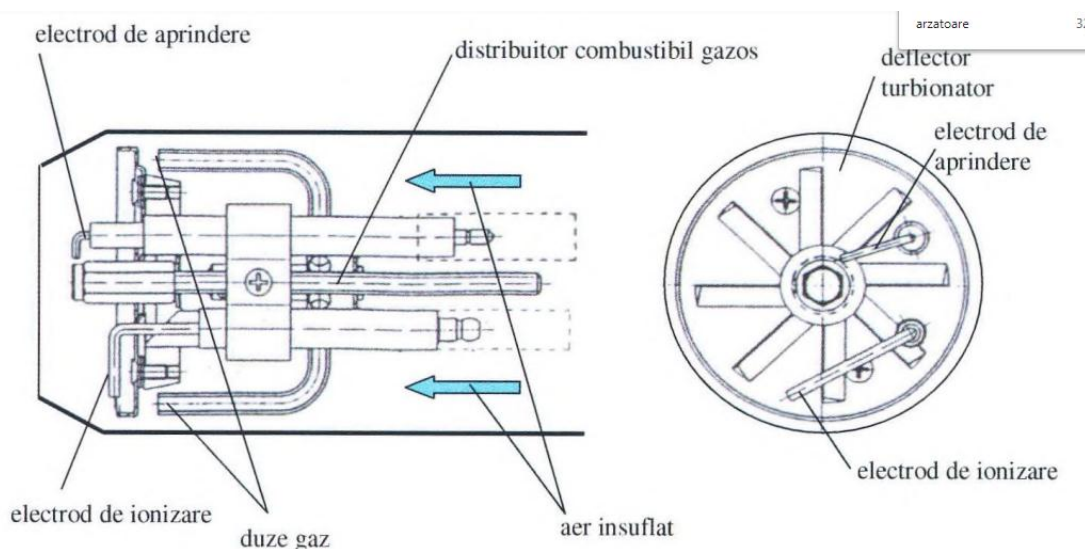


Fig. 8.1. Arzător pentru gaz metan.

Structura sistemului de reglare a temperaturii este prezentată în figura 8.2. Sistemul automat conține următoarele elemente ale dispozitivului de automatizare:

1. Traductor de presiune PT.
2. Regulator de presiune PC.
3. Element de execuție tip robinet de reglare.
4. Traductor de temperatură TT.
5. Regulator de temperatură TC.

Sistemul de reglare a temperaturii este un sistem de reglare în cascadă, elementul de execuție fiind sistemul de reglare a presiunii. O caracteristică a acestui sistem este amplasarea traductorului de presiune. Acesta trebuie să fie amplasat cât mai aproape de arzător iar între traductor și arzător nu trebuie să fie amplasată nici o rezistență hidraulică.

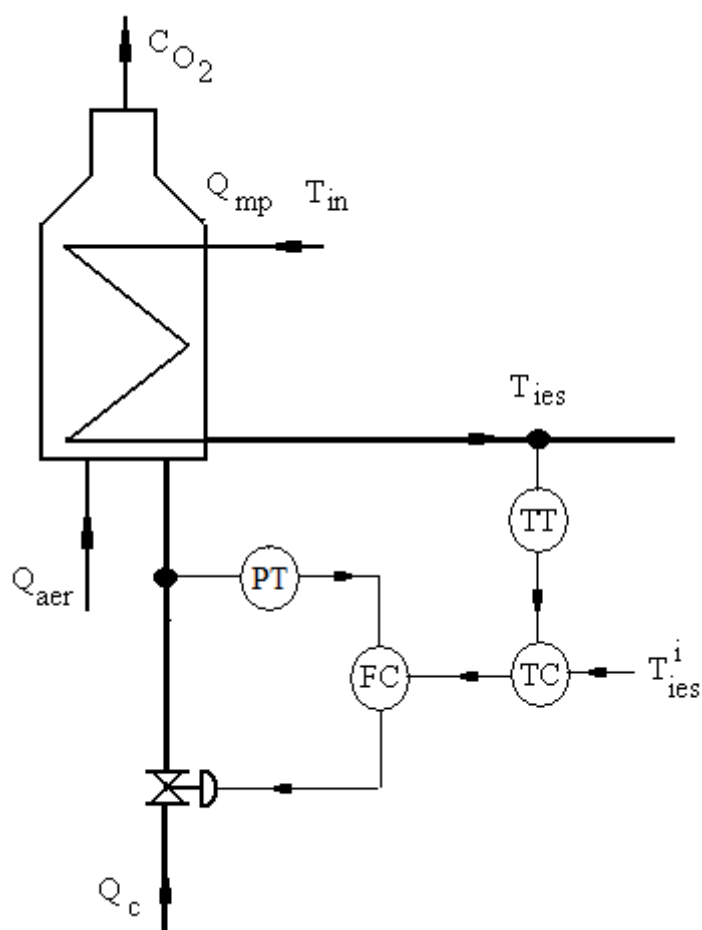


Fig. 8.2. Sistemul de reglare a temperaturii pentru cuptorul prevăzut cu combustibil gazos.

Performanța sistemului automat depinde și de compoziția combustibilului gazos. Deși sistemul automat este cu acțiune după abatere, în cazul utilizării gazului metan ca și combustibil, sistemul de reglare a temperaturii este performant. În cazul în care combustibilul gazos este gazul de rafinărie, performanța sistemului automat este mai redusă, fiind în strânsă dependență de variațiile compoziției chimice a gazului. În această situație se recomandă implementarea unui sistem de reglare cu acțiune după perturbație.

8.3. Sisteme de reglare a temperaturii pentru cuptoare tubulare cu combustibil lichid

Condițiile economice au impus în rafinării utilizarea de combustibili lichizi reziduali. În această categorie se găsește păcura, combustibil care este utilizat la

cuptoarele tubulare de capacități mari. Specificul combustibilului utilizat este reflectat în tipul de arzător, figura 8.3.

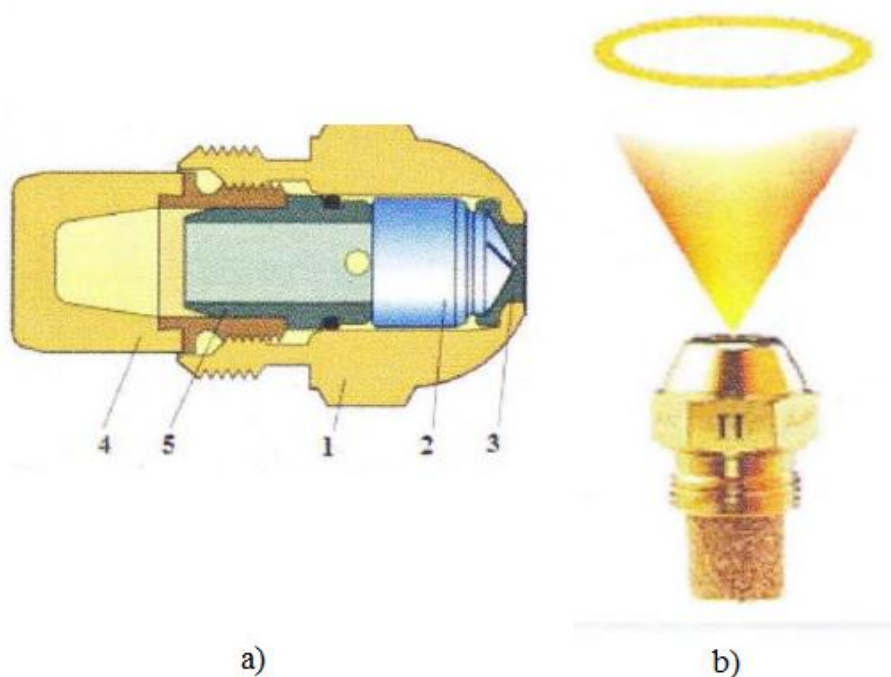


Fig. 8.3. Arzător cu combustibil lichid: a) structura arzătorului: 1 – corp duză; 2 – con cu canale de turbionare; 3 – disc cu orificiu calibrat; 4 – filtru; 5 – piesă de fixare; b) aspectul flăcării generate de arzător.

Specificul sistemului automat este dat de tipul combustibilului. Funcționarea arzătorului implică o presiune mare a combustibilului lichid. Această presiune este realizată prin intermediul pompelor volumice. Acestea nu au recirculare internă, fapt pentru care se construiește o conductă externă de recirculare a combustibilului lichid. Presiunea pe această conductă și implicit presiunea la arzător va fi menținută constantă. Aburul de pulverizare trebuie introdus în cuptor astfel încât diferența de presiune între fluxul de abur și cel de combustibil să rămână constantă. În figura 8.4 sunt prezentate sistemele de reglare asociate cuptorului tubular.

Structura de automatizare conține următoarele subsisteme:

Subsistemul de reglare a presiunii combustibilului

1. Traductor de presiune PT.
2. Regulator de presiune PC.
3. Element de execuție tip robinet de reglare.

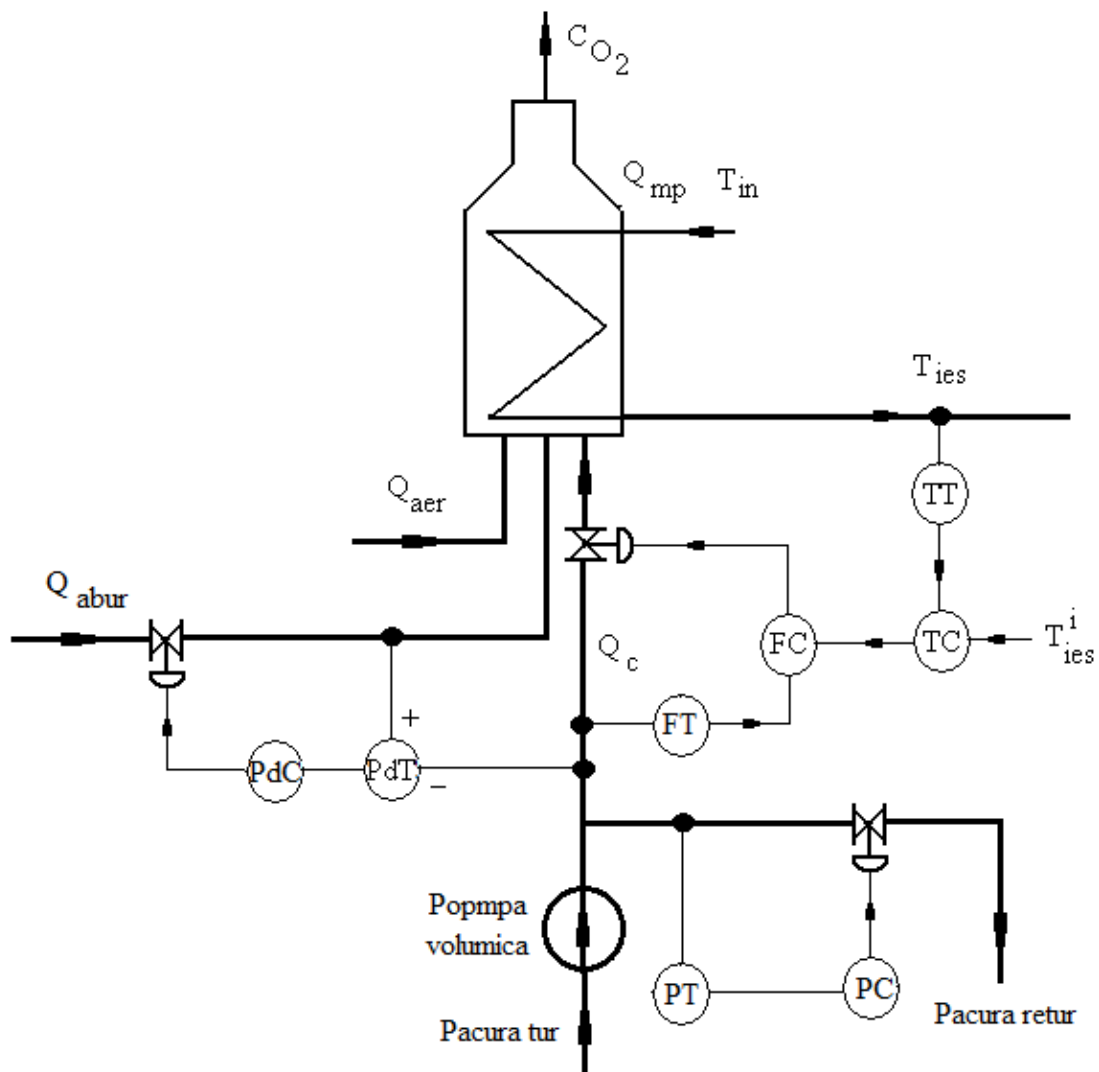


Fig. 8.4. Sistemul de reglare a temperaturii pentru cuptorul prevăzut cu combustibil lichid.

Subsistemul de reglare a temperaturii materiei prime

- a) Traductor de temperatură TT.
- b) Regulator de temperatură TC.
- c) Element de execuție tip robinet de reglare.

Subsistemul de reglare a presiunii diferențiale abur/combustibil

- 1) Traductor de presiune diferențială PdT.
- 2) Regulator de presiune diferențială PdC.
- 3) Element de execuție tip robinet de reglare.

8.4. Sisteme de reglare a temperaturii pentru cupatoare tubulare cu combustibil solid

Cuptoarele cu combustibil solid au fost proiectate pentru a fructifica combustibilii solizi precum cocsul de petrol, lemn, coji de semințe. Un exemplu din această categorie este un cazan de abur dintr-o rafinărie. Cazanol de abur a fost proiectat și construit pentru arderea de combustibili solizi în pat fluidizat circulant. O imagine a focarului unui asemenea cazan este prezentată în figura 8.5.

Atunci când aerul trece printre particulele de cocs se produce fenomenul de fluidizare. La o viteză a gazelor între 2-3 m/s se produce fenomenul de fluidizare iar suprafața stratului de fluidizare este vizibilă. Particulele antrenate mai mari sunt separate în separatorul răcit cu apă și sunt recirculate în camera de combustie prin conductele de recirculare. Viteza obișnuită de fluidizare pentru boilerlele cu pat circulant este de 5 m/s.

Combustia în patul fluidizat circulant se produce la temperaturi între 750 - 950 °C ce reprezintă temperatura de reacție ideală pentru procesul de desulfurare a gazelor de ardere uscate cu praf de var. Acest interval de temperatură previne în același timp formarea de oxizi de azot la temperaturi ridicate. Pentru a spori gradul de prevenire a formării de oxid de azot, aerul proaspăt și secundar este alimentat treptat în timpul combustiei. În consecință, combustia în zona imediat deasupra grilei de fluidizare (până la 5 m) se produce cu o ușoară epuizare a oxigenului, în timp ce componentele inflamabile ale gazelor de ardere sunt arse în zona duzelor de aer secundar. Aceste condiții de combustie permit menținerea unei distribuții uniforme a temperaturii în camera de combustie ameliorând astfel condițiile schimbului de căldură.

Combustibilul utilizat, cocsul de petrol, trebuie să aibă o anumită granulație. La nivelul de +16,0 m sub fiecare siloz, sunt prevăzute patru alimentatoare cu lanț prevăzute cu o supapă de închidere cu tijă acționată manual care este de asemenea o supapă de reținere inferioară pentru buncărul silozului. Fluxul de cărbune poate fi controlat doar prin intermediul reglării vitezei transportoarelor cu lanț, figura 8.6. Cărbunele este introdus în camera de combustie prin 4 transportoare de cărbune amplasate pe peretele frontal al boilerului. Punctele de alimentare cu combustibil sunt amplasate la înălțimea de 2 m deasupra nivelului grilei boilerului în zona celei mai

puternice turbulențe. Acest lucru asigură o foarte bună amestecare a combustibilului cu materialului din pat și aerul.

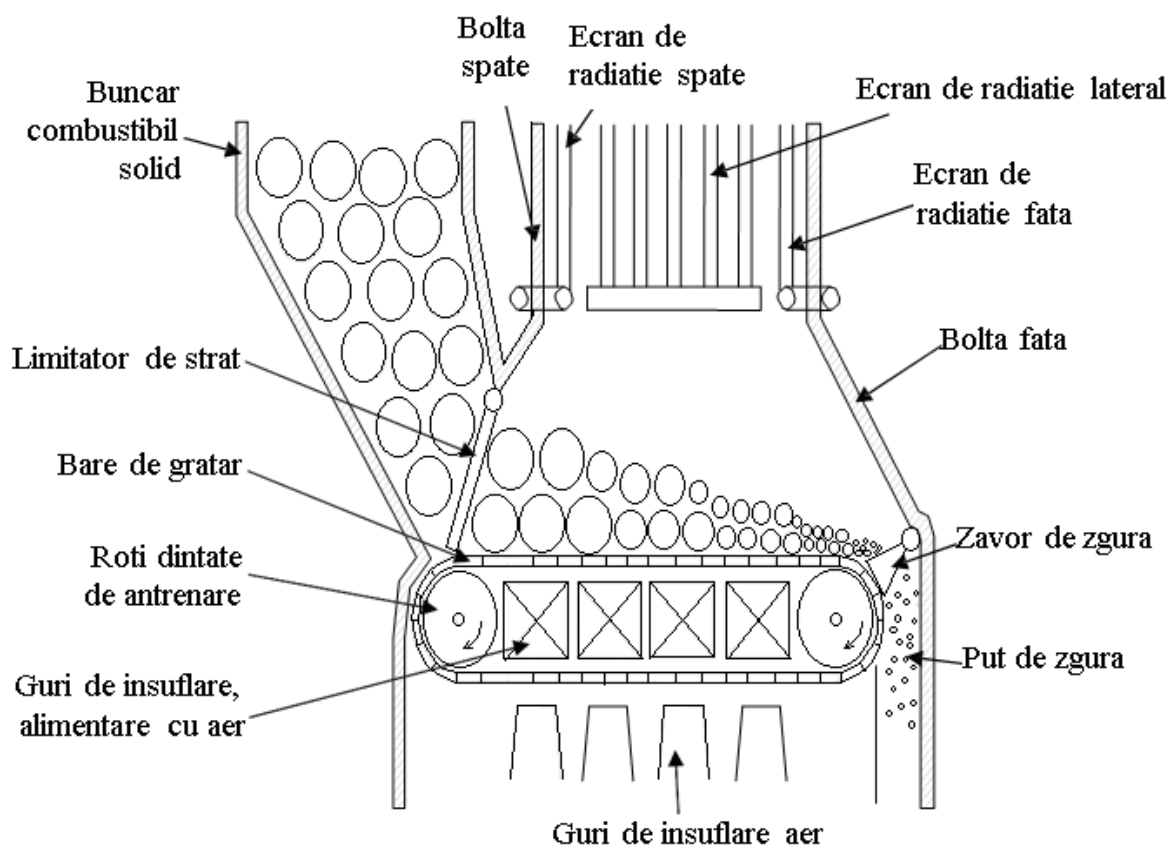


Fig. 8.5. Principiul cuptorului cu combustibil solid - Focar cu grătar mecanizat, cu împingere directă și răscolire.

Aceste particularități ale cuptorului induc elemente particulare în structura de automatizare. Pentru a modifica temperatura/presiunea aburului generat de cazan este necesară modificarea cantității de cocs introdusă în focarul cazanului. Sistemul de reglare debitului masic de cocs are ca element de execuție viteza benzii transportoare (în ipoteza încărcării constante a benzii cu cocs) sau încărcarea variabilă cu cocs a benzii transportoare.

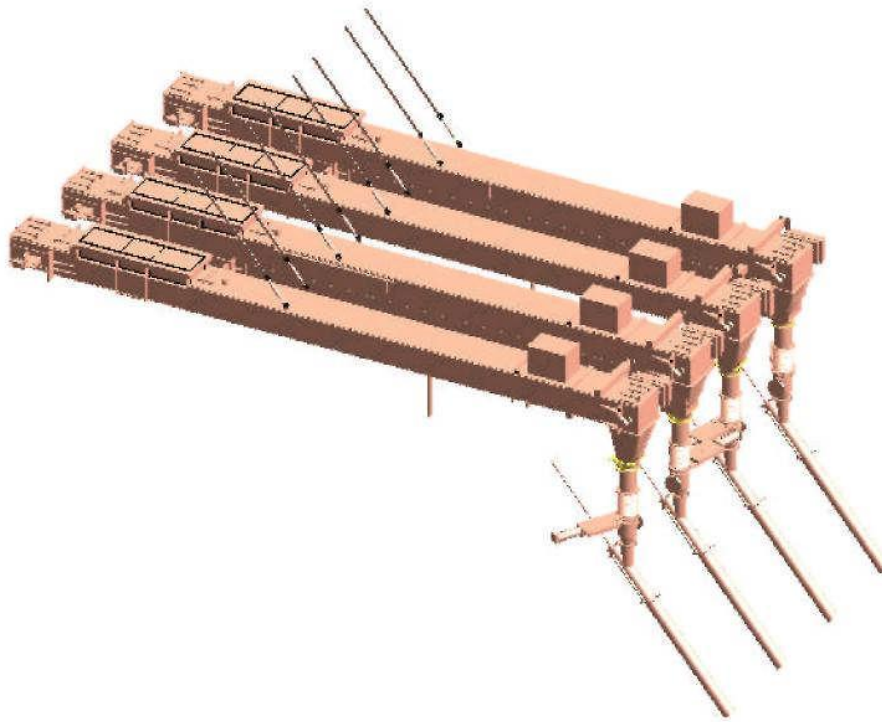


Fig. 8.6. Sistem de alimentare cu cărbune/cocs a focarului.

În cazul primei variante, sistemul automat conține următoarele elemente, figura 8.7:

- a) Traductorul de efort (greutate) WT, necesar măsurării cantității de cocs existente în buncăr.
- b) Blocul de calcul al debitului de cocs FY, calculul fiind dat de relația

$$Q_m = \frac{m_t - m_{t+\tau}}{\tau}, \text{ în care } m \text{ reprezintă masa de cocs din buncăr; } \tau - \text{ perioada}$$

de eșantionare a sistemului.

- c) Regulatorul de debit FC.
- d) Regulatorul de turație SC.
- e) Traductorul de turație a motorului electric ST.
- f) Elementul de execuție motor+convertizor static de frecvență (M+CSF).

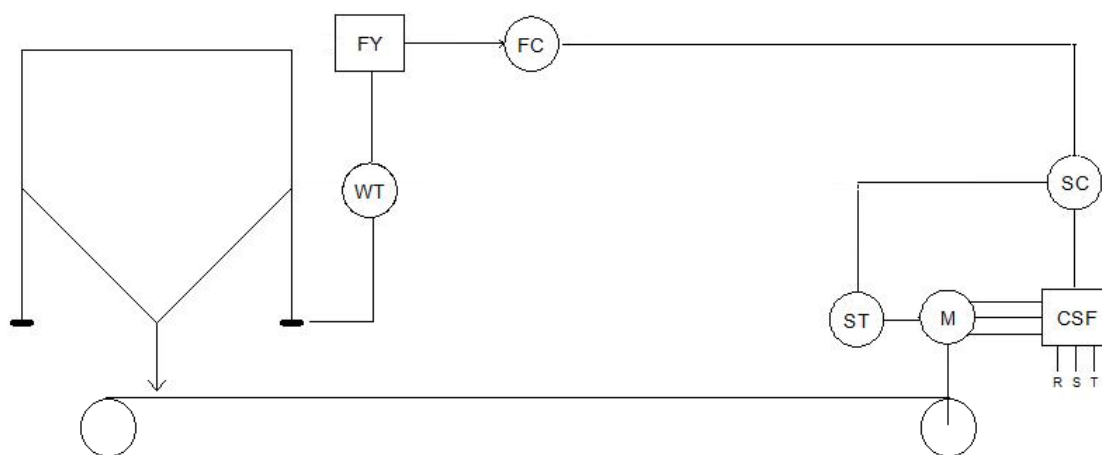


Fig. 8.7. Sistemul de reglare a debitului masic de coals având ca element de execuție viteza de transport a benzii.

Sistemul de reglare a debitului de alimentare cu cărbune funcționează astfel încât să mențină fluxul de alimentare cu cărbune la un nivel fix, corespunzător setării introduse de către operator în următoarele moduri de control.

Elementul de nouitate în structura sistemului automat din figura 8.7 este traductorul de greutate. Acesta este în esență un traductor rezistiv, alcătuit din fire foarte subțiri confecționate din aliaje metalice cu rezistivitate mare (constantan, nichel-crom etc), fixate sub forma unor rețele unidirecționale pe suporturi izolatoare din rășină sau hârtie, figura 8.8. Datorită aspectului lor au fost numite *mărci tensometrice*. Sunt fabricate o mare diversitate de traductoare, cu lungimi ale rețelelor între 0,2 și 100mm și având valorile standard ale rezistențelor de 120 W și 350 W.

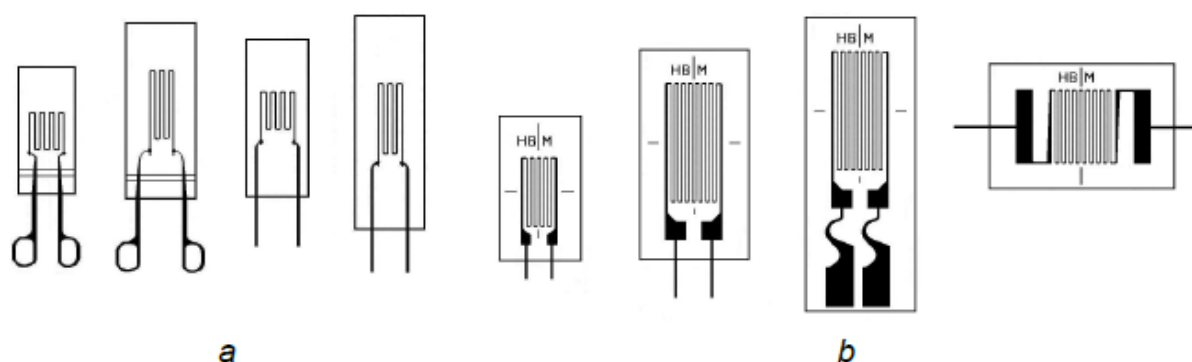


Fig. 8.8. Structura traductoarelor rezistive de efort: a- rețele unidirecționale pe suporturi izolatoare; b-folii metalice foarte subțiri lipite pe filme din materiale izolante.

Principiul de funcționare al traductorului este dat de variația rezistenței electrice cu volumul conductorului

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l^2}{V}, \quad (8.1)$$

unde ρ reprezintă rezistivitatea conductorului; l – lungimea conductorului; V – volumul conductorului.

Conductorul electric este considerat desfășurat pe o singură direcție, fiind considerat ca o bară solicitată axial, având deformația longitudinală specifică ϵ_x . Se demonstrează că deformația relativă este

$$\frac{\Delta V}{V} = (1 - 2\nu)\epsilon_x,$$

respectiv variația relativă a rezistenței electrice va fi

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta \rho}{\rho} + (1 - 2\nu)\epsilon_x. \quad (8.2)$$

În cazul celei de a doua variante, trebuie utilizat un element de execuție care să realizeze dozarea cocsului pe banda transportoare. Acest element de execuție este o vană acționată de un motor cu turație variabilă, figura 8.8.

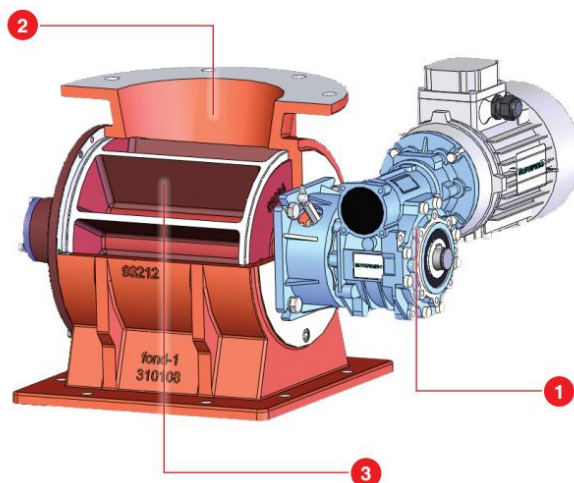


Fig. 8.8. Vană cu motor cu turație variabilă.

Pentru această variantă, sistemul automat conține următoarele elemente, figura 8.9:

- Traductorul de efort (greutate) WT, necesar măsurării cantității de cocs existente în buncăr.

b) Blocul de calcul al debitului de cocs FY, calculul fiind dat de relația

$$Q_m = \frac{m_t - m_{t+\tau}}{\tau}, \text{ în care } m \text{ reprezintă masa de cocs din buncăr; } \tau \text{ – perioada}$$

de eșantionare a sistemului.

c) Regulatorul de debit FC.

d) Regulatorul de turație SC.

e) Traductorul de turație a motorului electric ST.

f) Elementul de execuție vană dozatoare+motor+convertizor static de frecvență.

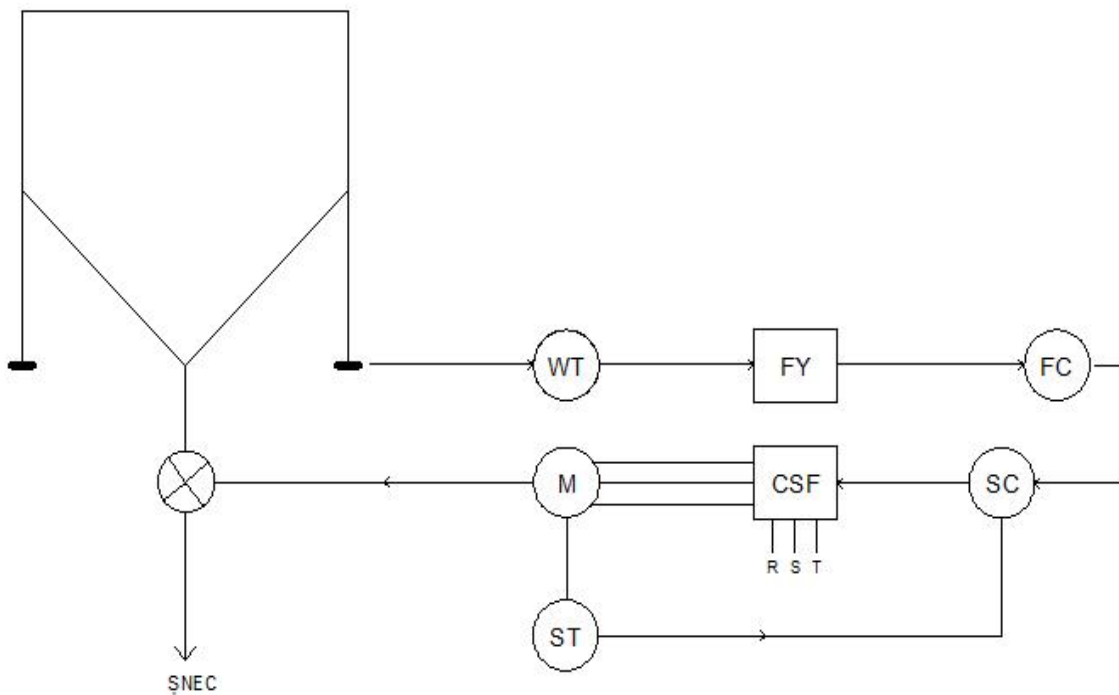


Fig. 8.9 Sistemul de reglare a debitului masic de cocs având ca element de execuție vană cu motor cu turație variabilă.

8.5. Probleme și întrebări

- 8.5.1. Câte tipuri de sisteme automate de reglare a temperaturii sunt prezentate în curs și care anume?
- 8.5.2. Care sunt elementele dispozitivului de automatizare pentru sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul gazos?
- 8.5.3. Desenați sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul gazos.
- 8.5.4. Cum trebuie amplasat traductorul de presiune pentru sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul gazos?
- 8.5.5. Câte subsisteme de reglare are sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul lichid și care sunt acestea?
- 8.5.6. Care sunt elementele fiecărui subsistem?
- 8.5.7. Desenați sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul lichid.
- 8.5.8. Cum trebuie amplasat traductorul de debit pentru sistemul de reglare a temperaturii în cazul în care este utilizat combustibilul lichid?
- 8.5.9. Pentru reglarea debitului de combustibil solid, câte variante pot fi utilizate și prin ce se deosebesc?
- 8.5.10. Ce este un traductor de efort și care este principiul de funcționare?