

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN TIMISOARA

FACULTATEA DE MECANICA

ING. MARCEL EUGEN MANGA

OPTIMIZAREA FUNCTIONARII IN REGIM VARIABIL A GRUPULUI
DE 210 MW DIN S.E. DEVA-MINTIA

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

024.1a
481 C

CONDUCATOR STIINTIFIC
PROF.DR.ING. CORNELIU UNGUREANU

1998

Cuvant inainte

Lucrarea trateaza o problema interesanta pentru sistemul energetic romanesc in conditiile in care rezervele de resurse energetice primare folosite in prezent la nivel national sunt intr-o continua scadere. Importanta problemei consta in faptul ca prin optimizarea functionarii in regim variabil a grupului se obtin avantaje tehnice si mai ales economice prioritare in orice economie de piata.

Rezultatele optimizarii functionarii in regim variabil a grupului de 210 MW din S.E. Deva-Mintia conduc la reduceri de cheltuieli, timpi de puneri in functiune mai scurți si de modificari de regimuri de functionare.

S-au efectuat un numar foarte mare de masuratori care au furnizat informatiile necesare pentru a se putea adopta un optim din punct de vedere al functionarii economice si al sigurantei in exploatare.

Doresc sa multumesc indeosebi domnului prof.dr.ing. Corneliu Ungureanu, distinsul conducator stiintific, pentru amabilitatea, atenta indrumare, sugestiile si incurajarile domniei sale.

M-am bucurat deasemenea de sprijinul acordat de conducerea termocentralei Deva-Mintia. Pentru aceasta se cuvine sa mentionez persoanele care m-au ajutat direct sau indirect in realizarea practica a optimizarii functionarii in regim variabil a grupului, care au manifestat interes si sustinere pentru aplicarea in practica a elementelor de progres si carora le multumesc pe aceasta cale : domnii directori, dr.ing. Victor Vaida, dr.ing.Florea Beres, ing. Isaia Miulescu, domnii sefi de sectie ing. Octavian Banu si ing. Francisc Egyed.

M-au ajutat la realizarea efectiva a masuratorilor si inregistrarea acestora, colegii din atelierul de exploatare cazane si atelierul de exploatare turbine unde imi desfasor activitatea ca sef al atelierului de exploatare turbine, si carora tin sa le multumesc.

Multumesc pentru sprijinul si ajutorul acordat de domnul ing. Nicolae Oltean in editarea lucrarii si alte aspecte legate de calculator.

Notatii folosite

A	armatura de inchidere
B.T.	boiler termoficare
CIP	corpul de inalta presiune al turbinei
CMF	corpul de medie presiune al turbinei
CJP	corpul de joasa presiune al turbinei
CR	conducta de recirculatie aer cald
ECO	economizorul cazanului
EPA	electropompa de alimentare a cazanului
F[N]	forta
H, [kJ/kg, kcal/kg]	putere calorifica inferioara
K	condensator
KAS	condensator abur scapari
MKM-33	mori cu disc si sfere
p [N/m ² , bar]	presiune
PA	preincalzitor de aer
PC	pompa de circulatie
PCB	pompa de condens baza
PIP	preincalzitoare de inalta presiune
PJP	preincalzitor de joasa presiune
Q [m ³ /s]	debit
\dot{Q} [J/s]	flux de caldura
RAE	racitor abur etansari
SCI	supraincalzitor convectiv intermediar
SCP	supraincalzitor convectiv primar
SCAA	schimbator de caldura abur abur
SD	armatura laminare
SIA	supape cu inchidere automata
SL	armatura de laminare
SP	supape de protectie
SRRD	statie de reducere racire de degazare
SRRP	statie de reducere racire de pomire
SRRR	statie de reducere racire rapida
t [°C]	temperatura
VA	ventilator de aer al cazanului
VAC	vana de abur cald
VAR	vana de abur rece
VG	ventilator de gaze arse
VPA	vana principala de abur
VRA	ventilator de recirculare aer

VS	vana de separatie
ZIR	zona inferioara de radiatie
ZMR	zona medie de radiatie
ZSR	zona superioara de radiatie

Obs. S-au folosit cativa termeni utilizati curent in uzinele producatoare de energie electrica si termica cu urmatoarele semnificatii :

Cilindru de inalta, medie sau joasa presiune – carcasa de inalta, medie sau joasa presiune

Condens - condensat

CUPRINS

CAP.1 Descrierea generala a Sucursalei Electrocentrale	
Deva-Mintia	pag. 1
1.1 Descrierea generala	pag. 1
1.2 Amplasarea si plan general	pag. 1
1.3 Descrierea centralei	pag. 4
1.3.1. Partea termomecanica	pag. 4
1.3.2. Partea electrica	pag. 4
1.3.3. Conducerea centralizata	pag. 6
1.3.4. Partea hidrotehnica	pag. 6
1.3.5. Tratarea chimica a apei	pag. 7
1.3.6. Evacuarea si depozitarea zgurii si cenusii	pag. 7
1.3.7. Partea de constructii si arhitectura	pag. 9
1.3.8. Prezentarea productie realizata pe 1997	pag. 10
CAP. 2 Descrierea generala a agregatelor de baza de la	
S.E. Deva-Mintia	pag. 13
CAP. 3 Optimizarea punerii in functie din stare rece a	
blocului energetic de 210 MW cu efectuarea probelor	
complexe cazan-turbina si incarcarea la sarcina nominala	pag. 25
3.1 Punerea in functiune a agregatelor auxiliare,	
incalzirea conductelor si a turbinei pentru lansare	pag. 25
3.1.1. Punerea in functie a sursei reci a blocului	
energetic si asigurarea conditiilor necesare pentru	
aprinderea focului la cazan	pag. 25
3.1.2. Aprinderea focului la cazan, incalzirea	
conductelor si a turbinei pentru lansare	pag. 27
3.2 Efectuarea probelor complexe cazan-turbina	pag. 45
3.2.1. Ridicarea parametrilor pentru efectuarea	
probelor	pag. 45
3.2.2. Efectuarea probelor supapelor de siguranta	
ale cazanului pe circuitul primar si pe circuitul	
de supraincalzire intermediara	pag. 49
3.2.3. Coborarea parametrilor pentru lansarea	
turbinei	pag. 50
3.3 Lansarea turbinei si supraturarea	pag. 51
3.3.1 Lansarea turbinei	pag. 51
3.3.2. Incercarea automatelor de siguranta	
si supraturarea turbinei	pag. 53

3.3.3. Introducerea unui palier de lansare a turbinei la 2200 rot/min	pag. 58
3.3.4. Evitarea incovoierii rotorului turbinei	pag. 63
3.3.4.1. Generalitati despre incovoierea rotorului turbinei	pag. 63
3.3.4.2. Indreptarea rotorului turbinei fara demontarea turbinei la turatii scazute	pag. 64
3.4 Functionarea turbinei si cazanului cu parametri alunecatori pe timpul efectuarii probelor electrice	pag. 67
3.5 Punerea in paralel a blocului energetic cu sistemul energetic, trecerea cazanului in strabatere fortata	pag. 72
3.6 Incarcarea blocului energetic la o putere de 100 MW	pag. 73
3.7 Punerea in functiune a celui de-al doilea corp de cazan	pag. 74
3.7.1 Punerea in functiune a agregatelor auxiliare si asigurarea conditiilor necesare aprinderii focului la cazan	pag. 74
3.7.2. Aprinderea focului la cazan, functionare cu parametrii alunecatori si efectuarea paralelului cu cazanul care functioneaza cu turbina	pag. 75
3.7.3 Incarcarea celui de-al doilea corp de cazan la sarcina nominala	pag. 81
3.8 Concluzii	pag. 82
CAP 4 Optimizarea punerii in functie din stare calda a blocului energetic de 210 Mw	pag. 84
4.1 Punerea in functie a blocului in cazul in care temperatura cilindrului de inalta presiune este cuprinsa in intervalul [170°C, 350°C)	pag. 85
4.1.1. Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea puterii de 100 MW	pag. 85
4.1.2. Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii de 100 Mw	pag. 88
4.1.3. Punerea in functiune a celui de-al doilea corp de cazan si incarcarea blocului energetic la o putere de 210 MW	pag. 89
4.2 Punerea in functiune a blocului in cazul in care temperatura cilindrului de inalta presiune este cuprinsa in intervalul [350°C, 450)	pag. 89
4.2.1. Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea puterii de 100 MW	pag. 90

4.2.2. Punerea in functiune a celui de-al doilea corp de cazan si incarcarea blocului la 210 MW	pag. 96
4.2.3. Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii nominale de 210 MW	pag. 97
4.3 Concluzii	pag. 97
CAP. 5 Optimizarea punerii in functie a blocului energetic din stare fierbinte	pag.100
5.1 Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea sarcinii de 100 MW	pag.100
5.2 Pornirea celui de-al doilea corp de cazan	pag.112
5.3 Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii de 210 MW	pag.112
5.4 Concluzii	pag.113
CAP. 6 Consideratii privind oprirea blocului energetic de 210 MW	pag.115
6.1 Oprirea primului corp de cazan	pag.115
6.2 Oprirea turbinei si a celui de-al doilea corp de cazan	pag.116
6.3 Concluzii	pag.118
CAP. 7 Concluzii	pag.119
Bibliografie	pag.123

CAPITOLUL 1.

Descriere generala a Sucursalei Electrocentrale Deva-Mintia

1.1 Descriere generala

Centrala termoelectrica Deva este situata in sud-estul Tranilvaniei, pe malul stang al raului Mures, la 7 km distanta de orasul Deva. Are o putere instalata de 1260 MW, in 6 grupuri de condensatie de 210 MW fiecare, alimentate de cazane de abur de 660 t/h, 14 MPa, 550°C, fiecare bloc constituind o unitate independenta.

Combustibilul principal utilizat este huila din Valea Jiului, cu puterea calorifica medie de 15392 kJ/kg. Carbunele este transportat pe calea ferata. Combustibilii auxiliari, intrebuintati la porniri si pentru stabilizarea flacarii, sunt gazele naturale si pacura. Energia electrica, este livrata in sistemul national la tensiuni de 110 KV, 220 KV si 400 KV. Centrala a fost pusa in functiune in 3 etape :

- 1969 – 1971 (etapa 4 x 210 MW)
- 1977 grupul 5 (210 MW)
- 1980 grupul 6 (210 MW)

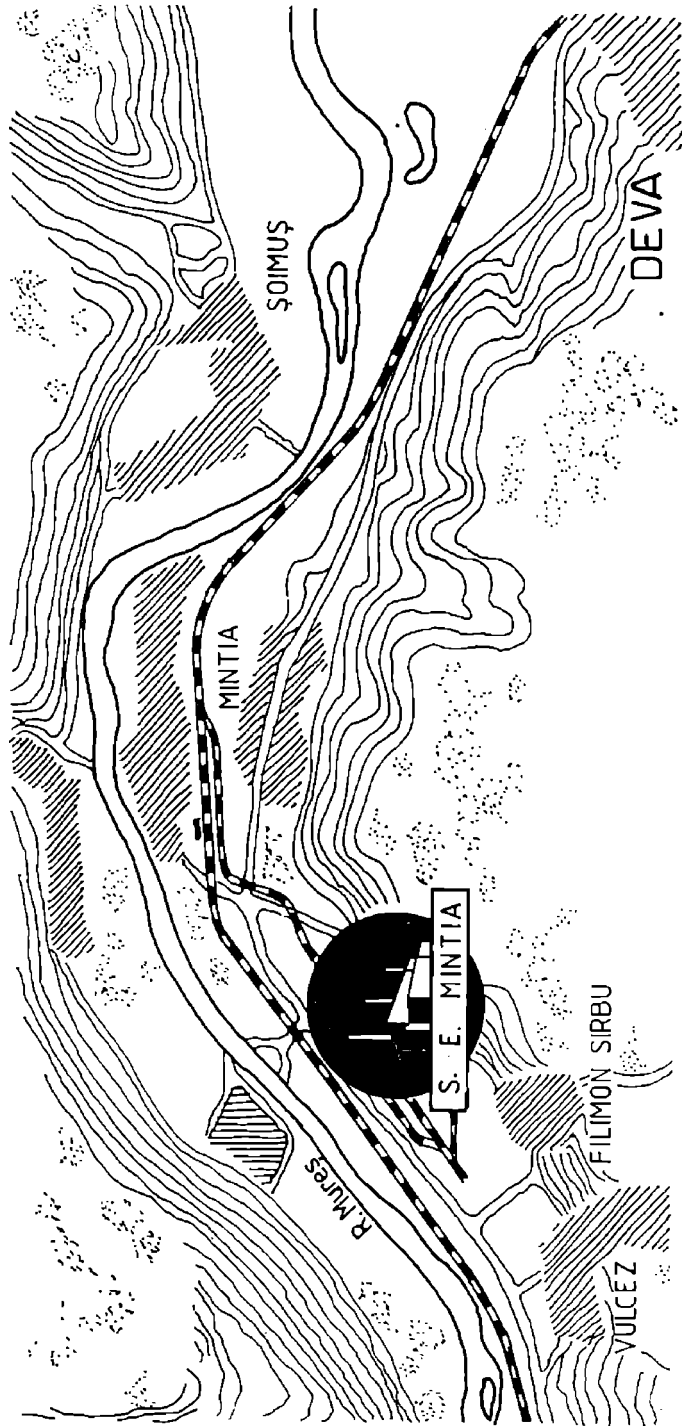
1.2 Amplasarea si plan general

Terenul ocupat cuprinde incinta, cu o suprafata de 31 ha, precum si doua depozite de combustibil fiecare cu cate 100 ha, in total 231 ha. Conditiiile locale ale amplasamentului au impus folosirea unei incinte inguste. Cladirea principala are frontul paralel cu axa Muresului ceea ce a permis realizarea unui circuit direct si scurt al apei de racire. Aceeasi orientare o au si statiile exterioare de 110 kV, 220 kV, 400 kV, plasate in linie cu cladirea principala.

Depozitul de carbuni, este desfasurat pe un front paralel cu al cladirii principale, fiind deservit de un triaj de cai ferate.

Celelalte obiective sunt intercalate functional intre cele precedente. Legaturile cu retelele de circulatie sunt realizate prin racorduri la linia ferata Bucuresti-Arad in statia Mintia, precum si la soseaua nationala Bucuresti-Arad. Planul de amplasare este redat in fig 1.1 iar planul de ansamblu este redat in fig. 1.2.

FIG. 1.1 PLAN AMPLASARE S. E. MINTIA



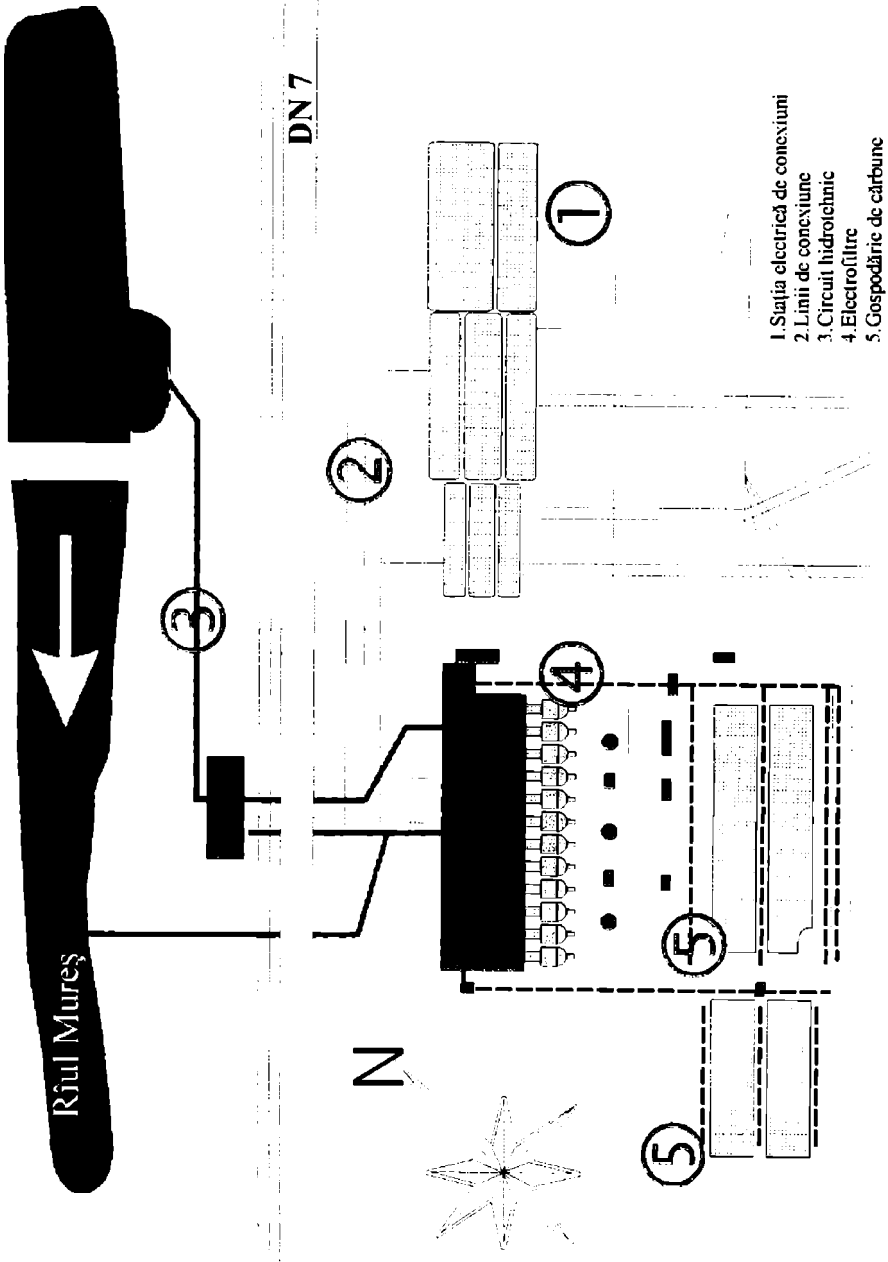


Fig. 1.2 Plan de ansamblu Centrala Termoelectrică Deva-Mintia

1.3 Descrierea centralei

1.3.1. Partea termomecanica

Caracteristicile echipamentelor principale sunt identice pentru fiecare din cele 6 blocuri. Cazanele sunt realizate cu doua corpuri jumelate; turbinele au posibilitatea de a livra cca. 63 GJ/h (15 Gcal/h) in abur pentru incalzit. In sala cazanelor sunt amplasate instalatiile de degazare, morile de carbune si ventilatoarele pentru recirculatie gaze si aer. In exterior sunt amplasate ventilatoarele de aer si de gaze arse, precum si electrofiltrele. In corpul buncarilor sunt amplasate statiile de reducere-racire, benzile Redler (la cota +21 m) si transportoarele de carbune pentru alimentarea buncarilor (la cota +37,80 m). Planseele de deservire ale cazanelor si turbinelor se gasesc la cota +9m. Turboagregatele sunt amplasate transversal, cu o distanta intre axe de 48 m , cazanele sunt coaxiale cu turboagregatele. La cota 0,00 m sunt instalate pompele de alimentare iar pe o platforma la cota +6,00 m grupul pentru tratarea condensatului, sala masinilor este deservita de doua poduri rulante de 1/0,2 MN (100/20 tf). Evacuarea gazelor arse se face prin cate un cos de fum la fiecare doua blocuri; cosurile au inaltimea de 220 m . Schema termica este conceputa si realizata in sistem bloc pentru abur, apa de alimentare si condensat. In fig. 1.3 este redata schema termomecanica, unde doua corpuri de cazan notate cu I alimenteaza cu abur cele trei corpuri ale turbinei, CIP (4), CMP (5) si CJP (6) care antreneaza generatorul (8). Din condensatorul (7) se preia cu PCB tr.I (9) respectiv cu PCB tr.II (11) condensul de baza si se trimite prin PJP (13) spre degazor (2). Statia de tratare chimica (12), cat si RAE (10) sunt plasati intre cele doua trepte de pompare ale condensului de baza. Din degazor apa de alimentare este preluata cu EPA (3) si trimisa prin PIP-uri (14) spre cazane

1.3.2. Partea electrica

Centrala dispune de trei statii electrice de 110 kV, 220 kV si 400 kV. La bornele statiei de 220 kV sunt racordate generatoarele de 210 MW in schema bloc cu transformatoarele. Legaturile intre barele celor trei statii sunt asigurate prin autotransformatoare cu puteri de 400kV intre 400 kV si 220 kV si de 200 MVA intre 220 kV si 110 kV.

Generatoarele debiteaza la tensiunea de 15,75 kV, functionand cu neutrul izolat. Racordul cu transformatorul bloc si derivatii spre transformatorul de servicii proprii este realizat cu bare capsulate.

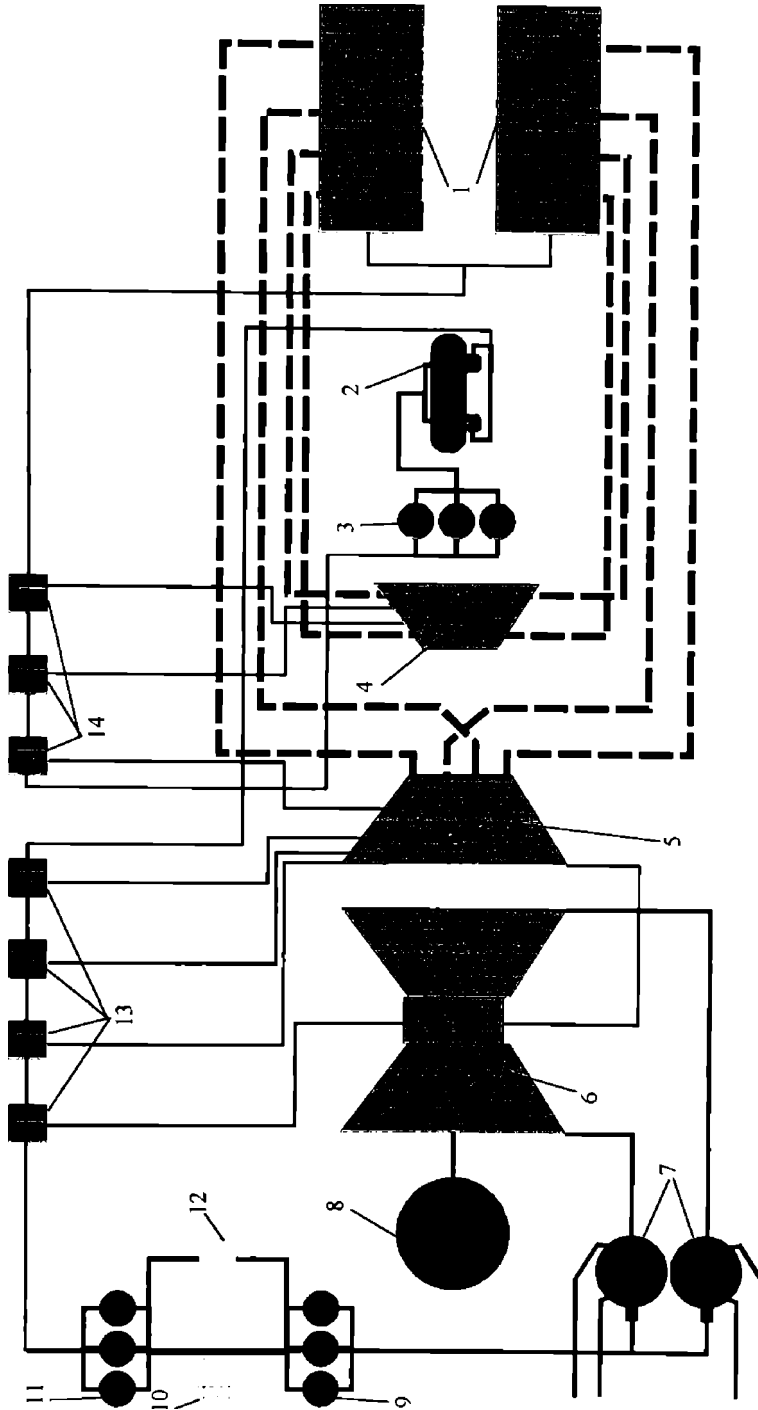


Fig. 1.3 Schema termomecanică.

Transformatoarele principale (bloc) si pentru servicii proprii functioneaza cu neutrul partii de 220 kV izolat sau direct legat la pamant prin intermediul unui separator.

Fiecare bloc cazan-turbina este echipat cu cate o statie de 6 kV de servicii proprii, alimentata prin cate un transformator de 25 MVA. Alimentarea de rezerva este asigurata de la barele statiei de servicii generale printr-o automatizare (anclansare automata a rezervei). In fig. 1.4 este redata schema electrica de conexiuni.

1.3.3. Conducerea centralizata

Termocentrala Deva este prima centrala din Romania la care gospodaria de combustibil solid s-a realizat cu toate utilajele si instalatiile supraterane si echipata cu masini cu functionare continua pentru manipularea carunilor. Conducerea, supravegherea si dirijarea operatiilor de manipulare si miscare a carbunelui se fac dintr-o camera de comanda. Carbunii adusi in vagoane pe calea ferata sunt descarcati pe trei estacade supraterane, cu o capacitate de 22000 t/zi, de la baza acestora fiind preluati pe benzi de masini cu roata cu cupe, deplasabile pe calea ferata; fiecare masina are o capacitate de preluare de 500 t/h.

Depozitul de carbune este format din patru stive supraterane, avand capacitatea totala de 530000 tone, depunerea combustibilului efectuandu – se cu ajutorul unei masini de stivuit, care are o capacitate totala de 600 t/h. Preluarea din depozit se face cu ajutorul a sase masini cu roata cu cupe, tot deplasabile pe sine, avand debite de 600 t/h fiecare. Pentru descarcarea vagoanelor de uz general este montata si o instalatie de descarcare prin rasturare (culbutor) avand o capacitate efectiva de 100 vag. / 24ore.

1.3.4. Partea hidrotehnica

Sursa de alimentare cu apa industriala este raul Mures, a carui albie a fost regularizata prin realizarea unui senal excavat in lungime de 640 m. Pe acest senal s-a construit un baraj deversor pentru mentinerea nivelului constant de apa de 5 m .

Priza de apa este dimensionata sa capteze un debit de 60 m³/s, care corespunde necesitatilor de apa pentru 8 grupuri turbogeneratoare de 210 MW.

Sistemul de racire al centralei este in circuit mixt, debitul de apa al raului Mures asigurand necesarul pentru racirea grupurilor.

Casa sitelor este prevazuta cu 12 site rotative, dintre care 8 site plane frontale si 4 site cilindrice cu intrare laterala. In statia de pompe sunt 12 pompe verticale, 8 avand caracteristicile :

- $Q = 3,75 \text{ m}^3/\text{s}$
- $P = 93,7 \text{ kPa}$

si 4 cu caracteristicile :

- $Q = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$
- $P = 147,1 \text{ kPa}$

Pe gura de descarcare a canalului de evacuare functioneaza o microhidrocentrala pentru recuperarea partiala a energiei din circuitul apei.

Sunt de asemenea doua turnuri de racire de tipul cu tiraj natural cu capacitate de $14000 \text{ m}^3/\text{h}$ fiecare. Pentru pomparea apei in turnurile de racire se folosesc 4 pompe, fiecare cu cate un debit de $4,1 \text{ m}^3/\text{h}$ si $P = 127,5 \text{ MPa}$.

1.3.5. Tratarea chimica a apei

Instalatiile de tratare a condensatului principal asigura tratarea integrala a condensatului pentru fiecare bloc in parte (cca. 500 t/h) si sunt intercalate intre pompele de condensat treapta I si treapta II, care asigura o calitate a condensului corespunzatoare la $0,2 \mu\text{S/cm}$ conductivitate si $0,02 \text{ mg/l SiO}_2$ concentratie.

Statia de pretratare cuprinde un numar de 6 decantoare ce asigura decarbonatarea pana la o duritate de 3°d si limpezirea apei de rau destinata fie circuitelor de racire, fie alimentarii statiei de demineralizare-dedurizare. Debitul statiei se ridica la cca. $1100 \text{ m}^3/\text{h}$.

Statia de demineralizare este compusa din filtre mecanice, filtre bariera pentru retinerea substantelor organice si de 5 lini de demineralizare pe schema H-OH_2 , urmate de finisare in filtre cu pat mixt. Alimentarea cu apa pretratata cu salinitatea de cca. $8,1 \text{ mval/l}$, ea asigura demineralizarea apei de adaos la cazane pana la $0,2 \mu\text{S/cm}$ conductivitate si $0,02 \text{ mg/l}$ concentratie de SiO_2 . Debitul unitar al liniilor de demineralizare de $60 \text{ m}^3/\text{h}$ asigura un debit al statiei de cca $180 \text{ m}^3/\text{h}$ total. Ca reactivi de regenerare se folosesc HCl si NaOH .

1.3.7. Evacuarea si depozitarea zgurii si cenusii

Canitatea de zgura si cenusa evacuata din centrala in cursul unui an este de cca. $2,5 \text{ Mt}$. In acest scop se folosesc doua depozite situate unul in

albia majora a raului Mures pe malul drept, pe o suprafata de cca 70 ha si altul in locul denumit Valea Bejan-Tirnavita, la cca. 4 km de termocentrala, ocupand o suprafata de cca. 130 ha.

Zgura si cenusa se capteaza si se transporta hidraulic intr-un amestec de cca. 10 parti apa la o parte solid. In prezent centrala este dotata cu urmatoarele instalatii: o statie cu patru pompe de tip Bagger, avand caracteristicile $Q = 1085 \text{ m}^3/\text{h}$ si $P = 765 \text{ kPa}$, o alta statie care functioneaza in serie cu prima, echipata de asemenea cu patru pompe de tip Bagger de $1085 \text{ m}^3/\text{h}$ si $P = 765 \text{ kPa}$. Aceste doua statii asigura evacuarea zgurii si cenusii de la primele trei blocuri, la o inaltime totala de $H = 160 \text{ mH}_2\text{O}$.

Statiile sunt proiectate si realizate pentru functionarea cu doua linii celelalte doua fiind de rezerva; pentru blocurile 4,5 si 6 sunt realizate de asemenea doua statii care functioneaza in serie : prima echipata cu trei pompe Bagger de $1085 \text{ m}^3/\text{h}$ si $P = 765 \text{ kPa}$ impreuna cu o pompa de $1085 \text{ m}^3/\text{h}$ si $P = 765 \text{ kPa}$, iar a doua statie cu trei pompe Bagger de cate $1085 \text{ m}^3/\text{h}$, 765 kPa . De asemenea, se functionaza cu doua linii de rezerva.

Pompele de apa de spalare in circuitul de zgura si cenusa sunt amplasate in sala de masini la cota - 4 m.

Transportul hidraulic al amestecului se face prin 5 conducte metalice. Apa utilizata la transportul hidraulic al zgurii si cenusii, dupa limpezirea in depozit, se capteaza prin puturi la o statie de pompe de recirculare, in zona barajului. De aici, apa se trimite prin pompare in doua conducte la statia de spalare din incinta, care are 5 pompe de cate $900 \text{ m}^3/\text{h}$ si $166,7 \text{ kPa}$.

1.3.7. Partea de constructii si arhitectura

Cladirea principala este compusa din sala cazanelor ($39 \times 204 \text{ m}$), corpul buncarelor ($12 \times 222 \text{ m}$) si sala masinilor ($45 \times 66 \text{ m}$). Modularea se realizeaza prin travee de 6m. Inaltimile sunt realizate (la nivelul corniselor) de 52 m la sala cazanelor, de 46 m la sala corpului buncarilor si de 30,5 m la sala masinilor. Scheletul de rezistenta al salii cazanelor este alcatuit din stalpi de beton armat, independenti, incastrati in partea inferioara si articulati la partea superioara cu fermele de acoperis. La corpul buncarelor, structura de rezistenta consta din cadre cu noduri rigide, din beton armat monolit. Sala masinilor este inchisa pana la cota +9 m cu pereti din beton armat, glisati, iar pana la cornise cu panouri de fata si ferestre prefabricate din beton armat. Structura de rezistenta a salii masinilor cuprinde stalpi de beton incastrati in fundatii si articulati la partea superioara.

Cele trei cosuri de fum, cu înalțimi de 220 m , au forma de dublu trunchi de con cu diametrul de 7 m la varf și 29 m la baza.

Statiile electrice sunt construite din portaluri și suporturi din stalpi de beton armat centrifugat.

Din punct de vedere arhitectural, centrala termoelectrică Deva se prezintă ca un ansamblu încheșat, deși a fost proiectată și realizată în mai multe etape.

1.3.8. Prezentarea producției realizate în 1997

În anul 1989 puterea medie absorbită de sistemul energetic național a fost de cca. 9500 MW. Datorită declinului constant și sever al economiei românești s-a ajuns ca în anul 1997 puterea medie absorbită de sistemul energetic național să fie de cca. 6500 MW. Acest lucru s-a resimțit și la S.E. Deva-Mintia, cu mențiunea că pentru anul 1997 S.E. Deva-Mintia a rămas cel mai mare producător de energie electrică din țară pe baza de carbune.

În anul 1997 la S.E. Deva-Mintia, s-au produs 4.468.332 MWh realizându-se o putere medie la timp calendaristic de 510,1 MW și o putere medie la timp de funcționare de 794,7 MW (132,4 MW/grup)

S-a funcționat în medie cu 3,8 grupuri / an (în 1996 4,6 grupuri/an). Puterea medie realizată sub posibilitățile S.E. Deva, s-a datorat staționării în rezervă a grupurilor energetice un număr de 10.586 ore, față de 2407 ore în 1996 (de 4,4 ori mai mult în 1997 față de 1996) – 257 MW în 1997 față de 66,7 MW în 1996. Această situație a fost generată de cererea redusă de energie electrică în SEN.

În privința energiei termice s-au produs 513.448 Gcal la S.E. Deva și 113.028 Gcal la C.T. Gurabarza, consumatorilor termici livrându-li-se energia termică conform contractelor încheiate.

Nu au existat probleme în satisfacerea consumatorilor cu energie termică, aceasta livrându-se conform diagramei de reglaj.

Ca urmare a funcționării cu o sarcină bună pe grup, s-au înregistrat următoarele consumuri (cele mai mici din centralele pe carbune și compatibile cu cele în centralele pe hidrocarburi) :

Consum specific

- energie electrică - în regim de condensatie 375,61 gcc/kWh
- în regim de termoficare 170,00 gcc/kWh
- medie 366,21 gcc/kWh

- energie termica 169 kgcc/Gcal

Consum propriu electric :

- energie electrica 9,6 %

- energie termica 40 %

In conformitate cu consumurile scazute realizate s-au obtinut urmatoarele preturi de cost : 233.676 lei /MWh si 97.951 lei/Gcal. Preturile de vanzare au fost de 258.676 lei/MWh si 47.738 lei/Gcal, astfel incat pe total S.E. Deva s-a realizat un beneficiu de 71.965.924 mii lei.

In privinta pretului de cost structura este urmatoarea :

- 83,99 % - combustibil tehnologic;
- 7,94 % - total cheltuieli cu personalul;
- 7,78 % - total cheltuieli materiale;
- 0,29 % - impozite cladiri, taxe alte cheltuieli;

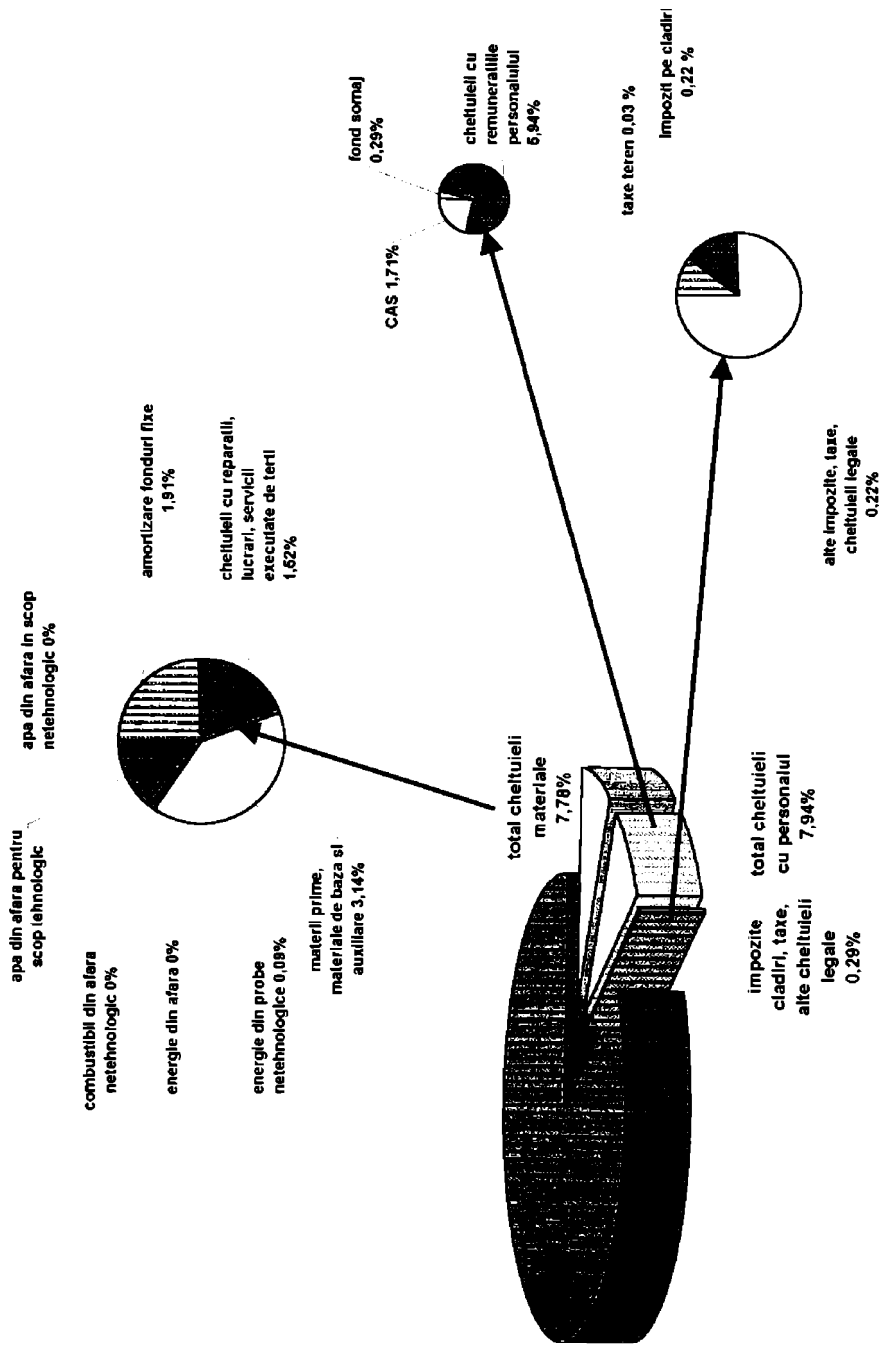
din care :

Total cheltuieli cu personalul	7,94 %
- renumeratii	5,94 % - 4,70 % salarii - 1,24 % ajutoare
- CAS	1,71 %
- fond somaj	0,29 %

In privinta obligatiilor catre stat, F.E. Deva a achitat la zi toate datoriile conform scadentelor prevazute in actele normative.

Structura costurilor de productie este reprezentata sugestiv in fig. 1.5

Fig.1.5. Costul producției marfa pe elemente primare de cheltuieli pe perioada 01.01-31.12.1997-realizat



CAPITOLUL 2.

Descrierea generala a agregatelor de baza de la Sucursala Electrocentrale Deva-Mintia

Sucursala Electrocentrale Deva-Mintia are in dotare sase blocuri energetice, cazan, turbina cu abur, cu parametrii inalti, de condensatie fiecare cu o putere de 210 MW. Blocurile energetice de 210 MW de la S.E. Deva-Mintia sunt de fabricatie ruseasca si sunt concepute sa functioneze ca agregate energetice de baza.

In figura 2.1 este prezentata schema de principiu a ciclului termic pentru blocul de 210 MW de la S.E. Deva. Se observa ca EPA preia din degazor apa de alimentare pe care o trimite prin PIP-uri spre cazan. Aburul primar efectueaza lucru mecanic in CIP dupa care este resupraincalzit, urmand sa efectueze lucru mecanic in CMP si CJP. Din condensator, condensul de baza este preluat de PCB tr.I si tr.II, urmand a fi trimis prin preincalzitorii de joasa presiune spre degazor. Presiunile si temperaturile pe prizele fixe cat si in punctele importante ale circuitului apa-abur sunt consemnate in schema respectiva.

Cazanul tip Pp-55 cu strabatere fortata, cu supraincalzire intermediara, poate folosi drept combustibil de baza huila ($H_i = 3700$ kcal/kg) sau mixte de Valea Jiului ($H_i = 2700$ kcal/kg), pacura sau gaz metan.

Cazanul Pp-55 are o productie de abur de 660 t/h la parametrii aburului viu de 140 bar si 550°C si 24,4 bar cu 550°C la aburul supraincalzit intermediar.

Constructia cazanului este realizata in doua corpuri distincte, simetrice fata de axa grupului, care functioneaza in paralel la turbina K 210-130-1. Fiecare din cele doua cazane pot lucra independent cu turbina avand suficiente armaturi pentru a se putea izola.

Fiecare corp de cazan este conceput cu doua drumuri de gaze, unul ascendent si unul descendent, legate intre ele cu o camera de intoarcere. Drumul ascendent il constituie focarul, unde sunt amplasate suprafetele de schimb de caldura prin radiatie, iar in drumul descendent sunt amplasate suprafetele de schimb de caldura prin convecție (fig. 2.2 si 2.3). Alimentarea cu apa a cazanului se face printr-un nod de alimentare prevazut cu armaturi de reglaj atat pentru debitul de apa cat si pentru injectii. Economizorul este amplasat in drumul descendent al gazelor de ardere. Urmeaza zona inferioara de radiatie amplasata in focar, care transforma apa in abur saturat umed cu titlul de 0,8. Zona de trecere este amplasata in partea convectiva si are menirea de a supraincalzi aburul cu 2-

FIG. 2.1 SCHEMA DE PRINCIPIU A CICLULUI TERMIC PENTRU BLOCUL DE 210 MW S. E. MINTIA

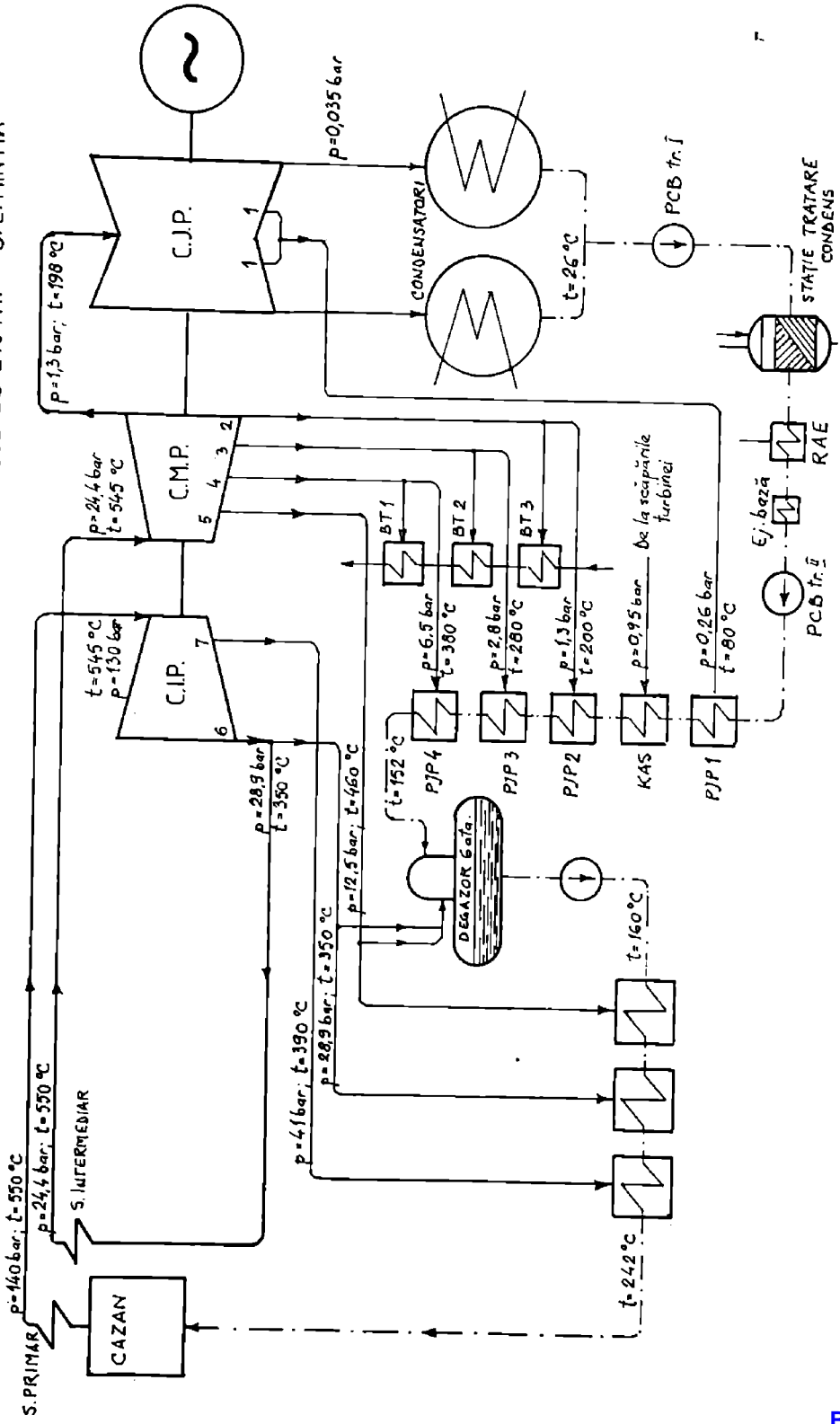


FIG. 2.2 CAZANUL PP-55

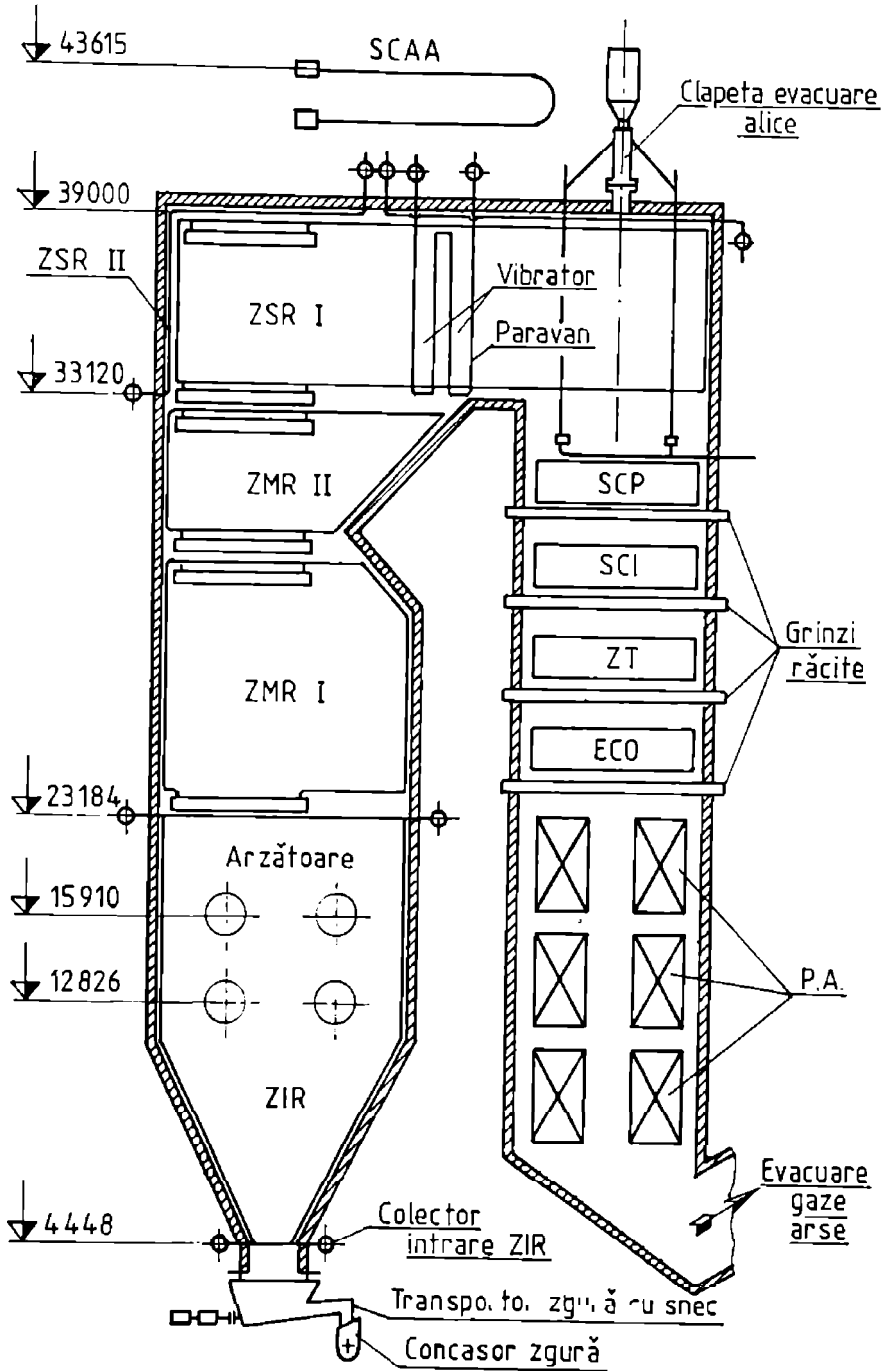
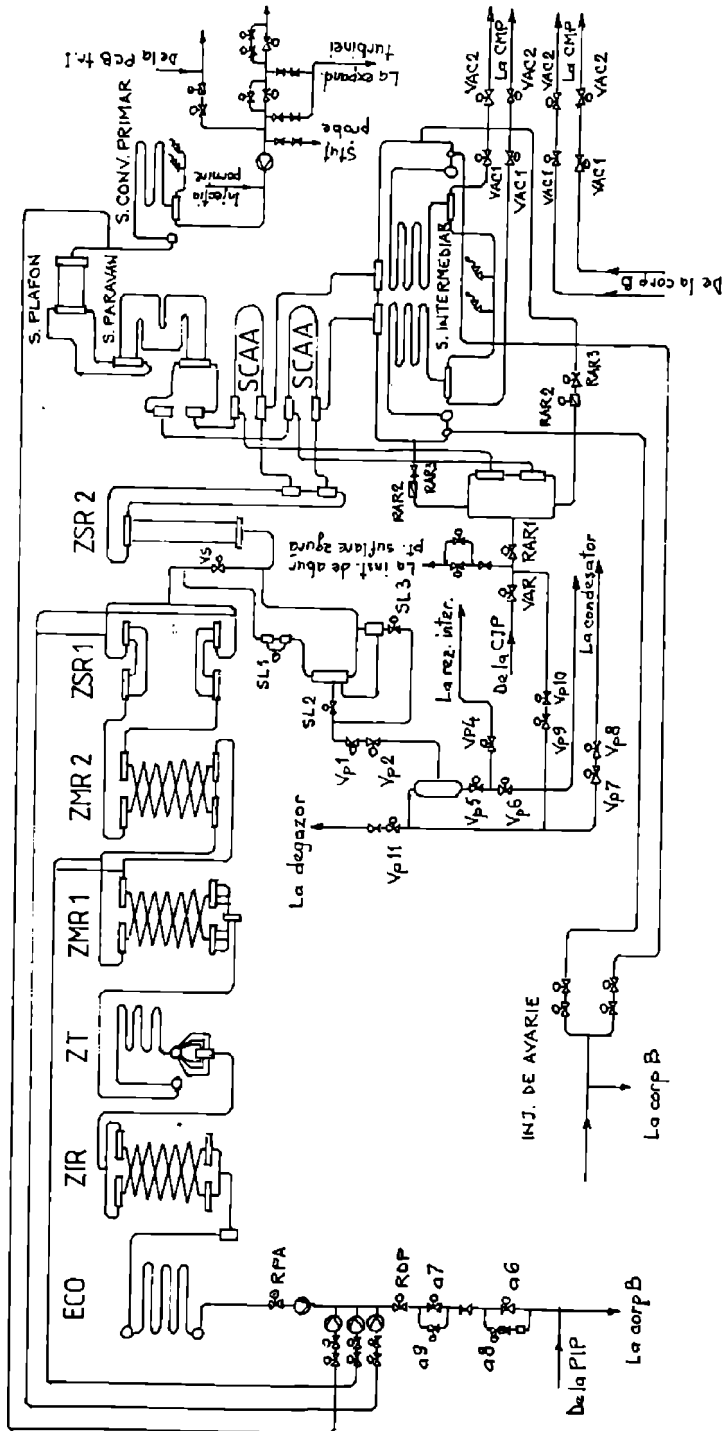


FIG. 2.3 SCHEMA TERMICĂ DESFAȘURATĂ A CAZANULUI



3°C. Zonele medii si superioare de radiatie sunt amplasate in partea ascendenata a gazelor de ardere. Schimbatorul de caldura abur-abur are drept scop transferarea unui flux de caldura de la aburul primar la aburul trimis pentru resupraincalzire. Supraincalzitoarele paravan si plafon sunt amplasate in camera de intoarcere. Supraincalzitorul convectiv primar respectiv intermediar sunt prima, a doua suprafata de schimb de caldura, amplasate in drumul descendent al gazelor de ardere.

Combustibilul de baza este carbunele care este macinat fie cu mori cu ciocane, la blocurile 1-4, fie cu disc si sfere la blocurile 5-6.

Pentru carbunele utilizat la S.E. Deva restul pe sita cu $70 \times 70 = 4900$ de ochiuri / cm^2 (ochiurile sitei au diametrul de 88 mm) R70 este cuprins intre 32-35%.

Arderea in focarul cazanului se face in regim depresionar (-4mm c.a. in zona camerei de intoarcere) asigurat de un ventilator, exhaustor de gaze de tip axial, dispus dupa electrofiltru.

Injectorul de pacura, arzatorul de gaze si cel de carbune pulverizat formeaza o constructie unitara. Arzatoarele sunt amplasate pe peretii laterali ai focarului, in doua etaje, cate 4 arzatoare pe etaj.

In fig 2.4 si 2.5 sunt prezentate schemele de principiu ale instalatiilor de macinare, insuflare aer-praf si tiraj. In principiu VA poate aspira aer fie din sala de cazane, fie din exterior. In aspiratia sa aerul este preincalzit cu ajutorul conductei de recirculare aer cald, cat si cu ajutorul aerului care raceste grinzile de sustinere a suprafetelor convective. Inainte de a fi trimis spre PA aerul poate fi preincalzit cu ajutorul VRA. Dupa ce parcurge PA, aerul ajunge la morile cu ciocane sau la arzatoare. In cazul morilor cu disc si sfere, fiecare moara de carbune are in plus un ventilator propriu pentru aerul insuflat.

Mentinerea in stare curata a suprafetelor convective la exteriorul lor se face cu instalatia cu alice iar mentinerea curata a suprafetelor de schimb de caldura prin radiatie se face cu instalatii de suflare cu abur a zgurii de pe ecrane. Scheletul cazanului este metalic relizat din grinzi profilate imbinata prin sudura. Grinzile de sustinere a suprafetelor convective sunt racite cu aer.

Cazanul este inzidit cu caramida de samota care este acoperita cu tabla imbinata prin sudura.

Parametrii nominali de functionare ai cazanului sunt :

- presiunea la iesire din cazan pe circuit primar	140 bar
- temperatura la iesire din cazan pe circuit primar	550°C
- presiunea la iesire din cazan pe circuit intermediar	24,4 bar
- temperatura la iesire din cazan pe circuit intermediar	550°C
- temperatura apei la intrare in cazan	242°C

. FIG. 2.4 INSTALAȚIA DE ALIMENTARE CU AER ȘI DE TIRAJ

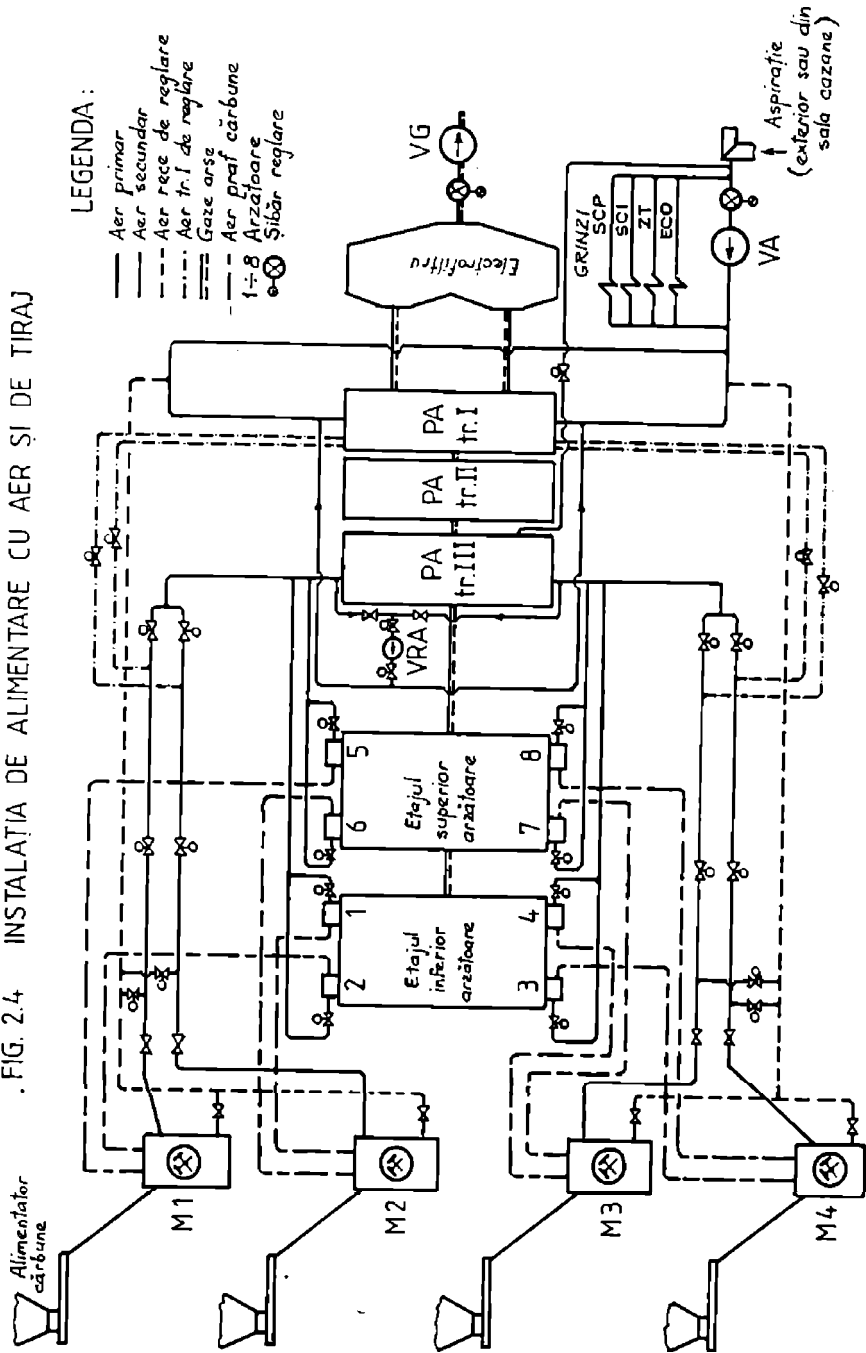
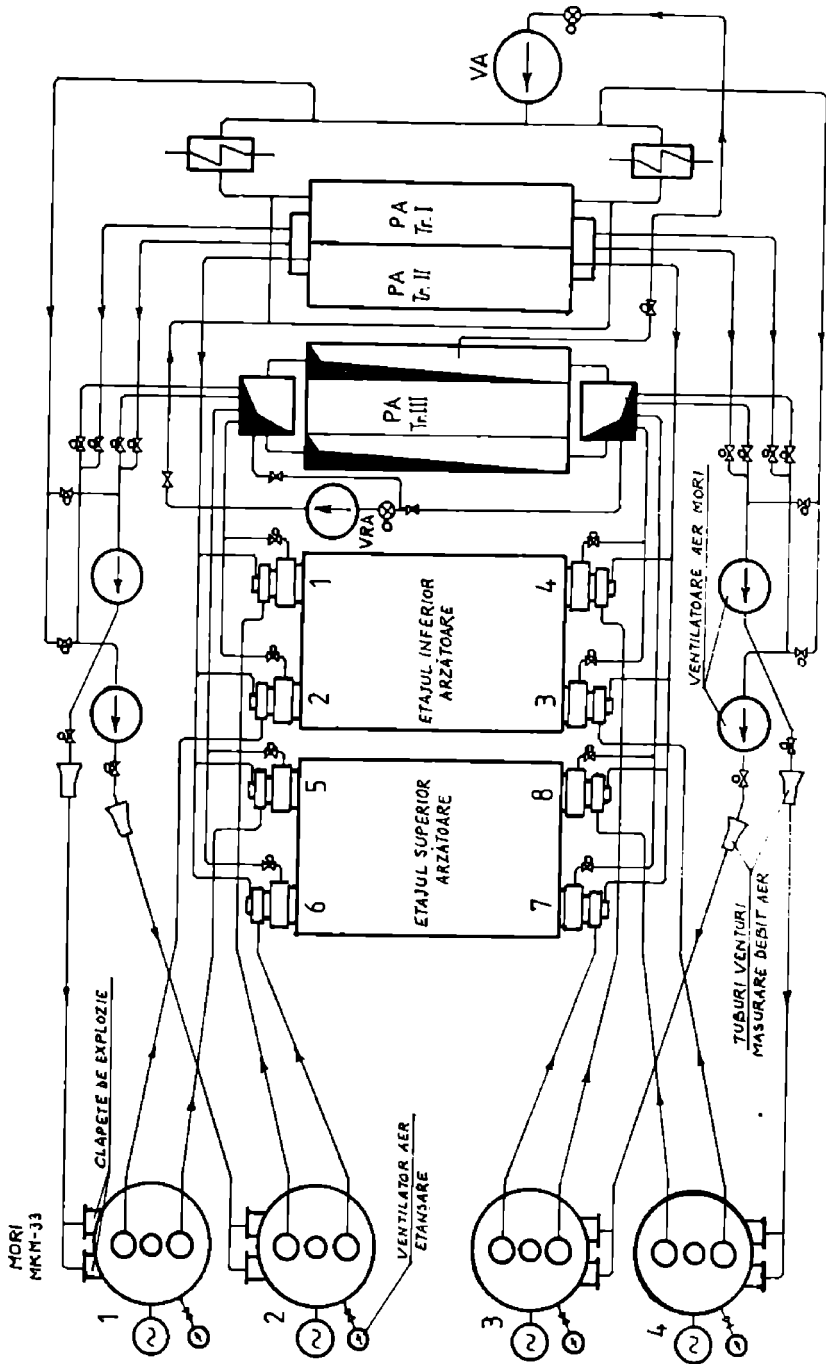


FIG. 2.5 INSTALATIA DE ALIMENTARE CU AER-PRAF CĂRBUNE LA MORILE MKM-33



- debit de apa de pomire	2x100 t/h
- randamentul cazanului	90,07%
- temperatura aerului dupa preincalzitorul de aer	316°C
- temperatura amestecului aer-praf	110°C
- temperatura gazelor la iesirea din cazan	151°C
- puterea calorifica inferioara a gazului metan	8400 kcal/kg
- puterea calorifica inferioara a huilei	3700 kcal/kg
- puterea calorifica a mixtelor	2700 kcal/kg

Parametrii de avarie ai cazanului sunt :

- presiune abur viu	174 bar
- presiune abur intermediar	31 bar
- presiune inainte de vana de separatie :	maxim 182 bar
	minim 90 bar
- temperatura aburului viu sau intermediar :	maxim 560°C
	minim 450°C
- debit apa de alimentare	70 t/h
- temperatura apei dupa zona inferioara de radiatie	360°C
- presiunea gazului metan	0,05 bar

Turbina cu abur cu parametrii inalti de condensatie tip K 210-130-1 reprezinta un agregat cu trei corpuri, un singur arbore, doua condensatoare si o supraincalzire intermediara. Schema termica a turbinei este prezentata in fig.2.6.

Aburul intra in corpul de inalta presiune (CIP), prin doua supape de inchidere automata (SIA), iar apoi prin 4 supape de reglaj.

Aburul intra in corpul de medie presiune (CMP), prin doua supape de protectie (SP), iar apoi prin 4 supape de reglaj.

Din CMP aburul este condus pe partea superioara prin doua conducte in corpul de joasa presiune (CJP).

Corpul de joasa presiune este dispus in dublu flux de curgere a aburului in 2 condensatoare. Punctul fix al turbinei este dispus pe ramele laterale ale partii din fata a fluxului de abur spre CMP.

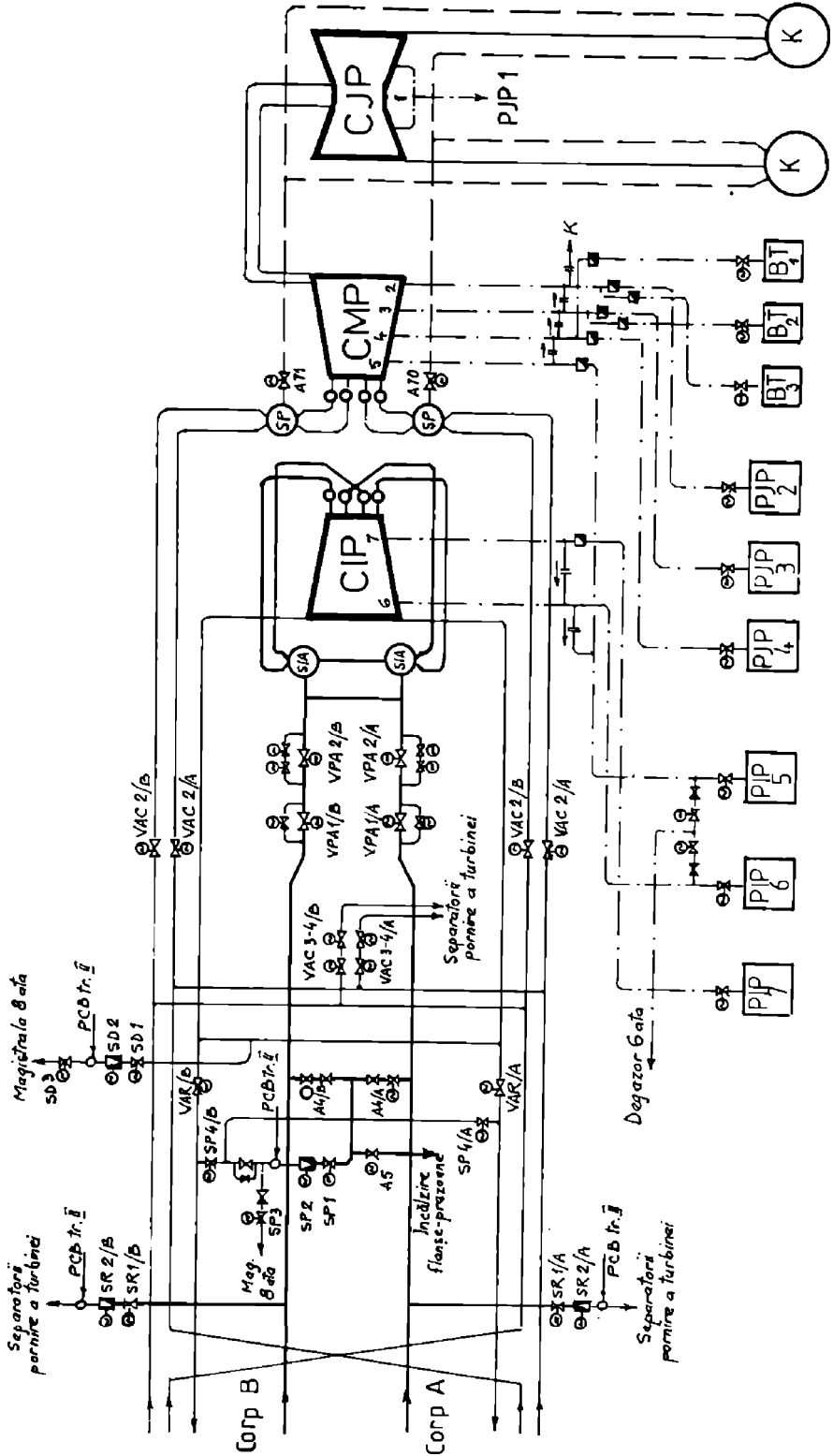
In CIP sunt dispuse 12 trepte din care o treapta de viteza si 11 trepte de presiune.

In CMP sunt dispuse 11 trepte de presiune iar in CJP 8 trepte, cate 4 pe fiecare flux.

Rotoarele CIP si CMP sunt cuplate intre ele printr-o cupla rigida si un lagar comun (radial-axial).

Pentru scurtarea timpului de incalzire al flanselor la pornire, planul de separatie al flanselor si prezoanelor este prevazut cu o instalatie de incalzire cu abur.

FIG. 2.6 SCHEMA TERMICĂ A TURBINEI K-210-130-1



Turbina este prevazuta cu un dispozitiv de rotire al arborelui cu viteza de 3,4 rot/min, in scopul incalzirii uniforme la pornire, pentru racire uniforma la oprire si pentru evitarea incovoierii rotorului.

La etansarile de capat se aduce abur fie din degazor, fie din magistrala de 8 bar. Din camerele marginase ale etansarilor amestecul aer-abur este evacuat cu un ejector spre racitorul aburului pentru etansari (RAE).

Deplasarea supapelor de reglaj la CIP si CMP este realizata de un servomotor sub actiunea regulatorului de viteza. Regulatorul de viteza mentine turatia turbinei cu o regularitate de 4%.

Sistemul de reglaj al turbinei are un mecanism de comanda prin care se face :

- incercarea sertarelor regulatorului de siguranta si deschiderea supapelor automate ale turbinei ;
- variatia numarului de rotatii ale turbinei la pornire si la mers in gol ;
- schimbarea sarcinii la functionarea in paralel a generatorului.

La scaderea brusca a sarcinii generatorului sau la aruncarea sarcinii electrice, regulatorul turbinei limiteaza numarul de rotatii ale rotorului prin scaderea rapida a admisiei aburului in CIP si CMP prin care se previne declansarea turbinei de catre regulatorul de siguranta.

Turbina este echipata cu un regulator de siguranta care la 11-12% rotatii peste turatia nominala asigura inchiderea SIA, SP si a supapelor de reglaj pe CIP si CMP.

Parametrii nominali de functionare ai turbinei K-210-130-1 sunt :

1. Puterea turbinei	210 MW
2. Puterea economica a turbinei	210 MW
3. Turatia	3000 rot/min
4. Presiunea aburului viu la intrare in CIP	130 bar
5. Temperatura aburului viu la intrare in CIP	545°C
6. Presiunea aburului la iesire din CIP	28,9 bar
7. Temperatura aburului la iesire din CIP	350°C
8. Presiunea aburului intermediar la intrare in CMP	24,4 bar
9. Temperatura aburului intermediar la intrare in CMP	545°C
10. Presiunea in condensatorii turbinei	0,035 bar
11. Temperatura apei de racire (de calcul)	15°C
12. Debitul de abur la intrare in turbina	634 t/h
13. Presiunea aburului dupa treapta de reglaj	94 bar
14. Temperatura uleiului la intrare in lagare	42°C
15. Dilatarea absoluta CIP	32 mm
16. Dilatarea absoluta CMP	16 mm

17.Presiunea uleiului de ungere lagare	1 bar
18.Presiunea uleiului de reglaj	20 bar
19.Presiunea aburului in priza I	0,26 bar
20.Presiunea aburului in priza II	1,3 bar
21.Presiunea aburului in priza III	2,8 bar
22.Presiunea aburului in priza IV	6,5 bar
23.Presiunea aburului in priza V	12,5 bar
24.Presiunea aburului in priza VI	28,9 bar
25.Presiunea aburului in priza VII	41 bar

Parametrii de avarie la care turbina este decuplata de intrerupatorul electromagnetic sunt :

- a) la scaderea vidului la valoarea de 540 mm Hg;
- b) la deplasarea rotorului in partea generatorului cu 1,2 mm sau cu 1,7 mm spre CIP;
- c) la scaderea presiunii uleiului de ungere la 0,3 bar;
- d) oprirea turbinei prin protectii :
 - nivel scazut in rezervor amortizare;
 - debit scazut in infasurare stator generator 13 m³/h;
 - deconectarea generatorului de la retea;
 - temperatura ridicata abur viu 560°C;
 - temperatura ridicata abur intermediar 560°C;
 - temperatura scazuta abur viu 450°C;
 - temperatura scazuta abur intermediar 450°C;
- e) oprirea blocului prin protectii :
 - decuplarea celor 3 electropompe de alimentare;
 - nivel crescut limita II in preincalzitoarele de inalta presiune (PIP);
 - deconectarea generatorului de la retea la defecte interioare;
 - deconectarea generatorului de la retea la defecte exterioare;
 - presiune scazuta la aspiratia pompelor de condens baza (PCB) treapta a II-a la 0,5 bar;
 - nivel scazut in rezervorul de amortizare;
 - debit scazut in infasurarile stator generator la 13 m³/h;
 - scadere vid in condensator la 540 mm Hg;
 - deplasarea axiala ca la pct a);
 - presiune scazuta in sistemul de ulei ungere la 0,3 bar;
 - inchidere SIA;
 - oprirea ambelor corpuri de cazan;
 - oprirea turbinei prin cheie manuala;

f) presiune scazuta in sistemul de reglaj la 10 bar, se inchid SIA, iar la 6 bar se inchid SP.

Turbina antreneaza direct generatorul de curent alternativ tip TVV-200-2A a carui racire este asigurata cu H_2 sub presiune. De asemenea prin infasarile statorului circula apa distilata, iar fluxul de caldura, preluat de H_2 este evacuat spre exterior prin intermediul racitorilor de H_2 raciti cu apa bruta.

Excitatricea de inalta frecventa este cuplata direct cu generatorul electric.

CAPITOLUL 3.

Optimizarea punerii in functie din stare rece a blocului energetic de 210 MW cu efectuarea probelor complexe cazan-turbina si incarcarea la sarcina nominala

Se considera blocul energetic pregatit de pornire d.p.d.v. al prescriptiilor de exploatare, al regulamentelor de exploatare, al normelor de protectia muncii si al normelor de paza si stingere a incendiilor. Consideram temperatura carcasei corpului de inalta presiune al turbinei t_{CIP} cuprinsa in intervalul [$t_{\text{mediu ambiant}}$, 170°C), situatie in care acceptam o punere in functie a blocului energetic din stare rece.

Pentru a ajunge la o varinata optima de punere in functie s-au luat in calcul atat elemente ce concura la siguranta in functionare a grupului, cat si elementele ce ne asigura costurile cele mai scazute. Masuratorile prezentate au fost initiate de autorul tezei de doctorat in scopul obtinerii unor reprezentari grafice care aplicate in practica prin foile de manevra conduc la scurtarea timpilor de pornire, la economii in ceea ce priveste consumul de energie electrica si combustibil in conditii de siguranta in exploatare. Masuratorile au fost efectuate la toate grupurile energetice existente la S.E. Deva-Mintia in cazul pornirii acestora din stare rece.

3.1 Punerea in functie a agregatelor auxiliare, incalzirea conductelor si a turbinei pentru lansare

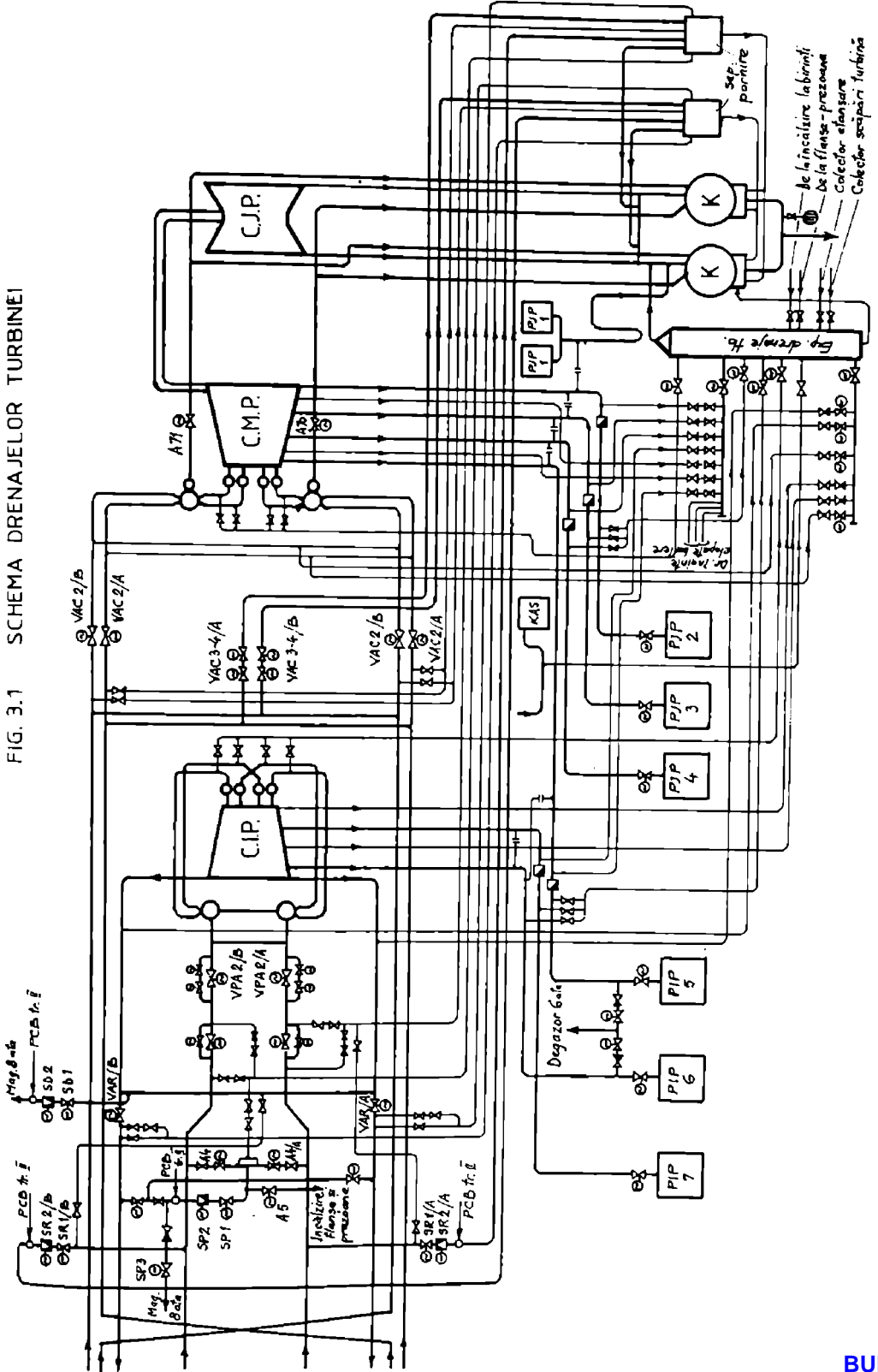
3.1.1. Punerea in functie a sursei reci a blocului energetic si asigurarea conditiilor necesare aprinderii focului in cazan

Se pune in functiune instalatia de ulei ungeri si reglaj a turbinei asigurand conditiile necesare pentru pornirea virorului. Concomitent se porneste instalatia de etansare a generatorului electric, executand schimbul de gaze, aer, bioxid de carbon, hidrogen. Dupa punerea in functie a instalatiei de ulei ungeri si etansare se porneste virorul.

Considerand ca in degazor si in condensator exista apa demineralizata la nivelul cerut se pun in functiune pompele de condensat de baza (P.C.B.) treapta I si treapta II in recirculatie.

Imediat se porneste o pompa de circulatie (P.C.) care asigura racirea condensatorului. In acest moment toate drenajele turbinei fiind deschise - fig.3.1 - se incepe formarea vidului in condensatorii turbinei prin punerea

FIG. 3.1 SCHEMA DRENAJELOR TURBINEI



in functie a ejectorilor si apoi prin aducerea aburului de etansare la etansarile terminale ale turbinei.

In paralel cu cele descrise anterior se pun in functiune ventilatoarele de aer si gaze ale cazanului (VA, VG) dupa care se deblindeaza combustibilul gazos.

La valoarea de 0,3 a vidului in condensatori se porneste electropompa de alimentare a cazanului (E.P.A.) stabilind un debit de 100 t/h debit cu care se alimenteaza cazanul asigurand cresterea presiunii pana la vana de separatie (V.S.) la 130 bar. Astfel sunt create conditiile necesare aprinderii focului in cazan.

3.1.2. Aprinderea focului in cazan, incalzirea conductelor si a turbinei pentru lansare

Se aprinde un arzator de gaz in etajul inferior de arzatoare cu un debit de 2000 Nm³/h la o presiune relativa a gazului de 0,2-0,3 bar.

Cazanul se porneste in regim de separatie, cu vana de separatie inchisa, folosind linia de pornire - fig.3.2- pentru ca in partea convectiva sa fie trimis doar abur supraincalzit.

Viteza de crestere a temperaturii gazelor arse in camera de intoarcere a cazanului nu trebuie sa depaseasca 6-7°C/min, viteza de incalzire a aburului trebuie sa fie sub valoarea de 4-5°C/min, viteza de incalzire a colectoarelor, conductelor cazanului si din limita turbinei se recomanda sub 4°C/min. Pentru metalul SIA si SP viteza de incalzire este limitata la 2°C/min iar pentru cilindrul corpului de inalta presiune la 1°C/min. [14],[16].

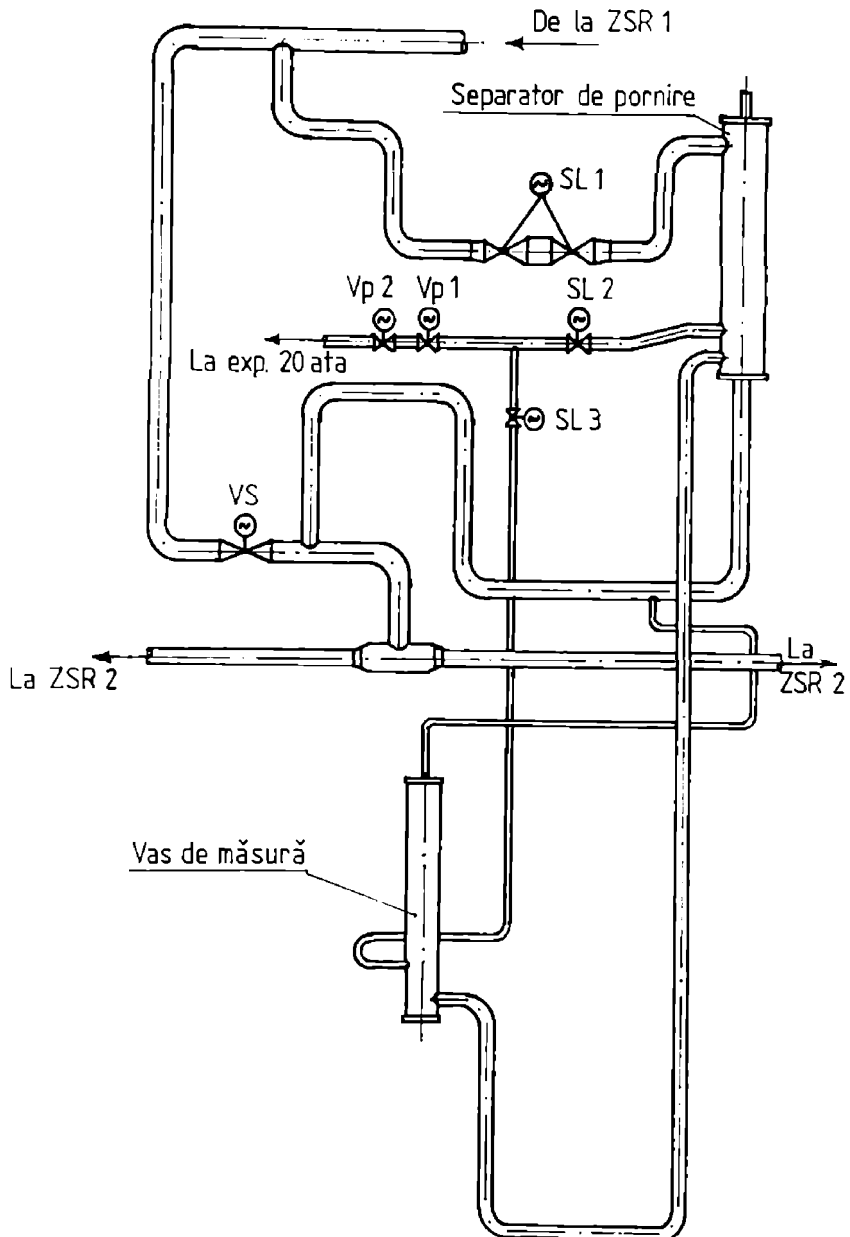
In momentul imediat urmator aprinderii focului la cazan sunt obligatorii urmatoarele manevre :

Se deschid drenajele din colectoarele suprafetelor convective ale cazanului si din fata vanelor principale VPA 1 si VPA 2 .

Se pune in functiune ventilatorul de recirculatie aer VRA si conducta de recirculatie aer cald C.R.

Acesta conducta de recirculatie nu a fost prevazuta prin proiect. Am ajuns la concluzia necesitatii montarii ei deoarece pe timp de vara nu mai este nevoie a se folosi V.R.A., lucru ce conduce la economie de energie. Prin folosirea acestei condute, in regim de vara, se face o economie de 30 kW la consumul propriu electric pentru blocul energetic, ceea ce este echivalentul a 1\$ economisit pe ora din costurile de productie. Totodata scaderea debitului vehiculat de V.A. este de 6-7%, avand in vedere

FIG. 3.2 SCHEMA LINIEI DE PORNIRE A CAZANULUI



cresterea temperaturii aerului vehiculat de la 15°C la 60°C, ceea ce nu afectează funcționarea cazanului.

Pe timpul iernii în cazul unei defecțiuni a V.R.A. se elimină posibilitatea formării punctului de rouă sau a punctului de rouă acida în preîncălzitorii de aer ai cazanului. Deoarece soluția a dat rezultate foarte bune, a fost extinsă la toate cele 6 blocuri energetice

Experiența demonstrează că la 25 min după aprinderea focului la cazan este necesar să se aprindă cel de al doilea arzător de gaz în etajul superior pe partea opusă față de primul arzător aprins, pentru a se asigura o viteză de creștere a temperaturii gazelor arse în camera de întoarcere de 6-7°C/min. În același timp datorită faptului că temperatura aburului primar a ajuns la 70-80°C este indicat să se permită începerea încălzirii conductelor din limita turbinei, implicit a cilindrului de înaltă presiune și a supapelor cu închidere automată.

Se deschide 10% stația de reducere-răcire rapidă S.R.R.-R.

În același timp se pun în funcțiune morile de carbune pentru a demara încălzirea acestora cu aer cald.

În fig.3.3 și 3.4 sunt prezentate temperaturi, ale aburului, începând cu aprinderea focului și până când conductele blocului energetic și turbina sunt pregătite de lansare. Sunt prezentate curbele de deschidere în procente a ventilelor de reglaj ce se află pe linia de pompare a cazanului și pe stația de reducere răcire rapidă (S.R.R.-R.).

Convenim să numim minutul zero momentul aprinderii focului la cazan iar minutul 240 momentul când turbina este gata de lansare. Temperaturile t_{ZSR1} , t_{ZIR} , și t_{ZSR2} sunt temperaturile aburului măsurate după suprafețele respective de schimb de căldură. Se remarcă faptul că timp de 100 de minute aceste temperaturi cresc după care rămân constante, datorită constantei fluxului termic din focarul cazanului.

În fig. 3.5 se prezintă evoluția unor temperaturi ale gazelor arse, aburului și metalului între minutul zero și minutul 240. Temperatura gazelor arse se măsoară în camera de întoarcere iar temperaturile $t_{aburSCP}$ și $t_{aburSCIP}$ sunt măsurate după suprafețele respective de schimb de căldură. Temperaturile metalului t_{CMP} și t_{CIP} sunt măsurate în zona treptelor de reglaj din carcasa respective ale turbinei. Într-o primă fază temperatura gazelor arse crește, apoi se menține constantă, fapt ce determină și alura curbelor temperaturilor aburului primar și intermediar. Forma de variație a temperaturii metalului SIA, SP, CIP și CMP este dictată de temperatura aburului ce încălzește aceste suprafețe și de debitul aburului.

În fig.3.6 sunt prezentate dilatarea absolută ale carcasa CIP și CMP.

La minutul 40 se aprinde al treilea arzător de gaz, după care se începe aducerea aburului spre circuitul de supraîncălzire intermediară și

Figura 3.3.

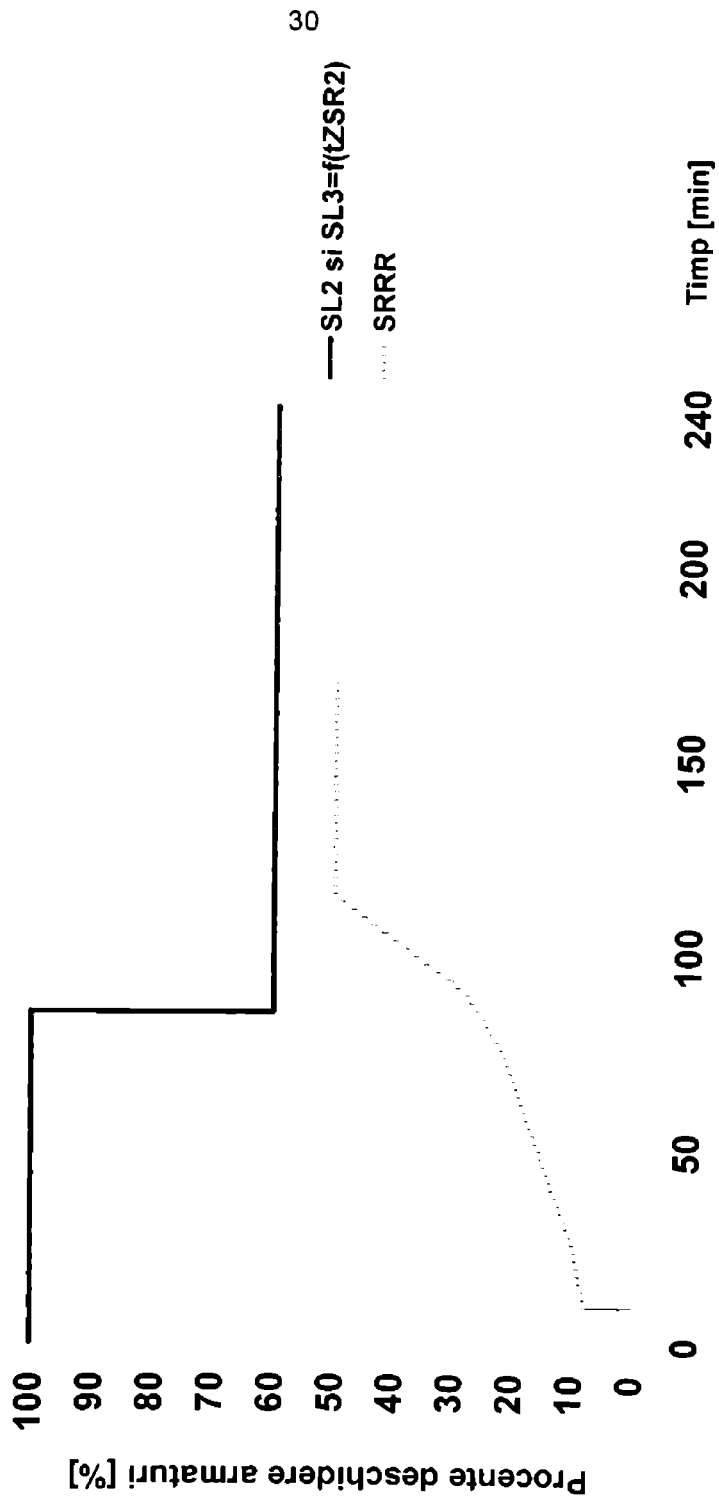


Figura 3.4.

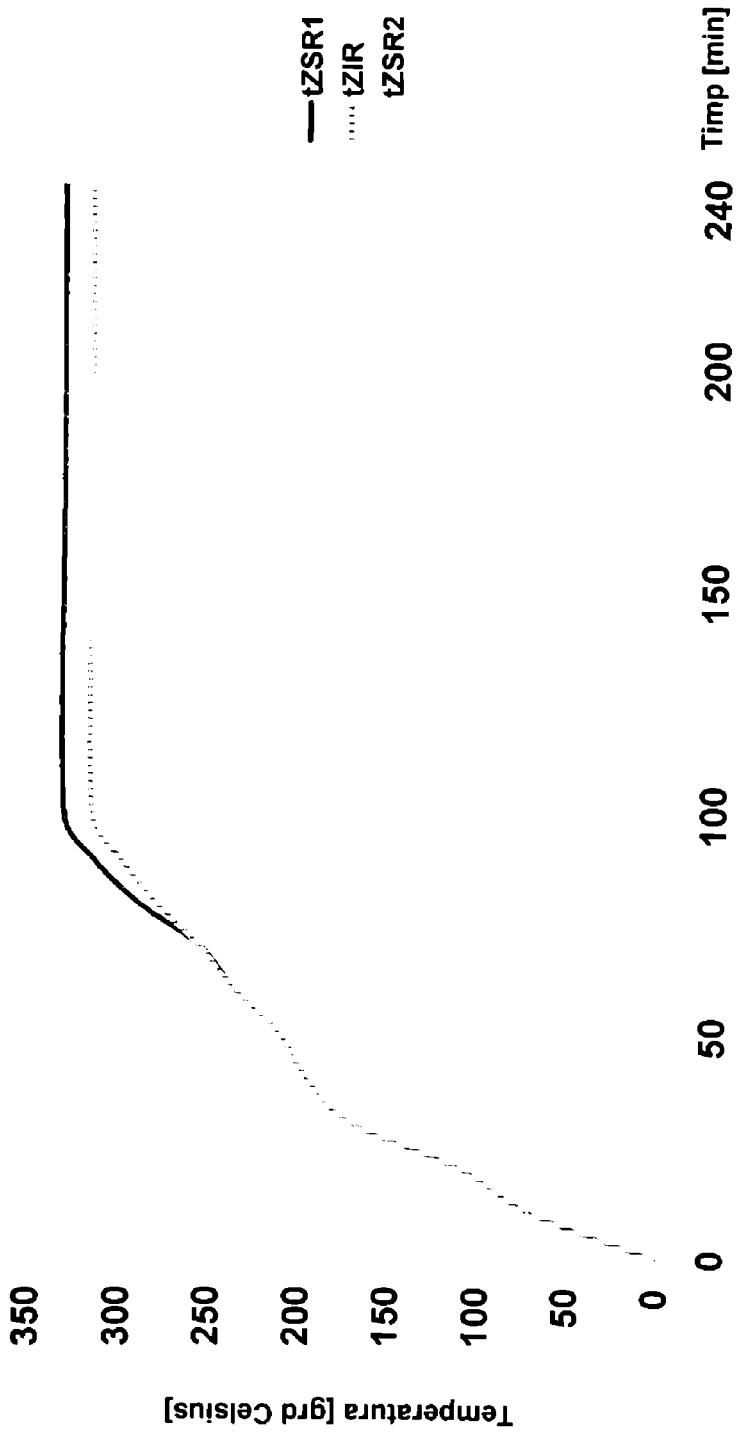


Figura 3.5.

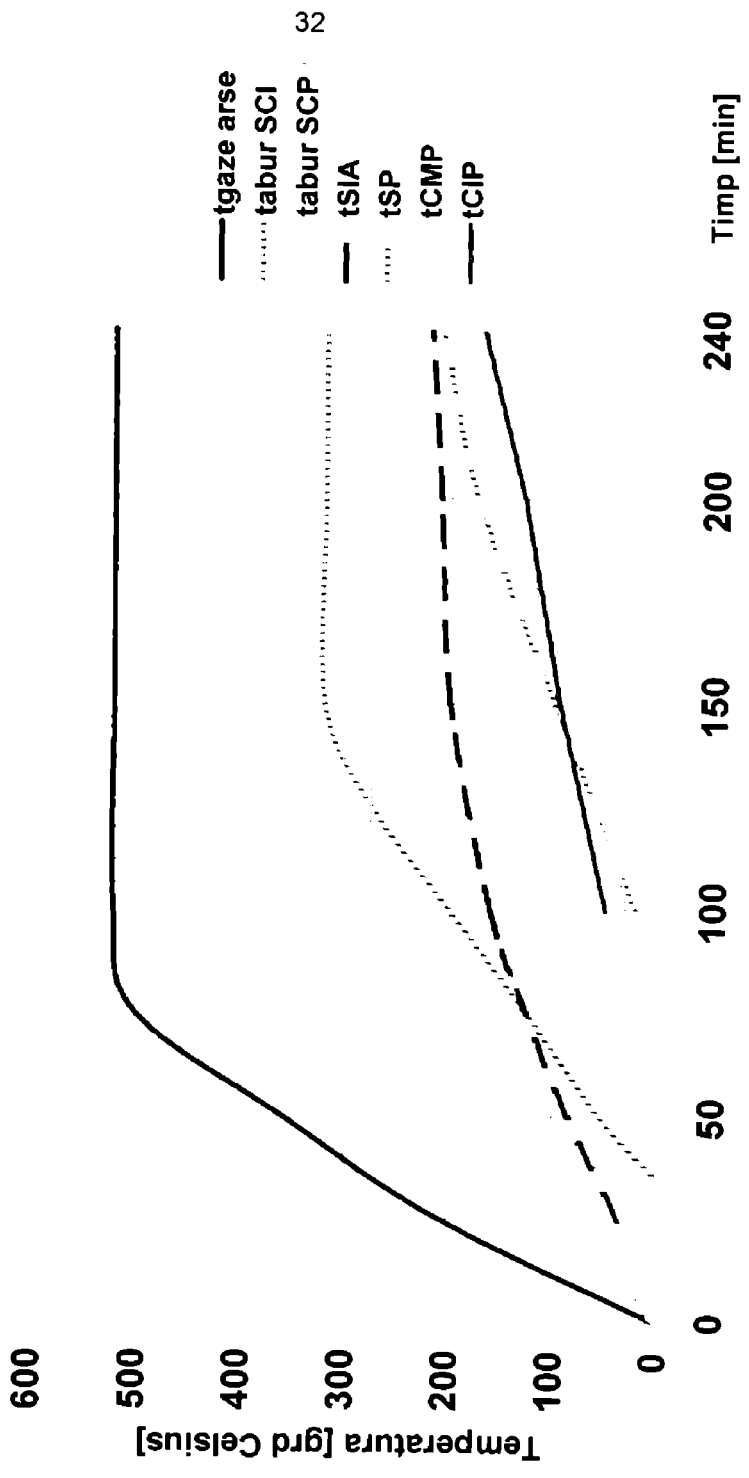
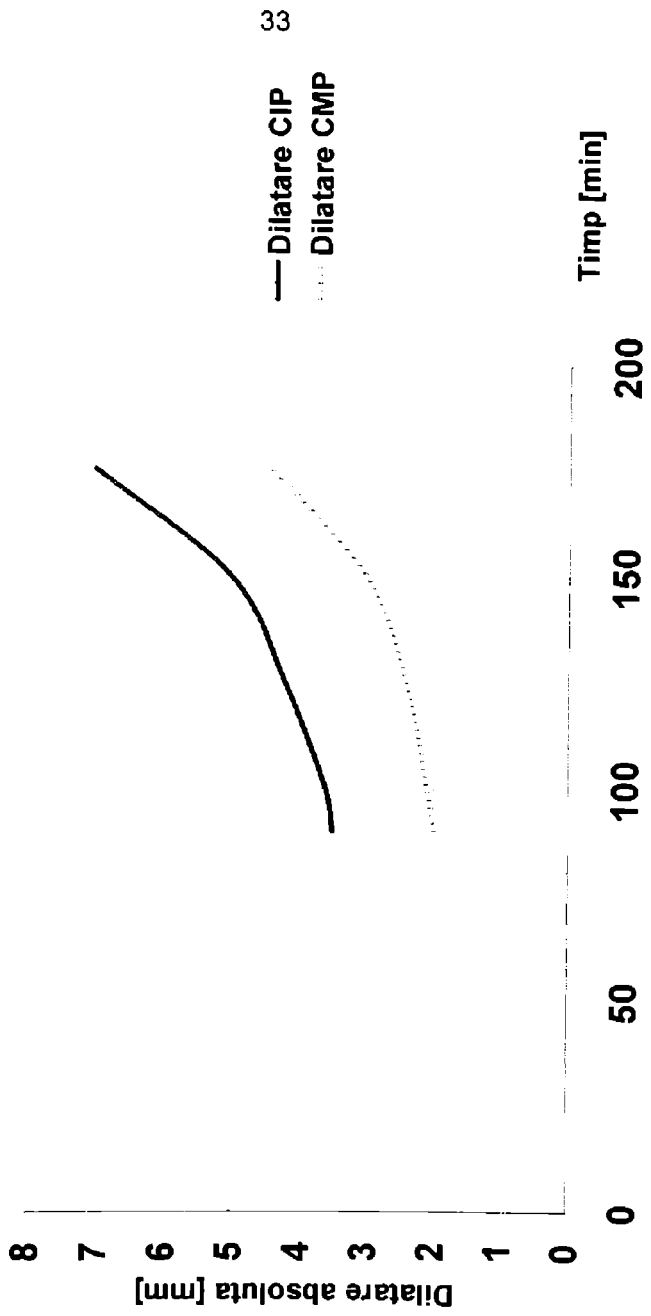


Figura 3.6.



spre flansele și prezoanele turbinei. Aburul pentru racirea circuitului de supraincalzire intermediara se aduce din circuitul primar cu statia de reducere racire de pornire (S.R.R.-P.).

În prima faza aburul este adus în circuitul de supraincalzire intermediara și se drenează în atmosfera timp de 20-30 min, apoi se drenează spre spațiul de vid iar în etapa urmatoare la minutul 90 se deschid vanele de abur cald – VAC 3,4 – spre condensatori. Tot la minutul 90 se începe incalzirea cilindrului de înalta presiune prin partea lui de esapare deschizand progresiv vana de abur rece VAR și a supapelor de protecție și corpului de medie presiune, respectiv deschizand progresiv vanele de abur cald VAC 2.

Curbele de deschidere progresiva pentru VAC 3-4, VAC 2 și pentru by-passul vanei principale de abur VPA 2 cu care se incalzesc supapele de închidere automata și conductele din limita turbinei sunt prezentate în fig. 3.7 .

La minutul 60 sunt conditii pentru a alimenta focarul cazanului cu combustibil solid pentru a se obtine în camera de întoarcere a cazanului o temperatura de 520°C. Aceasta temperatura poate fi atinsa la minutul 90 și este temperatura ce trebuie să fie mentinuta constanta în timpul lansării turbinei. Prin temperatura gazelor arse din camera de întoarcere se controleaza indirect fluxul termic din focar, iar la valoarea acestei temperaturi de 520°C cazanul are asigurat regimul termic oportun pentru lansarea turbinei din stare rece.

Pentru lansarea turbinei cazanul trebuie să mentina pe circuitul primar o presiune de 25 bar și o temperatura de 275°C, temperatura ce se regleaza cu injectia de pornire.

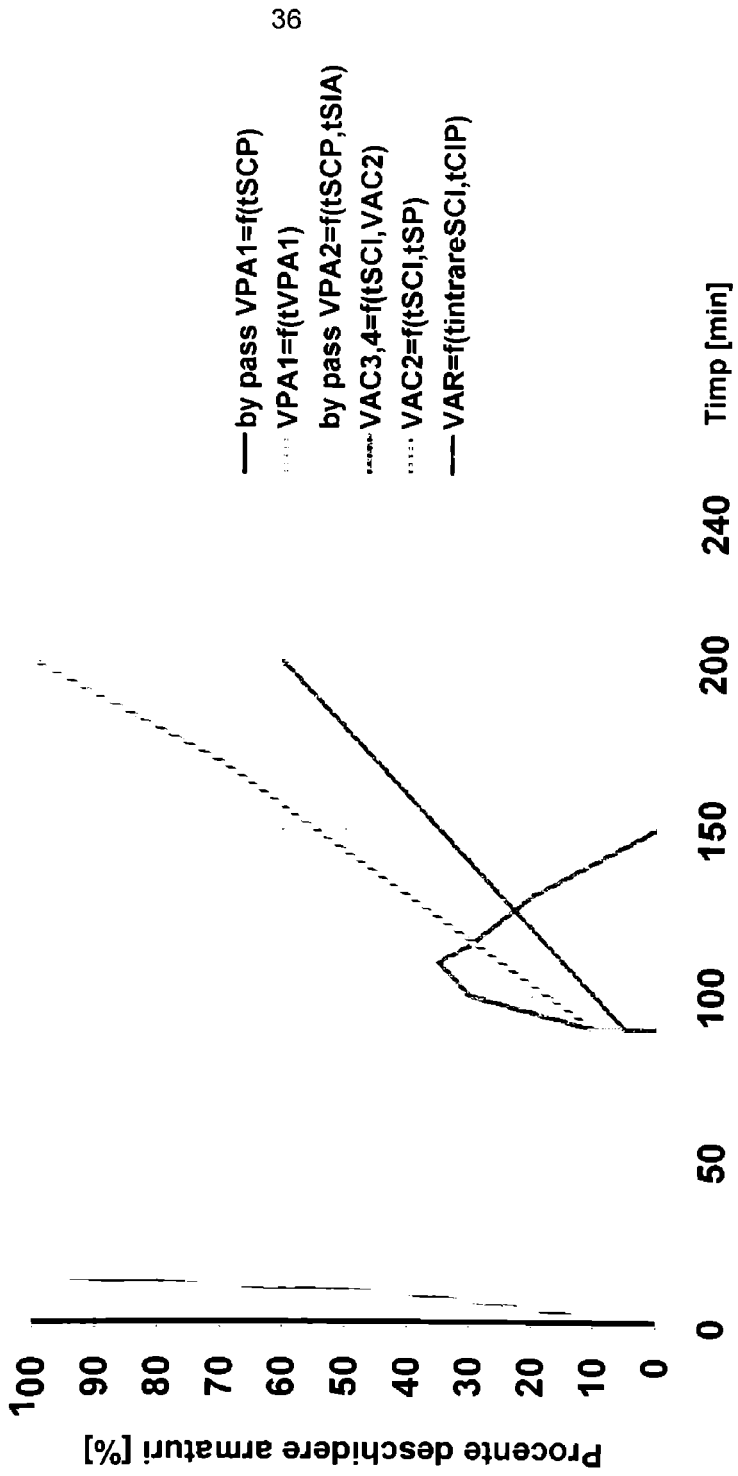
Metalul cilindrului de înalta presiune trebuie adus la o temperatura de 170°C înainte lansării. La minutul 90, $t_{c1P} = 40^{\circ}\text{C}$ urmand ca aceasta să creasca cu 1°C/min datorita admitterii aburului de incalzire prin VAR și la instalatia de incalzire flanse și prezoane.

Diagramele prezentate în fig.3.3, 3.4, 3.5, 3.6 și 3.7 au fost ridicate în urma unor masuratori minutioase pe un numar de 20 porniri și reprezinta o distributie optima a manevrelor în timp și spațiu cu respectarea vitezelor de incalzire prescrise. Datele masurate la cele 20 de porniri sunt ilustrate în tabelele 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5. În general personalul necesar pentru a efectua aceste manevre este de 2-2,5 ori ,mai numeros fata de personalul normat datorita densitatii mari de manevre pe unitatea de timp cat și a gradului scazut de automatizare al manevrelor de pornire.

Diagramele reprezinta o baza de plecare în cazul unei re tehnologizari care și-ar propune pornirea automata a blocului. În diagramele respective sunt reprezentate mediile masuratorilor prezentate în tabele în conditiile

unei distributii judicioase a manevrelor in timp, asigurand siguranta exploatarii. In aceste conditii se atinge o optimizare si se completeaza cu date concrete experienta existenta.

Figura 3.7.



Tabelul 3.1 Deschiderea armaturilor

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate												
	Deschidere SL2 si SL3 [%]				Deschidere SRR-R [%]								
1	100	100	60	60	0	10	16	22	28	50	50	50	50
2	100	100	60	60	0	5	10	20	30	50	50	50	50
3	100	100	60	60	0	10	15	25	30	60	50	50	50
4	100	100	60	60	0	15	17	20	25	50	50	50	50
5	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
6	100	100	60	60	0	12	20	25	30	50	50	50	50
7	100	100	60	60	0	14	20	25	30	50	50	50	50
8	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
9	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
10	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
11	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
12	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
13	100	100	60	60	0	5	10	25	30	50	50	50	50
14	100	100	60	60	0	10	15	20	25	50	50	50	50
15	100	100	60	60	0	10	15	20	30	50	50	50	50
16	100	100	60	60	0	10	15	25	30	50	50	50	50
17	100	100	60	60	0	10	15	20	30	50	50	50	50
18	100	100	60	60	0	10	15	20	30	50	50	50	50
19	100	100	60	60	0	10	15	20	30	50	50	50	50
20	100	100	60	60	0	10	15	20	30	50	50	50	50
Timp [min]	0	80	85	180	10	25	50	75	90	115	140	180	240

Tabelul 3.2 Temperatura aburului la ZSR 1

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate											
	Temperatura la ZSR 1 [°C]											
1	70	110	170	195	210	235	255	290	315	330	330	330
2	65	105	160	190	205	220	245	280	310	330	330	330
3	70	90	170	195	210	235	250	285	310	330	330	330
4	75	115	175	195	215	240	260	295	320	330	330	330
5	70	110	170	200	210	235	255	290	315	330	330	330
6	65	90	165	190	205	230	245	285	310	330	330	330
7	70	110	170	195	215	230	250	290	315	330	330	330
8	70	110	170	195	215	235	255	290	315	330	330	330
9	65	105	165	190	210	235	255	290	315	330	330	330
10	70	115	170	190	210	230	260	295	320	330	330	330
11	75	115	175	195	215	240	260	290	320	330	330	330
12	70	110	170	195	210	235	255	285	315	330	330	330
13	75	115	170	195	215	240	260	295	320	330	330	330
14	70	110	170	195	210	235	250	290	315	330	330	330
15	60	105	160	180	205	225	245	290	315	330	330	330
16	60	100	160	185	200	225	250	290	315	330	330	330
17	70	110	170	195	210	235	255	290	315	330	330	330
18	70	110	170	195	215	240	255	290	315	330	330	330
19	70	110	170	190	210	235	255	285	310	330	330	330
20	70	110	170	190	210	235	255	290	315	330	330	330
t _{min}	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	180	240

Tabelul 3.2 – continuare – Temperatura aburului la ZSR2

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate								
	Temperatura aburului la ZSR 2 [°C]								
1	100	145	175	200	220	230	245	245	245
2	95	140	170	190	215	230	245	245	245
3	100	150	175	200	220	230	245	245	245
4	95	140	170	200	220	230	245	245	245
5	100	150	175	200	220	230	245	245	245
6	105	150	180	205	220	225	245	245	245
7	90	145	175	200	220	230	245	245	245
8	100	150	180	205	225	235	245	245	245
9	95	140	170	200	220	225	245	245	245
10	100	145	175	200	220	230	245	245	245
11	100	150	180	205	220	225	245	245	245
12	100	145	175	200	220	230	245	245	245
13	100	145	175	200	220	230	245	245	245
14	100	145	175	200	220	230	245	245	245
15	105	150	180	200	220	230	245	245	245
16	100	145	175	200	215	225	245	245	245
17	100	145	175	205	225	230	245	245	245
18	100	150	180	205	225	230	245	245	245
19	100	140	170	195	220	225	245	245	245
20	100	145	175	200	220	230	245	245	245
t [min]	40	50	60	70	80	90	100	180	240

Tabelul 3.2 – continuare-Temperatura apei la ZIR

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate											
	Temperatura apei la ZIR [°C]											
1	70	110	170	195	210	235	255	280	300	315	315	315
2	60	100	165	190	210	235	250	280	300	315	315	315
3	70	110	170	190	215	235	255	275	300	315	315	315
4	70	110	165	185	205	230	250	275	300	315	315	315
5	75	115	175	195	215	235	255	280	305	315	315	315
6	70	105	170	190	210	230	250	280	300	315	315	315
7	60	105	165	185	200	230	250	275	295	315	315	315
8	70	110	170	195	210	235	255	280	300	315	315	315
9	80	105	165	185	205	230	250	275	300	315	315	315
10	70	110	170	195	210	235	255	280	300	315	315	315
11	70	110	170	195	210	235	255	280	300	315	315	315
12	65	110	165	190	205	230	250	275	295	315	315	315
13	75	115	175	195	210	235	255	280	300	315	315	315
14	70	110	170	195	210	235	255	280	305	315	315	315
15	70	110	170	190	210	235	250	275	300	315	315	315
16	75	115	170	195	210	235	255	280	300	315	315	315
17	65	110	165	185	205	235	250	280	300	315	315	315
18	70	105	170	190	205	235	255	280	300	315	315	315
19	70	110	170	195	210	235	255	285	300	315	315	315
20	70	110	170	195	215	235	255	280	300	315	315	315
t min	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	180	240

Tabelul 3.3 Temperatura gaze arse

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate						
	Temperatura gaze arse [°C]						
1	210	360	500	520	520	520	520
2	205	350	500	520	520	520	520
3	215	360	505	520	520	520	520
4	210	360	510	520	520	520	520
5	210	360	500	520	520	520	520
6	205	360	505	520	520	520	520
7	210	355	480	520	520	520	520
8	215	365	490	520	520	520	520
9	210	365	485	520	520	520	520
10	210	360	500	520	520	520	520
11	205	355	510	520	520	520	520
12	210	360	500	520	520	520	520
13	215	360	505	520	520	520	520
14	210	360	490	520	520	520	520
15	210	355	505	520	520	520	520
16	205	360	510	520	520	520	520
17	210	360	505	520	520	520	520
18	215	360	505	520	520	520	520
19	210	360	500	520	520	520	520
20	210	360	500	520	520	520	520
Timp [min]	25	50	75	100	150	200	240

Tabelul 3.3 – continuare- Temperatura abur SCI

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate						
	Temperatura abur SCI [°C]						
1	55	125	200	275	320	320	320
2	50	120	195	270	320	320	320
3	50	120	195	275	320	320	320
4	55	130	210	275	320	320	332
5	45	120	190	265	320	320	320
6	55	125	200	270	320	320	320
7	60	130	200	275	320	320	320
8	50	125	190	265	320	320	320
9	55	125	200	275	320	320	332
10	55	130	205	280	320	320	320
11	50	125	200	275	320	320	320
12	50	125	200	275	320	320	320
13	55	120	200	280	320	320	320
14	50	120	200	280	320	320	332
15	55	125	200	275	320	320	320
16	55	125	200	275	320	320	320
17	55	125	200	270	320	320	320
18	60	130	200	275	320	320	320
19	55	125	200	280	320	320	332
20	55	125	200	275	320	320	320
t [min]	50	75	100	125	150	200	240

Tabelul 3.3 – continuare- Temperatura abur la SCP

Nr. Crt.	Denumirea marimii masurate						
	Temperatura abur SCP						
	[°C]						
1	80	190	250	275	275	275	275
2	80	185	250	275	275	275	275
3	75	180	245	275	275	275	275
4	80	190	250	275	275	275	275
5	75	185	245	275	275	275	275
6	80	190	250	275	275	275	275
7	80	190	250	275	275	275	275
8	85	195	255	275	275	275	275
9	80	190	250	275	275	275	275
10	75	185	250	275	275	275	275
11	80	190	245	275	275	275	275
12	80	190	250	275	275	275	275
13	85	195	255	275	275	275	275
14	80	190	245	275	275	275	275
15	85	195	245	275	275	275	275
16	85	190	255	275	275	275	275
17	80	190	250	275	275	275	275
18	80	190	255	275	275	275	275
19	80	185	250	275	275	275	275
20	80	190	250	275	275	275	275
Timp [min]	25	50	75	100	150	200	240

Tabelul 3.3– continuare- Temperatura metal SIA si SP

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate										
	Temperatura metal SIA							Temperatura metal SP			
	[°C]							[°C]			
	35	85	125	160	200	210	220	20	100	175	210
Timp [min]	25	50	75	100	150	200	240	100	150	200	240

Tabelul 3.3 – continuare- Temperatura metalului CMP si CIP

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate							
	Temperatura metal CMP [°C]				Temperatura metal CIP [°C]			
	30	80	150	200	50	95	130	170
Timp [min]	100	150	200	240	100	15	200	240

Tabelul 3.4 Dilatari absolute

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate							
	Dilatarea absoluta CMP [mm]				Dilatarea absoluta CIP [mm]			
	2,1	2,4	3	4,4	3,6	4,2	5	7
Timp [min]	100	125	150	175	100	125	150	175

Tabelul 3.5 Deschiderea armaturilor pe circuitul aburului primar

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate							
	Deschiderea VPA 1 [%]			Deschiderea by-pass VPA2 [%]				
	10	40	100	10	30	70	100	
timp [min]	3	10	15	3	15	25	40	

Tabelul 3.5 – continuare- Deschiderea armaturilor pe circuitul aburului cald

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate									
	Deschiderea VAC 3,4 [%]						Deschiderea VAC 2 [%]			
	10	30	35	30	20	0	10	40	70	100
timp [min]	90	100	110	115	130	150	90	130	170	200

Tabelul 3.5 – continuare- Deschiderea armaturilor pe circuitul aburului rece

Media Celor 20 de masuratori	Denumirea marimii masurate			
	Deschiderea VAR [%]			
	5	25	45	60
timp [min]	90	130	170	200

3.2 Efectuarea probelor complexe cazan-turbina

Blocul energetic fiind pregatit din toate punctele de vedere pentru lansarea turbinei se trece la etapa de probe ale supapelor cazanului pe circuitul primar si pe circuitul de supraincalzire intermediara.

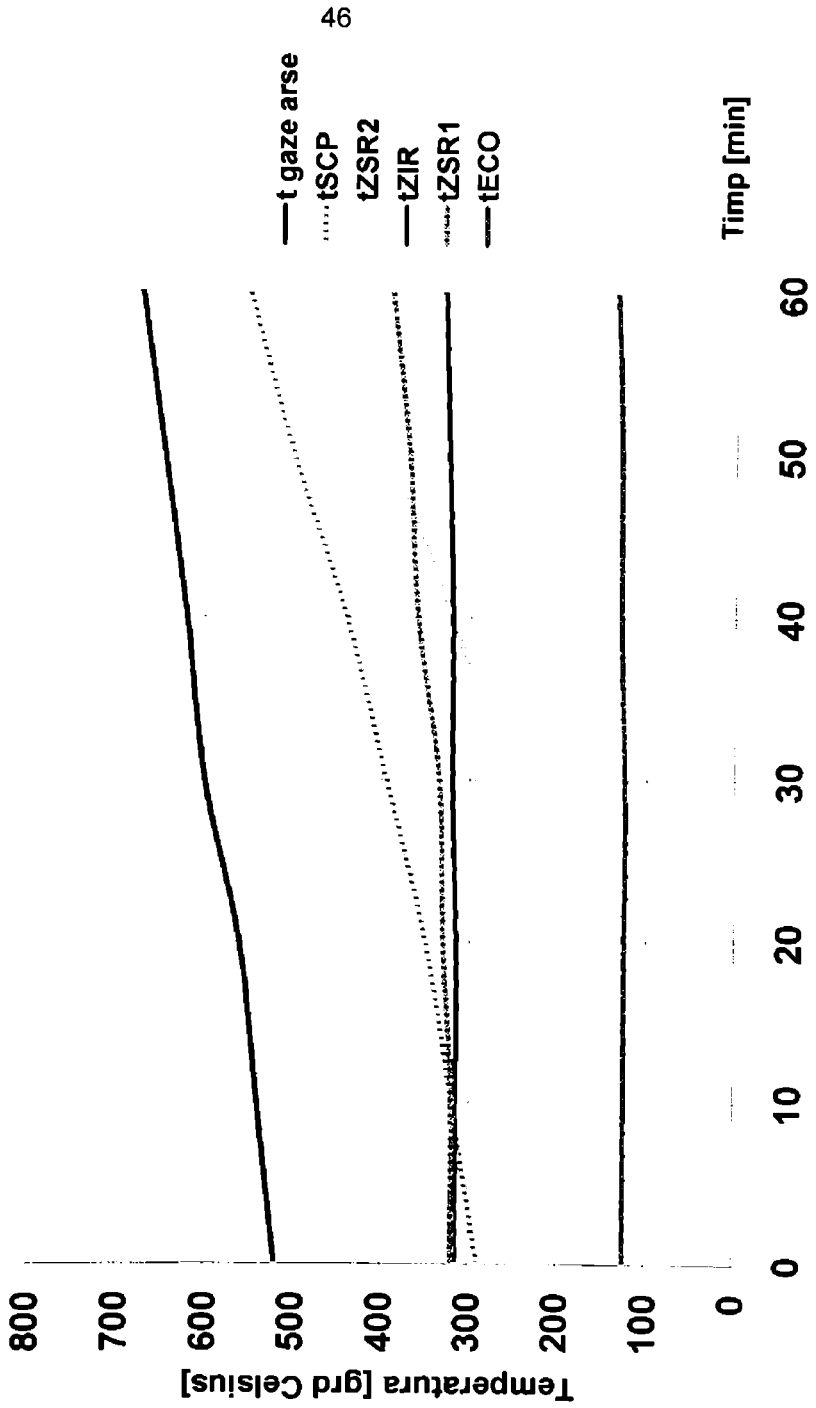
3.2.1. Ridicarea parametrilor pentru efectuarea probelor

Pentru efectuarea probelor supapelor de siguranta ale cazanului este nevoie a se asigura temperarura si presiunea aburului primar si a celui supraincalzit intermediar la valori nominale. Aceste conditii pot fi indeplinite intensificand focul la cazan pana la atingerea unei temperaturi de 670°C a gazelor de ardere in camera de intoarcere a cazanului. Dupa depasirea valorii de 350°C a temperaturii aburului primar si a celui supraincalzit intermediar este interzis a se mai incalzi conductele din limita cilindrului de inalta si medie presiune, a supapelor de inchidere automata si a supapelor de protectie.

In fig. 3.8 sunt prezentate curbele de crestere a temperaturii gazelor de ardere si a temperaturilor apei si aburului pe zone ale cazanului pe parcursul a 60 min cat dureaza atingerea temperaturii si presiunii nominale a aburului pentru incercarea supapelor. Temperaturile apei si aburului sunt masurate imediat dupa zonele respective. In tableul 3.6 sunt prezentate rezultatele ce au sta la baza ridicarii diagramelor din figura 3.8. Aceste masuratori au fost efectuate pentru fiecare grup energetic din S.E. Deva-Mintia cu ocazia pornirii dupa o revizie anuala.

Este de remarcat faptul ca cilindrul corpului de medie presiune numai poate fi incalzit dupa ce temperatura aburului supraincalzit

Figura 3.8.



intermediar a depasit 350°C. In ceea ce priveste cilindrul de inalta presiune acesta poate fi incalzit prin partea de esapare unde temperatura aburului de intrare la supraincalzire intermediara poate fi reglata la valoarea dorita. Incalzirea la flanse si prezoane se scoate din functiune.

Astfel la finele celor 60 de minute se poate ajunge cu temperatura metalului cilindrului de inalta presiune la valoarea de 220°C aspect foarte important care va conduce in final la micsorarea timpului de pornire al blocului.

Tabelul 3.6 Temperaturi gaze arse si abur

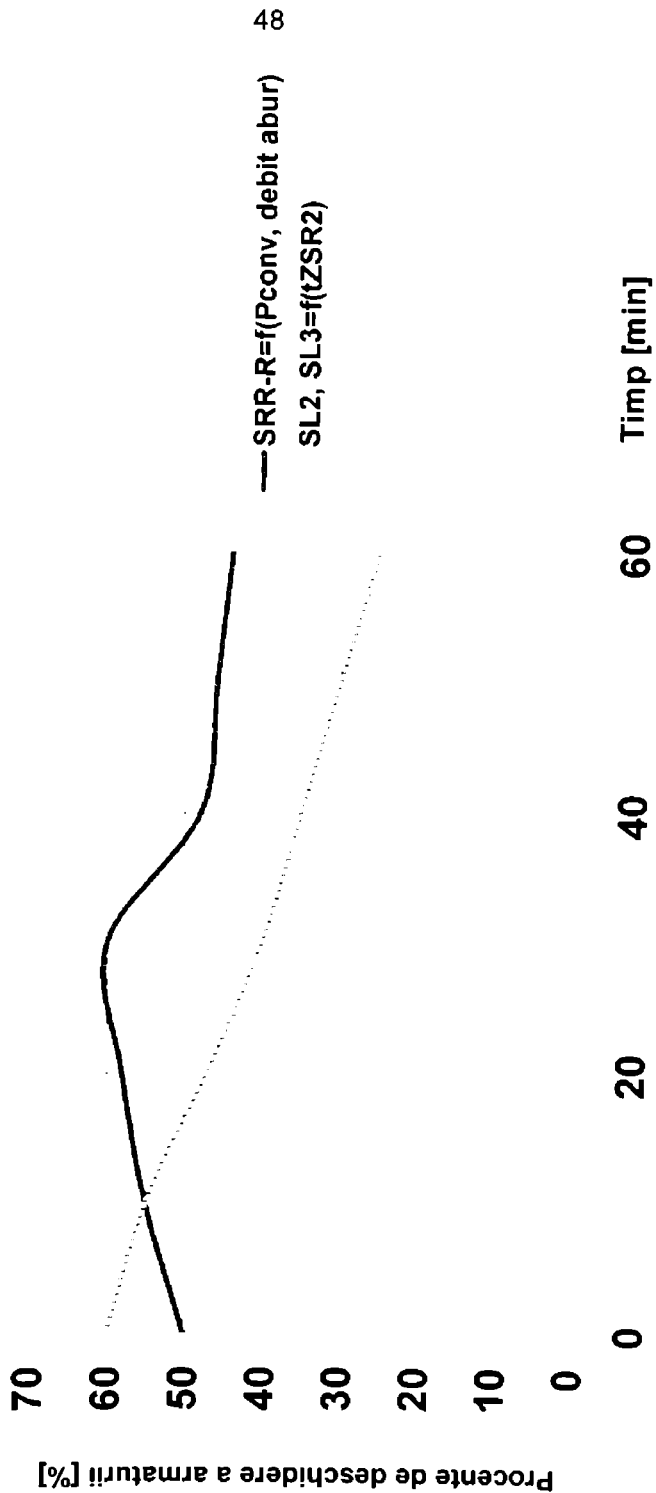
Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]		
	T gaze arse [°C]	T abur SCP [°C]	T abur ZSR 2 [°C]
10	540	320	240
20	560	350	250
30	600	395	270
40	620	440	320
50	645	500	390
60	670	550	420

Tabelul 3.6 - continuare- Temperaturi apa-abur

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]		
	T abur ZIR [°C]	T abur ZSR 2 [°C]	T apa dupa ECO [°C]
10	315	320	125
20	315	330	125
30	320	335	125
40	320	360	130
50	325	370	130
60	330	390	135

In fig.3.9 sunt prezentate curbele de reglare ale statiei de reducere-racire si a linei de pornire prin armaturile SL 2, SL 3 pe parcursul celor 60 de minute. In tabelul 3.7 sunt prezentata mediile a 6 masuratori care au stat la baza ridicarii diagramelor din figura 3.9.

Figura 3.9.



3.2.2. Efecturarea probelor supapelor de siguranta ale cazanului pe circuitul primar si pe circuitul de supraincalzire intermediara

Pe circuitul primar al cazanului exista doua supape de siguranta care trebuie sa deschida la valorile de 147 bar respectiv 151 bar. Incercarea lor se efectueaza regland presiunea cu S.R.R.-R. la valoarea dorita. Se evita esaparea de lunga durata, fenomen ce ar conduce la pierderea parametrilor cazanului. Pe langa aceasta proba mecanica a supapelor mai sunt obligatorii inca doua probe de deschidere a fiecărei supape. Prima deschidere se efectueaza prin impuls electric din camera de comanda comandat manual. Cea de-a doua deschidere este comandata automat prin intermediul unor manometre cu contact. La fiecare deschidere, supapa de siguranta este actionata de o supapa de impuls atat pe circuitul primar cat si pe circuitul secundar al cazanului. In mod normal aceste probe se incheie in 10-15 min.[1].

Pe circuitul de supraincalzire intermediara al cazanului supapele sunt reglate sa lucreze la o valoare de 28-30 bar.

Pentru a putea face incercarea acestor supape se blindeaza legaturile statiei de reducere racire de pornire cu magistrala de 8 bar si se inchid legaturile cu esaparea corpului de inalta presiune si cu admisia in corpul de medie presiune.

Reglarea presiunii se face cu SRR-P pe parte de admisie a aburului in supraincalzirea intermediara respectiv cu VAC 3-4 pe parte de evacuare. Supapele de pe circuitul de supraincalzire intermediara se pot actiona doar mecanic, neavand nici o camanda electrica.

In timpul efectuării probelor supapelor de pe circuitul de supraincalzire intermediara debitul de abur vehiculat prin acest circuit este scazut.

Durata acestor probe in mod normal este de 25 minute structurate pe trei etape. Prima etapa se refera la cresterea presiunii in SCI de la 4-5 bar la 28-30 bar cu o viteza de 3-4 bar/minut. A doua etapa contine probele propriu zise. A treia etapa consta in coborarea presiunii din SCI la 4-5 bar.

Luand in considerare aceste argumente imediat dupa terminarea probelor la supapele de pe circuitul primar se incepe reducerea focului la cazan cu o viteza de 6-7°C/minut a gazelor de ardere in camera de

Tabelul 3.7 Deschidere armaturi

Timp [min]	Denumire marimii masurate [media a 6 masuratori]	
	Deschidere SRR-R [%]	Deschidere SL2, SL3 [%]
10	55	55
20	58	47
30	60	40
40	48	35
50	46	30
60	44	25

intoarcere si 3-4°C/minut a aburului primar, aspecte ce nu se vor răsfrânge asupra temperaturii aburului la iesire din SCI in timpul probarii supapelor de siguranta ale SCI. Totodata se va reduce timpul de pornire al blocului, incepand coborarea parametrilor in acelasi timp cu efectuarea probelor la supapele SCI.

3.2.3. Coborarea parametrilor pentru lansarea turbinei

Aceasta etapa o consideram inceputa imediat dupa incheierea probelor supapelor de siguranta de pe circuitul primar al cazanului. Coborarea parametrilor se efectueaza pana la 520°C temperatura gazelor in camera de intoarcere, 320°C si 25-30 bar pentru aburul primar, 350-370°C si 4-5 bar pentru aburul supraincalzit intermediar. Pe timpul coborarii parametrilor se refac schemele de incalzire a conductelor din limita turbinei, a SIA, SP, a cilindrilor CIP si CMP cu respectarea reguli ca aburul ce curge peste metal sa nu aiba o temperatura mai mare cu peste 100°C fata de cea a metalului.[8]

Timpul total pentru desfasurarea acestor probe complexe cazan-turbina este prezentat mai jos in fig. 3.10

Ridicare parametri	Probe supape SCP	Probe supape SCI	
0	60	70	95
		Coborare parametri	
Timp total [min] →			
0			130

Fig. 3.10 Timpul total pentru probe complexe cazan turbina

Ridicarea diagramelor prezentate sunt fundamentate prin sase masuratori efectuate cate una pentru fiecare bloc energetic existent la termocentrala Deva-Mintia.

3.3 Lansarea turbinei si supraturarea

Inainte de lansarea turbinei este nevoie de un timp de 15 minute pentru uniformizarea si stabilizarea regimului termic al cazanului, conductelor, armaturilor si cilindrilor de inalta si medie presiune ai turbinei. Acest interval de timp este obligatoriu pentru un control riguros al turbinei si al cazanului, lansarea turbinei nefiind permisa dacat intr-un regim stabil de functionare al cazanului.

3.3.1. Lansarea turbinei

Pentru lansarea turbinei se inchide admisia aburului in supraincalzirea intermediara si evacuarea acestuia spre condensatori. Se inchide vana de by-pass VPA2 si se deschid complet VAR si VAC2 .

Avand in vedere ca temperatura metalului CIP este de 220°C se lanseaza cu parametrii aburului primar de 320°C si 25 bar.

Trebuie stiut ca valorile turatiilor critice ale rotoarelor turbinei cuplate intre ele si a rotorului generatorului sunt :

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 1. Prima turatie critica | 1615 rot/min |
| 2. A doua turatie critica | 1857 rot/min |
| 3. A treia turatie critica | 1958 rot/min |
| 4. A patra turatie critica | 2488 rot/min |
| 5. A cincea turatie critica | 4775 rot/min |

În timpul lansării trebuie să se treacă repede peste aceste turatii și este total interzis să se staționeze la aceste turatii deoarece la turatiile critice vibrațiile cresc în mod brusc și periculos.

În cele ce urmează sunt prezentate calitativ etapele parcurse la lansarea turbinei până la atingerea turatiei de 3000 rot/min respectiv încercarea percutoarelor de siguranță și supraturarea turbinei.

Uniformizare și stabilizare regim termic	Manevre pt. a începe lansarea	Lansare de la 0 → 500 rot/min	Palier de încălzire La 500 rot/min	Lansare de la 500 → 1200 rot/min	Palier de încălzire La 1200 rot/min	Lansare de la 1200 → 3000 rot/min	Palier de încălzire La 3000 rot/min	Încercare percutoare și supraturare	
0	15	18	33	48	63	78	88	103	118
timp [min]									

Fig. 3.11 Etapele lansării și supraturării turbinei

Sistemul de reglaj al turatiei turbinei se deschide complet cu valoare de consemn pentru turatie constantă la 500 rot/min. Se admite abur prin by-pass VPA2 astfel ca turatia turbinei să crească lent în 15 min la valoarea de 500 rot/min. În tot acest interval se urmăresc atent vibrațiile, temperaturile și se ascultă turbina.

Urmează o perioadă de palier de turatie de 15 min timp în care turbina se încălzește. Pentru o încălzire uniformă se admite abur la încălzirea flanselor și prezoanelor.

În cazul unei funcționări normale se ridică turatia pe parcursul a 15 min la 1200 rot/min. În cazul unor atingeri este interzis să se ridice turatia înainte de dispariția acestora.

În timpul staționării la 1200 rot/min este necesar să se asigure apă de răcire la racorii de hidrogen ai generatorului și de a regla funcționarea uleiului de etansare a generatorului electric.

Ridicarea turatiei de la 1200 rot/min la 3000 rot/min se execută în 15 minute cu observația că este necesar să se treacă continuu și sigur peste cele 4 turatii critice. La atingerea turatiei de 3000 rot/min se trece alimentarea cu ulei a turbinei pe pompa principală de ulei a turbinei.

În cele 15 minute de funcționare la 3000 rot/min turbina se încălzește uniform datorită debitului mai mare de abur care scaldă carcasa și rotorul.

3.3.2. Incercarea automatelor de siguranta si supraturarea turbinei

Limitatorul de turatie consta dintr-un bolt montat excentric pe arborele turbinei. La turbina de 210 MW de la termocentrala Deva-Mintia sunt montate cate doua bolturi excentrice care declanseaza turbina la o turatie cu 11% (3330 rot/min) respectiv 12% (3360 rot/min) mai mare ca turatia nominala a turbinei.

Fora centrifuga ce actioneaza asupra lui, atata timp cat turatia nu depaseste o anumita limita este echilibrata de forta data de un arc spiral. Cand turatia turbinei atinge limita aleasa forta centrifuga invinge forta din arc si boltul iese din locas si odata miscarea inceputa ea continua pana la capatul cursei de 5 mm.

In functie de excentricitatea e se reprezinta in cele ce urmeaza forta centrifuga C si forta din arc F care se exercita asupra boltului:

$$C = Me \omega^2$$

$$F = F_0 + c(e - e_0)$$

Unde M – masa boltului ; ω - viteza unghiulara a arborelui

F_0 – forta initiala din arc; c - constanta arcului

e_0 – excentricitatea initiala in stare de repaus

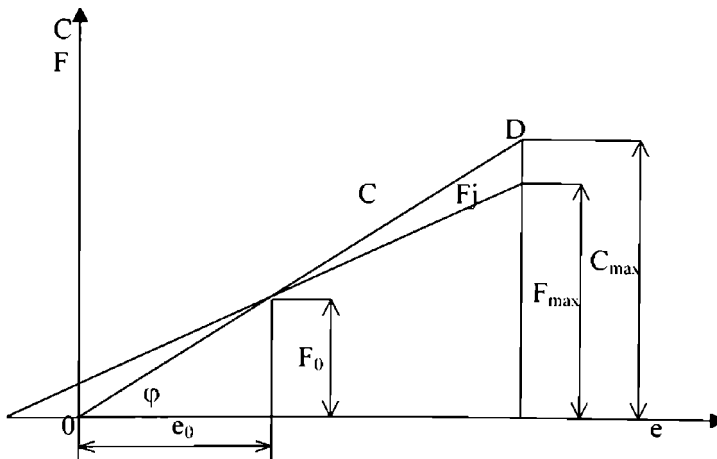


Fig. 3.12 Diagrama forțelor exercitate asupra boltului excentric

$$\operatorname{tg} \varphi = M \omega^2$$

In momentul declansarii $e = e_0$ si $F_0 = C$

$$F_0 = Me_0\omega_d^2 \text{ de unde rezulta } F_0$$

Dupa declansare $F_{\max} = F_0 + c(e_{\max} - e_0)$

$$C_{\max} = Me_{\max}\omega_d^2$$

Pentru ca prin izbire de clichet masa sa nu revina in locas, ci sa se mentina in pozitia sa extrema se ia $F_{\max} \cong 0,65C_{\max}$

Acum se poate calcula constanta arcului.

Masa revine in locas la viteza unghiulara de revenire ω_r cand :

$$Me_{\max}\omega_r^2 = F_{\max}$$

La turbina aflata in dicutie ω_r corespunde turatiei de 3000 rot/min .

In fig. 3.13 sunt prezentate cele doua limitatoare de turatie.

Pentru a se evita intepenirea boltului respectiv el trebuie declansat din 6 in 6 luni si o data la 12 luni turbina trebuie supraturata pentru a obtine autorizatie de functionare.

La o turatie de 2950 rot/min ± 50 rot/min se face incercarea cu ulei a limitatoarelor de turatie care trebuie sa declanseze turbina in caz in care acestea se considera corect ajustate.

Prin diuza 5 se aduce ulei in spatiul inelar 6 de unde prin canalele 7 uleiul ajunge in spatele boltului si mareste excentricitatea blotului pana la limita de declansare. Boltul loveste tija 11 care actioneaza asupra blocului sertaraselor regulatorului de viteza care descarca rapid uleiul de forta din sistemul de reglaj al turbinei inchizand instantaneu sistemul de reglaj, supapele cu inchidere automata si supapele de protectie. Se inchide imediat uleiul spre diuza 5 si in 15-20 secunde se revine la schema anterioara de functionare.

Limitatoarele de turatie se incearca pe rand. Prin sistemul de parghii incepand cu rola 13 si pana la pistonasul 14 avem un control vizual al boltului excentric.

Prin orificiile 8 cu $\phi = 1$ mm se asigura drenarea uleiului din spatele boltului excentric.

Prin deplasarea in lungul axei arborelui turbinei a bratelor 11 se poate executa incercarea limitatoarelor de turatie pe semnalizare fara declansarea turbinei. Prin alegerea solutiei constructive limitatoarele de turatie nu pot fi scoase pe semnalizare deodata ci numai unul cate unul.

Supraturarea turbinei se executa cu ambele limitatoare de turatie in pozitia de lucru si cu capacul de protectie scos de pe butonul local de oprire a turbinei. Dupa ce a functionat primul limitator acesta se scoate pe pozitia semnalizare si se incearca al doilea limitator. Cresterea turatiei la turbina la valoarea de 3380 rot/min impune declansarea imediata. Dupa efectuarea supraturarii limitatoarele de turatie se lasa pe pozitia de lucru. Dupa fiecare

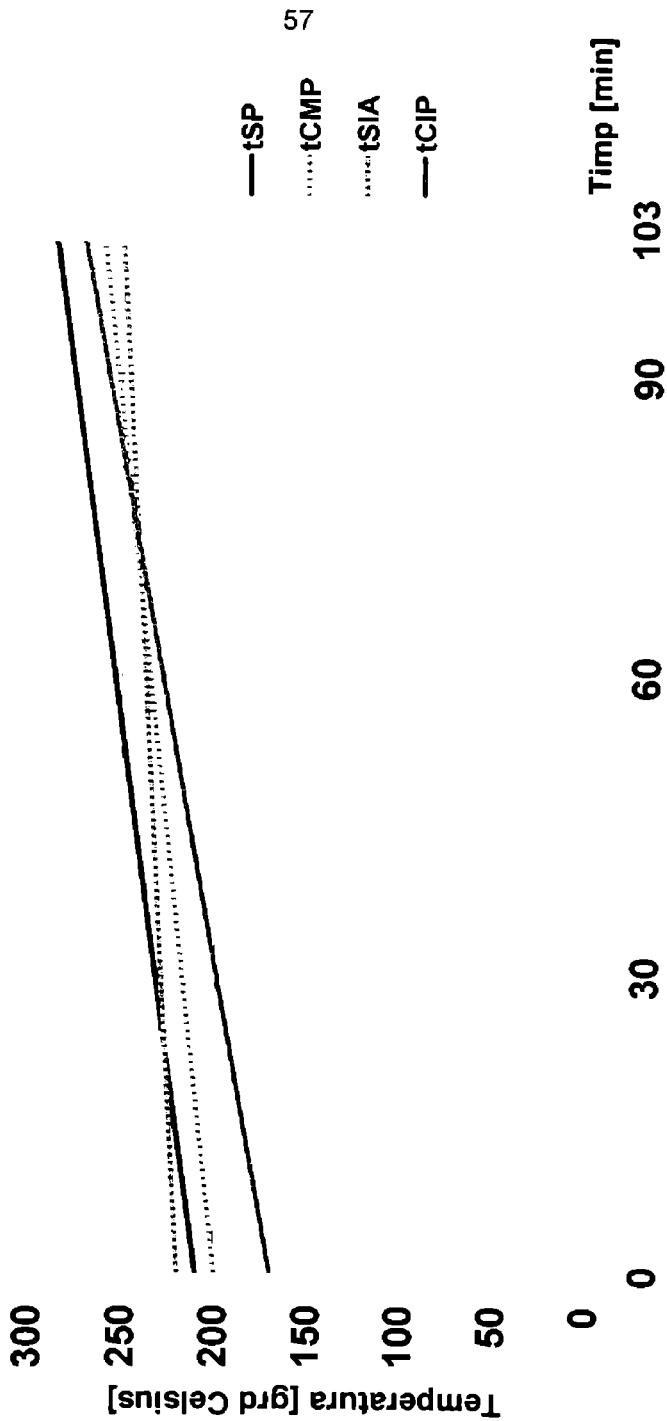
supraturare turbina se asculta atent si se verifica toti parametrii de functionare.

In fig.3.14 sunt prezentate evolutiile temperaturilor la metalul carcaselor CIP, CMP si la metalul SIA si SP ca rezultat a sase masuratori de pornire cu supraturare a turbinei. Aceleasi date sunt prezentate in tabelul 3.8.

Tabelul 3.8 Temperaturi metal

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]			
	T metal SP [°C]	T metal SIA [°C]	T metal CMP [°C]	T metal CIP [°C]
30	225	225	215	180
60	245	235	235	220
90	270	245	250	255
103	285	250	260	270

Figura 3.14.



3.3.3. Introducerea unui palier de lansare a turbinei la 2200 rot/min

In urma masuratorilor de vibratii efectuate la 500 rot/min, 1200 rot/min, 2200 rot/min s-a constatat o functionare cu vibratii scazute la palierul de 2200 rot/min. Avand in vedere ca in timpul lansarii un palier de 2200 rot/min avantajeaza turbina din punct de vedere termic, cat si durata indelungata de serviciu a turbinelor de la S.E. Deva-Mintia am propus si s-a acceptat ca incepand cu 1997 sa se foloseasca si acest palier de lansare.

Turatia de 2200 rot/min este suficient de departe fata de diapazonul al treilea 1958 rot/min si fata de diapazonul al patrulea 2488 rot/min.

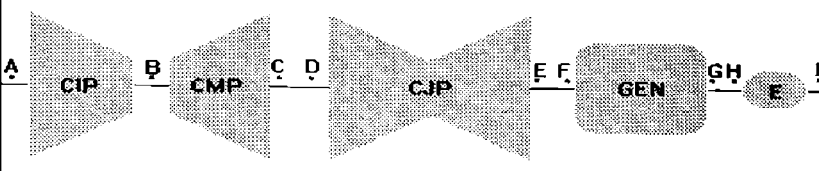
Palierul de 2200 rot/min ajuta in cazul necesitatii echilibrarii unei turbine la fata locului.

In tabelele 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 se prezinta media masuratorilor de vibratii ale turbinei pentru palierile de 500, 1200, 2200, 3000 rot/min efectuate la sase turbine diferite pentru porniri din stare rece.

Tabelul 3.9 Nivelul vibrațiilor turbinei la 500 rot/min

Instalația:		Turatie: 500 rot/min		Param.: t CIP = 170 C			
Nivel vibrație admisibilă:		BL = 4,5 mm/s		A.F. = 1,9 mm/s			
Masuratorile sau facut cu analizorul de vibrații BRUEL & KJAER tip 2512							
Poz. accelerometru		B.L.		Analiza de frecvență		Obs	μm_{vv}
Lagăr	V/O/A	mm/s	mm/s(50)	mm/s(100)	mm/s(150)		
A	V	0,6					3,6
	O	0,4					5,4
	A	0,3					2,7
B	V	0					0
	O	0					0
	A	0					0
C	V	1,1					8,3
	O	0,8					6,2
	A	0,6					5,8
D	V	0,1					6,5
	O	1					7,6
	A	0,8					6,5
E	V	1,2					10,5
	O	0,8					8,1
	A	0,6					7
F	V	0,1					8,5
	O	0,6					12,2
	A	0,5					10,1
G	V	2,7	1,1				20,4
	O	2,5	1,9				18,3
	A	2,3	0,8				16,1
H	V	0,6					12,3
	O	0,4					9,6
	A	0,3					4,1
I	V	0,6					6,3
	O	0,2					5,1
	A	0,4					6

Tabelul 3.10 Nivelul de vibrații al turbinei la 1200 rot/min

Instalația:		Turație: 1200 rot/min	Param.: 1 CIP = 180 C				
Nivel vibrație admisibilă:		B.L. = 4,5 mm/s		A.F. = 1,9 mm/s			
							
Masuratorile sau facut cu analizorul de vibrații BRUEL & KJAER tip 2512							
Poz. accelerometru		B.L.		Analiza de frecvență			
Lagăr	V/O/A	mm/s	mm/s(50)	mm/s(100)	mm/s(150)	Obs	μm_{vv}
A	V	0,6					6,8
	O	0,7					12,1
	A	0,4					3,6
B	V	0,1					1,8
	O	0,3					3,8
	A	0,3					3,6
C	V	2,2					12,1
	O	2,2					7,2
	A	1,5					6,4
D	V	2,8					12,1
	O	1,2					8,1
	A	1,6					11,2
E	V	2,1					10,1
	O	0,6					8,1
	A	1,2					6,3
F	V	1,3					5,8
	O	2,3					12,1
	A	2,3					14,2
G	V	1,7					16,2
	O	1,5					6,2
	A	1,8					8,7
H	V	1,6					9,8
	O	1,5					7,4
	A	1,8					8,5
I	V	2,3					16,2
	O	1,3					12,1
	A	0,7					11,1

Tabelul 3.11 Nivelul de vibrații al turbinei la 2200 rot/min

Instalația:		Turație: 2200 rot/min	Param.: t CIP = 220 C				
Nivel vibrație admisibilă:		B.L. = 4,5 mm/s	A.F. = 1,9 mm/s				
Masuratorile sau facut cu analizorul de vibrații BRUEL & KJAER tip 2512							
Poz. accelerometru		B.L.	Analiza de frecvență				
Lagăr	V/O/A	mm/s	mm/s(50)	mm/s(100)	mm/s(150)	Obs	μm_{v}
A	V	0,4					3,6
	O	0,2					2,8
	A	0,3					3,2
B	V	0,2					6,1
	O	0,1					1,6
	A	0,3					2,3
C	V	0,9					3,6
	O	0,8					4
	A	1,1					3,5
D	V	1,2					2,8
	O	0,6					2,2
	A	0,5					1,8
E	V	0,6					4,6
	O	0,4					3,2
	A	0,8					7,1
F	V	1					6,3
	O	1,5					4,2
	A	0,8					3,2
G	V	0,9					5,1
	O	0,8					3,4
	A	1					2,8
H	V	1,1					11,1
	O	0,6					0,8
	A	0,2					2,6
I	V	1,8					4,5
	O	1,2					6,7
	A	0,8					7,1

Tabelul 3.12 Nivelul de vibrații al turbinei la 3000 rot/min

Instalația:		Turatic: 3000 rot/min		Param.: t CIP= 210 C			
Nivel vibrație admisibilă:		B.L. = 4,5 mm/s		A.F. = 1,9 mm/s			
Masuratorile sau facut cu analizorul de vibrații BRUEL & KJAER tip 2512							
Poz. accelerometru		B.L.		Analiza de frecvență			
Lagăr	V/O/A	mm/s	mm/s(50)	mm/s(100)	mm/s(150)	Obs	μm_v
A	V	0,5	0,4				3,6
	O	0,6	0,4				3,6
	A	0,2	0,4				1,8
B	V	0,7	0,4				3,6
	O	1,3	0,7				6,3
	A	0,3	0,1				0,1
C	V	2,9	1,1				17,1
	O	2	0,6				7,2
	A	1,2	0,4				7,2
D	V	1,8	0				2,5
	O	1,9	0				3,6
	A	1,6	0				18,9
E	V	1,5	0,3				14,3
	O	1,6	0,4				8,1
	A	1,8	0,6				15,2
F	V	1,2	0,3				12,1
	O	1,9	0				16,2
	A	1,6	0,4				18,3
G	V	2,1	0,1				14,2
	O	1,6	0,1				10,1
	A	1,2	0				8,2
H	V	2,4	0				14,1
	O	3,2	0				16,1
	A	1,8	0				18,5
I	V	3,1	1,4				12,6
	O	2,1	1,1				9,9
	A	4,1	2,6				20,1

3.3.4. Evitarea incovoierii rotorului turbinei

3.3.4.1. Generalitati despre incovoierea rotorului turbinei

Problematika evitarii incovoierii rotorului turbinei este foarte importanta si complexa. In sistemul energetic national au existat nu putine cazuri cand din cauza incovoierii rotorului au fost indisponibilizate blocuri energetice cu stationari de multe luni de zile si de multe ori cu rotoare care nu au mai putut fi folosite.

Semnul aparitiei incovoierii arborelui, la turbine in functiune, este aparitia vibratiei care se mareste o data cu cresterea incovoierii si cu marirea numarului de rotatii. In cazul unei incovoieri destul de mari, ca efect al incalzirii arborelui (incovoiere termica) si in cazul atingerii arborelui de etansari, de corp sau de crestele aparatorului de ulei al lagarului, vibratia creste rapid, pana la valori enorme. Aceasta incovoiere poate sa creasca rapid in cazul atingerii si sa fie insotita de lovituri bruste tot ca rezultat al atingerii.

Cauzele incovoierii arborelui pot fi :

1. Socul hidraulic;
2. Tensiunile remanente, interne in arbore din cauza tratarii lui termice gresite, la uzina producatoare. Aceste tensiuni apar la incalzirea arborelui pana la temperatura normala de functionare si anume chiar la prima pornire. Tensiunile pot creste treptat in cursul primilor ani de exploatare cand sub influenta incalzirilor periodice ale rotorului se reduc si se stabilizeaza.
3. Aparitia dezechilibrului in rotor ca rezultat al ruperii paletelor. In acest caz, aparitia incovoierii rotorului si vibratiile lui se produc in acelasi timp cu ruperea paletelor.
4. Insuficienta jocurilor axiale intre butucii discurilor si bucese. In acest caz, incovoierea rotorului si vibratia apar la o temperatura determinata a rotorului si mai adesea la pornirea turbinei sau in timpul punerii ei sub sarcina dupa reparatie.
5. Incovoierea termica a rotorului dupa oprirea turbinei, daca pornirea si punerea sub sarcina au fost efectuate fara o incalzire preliminara suficienta la o turatie mica. Atingerile arborelui incovoiat de labirintii corpului masinii si ai diaframelor reprezinta cel mai mare pericol. Arborele se incovoiaie suplimentar drept rezultat al incalzirii unilaterale locale, intrucat in timpul incalzirii din cauza atingerii fibrele arborelui tind sa se dilate. Dilatarea completa a fibrelor arborelui este impiedicata de rigiditatea arborelui, si astfel apar in fibrele incalzite tensiuni provocate de compresiune.

Daca turbina in timpul aparitiei unei astfel de atingeri nu va fi oprita repede, atunci in locul atingerii va apare o incalzire excesiva a arborelui. Datorita acestui fapt tensiunile de compresiune din fibre se vor gasi dincolo de limita de curgere a metalului incalzit si fibrele se vor deforma.

In acest caz in timpul racirii, incovoierea arborelui din cauza actiunii de "strangere" a fibrelor scurtate (cele care nu au avut frecari) are directie inversa curburii initiale, iar locurile cu frecari se gasesc pe partea concava a arborelui.[2]

Pentru evitarea incovoierii arborelui se aplica patru categorii de masuri :

1. Executarea reparatiilor la timp cu respectarea stricta a jocurilor si strangerilor prescrise in pasaportul turbinei.
2. Respectarea regulilor normale de pornire si punere sub sarcina a turbinei, acelasi lucru ramanand valabil si la oprirea turbinei.
3. Oprirea oportuna a turbinei in cazul aparitiei atingerilor sau vibratiilor.
4. Verificarea regulata a marimii incovoierii remanente si consemnarea acesteia la fiecare pornire si oprire.

La noi in tara daca s-a ajuns la o incovoiere a arborelui, de regula s-a luat masura demontarii turbinei dupa care s-a incercat indreptarea termica a arborelui cu o tratare termica preliminara si ulterioara. Apoi locurile deteriorate ale arborelui s-au strunjit dupa necesitate, iar in cazul cand in urma verificarii cu comparatorul este necesar, s-a executat o indreptare si tratare termica complementara.

3.3.4.2. Indreptarea rotorului turbinei fara demontarea turbinei la turatii scazute

In cazul incovoierii rotorului turbinei din cauza socului hidraulic, a tensiunilor remanente interne in arbore datorita tratarii termice gresite la uzina producatoare, a atingerilor in partea statorica si pornirilor incorecte se poate aplica indreptarea rotorului la turatii scazute.

Indreptarea rotorului turbinei se executa prin prelungirea perioadei de incalzire a acestuia reusind uniformizarea temperaturii fibrelor rotorului. Se presupune ca nu a fost depasita limita de curgere a materialului rotorului.

Pentru indreptarea rotorului turbinei carcasa trebuie sa fie la o temperatura mai mare de 170°C. Consideram ca arborele incovoiat este rezemat pe doua lagare radiale A si B, iar in punctul C avem posibilitatea sa masuram incovoierea, asa cum este prezentata in fig. 3.15.

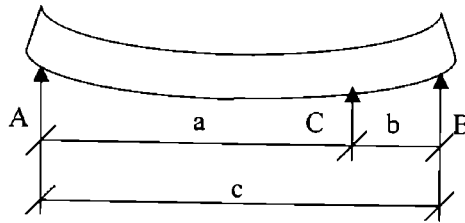


Fig. 3.15 Arbore incovoiat

In continuare sunt prezentate doua exemple de indreptare a rotorului turbinei.

Exemplul 1.

Date initiale :

In urma pornirii turbinei dupa reparatia capitala la turatia de 1000 rot/min apar vibratii nepermise care se amplifica. Turbina este oprita imediat. Se constata la rotirea cu virorul o incovoierie in punctul C de 3,5 mm. Se precizeaza ca $a = 4680$, $b = 460$, $c = 5140$

Cauza incovoierii a fost atingerea rotorului de labirinti.

In tabelul 3.13 sunt consemnate etapele de indreptare, durata lor, turatia de invartire a rotorului, evolutia incovoierii masurate in punctul C.

Dupa ce incovoieria masurata in punctul C a ajuns la limita admisa de furnizor s-a procedat la o crestere lenta de turatie pana la valoarea de 3000 rot/min.

Exemplul 2

Date initiale :

In urma opriri turbinei s-a constatat, dupa 65 ore de la oprirea blocului, o incovoierie in punctul C de 0,16 mm fata de 0,07 mm valoarea maxima admisa. Temperatura metalului cilindrului turbinei era de 180°C . Se precizeaza ca $a = 4680$, $b = 460$, $c = 5140$

Cauza incovoierii a fost fie rotirea incorecta a rotorului cu virorul dupa oprire, fie patrunderea accidentala a emulsiei apa-abur in cilindrul turbinei dupa oprire, neputandu-se stabili cu exactitate care din cele 2 motive au dus la incovoieria rotorului

In tabelul 3.14 sunt consemnate etapele de indreptare, durata lor, turatia de invartire a rotorului evolutia incovoierii masurata in punctul C.

Este de remarcat faptul ca dupa indreptarea celor doi rotorii turbinele respective au avut o functionare normala si de lunga durata. Acest procedeu de indreptare a arborilor turbinei fara demontare este demn de luat in considerare deoarece prezinta avantaje economice deosebite.

Tabelul 3.13 Etapele de indreptare ale rotorului exemplul 1

Nr. crt.	Interval de timp [min]	Evolutie incovoiere [mm]	Turatie de invartire rotor [rot/min]
1	60	3,5→0,4	3,4
2	60	0,4→0,2	200
3	30	0,2→0,18	stationare cu fibra intinsa in partea inferioara
4	20	-	200
5	20	-	400
6	60	-	500
7	10	0,12	3,4
8	30	0,12→0,11	stationare cu fibra intinsa in partea inferioara
9	10	-	200
10	10	-	400
11	20	-	500
12	10	-	600
13	10	-	700
14	10	-	800
15	10	-	900
16	10	-	1000
17	60	-	1200
18	30	0,09	3,4
19	30	0,04	stationare cu fibra intinsa in partea inferioara
20	15	-	500
21	15	-	1200
22	60	-	2200
23	30	0,07	3,4
24	30	-	500
25	30	-	1200
26	30	-	2200
27	60	-	3000

Tabelul 3.14 Etapele de îndreptare ale rotorului – exemplul 2

Nr. Crt.	Intervalul de timp [min]	Evoluția încovoierii [mm]	Turația de învârtire rotor [rot/min]
1	120	0,16→0,12	3,4
2	30	-	stationare cu fibra întinsă în partea inferioară
3	120	0,12→0,11	3,4
4	30	-	stationare cu fibra întinsă în partea inferioară
5	120	0,11→0,10	3,4
6	240	-	stationare cu fibra întinsă în partea inferioară
7	240	0,09→0,07	3,4

Obs : La primele 5 manevre instalația de formare a vidului era în funcțiune și s-a dat abur la etansările terminale.

La următoarele manevre instalația de formare a vidului s-a oprit iar temperatura cilindrului turbinei era sub 170°C.

3.4 Funcționarea turbinei și cazanului cu parametrii alunecatori pe timpul efectuării probelor electrice

Din practica exploatarei se considera un interval de trei ore necesar pentru efectuarea probelor electrice.

În acest interval de timp cazanul funcționează cu parametrii alunecatori pentru a încălzi conductele de legătură cu turbina și turbina propriu zisă. Măsurătorile au fost inițiate de autorul tezei de doctorat în scopul reducerii timpului total de punere în funcțiune a blocului din stare rece. Pe timpul probelor electrice se urmărește încălzirea metalului turbinei și ridicarea parametrilor cazanului, ceea ce conduce la scurtarea timpilor de pornire. Prin distribuirea judicioasă în timp a manevrelor și măsurilor luate

se obtine functionarea in siguranta a blocului energetic. Toate aceste masuri ofera prin ansamblul lor un optim de functionare a turbinei si cazanului cu parametrii alunecatori.

In figura 3.15 sunt prezentate curbele de variatie a temperaturilor de gaze arse, a temperaturilor cilindrilor de inalta si medie presiune, a temperaturilor SIA si SP si temperaturilor pe zonele cazanului. Temperatura gazelor arse s-a masurat in camera de intoarcere, iar temperaturile t_{SCT} , t_{SCP} sunt masurate dupa suprafetele de schimb de caldura respective. Temperaturile metalului t_{CIP} si t_{CMP} sunt masurate in zonele de reglaj ale cilindrilor de medie si inalta presiune.

Ridicarea diagramelor din figurile 3.15 si 3.16 au la baza sase seturi de masuratori efectuate in timpul pomirilor dupa revizii anuale cate una pentru fiecare grup existent la S.E. Deva-Mintia. Pentru fiecare marime s-a reprezentat grafic media celor 6 masuratori.

In fig. 3.16 sunt prezentate procentele de deschidere pentru SL2, SL3 si SRR-R.

Din figura 3.15 se observa ca temperatura gazelor arse ajunge la valoarea de 670°C in momentul incheierii probelor electrice, ceea ce inseamna ca prin prisma fluxului termic din focar cazanul este pregatit pentru functionare in strabatere fortata. Se observa ca t_{SCP} si t_{SCT} prin alura lor crescatoare au permis incalzirea SIA, SP si a cilindrilor CIP si CMP la valori ce permit si din punct de vedere al turbinei functionarea cazanului in strabatere fortata.

In cazul unui astfel de mers in gol de lunga durata se observa ridicarea temperaturii in partea finala a turbinei determinata de aburul emis.

Cand aceasta temperaturra este mai mare decat cea admisa pot avea loc atingeri in labirinti ceea ce va conduce apoi la inrautatirea functionarii garniturii terminale de etansare, la un consum mai mare de abur pentru etansari, la umezirea uleiului prin patrunderea aburului in carterul lagarului.

Punctul fix al turbinei este amplasat cu 500 mm spre corpul de medie presiune fata de axa de simetrie transversala a corpului de joasa presiune.

Figura 3.15.

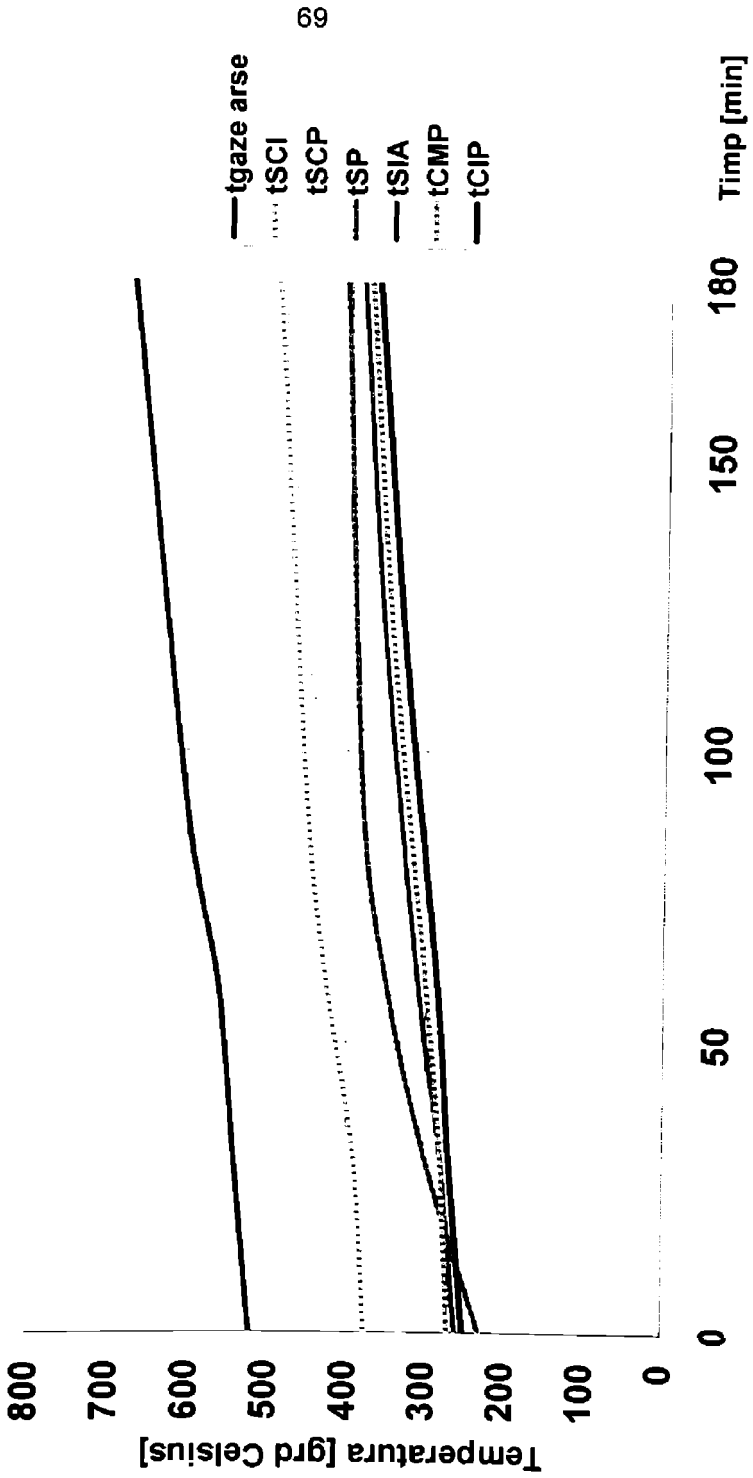
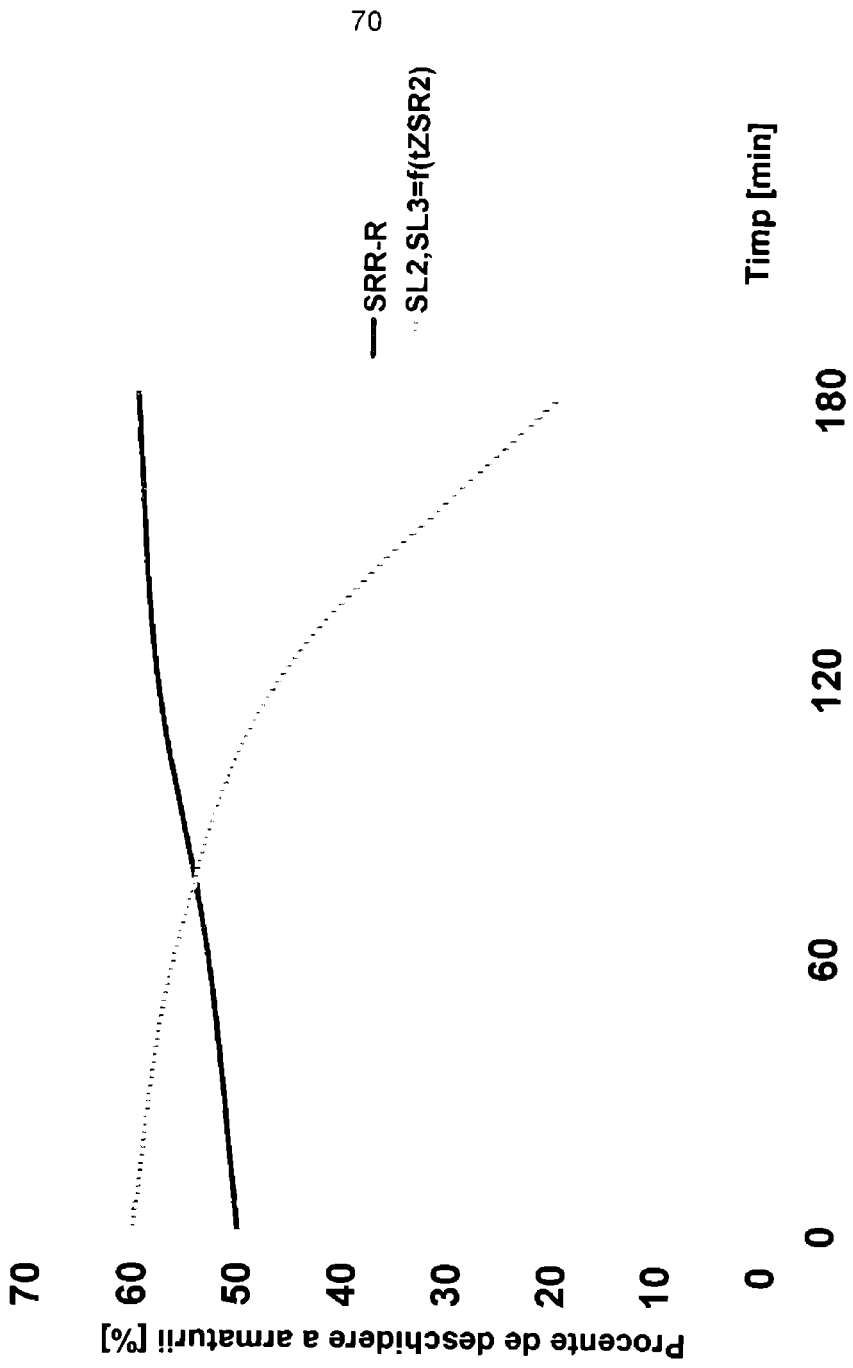


Figura 3.16.



In fig.3.17 sunt prezentate sensurile de dilatare a rotorilor si carcaselor.

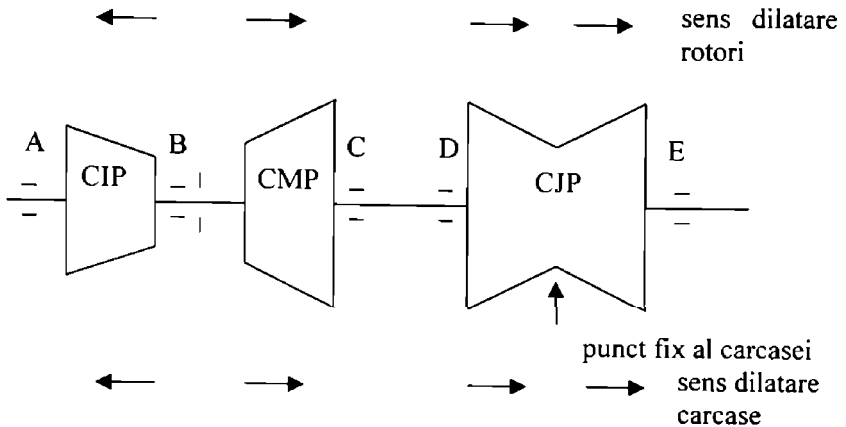


Fig. 3.17 Sensurile de dilatare ale rotorilor si carcasei turbinei

La etansarea terminala dinspre lagarul E este necesar a se mari jocul axial din labirint spre lagarul E cu 0,7 mm. Astfel s-ar intra in normalitate, putandu-se functiona cu turbina atã cu valori ale vidului aproape de limita admisa, cat si cu valori ale aburului de esapare aproape de limita admisa, fara sa mai apara atingeri la labirintii de capat ai CJP din vecinatatea lagarului E.[7]

Datorita acestor solutii constructive cand se functioneaza cu temperatura aburului de esapare aproape de limita admisa apar atingeri la labirintii de capat ai CJP din vecinatatea lagarului E.

In tabelele 3.15 si 3.16 sunt prezentate masuratorile ce au stat la baza ridicarii diagramelor din fig.3.15 si 3.16.

Tabelul 3.15 Temperaturi masurate in timpul probelor electrice

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]			
	T gaze arse [°C]	T abur SCI [°C]	T abur SCP [°C]	T metal SP [°C]
30	540	390	350	300
60	560	425	395	350
120	600	450	430	380
180	670	490	460	405

Tabelul 3.15 – continuare – Temperaturi masurate in timpul probelor electrice

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]		
	T metal SIA [°C]	T metal CMP [°C]	T metal CIP [°C]
30	280	280	270
60	310	300	285
120	355	345	330
180	385	375	365

Tabelul 3.16 Deschideri de armaturi in timpul probelor electrice

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 6 masuratori]	
	Deschidere SRR-R [%]	Deschidere SL2, SL3 [°C]
0	50	60
60	53	56
120	58	46
180	60	20

3.5 Punerea in paralel a blocului energetic cu sistemul energetic, trecerea cazanului la functionare in regim de strabatare fortata.

Pentru anclansarea intrerupatorului generatorului la sistemul energetic trebuie ca frecventa la bornele generatorului si tensiunea la bornele generatorului sa fie egale cu frecventa din sistemul energetic, respectiv cu tensiunea din sistem. Tensiunea la bornele generatorului trebuie sa fie defazata inaintea tensiunii din sistemul energetic pentru ca in momentul anclansarii intrerupatorului generatorului la sistem sa se livreze energie in sistemul energetic. Aceste manevre de reglaj parametrii si punere in paralel, inclusiv incarcarea la 30 MW pot fi considerate ca timp de desfasurare incluse in cele 3 ore de probe electrice.

Dupa punerea in paralel a blocului energetic cu sistemul energetic prin inchiderea SRR-R se suplimenteaza debitul de abur, ceea ce are ca

efect imediat sporirea puterii active a turbinei si generatorului pana la valoarea de 10 MW.

In momentul cand temperatura carcasei de inalta presiune a ajuns la 350°C este admis sa se inceapa manevrele de trecere la strabatere fortata. Pentru a trece cazanul la strabatere fortata armaturile SL1 se manevreaza spre deschidere totala, iar SL2 si SL 3 spre o deschidere de maxim 30% cu conditia ca la ZSR2 sa se mentina in permanenta o supraincalzire de minimum 20°C fata de temperatura de saturatie corespunzatoare presiunii la care se afla.

Dupa trecerea la strabatere fortata de la temperatura primar 450°C pana la atingerea temperaturii de 500°C viteza de variatie a temperaturii aburului poate sa fie 2-3°C/min. Datorita laminarii aburului in ventilele de reglaj nu exista in aceasta perioada pericolul ca un abur prea fierbinte sa ajunga peste carcasa CIP.

La atingerea temperaturii de 550°C a aburului primar turbina are o putere activa de 30 MW. In acest moment daca indicii chimici ai apei, aburului si condensului de baza corespund valorilor maxime admise se trece condensatul de baza de la circuit deschis la circuit inchis, prin statia de tratare condens.

3.6 Incarcarea blocului energetic la o putere de 100 MW

Se adopta o viteza de incarcare a blocului de 1 MW/min, iar la cazan viteza maxima de incarcare este de 10 t/min. Aceste viteze de incarcare sunt privite ca viteze medii ce rezulta pe intreaga perioada de timp necesara incarcarii blocului energetic de la o sarcina de 30 MW la 100 MW. Se atinge astfel un optim de incarcare care nu solicita periculos instalatiile, [19], permitand asigurarea unei porniri sigure cu riscuri minime. [17]. Pe perioade scurte de timp aceste viteze medii pot avea abateri de cel mult 30% [18].

Punerea in functiune a schemei regenerative incepe din momentul in care condensul de baza s-a trecut prin statia de tratare condens. In acel moment consideram condensatul de baza trecand prin preincalzitoarele de joasa presiune si se pun in functiune PJP-urile pe parte de condens secundar si abur pe parcursul a 25 minute. Deoarece in momentul punerii in functiune a PJP-urilor sarcina electrica este scazuta si implicit presiunea pe prize este mica se tinde a se pune aceste schimbatoare de caldura cat mai

repede posibil in functiune, [12], pentru a creste randamentul grupului energetic prin amortizarea ciclului.

La preincalzitoarele de inalta presiune in conditiile in care sunt pline cu fluid pe parte de apa de alimentare, se poate trece debitul de apa, cu care se alimenteaza cazanul, prin PIP-uri in 10 minute. Punerea in functiune a PIP-urilor pe parte de abur si condens secundar se face pe parcursul a 40 de minute.

Punerea in functiune a PIP in intervalul de timp prescris, contribuie la optimizarea incarcarii blocului energetic. Intervalul de timp prescris are in vedere protejarea tevilor din zona fierbatoare a cazanului [15].

3.7 Punerea in functiune a celui de-al doilea corp de cazan

Cel de-al doilea corp de cazan se pune in functiune pornind cu parametrii alunecatori de la starea rece considerata.

Viteza de crestere a temperaturii gazelor de ardere din camera de intoarcere a cazanului trebuie sa fie maxim $6-7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ iar a aburului maxim $4-5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Pentru conductele, colectoarele cazanului si conductele din limita turbinei viteza maxima de incalzire este de $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Respectarea acestor viteze de incalzire este necesara pentru a asigura o dilatare uniforma a tevilor colectoarelor conductelor si a asigurarii unui gradient de temperatura admis in peretele acestora. Aceste viteze trebuiesc respectate ca medie in timpul manevrelor, iar pe timp scurt nu se recomanda sa fie abateri mai mari de 30% [8].

Din punctul de vedere al functionarii optime a grupului energetic, punerea in functiune trebuie sa se faca intr-un interval de timp scurt cu respectarea vitezelor admise de incalzire, in conditii de siguranta.

3.7.1. Punerea in functiune a agregatelor auxiliare si asigurarea conditiilor necesare aprinderii focului la cazan

Se pune in functiune cea de-a doua pompa de circulatie, pompa de condens de baza treptata I si II. In paralel se pregatesc si se pornesc ventilatoarele de aer si gaze ale cazanului si cea de a doua electropompa de alimentare cu apa a cazanului. Se stabileste un debit de alimentare cu apa a cazanului de 100 t/h si o presiune de 130 bar pana la vana de separatie care este inchisa.

In acest moment consideram combustibilul gazos deblindat si se poate aprinde focul la cazan.

3.7.2. Aprinderea focului la cazan, functionarea cu parametrii alunecatori si efectuarea paralelului cu cazanul care functioneaza cu turbina

Din momentul aprinderii focului la cazan pana in momentul paralelului este nevoie de o perioada de 135 minute. Aceasta perioada de 135 minute a fost stabilita in urma masuratorilor efectuate de autorul tezei de doctorat asupra unui esantion de 6 porniri si reprezinta un optim de functionare care a luat in considerare siguranta in exploatare, costurile minime si protejarea instalatiei prin respectarea vitezelor de incalzire si incarcare. Aceasta perioada de 135 minute poate incepe din momentul in care grupul energetic are o sarcina electrica de 30 MW cu conditia ca serviciile proprii electrice sa fie in functiune si condensul de baza sa circule in circuit inchis.

In fig. 3.18 sunt prezentate evolutiile temperaturilor gazelor arse si a temperaturilor pe zonele cazanului. Valorile presiunilor pe timpul pornirii sunt prezentate in fig.3.19 iar cele ale deschiderii armaturilor linei de pornire si ale SRR-R sunt prezentate in fig.3.20. In tabelele 3.17, 3.18 si 3.19 sunt prezentate masuratorile ce au stat la baza ridicarii diagramelor din fig. 3.18, 3.19 si 3.20.

Figura 3.18.

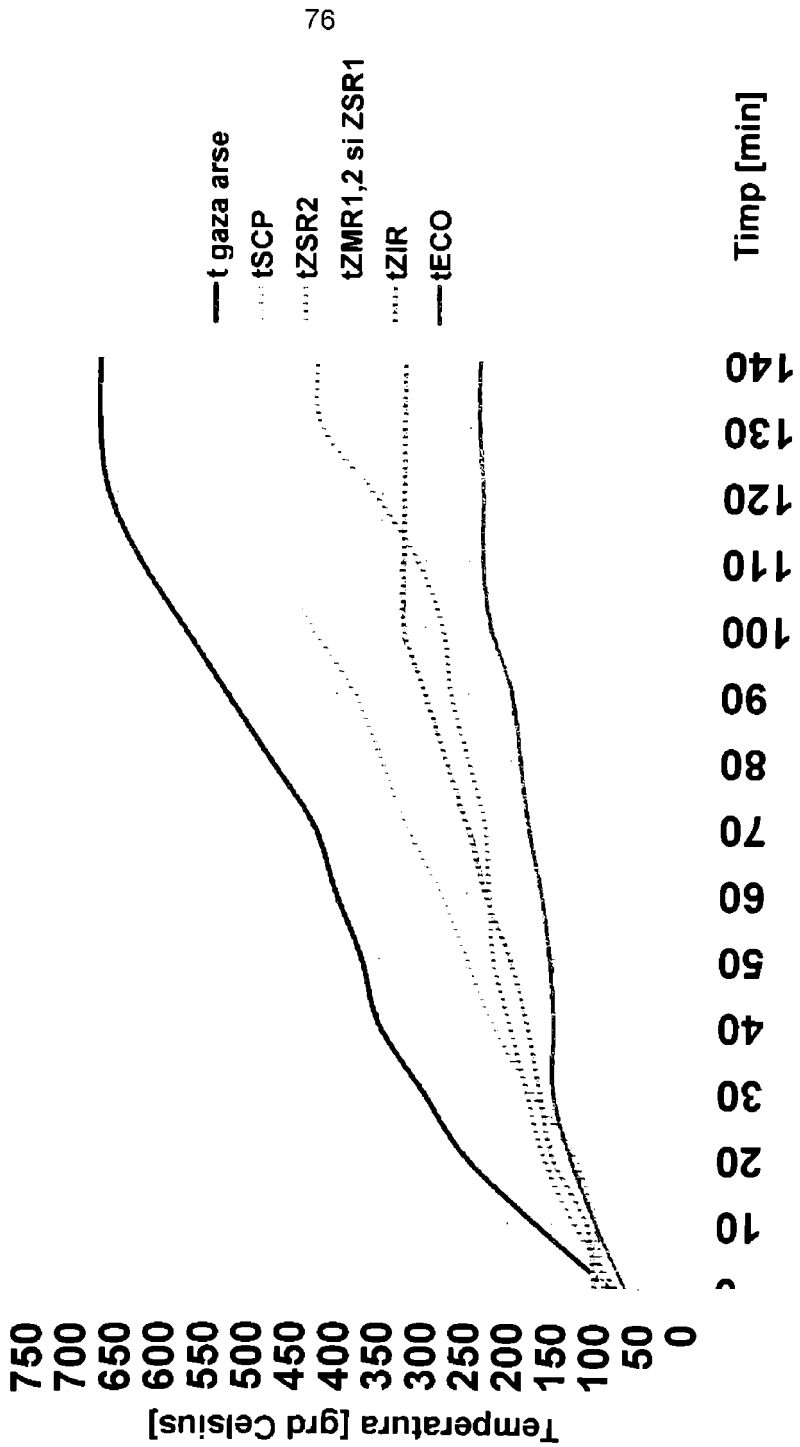


Figura 3.19.

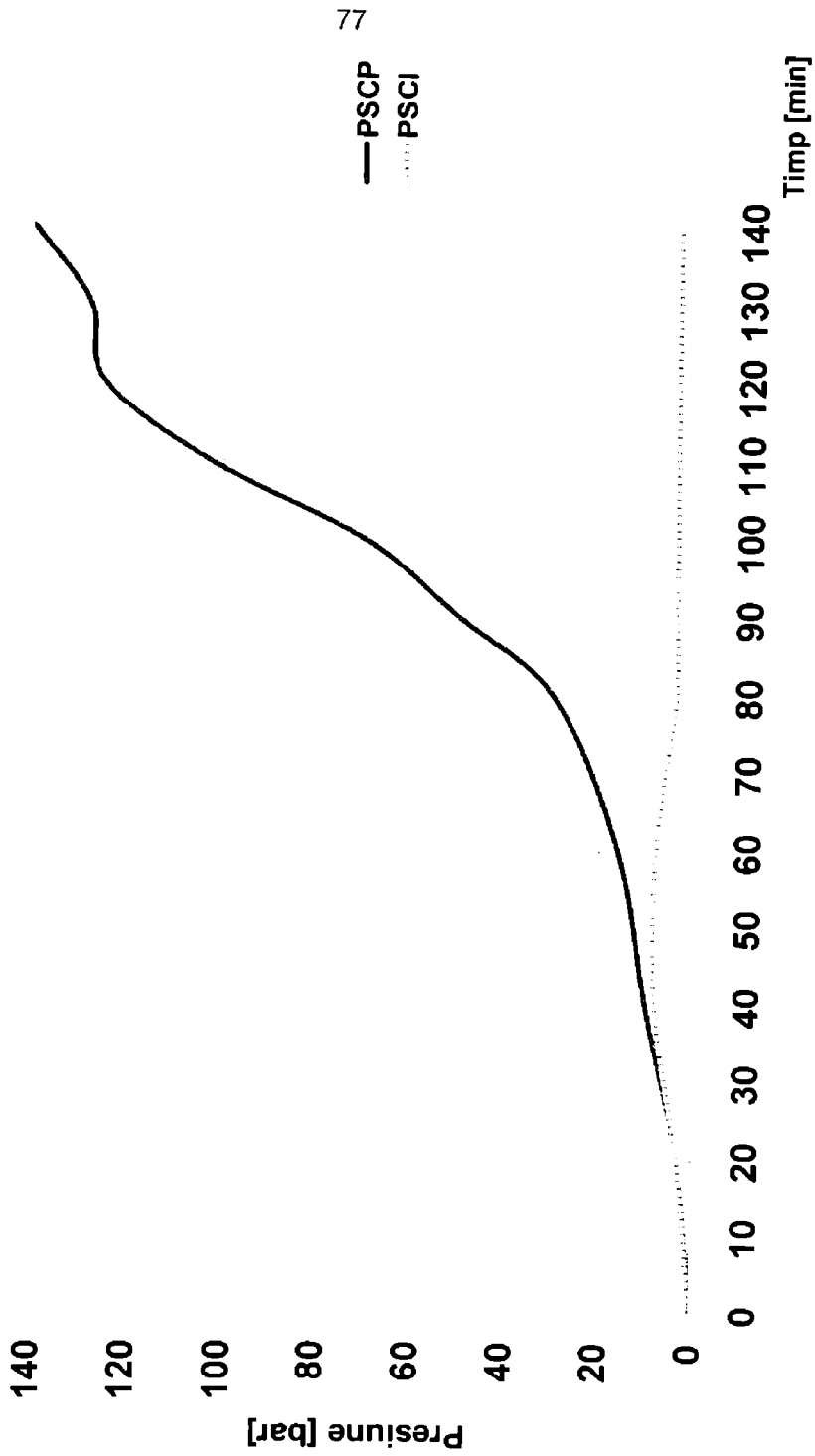
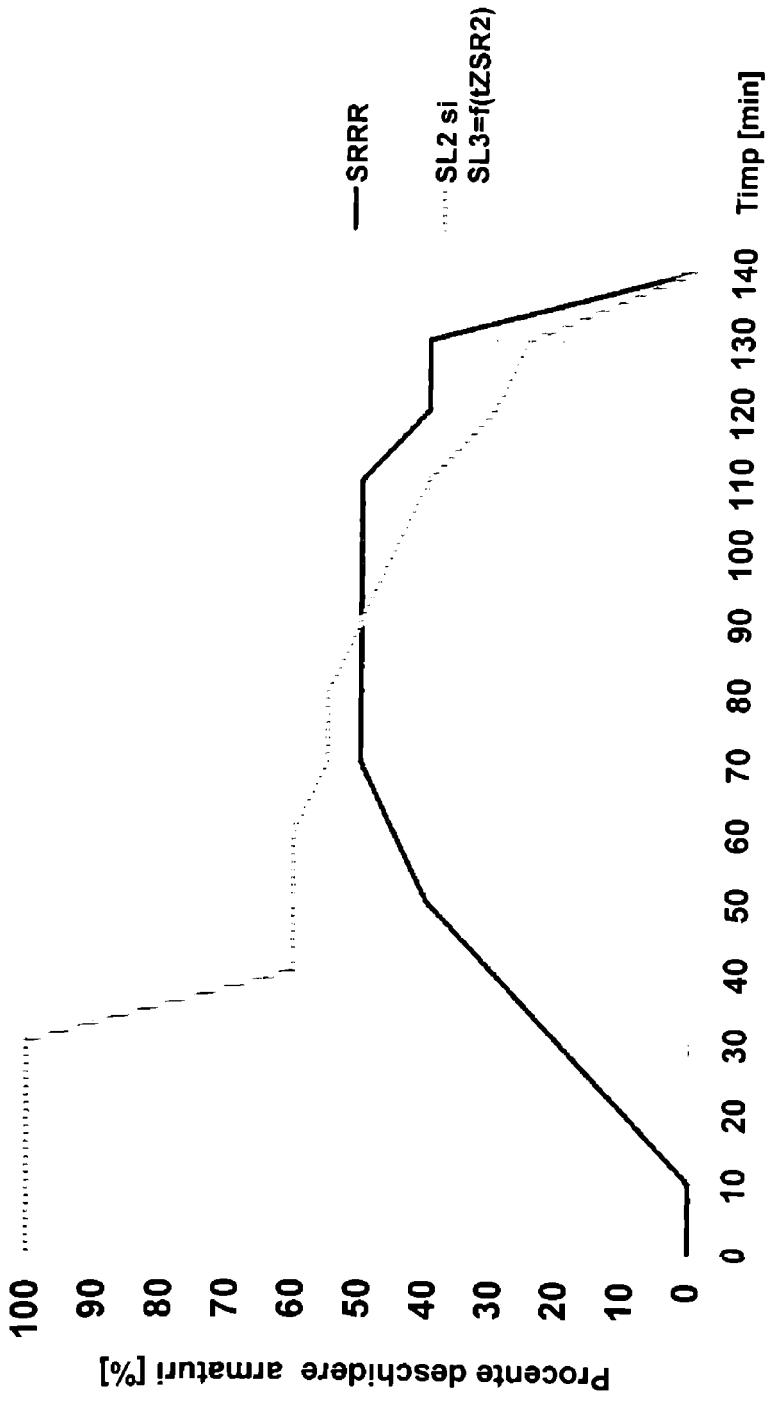


Figura 3.20.



Tabelul 3.17 Evolutii ale temperaturilor

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media celor 6 masuratori]					
	T gaze arse [°C]	T abur SCP [°C]	T abur ZSR2 [°C]	T abur ZMR1,2 ZSR1[°C]	T apa ZIR [°C]	T apa ECO [°C]
10	170	100	125	110	110	100
20	250	125	160	150	150	130
30	300	175	180	165	165	150
40	350	220	200	180	180	150
50	370	250	220	200	200	155
60	400	280	225	230	230	165
70	425	320	230	250	250	180
80	475	350	250	300	275	190
90	525	380	270	325	300	200
100	575	430	280	325	325	225
110	625	466	310	330	325	235
120	660	510	360	370	325	235
130	670	530	420	380	325	240
140	670	550	425	400	625	240

Tabelul 3.18 Evolutii ale presiunilor

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media celor 6 masuratori]	
	Presiunea SCP [bar]	Presiunea SCI [bar]
20	3	3
40	10	8
60	16	8
80	30	4
90	50	4
100	70	4
110	103	4
120	125	4
130	128	4
140	140	4

Tabelul 3.19 Evolutii ale deschiderii armaturilor

Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media celor 6 masuratori]	
	Deschiderea SRR-R [%]	Deschidere SL2, SL3 [%]
10	0	100
20	10	100
30	20	100
40	30	60
50	40	60
60	45	60
70	50	55
80	50	55
90	50	50
100	50	45
110	50	40
120	40	30
130	40	25
140	0	0

Pe circuitul primar al cazanului incalzirea conductelor pana in limita vanei principale de linie 2 se face prin drenajele existente inaintea lui VPA1 si intre VPA1 si VPA2.

Pe circuitul de supraincalzire intermediara, aburul pentru racirea acestui circuit se obtine din esaparea corpului de inalta presiune prin deschiderea partiala a armaturii VAR aferenta corpului de pornit. Admiterea aburului in circuitul de supraincalzire intermediara trebuie sa inceapa cand temperatura in camera de intoarcere este peste 300°C, pentru a incepe incalzirea conductelor aferente si eliminarea aerului in atmosfera timp de 20-25 min. Dupa eliminarea aerului spre atmosfera se trece circulatia spre condensator prin drenaj, apoi prin armaturile VAC 3-4.

Incaltirea conductelor din limita cilindrului de medie presiune se face prin intredeschiderea vanei VAC2 aferenta corpului de cazan care se poneste, aburul circuland prin drenaje.

Cazanul pornindu-se in regim de separatie, la pornire vana de separatie este inchisa, iar rolul armaturilor SL 1 este de a mentine presiunea inainte de VS la valoarea de 130 bar. Cu ajutorul armaturilor SL 2 si SL 3 se mentine abur supraincalzit – cu minim 20°C peste curba de saturatie – in zona de radiatie superioara numarul 2.

La minutul 115 se observa ca inainte si dupa vana de separatie avem presiuni egale si o supraincalzire a aburului de peste 20°C la ZSR 2 ceea ce permite deschiderea vanei de separatie.

Considerand conductele si armaturile incalzite, ceea ce inseamna ca temperatura metalului in fiecare zona a cazanului sa fie cuprinsa in intervalul ($t_{\text{functionare}} - 50^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{functionare}}$), temperaturile si presiunile aburului la valorile prescrise se poate pune in paralel al doilea corp de cazan cu primul corp de cazan care functioneaza cu turbina. Pentru aceasta pe parte de supraincalzire intermediara se deschid armaturile din limita turbinei (VAR si VAC 2) si se inchide evacuarea spre condensatori (VAC 3-4).

Pe partea primara a cazanului se aduce presiunea la valoarea de 140 bar apoi se deschide VPA2 si se inchide SRR-R.

Aceasta functionare cu parametrii alunecatori a cazanului, prezentata calitativ in fig. 3.17, 3.18. si 3.19 reprezinta un optim de punere in functiune si o completare a documentatiei existente.

Astfel in fig.3.17 sunt reprezentate curbele de variatie a temperaturilor gazelor arse si a temperaturilor apa abur pentru zonele care trebuiesc controlate in timpul pornirii. Datele concrete din figura 3.17 completeaza foile de punere in functiune si reprezinta un material concret si direct pentru aplicarea optimului de punere in functiune. Temperatura gazelor arse masurata in camera de intoarcere reprezinta un control indirect asupra fluxului de caldura introdus in focar iar informatiile din figura 3.19 au menirea de a asigura atat teglajul debitului, cat si a presiunilor in sistemul de vaporizare si supraincalzire.

3.7.3. Incarcarea celui de-al doilea corp de cazan la sarcina nominala

Incarcarea celui de-al doilea corp se cazan la sarcina nominala implica incarcarea grupului energetic la 210 MW. Viteza de incarcare a cazanului privita calitativ prin viteza de incarcare a debitului de apa al cazanului nu trebuie sa depaseasca 10 t/min.

3.8 Concluzii

În cadrul capitolului sunt prezentate etapele punerii în funcție din stare rece a blocului energetic de 210 MW, cu efectuarea probelor complexe cazan-turbina, ca însiruire și întrepătrundere, ceea ce conduce la scurtarea timpului de pornire și la reducerea costurilor cu pornirea blocului energetic în condițiile de siguranță maximă în exploatare. Astfel prin începerea coborării parametrilor concomitent cu începerea probelor supapelor de protecție pe circuitul de supraincalzire al cazanului, așa cum este prezentat la capitolul 3.2.3, se scurtează cu 25 de minute timpul de atingere a sarcinii nominale a blocului energetic.

Manevrele de pornire a celui de-al doilea corp de cazan se pot interpenetra cu manevrele de creștere a sarcinii blocului energetic de la 30 MW spre 100 MW, aspect ce conduce la atingerea sarcinii nominale mai devreme cu 60 minute.

Din momentul aprinderii focului la primul corp de cazan și până la atingerea sarcinii nominale a blocului energetic, în cazul pornirii din stare rece cu efectuarea probelor complexe cazan-turbina, manevrele se desfășoară pe parcursul a 10 ½ ore.

Aceste două interpenetrări de manevre conduc la atingerea sarcinii nominale cu 110 minute mai devreme față de intervalul prevăzut. Prin aceste interpenetrări se economisește timp de 50 minute o putere de 4 MW, ceea ce înseamnă o energie de 3,33 MWh. Economii în ceea ce privește consumul de combustibil datorită scurtării timpului de pornire sunt de 6500 Nm³ gaz metan.

Având în vedere că toate diagramele prezentate au fost ridicate având la bază un număr de 6 până la 20 seturi de măsurători, ele se constituie în informații foarte importante care pot sta la baza punerii la punct a unei porniri automate a blocului energetic. Media măsurătorilor prezentate în diagrame reprezintă un optim de funcționare a grupului care reduce costurile pornirii în condiții de siguranță.

Modificarea instalației de cazan prin montarea conductei de recirculație aer cald conduce la scăderea consumului propriu tehnologic al blocului și la creșterea siguranței în exploatare, eliminând practic posibilitatea formării punctului de rouă sau de rouă acidă în preincalzitorii de aer ai cazanului. Astfel se previne atât coroziunea cât și infundarea tevelor preincalzitorului de aer al cazanului.

Ținând seama de importanța unei încălziri atente și uniforme a turbinei în timpul lansării, introducerea palierului de turație de 2200 rot/min este benefică. Seturile de măsurători prezentate la fiecare turbină demonstrează o funcționare liniștită a turboagregatului la aceasta

turatie. In cazul pornirilor din stare rece folosirea palierului de 2200 rot/min asigura o incalzire lenta graduala a turbinei, ceea ce reprezinta o protejare a metalului si confera siguranta in procesul de lansare.

In vederea prevenirii incovoierii sau indreptarii arborilor incovoaiati, observatiile consemnate in acest capitol, alaturi de cele doua exemple de indreptare vin sa completeze experienta din acest domeniu al sistemului energetic national, aratand ca o buna cunoastere a fenomenelor alaturi de o aplicare corecta si la momentul oportun pot salva de la avarii severe instalatiile. In general aspectele legate de incovoierea rotorilor nu sunt tratate pe larg in literatura de specialitate si este bine de stiut faptul ca deseori un labirint care poate fi considerat lipsit de importanta, sau o cantitate mica de emulsie apa-abur ajunsa in turbina por avaria un rotor de mari dimensiuni.

Pentru elementele care trebuiesc modificate la etansarile terminale spre lagarul E al turbinei justificarea se gaseste in alegerea punctului fix al turbinei. Dupa modificare se previne aparitia avariilor cauzate de atingerea etansarilor terminale. Concluziile legate de montarea conductei de recirculatia aer cald, introducerea palierului de turatie la 2200 tor/min, indreptarea rotorilor la turatii scazute si modificarea etansarilor terminale prin ansamblul lor contribuie la pornirea in siguranta a grupului si contribuie la optimizarea punerii in functiune acestuia.

In cazul pornirii celui de-al doilea corp de cazan cu parametrii alunecatori si punerea lui in paralel cu corpul de cazan ce functioneaza cu turbina, in diagramele prezentate in fig. 3.17, 3.18 si 3.19 este cuprinsa esenta calitativa a pornirii. Din punctul de vedere al optimizarii functionarii grupului energetic in regim variabil in aceste diagrame se prezinta datele concrete ce trebuie respectate la pornirea din stare rece, se completeaza instructiunile si foile de manevra si punere in functiune.

Aceste diagrame completeaza documentatia existenta la S.E. Deva-Mintia, constituind un material concret imediat aplicabil.

In cadrul capitolului s-a efectuat o analiza completa si complexa a tuturor etapelor si situatiilor ce pot sa apara la o pornire din stare rece a blocului energetic.

CAPITOLUL 4

Optimizarea punerii in functie din stare calda a blocului energetic de 210 MW

Blocul energetic se considera in stare calda daca carcasa cilindrului de inalta presiune a turbinei are o temperatura cuprinsa in intervalul [170°C, 450°C). In aceasta situatie sistemele de ulei ungere, de ulei etansare si viorul sunt inca in functiune pentru a preveni incovoierea rotorilor, datorita racirii neuniforme, pentru a proteja lagarele turboagregatului impotriva temperaturilor ridicate si a frecarilor.

In general pornirile din stare calda prezinta avantajul unei certitudini ca instalatia a functionat bine in urma cu cateva ore sau zeci de ore si nu necesita verificari sau probe speciale.

Consideram instalatiile auxiliare in functiune si conditiile necesare aprinderii focului la cazan indeplinite. Dupa aprinderea focului la cazan acesta trebuie sa functioneze cu parametrii alunecatori pana la lansarea turbinei.

In timpul pornirii este obligatoriu ca aburul ce este admis peste conducte, armaturi sau cilindrii turbinei sa fie cu 50°C mai cald fata de metalul cu care vine in contact.

Sunt circuite care au in componenta lor conducte, armaturi cu grosimi sensibil diferite, lucru ce conduce la racirea diferentiata a acestora. Din aceasta cauza nu se poate admite peste toate portiunile circuitului abur mai cald cu 50°C fata de temperatura metalului respectiv. Astfel de multe ori metalul este supus intai unei raciri pentru ca numai dupa aceea sa fie supus unei incalziri. Pornirile din stare calda solicita suplimentar instalatiile, motiv pentru care este foarte important a se alege temperatura optima de admitere a aburului pentru fiecare circuit astfel incat atat socurile termice de racire, cat si cele de incalzire sa fie atenuate.

Masuratorile initiale si prezentate in acest capitol au drept scop prezentarea in detaliu a unui optim de punere in functiune pentru grupul energetic. Masuratorile au fost efectuate dupa analizarea si distribuirea in timp a manevrelor de executat respectand prescriptiile tehnice in conditii de siguranta in functionare.

4.1 Punerea in functiune a blocului in cazul in care temperatura cilindrului de inalta presiune este cuprinsa in intervalul [170°C, 350°C)

Pentru aceasta situatie turbina se lanseaza utilizand abur mai cald cu 100°C fata de temperatura metalului carcasi de inalta presiune a turbinei.

In fig. 4.1 sunt prezentate valorile pentru temperatura si presiune ale aburului ce trebuiesc alese in functie de temperatura metalului carcasi de inalta presiune.

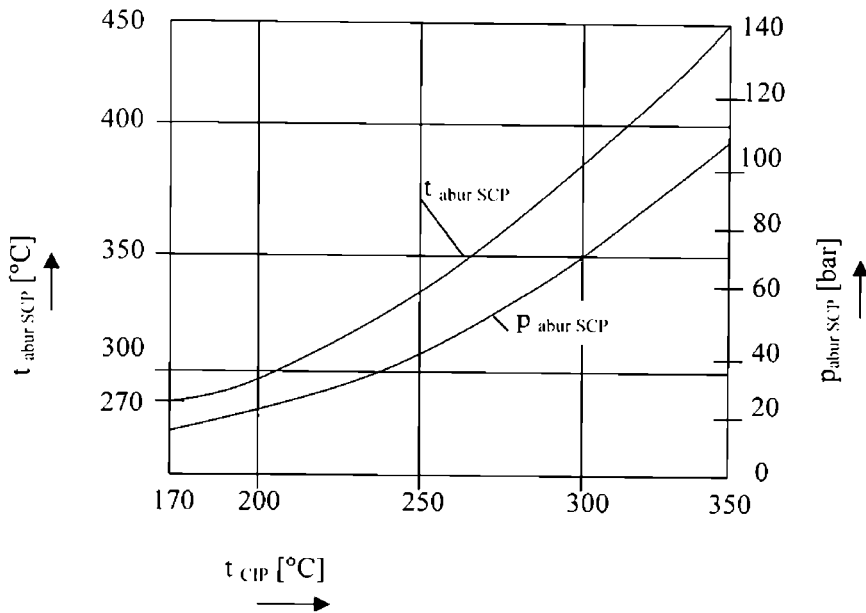


Fig. 4.1. Temperatura si presiunea aburului pentru lansare functie de t_{CIP}

4.1.1. Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea puterii de 100 MW

Pentru acest tip de pornire starea cazanului (dictata de temperatura metalului colectoarelor SCP si a liniei de pornire) este rece, astfel ca timpul de pornire si implicit costul pornirii este sever influentat de comportamentul corpului de cazan.

Preincalzitorul de aer al cazanului are un rol esential in asigurarea unei porniri rapide si economice. Primii 20 de ani de functionare au demonstrat existenta unui punct slab la preincalzitorii de aer, de tip tubular din instalatiile blocurilor de 210 MW.

Astfel la o perioada de 12 ani de la punerea in functiune a fost necesara inlocuirea treptei I. In acest timp carbunele folosit a avut o putere calorifica inferioara H_i mai mare de 4000 kcal/kg iar procentajul de cenusa sub 38%.

Dupa inca 7 ani a fost necesar a se inlocui complet preincalzitorul de aer al cazanului. In acesti 7 ani carbunele folosit a avut o putere calorifica inferioara H_i medie de 2800 kcal/kg iar procentajul de cenusa de 45 %.

Punctul slab al acestor preincalzitori tubulari este situat imediat sub placa tubulara la o adancime de maxim 120-140 mm foto 1.

Printr-o simpla stutuire preventiva se translateaza zona de uzura deasupra placii tubulare, foto 2, acolo unde spargerea nu mai deranjeaza functionarea.

Acest procedeu este aplicat la toate cele 6 blocuri energetice cu rezultate foarte bune.

In fig. 4.2 sunt prezentate schematic etapele din viata preincalzitorilor de aer.

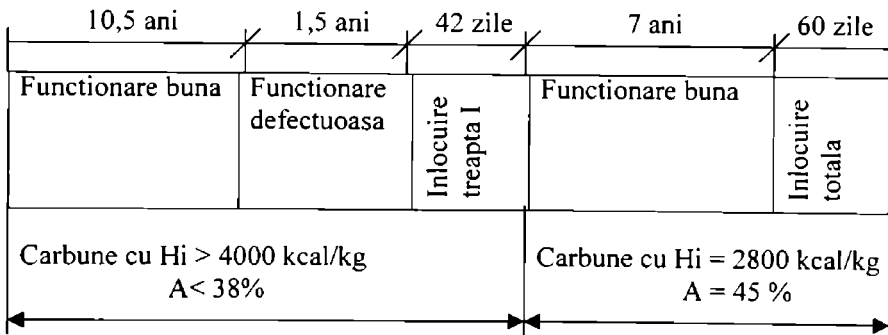


Fig. 4.2. Etapele de functionare a preincalzitorilor de aer

Functionarea de ansamblu a corpului de cazan pana la atingerea sarcinii de 100 MW comporta in principiu aceleasi etape enumerate si studiate la capitolul 3, mai putin subcapitolele referitoare la diverse probe.

Foto 1

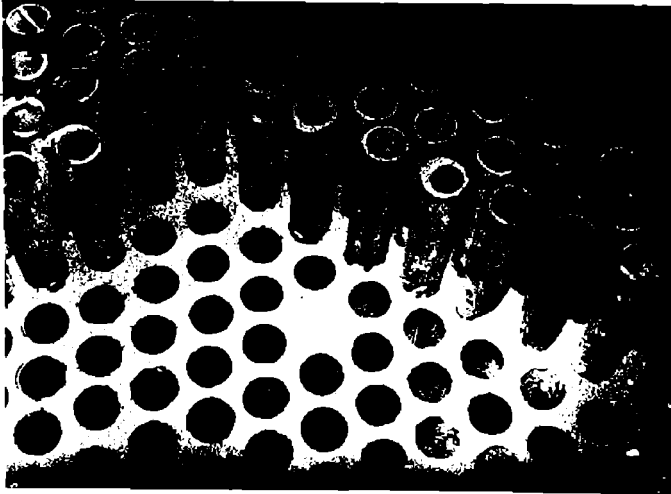
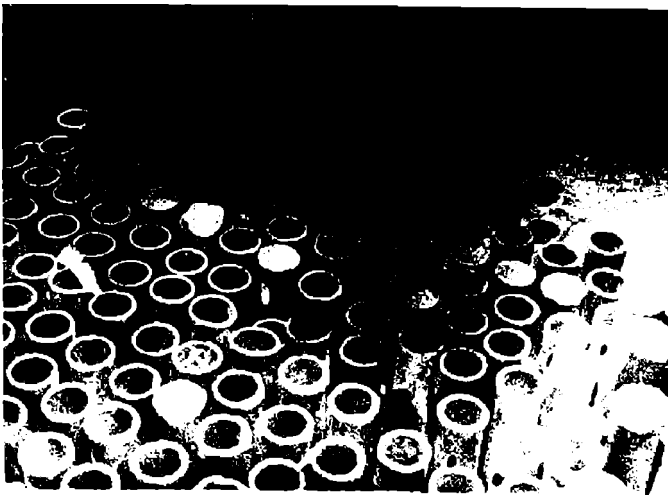


Foto 2



4.1.2. Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii de 100 MW

Din momentul in care turbina este pregatita de lansare, din stare calda, se admite lansarea acesteia cu cresterea continua a turatiei pana la valoarea de 1200 rot/min in timp de 20-30 minute. La acest palier de turatie se executa un control rapid al turboagregatului, dupa care in cazul unei functionari normale se ridica turatia continuu pana la valoarea de 2200 rot/min, palier la care se face o ultima verificare inainte de a ridica turatia la 3000 rot/min.

Stationarea cate 10 min la palierele de 2200 si 3000 rot/min asigura o uniformizare a temperaturilor carcaselor in plan perpendicular pe axa de rotatie.

Pe timpul lansarii turbinei si efectuarii paralelului cu sistemul energetic este foarte important a se obtine in fiecare etapa o incalzire a metalului turbinei. Daca se prelungeste in mod nejustificat vreuna din etape, efectul negativ se va repercuta asupra tendintei de stationare sau scadere a temperaturii metalului turbinei.

Consideram temperatura metalului la turbina de 300°C. In fig 4.3 sunt reprezentate in timp etapele prin care se trece pana la atingerea sarcinii de 100 MW.

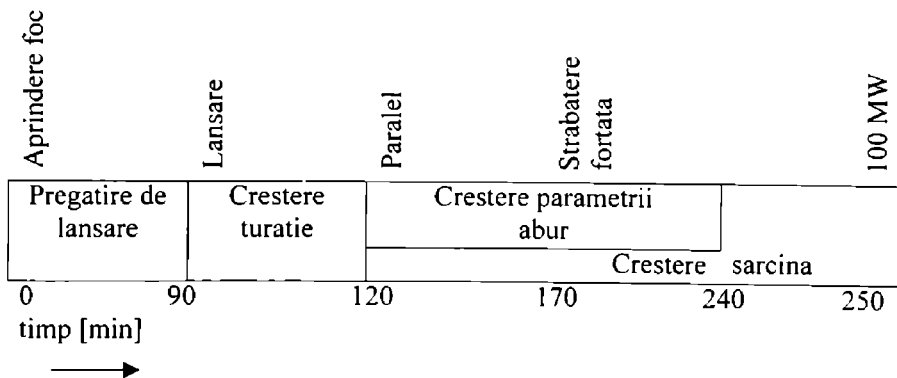


Fig. 4.3. Etapele functionarii turbinei pana la atingerea sarcinii de 100 MW

Celelalte etape care nu au fost detaliate, și anume creșterea parametrilor și a sarcinii, se parcurg după metodologia prezentată la capitolul 3.

4.1.3. Punerea în funcțiune a celui de-al doilea corp de cazan și încărcarea blocului energetic la o putere de 210 MW

Pentru punerea în funcțiune a celui de-al doilea corp de cazan, la pornirea din stare caldă a blocului în cazul în care temperatura cilindrului de înaltă presiune este în intervalul [170°C, 350°C), se urmează aceeași metodologie prezentată la capitolul 3.7. inclusiv etapa ce cuprinde încărcarea blocului energetic la sarcina nominală.

4.2 Punerea în funcțiune a blocului energetic în cazul în care temperatura cilindrului de înaltă presiune este cuprinsă în intervalul [350°C, 450°C)

Considera cazanul în regim termic stabil, conductele de legătură ale cazanului cu turbina și armaturile calde și turbina pregătită de lansare.

Temperatura aburului de pe circuitul primar trebuie să fie cu 100°C mai mare decât temperatura carcăsei turbinei, dar nu mai mare de 550°C, iar presiunea se alege de 140 bar.

În fig. 4.4 este prezentată temperatura aburului de pe circuitul primar, pentru lansare, în funcție de temperatura carcăsei cilindrului de înaltă presiune.

În fig. 4.4 sunt reprezentate 6 valori ale $t_{\text{abur SCP}}$ cu care s-au lansat turbinele în cazuri concrete.

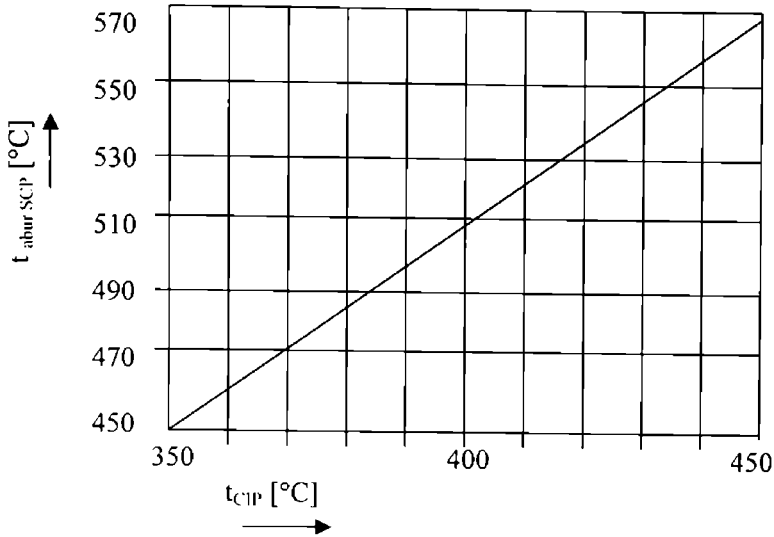


Fig. 4.4. Temperatura aburului pentru lansare functie de t_{CIP}

4.2.1. Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea puterii de 100 MW

In cazul in care cazanul se afla in stare rece, etapele pornirii acestuia au fost studiate la capitolul anterior si nu constituie o noutate.

Daca temperatura metalului colectoarelor SCP, a liniei de pornire si a conductelor de legatura cu turbina este de cel puțin $170^{\circ}C$ se poate considera cazanul in stare calda, stare din care pornirea este mai rapida. Se respecta o viteza de crestere a temperaturii gazelor arse in camera de intoarcere de $6-7^{\circ}C/min$ iar pentru aburul primar si intermediar $3-4^{\circ}C/min$.

Se considera cazanul in stare calda cu temperaturile metalului colectoarelor SCP, a liniei de pornire si a conductelor de legatura cu turbina de $200^{\circ}C$, iar temperatura metalului cilindrului de inalta presiune al turbinei este de $370^{\circ}C$.

In urma masurarii parametrilor a 12 porniri si a distribuirii optime in timp a manevrelor s-a reusit asa cum este prezentat in fig. 4.5 ca in 135 de minute de la aprinderea focului la cazan sa se atinga sarcina de 100 MW.

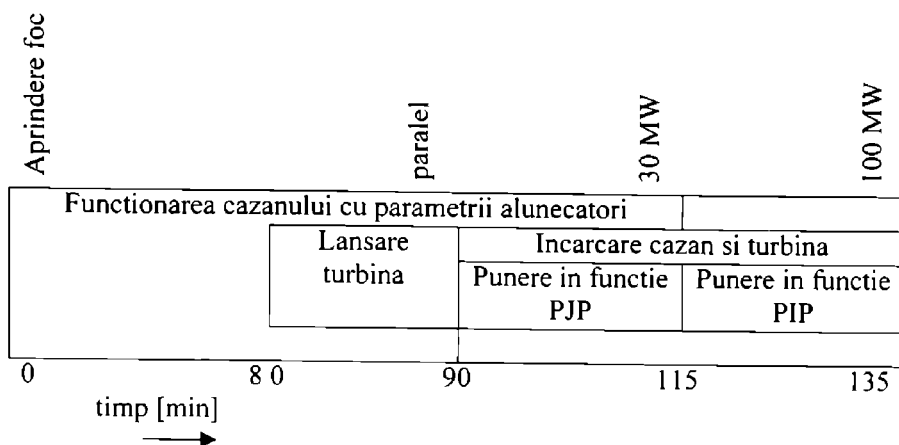


Fig. 4.5. Etapele functionarii cazanului pana la atingerea puterii de 100 MW

La minutul 115 sarcina electrica este de 25 MW. De la minutul 115 pana la minutul 135, avand in vedere ca turbina este calda, se adopta o viteza de incarcare de 3-4 MW/min. Aceasta pornire rapida a fost studiata de autorul tezei de doctorat. Am ajuns la concluzia ca de la minutul 115 la minutul 135 viteza de incarcare a turbinei trebuie sa fie de 3-4 MW/min. Aplicarea acestei masuri asigura o incalzire continua a turbinei si ne asigura ca nu vom avea surpriza racirii metalului pe unele portiuni.

Pentru scurtarea timpului de pornire imediat dupa efectuarea paralelului se pune in functiune schema regenerativa de joasa si inalta presiune, fapt ce confera siguranta in functionarea cazanului si diminueaza solicitarile termice din tevile economizorului si zonei inferioare de radiatie.[2].

In fig. 4.6, 4.7, 4.8, respectiv in tabelele 4.1, 4.2, 4.3, sunt prezentate temperaturi, presiuni, reglaje ale liniei de pornire si a statiei de reducere racire rapida ale cazanului, toate ca medie a celor 12 porniri. Scopul consemnarii acestor masuratori este reprezentarea grafica concentrata a unui set de informatii valoroase care reprezinta de fapt optimizarea punerii in functiune a cazanului din stare calda cu turbina din stare calda.

Temperatura gazelor arse este masurata in camera de intoarcere a cazanului, iar temperaturile aburului (t_{SCP} , t_{ZSR1} si t_{ZSR2}) sunt masurate dupa zonele respective ale cazanului.

Presiunile (p_{SCP} si p_{SC1}) sunt masurate dupa suprafetele de schimb de caldura respective.

Figura 4.6.

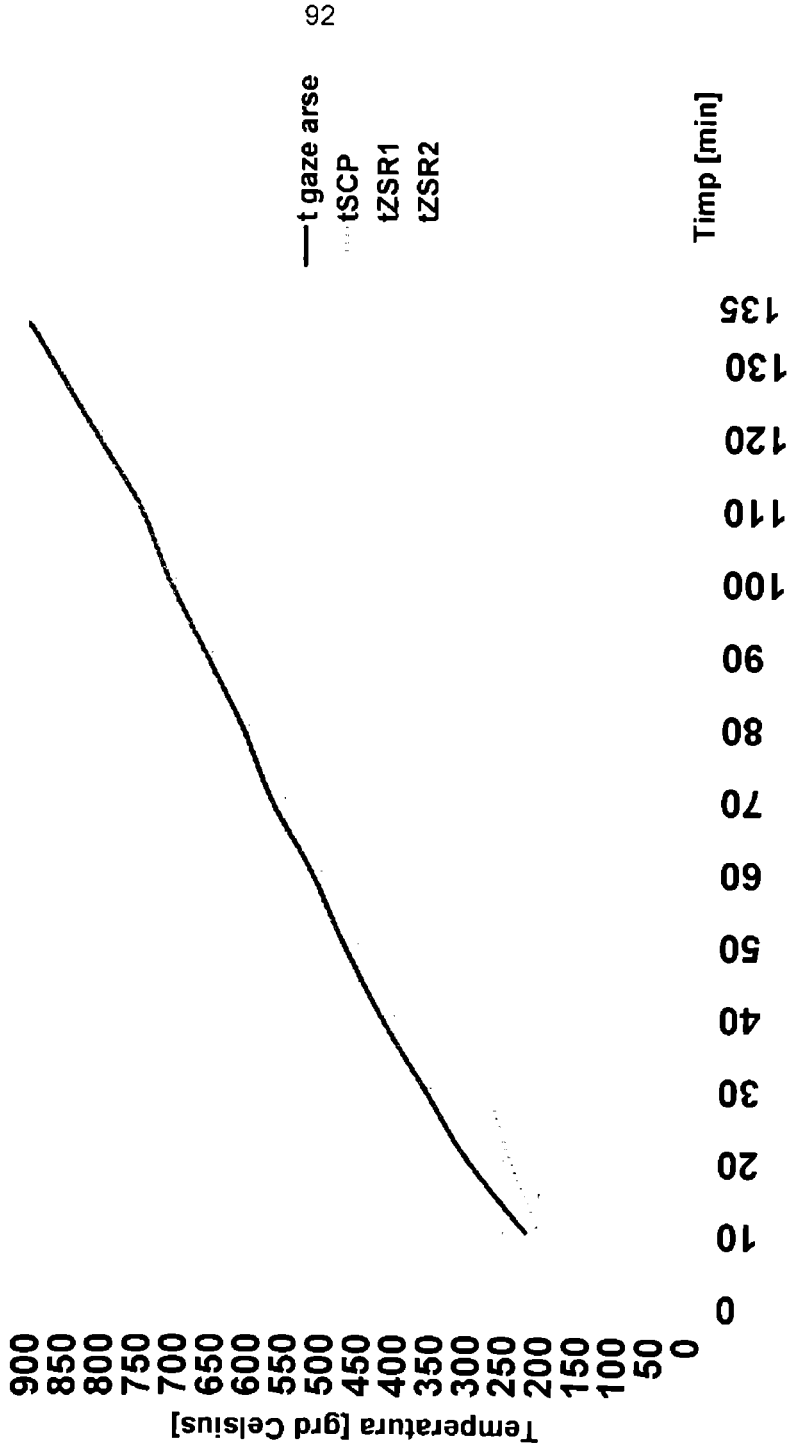


Figura 4.7.

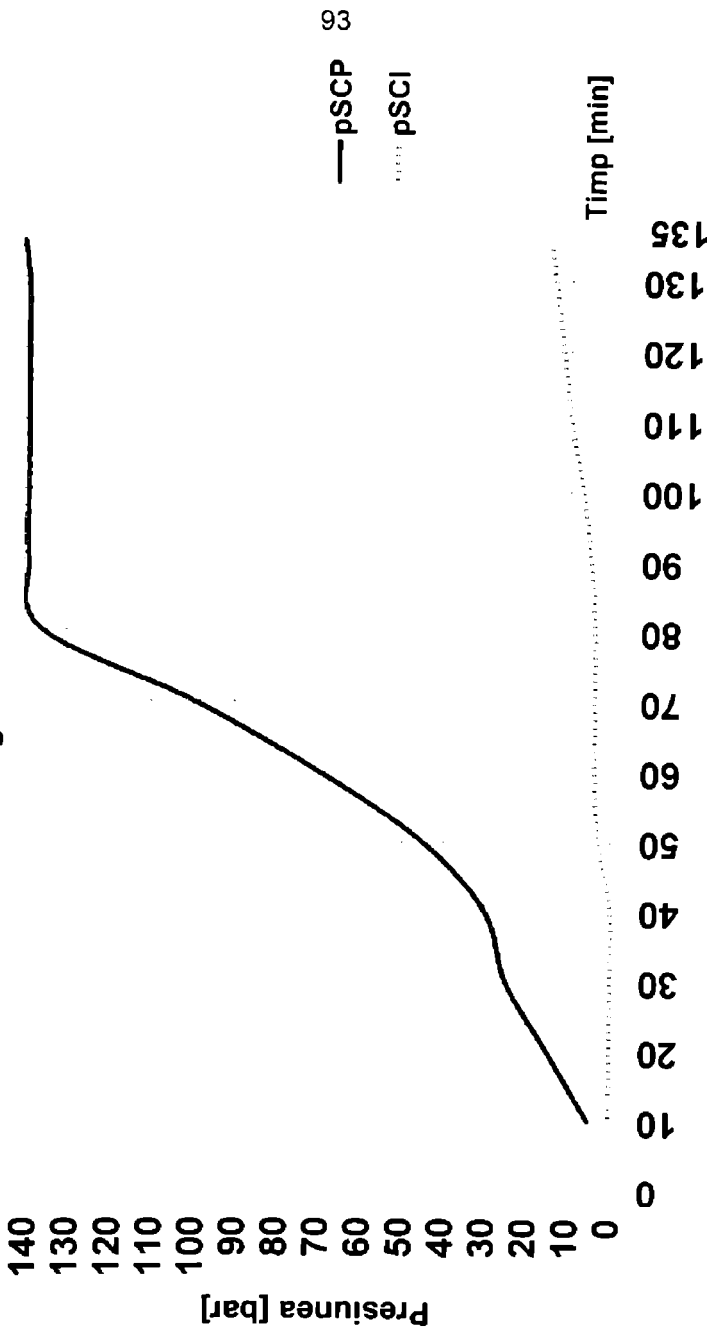
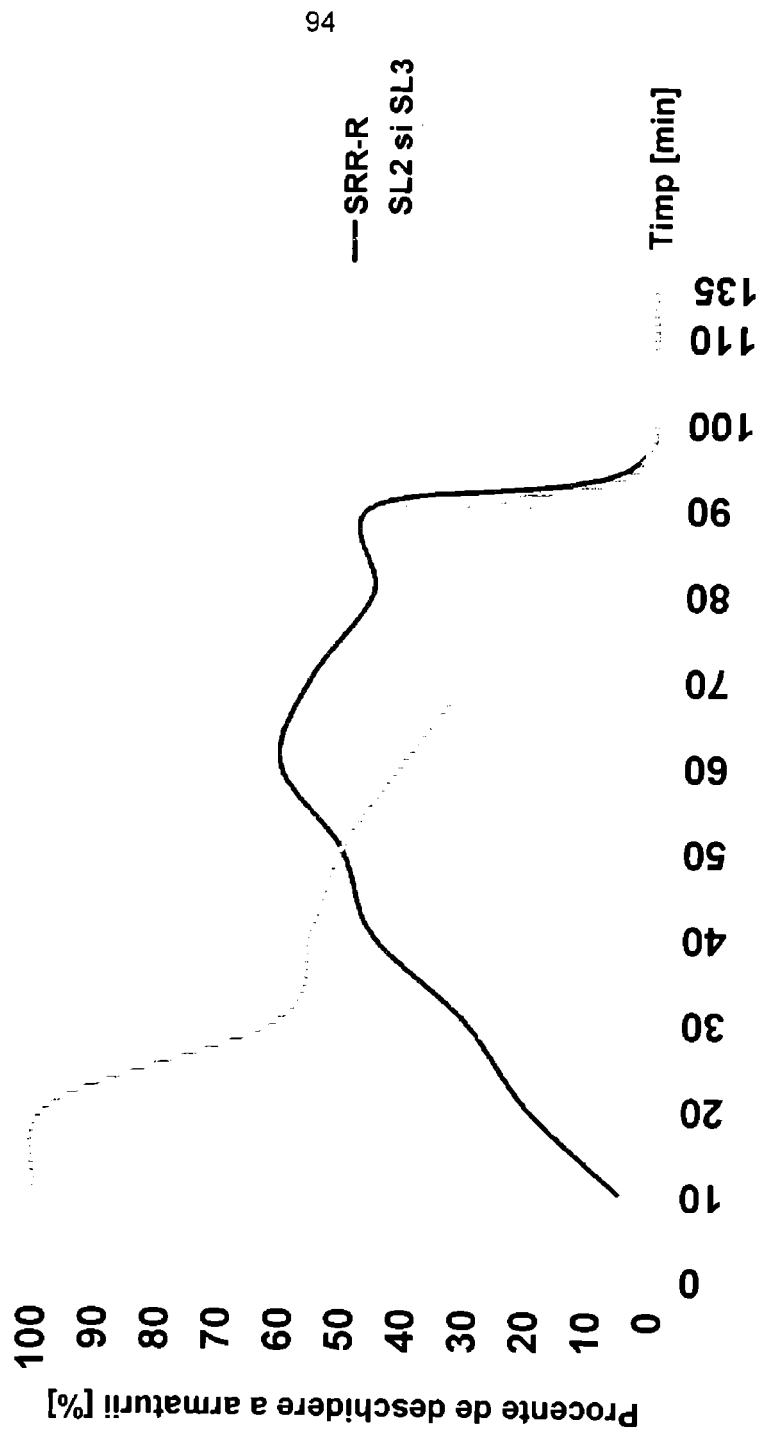


Figura 4.8.



Tabelul 4.1 Temperaturi masurate la pornirea cazanului din stare calda

Nr. Crt.	timp [min]	Denumirea marimii masurate [media celor 12 masuratori]			
		$t_{\text{gaze arse}}$ [°C]	$t_{\text{abur SCP}}$ [°C]	t_{abur} ZMR1 si ZSR 1 [°C]	t_{abur} ZSR 2 [°C]
1	10	220	200	200	200
2	20	300	240	210	210
3	30	300	275	230	230
4	40	420	310	260	250
5	50	470	350	280	275
6	60	515	390	330	310
7	70	570	425	360	340
8	80	670	470	380	380
9	90	660	470	390	390
10	100	710	500	400	400
11	110	750	530	395	410
12	120	810	550	390	420
13	130	870	550	410	420
14	135	900	550	410	420

Tabelul 4.2 Presiuni masurate la pornirea cazanului din stare calda

Nr. Crt.	timp [min]	Denumirea marimii masurate [media celor 12 masuratori]	
		P_{SCP} [bar]	P_{sc1} [bar]
1	10	5	0
2	20	15	0
3	30	25	0
4	40	30	0
5	50	45	3
6	60	70	4
7	70	100	4
8	80	140	4
9	90	140	5
10	100	140	7
11	110	140	10
12	120	140	12
13	130	140	14
14	135	140	15

Tabelul 4.3 Deschideri de armaturi masurate la pornirea cazanului din stare calda

Denumirea marimii masurate media celor 12 masuratori	timp [min]					
	10	20	30	40	50	60
Deschiderea SRR-R [%]	5	20	30	45	50	60
Deschidere SL2 si SL3 [%]	100	100	60	55	50	40

Tabelul 4.3- continuare- Deschideri de armaturi la pornirea cazanului din stare calda

Denumirea marimii masurate media celor 12 masuratori	timp [min]				
	70	80	90	95	115
Deschiderea SRR-R [%]	55	45	45	0	0
Deschidere SL2 si SL3 [%]	30	25	25	0	0

In fig. 4.6 ne sunt oferite informatii despre conducerea fluxului de caldura din focar prin conducerea evolutiei temperaturii gazelor arse. Temperaturile la zonele superioare de radiatie si la iesire din cazan se conduc la valorile prescrise in diagramele din fig. 4.6 prin respectarea prescriptiilor din fig. 4.8 care se refera la deschiderea armaturilor SRR-R si SL₂, SL₃.

In fig. 4.7 sunt prezentate evolutiile p_{SCP} si p_{SCT} , evolutii ce reprezinta efectul manevrelor care respecta si obliga evolutia $t_{gaze\ arse}$ si deschiderile SRR-R si SL₂, SL₃

4.2.2. Punerea in functiune a celui de-al doilea corp de cazan si incarcarea blocului la 210 MW

Cel de-al doilea corp de cazan se pune in functiune imediat ce s-a incarcat la maxim posibil primul corp de cazan. Cu o buna organizare se

poate demara pornirea celui de-al doilea corp de cazan imediat ce sarcina electrica a atins pragul de 25-30 MW iar serviciile electrice proprii ale blocului sunt in functiune. In acest caz se scurteaza sever timpul in care se atinge sarcina nominala.

Durata efectiva de punere in functiune a celui de-al doilea corp de cazan si implicit incarcarea blocului la 210 MW depinde de starea rece sau calda din care se porneste cazanul.

4.2.3. Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii nominale de 210 MW

Avand in vedere faptul ca metalul turbinei este foarte cald se recomanda ca lansarea turbinei de la invariere pe viror sa se execute in timp cat mai scurt (3-5 minute) la palierul de 2200 rot/min. In acest timp turbina se controleaza si daca are o functionare normala se trece la palierul de 3000 rot/min, dupa care se pune in paralel blocul energetic cu sistemul.

Pentru a preveni racirea metalului turbinei este necesar ca lansarea turbinei si manevrele necesare punerii blocului in paralel cu sistemul sa nu depaseasca 10-15 minute.

Dupa aceasta etapa, avand in vedere starea calda a metalului turbinei, este necesar a se incarca turbina cu o viteza de 3-4 MW/min, ceea ce corespunde cu viteza de incarcare a cazanului de 10 t abur/min.

In cazul nerespectarii acestei viteze crescute de incarcare vor avea loc raciri severe atat ale corpului de inalta presiune cat si ale corpului de medie presiune. Aceste raciri apar in rotorul turbinei, incepand de la prima treapta de destindere, iar in carcasa turbinei de la a doua treapta de ajutoraje din diafragme.

La pornirea celui de-al doilea corp de cazan dupa punerea acestuia in paralel cu primul corp de cazan ce functiona impreuna cu turbina se poate admira aceeasi viteza de incarcare de 3-4 MW/min.

4.3 Concluzii

Punerea in functiune a blocului energetic din stare calda reclama o densitate mare a manevrelor pe unitatea de timp si un raspuns prompt al cazanului.

In aceste conditii procedeul de stutuire preventiva a preincalzitiorilor de aer ai cazanului este binevenit. Acest procedeu a fost aplicat la cele 6

blocuri energetice existente la termocentrala Deva-Mintia cu rezultate foarte bune. Astfel se maresta durata de viata a preincalzitiorilor de aer si se evita situatiile in care scade capacitatea de macinare a morilor de carbune datorita functionarii defectuoase a preincalzitiorilor de aer. Acolo unde a fost posibil acesti preincalzitiori au fost stutuiti pe o portiune in interiorul tevii, acolo unde erau tevile sparte, cu prelungirea stutului si deasupra placii tubulare. Astfel au putut fi salvate portiuni din anumiți preincalzitiori care nu au mai necesitat inlocuire.

In fapt spargerea tevilor preincalzitiorului de aer se produce sub placa tubulara pe o adancime de pana la de trei ori diametru interior al tevii. Foarte rar aceasta adancime ajunge la valoare apropiata de produsul dintre diametrul interior al tevii si cifra 5. Aceasta fiind situatia, stutuirea preventiva translateaza zona de uzura deasupra palăcii tubulare cu o lungime egala cu produsul dintre diametrul interior al tevii si cifra 5, acolo unde spargerea nu mai deranjeaza.

Prin aceasta stutuire se poate spune ca durata de viata a preincalzitiorilor de aer se dubleaza.

Datele prezentate in diagramele din fig. 4.6, 4.7, 4.8 completeaza experienta si prin inglobarea lor in fisele si foile de pornire ale blocului energetic conduc la optimizarea punerii in functiune din stare calda.

La pornirea din stare calda este foarte necesar a se utiliza palierul de 2200 rot/min pentru stationarea, controlul si incalzirea turbinei. Acest palier asigura o incalzire si uniformizare mai eficaă a temperaturilor carcasi si rotorului in plan perpendicular pe axa de rotatie datorita unui debit sporit de abur comparativ cu palierul de 1200 rot/min recomandat de furnizorul de echipament.

In cazul in care temperatura cilindrului de inalta presiune al turbinei este in intervalul [350°C, 450) s-a constatat in urma unor masuratori minutioase ca dupa efectuarea paralelului cu sistemul energetic daca se incarca turbina cu o viteza de 1 MW/min au loc raciri ale carcasi turbinei in special in cilindrul de inalta presiune datorita sarcinii reduse. Din considerente ce tin de protejarea metalului turbinei s-a adoptat a viteza de incarcare de 3-4 MW/min, viteza ce corespunde cu viteza permisa de incarcare a cazanului si nu solicita in mod deosebit echipamentul electric al blocului.

In acest capitol au fost prezentate aspectele esentiale ale punerii in functie din stare calda a blocului energetic.

In aceasta etapa este de remarcat ca se poate demara pornirea celui de-al doilea corp de cazan cu 20 de minute inaintea atingerii sarcinii de 100MW (fig.4.5) fapt ce conduce la atingerea mai rapida a sarcinii nominale. Se poate admite ca pe timpul pornirii pana in momentul

efectuării paralelului pentru asigurarea serviciilor electrice necesare cazanului și turbinei se consumă într-o oră o energie de 4 MWh. După efectuarea paralelului, la pornirea celui de-al doilea corp de cazan pentru asigurarea serviciilor electrice necesare acestuia până în momentul efectuării paralelului cu cazanul ce funcționează la turbina se consumă într-o oră o energie de 4 MWh.

Prin măsurătorile prezentate în fig. 4.6, 4.7 și 4.8 s-a reușit ilustrarea unui optim de pornire care protejează instalațiile, conferă costuri minime la pornire și este realizat în condițiile de siguranță cerute de normele de exploatare. Trebuie spus că acest optim nu se poate obține într-un interval de timp mai scurt. În general se poate estima că dacă timpul de punere în funcțiune este mai mare din diverse motive față de cel prezentat, influența asupra costurilor pornirii se resimte funcție de situația momentului în parcursul pornirii. Spre exemplu de la aprinderea focului și până la efectuarea paralelului convenim să împărțim intervalul de timp în 3 etape egale. Putem spune că în etapa I se consumă în medie un debit de 3000 Nm^3 gaz metan, iar în etapa II, respectiv III se consumă în medie un debit de 7000 Nm^3 de gaz metan respectiv 10000 Nm^3 .

Ordonarea și plasarea convenabilă în timp² tuturor etapelor de punere în funcțiune conduc la un optim atât din punctul de vedere al costurilor pornirii cât și din punctul de vedere al protejării instalațiilor și a măririi duratei de exploatare a instalațiilor.

CAPITOLUL 5

Optimizarea punerii in functie a blocului energetic din stare fierbinte

Blocul se considera in stare fierbinte in cazul in care temperatura metalului cilindrului de inalta presiune este cuprinsa in intervalul [450°C, 480°C]. Pornirea blocului din stare fierbinte presupune o lansare a turbinei intr-un interval de timp de cel mult 4 ore de la declansarea voita sau accidentala a blocului energetic. Daca lansarea turbinei se executa intr-un interval de timp de cel mult 2 ore de la declansare, pornirea se poate executa foarte rapid, nemaifiind necesara drenarea instalatiei, lucru ce scurteaza timpul de pornire.

Este foarte important ca o pornire din stare fierbinte sa se execute corect si rapid, deoarece atat cazanul cat si rotorii turbinei sunt sever solicitati. In aceste conditii enuntate este foarte important a se stabili un parcurs optim al pornirii, parcurs ce are o influenta benefica si asupra livrării rapide si sigure a energiei electrice in sistemul energetic.

Acest parcurs optim este enuntat doar in principiu in prescriptiile furnizorului de echipamente si instructiunile tehnice pentru cazul pornirilor din stare fierbinte. In acest capitol autorul tezei de doctorat si-a propus sa scoata in evidenta varietate optime de pornire din stare fierbinte, prezentand date concrete in acest sens.

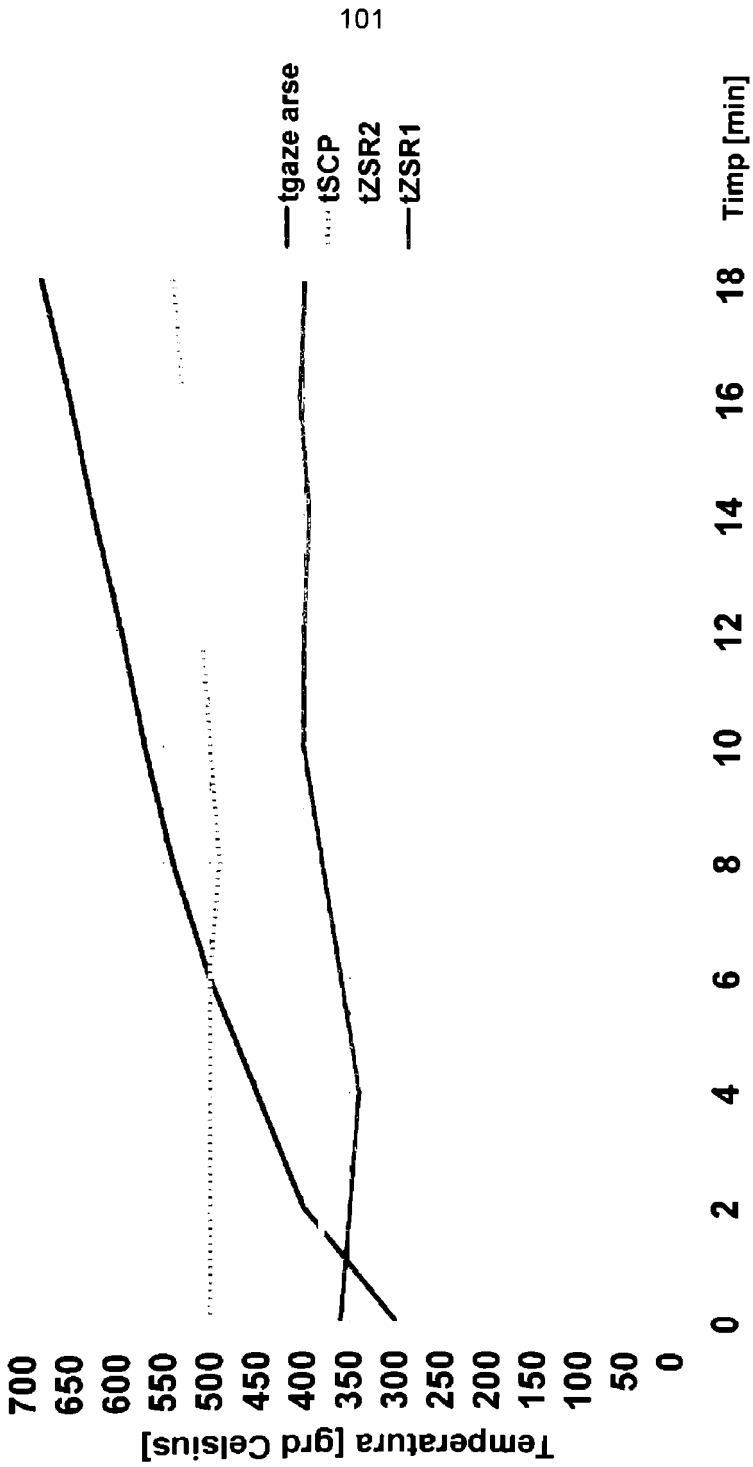
5.1 Functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea sarcinii de 100 MW

In urma studierii unui set de 15 porniri din stare fierbinte s-a reusit, analizand atent, a se distribui manevrele in timp, optim astfel ca dupa 17-18 minute de la aprinderea focului cazanul sa livreze abur la 140 bar si 550°C necesar pentru lansarea imediata a turbinei.

In fig. 5.1, respectiv tabelul 5.1 se prezinta temperaturile gazelor arse in camera de intoarcere, aburului la ZSR1, ZSR2 si SCP. Temperaturile gazelor arse au fost masurate in camera de intoarcere a cazanului, iar temperaturile aburului (t_{SCP} , t_{ZSR1} si t_{ZSR2}) au fost masurate dupa suprafetele de schimb de caldura respective.

Acest set de 15 masuratori l-am initiat pentru a prezenta cat mai concret un optim de pornire din stare fierbinte.

Figura 5.1.



Tabelul 5.1 Temperaturile la cazan in timpul pornirii din stare fierbinte

Nr. Crt.	Timp [min]	Denumirea marimii masurate [media a 15 determinari]			
		$t_{\text{gaze arse}}$ [C]	t_{ZSR1} [C]	t_{ZSR2} [C]	t_{SCP} [C]
1	0	300	360	380	500
2	2	400	350	380	500
3	4	450	340	380	500
4	6	500	360	380	500
5	8	540	380	390	490
6	10	570	400	405	500
7	12	595	400	410	510
8	14	625	395	420	518
9	16	650	405	415	530
10	18	680	400	415	540

Pentru a obtine atat de rapid aburul necesar lansarii turbinei s-a considerat ca lansarea turbinei se executa la mai putin de 2 ore dupa declansare. Avand in vedere faptul ca la pornirea din stare fierbinte cazanul este solicitat sever, s-a reusit a se ridica o diagrama a debitului de alimentare cu apa al cazanului functie de timp, in concordanta cu fluxul termic cedat de combustibil in focar.

Diagrama propusa este prezentata in fig.5.2. In momentul aprinderii focului la cazan este suficient un debit de apa de alimentare de 10 t/h, care trebuie crescut la 40 t/h in momentul cand fluxul termic din focar ajunge la 40 % in fluxul termic necesar lansarii turbinei. In principiu diagrama propusa asigura racirea corespunzatoare a tevilor vaporizatorului si in general a sistemului fierbator, dar asigura in acelasi timp premisele evitarii socului termic la toate suprafetele de schimb de caldura ale cazanului si premisele evitarii scaderii temperaturilor la metal si apa-abur din intreg circuitul cazanului.

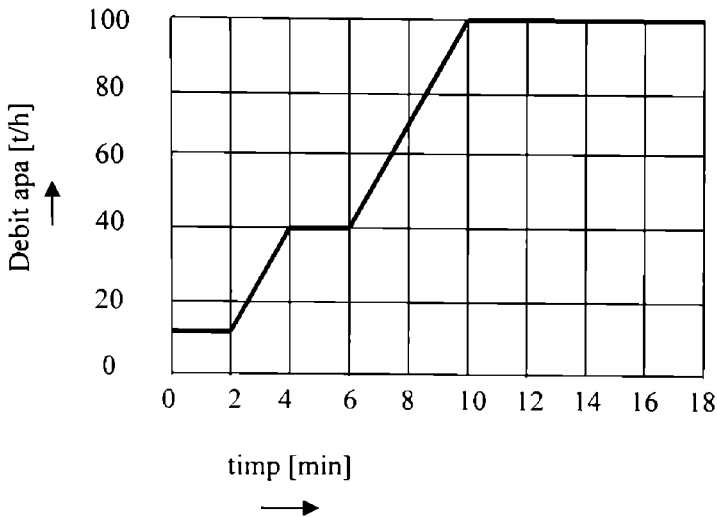


Fig. 5.2. Debitul de apa al cazanului la pornire din stare fierbinte

In fig.5.3 si 5.4, respectiv tabelul 5.2 si 5.3 se prezinta evolutia presiunii aburului in circuitul primar si modul de reglare al parametrilor folosind linia de pornire si statia de reducere racire rapida.

In principiu se recomanda ca si aceasta pornire sa se execute in regim de separatie. Pana in minutul 8 linia de pornire ramane complet deschisa pentru a nu trimite fluid mai rece, in partea a doua a cazanului, decat suprafetele metalice pe care le scalda. Statia de reducere racire rapida nu se deschide numai dupa ce presiunea din circuitul primar al cazanului a ajuns la o valoare mai mare de 50 bar.

In momentul aprinderii focului trebuie sa existe deja un debit de 10t/h apa cu care se alimenteaza cazanul.

In principiu inaintea lansarii turbinei cazanul trebuie sa produca un debit de 100 t/h abur. Parametrii aburului pentru lansarea turbinei din stare fierbinte sunt la nivelul presiunii de 140 bar si temperaturii de 550°C, iar abaterile de la aceste valori trebuie sa fie minime.

Pentru a asigura aceste conditii in focar trebuie introdus un flux de caldura ce se dezvolta datorita arderii combustibilului. Notam acest flux de caldura cu \dot{Q}_{pornire} .

Acest flux de caldura trebuie marit in timp de la valoarea zero la valoarea nominala. Trebuie stabilita o distributie optima in spatiu a acestui flux. Este foarte important la care etaj de arzatoare se aprinde focul, in ce ordine si in ce proportie astfel ca impreuna cu reglajul executat din linia de pornire si statia de reducere racire rapida, distributia fluxului de caldura in

Figura 5.3.

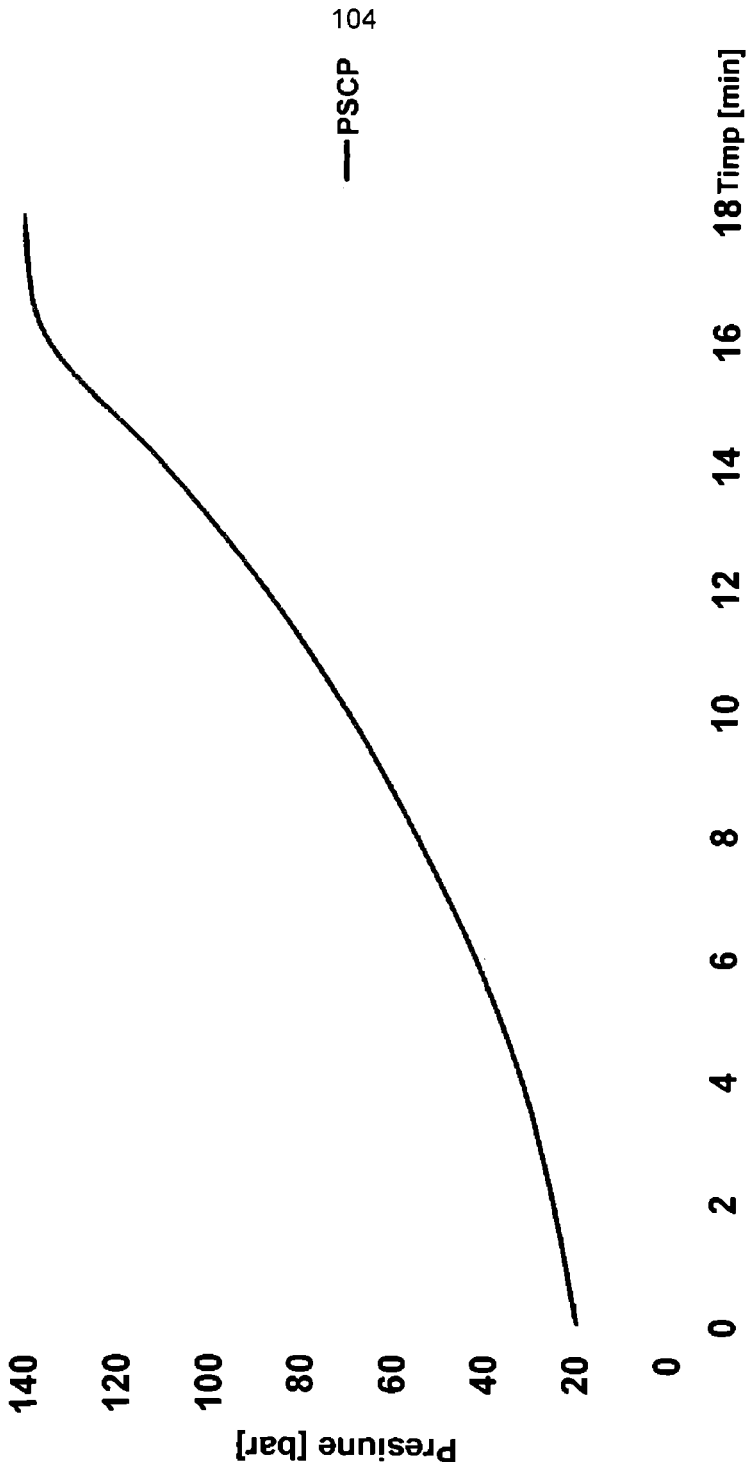
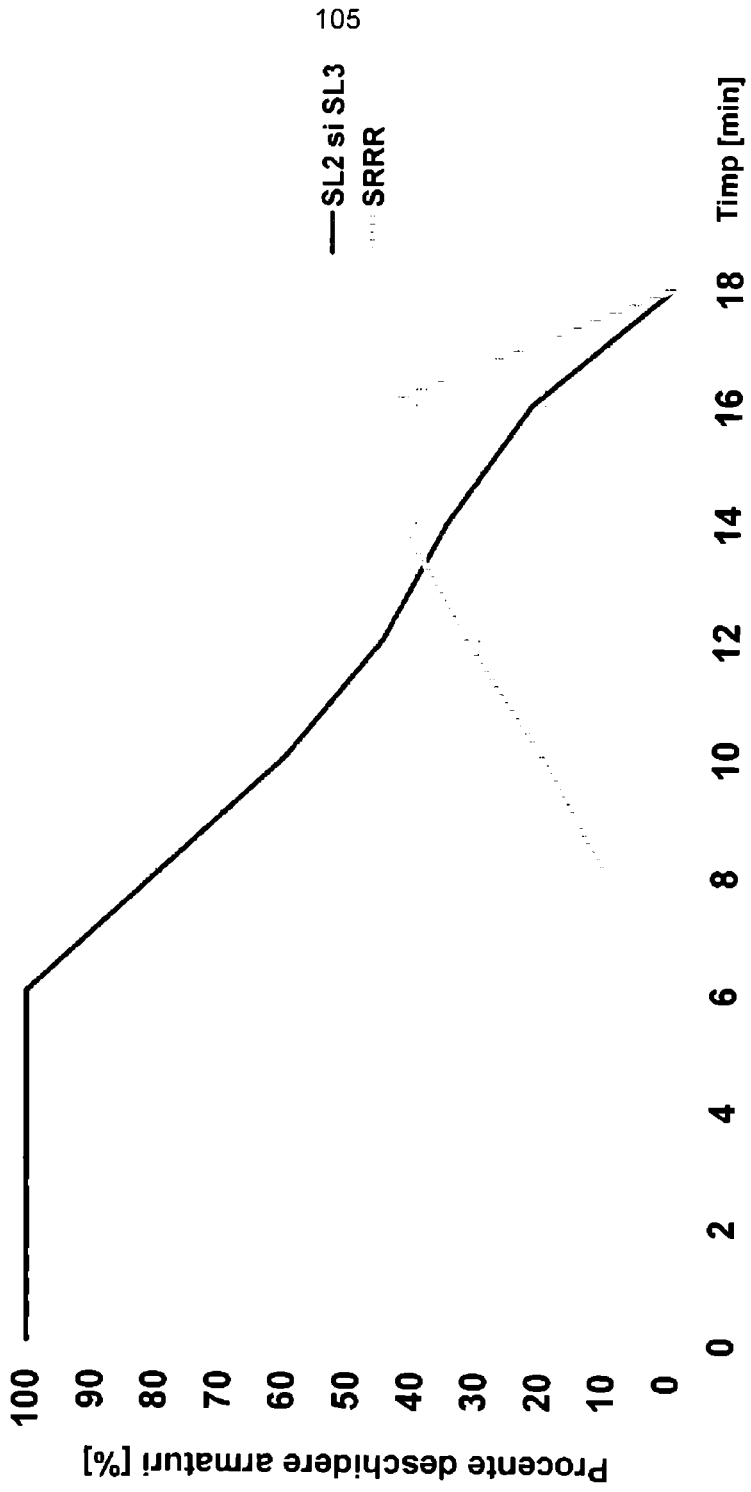


Figura 5.4.



Tabelul 5.2 Presiunile la cazan in cazul pornirii din stare fierbinte

Nr. Crt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p _{SCP} [bar]	20	25	32	42	55	70	88	110	135	140
timp [min]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18

Tabelul 5.3 Deschideri de armaturi la cazan in cazul pornirii din stare fierbinte

Nr. Crt	1	2	3	4	5
Deschidere SL2, SL3 [%]	100	100	100	100	80
Deschidere SRR-R [%]	0	0	0	0	10
timp [min]	0	2	4	6	8

Tabelul 5.3 –continuare- Deschideri de armaturi la cazan in cazul pornirii din stare fierbinte

Nr. Crt	6	7	8	9	10
Deschidere SL2, SL3 [%]	60	45	35	22	0
Deschidere SRR-R [%]	20	32	42	45	0
timp [min]	10	12	14	16	18

spatiu si timp sa realizeze cea mai rapida pornire fara socuri termice ale metalului cazanului. In figura 5.5 este propus un optim de aprindere a focului pe etaje de arzatoare. Aceste elemente enumerate anterior, coroborate cu un debit de alimentare cu apa al cazanului functie de timp si \dot{Q}_{pornire} la momentul respectiv conduc la optimizarea punerii in functie a primului corp de cazan cu turbina pana la atingerea sarcinii de 100 MW.

In principiu la o stationare a cazanului de o ora si jumatate vana de separatie se inchide si presiunea pana la aceasta vana se poate pastra la

nivelul valorii de 140 bar. In circuitul convectiv aflat dupa vana de separatie se poate scadea presiunea in acest timp pana la 10 bar. In acest timp temperatura aburului pe circuitul primar scade pana in jurul valorii de 500-510°C.

Temperatura in camera de intoarcere a cazanului in ipoteza in care acestea au fost oprite la 10-15 minute dupa declansare ajunge pe parcursul celor 90 de minute de stationare la valoarea de 350-300°C.

Luand in discutie cele doua aspecte si vitezele admise de crestere a temperaturii aburului si gazelor arse, constatam ca pentru a ajunge de la 500°C la 550°C cu o viteza de 3-4°C/minut in cazul aburului avem nevoie de 17-12,5 minute.

In cazul gazelor arse putem considera o ipotetica temperatura a fibrei medii a tevilor ce ecraneaza camera de intoarcere la 400°C. Prin toate aceste tevi avem o usoara curgere de fluid in momentul aprinderii focului, motiv pentru care daca vom considera o crestere instantanee a gazelor arse pana la valoarea de 550°C metalul tevilor nu este pus in pericol. De la valoarea de 550°C pana la valoarea de 680°C a gazelor arse folosind o viteza de crestere de 6-7°C/min este nevoie de 22-18 minute. In consecinta se accepta o viteza de crestere medie a temperaturii gazelor arse de 12-14 °C/min cu mentiunea ca dupa atingerea valorii de 550°C la gazele arse debitul de apa cu care este alimentat cazanul sa fie cel putin egal cu debitul minim de protectie al cazanului. Diagramele din figura 5.1 reprezinta atat pentru temperatura gazelor de ardere cat si pentru temperatura aburului t_{SCP} un optim de variatie propus.

In concluzie timpul minim de pornire al cazanului nu poate sa fie sub nici o forma mai mic de 17-18 minute.

In ceea ce priveste repartizarea fluxului de caldura $\dot{Q}_{pornire}$ pe etaje de arzatoare, acesta in momentul lansarii turbinei va trebui sa fie uniform repartizat pe cele doua etaje de arzatoare.

Acest flux de caldura trebuie sa fie introdus gradual in focar. Avand in vedere starea fierbinte in care se afla corpul de cazan fluxul de caldura ce se introduce in prima faza se introduce la etajul superior al arzatoarelor pentru a transmite caldura in proportie mai mare spre zonele convective. In acest timp debitul de apa de alimentare al cazanului este foarte scazut.

In etapa urmatoare fluxul de caldura ce se introduce cu combustibilul in focar este repartizat si in etajele inferioare de ardere.

In fig. 5.5 este reprezentat modul gradual de aprindere a focului si fluxul de caldura ce se introduce in focar suplimentar fata de cel existent anterior.

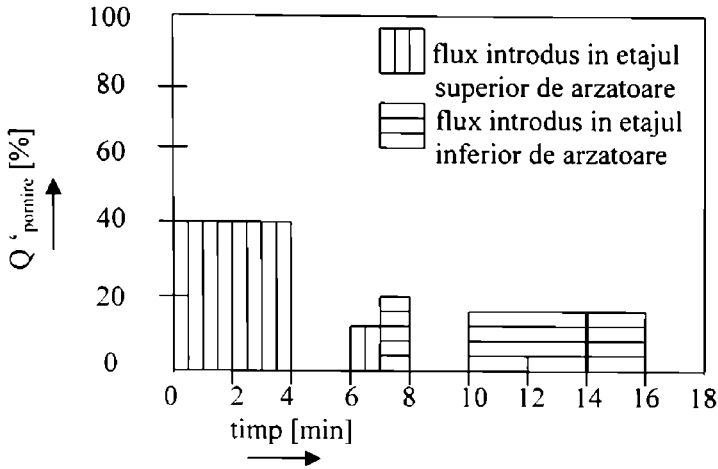


Fig. 5.5. Fluxuri de caldura introduse in focar gradual

Se observa ca in momentul aprinderii focului de la minutul zero la minutul patru se introduce in focar 40% din \dot{Q}_{pomire} . O cantitate mai mare de caldura nu este recomandat a se introduce deoarece cazanul are nevoie de un interval de timp de raspuns, interval in care se cedeaza caldura de la gazele arse catre fluidul din sistemul de presiune al cazanului, iar prin linia de pomire o cota parte din abur paraseste cazanul.

Intre minutele 6 si 8, 10% din \dot{Q}_{pomire} este suplimentat in etajul superior de arzatoare iar 20% din \dot{Q}_{pomire} este suplimentat in etajul inferior de arzatoare.

Din minutul 10 si pana in minutul 14 se mai suplimenteaza in etajul inferior de arzatoare cu 15% din \dot{Q}_{pomire} pentru a putea spori circulatia de fluid in partea convectiva si spre turbina si totodata pentru a putea ridica presiunea.

Intre minutele 14 si 16 se suplimenteaza cu 15% din \dot{Q}_{pomire} , conditii in care cazanul poate sa furnizeze abur la parametrii ceruti de turbina pentru pomire.

In cazul in care la aprinderea focului se adopta solutia aprinderii in etajul inferior de arzatoare cazanul are o inertie mai mare ceea ce intarzie punerea in functiune si marestre costurile pomirii.

In unele cazuri daca sunt conditii de punere in functiune la 10-30 de minute dupa declansare cazanul se poate porni in regim de strabatere fortata. In aceasta situatie pomirea dureaza 30 minute. In figurile 5.6, 5.7 si

5.8 sunt prezentate debitele de apa alimentare ale cazanului, debitul de abur al cazanului si debitul evacuat prin linia de pornire.

La baza ridicarii acestor diagrame au stat doar 3 seturi de masuratori, deoarece acest tip de pornire este mai greoaie si in cazul unui deranjament pe fluxul de alimentare cu combustibil solid comporta si riscul pierderii rapide a parametrilor pe circuitul convectiv pana la domeniul de saturatie.[5]

Scopul pentru care autorul tezei de doctorat a initiat acesta masuratori a fost optimizarea pornirii cazanului din stare fierbinte in conditiile functionarii acestuia in regim de strabatere fortata.

In urma prezentarii acestor masuratori se propun pentru aplicare diagramele din figurile 5.6, 5.7, 5.8 si 5.9. Interdependenta marimilor prezentate in aceste diagrame a fost realizata in asa fel incat sa ofere un timp minim de pornire in conditii de siguranta in exploatare. Optimumul obtinut garanteaza pentru fiecare zona a cazanului o evolutie ascendenta din punct de vedere al parametrilor si evitarea socurilor termice.

Se poate aprecia ca pentru un debit de alimentare al cazanului si pentru un flux termic existent in focarul cazanului la un moment dat, prin debitul evacuat prin linia de pornire si prin SRR-R se realizeaza garantiile optimumului preznetat. [11]

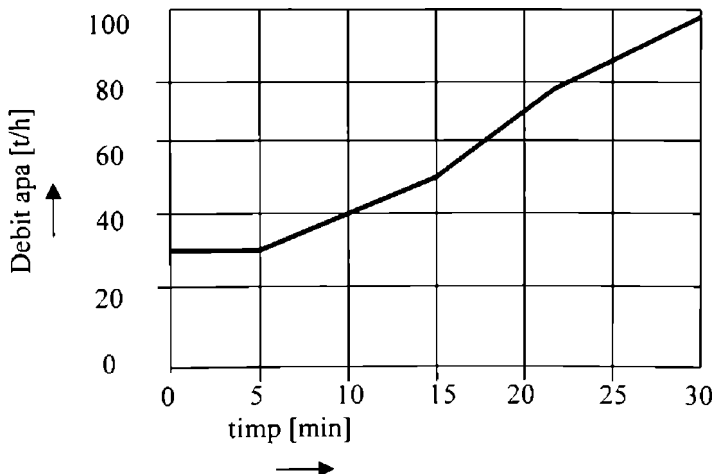


Fig. 5.6. Debitul de apa la cazan in cazul pornirii in strabatere fortata

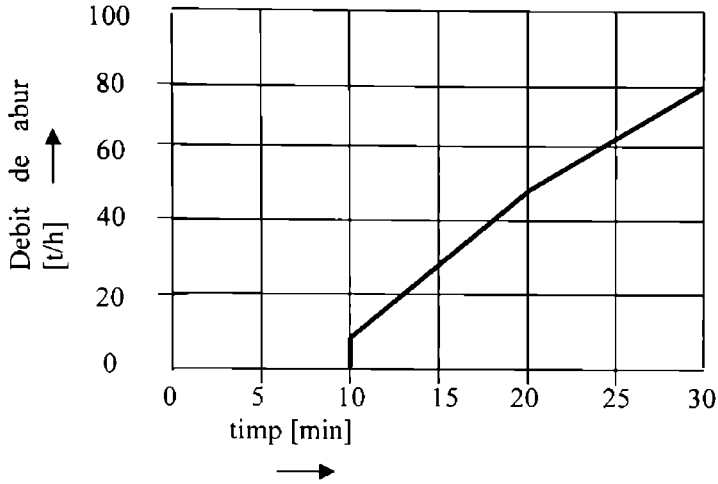


Fig. 5.7. Debitul de abur la cazan in cazul pomirii in strabaterere fortata

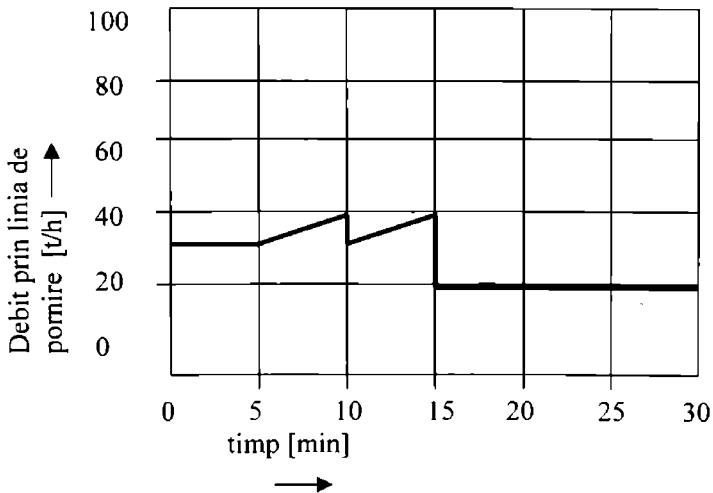


Fig. 5.8. Debitul prin linia de pomire la cazan in cazul pomirii instrabaterere fortata

In figura 5.9 se prezinta in procente, fluxul de caldura dezvoltat cu combustibilul in focar pana la atingerea valorii \dot{Q}_{pomire} .

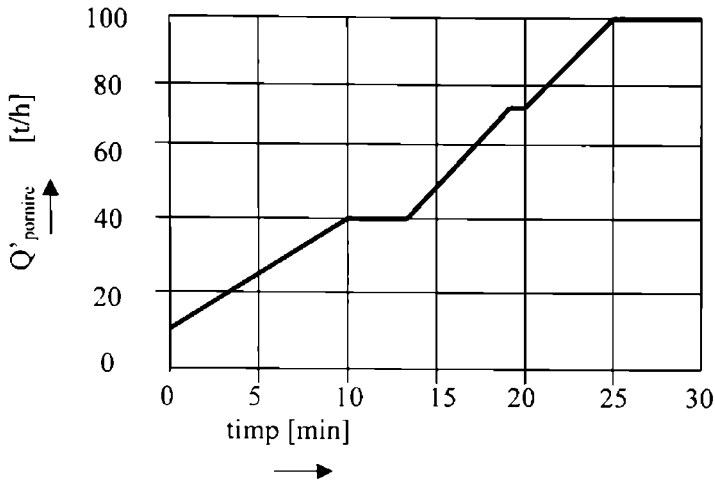


Fig. 5.9. Fluxul de caldura introdus gradual in focarul cazanului in cazul pornirii in strabaterie fortata.

In cazul unei porniri in regim de separatie functionarea cazanului de la aprinderea focului pana la atingerea sarcinii de 100 MW se intinde pe parcursul a 53 de minute. In fig. 5.10 sunt prezentate calitativ aceste etape.

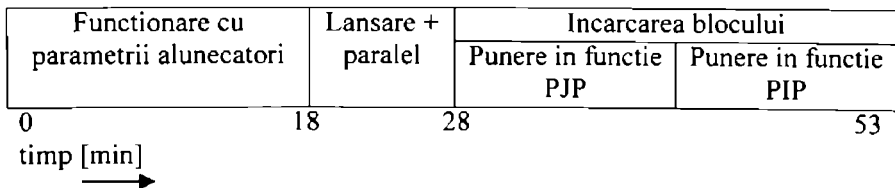


Fig. 5.10. Etapele pornirii cazanului in regim de separatie din stare fierbinte pana la atingerea sarcinii de 100 MW.

In cazul unei porniri in strabaterie fortata functionarea cazanului cu parametrii alunecatori dureaza 30 de minute si nu 18 minute cat dureaza in cazul unei porniri in regim de separatie.

Se observa ca pentru realizarea paralelului cu sistemul energetic si lansarea turbinei se alocă 10 minute, iar din momentul paralelului in timp de 25 de minute se ajunge la sarcina de 100 MW.

Imediat dupa realizarea paralelului cu sistemul energetic se pune in functiune schema regenerativa de joasa si inalta presiune.

5.2 Pornirea celui de-al doilea corp de cazan

Cel de-al doilea corp de cazan se pune in functie dupa aceeasi metodologie prezentata pentru primul corp de cazan. Pornirea celui de-al doilea corp de cazan poate demara in momentul cand sarcina electrica este de 25-30 MW si serviciile electrice ale blocului sunt asigurate de serviciile proprii. Timpul de pornire al celui de-al doilea corp de cazan si timpul dupa care ajunge la sarcina de 210 MW depinde de starea din care se porneste cel de-al doilea corp de cazan.[3]

5.3 Functionarea turbinei din momentul lansarii pana la atingerea sarcinii nominale de 210 MW

La pornirea din stare fierbinte aburul pentru lansare are o presiune de 130 bar si o temperatura de 550°C in fata turbinei. In aceste conditii se impune ca lansarea turbinei de la rotire pe viror pana la 3000 rot/min sa se execute cat mai repede. In ceea ce priveste punerea in paralel a turbinei cu sistemul energetic si incarcarea la sarcina nominala trebuie mentionat ca sunt etape care trebuiesc parcurse cat mai repede. Orice functionare a turbinei in gol sau la sarcini mici, cand agregatul este in stare fierbinte, conduce la o racire severa datorita fenomenului pronuntat de laminare ce se produce la nivelul ventilelor de reglaj ale turbinei.[4]

Lansarea turbinei se executa fara a mai stationa la vreun palier de turatie. Intr-un interval de timp de 3-5 minute se atinge turatia de 3000 rot/min. Manevrele de intrare in paralel cu sistemul energetic trebuie sa se incadreze intr-un interval de timp de aproximativ 5 minute.

La un interval de timp de 25 de minute dupa momentul paralelului se atinge sarcina de 100 de MW cu toata schema regenerativa in functiune. Viteza de incarcare a turbinei se admite 3-4 MW/min din considerente ce tin de eliminarea socurilor termice si racirilor nedorite ale turbinei.

În cazul în care și cel de-al doilea corp de cazan de pornit este în stare fierbinte, turbina poate ajunge la o sarcină de 210 MW la aproximativ 50 de minute după realizarea paralelului.

5.4 Concluzii

Punerea în funcțiune a blocului din stare fierbinte reprezintă un complex de manevre de executat într-un interval de timp foarte scurt care are drept scop repunerea în funcțiune imediată a blocului energetic în condiții de siguranță și solicitări în limita admisibile a instalațiilor.

În ceea ce privește punerea în funcțiune a cazanului din stare fierbinte, în prezenta lucrare sunt prezentate date concrete care completează recomandările furnizorului de echipament și instrucțiunile tehnice interne. Astfel în figurile 5.1, 5.3 și 5.4 sunt prezentate evoluțiile de temperaturi, presiuni și reglaje care ilustrează un optim de pornire al corpului de cazan. Pentru a ajunge la acest optim s-a studiat în primul rând dependența de timpul de pornire a debitului de alimentare al cazanului și a fluxului de căldură dezvoltat de combustibil în focarul cazanului. Prezentarea calitativă a acestui studiu se observă în fig. 5.2 și 5.5. Toate aceste studii și măsurători au fost executate pentru pornirea cazanului în regim de separație.

Pentru cazul punerii în funcțiune a cazanului direct în regim de strabaterie forțată, recomandările furnizorului sunt doar de principiu, iar mențiunile existente în instrucțiunile tehnice interne nu sunt concrete. Diagramele prezentate în fig. 5.6, 5.7, 5.8 și 5.9 ilustrează calitativ desfășurarea unei porniri în regim de strabaterie forțată. Varianta pornirii în regim de strabaterie forțată se adoptă doar în cazul unei declansări urmate de o reaprindere a focului după cel mult 30 de minute.

Datele analizate și prezentate în cadrul acestui capitol reglementează întreaga gamă de porniri din stare fierbinte a cazanului. Aceste date completează fișele și foile de manevră, conducând prin concretul lor la optimizarea punerii în funcție a cazanului.

În ceea ce privește turbina s-a demonstrat că viteza de încărcare trebuie să fie de 3-4 MW/min pentru a preveni răcirea metalului și nu 1 MW/min cum se recomandă în instrucțiuni.

Din aceleași considerente s-a restrâns lansarea turbinei la un interval de 3-5 minute, iar la al doilea corp de cazan se aprinde focul imediat ce turbina funcționează sigur la 25-30 MW și serviciile proprii electrice sunt în funcțiune.

Ansamblul datelor prezentate in prezentul capitol se folosesc cu succes la toate pornirile din stare fierbinte. In momentul unei retehnologizari a echipamentelor de masura, control si reglaj, folosirea acestor date se poate face imediat in scopul unei puneri in functiune automate sau a unei puneri in functiune asistata de calculator.

CAPITOLUL 6

Consideratii privind oprirea blocului energetic de 210 MW

Oprirea blocului energetic reprezinta o etapa foarte importanta in ansamblul etapelor de functionare a blocului in regim variabil. Experienta existenta in sistemul energetic national a demonstrat ca nu intotdeauna s-a acordat atentia cuvenita acestei etape, lucru demonstrat prin continutul instructiunilor tehnice interne. Mai mult, datorita modului defectuos de executare a opririlor, s-au produs avarii grave in sistemul de presiune al cazanelor, a conductelor de legatura cazan-turbina, a turbinei propriu-zise si a generatoarelor electrice.

In cele ce urmeaza se expun cateva consideratii in vederea opririi in siguranta, cu costuri minime, evitand socurile termice si protejand instalatiile blocului energetic de 210 MW. Se iau in discutie opririle voite si opririle fortuite cand mai este timp a se executa manevre ce conduc la o oprire in conditii benefice a instalatiei.

6.1 Oprirea unui corp de cazan

Se considera ca ambele corpuri de cazan functioneaza in paralel la turbina de 210 MW si este nevoie a se opri doar un corp de cazan.

La corpul de cazan care trebuie oprit se executa manevrele de descarcare cu o viteza de scadere a debitului de alimentare al cazanului de maxim 10t/min. Aceasta descarcare a cazanului se executa pana la un debit de apa de alimentare a cazanului de 100 t/h. la atingerea acestei valori a debitului apei de alimentare se ventileaza morile 10 minute timp in care se arde combustibilul gazos sau lichid care sa dezvolte 30% din fluxul de caldura \dot{Q}_{pompa} dupa care se declanseaza corpul de cazan.

La 10-15 minute dupa declansare se considera admisia combustibilului gazos inspre focar blindata, ceea ce ne permite sa oprim ventilatoarele de aer si gaze ale cazanului. Oprirea ventilatoarelor de aer si gaze este un lucru benefic pentru sistemul de presiune al cazanului deoarece acesta nu mai este racit forat.

Pentru a economisi energia consumata cu serviciile proprii se iau masuri de oprire a unei electropompe de alimentare a cazanului, a unei pompe de circulatie la condensatori si a unei linii de pompe de condens de baza.

Imediat dupa declansarea cazanului vana de separatie se inchide. La 30 de minute dupa declansare partea convectiva a cazanului de dupa vana de separatie se pune la golit prin deschiderea drenajelor pe zone. Este benefica deschiderea progresiva a drenajelor. Se interzice ca dupa 30 de minute sa se amane golirea circuitului de dupa vana de separatie. Aceasta amanare poate conduce datorita racirii, in unele zone, la atingerea saturatiei si la aparitia loviturilor de berbec care sunt foarte periculoase pentru sistemul sub presiune al cazanului.

Pentru sistemul de presiune aflat inaintea vanei de separatie golirea se efectueaza dupa 90 de minute de la declansare, iar daca este nevoie se poate amana pana la 3-4 ore in cazul in care exista posibilitatea unei reporniri. Totusi dupa acest interval de timp este obligatorie golirea, in caz contrar fiind posibile si aici aparitia loviturilor hidraulice. Aceleasi reguli si principii se aplica si pentru sistemul de supraincalzire intermediara.

In ceea ce priveste functionarea schemei regenerative, la sarcini partiale ale turbinei, aceasta este tratata foarte bine in instructiunile tehnice interne, alegandu-se functie de regimul de presiuni din prize, schema adecvata de curgere in cascada.[6]

6.2 Oprirea turbinei si a celui de-al doilea corp de cazan

Presupunem turbina in functiune cu un singur corp de cazan. In aceasta situatie daca se impune oprirea blocului se iau o serie de masuri menite sa sporeasca siguranta functionarii si sa previna o serie de deranjamente sau avarii.

Astfel se scoate din functiune schema regenerativa de inalta si joasa presiune. Aceasta manevra se executa preventiv pentru a elimina orice posibilitate ca turbina sa se supratureze prin aburul sau emulsia apa-abur ce ar putea intra accidental in turbina prin prize. Cu aceasta ocazie se verifica functionarea ireprosabila a clapetilor de retinere de pe prize.

Cazanul se descarca cu o viteza de 10 t/h pana se ajunge ca debitul sau de alimentare sa fie de 100 t/h. In acest moment se asigura alimentarea serviciilor blocului din serviciile generale ale centralei dupa care se ventileaza morile si se declanseaza blocul energetic.

Dupa declansare, rotorul turbinei se opreste din turatie intr-un interval de timp cuprins intre 40 si 50 de minute, functie de valoarea vidului in condensatori. Astfel pentru un vid nominal de 0,965 timpul de oprire este de 50 de minute, iar daca vidul este 0,88 timpul de oprire este de 40 de minute. Acest lucru este ilustrat calitativ in fig. 6.1.

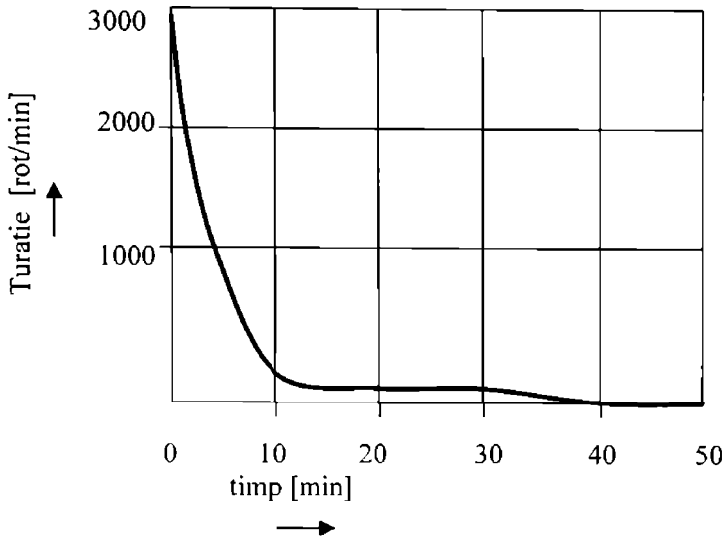


Fig. 6.1. Timpul de oprire din rotatie a arborelui turbinei dupa declansare

In general instalatia de vid se tine in functiune opt ore dupa declansare.

Instalatia de ulei ungere a turboagregatului este mentinuta in functiune in medie un interval de timp 108 ore dupa declansare timp in care temperatura metalului cilindului de inalta presiune coboara cel putin la -170°C . In fig.6.2 este prezentata alura curbei de racire a turbinei in partea de inalta presiune.

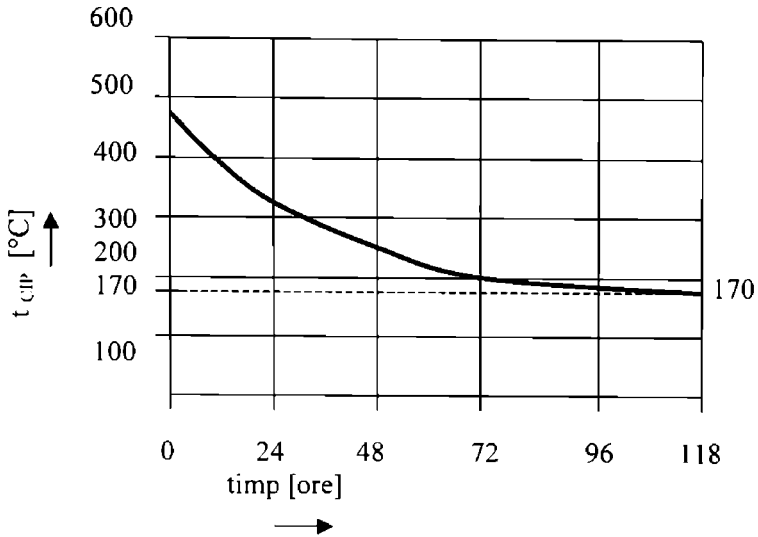


Fig. 6.2. Evolutia temperaturii metalului CIP la racirea naturala a turbinei

6.3 Concluzii

Anterior au fost prezentate succint etapele opririi blocului energetic intr-o ordine bine stabilita care sa asigure oprirea in siguranta a blocului energetic cu un consum minim de energie.

Au fost precizate vitezele de descarcare a cazanelor si implicit a turbinei ceea ce reprezinta o completare a documentatiei existente.

Precizarea faptului ca golirea cazanului in ceea ce priveste sistemul sub presiune este obligatorie reprezinta o noutate si o modificare a instructiunilor deoarece pana acum se admitea sa nu se goleasca cazanele. Acest lucru permitea in anumite conditii aparitia socurilor hidraulice, in sistemul sub presiune, care cauzau fisuri in zona sudurilor si suportilor.

Respectarea acestor etape asigura o oprire corecta si sigura a blocului energetic, ilustrand un optim de functionare a grupului in regim variabil.

CAPITOLUL 7

Concluzii

Functionarea in regim variabil a grupului de 210 MW presupune etapele de pornire, de schimbare de sarcina si de oprire. In aceasta lucrare s-a pus accentul pe etapele de pornire si oprire avand in vedere ca functionarea la sarcina nominala si partiala a blocului energetic au fost luate in calcul la proiectarea agregatului.

Siguranta functionarii blocurilor enegetice are o foarte mare importanta pentru economia nationala. Concentrarea productiei de forta in blocurile energetice de mare putere, fara intrerupere si fara defectari, a devenit un element de maxima importanta. Defectarea agregatelor din sistemul energetic poate provoca intreruperi in functionarea utilajelor unui numar mare de intreprinderi, irosind materia prima si scazand productivitatea muncii, cu toate urmarile provocate de astfel de neajunsuri. In unele ramuri ale industriei nu se admite, de obicei nici un fel de oprire in alimentarea cu energie lucrarile pentru repararea agregatelor defectate necesita cheltuieli destul de mari, pentru a le evita trebuie sa se acorde o atentie deosebita combaterii defectelor utilajelor din uzinele electrice. Fiecare defect ce are loc intr-o uzina producatoare de energie electrica trebuie cerceta amanuntit. Primele cercetari privind defectele, se fac direct la locul aparitiei. Aceste cercetari efectuate in cursul exploatatii, au particularitatile lor caracteristice si difera foarte mult de modul lor de cercetare a defectelor in fabrica constructoare sau in institutetele de cercetari, unde se folosesc, in acest scop, metodele si mijloacele birourilor tehnice si ale laboratoarelor. Aceste cercetari, necesita de multe ori timp indelungat.

De multe ori in cursul exploatatii defectele trebuie analizate si hotararile de a le repara se iau in fata instalatiilor deschise in timp ce un numar mare de consumatori sunt deconectati. In aceasta situatie avem la dispozitie doar cateva ore si numai foarte rar cateva zile pentru a le remedia si a repune in functiune instalatiile. In asemenea cazuri lipsesc datele de calcul necesare iar pentru cercetari de laborator nu este timp. Cu toate acestea hotararile luate in aceste conditii sunt de obicei definitive si de ele depinde functionarea ulterioara a agregatelor.

Din aceasta cauza trebuie sa se acorde o importanta deosebita analizei initiale a defectelor in timpul exploatatii.

In exploatarea sistemului energetic trebuie sa se urmareasca in mod deosebit realizarea eficientei economice maxime, cu respectarea restrictiilor de siguranta si de calitate in alimentare cu energie electrica a consumatorilor.

In general, problema optimizarii regimurilor de functionare este de mare importanta pentru sistemele energetice, ea fiind rezolvata teoretic si practic in toate sistemele energetice cu un nivel tehnic al echipamentelor ridicat si cu sprijinul unui sistem informatic modern si a unui management corespunzator.

Conditiiile vitrege in care a functionat sistemul energetic romanesc nu au permis pana in prezent o rezolvare practica a programarii functionarii lui optime in ansamblu, iar pentru grupurile energetice si agregatele de baza au existat doar rezolvari parțiale.[10]

Avand in vedere chestiunile de principiu si cele cateva concrete enumerate anterior, optimizarea functionarii grupului in regim variabil ramane o problema de permanenta actualitate.

Ansamblul datelor si masuratorilor prezentate referitor la optimizarea punerii in functiune a grupului din stare rece completeaza experienta in domeniu si prezinta un model de punere in functiune. Datele respective reprezinta baza necesara unei puneri in functiune automata sau asistata de calculator. Reprezentarea in diagrame a mediei masuratorilor reliefeaza un optim de functionare a grupului in regim variabil care asigura costuri minime in conditiile asigurarii sigurantei in exploatare. Autorul tezei de doctorat a initiat masuratorile respective pentru completarea cu date concrete a experientei existente si pentru implementarea acestei experiente pozitive in foile de manevra si instructiunile tehnice.

Modificarea instalatiei de cazan prin montarea unei conducte de recirculatie aer cald a fost aplicata la cele 6 grupuri, conducand la scaderea consumului propriu tehnologic al blocului energetic si eliminand practic posibilitatea formarii punctului de roua in preincalzitorii de aer ai cazanului. Aceasta modificare are efecte benefice asupra sigurantei in exploatare a preincalzitorilor de aer, a cazanului si asupra randamentului cazanului.

Determinarea unui nou palier de turatie la 2200 rot/min suficient de departe de turatiile critice, palier la care turbina are o functionare foarte buna cu vibratii foarte mici, este o contributie importanta. Utilizarea acestui palier in special la pornirile din stare calda conduce la scurtarea timpului de pornire.

Datele prezentate in legatura cu cauzele ce pot genera incovoierea rotorilor turbinei alaturi de exemplele concrete de indreptare a acestora reprezinta o experienta deosebita si completeaza informatiile existente in acest domeniu.

Propunerile de modificare ale etansarilor terminale existente la corpul de joasa presiune au fost generate de cateva scapari ce s-au

manifestat în faza de proiectare. Din păcate, până în momentul de față aceste propuneri de modificări nu au putut fi puse în practică.

În ceea ce privește stutuirea preventivă a preincalzitivelor de aer, procedeul are un efect benefic asupra instalației. Astfel se dublează perioada de funcționare a preincalzitivelor de aer, se elimină posibilitatea funcționării defectuoase a acestora, fapt ce ar conduce pe timpul pornirii la o inerție mare a cazanului și la scăderea capacității de macinare a morilor de carbune. Astfel este influențată pozitiv siguranța în exploatarea a grupului și scad costurile cu reparațiile.

Aceste modificări executate sau propuse a se executa în instalațiile de cazane și turbine, alături de cele menționate în legătura cu palierul de turatie la 2200 rot/min și cu prevenirea sau îndreptarea rotorilor turbinei, reprezintă prin ansamblul lor o contribuție importantă la asigurarea optimului de funcționare a grupului, atât în regim variabil, cât și în regim stabil de funcționare.

Înglobarea datelor prezentate sintetic în diagramele din figurile 4.6, 4.7 și 4.8 completează experiența existentă și prezintă un optim de punere în funcțiune a grupului în cazul pornirii din stare caldă. Mărirea vitezei de încărcare a turbinei la pornirea din stare caldă în anumite condiții precizate este de natură să corecteze anumite prescripții din instrucțiunile tehnice interne. Ordonarea și plasarea în timp convenabilă a tuturor etapelor de punere în funcțiune conduc al un optim atât din punctul de vedere al costurilor pornirii, cât și din punctul de vedere al protejării instalațiilor și a mării duratei de exploatare.

În cuprinsul capitolului 5 a fost analizată punerea în funcțiune a blocului energetic din stare fierbinte. În acest caz, printr-o judicioasă analiză și distribuire a manevrelor în timp s-a reușit atingerea unui optim de punere în funcțiune. Astfel, timpul în care se atinge sarcina nominală a grupului este foarte scurt, iar instalațiile componente ale grupului energetic nu sunt suprasolicitate. Întreaga gamă de porniri din stare fierbinte a fost studiată și ilustrată, constituind o bază de date absolut necesară în procesul de exploatare. Totodată se reglementează în detaliu și timp aceste tipuri de porniri care în documentația internă a termocentralei nu existau.

În situația opririlor s-au precizat unele viteze de descărcare și s-a introdus obligativitatea golirii sistemelor de presiune a cazanelor după oprire, aspect ce nu era concret reglementat.

În general, în prezenta lucrare s-au luat în discuție și analiză marimile fizice de primă importanță ce concurează la optimizarea funcționării grupului energetic în regim variabil. Datele prezentate prin ansamblul lor completează experiența și informația tehnică existentă. Este știut faptul că în ceea ce privește utilizarea punerilor în funcțiune și oprile asistate de

calculator, Romania este plasata pe unul din ultimele locuri in Europa. Astfel datele prezentate pe langa faptul ca prezinta un optim la care s-a ajuns pot constitui o baza de date extrem de utila in perspectiva unei retehnologizari.

In anexa de calcul se prezinta programul utilizat pentru prelucrarea datelor experimentale.

BIBLIOGRAFIE

1. Ungureanu, C. Generatoare de abur pentru instalatii energetice clasice si nucleare. Bucuresti, Editura Didactica si Pedagogica, 1997
2. Creta G. Turbine cu abur si cu gaze. Bucuresti, Editura Didactica si Pedagogica, 1981
3. Panoiu N. Cazane cu abur. Bucuresti, Editura Didactica si Pedagogica, 1982
4. Nerescu I. si Radenco, V. Analiza energetica a proceselor termice, Editura Tehnica, 1970
5. Vucalovici M. Proprietatile termofizice ale apei si aburului, Bucuresti, Editura tehnica, 1067
6. Schroder K. Centrale termoelectrice de mare putere, Bucuresti, Editura tehnica, 1971
7. Cristea V, Creta G., Ivan, D., Ardelean, P., Etansari, Bucuresti, Editura tehnica, 1973
8. Stanescu I., Athanasorevici, V., Termoenergetica industriala, Bucuresti, Editura tehnica, 1979
9. Carabogdan I., si altii, Manualul inginerului termoenergetician, Bucuresti Editura tehnica, 1986
10. Vaida V., Managementul regimurilor de functionare a sistemelor electroenergetice, Timisoara Editura Mirton, 1998
11. Leca A., Centrale electrice. Probleme. Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1977
12. *** Optimizarea functionarii centralelor electrice RENEL in anii 1992 si 1993 pe baza costurilor minime de exploatare si intretinere, ISPE 1992
13. Carabulea A., Ingineria sistemelor de energie, Bucuresti, Editura Junimea, 1986
14. Laurentiu P., Exploatarea centralelor electrice. Probleme speciale, Bucuresti, Editura tehnica, 1984
15. Rouadadeal F., Cauzele spargerilor de tevi la cazanele de abur M.E.E.-CPL. 1985
16. Gherghiu St., Pop, M., Tardis, G., Viteze admisibile de incalzire la cazanele cu circulatie naturala, Bucuresti, Energetica nr. 12, 1971
17. Laurentiu P., Cresterea sigurantei in exploatarea instalatiilor energetice, MEE – CPL 1982
18. Radulescu M., Cercetari pentru stabilirea regimului de pornire a cazanului de 420 t/h pe lignit, ICEMENERG, decembrie 1982
19. Laurentiu P., Exploatarea centralelor termoelectrice, Bucuresti, Editura tehnica, 1989

20. Vaida V., Principalele directii strategice si programul de dezvoltare si restructurare RENEL in perioada 1994-2000, Conferinta Nationala a Energiei, Neptun 1994, Producerea, transportul si distributia energiei electrice si termice nr. 6/1994
21. Vaida V., Perspectivele dezvoltarii energeticii in Romania, Producerea, transportul si distributia energiei electrice si termice nr. 11/93
22. *** Programarea functionarii optimale a SEN pe perioade medii de timp ICEMENERG – 1995
23. Constantinescu J., si altii, Criterii de performanta pentru interconexiunea cu UCPT, Energetica 42-1994- Nr.2B
24. Popescu A., si altii, Interconexiunea sistemelor energetice est-vest europene - problema actuala in noile conditii de integrare a Romaniei in structurile comunitatii europene, Energetica 42-1994-Nr 2B
25. Lasev S.M., Turbine cu abur, Editura Tehnica 1980
26. Motoiu C., Centrale termo si hidroelectrice, Bucuresti, Editura didactica si pedagogica – 1974
27. *** Regulament privind asigurarea functionarii economice a centralelor electrice, P.E. 012/92 RENEL –1992
28. Laurentiu P., Exploatarea economica a centralelor termoelectrice, Bucuresti, Editura Tehnica, 1997,
29. *** Prescriptii tehnice pentru proiectarea, executia, montarea, instalarea exploatarea, repararea si verificarea cazanelor de abur si cazanelor de apa fierbinte, Editura Tehnica, Bucuresti, 1974
30. Aldea M., si altii, Cazane de abur si recipiente sub presiune. Indrumator. Editura Tehnica, Bucuresti 1972 si 1982
31. Popa I., Popa T, Documentar pentru energeticieni – Tabele tehnice Supliment IDOC 1982
32. Carabogdan I., si altii, Instalatii termice industriale, Editura Tehnica, Bucuresti 1978
33. Popa B., Vintila C., Transfer de caldura in procesele industriale, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1975
34. Leca A., Prisecaru I., Proprietatile termofizice si termodinamice, Editura Tehnica, Bucuresti 1994
35. Jadaneant M., Termodinamica tehnica, Centrul de multiplicare Universitatea Politehnica Timisoara 1997
36. Bejan A., Termodinamica tehnica avansata, Editura Tehnica, Bucuresti, 1996
37. Negru L., Transmiterea caldurii, Litografia Institutului Politehnic Timisoara, 1981
38. Pimsner V., si alti, Termodinamica tehnica- probleme, Editura Didactica si Pedagogica, Bucuresti, 1982

39. Gheorghiu St., Cazane de abur, Editura didactica si pedagogica, Bucuresti 1966
40. Vladea I., Tratat de termodinamica tehnica si transmiterea caldurii, Editura didactica si pedagogica, Bucuresti, 1974
41. Revista Energetica, nr.5 / 1998, Oprisiu N., Cresterea performantelor reglajelor grupurilor in vederea imbunatatirii comportamentului operational al centralelor la variatia frecventei sistemului pag. 237
42. Revista Energetica, nr. 4 / 1997, Fatu I, Lazaroiu G., Sisteme de conducere prin calculator a centralelor electrice pag. 159
43. Revista Energetica nr. 10 /1997 Consfatuire de lucru GPEET. Functionarea economica a termo si hidrocentralelor pag. 458
44. Revista energetica nr. 3 / 1997 Cutu A., Conversia centralelor termice industriale existente in centrale electrice cu termoficare pag. 104
45. Conferinta Nationala a Termotehnicienilor 1999, Manga M., Masuri privind cresterea duratei de viata a preincalzitoarelor de aer tubulare
46. Conferinta Nationala a Termotehnicienilor 1999, Manga M., Optimizarea punerii in functie a celui de-al doilea corp de cazan al blocului de 210 MW de la S.E. Deva -Mintia
47. Buletin informativ al D.G.P.E.E.T. 1999, Manga M., Evitarea incovoierii rotorului turbinei.
48. Buletin informativ al D.G.P.E.E.T. 1999, Manga M., Optimizarea pornirii turbinei de 210 MW de la S.E. Deva-Mintia din stare fierbinte.

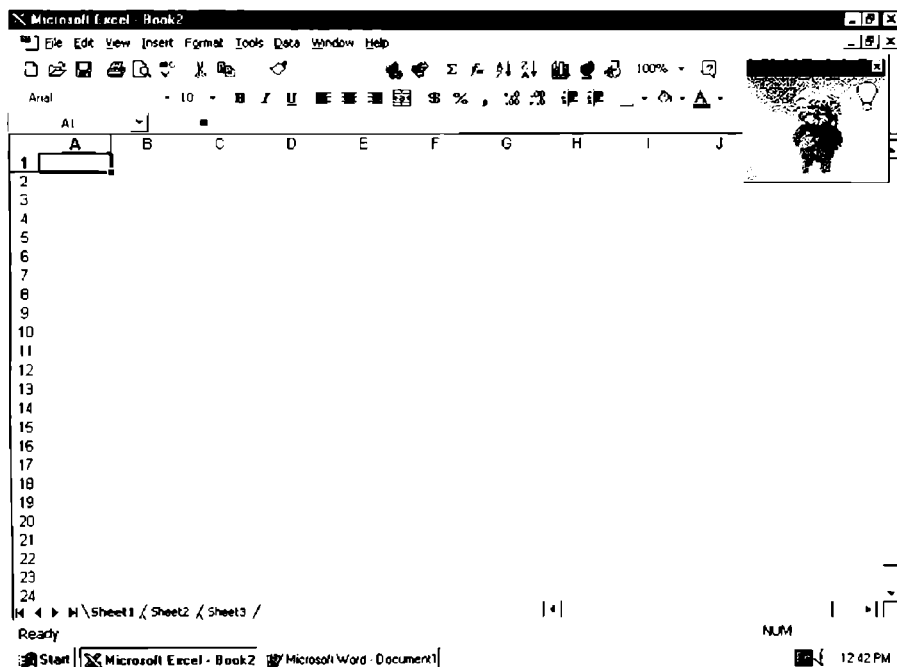
Anexă de calcul

În continuare se arată modul de calcul al punctelor de măsură, precum și modul de realizare al graficelor.

Prelucrarea datelor, s-a realizat cu programul MICROSOFT EXCEL '97, care se pretează foarte bine la astfel de calcule, utilizând foile de calcul.

Cu acest program se pot realiza orice fel de calcule, din diferite domenii: ingineresc, financiar-contabil, statistic, matematic, etc.

Ca exemplu, se prezintă mai jos, ecranul de lucru al acestui program.

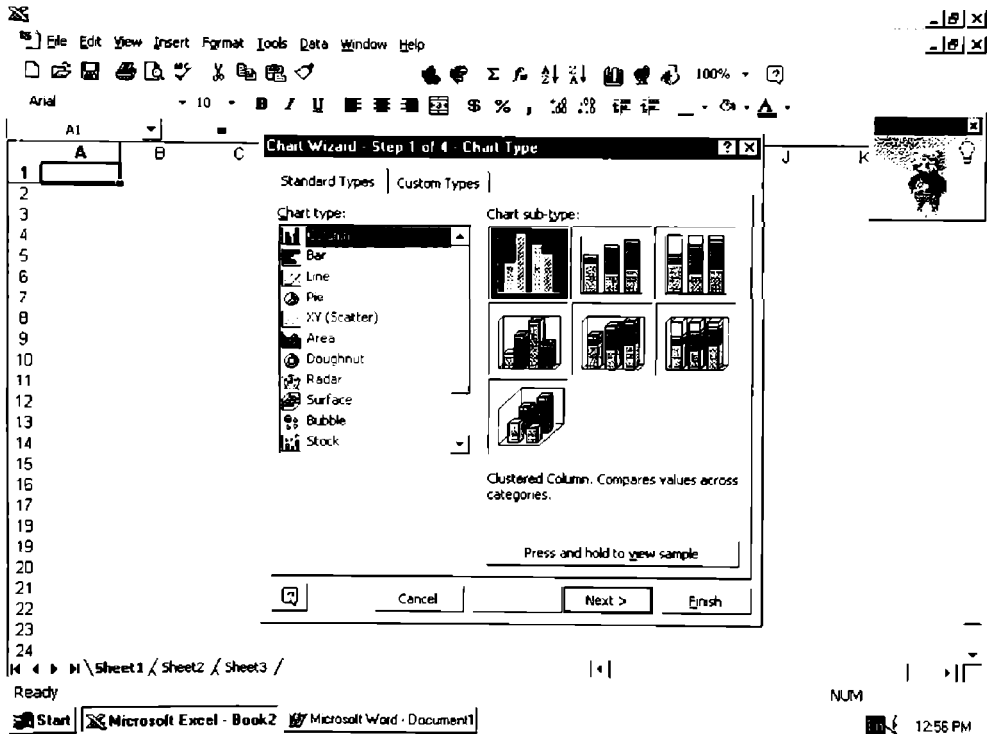


Cu acest program, după cum s-a menționat, se pot realiza diferite calcule, prin simpla introducere a valorilor în celule. Prin scrierea formulelor necesare în orice celulă a foii de calcul, sau prin folosirea funcției f_x , cu ajutorul căreia se pot introduce diferite formule de calcul de orice tip (statistic, financiar-contabil, calcul ingineresc, etc.), obținându-se rezultate în funcție de datele care se vor introduce și funcție de formulele folosite.

Unul din marile avantaje ale acestui program este faptul că rezultatele acestor calcule, se vor modifica instantaneu, adică o dată cu

modificarea valorii dintr-o celulă, se va modifica și rezultatul din celula care conține formula de calcul, sau cea care are referință la această celulă.

Tot cu acest program se pot realiza, foarte ușor, tot felul de tipuri de grafice, după cum rezultă din imaginile de mai jos, unde este prezentată fereastra cu diferitele tipuri de grafice ce se pot alege, pentru a fi reprezentate.



Programul pentru eliminarea eroriilor de masurare a fost implementat in Excel 97 deoarece in acest mediu de dezvoltare exista atat posibilitate de programare (Visula Basic) cat si posibilitate de a trasa cu usurinta grafice.

Procedura de eliminare a eroriilor de masurare este urmatoarea:

- se fac "n" masuratori
- pentru valorile masurate se calculeaza o valoare medie
- valorile masuratorilor care se abat cu 5% fata de media anterioara calculata se elimina din setul de masuratori rezultand o noua valoare medie a tuturor masuratorilor efectuate.

Acesta noua valoare medie sta la baza trasarii graficului respectiv.
Subrutina pentru eliminarea eroriilor se numeste EliminaEroare

```
Public Sub EliminaEroare()
Dim i As Integer, j As Integer, k As Integer
Dim NX As Integer, NM As Integer, LastR As Integer
Dim PR As Double
' in celula B2 se numarul de intervale de timp pentru care se fac masuratorile
NX = Range("B2").Value
' in celula C2 se afla numarul de masuratori
NM = Range("C2").Value
' in celula D2 se afla procentul folosit pentru eliminarea erorilor conform
procedurii descrise mai sus
PR = Range("D2").Value
LastR = NM + 4
Range(Cells(2, NX + 2), Cells(60, 256)).Select
Selection.ClearContents
Range(Cells(LastR + 1, 1), Cells(60, 256)).Select
Selection.ClearContents
Cells(1, 1).Select
For i = 1 To NM
    Cells(4 + i, 1).Value = i
Next i
For i = 1 To NX
    Cells(LastR + 1, i + 1).Value = 0
Next i

For i = 1 To NX
    For j = 1 To NM
        Cells(LastR + 1, i + 1).Value = Cells(LastR + 1, i + 1).Value +
        Cells(4 + j, i + 1)
    Next j
Next i
```

' se calculeaza valoarea medie

For i = 1 To NX

Cells(LastR + 2, i + 1).Value = Cells(LastR + 1, i + 1).Value / NM

Next i

' se scrie cu albastru valorile care nu satisfac conditia specificata

For i = 1 To NX

For j = 1 To NM

If Cells(LastR + 2, i + 1).Value = 0 Then

If Abs(Cells(4 + j, i + 1).Value) > 1 + PR / 100 Then

Cells(4 + j, i + 1).Select

Selection.Font.ColorIndex = 5

Else

Cells(4 + j, i + 1).Select

Selection.Font.ColorIndex = 1

End If

Else

If (Abs(Cells(4 + j, i + 1).Value - Cells(LastR + 2, i + 1).Value)

/ Abs(Cells(LastR + 2, i + 1).Value) * 100 > PR) Then

Cells(4 + j, i + 1).Select

Selection.Font.ColorIndex = 5

Else

Cells(4 + j, i + 1).Select

Selection.Font.ColorIndex = 1

End If

End If

Next j

Next i

For i = 1 To NX

Cells(LastR + 3, i + 1).Value = 0

Next i

' se calculeaza noua valoare medie ne luand in considerare celulele care au culoarea fontului albastru

For i = 1 To NX

k = 0

For j = 1 To NM

If Cells(4 + j, i + 1).Font.ColorIndex = 1 Then


```

        Cells>LastR +3, i +1). Value =Cells>LastR +3,
        i +1). Value + Cells (4+j, i+1)
        k= k+1
    End If
Next j
Cells>LastR+4, i+1). Value= Cells>LastR+3, i+1). Value /k
Next i
Rows(trim(Str>LastR+1))&"'."&Trim(Str>LastR+4))). Select
Selection.NumberFormat="0.00"
Cells>LastR+4,2). Select
End Sub

```

Ansamblul acestor date si masuratori prezentate grafic conduc la optimizarea punerii in functiune si exploatarea blocului energetic de 210 MW de la SE Deva-Mintia in regim variabil.

Prin diagramele prezentate se ofera o baza de plecare pentru o pornire automata sau asistata de calculator avand ca fundament o buna experienta indelungata, unde toti parametrii se raporteaza si depind numai de timp, lasand prin aceasta dependenta de timp sa se subinteleaga totusi o dependenta implicita intre toti parametrii discutati si analizati.