

II.1.2 Instalație de automatizare la cazane pentru apă fierbinte.

Se cunoaște practica de creștere a debitului de energie termică transmisă, de la cazan la consumator cu același debit de apă circulat, prin creșterea presiunii apei circulante, creștere de presiune care determină ridicarea temperaturii de fierbere a apei, respectiv asigurarea posibilității de menținere a stării lichide a apei la temperaturi de peste 100°C.

De obicei, aceste tipuri de cazane se utilizează numai pentru puteri mai mari, datorită faptului că instalația consumatorului trebuie să reziste la presiunea mărită la care funcționează cazanul. În practică aceste tipuri de cazane sunt întâlnite în centralele mari de termoficare, unde consumatorii sunt legați la rețeaua termică cu presiune ridicată, prin schimbătoare de căldură montate în punctele termice (PT).

Se dă, în continuare un exemplu de cazan mare, cu funcționare pe apă fierbinte, pentru a se putea aprecia complexitatea unei instalații de automatizare aferentă unui astfel de cazan.

Cazanul apă fierbinte CAF 100-4S (100 Gcal/oră sau 116,3 Mw/oră) este o construcție în formă de “T”, cu 2 drumuri de gaze de ardere verticală, cu pereți membrană, cu circulație forțată prin pompe de circulație, prevăzut a funcționa în aer liber; are 2 drumuri de gaze – în primul drum de gaze, focarul este cu suprafața de încălzire prin radiație, iar în al doilea este așezată suprafața de încălzire prin convecție.

Debitul de apă este menținut constant prin funcționarea pompelor de circulație, la orice debit caloric al cazanului; **reglarea debitului caloric se realizează prin variația temperaturii apei la ieșirea din cazan.** Această reglare se obține prin modificarea debitului de combustibil admis la arzătoare, respectiv ars în acestea. Pentru obținerea unui randament optim al arderii este necesară și reglarea debitului de aer necesar arderii combustibilului reglat. Altfel spus este necesară și reglarea permanentă a aerului, care să urmărească debitul de combustibil reglat.

Cazanul poate lucra cu o sarcină minimă de durată (40%), de 46 Mw și o sarcină maximă (110%), pe o durată de 3 ore, la 128 Mw. Cazanul are 12 arzătoare de combustibil, dispuse pe două rânduri a câte șase arzătoare așezate pe 2 nivele suprapuse. Aerul de combustie este asigurat de 2 ventilatoare, câte unul pe fiecare rând de arzătoare, cu reglarea debitului de aer prin reglarea servo-diafragmei montată la ieșirea ventilatorului (comandată în semnal unificat).

De asemenea cazanul dispune de o instalație de automatizare care asigură condițiile de pornire și supraveghere automată a funcționării lui.

Din prezentarea făcută de mai sus se poate remarca complexitatea schemei de automatizare, datorită numărului mare de mărimi care trebuie reglate, urmărite și asigurate condiții de funcționare în limita unor valori de protecție a instalației.

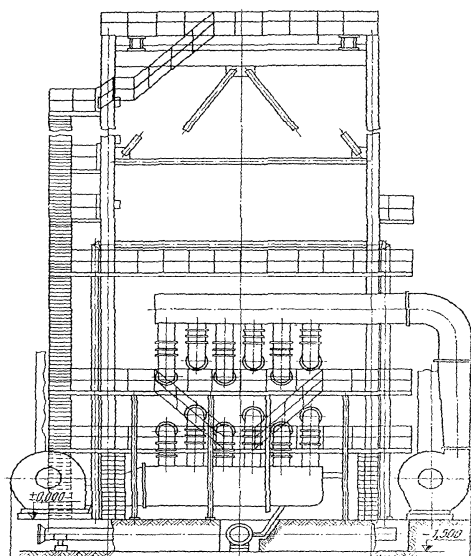


Fig.II.1.4.

Date tehnice : cazan apă fierbinte CAF 100 (116,3 Mw)

CAZAN CAF 100	U.M.	Valoare
Puterea termică nominală	Mw.	116,3
Debit apă circulantă prin cazan	t / h	3600
Temperatura apei la ieșire max / intrare min.	°C	160 / 130
Presiunea apei la ieșire / intrare în cazan	bar	20 / 12
Temperatura gaze arse la coș	°C	180
Consum combustibil (gaz natural)	Nm ³ / h	15600
Randament	%	87,5
Suprafață de încălzire , radiație / convecție	m ²	360 / 4123,6
Arzător tip AGP 1300 / 820	buc.	12
Debit nominal / arzător	Nm ³ /h	1300
Debit minim / arzător	Nm ³ /h	340

stabilită pentru ecartul de temperatură a apei (diferența dintre temperatura de ieșire și temperatura de intrare în cazan $\theta_{ref} = \theta$, unde $\theta = \theta_e - \theta_i$).

Bucula de reglare după temperatură este pusă în cascadă cu alte 2 bucle de reglare – o buclă de reglare a debitului de combustibil “DG” și una de reglare a debitului de aer “DA”.

Procesul termic este cazanul împreună cu arzătorul și care are 2 semnale de intrare „DG”, „DA” și un semnal de ieșire θ .

Mărimile caracteristice prezentate în schemă sunt tipice unui sistem de reglare automată (SRA) și anume:

θ_{ref} – mărimea de referință care trebuie menținută de SRA, proporțională cu sarcina cazanului;

$a_\theta(t)$, $a_{DG}(t)$, $a_{DA}(t)$ – mărimi proporționale cu valoarea abaterilor, variabile în timp ($a_\theta = \theta_{ref} - r_\theta$, $a_{DG} = c_\theta - r_{DG}$, $a_{DA} = c_\theta - r_{DA}$), ale valorilor măsurate pentru ecartul de temperatură, debitul gaz și debitul de aer, față de valorile de referință și sunt elaborate de elementele de comparație (notate în schemă cu simbol \otimes);

Notă: mărimea de referință pentru debitul de gaz DG și pentru debitul de aer DA este chiar mărimea de comandă $c_\theta(t)$ elaborată de regulatorul de temperatură „R θ ”.

$c_\theta(t)$, $c_{DG}(t)$, $c_{DA}(t)$ – mărimile de comandă elaborate de regulatoarele de temperatură „R θ ”, debit gaz „RDG” și debit aer ardere „RDA”;

$r_\theta(t)$, $r_{DG}(t)$, $r_{DA}(t)$ – mărimi de reacție ale SRA, variabile în timp, măsurate la:

- ieșirea din cazan (procesul reglat), proporțional cu ecartul de temperatură;
- după ventilul de reglare debit gaz (DG), proporțional cu debitul gazului;
- după ventilul de reglare debit aer (DA), proporțional cu debitul aerului de combustie;

Tr_θ , Tr_{DG} , Tr_{DA} – traductoare de măsură, care sunt aparate ce măsoară, pe intrare temperatura θ , respectiv debitele DG și DA , iar la bornele de ieșire elaborează mărimile de reacție $r_\theta(t)$, respectiv $r_{DG}(t)$ și $r_{DA}(t)$;

Q_T – energia termică rezultată din arderea amestecului combustibil (DG+DA) în zona de ardere a cazanului și care se transferă, prin suprafețele de schimb termic, către agentul termic – apa fierbinte.

Notă: mărimile notate cu litere mici (ex. θ_{ref} , c_{DG} , r_{DA}) sunt semnale electrice continue (de curent sau tensiune) sau discrete.

Raportul de reglare “DG/DA” este stabilit de valorile coeficientului “ α_{optim} ”, coeficient de raport față de semnalul de comandă “ C_θ ” care stabilește valoarea de referință a debitului de aer “DA” necesar pentru o ardere optimă și asigurare

a unei viteze optime de curgere a gazelor arse peste suprafețele de schimb termic ale cazanului, la sarcini diferite de funcționare.

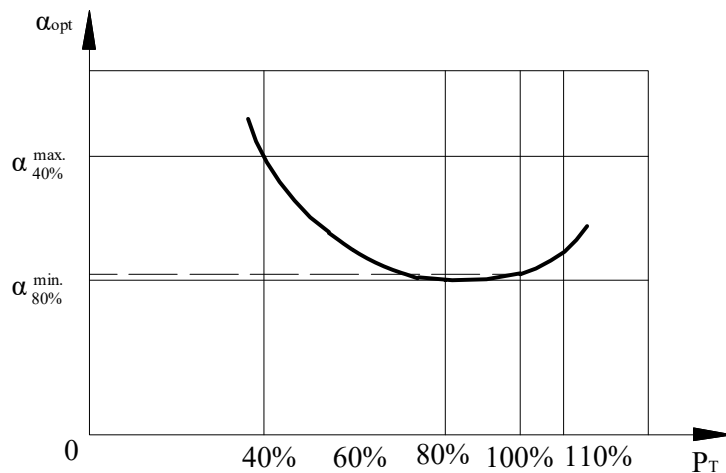


Fig. II.1.6

Se cunoaște că fiecare cazan, în parte, are un exces de aer “ α optim” de funcționare, a cărui valoare este determinată de sarcina de funcționare a cazanului. Randamentul cazanului, respectiv randamentul arderii au valori maxime în condițiile asigurării excesului de aer „ α_{optim} ”, conform fig.II.1.6.

Curba din fig.II.1.6. se stabilește experimental și este individualizată pentru fiecare cazan, pe bază de măsurători în funcționare. Valorile „ α_{max} , α_{min} ”, din grafic, diferă pentru același tip de cazan, care funcționează cu același combustibil. Forma curbei, respectiv valorile “ $\alpha_{\text{optim}} \equiv \alpha_i$ ” se modifică la același cazan, în timp, datorită uzurii elementelor de execuție, a neetanșeităților care apar cu ocazia intervențiilor de reparații, etc., motiv pentru care aceasta curbă trebuie verificată și adusă la valorile reale, periodic.

Acest coeficient denumit *excesul de aer* “ $\alpha_i \geq 1,05$ ”, reprezintă un coeficient de multiplicare a debitului minim de aer “ DA_{min} ”, necesar arderii complete, în amestec cu un debit de combustibil “ DG ” introdus în focar. “ DA_{min} ” reprezintă debitul de aer teoretic necesar pentru o ardere chimică completă, în amestec cu debitul “ DG ”. Multiplicarea cu “ $\alpha_i \cdot DA_{\text{min}}$ ” este necesară în scopul compensării nerealizării unui amestec aer + combustibil ideal pentru obținerea arderii complete, iar în cazul funcționării cazanului la sarcină minimă această multiplicare este necesară pentru asigurarea unei viteze minime de curgere a gazelor arse prin cazan, așa cum s-a mai arătat. Ansamblul instalațiilor de automatizare aferente unui cazan de apă fierbinte, mai cuprinde:

- automatizarea pornirii și protejării motoarelor electrice ale pompelor de circulație, respectiv a supravegherii menținerii debitului și presiunii apei în circuit;
- automatizarea pornirii arzătoarelor, a supravegherii focului, precum și a opririi focului la arzătoare;
- automatizarea instalației de completare a apei în circuit;
- automatizarea instalației de dedurizare a apei necesară completării;
- automatizarea instalației de alimentare cu combustibil lichid, unde este cazul, a rezervorului de zi, cu combustibil;
- protecțiile de funcționare a cazanului – debit apă minim, presiune apă minimă și maximă, temperatură minimă/maximă a apei în circuit etc;
- protecțiile asupra circuitului de alimentare cu combustibil: presiune minimă/maximă, temperatură minimă/maximă (în cazul funcționării pe CLU);
- protecțiile asupra circuitului de aer de combustie – presiune minimă aer, inclusiv a pornirii și protejării motoarelor electrice ale ventilatoarelor;
- protecțiile la temperatura ieșirii gazelor de ardere la coș;

De asemenea sunt cuprinse toate circuitele de semnalizare optică și acustică, aferente supravegherii funcționării cazanului, a protecțiilor și a diferitelor agregate și aparate montate pe cazan.

II.1.3 Instalație de automatizare la cazane pentru abur

La cazanul de abur, agentul termic este aburul, care trebuie menținut la o presiune ce va asigura alimentarea cu energie termică a consumatorilor racordați la instalație. Deci condiția necesară asigurării cu abur a consumatorilor racordați la instalație, este menținerea unei presiuni constante a aburului, la ieșirea din cazan, indiferent de numărul consumatorilor sau de cantitatea de abur, respectiv de energie termică, efectiv consumată. Astfel **reglarea debitului caloric se realizează prin variația presiunii aburului la ieșirea din cazan**, motiv pentru care parametrul de reglare, la aceste cazane este presiunea aburului. Asigurarea presiunii aburului, determină și asigurarea debitului de abur necesar funcționării corecte a instalațiilor la consumatori.

Pentru o viziune mai concretă asupra funcționării unui cazan de abur este prezentat, în continuare, un cazan de abur saturat, care se întâlnește foarte des în instalațiile industriale, aburul fiind utilizat atât ca abur tehnologic folosit în procesele tehnologice de producție, cât și la încălzire și preparare de apă caldă menajeră.

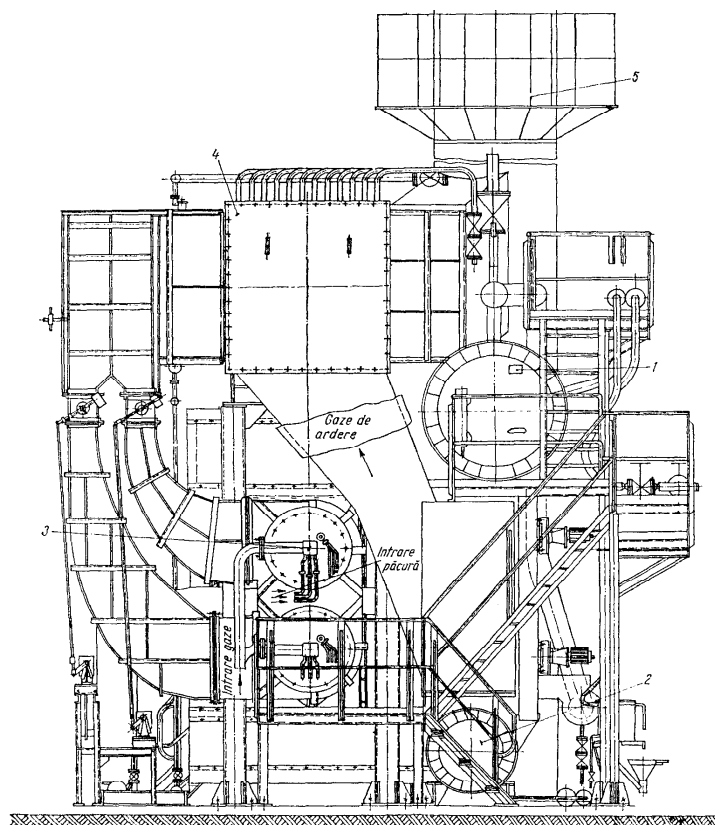


Fig.II.1.7.

Cazanul de abur CR 30t/h (v.fig.II.1.7.) asigură, în condiții de funcționare normală la parametrii nominali, un debit de abur de 30t/h, la presiunea de 14,7 bar și o temperatură de 250 °C.

Este un cazan de radiație, cu circulație naturală, care folosește gazul metan (se poate și păcură) ca și combustibil; este cu drenuri orizontale de gaze, schimbul de căldură făcându-se cu suprapresiune pe partea gazelor de ardere.

Cazanul funcționează cu tiraj suflat realizat cu un ventilator de introducere aer de combustie, necesar funcționării celor 2 arzătoare. Tirajul este asigurat natural prin coșul de fum al cazanului. Reglarea sarcinii (determinată de debitul de abur consumat) se face cu servo-ventil de reglare comandat în semnal de curent unificat. Reglarea debitului de aer, în funcție de debitul de combustibil, se realizează printr-un sistem mecanic cu came, care acționează clapeta de aer de pe ieșirea ventilatorului. Cele 2 arzătoare sunt așezate pe 2 nivele suprapuse și pot funcționa independent sau simultan. Cazanul are

asigurate, prin instalațiile de automatizare aferente, toate condițiile necesare pornirii, supravegherii și protejării acestuia în exploatare.

În principiu, instalația de reglare a sarcinii unui cazan de abur, funcție de consum, este prezentată în fig.II.1.8., care se aseamănă foarte bine cu cea a unui cazan de apă fierbinte, cu deosebirea că **parametrul de reglare este presiunea aburului (p) măsurată la ieșirea din cazan.**

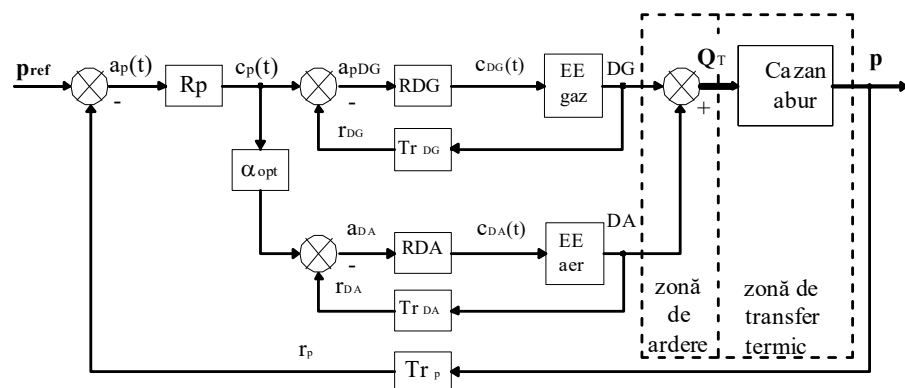
Toate celelalte mărimi prezentate în schemă, au aceeași semnificație cu cele din fig.II.1.5.

Date tehnice :

CAZAN DE ABUR CR 30 t / h	U.M.	Valoare
Debit abur nominal	t / h	30
Presiune nominală abur	bar	14,7
Temperatură nominală abur	°C	250
Temperatura apei de alimentare	°C	100
Temperatura gaze arse la coș	°C	151
Randament	%	91
Consum de combustibil	Nm ³ /h	2310
Presiune combustibil la arzătoare	bar	
Suprafețe de încălzire - supraîncălzitor	m ²	37
Suprafețe de încălzire - fierbătoare radiante / convecție	m ²	82,1/312
Suprafețe de încălzire - preîncălzitor aer	m ²	571
Greutatea metalică	t	88
Debit nominal combustibil la arzător	Nm ³ /h	1300
Temperatura aer intrare	°C	200
Arzător tip AGP 1300 / 1200	buc.	2

Ansamblul instalațiilor de automatizare aferente unui cazan de abur, mai cuprinde:

- automatizarea pornirii arzătoarelor, a supravegherii focului, precum și a opririi focului la arzătoare;



Funcții de reglare			Elemente execuție	Arzător cazan	Cazan abur
Regulator presiune abur	Coeficient exces de aer "α optim "	Regulator debit gaz	Debit gaz metan		
		Traductor debit gaz			
		Regulator debit aer	Debit aer combustie		
		Traductor deb it aer			
		Traductor presiune			

Fig.II.1.8.

- automatizarea instalației de alimentare cu apă a cazanului, în funcție de nivelul apei în cazan;
- automatizarea instalației de dedurizare a apei de adaos necesară completării pierderilor de abur și apă din circuit;
- automatizarea reglării nivelului apei din vasul de condens;
- automatizarea reglării temperaturii apei de alimentare din vasul de alimentare;
- protecțiile de funcționare a cazanului – presiune maximă abur, nivel minim a apei în cazan, nivel minim de protecție a apei în cazan etc.;
- protecțiile asupra circuitului de alimentare cu combustibil: presiune minimă / maximă, temperatură minimă / maximă (în cazul funcționării pe CLU);
- protecțiile asupra circuitului de aer de combustie – presiune minimă aer, inclusiv a pornirii și protejării motoarelor electrice ale ventilatoarelor;
- protecțiile la temperatura ieșirii gazelor de ardere la coș.

De asemenea sunt cuprinse toate circuitele de semnalizare optică și acustică, aferente supravegherii funcționării cazanului, a protecțiilor și a diferitelor agregate și aparate montate pe cazan.