

# ENERGETICA

ORGAN AL MINISTERULUI ENERGIEI ELECTRICE  
ȘI AL CONSILIULUI NAȚIONAL AL INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR  
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

ANUL 23

Nr. 11-12

1975

## Cuprinsul

	<u>Pag.</u>
<i>C. Budeanu și S. Dragu</i> <b>Modificări ale mediului natural ca urmare a creării lacurilor de acumulare</b>	275
<i>C. Moțoiu și V. Mușalescu</i> <b>Probleme privind folosirea energetică a deșeurilor menajere în orașe termoficcate</b>	278
<i>N. Dănilă, G. Chereca și N. Kerlész</i> <b>Determinarea debitului de apă de răcire care circulează prin condensatorul unei turbine cu abur</b>	284
<i>N. Kerlész</i> <b>Precizări privind calculul randamentelor unor instalații componente ale unui bloc termoelectric cu condensajie</b>	287
<i>H. Crisciu, V. Neagu și I. Radu</i> <b>Metodologie și algoritmi pentru calculul tehnico-economic în electroenergetică și folosirea programării dinamice discrete pentru generarea de noi soluții tehnice</b>	293
<b>CRONICĂ</b>	
<i>Margareta Văideanu</i> <b>Conferința energeticienilor din România — Probleme actuale ale energiei românești</b>	296
<b>CUPRINSUL REVISTEI „ENERGETICA” VOL. 23 (1975)</b>	305

## Modificări ale mediului natural ca urmare a creării lacurilor de acumulare

Ing. C. Budeanu  
și ing. S. Dragu

În perioada actuală se constată în toată lumea o intensificare a preocupărilor pentru protecția mediului înconjurător împotriva factorilor nocivi, care apar din ce în ce mai mult ca urmare a dezvoltării insuficient controlate a tehnicii. Atenția și efortul general se îndreaptă cu precădere în direcția protecției apelor și a aerului, deoarece aceste elemente condiționează direct și indirect atât viața oamenilor cât și echilibrul din natură.

În afara elementelor nocive agresive, care pur și simplu otrăvesc sau distrug mediul înconjurător, trebuie avută în vedere și o grupă de factori care, în timp, pot produce dereglări ireversibile ale echilibrului existent al mediului. Din această categorie pot fi considerate și fenomenele produse de crearea lacurilor de acumulare și de construcțiile aferente, cum ar fi canalele de derivație sau de fugă, centralele hidroelectrice etc., ale amenajărilor hidroenergetice.

Cu toate că, în ansamblu, lacurile de acumulare conduc la avantaje tehnice și economice importante, dintre care : evitarea inundațiilor, realizarea condițiilor pentru irigații, producerea energiei electrice, crearea lacurilor de agrement etc., se pot totuși produce și numeroase influențe negative dacă nu se iau măsuri corespunzătoare pentru evitarea lor.

În literatura tehnică sînt prezentate numeroase cazuri ale unor efecte negative produse de realizarea lacurilor de acumulare destinate producerii de energie electrică sau alimentărilor cu apă\*.

Astfel, este cunoscut că, după construcția barajului Grand Coulee pe riul Columbia, în S.U.A., anumite specii de pești nobili — Salmon — au dispărut în proporție de 70%, fiind necesare amenajări speciale pentru protejarea lor.

De asemenea, prin realizarea barajului Bennett din Canada, pe riul Peace, datorită creșterii

\* De exemplu, Darrel I. Turner — Civil Eng. ASCE, sept. 1971.

umidității aerului, anumite ierburi au dispărut, ceea ce a avut ca efect scăderea numărului bizoanelor din zonă.

O situație similară s-a observat și la barajul Nam Pong din bazinul fluviului Mekong, din Thailanda, unde vegetația apărută în lac a încetinit dezvoltarea planctonului, hrana naturală a peștilor. În același bazin hidrografic, la barajul în curs de proiectare Pa Mong, apare o altă problemă, deosebit de importantă, și anume aceea a strămutării unei populații de aproape o jumătate de milion de locuitori. Se menționează că, după statisticile cunoscute din acele zone, strămutarea populației ar avea ca efect și o creștere a mortalității copiilor.

După cum se constată, efectele realizării lacurilor de acumulare îmbracă o gamă largă de fenomene, cu caracter diferit, caracteristice și particulare fiecărei acumulări în parte, în funcție de condițiile locale, climă etc.

La aceste fenomene se adaugă uneori și protestul anumitor „conservatori” împotriva construcției barajelor în zonele canioanelor sau cheilor rîurilor care — după părerea nejustificată a acestora — ar modifica în mod necorespunzător peisajul natural. În legătură cu aceasta, se poate totuși afirma că, după realizarea amenajării, peisajul poate fi chiar îmbogățit sub aspectul estetic, dacă există o preocupare în acest sens.

În țara noastră, modificările produse de lacurile de acumulare asupra mediului înconjurător privesc o serie de aspecte, printre care se pot cita : colmatările, stabilitatea versanților, modificările hidrologice, hidrogeologice și ale calității apei etc.

Aceste aspecte au fost analizate în cadrul unei comunicări prezentate de către un grup de specialiști din ISPH la Congresul al XI-lea al marilor baraje de la Madrid — 1973\*.

În cele ce urmează se vor arăta pe scurt influențele care pot fi generate de lacurile de acumulare și de alte lucrări hidroenergetice asupra condițiilor hidrogeologice naturale și măsurile adoptate în țara noastră la câteva lacuri de acumulare în curs de exploatare. Trebuie precizat că modificările implică soluționări care

\* Alex. Diacon, C. Constantinescu, S. Dragu și R. Mihai. Modifications physiques dans le milieu environnant déterminées par des barages et des usines en Roumanie. XI Congrès des Grands Barages, Madrid, 1973.

interesează în cea mai mare măsură agricultura, aşezările omeneşti şi buna funcţionare a obiectivelor industriale din zonă.

Pentru a examina şi exemplifica modificările în mediul natural ce se pot produce prin implantarea unor construcţii, se vor lua în considerare cele două faze distincte: etapa de execuţie şi etapa de exploatare.

În *etapa de execuţie*, la amenajările hidroenergetice situate în zonele de terase şi luncă ale râurilor, este necesară realizarea unor excavaţii adânci de 15 — 20 m în medie faţă de suprafaţa terenului, pentru fundarea barajului deversor al centralei şi parţial a canalului de fugă. Aceste excavaţii străbat de obicei 6—10 m prin pietrişuri în care este cantonată pînza de apă freatică şi apoi pătrund în roca de bază pe o adîncime de 7 — 10 m.

În condiţiile naturale, pînza de apă freatică cantonată în stratul de aluviuni şi care se alimentează atît dinspre versant, cît şi dinspre rîu este folosită pentru alimentarea cu apă a aşezărilor omeneşti, prin fîntini sau puţuri, şi a unor întreprinderi industriale, prin puţuri, drenuri etc., situate pe terenuri cu coeficienţi de permeabilitate a pietrişurilor pînă la 150 — 200 m/24 ore.

La unele baraje sau hidrocentrale, a reieşit din calculele tehnico-economice că excavaţiile executate cu epuimente sînt mai avantajoase. Datorită însă permeabilităţii relativ ridicate şi duratei mari a epuimentelor de peste un an, coborîrea nivelului pînzei freactice s-a resimţit la distanţe mari, de peste 1,5 — 2 km, fapt care poate aduce prejudicii alimentărilor cu apă în regiune.

O astfel de situaţie s-a produs, de exemplu, la hidrocentrala Roznov II, care face parte din cascada de hidrocentrale de pe rîul Bistriţa, unde în timpul excavaţiilor şi al epuimentelor ( $q = 800$  l/s şi o denivelare de circa 10 m), după cîteva luni de pompaaj, nivelul pînzei freactice a scăzut în comunele vecine pînă la 1,5 — 2 km distanţă, iar fîntinile de alimentare cu apă au secat. A fost necesară executarea unor puţuri mai adînci pentru alimentarea cu apă a locuitorilor.

Ulterior, la alte lucrări similare de la amenajările hidroenergetice de pe râurile Bistriţa şi Argeş, s-a preferat, în locul epuimentelor, etanşarea aluviunilor prin ecrane în jurul construcţiei realizate prin pereţi continui executaţi cu excavatorul cu cupă inversă sau instalaţii tip ELSE, în funcţie de grosimea aluviunilor. În acest mod s-au redus mult debitele epuizate cît şi coborîrea nivelului pînzei de apă în zonele vecine.

O situaţie mai dificilă o formează, în perioada de execuţie, canalele de fugă ale centralelor hidroelectrice, situate de obicei între albia rîului şi versant. Aceste canale, pe prima porţiune în aval de centrală, sînt construite în săpătură

adîncă, în straturi de aluviuni pînă la roca de bază. În etapa de execuţie, cînd excavaţia este pusă la uscat prin epuiment sau scurgere liberă spre aval, aceasta are rolul unui imens dren, care coboară mult nivelul pînzei de apă freatică pe o zonă largă, îndeosebi pe porţiunea de terasă dinspre versant.

O astfel de situaţie s-a produs în zona canalului de fugă al hidrocentralei Băiculeşti, care face parte din cascada de hidrocentrale ale amenajării de pe rîul Argeş. Soluţia adoptată pentru evitarea unor neajunsuri a constat în executarea unor puţuri forate la o adîncime medie de circa 30 m pentru alimentarea cu apă a fabricii de conserve din zonă şi adîncirea unor fîntini pentru alimentarea cu apă a locuitorilor.

În etapa de exploatare, de multe ori situaţia hidrogeologică dificilă creată în timpul execuţiei se ameliorează de la sine, după terminarea construcţiei barajului sau hidrocentralei, prin încetarea epuimentelor, nivelele pînzei freactice revenind la situaţia iniţială. De asemenea, după umplerea cu apă a canalelor de fugă, se restabilesc, în parte sau chiar integral, nivelele naturale ale pînzei freactice.

În schimb, însă, în faza de exploatare pot apărea alte modificări ale nivelului apei, cu urmări ce pot fi mai grave decît în cazurile arătate mai sus.

Un fenomen ce poate fi întîlnit frecvent este creşterea nivelului apei în lungul digurilor laterale ale lacurilor de acumulare în zonele de terase, după ridicarea apei în lac. În acest caz se poate produce o ridicare treptată a nivelului apei subterane datorită infiltraţiilor de apă provenind din două surse:

— infiltraţiile de apă din lac, prin dig sau prin stratele permeabile de sub dig, dacă nu s-a prevăzut un ecran de etanşare;

— infiltraţiile dinspre terasă, a căror drenare naturală spre rîu este împiedicată de diguri şi nivelul de retenţie crescut.

Experienţa arată că o bună etanşare a digurilor nu este suficientă, trebuind să fie completată cu un sistem de drenaj paralel cu digul. Acest drenaj trebuie însă aşezat uneori puţin sub nivelul natural al pînzei freactice, pentru a se menţine condiţiile naturale şi după umplerea lacului.

Asemenea situaţii, similare cu cele de la îndiguirea zonelor inundabile, sînt destul de frecvente, dar ne vom referi numai la un singur exemplu, şi anume lacul Roznov din cascada de pe rîul Bistriţa, deoarece reprezintă un caz de tratare eficientă a problemei. Acest lac se situează în zona oraşului Piatra Neamţ. Nivelul retenţiei se situează puţin deasupra cartierului de locuinţe din vecinătate şi în imediata apropiere a unei importante întreprinderi industriale din localitate, a cărei incintă şi subsoluri se află cu 3 — 4 m sub nivelul apei din lac.

Stratificația în lungul digului de pe malul stîng, cu o lungime de aproximativ 600 m, este alcătuită dintr-un strat de pietrișuri și bolovănișuri foarte permeabile ( $K = 300 - 500 \text{ m}/24 \text{ ore}$ ) și grosimi cuprinse între 6 și 17 m, datorită reliefului rocii de bază, constituită din marne și sistoase eocene, practic impermeabile.

Lucrarea s-a executat în 1959 — 1960, cînd tehnica diferitelor sisteme de impermeabilizare a pietrișurilor era încă în etapa de asimilare. Din acest motiv, pentru etanșarea de adîncime a pietrișurilor, în funcție de grosimea stratului de pietriș, s-au folosit mai multe metode.

Astfel, pe prima porțiune a digului dinspre baraj (circa 50 m) s-a folosit un ecran de palplanșe metalice pentru a se asigura o racordare mai bună cu ecranul de sub baraj. În continuare, pe circa 60 m, etanșarea de adîncime s-a executat prin piloți secanți de beton, cu diametrul de 55 cm. Pe restul digului, etanșarea s-a efectuat prin injecții cu suspensii din ciment, argilă locală și bentonită. Injecțiile s-au efectuat prin trei metode, în funcție de adîncimea rocii de bază. În zona cu adîncimi mai mari de 12 — 17 m s-au executat injecții în țevi cu manșete și injecții simultane cu forarea. În zona de la coada lacului, unde grosimea aluviunilor era mai redusă, s-au executat injecții în țevi bătute cu soneta.

Digul propriu-zis, constituit din pietriș compactat, s-a impermeabilizat printr-un miez de argilă locală, compactată.

Pentru a se menține nivelul apei freatice la cotele inițiale, de-a lungul digului s-a instalat un dren cu diametrul de 1 m, la 0,50 — 1 m sub nivelul pînzei freatice naturale, cu scurgerea liberă în aval de baraj.

Drenul colecta și evacua un debit de aproximativ 200 l/s, după realizarea etanșării digului înainte de umplerea lacului, apa provenind deci din infiltrațiile dinspre versant.

După umplerea lacului, debitul a crescut puțin, cu 50 — 100 l/s, datorită infiltrațiilor din lac, iar nivelul apei freatice s-a menținut practic constant, fapt care a făcut ca atît fabrica din imediata vecinătate a digului, cît și cartierul de locuințe din zonă să nu aibă nimic de suferit. Măsurătorile de nivel efectuate în țevi piezometrice nu au arătat modificări importante ale nivelului freatic.

În alte situații, cînd condițiile din vecinătatea digului erau mai puțin severe, s-a realizat etanșarea aluviunilor sub diguri, dar drenul din spatele digurilor s-a executat mai puțin adînc, deasupra nivelului inițial al pînzei freatice.

Astfel, la lacul Pitești, care face parte din amenajarea hidroenergetică a râului Argeș, pe malul stîng, unde predomină terenurile agricole, măsurătorile și fîntinile din zonă au arătat o

creștere de 2 — 3 m a nivelului freatic, ajungînd la 2 — 2,5 cm de la nivelul terenului, ceea ce nu deranjează terenurile agricole.

În mod experimental, la alte lacuri de acumulare situate tot în zonele de lunci inundabile și terase, pe anumite porțiuni de 500—600 m de la coada lacurilor, unde retenția nu depășea 2—3 m, nu s-a mai executat sub ziduri etanșarea de profunzime a pietrișurilor pînă la roca de bază impermeabilă.

După umplerea lacurilor au apărut însă zone cu înmlăștinări ale terenului agricol, datorită infiltrației apei din lac pe sub digurile neetanșate, pînă la rocă.

Situația s-a putut remedia imediat prin excavarea unei rigole de drenaj la piciorul digului. S-a constatat că în timp de 3—4 ani debitul drenat și evacuat prin rigole colectoare a scăzut de la 800 l/s la 100 l/s datorită depunerii de material fin pe fundul lacului.

În etapa de exploatare pot apărea și situații care nu pot fi totdeauna prevăzute.

Astfel, prin execuția barajului Racova de pe râul Bistrița, s-a produs închiderea circulației naturale a apei subterane în lungul văii prin stratul de pietrișuri din terase și luncă, datorită etanșării pînă la rocă a barajului și digurilor. De asemenea, debitul apei pe albia râului în aval de baraj s-a redus la debitul de servitute.

În aval de baraj, pe terasele de pe malul stîng, alimentarea cu apă a locuitorilor din comuna Racova se face prin fîntini din pînza freatică. S-a apreciat că, după barajarea râului, se va manifesta numai o ușoară scădere a nivelului apei din fîntini. Totuși, după 4—5 ani de exploatare s-a constatat că odată cu scăderea nivelului apei din fîntini cu 1—2 m s-a produs și o sărăturare a apei, care la unele fîntini a devenit nepotabilă.

Sărăturarea apei se datorește prezenței unui aport de apă sărată din rocile de bază (marne argiloase miocene). În urma reducerii debitului de apă dulce din masa pietrișurilor, s-a modificat raportul dintre apa dulce și cea sărată, producîndu-se sărăturarea constatată. Pentru remedierea situației create a fost necesară deservirea cu apă a locuitorilor printr-o conductă cu apă alimentată dintr-o zonă neafectată.

Trebuie precizat că, în cadrul proiectării lucrărilor hidroenergetice din I.S.P.H., există astăzi o preocupare intensă în legătură cu cunoașterea pe teren a situației hidrogeologice inițiale și întocmirea unor studii complete, cuprinzînd consemnarea nivelelor apei freatice și inventarierea captărilor de apă ce alimentează unitățile industriale existente, pe baza cărora se pot face prognoze ale modificărilor hidrogeologice și se pot stabili măsurile necesare.

Cele arătate s-au referit la unele dintre cazurile întîlnite în practică și care ar putea reprezenta cîteva puncte dintr-o analiză mai amplă

asupra fenomenelor ce pot să apară în urma creării lacurilor de acumulare și măsurile necesare pentru evitarea unor eventuale daune ulterioare. Din această succintă prezentare s-ar putea desprinde câteva concluzii, și anume :

— lacurile de acumulare și lucrările hidroenergetice aferente se pot integra în cadrul natural existent, cu condiția aplicării unor măsuri corespunzătoare ;

— evitarea modificării situației hidrogeologice naturale inițiale se poate realiza printr-o analiză temeinică a condițiilor naturale, în corelație cu lucrările ce se prevăd a fi realizate și stabili-

rea pe baza experienței a măsurilor adecvate, de la caz la caz ;

— determinarea condițiilor hidrogeologice naturale trebuie făcută pe baza recunoașterilor pe teren, a măsurătorilor nivelului apei în finți sau țevi piezometrice și inventarierea instalațiilor de alimentare cu apă existente ;

— în țara noastră, prin studii hidrogeologice de teren amănunțite și prin măsurile luate în proiecte, s-au evitat la aproape toate amenajările hidroenergetice modificările importante ale situației hidrogeologice a naturale ce ar fi putut avea urmări neplăcute asupra mediului și activităților omenești.

## Probleme privind folosirea energetică a deșeurilor menajere în orașe termoficate

Conf. ing. C. Moțoiu  
și asist. ing. V. Mușatescu\*

### 1. Deșeurile urbane, purtători de energie

În urma activităților umane rezultă o serie de deșuri solide și lichide, care sînt în realitate purtători de energie și încorporează o cotă din energia consumată de omenire.

Anihilarea acestor deșuri constituie, în primul rînd, o problemă sanitară și de protecție a mediului înconjurător, care devine din ce în ce mai spinoasă, pe măsură ce aglomerațiile urbane cresc. Ca efect al evoluției continue a complexității activităților umane, a mării potențialului economic și a nivelului de trai, rezultă și o creștere, în ritm accelerat, a cantității de deșuri și a puterii calorice a acestora. Această tendință generală poate fi marcată în figura 1, în care se prezintă câteva caracteristici ale gunoaielor menajere din orașele R.F.G. [1], luate ca exemplu comparativ.

În figura 2 este prezentată evoluția în timp a cantităților specifice, kg/loc./zi, de gunoaii colectate în diferite orașe europene. Se observă o diferențiere între orașe în funcție de mărimea acestora, de gradul de folosire a preambalatorilor, de modul de încălzire a locuințelor etc. Totuși, datele pentru orașul București, care figurează pe diagramă, arată că tendința din țara noastră este cu totul asemănătoare cu cea din alte țări.

Cercetări anterioare, efectuate între anii 1964 și 1967 de către organe ale Consiliului popular al Municipiului București și de către Institutul politehnic București, au evidențiat că puterea

calorică medie probabilă era la acea dată de 325 — 475 kcal/kg, urcînd iarna la 800 — 1000 kcal/kg. În cartierele cu încălzire centrală sau termoficare, puterea calorică se dublează practic. Ținînd seama de tendința generală de sporire a valorii energetice a deșeurilor în general și de cota crescîndă a zonelor termoficate în

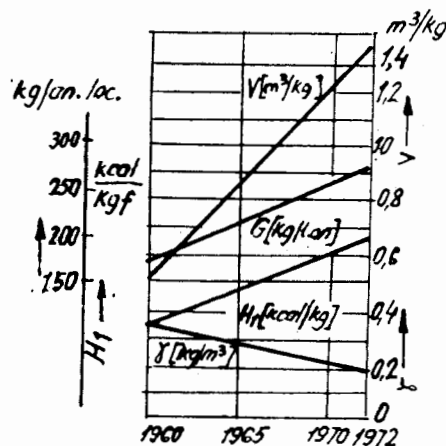


Fig. 1. Variația caracteristicilor deșeurilor menajere în R.F.G., după [1] :

G — cantitatea anuală pe un locuitor; V — volumul specific;  
H<sub>i</sub> — puterea calorică inferioară; ρ — masa specifică.

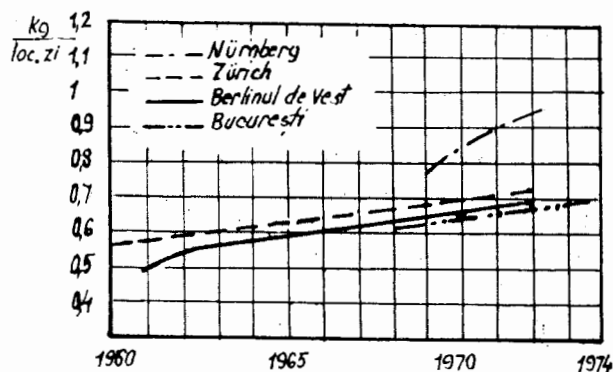


Fig. 2. Evoluția cantităților de deșuri pe un locuitor și zi.

\* Autorii lucrează la Institutul politehnic București.

orașele țării noastre, pentru calculele practice ar fi de adoptat o putere calorică medie de 900 kcal/kg.

Este de menționat, prin comparație, că pentru orașul Moscova puterea calorică de calcul avută în vedere la o nouă instalație, care va intra în funcțiune în 1976, a fost de 900 kcal/kg [2].

Înlăturarea acestor gunoaie se poate face prin depozitare necontrolată în exteriorul orașului, prin depozitare controlată, prin compostare și prin incinerare. Deși comportă cele mai complexe probleme tehnice, incinerarea cu recuperarea căldurii produse prezintă tendința de a deveni cel mai utilizat mijloc de anihilare a gunoaielor. Prin ardere în decurs de o oră, masa deșeurilor scade la 35 — 50 %, iar volumul lor la 10 — 20 % față de valoarea inițială. Aceasta ușurează simțitor problema depozitării și a evitării poluării datorită proceselor biologice și de fermentare a gunoaielor depozitate. În plus, în acest fel se valorifică o formă de energie secundară, realizând pe ansamblu o economisire a resurselor primare convenționale.

În afara gunoaielor menajere, și alte deșeuri sînt purtătoare de energie și pot fi atrase ca resurse secundare, cum ar fi nămolul din apele uzate, decantat și putrezit, și uleiurile arse, nerecuperabile. În tabelul 1 sînt prezentate caracteristicile energetice ale deșeurilor urbane. Se observă că acestea pot interveni în prezent cu 0,135 — 0,245 kg c.c./loc. zi, ceea ce reprezintă 2,5 — 4,5 % din consumul mediu de energie primară pe un locuitor la nivelul anului 1971. Ponderea acestor surse secundare este, la nivelul anului 1971, de același ordin de mărime cu energia nucleară, care a intervenit cu circa 2,5 % [3].

Mărirea cantității de uleiuri arse depinde direct de gradul de motorizare al țării la care ne referim. Pentru R. S. România, tendința este accentuat crescătoare.

## 2. Arderea deșeurilor — probleme tehnice

Arderea deșeurilor menajere solide se realizează în focare speciale echipate cu grătare mobile, de obicei cu împingere răsturnată. Conform datelor statistice din anul 1974, pe glob funcționează un număr de 38 cazane cu grătare Martin [2].

Scopul utilizării unor astfel de instalații este acela al unei uniformizări a arderii și al unui mai bun amestec al combustibilului. Excesul de aer în focar are valori mari, de obicei 2 — 4, fiind impus de necesitatea de a se realiza o ardere bună chiar și în zona stratului de grosime maximă din focar și de neomogenitatea compoziției chimice a combustibilului. Cantitatea mare de aer introdus în partea inferioară a focarului face să crească cantitatea de nărase antrenate la coș, precum și cantitatea de cenușă zburătoare.

Temperatura în focar trebuie să depășească valoarea de 800°C pentru ca gazele de ardere să devină inodore. Pentru aceasta și pentru a menține arderea stabilă, împreună cu gunoii menajeri este introdus în focar un combustibil auxiliar (păcură, cărbune sau ulei ars).

Ca urmare a structurii neomogene a deșeurilor și a compoziției lor chimice, prin ardere rezultă însemnate cantități de cenușă zburătoare, precum și gaze și vapori nocivi, în principal SO<sub>2</sub> (0,2 — 1,2 g/m<sup>3</sup>), HCl (0,2 — 0,8 g/m<sup>3</sup>) și HF (< 3 mg/m<sup>3</sup>).

Virfurile acestor emisiuni de noxe, care se datorează constituției foarte variate a gunoiiului, pot fi reduse simțitor prin omogenizarea prin amestec a deșeurilor combustibile și alimentarea corespunzătoare a focarelor. Această instalație de omogenizare în depozit, înainte de ardere, realizabilă la marile centrale care primesc deșeuri din mai multe puncte, trebuie considerată ca făcînd parte din categoria măsurilor pentru limitarea perturbațiilor în mediul înconjurător.

Tabelul 1

	U.M.	Gunoi	Nămol decantat și putrezit	Ulei ars
Cantități	kg/loc. zi	0,7—1	0,7 — 1,1	0,01—0,005*
Umiditate	%	35—40	90—94	3—5
Subst. uscată	kg/zi	0,45—0,7	0,06—0,07	0,01—0,005
Putere calorică	— ud	800—2000	—	9500
	— uscat	2500—3000	1800	
Căldura evacuată zilnic	kcal/loc. zi.	800—1500	100—120	45—95
		TOTAL		950—1700 kcal/loc. zi

\* La un grad de motorizare în oraș de 25—30 %.

Folosirea electrofiltrelor cu grad de reținere de cel puțin 99% limitează emisiile de cenușă zburătoare la mai puțin de 150 g/m<sup>3</sup> normal, admisă în general de normele europene. De asemenea, folosind o înălțime corespunzătoare a coșului de fum și ținând seamă de volumul limitat al gazelor evacuate (datorită mărimii reduse a acestor instalații în raport cu centralele termoelectrice cu combustibil convențional), rezultă că protecția mediului este posibil de asigurat în toate condițiile.

O altă problemă importantă este apariția unei puternice coroziuni în cazan. La aceste cazane se întâlnește coroziunea de joasă, medie și înaltă temperatură. Prezența clorului în gazele arse duce la apariția coroziunii în zona supraîncălzitorului dacă temperatura peretelui depășește 450°C. De aceea, în general, se limitează temperatura aburului viu la valori inferioare sau egale cu 400°C. Mecanismul fenomenului de apariție a coroziunii este foarte complex, nefiind încă, în totalitate, bine stăpinit. Limitarea coroziunii locale impune protejarea suprafețelor de schimb de căldură prin metalizare, folosirea substanțelor ceramice, a unor aliaje speciale etc.

Cea mai distructivă coroziune este însă la joasă temperatură. În cazul utilizării filtrelor de cenușă umede și chiar a cicloanelor, datorită temperaturii relativ mici (sub temperatura de rouă acidă), produsele acide corosive se prezintă în stare lichidă, fiind astfel cu activitate maximă. Înlăturarea acestui efect nedorit este posibilă numai prin menținerea unei temperaturi ridicate a gazelor la evacuare de cel puțin 200°C și prin utilizarea exclusivă a filtrelor electrostatice pentru cenușă [5].

În concluzie, cazanul de abur pentru folosirea deșeurilor menajere este caracterizat prin:

- randament coborât (sub 80%);
- probleme tehnice constructive deosebit de ample referitoare la protecția anticorrosivă și antierozivă;
- disponibilitate de timp limitată, practic cuprinsă între 60 și 75% [6].

### 3. Funcționarea instalațiilor de incinerat deșeurii

Aportul practic continuu al colectării și imposibilitatea stocării deșeurilor pe durată lungă impun acestor instalații o funcționare continuă și la regim constant.

Disponibilitatea limitată a cazanelor impune, în orice caz, fracționarea debitului, și așa redus, și folosirea de 3 — 4 unități, dintre care una de rezervă.

În cele ce urmează sînt analizate condițiile optime de folosire a celor trei soluții posibile pentru realizarea instalațiilor de incinerare a gunoaielor cu valorificarea căldurii:

— centrală termică cu cazane de abur saturat de joasă presiune sau cazane de apă fierbinte;

— centrală electrică cu grupuri de condensatie, eventual CET cu grupuri de condensatie și priză reglabilă, racordate la termoficare;

— CET cu grupuri cu contrapresiune.

Decrementul important al investiției specifice, redat în figura 3, evidențiază că soluțiile cu producerea de energie electrică devin economic avantajoase pentru capacități de producție mari. O cercetare din Elveția [7] indică avantajoasă soluția cu producere de energie electrică pentru capacitatea de incinerare de 240 t/zi.

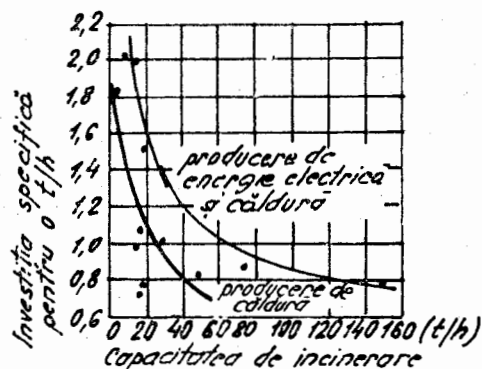


Fig. 3. Variația relativă a investiției specifice la instalațiile de incinerare în funcție de capacitate.

O cercetare efectuată de Catedra de centrale electrice din Institutul politehnic București în 1969 a arătat că, în condițiile din țara noastră, pentru o instalație de incinerare de 700 t/zi este optimă soluția de realizare a unei centrale de termoficare cu o turbină cu contrapresiune (putere 6 MW).

Soluția cu turbină cu contrapresiune este, în acest caz, mai avantajoasă decât cea cu condensatie și priză reglabilă [8].

Producerea energiei electrice în unități cu condensatie la centralele de incinerare a deșeurilor reduce economicitatea și este dezavantajoasă deoarece:

— nivelul de temperatură a aburului (circa 400°C) limitează presiunea la cazan la cel mult 40 bar, și deci randamentul termic în condensatie și indicele de termoficare pentru căldura livrată la priză;

— puterea unitară redusă limitează randamentul intern al turbinei cu condensatie și agravează indicii de producere;

— în mod necesar, CET pentru incinerarea deșeurilor trebuie să fie amplasată cât mai aproape de centrul de greutate al ariei colectoare a deșeurilor, întrucât costul acestui transport este preponderent. Amplasamentul are, din această cauză, condiții extrem de dezavantajoase pentru sursa rece a ciclului de condensatie, impunând, eventual, chiar adoptarea ră-

cirii cu aer (în Europa, trei instalații recent montate au răcire cu aer) [9].

Termoficarea urbană prezintă interes deosebit pentru folosirea turbinelor cu contrapresiune, dacă asigură permanent consumul necesar funcționării la plină sarcină.

Considerând valoarea consumului minim de căldură vara (pentru apa caldă menajeră) conform datelor statistice din București și comparând-o cu debitele de căldură obținute din incinerarea deșeurilor colectate de la aceleași locuințe, cu cantitatea și puterea calorică corespunzătoare datelor de la noi, rezultă curbele trasate în figura 4. Evoluția în timp a ambelor valori pînă la nivelul anului 2000 arată că chiar dacă se consideră tendința maximă pentru căldura deșeurilor și cea minimă pentru evoluția consumului pentru apa caldă menajeră, nevoile depășesc producția centralei de incinerare și, în consecință, aceasta are asigurat regimul constant cerut de arderea deșeurilor.

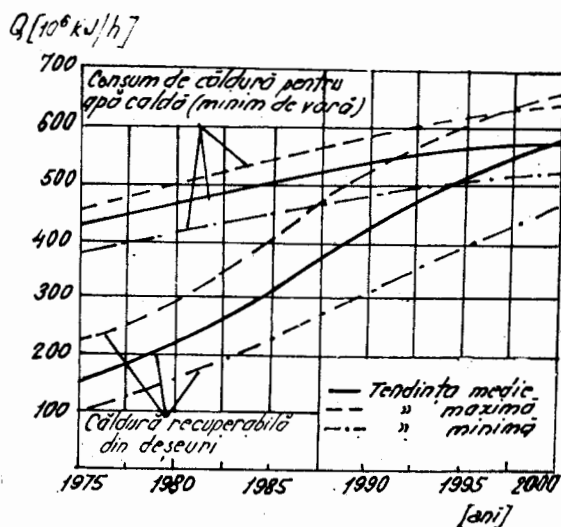


Fig. 4. Căldura produsă prin arderea deșeurilor și cea consumată vara de rețeaua de termoficare.

La nivelul anului 1980, consumul pentru apa caldă menajeră este de două ori mai mare decât căldura livrată din turbina cu contrapresiune. O astfel de instalație poate fi realizată deci pe arii cu o termoficare dezvoltată la 50% din locuințe.

Termoficarea urbană necesită vara un nivel coborât de temperatură, ceea ce are drept consecință realizarea unui indice de termoficare de 0,2. Din căldura deșeurilor, 80% este deci livrată în oraș, ceea ce sporește capacitatea instalației sau reduce cota de locuințe termoficate la 40% din aria de colectare a deșeurilor.

Dacă se impune condiția ca aburul livrat instalației de termoficare să fie saturat sau supraîncălzit cu cel mult 10 grd, folosirea unei turbine cu contrapresiune permite să se mărească presiunea la cazane. Considerând pentru turbină un randament intern de 65%, rezultă

că presiunea inițială poate fi ridicată la circa 55 bar față de 40 bar maximum de la turbinele cu condensatie. Aceasta are ca efect pozitiv mărirea indicelui de termoficare cu circa 25%.

#### 4. Economia de combustibil convențional

Pentru determinarea economiei în bilanțuri de combustibil convențional realizată de funcționarea centralei de termoficare pentru incinerarea deșeurilor, se ține seama că în focarele cazanelor se folosește cota  $x$  de combustibil superior.

Calculul întocmit pentru arderea unui kilogram de deșuri ține seama de următoarele:

— preluarea unei cote de căldură din rețea reduce livrarea de căldură a unei centrale de termoficare convenționale și prin urmare o cotă din energia electrică produsă de aceasta cu un indice de termoficare superior;

— cota de combustibil superior  $x$  este folosită în cazanul de incinerare cu un randament inferior față de folosirea în cazanul unei centrale convenționale;

— transportul deșeurilor menajere în cazul existenței unei CET de incinerare este mai scurt cu lungimea  $l$ , ceea ce economisește combustibil la autovehiculele de transport.

Cantitatea totală de căldură utilă dezvoltată de cei doi combustibili în instalația de incinerare a deșeurilor este:

$$Q_1 = B_1(H_1 + H_{aux})\eta_{c1} = (1 + y_1)Q_{T1} \quad (1)$$

Căldura livrată în termoficare este deci:

$$Q_{T1} = B_1 \frac{(H_1 + xH_{aux})\eta_{c1}}{1 + y_1} \quad (2)$$

În CET convențională, pentru a produce o cantitate egală de căldură  $Q_{T2} = Q_{T1}$ , este nevoie de o cantitate de combustibil (presupus același cu cel auxiliar):

$$B_2 = \frac{(1 + y_2)Q_{T1}}{H_{aux}\eta_{c2}} \quad (3)$$

sau

$$B_2 = B_1 \frac{(1 + y_2)(H_1 + xH_{aux})\eta_{c1}}{(1 + y_1)H_{aux}\eta_{c2}} \quad (4)$$

Diferența de combustibil convențional consumat pentru oraș este:

$$\begin{aligned} \Delta B_{1,2} &= B_2 - xB_1 = \\ &= B_1 \left[ \frac{1 + y_2}{1 + y_1} \frac{\eta_{c1}}{\eta_{c2}} \left( x + \frac{H_1}{H_{aux}} \right) - x \right] \quad (5) \end{aligned}$$

Energia electrică produsă mai puțin în termoficare în urma funcționării CET de incinerare este:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (y_2 - y_1)Q_{T1} \quad (6)$$

Această diferență trebuie produsă în sistem într-o CTE cu un consum specific mai mare



decît al CET, ecnducînd la plusul de combustibil :

$$\Delta B_{cd} = (y_2 - y_1) Q_{T1} \frac{1}{\eta_{CTE} H_{aux}} \quad (7)$$

sau

$$\Delta B_{cd} = B_1 \frac{y_2 - y_1}{1 + y_1} \frac{H_1 + H_{aux}}{H_{aux}} \frac{\eta_{c1}}{\eta_{CTE}} \quad (8)$$

Economia de combustibil în sistemul energetic este :

$$\Delta B = \Delta B_{1,2} = \Delta B_{cd},$$

adică

$$\Delta B = B_1 \left[ \frac{1 + y_2 \eta_{c1}}{1 + y_1 \eta_{c2}} \left( x + \frac{H_1}{H_{aux}} \right) - x - \frac{y_2 - y_1}{1 + y_1} \frac{\eta_{c1}}{\eta_{CTE}} \left( x + \frac{H_1}{H_{aux}} \right) \right] \quad (10)$$

Expresia a fost transpusă în nomogramele redată în figurile 5 și 6.

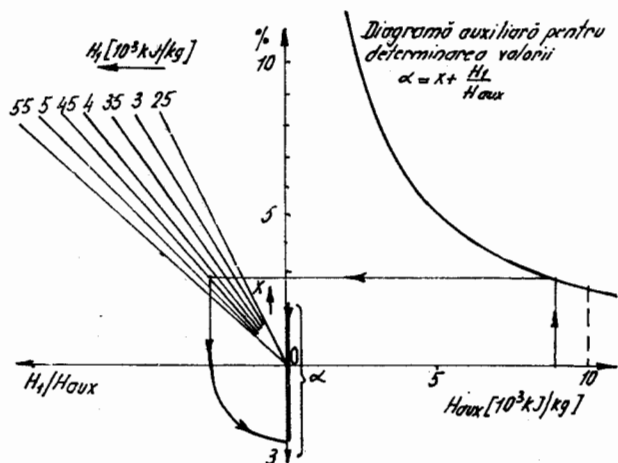


Fig. 5. Diagramă auxiliară pentru calculul valorii ajutoare  $\alpha = x + \frac{H_1}{H_{aux}}$ .

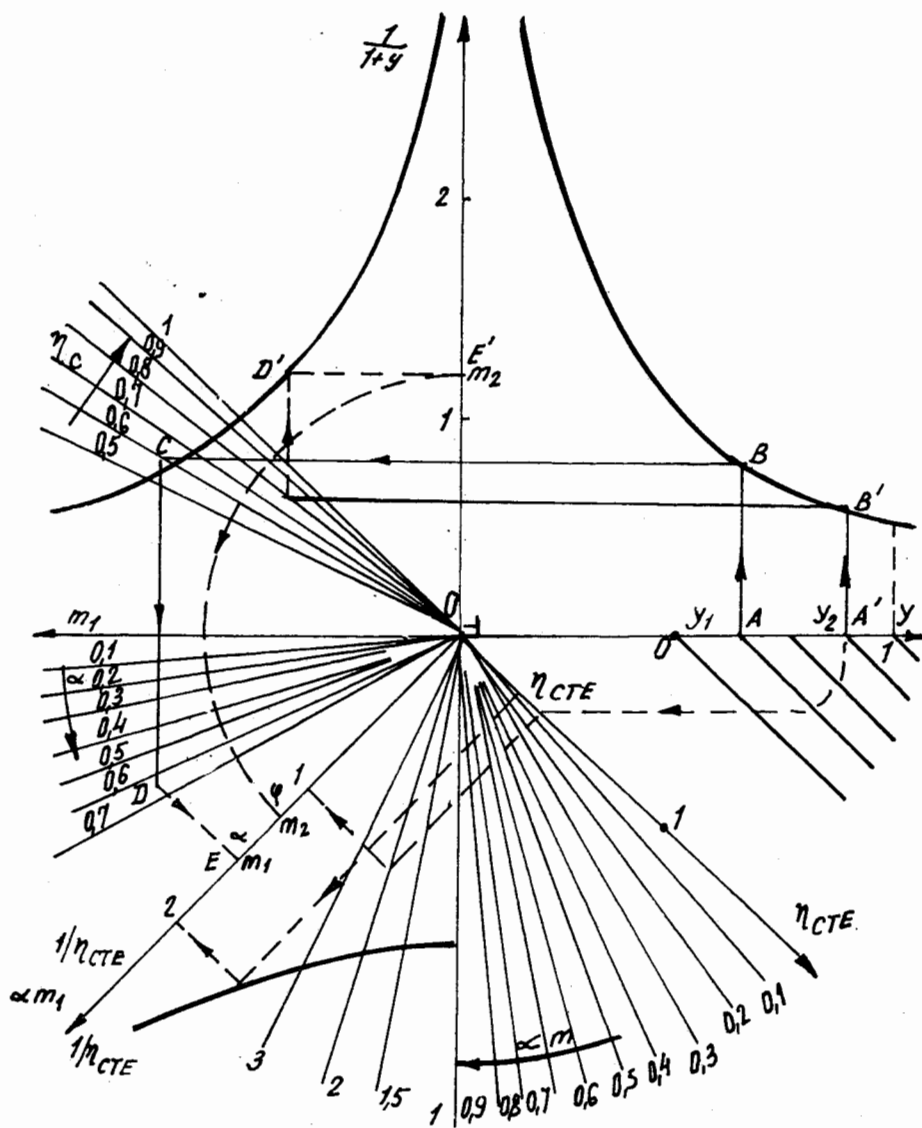


Fig. 6. Nomogramă de calcul al economiei de combustibil raportată la 1 kg deșeuri.

Dacă se ia în considerare și combustibilul necesar transportului suplimentar în cazul depozitării deșeurilor în afara orașelor, acesta este :

$$\Delta B_T = B_1 \frac{2l}{100} \frac{C/100}{G_T} (1 - a). \quad (11)$$

Economia totală de combustibil este :

$$\Delta B_{tot} = \Delta B_{1,2} - \Delta B_{sist} + \Delta B_T. \quad (12)$$

Dacă diferența de energie electrică  $\Delta E$  se produce într-o CET cu turbine cu condensatie și priză, apare un surplus de consum de combustibil  $\Delta B_{cd}^{CET}$  mai mare decât cel calculat prin expresia (7) :

$$\Delta B_{cd}^{CET} = \Delta E \ b_{cd}^{CET} > B_{cd}, \quad (13)$$

iar

$$\Delta B_{tot} = \Delta B_{1,2} - \Delta B_{cd}^{CET} + \Delta B_T. \quad (14)$$

La cote importante de combustibil auxiliar și în cazul în care se consideră că energia de echivalare este produsă prin funcționarea în condensatie a unei CET, apare că incinerarea deșeurilor poate, în unele cazuri, să nu aducă o economie de combustibil. Pentru aceasta trebuie să fie realizată inegalitatea  $\Delta B_{cd}^{CET} > \Delta B_{sist} + \Delta B_T$ .

Cota de combustibil auxiliar se reduce pe măsură ce puterea calorică a deșeurilor se mărește și în măsura în care drept combustibil auxiliar se folosesc și uleiuri uzate colectate.

Și din acest punct de vedere, existența unui oraș termoficat are o influență pozitivă, ținând seamă de creșterea puterii calorice a deșeurilor care conțin mai multe ambalaje combustibile și mai puțină cenușă iarna.

## Concluzii

Analiza energetică a funcționării centralelor de incinerare a deșeurilor conduce la următoarele concluzii :

a) Dezvoltarea termoficării urbane constituie cadrul cel mai favorabil pentru realizarea de centrale de incinerare cu producere mixtă de energie electrică și căldură. Condițiile din țara noastră permit, în acest caz, folosirea turbinelor cu contrapresiune.

b) Asemenea soluții sînt avantajoase pentru cazul unor localități cu peste 150 000 locuitori.

c) Instalațiile CET de incinerare, deși influențează negativ celelalte centrale de termoficare, antrenează o economie de combustibil conven-

țional invers proporțională cu cota de combustibil auxiliar folosită. Se conturează de aici interesul folosirii drept combustibil auxiliar a hidrocarburilor deșeu (uleiuri uzate).

d) Chiar în cazul în care centrala de incinerare conduce la cheltuieli suplimentare, ea reprezintă în oraș soluția cea mai eficientă pentru reducerea volumului deșeurilor și pentru limitarea poluării.

e) Realizarea centralelor de incinerare impune rezolvarea, la unități de capacitate redusă, a celor mai complexe probleme de manipulare și de ardere a combustibililor inferiori, de protecție contra coroziunii și de reținere a noxelor, precum și ample analize de optimizare, cu aspecte de fiabilitate și de preluare neîntreruptă a deșeurilor colectate.

## Notații

- $a$  — cota de zgură, cenușă și necombustibile în deșeu ;
- $b_{cd}^{CET}$  — consumul specific de combustibil al cozii de condensatie al CET din sistem, kg c.c./kWh ;
- $B_1$  — debitul de deșeu menajere consumate de CET, kg/h ;
- $B_2$  — debitul de combustibil al CET din sistem necesar pentru producerea capacității de căldură  $Q_{T2} = Q_{T1}$ , kg/h ;
- $C$  — consumul de combustibil al autocamioanelor la 100 km, kg/100 km ;
- $H_1$  — puterea calorică inferioară a deșeurilor menajere, kJ/kg ;
- $H_{aux}$  — idem, pentru combustibilul auxiliar, kJ/kg ;
- $G_T$  — capacitatea de transport a unui autocamion, kg ;
- $l$  — lungimea suplimentară de transport, km ;
- $x$  — cota de combustibil auxiliar ars la 1 kg deșeu, % ;
- $y_1$  — indicele de termoficare al turbinelor cu contrapresiune din CET pe deșeu, kJ/kJ ;
- $y_2$  — idem, pentru CET din sistem, kJ/kJ ;
- $\eta_{c1}$  — randamentul cazanelor ce ard gunoaie ;
- $\eta_{c2}$  — idem, pentru CET din sistem ;
- $\eta_{CTE}$  — randamentul CTE de echivalare din sistem.

## Bibliografie

- [1] Kantner, A. și Kersting, W. *Müllverbrennung, ein Beitrag zum Umweltschutz*. În: VGB Mitt., 53, nr. 1, 1973.
- [2] \* \* \* Firma Martin, GmbH. Prospect cu listă referințe, 1974.
- [3] \* \* \* United Nations, *World Energy Supplies, 1968 – 1971*. Statistical Papers, Series J 16, New York, 1973.
- [4] Helmenstein, S. și Martin, F. *Planungsgrundlagen für Müllverbrennungsanlagen*. În: VGB Mitt., 52, nr. 4, august 1972, p. 333–340.
- [5] Defèche, J. *Corrosions produced by the incineration of domestic refuse*. The 4th Int. Congress I.R.G.R., Basel, 1969.
- [6] Beckert, P. *Bau und Betrieb der Müllverbrennungsanlage Zürcher Oberland*. În: VGB Mitt., 53, nr. 3, mart. 1973, p. 139–144.
- [7] Seiler, E. *Elimination rationelle des ordures par incinération avec production de vapeur et d'énergie électrique*. În: Revue BBC, 56, nr. 7, 1969, p. 329–395.
- [8] Moțoiu, C., Ohanian-Constantinescu, V. și Mușatescu, V. *Valorificarea energetică a deșeurilor urbane*. Sesiunea de comunicări I.P.B., mai 1972.
- [9] Lindmayer, H. *3,2 – MW – Dampfturbosatz mit Kondensationsanlage, „Syst. Heller“ der Müllverbrennungsanlage 1 in Wien*. În: BWK 24, nr. 12, 1972, p. 445–447.

## Determinarea debitului de apă de răcire care circulă prin condensatorul unei turbine cu abur

Prof. dr. ing. N. Dănilă,  
ing. G. Chereea și  
ing. N. Kertesz\*

Într-o lucrare anterioară s-a prezentat o metodă analitică de determinare a caracteristicii condensatorului unei turbine cu abur [1]. La baza metodei era folosirea „coeficientului global redus de transmitere a căldurii”. Aceeași valoare se utilizează și în scopul verificării prin calcul a modului de funcționare a condensatorului unei turbine cu abur. Acest procedeu a fost introdus și în metodologia de postcalcul a consumului specific de căldură al centralelor termoelectrice din România.

La utilizarea metodologiei prezentate s-a întâmpinat o dificultate: determinarea debitului de apă de răcire. În plus, avînd în vedere extinderea centrelor de calcul regionale, s-a considerat oportun să se prezinte și expresiile matematice ale coeficienților care intervin în calculul debitului de apă de răcire, cu ajutorul metodei propuse. Lucrarea de față răspunde la aceste două probleme.

Coeficientul global redus de transmitere a căldurii se determină cu relația:

$$k_{red} = 109250 \ln \frac{t_{sat} - t_{1a} \left( \frac{15}{t_{1a}} \right)^{0.24} W^{0.4}}{t_{sat} - t_{2a} U (t_{2a} - t_{1a})^{0.1}}$$

unde

$t_{sat}$  reprezintă temperatura de saturație corespunzătoare pre-

siunii aburului în condensator, °C;

$t_{1a}, t_{2a}$  — temperaturile apei de răcire la intrarea, respectiv la ieșirea din condensator, °C;

$W$  — debitul de apă de răcire, m<sup>3</sup>/h.

Coeficientul  $U$  are valoarea:

$$U = \frac{F^{0.9}}{f^{0.5}}$$

unde

$F$  este suprafața de schimb de căldură a condensatorului, m<sup>2</sup>;

$f$  — secțiunea de trecere a apei de răcire prin interiorul țevilor condensatorului, m<sup>2</sup>;

Mărimile cuprinse în relația (1) sînt ușor de determinat în cazul condensatorului în stare curată, cu excepția debitului de apă de răcire.

Primul procedeu de determinare a debitului de apă de răcire este utilizarea curbelor caracteristice de funcționare a pompelor de apă de răcire. Deci, măsurînd presiunea apei de răcire la aspirația și refularea pompelor, se determină înălțimea de refulare, care, odată cunoscută, permite determinarea debitului de apă de răcire din curba caracteristică. Procedeu este evident simplu, dar lipsit de precizie, întrucît, în timp, curba caracteristică de funcționare a unei pompe se modifică datorită uzurilor etc.

Al doilea procedeu, mai exact, pornește de la elemente de calcul al condensatorului. Măsurînd pierderea de presiune la curgerea apei de răcire prin condensator, poate fi determinat debitul de apă de răcire. Conform datelor din [2] pierderea de presiune a apei de răcire într-un condensator se compune din:

- pierderea de presiune în țevi;
- pierderea de presiune la intrarea și ieșirea din țevi;

\* Nicolae Dănilă lucrează la Institutul politehnic București. George Chereea este cercetător științific principal, iar Nicolae Kertesz cercetător științific, ambii la ICEMENERG.

- pierderea de presiune la intrarea în condensator;
- pierderea de presiune la ieșirea din condensator.

Valorile pierderilor specifice de presiune pentru apa de răcire cu temperatura de 21°C (70°F) pentru țevi cu grosimea peretelui de 1,24 mm (18 BWG), extrase din standardul [2], sînt prezentate în figurile 1 - 4.

Valorile căderilor specifice de presiune datorită frecării apei în țevi, determinate în figura 1 sau 2, trebuie multiplicare cu un factor de

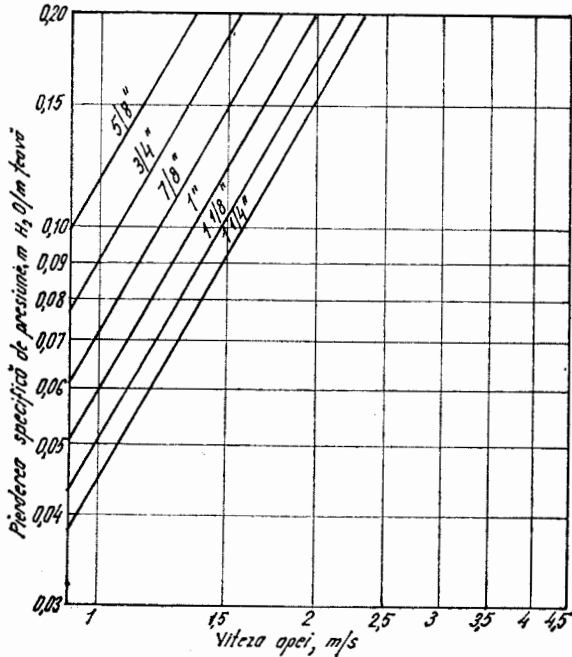


Fig. 1. Pierderea specifică de presiune a apei în țevi pentru viteze mici.

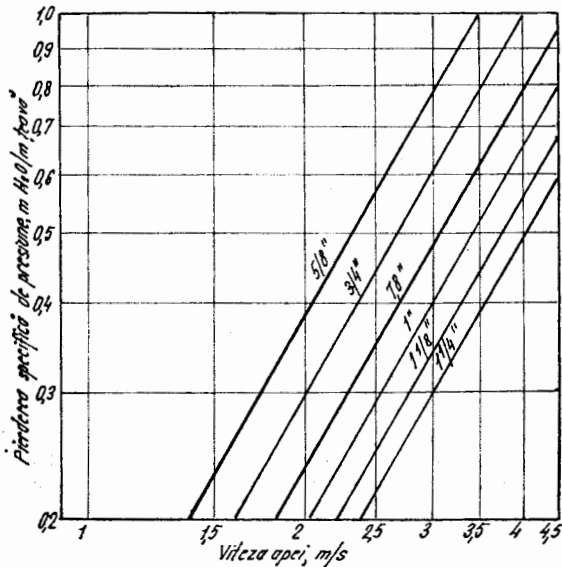


Fig. 2. Pierderea specifică de presiune a apei în țevi pentru viteze mari.

corecție  $a_i$  pentru temperatura apei de răcire (fig. 5) și cu un factor de corecție  $a_s$  pentru grosimea pereților țevilor de condensator (tabelul 1). Expresiile matematice ale curbelor din figurile 1 - 5 sînt :

- fig : 1 :  $\Delta p = aw_i^{1.7512}$  [mH<sub>2</sub>O/m] (2)

$d$	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"
$a$	0,115	0,08880	0,07017	0,05906	0,05030	0,04440

- fig.2 :  $\Delta p = bw_i^{1.73443}$  [mH<sub>2</sub>O/m] (3)

$d$	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"
$b$	0,07020	0,08849	0,11343	0,05873	0,04962	0,04454

- fig. 3 - curba A :  $\Delta p = 0,05943 w_i^{1.97718}$  [mH<sub>2</sub>O]

B :  $\Delta p = 0,05105 w^{2.0036}$  [mH<sub>2</sub>O]

C :  $\Delta p = 0,01614 w^{1.94609}$  [mH<sub>2</sub>O]

(4)

- fig. 4 - curba A :  $\Delta p = 0,11664 w_i^{1.99869}$  [mH<sub>2</sub>O]

B :  $\Delta p = 0,04764 w^{2.05857}$  [mH<sub>2</sub>O]

C :  $\Delta p = 0,02549 w^{1.99164}$  [mH<sub>2</sub>O]

(5)

- fig. 5 :  $a_i = - 1,04976 \cdot 10^{-6} t_{1a}^3 + 1,41613 \cdot 10^{-4} t_{1a}^2 - 0,9628128 \cdot 10^{-2} t_{1a} + 1,14816576$  (6)

unde  $w_i$  este viteza apei de răcire în țevi, m/s;  
 $w$  - viteza apei în racordurile de intrare și ieșire ale condensatorului, m/s.

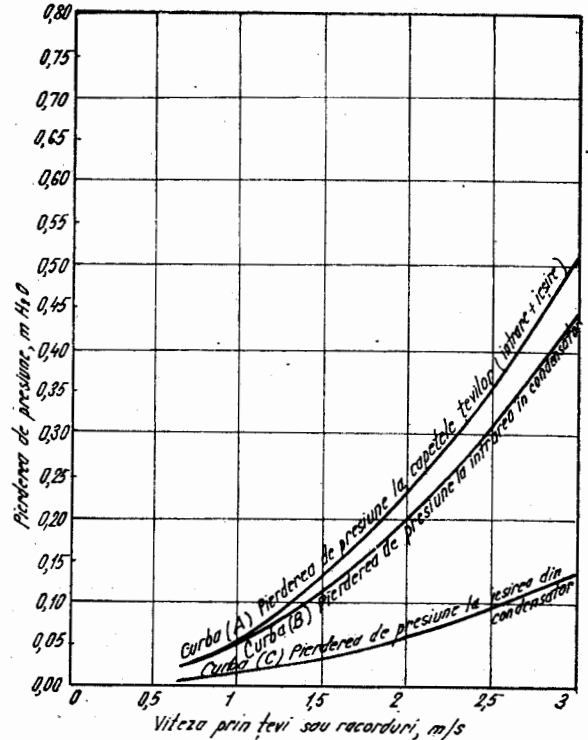


Fig. 3. Pierderea de presiune la intrarea și ieșirea apei din țevi (A), intrarea apei în condensator (B) și ieșirea apei din condensator (C) pentru condensatoare cu o singură trecere a apei de răcire.

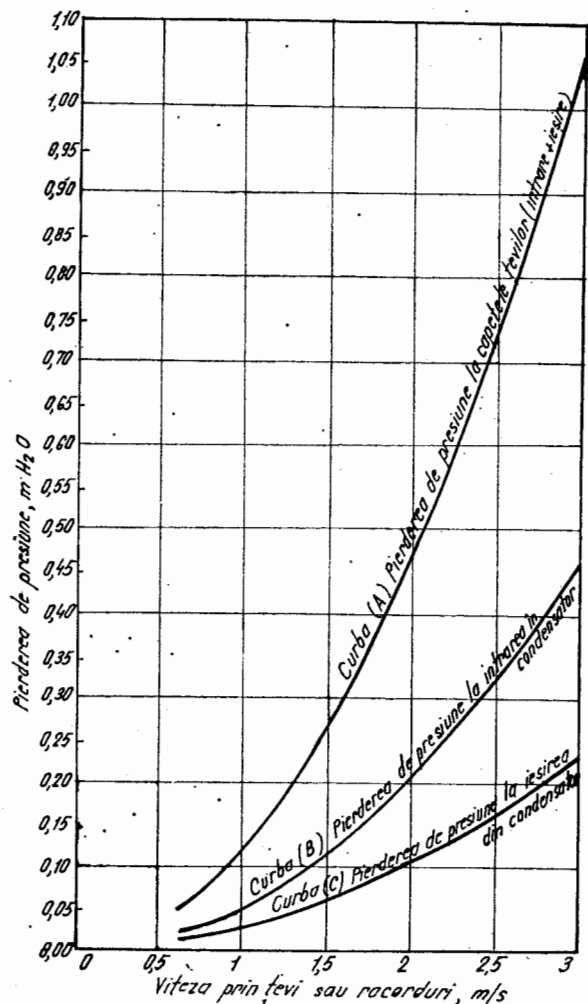


Fig. 4. Pierdere de presiune la intrarea și ieșirea apei din țevi (A), intrarea apei în condensator (B) și ieșirea apei din condensator (C) pentru condensatoare cu trecere dublă a apei de răcire.

folosind valorile din nomograme sau cu ajutorul relațiilor (2)–(6). Cu ajutorul acestei valori a vitezei se poate determina debitul de apă de răcire care circulă prin condensator.

Procedeeul descris mai sus poate fi folosit și la încercările turbinelor cu abur în scopul determinării punctului final al destinderii aburului în turbină, aflat în domeniul aburului umed.

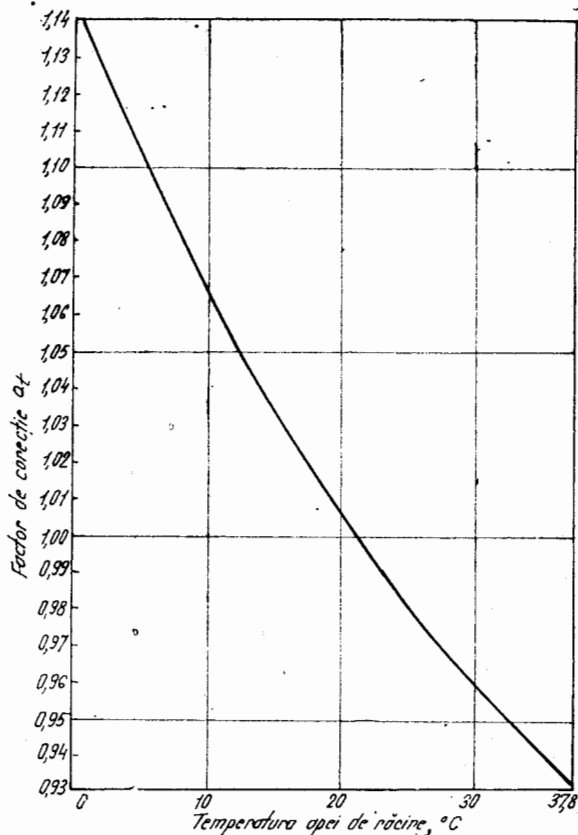


Fig. 5. Factor de corecție pentru temperatura apei de răcire.

Tabelul 1

Diametrul exterior al țevii		12 BWG 0,109 inci 2,77 mm	14 BWG 0,088 inci 2,11 mm	16 BWG 0,065 inci 1,65 mm	18 BWG 0,049 inci 1,24 mm	20 BWG 0,035 inci 0,89 mm	22BWG 0,028 inci 0,71 mm	24 BWG 0,022 inci 0,56 mm
inci	mm							
0,625	15,875	1,38	1,21	1,10	1,00	0,94	0,91	0,89
0,750	19,05	1,28	1,16	1,06	1,00	0,95	0,93	0,90
0,875	22,225	1,25	1,13	1,06	1,00	0,96	0,94	0,92
1,000	25,4	1,19	1,11	1,05	1,00	0,96	0,94	0,93
1,125	28,575	1,16	1,09	1,04	1,00	0,97	0,95	0,94
1,250	31,75	1,14	1,08	1,04	1,00	0,97	0,96	0,94

Procedeeul este evident. După determinarea prin măsurare a pierderii totale de presiune a apei de răcire în condensator, se determină prin încercări succesive valoarea vitezei apei de răcire corespunzătoare acestei pierderi de presiune,

#### Bibliografie

- [1] Chercea, G. și Kertész, N. *Metodă analitică pentru calculul caracteristicilor condensatoarelor turbinelor cu abur*. În: *Energetica*, nr. 8, 1973, p. 359 – 363.
- [2] \* \* \* *Standards for steam surface condensers*. Fifth Edition. Heat Exchange Institute. New York.

(Articolul intrat în redacție la 2 iunie 1975)

# Precizări privind calculul randamentelor unor instalații componente ale unui bloc termoelectric cu condensatie

Ing. N. Kertész \*

## 1. Consumul specific pentru producerea energiei electrice

Aprecierea ciclului termic, ca și a centralei termoelectrice în ansamblu, se face prin intermediul unor indici caracteristici, stabiliți pentru diferite puncte de referință sau pentru anumite etape ale procesului de transformare a energiei.

Unul dintre cei mai importanți indici tehnici ai unui bloc termoelectric cu condensatie este consumul specific de căldură pentru producerea energiei electrice.

În calculul consumului specific brut de căldură se ia în considerare energia electrică produsă la bornele generatorului, iar în cel al consumului specific net de căldură, energia electrică livrată la bornele de înaltă tensiune ale transformatorului principal al blocului.

Valoarea consumului specific net de căldură se poate determina cu relația

$$q_n = \frac{360}{\eta_{caz} \eta_{cd} \eta_t \eta_i \eta_m \eta_g \eta_{st} \eta_{trafo}} [\text{kcal/kWh}] \quad (1)$$

sau

$$q_n = \frac{BP_{ct}}{N_t} \quad (2)$$

în care

- $\eta_{caz}$  este randamentul cazanului de abur;
- $\eta_{cd}$  — randamentul conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat;
- $\eta_t$  — randamentul termic al ciclului;
- $\eta_i$  — randamentul relativ intern al turbinei;
- $\eta_m$  — randamentul mecanic al turbinei;
- $\eta_g$  — randamentul generatorului electric;
- $\eta_{st}$  — factor care ține seama de consumul de energie al serviciilor auxiliare electrice ale blocului termoelectric;
- $\eta_{trafo}$  — randamentul transformatorului principal;
- $B$  — cantitatea de combustibil consumată în unitatea de timp, kg/h;

\* Ing. Nicolae Kertész este cercetător științific la ICEMENERG.

$P_{ct}$  — puterea calorică inferioară a combustibilului, kcal/kg;

$N_t$  — puterea electrică livrată de blocul termoelectric, kW.

Notînd produsul  $\eta_t \eta_i \eta_m \eta_g$  cu  $\eta_{tba}$ , relația (1) devine:

$$q_n = \frac{360}{\eta_{caz} \eta_{cd} \eta_{tba} \eta_{st} \eta_{trafo}} [\text{kcal/kWh}] \quad (3)$$

în care  $\eta_{tba}$  este randamentul turboagregatului.

În literatura de specialitate se întîlnesc definiții diferite ale randamentului cazanului, cea mai recentă [1] luînd în considerare și consumul de energie electrică al unei părți a agregatelor serviciilor auxiliare ale cazanului. Ca urmare, expresia consacrată a termenului  $\eta_{st}$ ,

și anume  $\eta_{st} = \frac{N_{it}}{N_b}$ , adică raportul dintre

puterea la bornele de joasă tensiune ale transformatorului principal al blocului termoelectric și cea produsă la bornele generatorului, poate suferi modificări.

În ceea ce privește calculul randamentului conductelor, avînd în vedere, poate, influența mică asupra consumului specific de căldură, cît și dificultatea determinării pe cale experimentală, în literatura de specialitate nu se indică o relație de calcul a mărimii  $\eta_{cd}$ .

Avînd în vedere cele de mai sus, se va prezenta pe scurt modul de calcul al mărimilor  $\eta_{caz}$ ,  $\eta_{cd}$ ,  $\eta_{tba}$  și  $\eta_{st}$  utilizat în prezent, pentru ca apoi să se precizeze relațiile de calcul ce ar urma să fie folosite în calculele de determinare a consumurilor specifice de căldură pentru producerea energiei electrice în centralele termoelectrice.

## 2. Metodele actuale de calcul al mărimilor analizate

### 2.1. Randamentul cazanului de abur

Randamentul cazanului este o mărime convențională. În relațiile furnizor de cazan — beneficiar este suficient ca cei doi parteneri să adopte o aceeași definiție a acestei mărimi. Aceasta înseamnă că beneficiarul va adopta pentru calculul randamentului cazanului la probele de garanție metoda folosită de proiectantul furnizorului pentru calculul valorii garantate a randamentului cazanului. Astfel cele două valori sînt comparabile și pot forma criteriul de garanție a cazanului.

În standardele privitoare la probele de garanție ale cazanelor de abur, definițiile noțiunilor de cazan de abur și randament al cazanului de abur diferă.

În [1] cazanul de abur este definit ca fiind, în condiții normale, sistemul compus din:

— circuitul apă-abur (inclusiv pompe de recirculație, dacă există);

— focarul cu instalația de măcinare, ventilator de recirculație a gazelor de ardere, preîncălzitor de aer cu gaze de ardere, preîncălzitor preliminar de aer de ardere cu abur (calorifer), preîncălzitor de gaze alimentat cu gaze de ardere.

În afara limitelor acestui sistem se situează instalația de preîncălzire a păcurii sau gazului, electrofiltrele, ventilatoarele de aer și gaze de ardere.

În [2] cazanul este considerat ca fiind compus din :

- supraîncălzitor ;
- vaporizator ;
- economizor ;
- preîncălzitor de aer

și include :

— instalația de reintroducere a cenușii zburătoare și a zgurei din focar ;

— echipamentul de reglare a arderii și a temperaturii aburului ;

— toată aparatura sau echipamentul auxiliar care poate fi necesar funcționării cazanului după specificația agreată.

În ceea ce privește randamentul cazanului de abur, o diferență între definițiile date în standardele și normativele diferitelor țări constă în modul de luare în considerare a cantității de căldură pentru preîncălzirea preliminară a aerului de ardere într-un schimbător de căldură (calorifer) și preîncălzirea combustibilului cu abur extras dintr-o priză a turbinei.

Astfel, în normativele din U.R.S.S. [3], R.S.C. [4] și R.F.G. [1] — țări din care provine un număr important de cazane de abur instalate în R.S.R. —, cantitatea de căldură necesară preîncălzirii preliminară a aerului de ardere și a combustibilului este considerată ca o cantitate de energie introdusă în cazan, ca și energia chimică a combustibilului, a aburului folosit pentru pulverizarea păcurii etc.

În [2] cantitatea de căldură pentru preîncălzirea preliminară a aerului de ardere și a combustibilului cu abur prelevat dintr-o priză a turbinei este considerată ca fiind furnizată de cazanul de abur pentru necesitățile sale și constituie deci un consum propriu termic al cazanului.

Suplimentar, în [1] consumul de energie electrică al unei părți a agregatelor auxiliare ale cazanului, și anume a celor care sînt incluse în definiția cazanului conform [1], este considerat ca o cantitate de energie introdusă în cazan.

În cele ce urmează se prezintă concepțiile diferite în ceea ce privește definiția randamentului cazanului de abur pe baza celor mai recente normative [1], [2].

În [1] căldura produsă de cazan,  $Q_p$ , o constituie toată energia care este cedată în cazan apei și aburului, inclusiv debitelor de apă de purjă, adică

$$Q_p = D_0 (i_0 - i_{at}) + D_{inj}^s (i_{at} - i_{inj}^s) + D_{st} (i_{si_e}^c - i_{si}^c) + D_{si}^s (i_{si_e}^c - i_{inj}^s) + D_p (i_p - i_{at}) \quad [\text{kcal/h}], \quad (4)$$

în care

- $D_0$  este debitul de abur viu furnizat de cazan, kg/h ;
- $D_{st}$  — debitul de abur supraîncălzit intermediar, kg/h ;
- $D_p$  — debitul de apă purjată, kg/h ;
- $D_{inj}^s$  — debitul de apă de injecție în supraîncălzitorul principal, kg/h ;
- $D_{inj}^{si}$  — debitul de apă de injecție în supraîncălzitorul intermediar, kg/h ;
- $i_0$  — entalpia aburului viu, kcal/kg ;
- $i_{at}$  — entalpia apei de alimentare a cazanului, kcal/kg ;
- $i_{si_e}^c$  — entalpia aburului la ieșirea din supraîncălzitorul principal, kcal/kg ;
- $i_{si}^c$  — entalpia aburului la intrarea în supraîncălzitorul principal, kcal/kg ;
- $i_p$  — entalpia apei purjate, kcal/kg ;
- $i_{inj}^s$  — entalpia apei de injecție în supraîncălzitorul principal, kcal/kg ;
- $i_{inj}^{si}$  — entalpia apei de injecție în supraîncălzitorul intermediar, kcal/kg.

Randamentul cazanului este raportul dintre energia  $Q_p$  produsă de cazan și energia  $Q_i$  introdusă în cazan. Exprimînd pe  $Q_i$  sub forma

$$Q_i = Q'_i + Q_a + Q_B + 860 N_{si1}^{caz}, \quad (5)$$

în care

- $Q'_i$  este energia introdusă în cazan, diminuată cu cantitățile de energie  $Q_a$ ,  $Q_B$  și  $N_{si1}^{caz}$ , kcal/h ;
- $Q_a$  — cantitatea de căldură livrată aerului de ardere în calorifer, kcal/h ;
- $Q_B$  — cantitatea de căldură livrată combustibilului în preîncălzitorul acestuia, kcal/h ;
- $N_{si1}^{caz}$  — puterea necesară antrenării agregatelor auxiliare cuprinse în definiția cazanului, kW.

Randamentul cazanului se va calcula cu relația [1] :

$$\eta_{caz} = \frac{Q_p}{Q'_i + Q_a + Q_B + 860 N_{si1}^{caz}}. \quad (6)$$

Conform [2], randamentul cazanului are o definiție care se pretează la interpretări. Defi-

nițiile principalelor mărimi ce intervin în calculul randamentului cazanului sînt (traducere din [2]):

— Cantitatea de căldură produsă: cantitatea de căldură a aburului furnizat de cazan, diminuată cu cantitatea de căldură a apei de alimentare și cea corespunzătoare aburului reintrodus în cazan.

— Cantitatea de căldură furnizată: cantitatea de căldură corespunzătoare combustibilului consumat de cazan, apreciată pe baza puterii calorifice inferioare sau superioare, conform dispozițiilor contractuale, și suplimentar toate cantitățile de căldură pierdute care sînt furnizate cazanului dintr-o sursă exterioară, conform condițiilor contractuale.

— Randamentul termic: valoarea cantității de căldură produse, diminuată cu toate cantitățile de căldură (altele decît cantitățile de căldură pierdute), furnizate cazanului dintr-o sursă termică separată, alta decît cea alimentată cu combustibil consumat, sau introduse sub formă de energie mecanică sau electrică, raportată la cantitatea de căldură furnizată.

În [2] se precizează că „prezentă Recomandare ISO nu menționează randamentul termic net, bazat pe cantitatea de căldură produsă diminuată cu echivalentul termic al energiei consumate de agregatele auxiliare. Energia consumată de agregatele auxiliare, exprimată în unități echivalente, se va indica separat în procesul-verbal al probelor”.

Rezultă din aceste definiții că prin noțiunea de cantitate de căldură furnizată se înțelege ceea ce în [1] este numit cantitate de energie introdusă în cazan.

Din punctul de vedere al cantităților de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$ , definițiile nu sînt suficient de precise. Considerăm cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  ca fiind furnizate din prizele turbinei alimentate cu abur de cazanul considerat.

Dacă turbina este considerată ca o sursă exterioară de căldură, iar cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  ca fiind pierdute pentru aceasta, mărimile  $Q_a$  și  $Q_B$  fac parte, conform definiției, din cantitatea de căldură introdusă în cazan.

Dacă cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  sînt considerate ca fiind furnizate cazanului dintr-o sursă termică separată, alta decît cea alimentată cu combustibilul consumat, adică turbina, atunci mărimile  $Q_a$  și  $Q_B$  trebuie scăzute din cantitatea de căldură produsă,  $Q_p$ . În realitate,

$$\eta_{iba} = \frac{860 N_b}{D_0 (i_1 - i_{a1}) + D_{inj}^s (i_{a1} - i_{inj}^i) + D_{st} (i_{si}^t - i_{si}^i) + D_{inj}^s (i_{si}^t - i_{inj}^i) + D_p (i_p - i_{a1})} \quad (8)$$

cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  nu constituie pierderi din punctul de vedere al turbinei, ci căldură livrată unui consumator termic. Pe de altă parte, nu se poate considera turbina ca fiind o sursă termică separată, nealimentată

cu combustibilul consumat, deoarece căldura (aburul) acestei „surse termice” provine de la cazanul considerat, deci este produsă cu combustibilul consumat de cazan.

Formulele prezentate în [2] contribuie însă la clarificarea celor de mai sus. În toate relațiile de calcul al randamentului, prin cantitate de căldură furnizată (introdusă) cazanului se înțelege energia chimică a combustibilului consumat.

Relația de calcul al randamentului cazanului, utilizînd notațiile prezentate mai înainte, este deci [2]:

$$\eta_{caz} = \frac{Q_p - Q_a - Q_B}{BP_{ct}} \quad (7)$$

Din comparația relațiilor (6) și (7) reiese evident modul diferit de luare în considerare în calculul randamentului cazanului de abur a mărimilor  $Q_a$  și  $Q_B$ , cît și deosebirea în ceea ce privește termenul corespunzător puterii necesare antrenării unei părți a agregatelor auxiliare ale cazanelor.

## 2.2. Randamentul conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat

Randamentul conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat reprezintă raportul dintre cantitățile de energie ieșite și intrate în conturul ce delimitează acest sistem de conducte, contur imaginat pentru înlesnirea efectuării bilanțului energetic al sistemului de conducte.

În literatura de specialitate nu se indică formule de calcul al acestui randament. Avînd, poate, în vedere influența mică a acestei mărimi asupra consumului specific de căldură, autorii se limitează la a recomanda o valoare de calcul al acestuia, de regulă 0,99.

## 2.3. Randamentul turboagregatului

Considerînd o turbină cu condensare cu supraîncălzire intermediară a aburului, relația de calcul al randamentului turboagregatului [6], [7], în ipoteza că debitele de abur de purjă ale cazanului sînt introduse în instalațiile turboagregatului pentru a se recupera o parte din căldura conținută, că pe traseul dintre cazan și turbină nu au loc pierderi de fluid și că pierderile de energie sensibile au loc numai pe traseul conductelor de abur supraîncălzit, este:

în care

$N_b$  este puterea electrică la bornele generatorului, kW;

$i_1$  — entalpia aburului viu la intrarea în turbină, kcal/kg;



- $i_{si}^t$  — entalpia aburului supraîncălzit intermediar la intrarea în turbină, kcal/kg;  
 $i_{si}^t$  — entalpia aburului trimis de la turbină pentru supraîncălzire intermediară, kcal/kg.

Dacă turbina considerată este alimentată cu abur de către un cazan echipat cu preîncălzitor pentru preîncălzirea combustibilului și cu calorifer, aburul necesar acestora va fi furnizat din prizele turbinei. Apare astfel o livrare de căldură din turbină unor consumatori termici exteriori conturului uzual de bilanț energetic al turbinei. În această situație, randamentul producerii energiei electrice de către turboagregat se calculează cu relația:

$$\eta_{tba} = \frac{860 N_b}{Q_{tba} - Q_a - Q_B}, \quad (9)$$

în care  $Q_{tba}$  este cantitatea de căldură furnizată turboagregatului, adică numitorul relației (8), kcal/h.

#### 2.4. Factorul care ține seamă de consumul de energie al serviciilor auxiliare electrice ale blocului termoenergetic

Factorul  $\eta_{st}$  exprimă raportul dintre puterea la bornele de joasă tensiune ale transformatorului principal și puterea electrică la bornele generatorului, adică

$$\eta_{st} = \frac{N_t + \Delta N_{trafo}}{N_b} = \frac{N_b - N_{st}}{N_b}, \quad (10)$$

în care

$\Delta N_{trafo}$  este pierderea de putere în transformatorul principal al blocului, kW;

$N_{st}$  — puterea electrică necesară serviciilor auxiliare ale blocului termoenergetic, kW.

### 3. Precizări privind modul de calcul al mărimilor analizate

Egalînd relațiile (2) și (3), rezultă:

$$\eta_{caz} \eta_{cd} \eta_{tba} \eta_{st} \eta_{trafo} = \frac{860 N_t}{BP_{ct}}. \quad (11)$$

Avînd în vedere că analiza se limitează numai la termenii  $\eta_{caz}$ ,  $\eta_{cd}$ ,  $\eta_{tba}$  și  $\eta_{st}$ , relația (11) poate fi înlocuită cu relația:

$$\eta_{caz} \eta_{cd} \eta_{tba} \eta_{st} = \frac{860 N_{it}}{BP_{ct}}, \quad (12)$$

în care

$$N_{it} = N_t + \Delta N_{trafo}. \quad (13)$$

Este evident că, din punctul de vedere al ansamblului blocului termoenergetic cu condensatie, sînt corecte acele relații de calcul al randamentelor care satisfac riguros relația (12) și care își găsesc și o interpretare fizică.

Pentru determinarea acestor relații se admite ca ipoteză simplificatoare că temperatura de referință generală este cea a mediului ambiant (normativele impun 25 °C), ceea ce înseamnă că temperatura aerului aspirat de cazan din mediul ambiant, a combustibilului la intrarea în agregatul de cazan și a apei de adaos pentru completarea pierderilor de apă-abur din circuitele blocului termoenergetic sînt egale.

#### 3.1. Randamentul cazanului de abur

Se consideră cazul unui cazan de abur pentru care în relația (6) termenul  $Q'_i$  reprezintă exclusiv energia chimică a combustibilului consumat, adică  $Q'_i = BP_{ct}$ , și pentru care termenul  $N_{sit}^{caz} = 0$ ; de exemplu, un cazan de abur cu circulație naturală, sau străbatere forțată, funcționînd cu păcură, neprevăzut cu ventilator de recirculație a gazelor de ardere și ventilator de recirculație a aerului de ardere, dotat însă cu calorifer și preîncălzitor de combustibil, amîndouă fiind alimentate cu abur din prizele turbinei blocului termoenergetic.

Admițînd pentru început că randamentul conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat este 100%, adică  $\eta_{ca} = 1$ , ceea ce înseamnă totodată egalitatea cantităților de căldură  $Q_p$  și  $Q_{tba}$ , adică  $Q_p = Q_{tba}$ , conform relațiilor (6), (9), (10) și (13), pentru cazul considerat se poate scrie:

$$\eta_{caz} = \frac{Q_p}{BP_{ct} + Q_a + Q_B} \quad (14)$$

$$\eta_{tba} = \frac{860 N_b}{Q_p - Q_a - Q_B} \quad (15)$$

$$\eta_{st} = \frac{N_{it}}{N_b} \quad (16)$$

Înlocuind mărimile de mai sus în relația (12), se constată că ele nu satisfac ecuația.

Dacă însă pentru exprimarea randamentului cazanului se utilizează în locul relației (6) relația (7), ceilalți termeni rămînînd nemodificați, relația (12) este satisfăcută.

Din acestea rezultă că formula corectă de calcul al randamentului cazanului care corespunde cazului funcționării cazanului de abur

în cadrul centralei termoelectrice este (7), cu atât mai mult cu cât această relație de calcul își găsește și o explicație logică.

Pentru a scoate în evidență această concordanță dintre formula de calcul considerată a fi corectă și fenomenele fizice reale, să presupunem că cazanul luat în considerare mai înainte, de această dată însă neprevăzut cu calorifer și preîncălzitor de combustibil, alimentează cu abur o turbină fără supraîncălzire intermediară și fără preîncălzire regenerativă a apei de alimentare.

Cantitatea de căldură produsă de cazan, totodată utilă din punctul de vedere al producerii energiei electrice, este :

$$Q_p = Q_u = D_0 (i_0 - i_k), \quad (17)$$

în care

$Q_u$  este căldura utilă livrată de cazan, kcal/h ;  
 $i_k$  — entalpia apei de alimentare, care în acest caz este egală cu entalpia condensatului la ieșirea din condensator, kcal/kg.

Dacă turbina va fi alimentată cu abur din același cazan, echipat de această dată cu calorifer și preîncălzitor de combustibil, al căror necesar de căldură trebuie asigurat cu abur, turbina va trebui să aibă o priză fixă din care să se poată asigura acest necesar de căldură. Turbina devine astfel o turbină cu condensatie cu o priză de termoficare internă, care consumă pentru producerea energiei electrice cantitatea de căldură utilă :

$$Q_u^{aB} = D_0(i_0 - i_k) - (Q_a + Q_B) = Q_p - (Q_a + Q_B). \quad (18)$$

Cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  fiind livrate de turbină cazanului, căldura  $Q_p = D_0 (i_0 - i_k)$  produsă de cazan nu este egală în acest caz cu cantitatea de căldură utilă  $Q_u^{aB}$  livrată de cazan, cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  fiind produse de cazan pentru consumul său propriu.

Randamentul cazanului fiind raportul dintre cantitatea de căldură utilă livrată de cazan și energia introdusă în cazan din surse exterioare, în acest caz numai energia chimică a combustibilului, expresia randamentului cazanului va fi :

$$\eta_{caz} = \frac{Q_u^{aB}}{BP_{ct}}, \quad (19)$$

adică

$$\eta_{caz} = \frac{Q_p - Q_a - Q_B}{BP_{ct}} \quad (20)$$

Cu toate că pentru cazul particular al cazanului de abur considerat (vezi începutul cap. 3.1.), din punctul de vedere exclusiv al cazanului, căldura utilă livrată este egală cu cantitatea de căldură produsă, iar cantitățile de

căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  constituie cantități de energie introduse în cazan, ceea ce justifică exprimarea randamentului cazanului prin relația (14), formula corectă de calcul, avînd în vedere legăturile dintre cazanul de abur și celelalte instalații ale blocului termoenergetic cu condensatie, este (20), adică cea recomandată în [2].

Calculul randamentului unui cazan cu ajutorul relațiilor (14) și (20) conduce la o diferență relativă  $\epsilon_\eta$  între cele două valori obținute de pînă la circa  $\epsilon_\eta = 0,25\%$ , unde

$$\epsilon_\eta = \frac{\eta_{caz}^{DIN} - \eta_{caz}^{ISO}}{\eta_{caz}^{ISO}} \cdot 100 [\%], \quad (21)$$

în care

$\eta_{caz}^{DIN}$  este randamentul cazanului calculat conform [1];

$\eta_{caz}^{ISO}$  — randamentul cazanului calculat conform [2].

Puterea electrică  $N_{sii}^{caz}$  necesară antrenării unora dintre agregatele auxiliare ale cazanului constituie, ca și cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$ , un consum propriu al cazanului. Puterea  $N_{sii}^{caz}$  fiind însă o formă de energie diferită de cea produsă de cazan, rezultată în urma transformărilor din cadrul turboagregatului, locul ei în formula de calcul al randamentului cazanului nu poate fi determinat cu ajutorul procedurii folosit în acest scop pentru mărimile  $Q_a$  și  $Q_B$ . Condiția ca la numitorul formulei de calcul al randamentului cazanului să figureze numai energia efectiv introdusă din exterior în cazan, adică, în ipotezele făcute, numai energia chimică a combustibilului, ar conduce la relația de calcul :

$$\eta_{caz} = \frac{Q_p - Q_a - Q_B - 860 N_{sii}^{caz}}{BP_{ct}}$$

Această relație de calcul nu poate fi însă corelată cu celelalte mărimi ale relației (12), nu corespunde fenomenelor fizice și, prin urmare, nu poate fi utilizată. Nici relația (6) de calcul al randamentului cazanului conform [1] nu poate fi însă pusă în concordanță cu ceilalți termeni ai relației (12) astfel încît condiția impusă de aceasta să fie îndeplinită.

În concluzie, formula riguros exactă de calcul al randamentului cazanului este cea conținută în [1], dar cea corespunzătoare calculului practice impuse de necesitatea determinării consumului specific de căldură în fazele de planificare și control prin postcalcul este cea recomandată în [2].

Prin urmare, se propune adoptarea ca formulă de calcul al randamentului cazanului a celei recomandate în [2], conținută, de altfel, și în [5]. Trebuie însă subliniat că relația (20) are această formă numai în măsura în care cantitățile de căldură  $Q_a$  și  $Q_B$  provin de la cazanul considerat, adică din prizele fixe ale turbinei alimentate cu abur de către cazanul considerat. În cazurile în care una (sau ambele) dintre can-

titățile de căldură  $Q_a$  sau  $Q_B$  provine din altă sursă, ea constituie energia introdusă în cazan și va figura cu semnul plus la numitorul relației (20), fiind, bineînțeles, înlăturată de la numărător.

### 3.2. Randamentul conductelor de legătură dintre cazan și turbină

Revenind din nou la relația (12), se poate determina formula de calcul al randamentului conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat, recurând pentru aceasta la cazul unui bloc termoeenergetic cu condensatie echipat cu un cazan pentru care expresia randamentului cazanului este (20).

Considerind că pierderi de energie au loc numai pe traseul conductelor de abur viu și abur supraîncălzit intermediar și ținind seama de relațiile (4), (8), (9), (10), (12) și (20), rezultă formula de calcul al randamentului conductelor de legătură dintre cazan și turboagregat, și anume:

$$\eta_{ca} = \frac{Q_{ibc} - Q_a - Q_B}{Q_p - Q_a - Q_B}, \quad (22)$$

adică

$$\eta_{ca} = \frac{D_0(i_1 - i_{a1}) + D_{inj}^s(i_{a1} - i_{inj}^s) + D_{st}(i_{st_i}^t - i_{st_e}^t) + D_{inj}^{st}(i_{st_i}^t - i_{inj}^{st}) + D_p(i_p - i_{a1}) - Q_a - Q_B}{D_0(i_0 - i_{a1}) + D_{inj}^s(i_{a1} - i_{inj}^s) + D_{st}(i_{st_e}^c - i_{st_i}^c) + D_{inj}^{st}(i_{st_e}^c - i_{inj}^{st}) + D_p(i_p - i_{a1}) - Q_a - Q_B} \quad (23)$$

Randamentul conductelor poate fi determinat mai simplu, pe calea efectuării bilanțului energetic al conductelor de abur viu și supraîncălzit intermediar, diferența dintre valorile rezultate în urma calculului cu cele două metode fiind neglijabilă.

### 3.3. Randamentul turboagregatului

Randamentul producerii energiei electrice de către turboagregat se va calcula cu relația prezentată în capitolul 2.3.

### 3.4. Factorul care ține seama de consumul de energie al serviciilor auxiliare electrice ale blocului termoeenergetic

În capitolul 3.1 s-a prezentat calculul randamentului cazanului conform [1], incluzind deci

consumul de energie electrică al unei părți a agregatelor auxiliare ale cazanului în expresia randamentului cazanului. Ca urmare a acestei definiții, serviciile auxiliare electrice ale blocului termoeenergetic cu condensatie ar cuprinde toate agregatele auxiliare ale blocului, cu excepția celor care, conform definiției cazanului, aparțin exclusiv acestuia.

Aceasta ar conduce la o relație de calcul al factorului care ține seama de consumul de energie al serviciilor auxiliare electrice de forma:

$$\eta_{st} = \frac{N_{it}}{N_b - N_{st}^{caz}}$$

Dacă se adoptă propunerea de a calcula randamentul cazanului cu relația recomandată în [2], din relația (12) rezultă că factorul  $\eta_{st}$  urmează a fi calculat cu relația:

$$\eta_{st} = \frac{N_{it}}{N_b}. \quad (24)$$

### Bibliografie

- [1] Entwurf DIN 1942. *Abnahmeversuche an Dampferzeugern.*
- [2] ISO/R 889-1968. *Code d'essai pour les générateurs de vapeur fixes équipant les centrales productrices d'énergie.*
- [3] \* \* \* *Teplivoi rascet kotelnih agregatov (normativni metod).* Izdatelstvo Energhia, Moscova, 1973.
- [4] CSN 07 0302. *Predpisy pro záručni zkousky parnichkollu.*
- [5] STAS 2605/1973. *Cazan de abur - Terminologie.*
- [6] CEI 46-1962. *Recommandations concernant les turbines à vapeur.*
- [7] STAS 8135/1968. *Turbine cu abur pentru antrenarea generatoarelor electrice - Incercări.*

(Articol intrat în redacție la 19 august 1975)

# Metodologie și algoritm pentru calculul tehnico-economic în electroenergetică și folosirea programării dinamice discrete pentru generarea de noi soluții tehnice

Ing. H. Crisciu, ing. V. Neagu și ing. I. Radu\*

Multe din problemele tehnicii pot fi concepute ca stări discrete care pot fi dispuse într-un lanț secvențial. Dacă la un anumit moment putem determina soluții pentru o problemă dată, aceste soluții definesc ansamblul stărilor problemei noastre la momentul  $t$ .

Soluțiile problemei se denumesc dinamice dacă pentru anumite intervale de timp date între  $t_0$  și  $T$  există, la fiecare moment  $t$ , unde  $t_0 \leq t \leq T$ , un ansamblu de soluții  $A_t$ , care corespund din punct de vedere tehnic problemei date.

Dacă nu se urmărește desfășurarea continuă a evoluției soluțiilor, ci numai instantanee, fixate la anumite intervale de timp date, atunci, prin discretizarea scării timpului, se obține implicit o dinamică discretă și problema determinării soluțiilor la diferite intervale de timp se reduce la problema determinării mulțimilor  $A_t$  ( $t = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  fiind numărul stărilor discrete luate în considerare) (fig. 1).

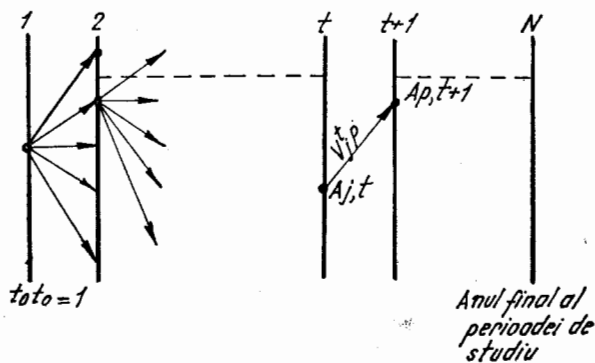


Fig. 1

## Descrierea modelului matematic pentru calculul tehnico-economic

### 1. Calculul costurilor actualizate și al cheltuielilor de tranziție

Principiul pe care se bazează evaluarea economică constă într-o însumare pe toată durata de exploatare a tuturor investițiilor și cheltu-

\* Ing. Crisciu Horia, ing. Neagu Viorel și ing. Radu Ion sînt cercetători la Institutul de cercetări și modernizări energetice (ICEMENERG).

ielilor de exploatare afectate unei anumite soluții, actualizate la primul an al perioadei de studiu.

În calculele tehnico-economice, în afară de :  
 — investițiile totale ;  
 — cheltuielile totale anuale de exploatare, se ține seama și de :  
 — valoarea reziduală a instalațiilor ;  
 — valoarea daunelor probabile.

Cu ajutorul acestor elemente se calculează indicatorul sintetic (cheltuiala totală actualizată  $A$ ). Ținînd seama de cele de mai sus, expresia costului total actualizat al soluției  $j$  în anul  $n$  este :

$$A_{jn} = \sum_{i=1}^n I_{ji} (1+a)^{-i} + \sum_{i=1}^n C_{ji} (1+a)^{-i} - \sum_{i=1}^n V_{rji} (1+a)^{-i} + \sum_{i=1}^n D_{ji} (1+a)^{-i}, \quad (1)$$

în care

- $I_{ji}$  este volumul de investiții necesar în anul  $i$  pentru soluția  $j$  ;
- $C_{ji}$  — cheltuielile anuale de exploatare în anul  $i$  pentru soluția  $j$  ;
- $V_{rn}$  — valoarea reziduală în anul  $n$  a soluției  $j$  ;
- $D_{ji}$  — valoarea daunelor probabile în anul  $i$  pentru soluția  $j$  ;
- $n$  — numărul de ani al perioadei de studiu ;
- $a$  — rata de actualizare egală cu 0,1 ;
- $i$  — anul curent.

Valoarea reziduală și cheltuielile de exploatare fixe reprezintă o cotă fixă  $C$ , respectiv  $b$  (din valoarea investiției).

Așadar relația (1) devine :  
 pentru  $l = 1, 2, \dots, n-1, n$

$$A_{jl} = \sum_{i=1}^l \frac{I_{ji}}{(1+a)^i} + \sum_{i=1}^l \frac{\sum_{k=1}^i I_{jk} b}{(1+a)^i} + \sum_{i=1}^l \frac{\Delta E_{ji} p}{(1+a)^i} - \sum_{i=1}^l \frac{I_{ii} c_i}{(1+a)^i} + \sum_{i=1}^l \frac{D_{ji}}{(1+a)^i} \quad (2)$$

unde

- $\Delta E_{ji} \cdot p$  este costul pierderilor de energie în anul  $i$  evaluate cu  $p$  lei/kWh ;
- $c_i$  — coeficient de calcul al valorii reziduale.

O parte mai delicată a calculului economic comparativ constă în estimarea costurilor totale pe care le implică trecerea într-un anumit an de la o soluție la alta.

Dorim să subliniem în mod special că în programarea dinamică discretă aceasta este calea pentru generarea unor noi soluții care ar putea

fi eventual mai economice decât soluțiile luate în considerare inițial. Într-adevăr, în momentul când se fixează, spre exemplu, două soluții dinamice, se pleacă de la premisa normală că aceste două soluții se atașează la situația existentă în primul an de studiu. Din acest punct de vedere, o tranziție în timpul perioadei de studiu de la soluția 1 la soluția 2, și invers, la un moment  $t$  dat ar apărea ca aprioric incompatibilă economic. Avantajul folosirii programării dinamice discrete constă în faptul că indică în care an intermediar soluția 1 — 2 sau 2 — 1 se înscrie ca soluție 3 — optimală.

În aceste condiții inginerul poate lua în considerare și o a treia soluție dinamică care să prevadă tranziția în acel an. Desigur că indicii economici ai soluției 3 pot fi apoi 2 sau chiar 1 optimali.

Pentru a calcula valoarea costurilor de tranziție dintre soluția  $j$  din anul  $i$  și soluția  $p$  din anul  $i + 1$ , se folosește relația :

$$V_{jp} = K_{rec} I_{jp} \quad (3)$$

în care

- $I_{jp}$  este valoarea necomună a investițiilor între soluția  $j$  între anul  $i - 1$  și  $i$  și soluția  $p$  între anul  $i$  și  $i + 1$ ;
- $K_{rec}$  — un coeficient care ține seamă de faptul că din aceste investiții ceva poate fi totuși valorificat.

Valoarea necomună a investițiilor între soluția  $j$  și soluția  $p$  ( $I_{jp}$ ) se trece într-o matrice de forma celei redate în figura 2.

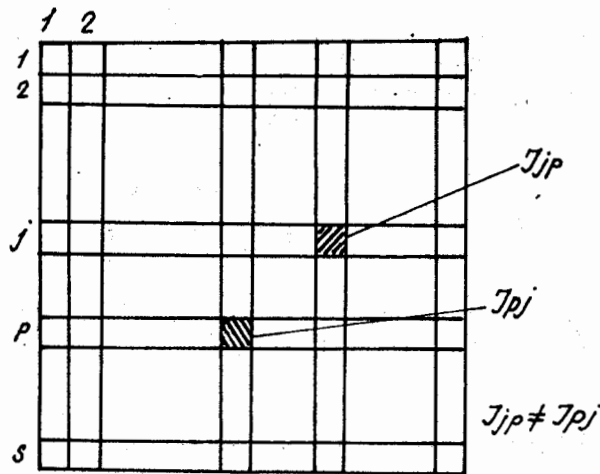


Fig. 2

Numărul liniilor și coloanelor matricei de mai sus este egal cu numărul soluțiilor fundamentale ( $s$ ).

În cazul în care  $p = j$ ,  $I_{pp}$  se trece în căsuțele de pe diagonala matricei de mai sus și reprezintă investițiile suplimentare în soluția fundamentală  $p$  de la anul  $i$  la anul  $i + 1$ .

Pentru fiecare an al perioadei de studiu se completează o matrice de genul celei de mai sus.

Pentru a ilustra semnificația termenului de valoare necomună a investițiilor, subliniem că în comparația, spre exemplu, a două soluții trebuie să se țină seama de direcția de trecere. Totdeauna soluția de la care se trece se găsește într-un an cu o unitate inferioară celui în care se găsește soluția către care se trece. Avem următoarele relații :

$$I_1^{i-1} = I_c + I_{nec12}^{i-1} \quad (4)$$

Termenul  $I_c$  reprezintă valoarea acelor lucrări care există atât în soluția 1 cât și în soluția 2. Valoarea necomună de trecere de la soluția 1 la 2 în anul  $i$  este :

$$I_{nec12}^{i-1} = I_1^{i-1} I_c \quad (4')$$

Pentru calculul investițiilor necomune există următoarea formulă de recurență :

$$I_{nec12}^i = I_{nec12}^{i-1} \pm I_{12}^i,$$

unde  $I_{12}^i$  sînt investițiile necomune care apar în lucrările care sînt executate pentru soluția 1 între anul  $i - 1$  și  $i$  și pentru soluția 2 între anul  $i$  și  $i + 1$ .

## 2. Determinarea soluțiilor $s$ optimale

În analiza unei probleme există o serie de detalii care nu pot fi luate în considerare, precum și componente care nu pot fi formalizate pentru a putea fi evaluate tehnico-economic decât cu mari dificultăți.

În aceste condiții există totdeauna o mare probabilitate ca viitorul să aducă modificări care nu au putut fi inițial prevăzute. De aceea este tot atât de interesant să se știe, în afară de politica optimă, următoarele  $s-1$  politici care urmează în ordine și care pot fi interesant de adoptat, când se ia în considerare o variație a datelor inițiale sau suplimentări ce nu pot fi inițial apreciate.

Teorema de  $s$ -optimalitate afirmă că orice traseu optimal este format din subtrasee optimale.

Teorema este evidentă și se demonstrează prin următorul raționament :

Fie  $1 \dots i \dots n$  un traseu optimal ; trebuie să se demonstreze că  $1 \dots i$  este și el traseu optimal. Dacă o altă succesiune  $(1 \dots i)'$  ar fi optimă, atunci succesiunea  $(1 \dots i)' \dots n$  ar fi superioară celei optime definite mai sus, ceea ce este contrar ipotezei ; deci rezultă că  $1 \dots i$  este un subtraseu optimal.

Dacă pentru rezolvarea unei probleme se dau o serie de soluții discrete, care pot fi dispuse pe

scara timpului într-un graf secvențial, și se cunosc toate costurile de tranziție, se poate determina traseul optim, adică succesiunea optimă de a trece de la o soluție la alta ca să se ajungă din starea inițială la timpul  $t = t_0 = 1$  în starea finală la timpul  $t = T = n$ . Cu alte cuvinte, în acest fel se poate urmări soluția optimă care poate fi adoptată pentru o perioadă de  $n$  ani.

Pentru determinarea soluțiilor  $s$ -optimale există mai multe algoritme.

Algoritmul cel mai favorabil și care ține seamă de lucrările lui Bellman — Kalaba și Kaufmann — Cruon este cel propus de Deledicq. Deledicq [1] a pornit de la următoarea observație.

Pentru a cunoaște soluția  $s$ -optimală trebuie să se cunoască :

- funcțiile  $s$ -optimale pentru toate nodurile care se află pe traseul  $s-1$  optimal ;
- funcțiile  $s-1$  optimale pentru toate celelalte noduri nesituate pe traseul  $s-1$  optimal.

Pentru aplicarea acestui algoritm, Deledicq a introdus doi coeficienți :

$\alpha(A_{j,t}; A_{p,t+1})$  — indică numărul traseelor optimale care conțin subtraseul  $(A_{j,t}; A_{p,t+1})$  ;

$\sigma(A_{j,t})$  — indică numărul de funcții optimale ce au fost calculate pentru nodul  $A_{j,t}$ .

Traseul 1-optimal se determină conform formulei din figura 3, în care se presupune că acest traseu este cel figurat.

Se observă că pentru traseul 1-optimal, adică 0,3,8,15 pentru fiecare nod, cu excepția ultimului, există relația :

$$\sigma = \alpha = 1$$

pentru nodurile din afara traseului 1-optimal  $\sigma > \alpha$ .

Această condiție permite identificarea nodurilor care nu se găsesc pe traseul 1-optimal, în general pe traseul  $s-1$  optimal.

Algoritmul se bazează pe o selectare, într-o primă parcurgere, a drumului  $s-1$  optimal, în scopul determinării nodurilor pentru care este necesar să se calculeze valorile funcțiilor  $s$ -optimale.

După fiecare identificare se majorează cu o unitate  $\sigma$  și  $\alpha$  pentru drumul optimal.

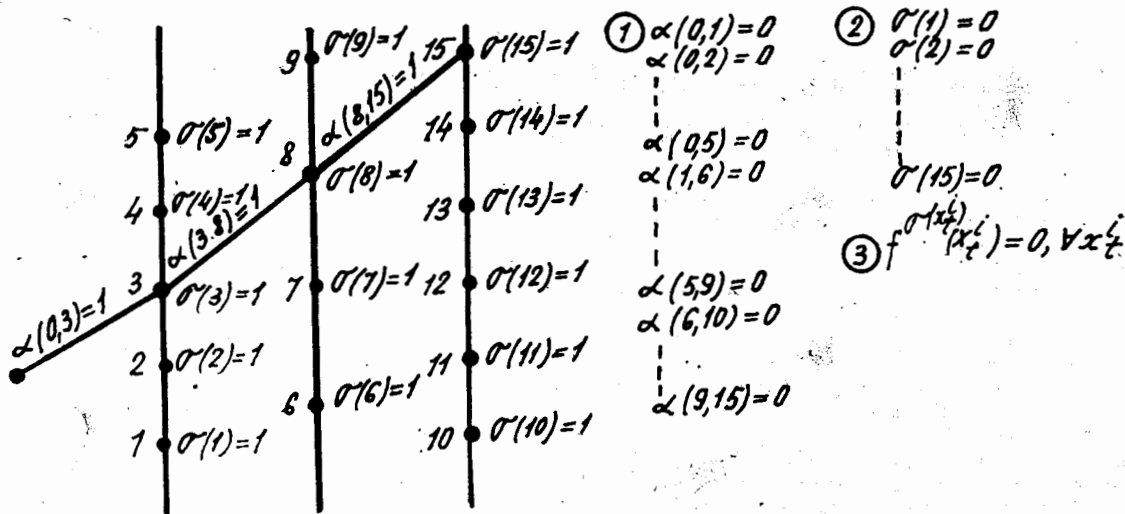
În concluzie, determinarea traseelor optimale se realizează în felul următor :

- Determinarea traseului 1-optimal, adică cunoașterea în prealabil a funcției 1-optimale pentru toate nodurile grafului secvențial. De asemenea, pentru fiecare nod se marchează nodul aparținând stării anterioare și care permite determinarea pas cu pas a traseului 1-optimal pînă la nodul următor.

- Determinarea funcțiilor 2-optimale se face pe baza următorului algoritm :

- funcțiile 2-optimale ale nodurilor nesituate pe traseul 1-optimal sînt identice cu funcțiile 1-optimale ale nodurilor respective ;

STAREA 1    STAREA 2    STAREA 3    STAREA N    CONDIȚII INIȚIALE



$$f(x_t^i) = \min_{x_{t+1}^j} [Z(x_t^i, x_{t+1}^j) + f(x_{t+1}^j)]$$

unde :  $Z(x_t^i, x_{t+1}^j) = \text{costul tranziției de la } x_t^i \text{ la } x_{t+1}^j$

Fig. 3

— funcțiile 2-optimize ale nodurilor de pe traseul 1-optimal se recalculază neluând în considerare traseul 1-optimal;

— în cazul în care starea inițială este una singură, funcția 2-optimală a nodului din starea 2 nesituat pe traseul 1-optimal este de asemenea identică și cea 1-optimală, și recalcularea funcțiilor nodurilor traseului 1 optimal se face începând de la starea 3.

Odată determinat traseul  $s-1$  optimal, problema determinării traseului  $s-2$  optimal este complet similară celei folosite pentru determinarea căii 2-optimize, cunoscând pe cea 1-optimală.

Programul de calcul a fost scris atât în limbaj ALGOL — 4120 pentru calculatorul ELLIOTT — 4120 al Ministerului Energiei Electrice cât în limbaj FORTRAN.

### Concluzii

Algoritmul descris determină primele  $s$ -politici optimale care trebuie urmate.

Aceste politici cuprind atât soluțiile fundamentale, cât și treceri de la o soluție fundamentală la alta.

Aceste treceri devin interesante dacă pe baza lor se construiește o nouă soluție fundamentală care, la o nouă comparare, poate să reprezinte chiar soluția 1-optimală.

Această soluție fundamentală se caracterizează prin faptul că în cadrul ei există simultan elemente din vechile soluții fundamentale.

Totodată o nouă soluție fundamentală se poate construi consultând valorile costurilor actualizate  $A$  pentru diferite soluții și observând anul (grupul de ani) în care aceste costuri se apropie cel mai mult.

### Bibliografie

- [1] Deledicq, A. *Programmation dynamique discrete K — optimum d'un probleme séquentiel*. În: *Revue Française de Recherche Operationelle* 2, nr. 11, 1968, p. 13—32.
- [2] Crisciu, H., Radu, I. și Neagu, V. *Metodologie privind determinarea soluțiilor optime de distribuție a energiei electrice prin rețele de medie și joasă tensiune pentru mari consumatori industriali*. Lucrare ICENERG, 1973.

(Articol intrat în redacție la 18 februarie 1974)

# CRONICĂ

## "Probleme actuale ale energiei românești", reflectate de Conferința energicienilor din România (17—18 octombrie 1975)

În zilele de 17 și 18 octombrie 1975 a avut loc la București, în localul Institutului de cercetări și modernizări energetice, prima Conferință a energicienilor din România, eveniment de o deosebită însemnătate pentru energia românească, drilej de satisfacție pentru toți lucrătorii din acest important domeniu de activitate al economiei naționale.

Conferința energicienilor s-a desfășurat sub patronajul ministrului energiei electrice, ing. Nicolae Mănescu, fiind organizată de Ministerul Energiei Electrice în colaborare cu Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, în cinstea Zilei energicienului.

Lucrările conferinței au avut loc în preajma încheierii actualului plan cincinal și a începerii unui nou cincinal, cincinalul revoluției tehnico-științifice, care se va desfășura pe baza Directivelor Congresului al XI-lea al Partidului Comunist Român, constituind un prilej important și binevenit de analiză și de pregătire pentru viitor a problemelor esențiale ale energiei românești.

După o scurtă trecere în revistă a principalelor realizări și a problemelor de perspectivă ale energiei românești, ing. Nicolae Mănescu, în cuvântul de deschidere a conferinței, a accentuat asupra caracterului de lucru al conferinței, asupra necesității ca în urma dezbaterilor ce vor avea loc să se propună măsuri hotărâte pentru punerea în practică a obiectivelor partidului referitoare la dezvoltarea energiei.

Ing. Nicolae Mănescu a arătat că, în condițiile actuale, în care întregul nostru popor își încordează toate forțele pentru traducerea în viață a directivelor partidului, energicienii trebuie să se străduiască să aplice în practică toate concluziile lucrărilor conferinței, la locul de muncă al fiecăruia, iar discuțiile ce se vor purta să evidențieze în acest sens ideile și elementele de interes practic real, permițând o largă confruntare de idei.

În continuare au luat cuvântul:

- prof. dr. doc. ing. Mihai Drăgănescu, vicepreședintele Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie;
- ing. Emilian Rodean, vicepreședintele Comitetului de Stat pentru Energia Nucleară;
- prof. dr. ing. Oliviu Rusu, președintele Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor;
- ing. Maria Petre, inginer principal în Ministerul Industriei Chimice;
- prof. dr. ing. Alexandru Diacon, decanul Facultății de energetică a Institutului politehnic București;
- dr. ing. Călin Mihăileanu, directorul general al Institutului central de cercetări energetice.

În încheierea ședinței de deschidere a Conferinței energicienilor, secretarul comitetului de partid al ICENERG

a dat citire telegramelor adresate Comitetului Central al P.C.R., personal secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu.

La lucrările sesiunii au participat numeroase personalități din domeniul energiei, cadre de specialitate din institute de învățământ superior, institute de cercetare și proiectare, din întreprinderi și uzine ale unor ministere interesate în lucrările conferinței.

S-au publicat 277 de lucrări, care au fost prezentate prin rapoarte generale în cadrul ședințelor de lucru ale celor 11 secții de specialitate, și anume:

### Secția I — Energetică generală

În raportul general la această secție, ing. George Manolescu a prezentat evoluția energiei românești până în prezent, cu principalii indicatori economici și energetici, principalele resurse interne primare, evoluția contribuției resurselor de energie primară în balanța energetică a țării și evoluția consumului de energie primară pentru producerea energiei electrice și căldurii în termoficare în perioada 1960—1974.

Din cele 21 de referate ale secției s-au desprins următoarele aspecte principale:

- prognoza evoluției consumului de energie primară;
- dezvoltarea sistemului energetic ca o importantă componentă a dezvoltării energetice de ansamblu;
- gospodărirea cât mai eficientă a energiei în întreprinderile industriale;
- gospodărirea apelor și protecția mediului ambiant;
- aspecte ergonomice în energetică.

În continuare, analizând sarcinile energicienilor în etapa actuală, s-a arătat că cincinalul 1976—1980 va acorda o deosebită atenție lărgirii bazei proprii de materii prime minerale și resurse energetice și aplicării unei politici de folosire rațională a materiilor prime, combustibililor și energiei.

Lucrările secției au fost conduse de acad. prof. dr. doc. ing. Remus Răduleț, care, pe baza referatelor întocmite, a raportului general și a discuțiilor purtate, a tras o serie de concluzii de o deosebită însemnătate pentru sectorul energetic, pentru activitatea viitoare în acest domeniu.

Astfel se impune organizarea rațională a consumurilor energetice, valorificarea resurselor energetice prin amenajarea întregului potențial hidroenergetic al țării, construirea primelor centrale nucleare electrice și asimilarea în țară a cât mai multe componente ale acestora.

De asemenea vor trebui făcute eforturi susținute pentru utilizarea unor surse noi de energie.

### Secția II — Surse noi de energie

Această secție și-a propus să dezbate probleme legate de posibilitățile de valorificare în țara noastră a unor noi surse de energie, precum și a unor procedee de obținere a energiei electrice din surse de energie primară, prin modalități diferite de cele clasice.

Raportul general, întocmit de dr. ing. Călin Mihăileanu și ing. Constantin Popescu, a prezentat situația actuală pe plan mondial, conținutul celor 14 referate întocmite în cadrul secției, realizările din țara noastră și principalele orientări în acest domeniu.

În țara noastră sînt în curs de realizare casa solară, micro-centrala eoliană pentru utilizare în agricultură, pompa termică de capacitate mare pentru ridicarea temperaturii apelor termale.

De asemenea, se studiază valorificarea superioară a rezervelor de cărbuni inferiori prin gazificare, introducerea în circuitul energetic a unor noi purtători de energie, ca hidrogenul și unii compuși hidrogenerați cu valoare energetică, precum și realizarea unor sisteme de conversie a energiei primare, ca pilele de combustibil și alte sisteme de ardere catalitică a hidrogenului, valorificarea complexă a resurselor de ape subterane termale, obținerea energiei termice din deșeurii menajere și industriale, utilizarea energiei eoliene și inventarierea și descoperirea resurselor naturale prin tele-detectie.

### Secția III — Economia de energie și de combustibil

Dezvoltarea rapidă a economiei naționale impune consumuri corespunzătoare de energie sub toate formele, dar totodată creșterea consumului de energie trebuie să se facă în condiții cât mai raționale, iar consumurile specifice de energie trebuie să manifeste o tendință de scădere continuă.

Ținînd seama de acest deziderat, dr. ing. Teodor Popa și ing. Dumitru Preda, în raportul general de prezentare a celor 17 referate ale secției, au orientat discuțiile spre următoarele teme:

- măsuri pentru perfecționarea echipamentelor, pentru montarea de suprafețe receptoare de căldură și în special pentru preîncălzirea aerului de combustie;
- metode de valorificare și identificare de consumatori pentru resurse secundare de căldură;
- posibilități de extindere și de perfecționare a termoficării;
- măsuri de adaptare la încărcare parțială a agregatelor industriale și a rețelilor termice;
- stabilirea nivelului optim de izolare termică a construcțiilor civile și industriale și a echipamentelor amplasate în exterior;
- măsuri organizatorice și de exploatare, ca etanșări, recuperări de condensat și abur, curățirea suprafețelor de schimb de căldură, încercarea agregatelor, izolări termice, elaborarea de bilanșuri energetice.

### Secția IV — Sistemul electroenergetic

Prof. dr. doc. ing. V. I. Nitu, ing. N. Bordeianu și dr. ing. Gh. Morait, în raportul general al secției IV, au prezentat cele 19 referate întocmite de specialiști din sectorul energetic, organizînd discuțiile pe următoarele probleme axate pe cele trei direcții principale trasate energicienilor români prin Directivele Congresului al XI-lea al P.C.R.:

- dezvoltarea sistemului electroenergetic, în care s-au analizat optimizarea complexă a dezvoltării centralelor și rețelelor, eficiența interconexiunilor internaționale și probleme noi care apar prin dezvoltarea acestora, criteriile de dimensionare a rețelelor de transport al energiei electrice în condițiile realizării unei suprafețe de 750 kV;
- creșterea eficienței în funcționarea sistemului electroenergetic prin optimizarea repartiției economice a sarcinii pe centrale, prin reducerea pierderilor în rețeaua de transport al energiei electrice și prin mărirea capacității de transport;
- creșterea siguranței în funcționare a sistemului electroenergetic, prin organizarea conducerii operative a sistemului, supravegherea „on-line” a regimurilor de funcționare și limitarea extinderii avariilor la funcționarea în regimuri perturbate.

### Secția V — Amenajări hidroenergetice

Ridicarea prețului combustibilului pe plan mondial și importanța pe care o au, pentru gospodărirea apelor, amenajările hidroenergetice contribuie la creșterea potențialului economic amenajabil din țara noastră la aproximativ 28 miliarde kWh/an.

Ținînd seama de unele considerații și propuneri prezentate în cele 19 referate ale acestei secții, și mai ales de problemele tehnice majore care se pun în perspectiva dezvoltării hidroenergeticii în următoarele trei cincinale, raportorii generali — dr. ing. Gheorghe Luca și dr. ing. D. Ionescu-Sisești — au orientat discuțiile pe următoarele probleme:

- concepția schemelor de amenajare;
- necesitatea centralelor cu acumulare prin pompaj;
- folosirea acumulărilor existente pentru combaterea viiturilor și proiectarea viitoarelor acumulări în acest scop.

Concluzia lucrărilor secției este că sarcinile acestui sector sînt deosebit de grele, urmînd a se amenaja 1700 MW în cincinalul viitor.

### Secția VI — Termoenergetică

Raportorul general — ing. Carol Goldenberg — a prezentat cele 33 referate în cadrul a trei grupe principale, și anume:



— concepția de ansamblu în proiectarea centralelor termoelectrice și a rețelelor de termoficare din România;

— problemele termoelectrice ale unor instalații de bază ale centralelor termoelectrice;

— aspecte din exploatarea centralelor termoelectrice, cu referire la economia de combustibil, la siguranța în funcționare și la unele materiale auxiliare utilizate în centrale.

Discuțiile purtate în cadrul acestei secții au ținut seama că în viitor termoelectrica va trebui să contribuie mai eficient la dezvoltarea energiei din țara noastră, desprinzându-se necesitatea rezolvării problemelor legate de economia de energie în centralele electrice, de utilizarea preponderentă a cărbunilor inferiori și a șisturilor bituminoase și de satisfacerea în condiții de economicitate și siguranță mărită a consumatorilor de căldură de pe platformele industriale și din aglomerările urbane.

## Secția VII — Rețele electrice

Raportorii generali — ing. Eugen Neniță, ing. Const. Petrescu și ing. Dinu Voinea — au prezentat cele 53 referate ale secției pornind de la premisa că proiectarea, construcția și exploatarea rețelelor electrice trebuie orientate îndeosebi spre obținerea de parametri superiori de eficiență, calitate și siguranță în funcționare.

Principalele probleme discutate de participanții la debaterile secției de rețele electrice au fost:

— oportunitatea realizării rețelelor de 400 kV cu dublu circuit transformabile în linii de 750 kV cu simplu circuit;

— problemele ridicate de influența liniilor de 750 kV asupra mediului înconjurător;

— corelarea dintre aspectul rețelei de 750 kV din punct de vedere energetic și posibilitățile de creare a culoarelor pentru această tensiune;

— problemele ridicate de trecerea la o tensiune medie superioară de 20 kV;

— soluțiile ce se propun pentru structura rețelelor de înaltă, medie și joasă tensiune din orașul București.

## Secția VIII — Energie nucleară

Această secție a reunit un număr de 23 referate din unitățile M.E.E. și din învățământul superior.

Dr. ing. Camil Wlezek a arătat în raportul general că tratarea problemelor s-a efectuat la un înalt nivel teoretic, multe dintre acestea necesitând continuarea, în sensul aplicativ, a elaborării unor soluții concrete pentru realizarea obiectivelor cuprinse în programul nuclear național.

Discuțiile ce s-au purtat au scos în evidență problemele noi și progresele aparute în acest domeniu în ultimul timp, și anume:

— proiectarea, din punct de vedere seismic, a obiectivelor nucleare;

— asimilarea de echipamente și materiale pentru centralele nucleoelectrice.

În concluzie a reieșit că trebuie lărgită aria preocupărilor energicienilor în domeniul energiei nucleare, dându-se atenție problemelor de realizare a primelor unități atât din punctul de vedere al proiectării acestora cât și al tehnologiilor de construcție, montaj și punere în funcțiune.

## Secția IX — Echipamente și utilaje energetice

Privitor la echipamente și utilaje energetice, raportorii generali — ing. Dinu Martac și ing. Dumitru Popescu — au prezentat problemele tratate într-un număr de 24 referate, din care au reieșit preocupările de perspectivă ale cercetării, proiectării și exploatarei, acoperind un domeniu larg, de la asimilarea cazanelor de abur pe combustibili inferiori și a grupurilor pentru centralele nucleare, la fiabilitatea echipamentului și realizarea unor noi tipuri de aparate de măsură.

S-au purtat discuții la un înalt nivel tehnic referitor la:

— asimilarea de produse noi, cum sînt grupurile bulb, grupurile reversibile, turbinele Francis de mare cădere, cazanul de abur pe combustibili inferiori, echipamentul pentru centralele nucleare;

— proiectarea hidrogenatoarelor și evoluția soluțiilor constructive și tehnologice;

— creșterea calității producției de echipament energetic românesc;

— compensarea factorului de putere în sistemul energetic, fără investiții suplimentare;

— încercările echipamentului energetic din sistem și realizarea unor noi instalații de încercare;

— realizarea de aparate de măsură, care măresc posibilitățile de investigare a fenomenelor;

— metodologii noi de calcul pentru solicitările echipamentului.

Au fost scoase în evidență preocupări fundamentale pentru creșterea fiabilității echipamentului, a reducerii investițiilor și cheltuielilor de exploatare, pentru simplificarea execuției și exploatarei și creșterea randamentului.

## Secția X — Construcții energetice

Raportorii generali ai secției a X-a, ing. M. Popescu și ing. V. Zabetu, au arătat că cele 23 de referate întocmite de specialiștii în probleme de construcții energetice au tratat diverse aspecte din activitatea de cercetare, proiectare și execuție la un înalt nivel tehnic.

În urma dezbaterilor ce au avut loc, au rezultat ca necesare următoarele:

— alegerea amplasamentelor în strictă concordanță cu Decretul 70/1975;

— completarea directivelor Inspectoratului Central de Stat pentru Construcții cu unele ponderi specifice construcțiilor energetice;

— sporirea tehnicității întreprinderilor de execuție pentru a se adopta soluții moderne, care să conducă al mărirea productivității și la scurtarea duratelor de execuție;

— realizarea de către industriile producătoare a tuturor sortimentelor de oțel-beton și laminate prevăzute în standarde;

— întărirea controlului la recepționarea elementelor de fabrică, dublată de verificări atente ale elementelor pe șantier;

— compararea soluțiilor de realizarea a cazanelor suspendate de 1035 t/h pe lignit la centralele Rovinari și Turceni;

— pentru structurile grele de beton armat, adoptarea soluției cu stâlpi turnați monolit, rigle prefabricate, chesoane de planșeu prefabricate-suprabetonate;

— asimilarea mai rapidă și integrală în țară a tuturor materialelor anticorosive pentru coșurile de fum;

— valorificarea zgurei și cenușii de la centralele pe cărbune, în scopuri de construcții;

— examinarea mai aprofundată a contractării lucrărilor de către antreprenorul general la preț ferm, pe bază de deviz general aprobat.

## Secția XI — Automatică și informatică în energetică

Cele 32 de referate analizate de raportorii generali, ing. Venera Dudaș, dr. ing. Iosif Cserveny, ing. Nicolae Mirea și ing. Rudolf Zimand, au fost grupate pe următoarele domenii:

— automatizarea centralelor termoelectrice;

— automatizarea centralelor hidroelectrice;

— automatizarea sistemului energetic;

— protecția prin relee;

— informatica de sistem și gestiune.

O pondere însemnată a discuțiilor a fost legată de automatizarea complexă a grupurilor termoelectrice mari, introducerea calculatoarelor de proces, realizarea sistemului informațional de gestiune în energetică.

De asemenea au fost discutate probleme privind protecția prin relee a sistemului energetic, siguranța în funcționare a instalațiilor, economicitatea funcționării echipamentului din sistem, precum și realizarea în țară a echipamentelor de automatizare și protecție.

În prezența ministrului energiei electrice, ing. Nicolae Mănescu, în ziua de 18 octombrie 1975 a avut loc ședința de închidere a primei Conferințe a energeticienilor din România.

Președinții secțiilor de lucru au prezentat concluziile lucrărilor.

Au luat cuvîntul:

— acad. prof. dr. doc. ind. R. Răduleț — secția Energetică generală;

— prof. dr. ing. N. Gheorghiu — secția Economia de energie și de combustibil;

— dr. doc. ing. P. Dimo, membru corespondent al Academiei R.S.R. — secția Sistemul energetic național;

— prof. dr. ing. Al. Diacon — secția Amenajări hidroenergetice;

— dr. ing. P. Militaru — secția Rețele electrice;

— prof. dr. ing. N. Dănilă — secția Energie nucleară;

— ing. Gh. Bălan — secția Echipamente și utilaje energetice;

— ing. E. Prager — secția Construcții energetice;

— prof. dr. doc. ing. C. Penescu, membru corespondent al Academiei R.S.R. — secția Automatică și informatică în energetică.

Cuvîntul de închidere a fost rostit de ministrul energiei electrice, ing. Nicolae Mănescu.

Ing. Margareta Văideanu

## LISTA RAPOARTELOR PREZENTATE LA CONFERINȚA ENERGETICIENILOR DIN ROMÂNIA, 17 — 18 OCTOMBRIE 1975

### Secția I. Energetică generală

1. V. I. Nitu, E. Costin, V. Mustață : Unele probleme ale dezvoltării de perspectivă a energiei românești.
2. R. Răduleț și E. Costin : Prognoza energetică în România în ultimii 25 ani. Metode, aplicații, rezultate.
3. P. Cartianu : Privire generală retrospectivă asupra evoluției folosirii energiei electrice pe teritoriul României în curs de 70 ani, 1880—1950.
4. N. Armencoiu, E. Costin, G. Manolescu, N. Mișu, C. Trifu : Probleme actuale privind dezvoltarea sistemului energetic românesc.
5. D. Vaverka (R.S.C.) : Dezvoltarea economiei energetice a Cehoslovaciei și unele aspecte ale ei.
6. V. I. Nitu, D. Necșulescu : Considerații asupra tipului adecvat de decizie pentru planificarea dezvoltării sistemului energetic.
7. N. Liciu : Aspecte ale fundamentării dezvoltării industriei electrice.
8. I. Munteanu : Alegerea unei metode de prognoză pentru dimensionarea capacității de producție a termoficării urbane.
9. Al. Popa, A. Carabulea, Gh. Anton : Modele matematice privind prognoza tracțiunii electrice.
10. Gh. Luca : Contribuții în metodologia de calcul a eficienței economice pentru amenajările complexe hidrotehnice din țara noastră.
11. D. Andrei, D. Spiridon, C. Frank, R. Pascu : Criterii și metode de determinare a eficienței economice în hidroenergetică.
12. R. Egyed : Rolul amenajărilor hidroelectrice în sistemul energetic național.
13. A. Cogălniceanu : Participarea resurselor hidroenergetice la acoperirea cerințelor de energie ale României.
14. A. Stoica, A. Perea : Considerații privind caracteristicile procesului tehnologic funcție de durata întreruperii alimentării cu energie electrică la rafinăria Brazi.
15. I. Grigoriu : Aspecte exergetice în termoenergetică din industria chimică.
16. Fl. Ardeleanu, Al. Măruță, E. Müller, P. Treanță, C. Dumitru : Studii privind comportarea termică a resurselor de apă sub influența apelor calde provenite de la centralele termoelectrice.
17. C. Mihăileanu, Fl. Ardeleanu, Al. Măruță, C. Stere : Aspecte ale difuziei termice la interacțiunea dintre curenții de apă caldă proveniți de la centralele termoelectrice și cursurile naturale de apă în care sînt evacuați.
18. C. Budeanu, S. Dragu : Modificări ale mediului natural ca urmare a creării lacurilor de acumulare.
19. Al. Nourescu, V. Clenc : Aspecte economice, sociale și ecologice legate de amplasarea teritorială a amenajărilor hidroenergetice.
20. D. Simion : Factorii de solicitare psihică identificați în activitatea electricianului de deranjamente și intervenții rapide.

21. C. Mamali : Factorii de personalitate determinați în creativitatea științifică.

### Secția II. Surse noi de energie

1. O. J. M. Smith (California Institute of Technology), C. Mihăileanu, M. G. M. Pop : Centrala solaroelectrică funcționînd pe baza ciclului Rankine.
2. C. Oancea, P. Cristea : Conversia fotovoltaică a energiei solare.
3. I. S. Antoniu : Centralele termoelectrice ale viitorului, ciclul generator magnetohidrodinamic — centrala termoelectrică clasică.
4. I. Cserveny, I. Dogaru, L. Katona, D. Grecov : O nouă soluție tehnologică pentru producerea de energie electrică din combustibili fosili — centrale termoelectrice cu generatoare MHD.
5. N. Culerda : Noi posibilități de creștere a randamentului termocentralelor prin convertirea energiei substanței ionizate în energie electrică.
6. I. Solomon : Metodologii și aparate pentru determinarea potențialului energetic eolian.
7. I. Solomon : Cu privire la nepermanența și inconstanța vîntului în instalațiile eoliene.
8. A. Szmuk : Criterii privind folosirea de instalații energetice noi în cadrul unor programe de perspectivă.
9. C. Moțoiu, V. Mușatescu : Probleme privind folosirea energetică a deșeurilor menajere în orașe termoficate.
10. Al. Florescu, M. Ghițulescu : Determinarea experimentală a performanțelor unei pompe termice de 6000 kcal/h.
11. Al. Florescu, N. Burchiu, I. Iordache, M. Stoian : Stabilirea soluției optime pentru instalațiile de pompe termice destinate valorificării căldurii evacuate dintr-un reactor nuclear de cercetare.
12. I. Adămuț : Considerații asupra posibilității economisirii de energie primară prin ecranarea cîmpului „gravitațional”.
13. A. Ruiu : Dezvoltarea mijloacelor clasice și surselor noi de producere a energiei și impactul asupra mediului ambiant.
14. Șt. Marin : Aspecte ale utilizării energetice a gazului natural lichefiat.

### Secția III. Economia de energie și de combustibil

1. M. Petcu, A. Soci, M. Metcu, M. Elefterescu, St. Kovacs, Al. Pap : Considerații metodice privind întocmirea bilanțului electroenergetic pentru întreprinderi industriale.
2. Al. Pap : Posibilități de economisire a combustibililor oferite de optimizarea conducerii operative a aprovizionării cu combustibil a economiei naționale.
3. R. Popescu, D. Mirescu, N. Biță, P. Matei, T. Dragomir : Experimentări privind îmbunătățirea arderii gazelor.

4. C. Fulga, M. Ionescu, V. Albu, Th. Ionășek, D. Neșțianu : Creșterea eficienței economice anuale a centralelor electrice de termoficare.
5. L. Iacob, T. Berinde, Fl. Pop. T. Popovici : Soluție de recuperare a căldurii-deșeu din condensatul și aburul eșapat din procesul tehnologic de la Uz. Chimice Turda.
6. V. Ghia, V. Caracudovici : Cercetări privind micșorarea consumului de combustibil la cuptoarele mici de forjă.
7. D. Ionescu-Sisești, E. D. Cinski : Utilizarea căldurii reziduale sau nefolosite de la centralele termoelectrice.
8. T. Laszlo, D. Preda, D. Gheorghiad : Considerații privind stabilirea necesarului de căldură pentru locuințele vechi (amplasate în diferite zone climatice) în vederea introducerii încălzirii electrice.
9. T. Laszlo, H. Cristea, J. Constantinescu, M. Homoș : Metodologie și program de calcul pentru determinarea indicatorilor care descriu sarcina consumatorilor casnici.
10. M. Checiulescu, I. Mitu, V. Alterescu, H. Balter : Serii tipizate de echipamente pentru baterii de condensatoare de joasă și medie tensiune.
11. I. Iordănescu, R. Țenovici, C. Dumitriu : Stabilirea organigramei de calcul pentru determinarea daunelor din întreprinderile industriale la întreruperea alimentării cu energie electrică.
12. H. Albert, M. Perea, M. Bogan, I. Clapa : Aspecte ale daunei anuale probabile la Combinatul Petrochimic Pitești — funcție de fiabilitatea schemelor de alimentare cu energie electrică.
13. T. Baltac : Prognoza consumului de energie în tracțiunea electrică la căile ferate române.
14. V. Livezeanu, T. Cureleanu : Reducerea consumului tehnologic în instalațiile de alimentare cu energie electrică a stațiilor de pompă pentru irigații.
15. Al. Nourescu, Al. Vasiliu : Valorificarea energetică a resurselor hidraulice din România.
16. T. Diaconu, G. Ioniță, Șt. Lupescu : Proiectarea și exploatarea rațională a instalațiilor de iluminat public, surse importante de economie de energie electrică.
17. I. Herescu : Pe ce căi trebuie acționat pentru scăderea consumului de combustibili.
13. P. Iancovici : Compensarea rețelelor de 400 kV din sistemul energetic românesc cu bobine de reacțanță șunt.
14. V. I. Nitu, M. Stein, A. Vilcereanu, D. Mateescu : Aspectele optimizării rezervării echipamentului din instalațiile electrice de înaltă tensiune cu ajutorul metodelor de calcul statistico-probabilistice.
15. I. S. Antoniu : Puterea deformantă și efectele ei.
16. M. Checiulescu, I. Dinculescu, I. Pasere : Considerații privind filtrele de armonici destinate întreprinderilor industriale cu regim deformant.
17. H. Albert, H. Cimpeanu, S. Diaconu : Calculul indicatorului de siguranță a instalațiilor energetice utilizând scheme echivalente.
18. D. Ivas : Contribuția la optimizarea instalațiilor electroalimentare a consumatorilor mari.
19. G. Ioniță, S. Moldovan, C. Udrescu : Aspecte privind alegerea soluțiilor de alimentare a consumatorilor industriali.

#### Secția V. Amenajări hidroenergetice

1. I. Ovrincenco, Al. Coniucenco : Considerații asupra proiectării centralelor hidroelectrice de joasă cădere în R.S.R.
2. V. Bogan, V. Crăciun : Eficiența marilor acumulări din cadrul cascadelelor hidroenergetice.
3. B. Borisevici : Problemele utilizării energetice a cursurilor de apă cu regim torențial.
4. D. Pavel : Centrale și agregate cu acumulare prin pompare.
5. Al. Coğălniceanu, G. Dumitrescu : Perspectivele construcției de microhidrocentrale în R.S.R.
6. D. Pavel, C. Rusu : Acumulările trebuie exploatare complexe cu tranșe de atenuare a viiturilor.
7. V. Horbuniev, T. Kaytar : Aspecte privind amenajarea resurselor hidraulice ale Dunării prin complexul hidrotehnic Turnu Măgurele-Nicopol.
8. V. Popescu : Amenajarea hidroenergetică Someș.
9. I. Jean, G. Simionescu : Amenajarea hidroenergetică Sebeș.
10. Fl. Constantinescu : Complexul hidrotehnic și energetic Cerna — Motru — Tismana.
11. A. Stănuță, S. Irimie : Evoluția concepției de proiectare și execuție a galeriilor amenajărilor hidroenergetice.
12. C. Neșu, I. Corda, N. Pantea, G. Andrei : Procedee tehnologice netradiționale cu aplicație la realizarea lucrărilor hidroenergetice de pe Olt în vederea scurtării duratelor de execuție.
13. Gh. Cosma : Elemente ale unei concepții moderne a hidro-metrii teoretice și industriale.
14. A. Bitang, L. Gheorghiiță : Corelația debitelor turbinare-pompă la grupurile reversibile axiale necesare unor amenajări din R.S.R.
15. C. Fillimon, Al. Taiachin : Studiu privind stabilirea modului de echipare a gospodăriilor anexe ale centralelor fluviale de joasă cădere.
16. I. Andrei, N. Lazăr : O nouă soluție pentru introducerea echipamentelor în centrale hidroelectrice subterane cu puț vertical de acces.
17. I. Armaș, V. Dinu, N. Țurcanu : Structura geologică, factor determinant în alegerea soluțiilor constructive ale amenajărilor hidroenergetice Rîul Mare-Retezat și Cerna-Motru — Tismana.
18. I. Maliș, N. Radu : Creșterea eficienței energetice a CHE de pe lângă acumulările pentru gospodărirea apelor.
19. Al. Voicu, P. Dinescu, D. Georgescu, Gh. Cosma : Cu privire la limitele erorilor la o măsurătoare de randament în condiții nefavorabile.

#### Secția VI. Termoenergetică

1. C. Moșoiu, C. Goldenberg, E. Bran : Dezvoltarea concepției de proiectare a centralelor termoelectrice din Republica Socialistă România.
2. A. B. Mencov (R. P. Bulgaria) : Influența modificărilor productivității agregatelor datorită pierderilor specifice de energie.
3. Pavlov Vladimir (R. P. Bulgaria) : Metodă de calcul al procesului de uscare în marile generatoare de abur.

#### Secția IV. Sistemul energetic național

1. P. Dimo, S. Ionescu, B. Ungureanu, I. Petcu : Noi aplicații ale modelelor REI în analiza funcționării rețelelor vaste și interconectate.
2. L. Groza : Simularea variației de putere pe liniile de interconexiune la diverse perturbații în sistem.
3. M. Pomirleanu, L. Bejuscu : Utilizarea unor rețele succesiv reduse pentru studii de stabilitate statică în sistemele electroenergetice complexe.
4. M. Pomirleanu, M. Botgros, L. Bejuscu : Operarea directă în rețelele echivalente reduse a unor modificări de regim și de structură din rețelele inițiale.
5. S. Ionescu, I. Crețu, N. Iliescu : Noi aspecte în analiza stabilității sistemelor electroenergetice cu ajutorul calculatoarelor.
6. T. Giosan, E. Birlădeanu : Considerații privind determinarea rapidă a regimurilor unui sistem electroenergetic.
7. J. Constantinescu, M. Homoș : Algoritm și program pentru calculul regimurilor staționare ale sistemelor electroenergetice cu pierderi minime de putere activă.
8. H. Albert, M. Iancu : Aspecte privind supravegherea funcționării în timp real a sistemului energetic național în perioada 1977 — 1980.
9. Gh. Moraite : Îmbunătățiri ale soluțiilor în proiectarea protecției prin relee și automatizărilor din sistemul electroenergetic rezultate din analiza regimurilor tranzitorii.
10. C. Cereșanu : Optimizarea reglajului automat al frecvenței și puterii de schimb prin adaptarea caracteristicilor reglajului condițiilor de funcționare a sistemului energetic.
11. V. I. Nitu, L. Lup : Probleme de optimizare în stabilirea nivelului puterii instalate și a rezervelor de putere în sistemul centralelor electrice.
12. P. Iancovici : Compensarea puterii reactive, factor important în creșterea economicității și siguranței funcționării sistemului energetic.

4. B. Spasov, St. Andreev (R. P. Bulgaria): Problemele generatoarelor de abur ale sistemului energetic al Bulgariei derivind din variația sarcinilor.
5. N. Niculescu, M. Voinea, N. David, C. Corcodel, R. Marinescu: Tendințe și perspective în dezvoltarea termoficării.
6. P. Cartianu: Din experiența folosirii unui combustibil de calitate inferioară — turba.
7. A. Leca, N. Stan: Evoluția în timp a depunerilor la aparatele schimbătoare de căldură de suprafață.
8. A. Badea: Studiul influenței parametrilor termodinamici și constructivi asupra apariției crizei schimbului de căldură la fierberca apei în canale.
9. E. Gatman, M. Marin, M. Georgescu: Considerații privind calitatea combustibilului solid (lignit și hulele mixte) utilizate în termocentrale.
10. C. Ghenea: Optimizarea încălzirii morilor de cărbune în vederea sporirii energiei electrice produse pe lignit.
11. R. Popescu, D. Mirescu, N. Biță, P. Matei, T. Dragomir: Experimentări privind îmbunătățirea arderii gazelor.
12. Gh. Chercea: Posibilități de îmbunătățire a aerodinamicii focarelor cu arzătoare tangențiale.
13. I. Bolma, Gh. Chercea, G. Poenaru, A. Roșu, C. Totolo: Cercetări asupra proceselor de curgere a sistemelor bifazice gaz-solid în focarele cazanelor de abur prin modelare tridimensională izotermă.
14. R. Popescu, Gh. Popa, O. Pavnotescu, D. Mirescu: Cercetări pe machete și în focar experimental asupra arzătoarelor cazanelor de 420 t/h.
15. I. A. Badea, C. Stănculescu, R. Dudaica: Modelul matematic al cazanului de 420 t/h și simularea sa pe calculatorul numeric.
16. I. Bolma, Gh. Chercea, G. Poenaru, C. Totolo: Model matematic pentru calculul distribuției de temperatură în focarul unui cazan de abur pe baza ipotezei „Plug-Flow”.
17. I. Ionescu, L. Lupescu, D. Radu: Considerații privind siguranța în exploatare a elementelor de cazan și a conductelor de abur care funcționează la temperaturi înalte.
18. F. Busuioc, E. Costiner, A. Niculescu, V. Zaharia, R. Popescu, V. Marinescu: Corelarea conținutului de hidrogen din abur cu regimul de funcționare al cazanelor cu parametri ridicați.
19. D. V. Pillat: Cercetări privind influența neuniformității distribuției curgerii gazelor de ardere în cazanele de abur, asupra fenomenelor de erodare de către cenușă a suprafețelor de încălzire.
20. I. Niculescu: Posibilități de recuperare a căldurii din gazele arse la cazane prin schimbătoare de căldură sub vid.
21. N. Kertesz: Optimizarea repartizării intervalului de creștere a entalpiei apei de alimentare în circuitul regenerativ al unei turbine cu abur de condensare pe preîncălzitoarele acestuia.
22. M. Pop, D. Amărieuței: Experimentări privind pornirea după oprirea de simbătă până luni (28 de ore) a unui grup cu condensare de 50 MW în vederea funcționării în regim de vîrf.
23. C. Fulga, Gh. Diac, M. Păun, R. Opincaru, M. Rădulescu: Utilizarea unor secțiuni din condensatorul turbinei de termoficare pentru prepararea apei calde.
24. W. Gooss, E. Petriș: Posibilități de aplicare a spectroscopiei în I. R. în domeniul uleiurilor aditivat de turbină.
25. E. Ataman: Unele aspecte ale coroziunii și foulingului în circuitele de răcire de la CET Borzești și CTE Fintinele.
26. S. Apolzan, D. Amărieuței, I. Bărbulescu, D. Stoian, D. Vasile: Analiza deteriorării rapide a țevilor de la preîncălzitorul de joasă presiune nr. 3 de la un bloc de 315 MW.
27. V. Athanasovici, C. Răducanu, E. Valea: Optimizarea regimurilor de livrare a căldurii din CET urbane.
28. V. Athanasovici, E. Valea, C. Răducanu: Consumul de căldură pentru prepararea apei calde și economicitatea funcționării sistemelor de termoficare urbană.
29. M. Roco: Mărirea capacității de transport hidrolic a cenușii și zgurii prin conducte.
30. L. Blada, T. Baziris, A. Turasy: Influența calității hidroxidului de sodiu folosit ca agent de regenerare asupra rășinilor anionice schimbătoare de ioni.
31. C. Fulga, M. Păun, A. Aroșculesei, F. Negoită: Recuperarea oxigenului de la stațiile de preparare a hidrogenului din centralele electrice.
32. G. Chercea, G. Poenaru, C. Totolo: Corelarea modelului fizic al curgerii turbulente bifazice lichid-vapori cu cazul particular al circulației apei și amestecului apă-abur în țevile de ecran ale cazanelor de abur.
33. W. Gooss, R. Căpriță, D. Popescu: Performanțele obținute în sistemul energetic cu uleiurile aditivat de turbină fabricate în rafinăriile românești.

#### Secția VII. Rețele electrice

1. N. Bordeian, P. Militaru, G. Manolescu, C. Petrescu: Dezvoltarea rețelelor electrice de transport din țara noastră — realizări și perspective.
2. N. Bordeian, A. Itoafă, G. Manolescu, A. Sevastru: Considerații privind necesitatea introducerii tensiunii de 750 kV în sistemul energetic românesc.
3. A. Cristovici, D. S. Necșulescu, N. Popovici, F. Vatră, I. Tănăseanu: Aspecte noi care apar în cazul transportului în curent alternativ la tensiunea de 750 kV.
4. P. Militaru, C. Petrescu: Soluții constructive pentru viitoarele linii de 750 kV din țara noastră.
5. Liudmil Ghenov, Velikno Velickov (R. P. Bulgaria): Liniile electrice de 110 kV fără conductor de protecție.
6. O. Mursa: Optimizarea circulațiilor de putere în rețele în vederea obținerii minimumului de pierderi.
7. A. A. Arie, C. Dimitriu: Folosirea noțiunii de „ortogonalitate” în rețele electrice.
8. C. Negreanu: Elaborarea planului de cablare a șirurilor de cleme și a specificațiilor de cabluri pentru circuite secundare cu ajutorul calculatorului electronic.
9. I. Chiriță, V. Tetelbaum, I. Ruiu, G. Gheorghită: Proiectarea stîlpilor metalici cu ajutorul calculatoarelor electronice. Calculul eforturilor, dimensionarea și optimizarea stîlpilor metalici tip turn ai LEA.
10. I. Chiriță, L. Băicoianu: Stabilirea numărului optim de tipuri de stîlpi pentru o linie electrică aeriană.
11. G. Gheorghită, V. Tetelbaum: Utilizarea dispozitivului de desenat automat, cuplat cu calculatoare electronice la proiectarea liniilor electrice aeriene.
12. A. Cristovici, D. S. Necșulescu, C. Bogdan: Probleme ridicate de stabilirea restricțiilor care definesc capacitatea de transport a liniilor de înaltă și foarte înaltă tensiune.
13. P. Militaru, C. Petrescu: Construcția liniilor electrice aeriene și protecția mediului înconjurător.
14. M. Fara, O. Macovei: Probleme tehnice și economice privind structura și calculul stîlpilor liniilor electrice aeriene din aliaje de aluminiu.
15. C. Țencu, A. Mocanu, G. Dian: Fiabilitatea utilizării liniilor cu mai multe circuite în țara noastră.
16. C. Țencu, G. Florea: Studiul îmbunătățirii condițiilor de funcționare a liniilor de 220 kV în zone de munte.
17. B. Stoleru, D. Voinea, N. Petre, N. Velișcu: Concepția de proiectare a stațiilor electrice de foarte înaltă tensiune 110 — 220 — 400 kV.
18. V. I. Nitu, H. Albert, A. Bancu, M. Bogan, M. Ciobanu, O. Rosenberg: Alegerea schemelor de conexiuni ale stațiilor de 110 kV, 220 kV și 400 kV.
19. D. Voinea, B. Stoleru, N. Petre: Siguranța zonei barelor colectoare la stațiile electrice de foarte înaltă tensiune.
20. L. Preda, E. Voinea, E. Birlădeanu: Sinteza unei scheme de semnalizare și comandă la distanță a întreruptoarelor de înaltă tensiune prin aplicarea algebrei logicii.
21. V. Hristea, T. Dumitru: Îmbunătățirea protecției diferențiale de bare.
22. L. Preda, E. Voinea: Posibilități de măsurare a puterii active, reactive, aparente și de nesimetrie și a gradului de nesimetrie în circuitele trifazice din centrale și stații.
23. A. Cristovici, D. S. Necșulescu, A. Popescu: Modele matematice pentru analiza coordonării izolației.
24. A. Bratu, B. Popa, L. Săndulescu: Aspecte legate de coordonarea izolației în rețelele de înaltă și foarte înaltă tensiune din R.S.R.

25. M. Nemeş : Influenţa condiţiilor terminale în legătură cu supratensiunile datorate comutaţiei în reţelele electrice de înaltă tensiune.
26. Al. Ionescu, A. L. Roth, Gh. Bălan, G. Goldenberg : Analizor de reţea pentru studiul regimurilor tranzitorii.
27. M. Tendler, D. Simion, A. Savu, F. Deak : Contribuţii privind stabilirea performanţelor la poluare a unor izolatoare pentru LEA şi staţii electrice.
28. C. Drăghicescu, M. Tendler, M. Ştefănescu : Standuri experimentale pentru cercetarea comportării izolatoarelor de LEA şi staţii în condiţii de poluare naturală.
29. B. Popa, M. Tuţea, Gh. Bălan : Stabilirea prin încercări de laborator a nivelului de izolaţie a liniilor aeriene de energie electrică de 110 — 220 kV.
30. G. Ioniţă : Aspecte tehnico-economice privind alegerea tipului de cablu de 110 kV din reţeaua de distribuţie urbană.
31. A. A. Arie, S. Hurdubeţiu : Cercetări privind supraîncărcarea pe durate limitate a cablurilor de energie cu izolaţie din p.v.c.
32. T. Laszlo, D. Briceag : Consideraţii cu privire la utilizarea cablurilor de medie tensiune cu izolaţie de masă plastică.
33. O. Mursa : Contribuţii la calculul stabilităţii termice a reţelelor electrice de cabluri subterane de medie tensiune în vederea eliminării bobinelor de reactanţă din staţiile de transformare.
34. D. F. Sămărescu : Aprecierea sarcinii admisibile în cabluri considerând forma reală a curbei de sarcină.
35. C. Mihăileanu, T. Laszlo, A. Spînu : Unele noi aspecte cu privire la tratarea neutrului în reţelele de medie tensiune.
36. Al. Tănăsescu, T. Işfanu : Tratarea neutrului reţelelor electrice de medie tensiune cu rezistenţă.
37. N. Gavrilăş, M. Guşă, M. Dudici-Ruscior, R. Olah : Consideraţii privind tratarea neutrului reţelelor electrice de cabluri.
38. N. Hurmuzachi, M. Voroveanu : Soluţii noi constructive ale liniilor electrice aeriene de medie tensiune.
39. A. Manea : Protecţia selectivă a reţelelor electrice cu medie tensiune cu neutru izolat împotriva punerii la pământ.
40. T. Stoichiţescu, I. Preda : Orientări noi în protecţia contra supratensiunilor atmosferice a reţelelor de medie tensiune.
41. D. Ignatorski, M. Teodorova (R. P. Bulgaria) : Stabilirea indicilor de fiabilitate a alimentării cu energie electrică la exploatarea reţelelor electrice urbane.
42. V. Nogali, G. Ioniţă, N. Miclea, C. Udrescu : Tendinţe privind dezvoltarea instalaţiilor de distribuţie din oraşul Bucureşti.
43. J. Drăgoi, M. Bogan : Schemă economică de alimentare cu energie electrică a unui oraş.
44. D. Ivas, A. Ciureanu, C. Simionescu : Optimizarea gradului de echipare cu mijloace de comutare a reţelelor de distribuţie.
45. Tr. Ionescu : Tendinţe şi concepţii noi în structura şi analiza reţelelor electrice de distribuţie din marile oraşe.
46. D. Tomşu, D. Briceag, P. Roşca : Tehnologii noi de realizare a instalaţiilor de distribuţie a energiei electrice — reţele aeriene izolate de joasă tensiune.
47. D. Ivas, M. Grigoriu : Contribuţii la optimizarea dezvoltării schemei reţelei de înaltă tensiune pentru alimentarea consumatorilor industriali din exploatarea IRE — Iaşi.
48. G. Felicescu, C. Mihală : Consideraţii economice şi de fiabilitate în legătură cu alegerea schemei electrice de 6 kV a unei mari întreprinderi chimice.
49. C. Botez, V. Prisăcaru : Metodă practică pentru calculul iluminatului exterior de la surse nesimetrice.
50. O. Stavrescu, V. Prisăcaru, E. Ivanciu : Soluţie modernă, economică, pentru iluminatul pieţelor de circulaţie.
51. V. Chiţu : Unele aspecte de protecţie a muncii reieşite din analiza accidentelor de muncă mortale prin electrocutare.
52. Gh. Pătru : Cu privire la cauzele producerii accidentelor de muncă reflectate în opiniile unor muncitori din electrocentrale.
53. St. Feldman : Unele aspecte legate de îmbunătăţirea deservirii abonaţilor cu energie electrică.

#### Secţia VIII. Energie nucleară

1. Gh. Lungu, C. Breit : Program de calcul pentru alegerea strategiei optime de centrale nucleare în cadrul unui program nuclear pe termen lung.
2. N. Armencoiu, C. Wlezek, A. Florescu : Consideraţii privind funcţionarea CNE în regim variabil.
3. V. I. Nitu, A. M. Petrescu, G. Hristea : Calculul indicatorilor de siguranţă cu ajutorul lanţurilor Markov cu timp discret şi stabilirea domeniului de aplicaţie în comparaţie cu alte metode.
4. C. Alojós (R. P. U.) : Unele probleme privind tratarea apei din circuitul secundar al centralelor nucleare electrice.
5. D. Filitti : Amplasarea centralelor nucleare electrice.
6. M. Buşniţă, A. Florescu : Esalonarea din punct de vedere al securităţii nucleare a amplasamentelor pentru CNE.
7. N. Dănilă, N. Stan, L. Guga : Strategia optimă de reînăcercare cu combustibil a reactoarelor răcite cu apă din centralele nucleare electrice.
8. M. Ţenescu : Unele consideraţii hidrodinamice şi constructive asupra pompelor principale de circulaţie din centralele nucleare electrice.
9. N. Dănilă, P. Ghiţescu : Determinarea distribuţiei radiale a fluxului neutronic în reactorul nuclear energetic.
10. I. Iordache : Determinarea eficienţei economice a inversării circulaţiei agentului de răcire prin miezul unui reactor de încercări de materiale, tip piscină.
11. G. M. Pop, A. Ruiu, M. A. Staicu : Comparaţie între generatoarele verticale de abur cu circulaţie naturală şi forţată pentru sisteme nucleare de producere a aburului tip PWR.
12. V. Şerban, V. Tănăsou : Metodologie şi program de calcul pentru calculul de rezistenţă al conductelor unei CNE.
13. V. Şerban, V. Tănăsou : Metodologie şi program pentru determinarea forţelor seismice prin metoda integrării directe.
14. V. Şerban, V. Tănăsou : Generarea unui fenomen seismic şi stabilirea datelor de utilizare în inginerie.
15. E. Iliescu : Aspecte ale securităţii nucleare la gestiunea deşeurilor radioactive.
16. N. Grosu : Echipamente şi aparataje pentru laboratoare fierbinţi : funcţiuni, condiţii tehnice şi criteriile de proiectare a instalaţiei.
17. A. Lazea, M. Sandu, H. Lazea : Utilizarea calculatoarelor electronice în CNE.
18. E. Comşa, C. Furtună : Principii de proiectare şi cerinţe impuse sistemului de măsură şi control a radiaţiilor din CNE.
19. E. Comşa, A. Lazea : Particularităţi ale automatizării CNE dictate de existenţa reactorului nuclear.
20. C. Furtună, Gh. Toader, M. Buşniţă : Principii pentru proiectarea optimă a unei reţele de supraveghere a cimpurilor de radiaţii nucleare din zona înconjurătoare a unor instalaţii nucleare.
21. A. Lazea, M. Popescu, I. Cornăţeanu : Simulator pentru antrenarea operatorilor din CNE.
22. V. Apostolescu : Metode de proiectare şi realizări în domeniul fundaţiilor de turbine clasice şi nucleare.

#### Secţia IX. Echipamente şi utilaje energetice

1. D. Popescu, V. Iacob : Perspectiva utilizării unor noi echipamente în centralele hidroelectrice. Grupurile bulb şi grupurile pentru centrale cu acumulare prin pompaj.
2. R. Firoiu, M. Blaha : Perspectiva folosirii generatoarelor bulb în centralele hidroelectrice din R.S.R. — probleme specifice privind proiectarea părţii electrice a acestor centrale.
3. E. Parhoţi, C. Filimon : Posibilitatea echipării cu hidro-agregate bulb a centralelor hidroelectrice de joasă cădere ce urmează a se realiza în ţara noastră în viitorii ani şi eficienţa economică scontată.

4. T. Cucuș, M. Velciev: Analiza critică a soluțiilor constructive aplicate în proiectarea hidroagregatelor la ICPEHR și evoluția acestora pentru creșterea fiabilității și îmbunătățirea indicilor tehnico-economici ai hidrogeneratoarelor.
5. H. Zărnescu: Considerații critice cu privire la stingerea cîmpului la hidrogeneratoare. Propuneri pentru realizarea unui automat de dezexcitare rapidă în R.S.R.
6. D. Iacob: Execuția mașinilor electrice de mare putere și influența acestora asupra comportării alternatoarelor la stabilitatea statică și dinamică.
7. E. Szerdahelyi, I. Voia: Aspecte ale realizării unor izolații moderne la ICM Reșița pentru mașini electrice de mare putere.
8. D. Zlatanovici: Măsurători termice în zona frontală la turbogeneratorul de 200 MW de la CTE Mintia.
9. C. Bogdan ș.a.: Comportarea generatoarelor cu reglaj intensiv de tensiune în regimuri speciale de funcționare.
10. B. Herșcovici: Dezvoltări privind studiul solicitărilor electrodinamice din căile de curent ale echipamentului de înaltă tensiune în ipoteza considerării parametrilor distribuției.
11. C. Moldoveanu, P. Budașcă, E. Samson, Z. Frățilă: Analiza principalelor probleme apărute la efectuarea probei de descărcări parțiale la transformatoarele de măsură.
12. S. Eckstein: Progrese realizate și tendințe cu privire la condițiile tehnice ale unităților de transformare în interconexiuni de înaltă tensiune.
13. Gh. Fischer, A. Georgescu, A. Pop: Posibilități de utilizare a sistemelor moleculare de producție românească la uscarea uleiului de transformator.
14. G. Drăgan, D. Cristescu, S. Hurdubețiu, E. Mihăilescu: Instalație pentru încercări pe machete de izolație cu SF<sub>6</sub>.
15. A. Gridencu: Stand privind verificarea izolației echipamentului electric de înaltă și foarte înaltă tensiune.
16. Al. Bitang, I. Voia, H. Krutsch, P. Ghera: Stația ICPEHR în circuit deschis pentru încercarea energetică a turbinelor hidraulice de tip bulb.
17. L. Gheorghiuță, M. Tagany: Posibilități de apariție a fenomenului de rezistență a paletelor unor turbine hidraulice în exploatare și măsuri de prevenire.
18. D. Onea: Asupra saltului părților rotitoare și contribuții aduse la evitarea acestuia în exploatarea turbinelor Kaplan.
19. Gh. Zidaru: Utilizarea profilelor laminate pentru proiectarea palelor turbomașinilor de lucru.
20. C. Ionescu: Determinarea statistică a funcției de distribuție a unei variabile aleatorii pentru calculul fiabilității echipamentelor energetice.
21. I. Smoczer, R. Takacs: Probleme de proiectare ale vanelor-fluturi pentru conducte forțate, goliri de fund și aspecte privind creșterea siguranței în exploatare.
22. I. Turcu: Aparat pentru detectarea și localizarea neetanșităților la incinte etanșe, vidate sau sub presiune, din instalațiile energetice.
23. I. Vaisman, I. Sasu: Milisecundometru numeric cu trei canale pentru măsurarea timpilor de acționare la întrepruătoare (minut).
24. Gh. Opreș, V. Diacon, R. Irimescu, M. Rotaru: Utilizarea turbinelor Francis de mare cădere, factor de mărire a eficienței ergoeconomice a centralelor hidroelectrice.
5. G. Armencea, M. Radu, S. Stăcescu: Probleme hidraulice puse de evacuatoarele de ape mari ale barajelor înalte de beton sau materiale locale.
6. M. Popescu, E. Maurer, M. Ion: Calculul spațial al construcțiilor hidrotehnice cu aplicații la capetele de ecluze și barajele-stăvilor.
7. M. Trandafirescu, D. Stoian: Probleme de proiectare a îmbrăcăminților pe canale cu folosință complexă.
8. M. Bărdeanu: Decolmatarea lacurilor de acumulare din țara noastră.
9. T. Stoicescu, D. Stăcescu: Sisteme de disipare a energiei și dirijare a curgerii la evacuatoarele sub presiune.
10. S. Ionescu, C. Constantinescu: Tendințe privind realizarea de baraje din materiale locale.
11. D. Filitti, M. Kesler: Alimentarea șantierelor de montaj la centralele electrice cu energie electrică, termică și cu combustibili.
12. V. Stroia, Al. Nițulescu: Utilaje speciale pentru montarea cazanului de 1035 t/h pe lignit.
13. I. Ghergu, L. Buzilă, F. Hărdut: Alcătuirea și calculul structurii pentru susținerea a două cazane pe păcură de 1035 t abur/oră fiecare, la CTE Brăila etapa a II-a.
14. Fl. N. Mirea: Tasarea prin subsidență în urma coborțirii nivelului apei subterane, cu exemplu de calcul pentru CTE Rovinari.
15. V. Schițco: Probleme de alcătuire și de calcul la structura de rezistență a sălii cazanelor de 1035 t/h de la CTE Rovinari 4×330 MW.
16. D. Chițu: Aspecte privind realizarea unor construcții industriale în zone cu climat tropical de tip deșertic.
17. D. Ionescu-Sisești, S. Georgescu, T. Ionescu, T. Dumitrescu: Rezistența la abraziune a conductelor din poliester armate cu fibră de sticlă; îmbătrânirea, rezistențele mecanice și inflamabilitatea.
18. Gr. Manolescu: Contribuții și soluții noi în realizarea căilor de rulare pentru macaralele-portal de 30 și 50 tf.
19. S. Ciobanu, E. D. Cinschi: Contribuții la calculul rezistențelor aerodinamice pentru turnuri de răcire în curent transversal.
20. Al. Taloș; Întocmirea diagramelor de calcul pentru dimensionarea turnurilor de răcire peliculare în contracurent.
21. I. Munteanu, E. Braun, T. Dumitrescu: Posibilități de reducere a costului lucrărilor hidrotehnice la centralele electrice de termoficare.
22. V. Popescu, V. Nica: Unele probleme topografice de tasare și urmărire a comportării în exploatare a barajelor din R.S.R.
23. N. Fiat ș.a.: Scheletul de rezistență al cazanului suspendat de 1035 t/h de la CTE Turceni.

#### Secția XI. Automatică și informatică în energie

1. F. Bilboacă, R. Luzzi: Regulatorul automat de excitație SAREX — 42 A.
2. G. Diac, W. Berwanger, T. Angelescu, G. Șofran: Realizări în centralele electrice ale I.E.B. în domeniul creșterii siguranței în exploatare la CAF tip 4, prin îmbunătățirea schemelor de protecție tehnologică, comenzi la distanță și automatizări.
3. N. Mirea ș.a.: USILOG — E, sistem de comandă specializat pentru automatizarea blocurilor energetice.
4. N. Mirea: Soluții și tendințe actuale folosite în sistemele de reglare automată ale centralelor nucleare electrice.
5. T. Ciselschi, E. Urcan: Modelarea pe calculatorul analogic a circuitului de reglare a turației unei turbine de termoficare cu condensatie și prize reglabile de 50 MW în construcție în țară.
6. M. Ștefănescu: Calculator hibrid tranzistorizat și posibilitățile de utilizare a acestuia.
7. P. Budașcă, V. Bălăuță: Generator de funcții sinus, cosinus, triunghi, rampă, dreptunghi, treaptă în joasă frecvență.
8. A. Blada, D. Săndulescu, V. Moisescu, T. Mateescu: Centralizarea și tratarea automată cu mijloace de calcul a informațiilor la un dispecer hidroenergetic.

#### Secția X. Construcții energetice

1. C. Constantinescu, E. Cuculescu, V. Clenc: Concepții privind construcția de hidrocentrale de joasă cădere în România.
2. I. Toma, Al. Burciu, P. Zaharova, B. Lăzărescu: Analiza teoretică și experimentală a comportării statice și dinamice a structurilor hidrotehnice.
3. S. Budu: Utilizarea unor materiale de construcție noi, produse de industria chimică din România pentru hidroizolarea obiectivelor hidroenergetice.
4. E. Luca, A. Munteanu, A. Militaru: Tendințe actuale privind cercetările asupra caracteristicilor calitative ale materialelor locale folosite la execuția barajelor.

9. S. Felea : O analiză de fiabilitate pentru alegerea soluției structurale a sistemului teleinformațional al Dispecerului energetic național.
10. M. Duma : Modelarea matematică a surselor de eroare în sistemul teleinformațional al Dispecerului energetic național.
- 10 bis. Organizarea comenzii prin dispecer a unui sistem energetic modern.
11. N. Mirea, G. Iosif : Unele modalități noi de prezentare a informației în camera de comandă.
12. C. Brătianu : Studiu informațional al aparatelor de măsură de tablou utilizate în instalațiile energetice.
13. E. Luca, A. Vărășteanu : Utilizarea mijloacelor electronice de calcul în elaborarea sarcinilor de plan din ramura industriei energiei electrice și termice.
14. G. Grigoriu, M. Ursu : GETIC, un sistem informațional orientat.
15. L. Cochet ș.a. : Utilizarea calculatoarelor electronice în activitatea de gestiune a personalului.
16. E. Neniță, R. Savulian, U. Sfetcu, F. Ioanițescu : Folosirea calculatorului electronic ca instrument de proiectare.
17. D. Lungu-Dodu : Graficul-rețea eficient.
18. L. Buleandra ș.a. : Stabilirea potențialului energetic al zăcămintelor de lignit din R.S.R., ținându-se seama și de neuniformitatea lui, cu ajutorul calculatorului digital.
19. A. Spinu, D. Preda : Probleme specifice privind introducerea telecomenzii centralizate (TcC) în rețelele de distribuție din România.
20. R. Florescu, V. Prisăcaru, M. Grigoriu, D. Ioachim : Receptor electronic destinat instalațiilor de telecomandă centralizată.
21. V. Săndulescu, C. Crîngu : Automat pentru echipamentele de telefonie prin curenți purtători pe LEA.
22. L. Vaisman, I. Sasu : Frecvențmetru numeric integrator pentru 50 Hz.
23. L. Vaisman, I. Sasu : Frecvențmetru de rețea cu afișaj numeric.
24. V. Bălăuță, L. Pascu : Traductoare de abateri de putere activă și reactivă trifazată.
25. V. Vârzaru : Utilizarea opacimetrului la determinarea gradului de reținere optic relativ.
26. M. Gavrilă : Stații de transformare 110 kV/medie tensiune de tip „derivație”. Probleme privind supratensiunile și protecția prin rele.
27. R. Cîmpean : Studiul comportării protecțiilor diferențiale de bare Siemens RN 23/RN 24 la scurtcircuite în zonă și în afara zonei. Rezultate obținute cu prilejul probelor de scurtcircuit în stațiile de 220 kV Pestiș și 110 kV București-Sud.
28. V. Popescu, G. Cantaragiu : Elaborarea unui releu de protecție împotriva pierderii excitației la generatoare sincrone.
29. A. Lupu : Protecția diferențială longitudinală RDL.
30. R. Zimand, E. Costiner, D. Stelescu : Protecții de distanță elaborate la ICEMENERG.
31. E. Costiner : Mărirea siguranței în funcționare a releului de frecvență minimă RfM 3M, în cazul perturbării semnalului de comandă.
32. A. Ungureanu : Dispozitiv complex pentru reanclanșarea automată a LEA de foarte înaltă tensiune.

