

# FUNCȚIONAREA CONDESATORULUI TURBINEI CU ABUR DE 330 MW LA VARIAȚIA DEBITULUI APEI DE RĂCIRE.

O. SĂFTOIU<sup>1</sup> M. NAGI<sup>2</sup> D. CARABAȘ<sup>3</sup>

**Rezumat:** *Lucrarea prezintă modul de funcționare al condensatorului turbinei de 330 MW la variația debitului apei de răcire. Încercările de îmbunătățire a performanțelor funcționale ale condensatorului vizează atât aspecte constructive, cât și tehnologice și de exploatare. Aprecierea performanțelor unui condensator se face în exploatare prin urmărirea câtorva parametrii caracteristici de funcționare care pot suferi mai mult sau mai puțin modificări importante.*

## 1. Generalități.

Condensatoarele de abur sunt schimbătoare de căldură de suprafață destinate condensării vaporilor diverselor substanțe. Acestea sunt cel mai des utilizate în centralele termoelectrice, fluidul rece fiind de regulă apa.

Rolul condensatoarelor în centralele termoelectrice este de a:

- condensa aburul evacuat din turbină sub un vid cât mai avansat,
- crea o rezervă de condensat prin cantitatea de apă acumulată în rezervor,
- condensa aburul care ocolește turbina până la atingerea parametrilor,
- aerisi o parte sau întreaga instalație de preîncălzire regenerativă.

## 2. Analiza funcționării condensatoarelor cu abur.

Încercările de îmbunătățire a performanțelor funcționale ale acestor condensatoare vizează atât aspecte constructive, cât și tehnologice și de exploatare.

Aprecierea performanțelor unui condensator se face în exploatare prin urmărirea câtorva parametrii caracteristici de funcționare care pot suferi mai mult sau mai puțin modificări importante.

Parametrii caracteristici funcționării condensatorului sunt [2,7]:

- vidul;
- temperatura la buraj;
- temperatura condensatului;
- temperatura apei de răcire la intrarea și ieșirea din condensator;
- diferența de temperatură dintre temperatura apei la intrarea și ieșirea din condensator;
- diferența de temperatură dintre temperatura condensatului și temperatura apei de răcire la ieșirea din condensator.

Prin modificarea singulară sau simultană a acestor parametrii caracteristici se poate face o apreciere asupra funcționării necorespunzătoare a condensatorului cu abur, astfel [2,7]:

- scăderea vidului și creșterea temperaturii de buraj : este cauzată fie de pătrunderi mari de aer prin neetanșeitățile condensatorului sau a circuitului pus sub

<sup>1</sup> Inginer șef secție Reparații Cazane SC. Termoserv SA. Rovinari

<sup>2</sup> Prof. dr. ing., Universitatea Politehnica din Timișoara

<sup>3</sup> Doctorand inginer Universitatea Politehnica din Timișoara

vid, fie prin funcționarea defectuoasă a pompelor de vid.

Remedierea se face prin etanșizarea condensatorului și a circuitelor puse sub vid și funcționarea corespunzătoare a pompelor de vid.

- creșterea diferenței de temperatură între temperatura de saturație și temperatura apei de răcire la ieșirea din condensator.

Această creștere este cauzată de murdărirea suprafeței de schimb de căldură.

Remedierea se face prin curățirea țevilor la interior prin diverse metode (cea mai des utilizată fiind curățirea mecanică cu ajutorul unei vergele) ca în fig.2;

- creșterea diferenței de temperatură între intrarea și ieșirea apei de răcire are drept cauză scăderea debitului de apă de răcire, adică o funcționare necorespunzătoare a pompelor de circulație sau o rezistență hidraulică mărită pe partea de apă a condensatorului, adică o înfundare a țevilor schimbătoare de căldură.

Remedierea se face prin desfundarea țevilor schimbătoare de căldură, acolo unde este posibil.

Buna funcționare a condensatorului asigură obținerea puterii scontate a turbinei pentru anumite condiții de răcire (debit de apă de răcire, temperatura apei de răcire etc.) și pentru o anumită cantitate de abur intrată în turbină.

Exploatarea modernă și economică a CTE, CNE, pune instalației de condensare anumite condiții [10]:

- gradul de puritate a aburului să se regăsească și în condensat, pentru aceasta fiind necesară o separare totală între abur și apă de răcire;

- construcția condensatorului și buna funcționare a instalației de vid trebuie să facă posibilă realizarea vidului în condensator;

- temperatura condensatului nu trebuie să coboare sub temperatura de saturație a aburului care intră în condensator, adică să

nu aibă loc subrăcirea condensatului, fenomen care conduce la pierderea suplimentară de căldură și la creșterea concentrației de oxigen din condensat.

Dacă acest fenomen se produce, diferența de temperatură trebuie să fie cuprinsă între 3-5 °C [7].

- aerul care intră în condensator trebuie să fie subrăcit într-o zonă specială împreună cu aburul cu care se află în amestec. În funcționarea condensatoarelor pot apare o serie de modificări ale unor mărimi față de valorile folosite la proiectare, în condiții nominale.

Mărimile care se pot modifica în timpul funcționării sunt [10]:

- debitul de apă de răcire;
- temperatura apei de răcire la intrarea în condensator;
- sarcina termică sau fluxul termic .

### **3. Variația sarcinii termice a condensatorului în funcție de temperatura apei de răcire la diferite debite ale acesteia.**

Se consideră debitul apei de răcire  $m_2$  cuprins în intervalul 50 până la 100% din debitul maxim și o variație a temperaturii apei de răcire la intrarea în condensator cuprinsă în intervalul 7-35°C, rezistențele termice atât pe partea apei de răcire cât și pe partea aburului se consideră ca fiind nule (cazul teoretic în care nu există depuneri pe interiorul sau exteriorul suprafeței de schimb de căldură și considerând că există posibilitatea de reglare a debitului apei de răcire).

Lungimea țevilor, debitul de abur și entalpia aburului la intrarea în condensator se consideră ca fiind constante, iar după efectuarea calcului cu ajutorul unui program realizat pe calculator a rezultat diagrama sarcinii condensatorului în funcție de variația temperaturii apei de răcire la diferite debite ale acesteia.

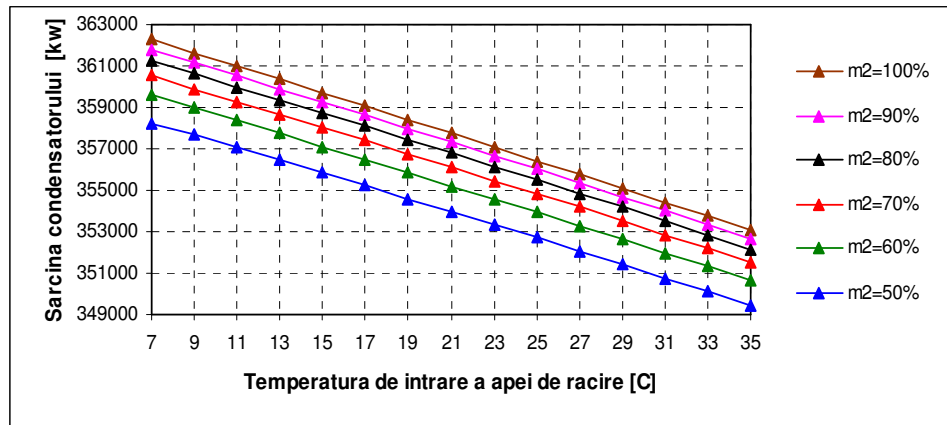


Fig.1. Variația sarcinii condensatorului în funcție de temperatura apei de răcire la intrarea în condensator la diferite debite ale apei de răcire ( $m_2 = 50-100\%m_{max}$ ).

În diagrama din fig. 1 s-a considerat o scădere a debitului apei de răcire cu aproximativ 10% față de debitul de apă nominal, scădere care se poate explica printr-o funcționare necorespunzătoare a pompelor de circulație, o rezistență hidraulică mărită pe partea de apă a condensatorului adică se înfundă cu diverse obiecte (pietricele, bucăți de lemn, nămol etc.), sau țevile schimbătoare de căldură se sparg în funcționare și trebuie dopate.

Din diagrama se observă că la creșterea temperaturii apei de răcire la intrarea în condensator are loc o scădere semnificativă a sarcinii condensatorului și este cu atât mai pronunțată cu cât scade debitul nominal de apă de răcire.

#### 4. Concluzii

Prevenirea și reducerea depunerilor în instalația de condensare este foarte importantă atât din punct de vedere economic deoarece se pot reduce cheltuielile de investiție necesare condensatorului, adică o înfundare a țevilor schimbătoare de căldură.

pentru schimbarea țevilor condensatorului, cât și din punct de vedere tehnic deoarece nu se mai produce uzura prematură a țevilor condensatorului.

Costurile legate de depunerile în aparatele de transfer de căldură sunt extrem de importante.

Acțiunile de prevenire și reducere a depunerilor pot fi realizate în fazele de: dimensionare, construcții - montaj, funcționare sau oprire a aparatelor.

În timpul funcționării condensatoarelor se va urmări în primul rând reducerea depunerilor prin tratarea agenților termici, iar în cazul în care depunerile sunt inevitabile, sau tratarea apei este foarte scumpă, se pot prevedea sisteme de curățire mecanică continuă [5].

Creșterea diferenței de temperatură între intrarea și ieșirea apei de răcire are drept cauză scăderea debitului de apă de răcire, ceea ce înseamnă o funcționare defectuoasă a pompelor de circulație sau o rezistență hidraulică prea mare pe partea de apă a

Datorită conținutului mare de suspensii și reziduuri fixe în apa brută transferul de

căldură între abur și agentul termic este înrăutățit fie prin obturarea țevilor cu diferite corpuri (pietricele, bucăți mici de lemn, punji de plastic) fie prin eroziunea țevilor datorată

frecării suspensiilor din apa brută de peretele interior al țevilor ceea ce duce la spargerea acestora [4].

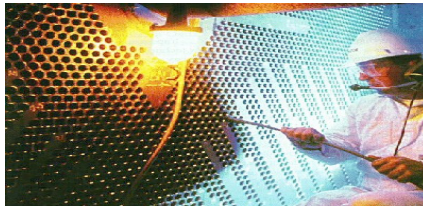


Fig. 2. Curățirea țevilor schimbătoare de căldură cu ajutorul vergelei.

Remedierea se face prin desfundarea țevilor schimbătoare de căldură cu ajutorul vergelei ca în fig. 2, acolo unde este posibil; dacă acest lucru nu este posibil acestea se dopeză.

În exploatare este permisă funcționarea condensatorului cu un număr maxim de 130 de țevi dopate dintr-un total de 26500 de țevi; peste acest număr fiind necesară înlocuirea acestora [7,10].

De asemenea eroziunea țevilor și implică spargerea lor în timp datorită subțierii peretelui țevii are ca efect impurificarea aburului și a condensatului cu apă brută din râu.

### Bibliografie

1. Briggs, et al: *Condensation of steam on banks of tubes-new experimental data and an evaluation of predictive methods*. 4th Baltic Heat Transfer Conference, Lithuanian Energy Institute, 25–27 august 2003.
2. Ionescu, L., et al: *Analiza funcționării condensatoarelor turbinelor cu abur*. Prod., Transp., și Distribuția Energiei Electrice și Termice, nr.5, mai 1999.
3. Thome, J.R.: *Engineering Data Book III*, Wolverine Tube Inc., 2005.
4. Ardelean, Z., et al: *Partea Termică a Centralelor Termoelectrice*. Edit. MIRTON, Timișoara. 1999.
5. Badea, A.: *Schimbătoare de căldură*. Editura Agir, București. 2000.
6. Nagi, M., et al: *Considerații privind îmbunătățirea schimbului de căldură prin convecție la țevi*. Analele Univ." E. Murgu" Reșița. Anul IV NR.1. 1997.
7. Rădulescu, M., et al: *Instrucțiuni de exploatare pentru turbina FIC 330MW*. ICEMENERG București. 1983.
8. Nouri, A., et al: *Simulation of turbulent condensation in horizontal tubes using VOF method*. 4th Baltic Heat Transfer Conf., Lithuanian Energy Institute, 25–27 august 2003.
9. Leca, A., et al: *Procese și instalații termice în centralele nucleare electrice*. Ed. Teh. Și Ped. București. 1979.
10. Romașcu, G., et al: *Determinări experimentale privind funcționarea condensatorului turbinei de la unitatea nr.1 a CNE Cernavodă*. ENERGETICA nr. 8-9 pag. 394, august-septembrie 1999.
11. Jadaneant, M., et al: *Bazele termoenergeticii*. Ediția a 2-a Orizonturi Universitare Timișoara, pag. 294, ISBN 978-973-638-378-6, Timișoara. 2008.