

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI
INSTITUTUL POLITEHNIC " TRAIAN VUIA " TIMISOARA

Facultatea de mecanică

Ing. Bereş Florea

TEZA DE DOCTORAT

CONTRIBUTII LA STUDIUL SISTEMELOR DE PREPARARE A
PRAFULUI DE CARBUNE LA CENTRALELE TERMOELECTRICE
DIN R. S. ROMANIA CARE ARD HUILA.

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIŞOARA

CONDUCATOR STIINTIFIC

Prof. dr. Ing. Cornel Ungureanu

INSTITUTUL POLITEHNIC TIMISOARA	
BIBLIOTECA	
C. N. 1908/74	
Volume Nr.	10.774
Data	12.11.82

C U P R I N S

1.- Introducere	1
2.- Stadiul actual al cercetărilor privind prepararea prafului de cărbune	8
2.1.-Praful de cărbune și caracteristicile sale	8
2.1.1.-Proprietățile de bază ale prafului de cărbune	8
2.1.2.-Aprecierea și alegerea fineței prafului de cărbune	9
2.1.3.-Metoda de prelevare a probelor de praf de cărbune	12
2.2.-Procesele fizice ale tehnicii de preparare a prafului de cărbune	17
2.2.1.-Principiile de bază ale procesului de sfărîmare(măcinare) a materia- lilor friabile	17
2.2.2.-Legile de sfărîmare a materialelor friabile	19
2.2.3.-Bazele fizice ale tehnicii de sfă- rîmare	21
2.2.4.-Coeficienții capacității de măcinare a cărbunilor și determinarea lor	30
2.2.5.-Caracteristicile de granulație ale prafului de cărbune	36
2.3.-Explosiile prafului de cărbune în circuitele de măcinare de la centralele termoelectrice.	43
2.3.1.-Cauzele de apariție a exploziei prafului de cărbune	43
2.3.2.-Măsuri pentru reducerea pericolului de explozie în circuitele de măcinare a prafului de cărbune	48
3.-Contribuții la creșterea siguranței în alimentarea cu cărbune a CTE de 1260 MW Deva- Mintia	50

3.1.- Considerații privind schema de alimentare cu cărbune a CTE.Deva - Mintia	50
3.2.- Contribuții la creșterea siguranței în alimentarea cu cărbune a CTE din R.S. România	53
3.2.1.-Contribuție la modernizarea schemei gospodăriei de cărbune a CTE.Deva- Mintia	53
3.2.2.-Contribuții la mecanizarea completă a descărcării cărbunelui în centralele termoelectrice din R.S. România	56
4.-Contribuții la perfecționarea schemei de preparare a prafului de cărbune la CTE.Deva-Mintia	62
4.1.-Prezentarea schemei și echipamentului principal	62
4.2.-Sistem nou de introducerea cărbunelui brut în moara cu ciocane(brevet de invenție)	65
5.-Rezultatele încercărilor și ale exploatării instala- țiilor de preparare a prafului de cărbune la centralele termoelectrice din R.S. România care ard hullă	68
5.1.-Caracteristicile energetice ale cărbunilor folosiți la CTE.Deva-Mintia	68
5.2.-Cercetări privind funcționarea genera- relor de abur de la CTE.Deva-Mintia cu cărbuni diferiți de cei din proiect	74
5.2.1.-Prezentarea generatorului de abur P-55	75
5.2.2.-Comportarea focarului generatorului de abur P-55 la funcționarea cu sorturi de cărbune diferite de cele de proiect	79
5.2.3.-Verificarea capacității de măcinare a morilor de cărbune	88

5.2.4.-	Compartarea morilor cu ciocane la măcinarea unor cărbuni diferiți de cei din proiect	98
6.-	Contribuții la adaptarea și modernizarea generatoarelor de abur F-55 de la CTE. Deva - Mintia, pentru arderea mixtelor de hulă cu putere calorifică redusă	105
6.1.-	Rezultatele experimentărilor de funcțio- nare a generatoarelor de abur F-55 de la CTE Deva - Mintia cu mixte de hulă cu putere calorifică de 2200kcal/kg	107
6.2.-	Considerații cu privire la folosirea în centralele termoelectrice din R.S. România care ard mixte de hulă a mori- lor cu disc și sfere	112
6.3.-	Cu privire la înlocuirea ventilatoare- lor de aer ale generatoarelor de abur nr. 1-4	118
6.4.-	Verificarea ventilatoarelor de gaze arse	120
6.5.-	Arzătoarele de praf de cărbune	122
7.-	Concluzii finale	123

x

Bibliografie	130
------------------------	-----

- Anexe : 1.- Brevet de invenție(fotocopie)
" Sistem de introducerea cărbunului brut
în moara cu ciocane " - Ing.Bereș Florea
- 2.- Tabelele 5.1, 5.2, 5.3, 5.4
- 3.- Graficele 5.1.a, 5.1.b, 5.1.c
- 4.- Tabelele 5.5. și 5.6

1.- I N T R O D U C E R E

Programul - directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981 - 1990 și orientările principale pînă în anul 2000, aprobat de Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român " concretizează - așa cum sublinia tovarășul Nicolae Ceaușescu, secretarul general al partidului - liniile directoare ale politicii energetice a partidului, stabilind sarcinile de bază privind dezvoltarea potențialului energetic al țării, precum și gospodărirea cu maximă eficiență a resurselor energetice de care dispunem, raționalizarea și reducerea continuă a consumurilor de energie în toate domeniile, urmărind ca în viitorul deceniu România să devină independentă din punct de vedere al combustibilului și energiei ."-

Este cunoscut oă, încă din anul 1973 - cu profund spirit prospectiv și realist, secretarul general al partidului a atras atenția asupra faptului că fenomenele de eriză ce începeau să se întrevadă în domeniul energetic nu aveau un caracter trecător, conjunctural, ci unul de fond, vital pentru omenire, subliniind necesitatea unei reorientări ferme în domeniul consumului de energie și combustibil, mai ales al țiteiului și gazelor, și a folosirii maxime a resurselor energetice de care dispune România.

Aceste aprecieri realiste, științifice au fost întru totul confirmate de viață, de evoluția ulterioară a situației economice mondiale. Pe plan internațional se accentuează și se prelungește criza economică, și îndeosebi criza energetică și petrolieră, care - așa cum subliniază secretarul general al partidului nostru - se va adînci în viitor. Este o realitate gravă de care nu se poate să nu se țină seama la adaptarea obiectivelor economice strategice. Iată de ce, documentele programatice ale Congresului al XII-lea iau în considerare atit cerințele dezvoltării continue a economiei românești, realitățile noastre naționale cît și situația deosebit de serioasă creată în lume în domeniul energiei.-

Directiile principale de acțiune pentru transpunerea în viață a opțiunilor strategice ale partidului nostru privind cercetarea și dezvoltarea în domeniul energetic, prevăzute în Programul-

directivă sînt :

- dezvoltarea cercetării geologice, explorarea aprofundată a tuturor zonelor țării în vederea descoperirii a noi zăcăminte de cărbuni, țiței, gaze și substanțe radioactive;

- intensificarea punerii în valoare a potențialului hidroenergetic al țării- de la circa 30% în 1980 la 45% în 1985 și la 85% în 1990, urmînd ca în anul 2000 acesta să fie valorificat integral;

- extinderea utilizării cărbunilor și șisturilor bituminoase în centralele termoelectrice;

- dezvoltarea energeticii nucleare;

- valorificarea noilor surse și tehnologii energetice, utilizarea energiei geotermale, a soarelui, a vîntului, a valurilor, valorificarea rezervelor de cărbune care nu pot fi exploatare prin metode miniere cu ajutorul tehnologiilor de gazeificare subterană a acestora;

- menținerea unui grad corespunzător de asigurare cu rezerve geologice, prin limitarea producției de petrol și gaze, restrîngerea masivă a folosirii țițeiului și a gazelor drept combustibil.

Dezvoltarea multilaterală a țării în cincinalul 1981- 1985 și în deceniile următoare nu poate fi concepută fără energie electrică- baza extinderii mecanizării și automatizării producției, creșterii productivității muncii, ridicării nivelului de trai al poporului.

De aici, necesitatea creșterii continue a potențialului electroenergetic, exprimată în Programul - directivă prin prevederea ca la nivelul anului 1985 să se asigure o producție de energie electrică de 88 - 90 miliarde kWh, la o putere instalată de circa 22.000 MW, iar în anul 1990 - o producție de 105 - 110 miliarde kWh, la o putere instalată de peste 28.000 MW.

Valorificarea tot mai superioară a țițeiului și gazelor naturale în ultimele două decenii în industria chimică, creșterea vertiginoasă a consumului acestor combustibili, precum și existența unor rezerve limitate de combustibili lichizi și gazoși pe plan mondial, a readus în prim plan folosirea cărbunilor ca sursă de energie primară în focarele generatoarelor de abur din marile centrale termoelectrice.

In centralele termoelectrice actuale, cărbunii se întrebunțează sub formă de praf. Principiul arderii prafului de cărbune constă în transformarea cărbunelui într-un praf fin, care se însuflă cu ajutorul aerului în focarul generatorului de abur, unde are loc arderea.

Metoda de ardere a cărbunelui sub formă de praf este cunoscută de mult, dar abia după anul 1920 ea a căpătat o utilizare mai largă, adică atunci când tehnica a rezolvat problema măcinării, legată de obținerea unor materiale cu duritate și rezistență mare la uzură. Arderea prafului de cărbune a îndeplinit la timpul său un rol revoluționar în tehnica de construire a focarelor. Înainte de toate, această metodă a deschis posibilitatea să se utilizeze în practica industrială o serie de sorturi de combustibili locali cu un conținut foarte mare de balast, care nu puteau fi arși prin metodele de ardere în strat. De asemenea a fost posibilă rezolvarea problemei utilizării prafului rezultat în timpul extracției, depozitării sau a prelucrării cărbunelui, care înainte era considerat drept deșeu.

In rezervele de combustibili clasici ale țării noastre cărbunele brun (lignitul) și huila intervin cu o pondere de peste 50%, echivalând astfel rezervele de petrol și gaze naturale luate la un loc.

Dintre centralele termoelectrice din R.S. România, care folosesc combustibili huila și mixtele de huilă, cea mai reprezentativă este termocentrala Deva - Mintia, din județul Hunedoara.

In cadrul planului de dezvoltare a centralelor electrice din țara noastră, în perioada 1966 - 1971 a fost realizată prima etapă de 840 MW de la centrala termoelectrică Deva - Mintia, formată din patru grupuri de condensare de câte 210 MW fiecare și patru generatoare de abur cu trecere forțată de 660 t/h, 140 bar, 550/550°C din două corpuri a 330 t/h, folosind combustibil de bază mixtele de huilă extrase din basinal carbonifer Valea Jiului. Între anii 1974 - 1977 termocentrala s-a extins cu încă un grup de 210 MW, iar la 1 noiembrie 1980 a fost pus în funcțiune cel de-al șaselea grup de 210 MW, totalizând astfel puterea instalată de 1260 MW, reprezentând peste 7% din puterea instalată în Sistemul Energetic Național, ceea ce în prezent constituie cea de a doua iar în continuare va fi a treia mare unitate de producere a energiei electrice

din țara noastră.-

Ținând seama de faptul că în anul 1980 cât și în anul 1981 termocentrala Mintia a produs 10% din energia electrică consumată, situându-se din punct de vedere al producției de energie electrică pe primul loc pe țară, precum și de faptul că în această termocentrală s-a produs peste 33% din energia electrică pe bază de cărbune a țării, soluționarea problemelor deosebit de complexe pe care le pune siguranța și continuitatea în funcționare a unei mari centrale termoelectrice funcționând pe cărbune, prezintă o importanță tehnică și economică deosebită.

Odată cu încheierea în anul 1983 a lucrărilor începute în centrală în cursul anului 1981 pentru instalarea unei capacități de livrare de căldură din prizele nereglabile ale turbinelor, totalizând $6 \times 50 = 300$ Gcal/h precum și a rețelelor magistrale prin care se va termofica municipiul Deva situat la circa 12 km de termocentrala Mintia, complexitatea exploatării acesteia crește substanțial.

Asigurarea puterii electrice a producției de energie electrică, precum și continuitatea în alimentarea cu căldură a consumatorilor termici la o centrală termoelectrică depinde în mod cu totul special de siguranța în funcționare a generatoarelor de abur.

Generatoarele de abur, tip Pp- 660/140-P.55 formate din două corpuri cu trecere forțată (tip Ramzin), fabricate în URSS, cu care este echipată termocentrala Mintia, au fost proiectate pentru a putea funcționa cu următorii combustibili:

- huiă energetică de Valea Jiului cu putere calorifică medie de 3700 kcal/kg,
- gaze naturale,
- huiă și gaze naturale în amestec
- amestec de 75% huiă energetică împreună cu 25% mixte de huiă rezultate de la extragerea huilelor pentru prepararea coșului metalurgic, puterea calorifică medie a amestecului fiind de 3450 kcal/kg, precum și
- păcură, numai pentru pornire.

Urmare sarcinilor trasate de Congresul al XII-lea al PCR de a se reduce importul de coș metalurgic, Combinatul Carbonifer Valea-Jiului furnizorul de bază al cărbunelui pentru termocentrala Mintia, a primit sarcina valorificării la maximum a huile-

lor pentru prepararea cocsului metalurgic. In consecință mixtele de hullă rezultate pentru scopuri energetice se obțin în prezent la o putere calorifică inferioară medie dela 2200 la 2600 kcal/kg față de 3450 kcal/kg cît au avut în anii 1975 - 70 cînd s-a proiectat și construit termosentrala Mintia care era destinată să consume aceste mixte de hullă. De asemenea conținutul de cenușă al mixtelor de hullă a crescut de la 35% la 58 - 60% iar umiditatea totală de la 12,8% la 15%.

Datorită scăderii în ultimii trei ani a puterii calorifice, a creșterii conținutului de cenușă și umiditate ale cărbunilor consumați s-au modificat complet condițiile tehnice de funcționare ale instalațiilor de transport, manipulare și depozitare a cărbunilor, capacitatea instalațiilor de preparare a prafului de cărbune s-a redus, regimul de ardere a prafului de cărbune în focarele generatoarelor de abur, precum și regimul de funcționare a tuturor agregatelor auxiliare ale acestora, s-au schimbat în mod esențial.

Pentru a se evita în parte reducerea puterii pe grupurile de la CTE. Deva-Mintia ca urmare a scăderii puterii calorifice a mixtelor de hullă livrate din basinal Carbonifer Valea Jiului, începînd cu anul 1973 s-a apelat an de an la import de hullă cu putere calorifică ridicată, ponderea cărbunelui din import ajungînd astfel în ultimii ani la 18-19% din cărbunele consumat, precum și la un aport de 18-20% de gaz metan. In consecință, în prezent la CTE. Deva-Mintia se arde o varietate mare de cărbuni cu caracteristici fizico-chimice și tehnologice foarte diferite de cele avute în vedere la proiectarea generatoarelor de abur, care au modificat complet condițiile tehnice de funcționare ale agregatelor energetice de bază și auxiliare din centrală.

In cadrul programului de pregătire pentru doctorat am întreprins ample cercetări teoretice și am efectuat numeroase experimentări în condiții reale de funcționare ale instalațiilor de preparare și de ardere a prafului de cărbune cu caracteristici fizico-chimice și tehnologice diferite de cele luate în calcul la proiectarea acestora.

In capitolul "Praful de cărbune și caracteristicile sale" am aprofundat o serie de aspecte teoretice și experimentale privind praful de cărbune și proprietățile sale fizice, problemă pe care literatura tehnică de specialitate din țara noastră încă nu a tratat-o, deși arderea cărbunelui sub formă de praf în focarele

cazanelor de abur a luat și la noi în țară o amploare mare în ultimele două decenii. De asemenea în cadrul tezei am tratat :
bazele fizice ale tehnicii de sfărîmare pe baza cărora se desfășoară fenomenele de măcinare a cărbunelui în special în morile cu ciocane, problemă care pînă în prezent în literatura tehnică de specialitate din țara noastră nu este tratată.

Datorită faptului că alimentarea cu cărbune, precum și prepararea acestuia sub formă de praf la marile centrale termoelectrice ridică probleme deosebit de complexe, determinate de calitatea cărbunilor consumați, de cantitățile mari de cărbune care trebuie descărcate, manipulate și depozitate și de care depinde în final siguranța și continuitatea de funcționare a centralei, în teza de doctorat se prezintă în primul rînd contribuția personală a subsemnatului la perfecționarea procesului tehnologic pentru creșterea siguranței în alimentarea cu cărbune a centralei termoelectrice Deva-Mintia, una din marile centrale electrice din R.S. România care folosește combustibilul hulla energetică. Dintre soluțiile tehnice noi inițiate în această direcție de către subsemnatul amintesc contribuția personală la proiectarea și fabricarea vagonului special autodescărcător pentru transportat cărbune; realizarea în concepție proprie a sistemului de încălzire a primelor două tunele cu aer cald pentru dezghețat cărbunele din vagoane, construite în centralele termoelectrice din țara noastră precum și soluții proprii pentru adaptarea gospodăriei de cărbune de la C.T. Deva-Mintia la noile condiții impuse de schimbarea calității cărbunilor față de proiect.

Tot în cadrul programului de pregătire pentru doctorat am efectuat o serie de cercetări și experimentări asupra morilor cu ciocane tip MMT 2000/2200 de 22 t/h, în scopul perfecționării sistemelor de măcinare a cărbunelui cu aceste tipuri de mori, o parte din rezultatele practice ale acestei activități de cercetare concretizîndu-se prin Brevetul de invenție nr. 69270 din 30.12.1977, pentru invenția cu titlul " Sistem de introducerea cărbunelui brut în moara cu ciocane", al cărei autor sînt. (anexa 1).

Odată cu scăderea puterii calorifice, a creșterii conținutului de umiditate și de cenușă ale cărbunilor consumați în ultimii 4 ani la C.T. Deva-Mintia, s-au modificat complet condițiile tehnice de funcționare în special ale instalațiilor de preparare a prafului de cărbune, regimului de ardere în focar, precum și regimul de funcționare a tuturor agregatelor auxiliare ale generatoarelor de

abur ; cu efecte negative asupra puterii electrice a centralei și a producției de energie electrică.

Tinând seama de acest lucru, pentru a se putea stabili măsurile tehnice de adaptare a funcționării generatoarelor de abur P-55 p, cu o varietate mare de cărbuni cu caracteristici fizico-chimice și tehnologice cu mult inferioare celor avute în vedere la proiectare am efectuat ample cercetări experimentale privind funcționarea generatorului de abur cât și a instalațiilor auxiliare ale acestuia în noile condiții, a căror rezultate sînt prezentate într-un capitol special în cadrul tezei.

Pe baza acestor cercetări și experimentări, în ultimul capitol din teză prezint propuneri de soluții tehnice, originale, pentru adaptarea instalațiilor de preparare a prafului de cărbune, precum și a altor instalații auxiliare ale generatoarelor de abur P-55 p de la CTE 6 x 210 MW Deva-Mintia la noile condiții impuse de arderea unor cărbuni cu putere calorifică redusă față de proiect.

Odată cu realizarea adaptărilor propuse se va reuși ca să se readucă funcționarea generatoarelor de abur respective la debitul nominal de abur, să crească siguranța și continuitatea în funcționare a acestora, precum și a termocentralei în ansamblu, fapt ce prezintă avantaje tehnice și economice deosebite.

2.-STADIUL ACTUAL AL CERCETARILOR PRIVIND

=====

PREPARAREA PRAFULUI DE CARBUNE.

=====

2.1.-Praful de cărbune și caracteristicile sale.

2.1.1.-Proprietățile de bază ale prafului de cărbune.

Praful de cărbune este constituit dintr-un amestec de particule cu dimensiuni cuprinse între 20 și 1000 microni, în care predomină cele cu dimensiuni de 20 - 50 μm . Particulele de praful de cărbune examinate la microscop au o formă neregulată care, în majoritatea cazurilor, depinde de natura combustibilului și, în măsură mai mică, de metoda de preparare a prafului.

Praful de cărbune este un material specific, ale cărui proprietăți se deosebesc în multe privințe de proprietățile combustibilului inițial.

Astfel, de exemplu, amestecul de praful cu aer este asemenea unei emulsii cu fluiditate ridicată. Această proprietate a prafului permite să fie transportat pneumatic prin conducte. La concentrații mici (de ordinul a 0,5 kg de praful pentru 1 kg de aer), acest fel de transport se realizează pe distanțe pînă la 100 m, ca pentru concentrații de 30 - 40 kg.praful/kg aer distanța de transport să poată atinge 2000 m.

Praful de cărbune absoarbe o cantitate mare de aer. De aceea, praful proaspăt vărsat constituie o masă afînată care se deplasează ușor și care în stare vărsată are o greutate mică ce nu depășește 0,7- 0,9 t/mc.

Taluzul natural al prafului vărsat încet este de 30 - 40° și variază în funcție de calitatea combustibilului și de finețea de măcinare. Sub influența șocurilor ușoare, praful dintr-un vas care vibrează sau care se rotește, se comportă la fel ca și apa.

Șocurile de praful de cărbune sînt expuse pericolului de autoaprindere, formînd în interiorul masei de praful focare de ardere. Acest fenomen se produce în special la praful de cărbune cu conținut mare de materii volatile. Focarele de ardere constituie surse de aprindere a amestecului de praful și aer. De aceea, ele constituie una dintre principalele cauze de producere a exploziilor în instalațiile de preparare a prafului de cărbune.

Calitatea prafului de cărbune are o influență mare, uneori hotărâtoare asupra randamentului instalațiilor de măcinare și de ardere, asupra funcționării elementelor separate ale instalației de preparare a cărbunelui pulverizat, asupra focarului și asupra generatorului de abur luat în întregime. De aceea, trebuie să se acorde o atenție deosebită, în timpul exploatării, controlului pentru asigurarea calității necesare prafului.

Calitatea prafului de cărbune este caracterizată de obicei prin următoarele mărimi principale:

- finețea de măcinare, care caracterizează dimensiunile particulelor de praf
- umiditatea prafului și legate de ea proprietățile pulverulente
- explozibilitatea amestecului de praf și aer

2.1.2.-Aprecierea și alegerea fineței prafului

de cărbune

Praful de cărbune obținut în urma măcinării combustibilului, este un amestec de particule de diferite dimensiuni. Finețea prafului de cărbune se determină prin cernerea lui pe site mici metalice împletite cu ochiuri pătrate. Particulele de praf de cărbune au formă geometrică neregulată, deosebindu-se substanțial de figurile geometrice (de exemplu, de cub sau sferă). Întrucât determinarea formelor concrete a particulelor de praf separate nu este posibilă, dimensiunea lor se ia egală cu dimensiunea ochiului sitei în lumină, prin care mărimea dată a particulei de praf poate trece la limită. Această dimensiune, într-o serie de cazuri se consideră condițional diametrul particulei de praf și se notează cu litera μ

Caracteristicile sitelor pentru cernerea prafului de cărbune sînt indicate în tabela 2.1.

La trecerea prin sită, particulele mici trec prin ochiurile sitei, iar cele mari rămîn pe ea. Cantitatea de material care a rămas pe sită se numește rest și se exprimă în procente în raport cu cantitatea introdusă inițial. Valoarea acestui rest determinat pe o sită convențională, constituie caracteristica fineței de măcinare și se notează cu litera R. Dimensiunile ochiului de sită (sau numărul sitei) sînt notate sub forma unui indice. Astfel, notația R_{90} arată valoarea restului pe sita cu dimensiunile ochiului de 90μ

TABELUL 2.1

=====

Caracteristicile sitelor pentru cernerea
prafului de cărbune

Numărul sitei	Numărul de găuri pe site	Latura liberă a sitei mm	Diametrul sîrmei mm	Numărul sitei	Numărul de găuri pe site	Latura liberă a sitei mm	Diametrul sîrmei mm
4	16	1,5	1,00	20	400	0,300	0,20
5	25	1,2	0,80	24	576	0,250	0,17
6	36	1,02	0,65	30	900	0,200	0,13
8	64	0,75	0,50	40	1600	0,150	0,10
10	100	0,60	0,40	50	2500	0,120	0,08
11	121	0,54	0,37	60	3600	0,102	0,065
12	144	0,49	0,34	70	4900	0,090	0,055
14	196	0,43	0,28	80	6400	0,075	0,050
16	256	0,385	0,24	100	10000	0,060	0,040

Dimensiunea particulelor de praf, obținute la măcinarea combustibilului în instalații obișnuite energetice, se caracterizează prin mărimile următoare aproximative: se admite ca cele mai mari particule de praf de cărbune brun să atingă 1000 - 1500 μ , a prafului antracitului 200 - 250 μ și altele. Cea mai mică dimensiune a particulelor de praf în toate cazurile, este apropiată de zero. Masa principală a pulberii de cărbune constă din granule cu dimensiunea 20 - 90 μ . În focare cu antifocare cu cicloane orizontale (de aprinderea) carbonilor brun și hullelor cu conținut mare în substanțe volatile se admite ca cele mai mari particule de praf să atingă 4000 - 5000 μ .

Schimbarea fineței prafului are o influență puternică asupra productivității și consumului specific de energie electrică pentru măcinare. Cu cât praful este mai mare, cu atât este mai mare randamentul oricărui tip de moară și mai mic consumul specific de energie electrică pentru măcinare și transport, mai mică uzura specifică a metalului, consumul de unsoare și altele. De aceea creșterea dimensiunilor prafului este una din metodele cele mai simple de ridicare a economicității de măcinare. Totuși, este totodată necesar a ține cont, că finețea prafului are o foarte puternică influență asupra condițiilor de desfășurare a procesului de ardere în focar, asupra stabilității de aprindere, a economicității de ardere și zgurificarea suprafețelor de încălzire.

Schimbarea fineței prafului are o influență puternică asupra productivității și consumului specific de energie electrică pentru măcinare. Cu cât praful este mai mare, cu atât este mai mare randamentul oricărui tip de moară și mai mic consumul specific de energie electrică pentru măcinare și transport, mai mică uzura specifică a metalului, consumul de unsoare și altele. De aceea creșterea dimensiunilor prafului este una din metodele cele mai simple de ridicare a economicității de măcinare. Totuși, este totodată necesar a ține cont, că finețea prafului are o foarte puternică influență asupra condițiilor de desfășurare a procesului de ardere în focar, asupra stabilității de aprindere, a economicității de ardere și zgurificarea suprafețelor de încălzire.

Mărirea granulației prafului la combustibilul dat, deasupra valorilor obișnuite admise pentru tipul de instalație de focar studiat, duce la prelungirea procesului de aprindere a amestecului de aer-praf, la creșterea pierderilor de căldură prin ardere mecanică incompletă, la creșterea temperaturilor gazelor la capatul focarului și la zgurificarea lui.

În afară de aceasta, în focarele cu evacuare solidă a zgurii, particulele de praf foarte mari cad, chiar la o funcționare normală a focarului, din curent în partea inferioară a focarului unde și ard pînă la sfîrșit, ceea ce crează premisa zgurificării locale. În focarele cu evacuare hidraulică a zgurii, particulele mari de praf, care cad sub cele nearse duc la îngroșarea zgurii, antrenarea zgurii, metalizarea vetrei și altele. Opus acestuia, praful mai fin și cu conținutul fracționat mai uniform înlesnește arderea mai completă a particulelor lui, reduce lungimea flăcării și altele.

Finetea prafului se caracterizează de obicei prin rezidurile de pe sitele cu ochiuri de 90, 200 și 1000. La calculele instalațiilor de mori finețea prafului se determină cu un rezidu pe sită de $90\mu - R_{90} \%$

La proiectarea instalației cu camera focarului obișnuită, dacă nu se dă finețea prafului sau nu se face alegerea ei tehnico - economică, se recomandă a se folosi finețele prafului trecute în " Norme " ./70/

Factorii de bază pentru alegerea fineței prafului sînt:

a.-Capacitatea reactivă a combustibilului, caracterizată în principal prin conținut în substanțe volatile a materiilor.

b.-Calitatea prafului, caracterizată prin proporția de reziduri pe sitele fine și mari, care depind de tipul morilor și a instalațiilor de separație;

c.-Economicitatea procesului de ardere a prafului, care depinde în primul rînd de metoda de ardere și solicitarea termică a spațiului focarului.

Pierderea cu arderea mecanică incompletă depinde în principal de prezența în praf a fracțiunilor mari a căror cantitate se caracterizează pentru hulle prin reziduri pe sita de 200μ (R_{200}), pentru cărbunii brunși și sisturi pe sita 1000μ (R_1).

2.1.3.-Metoda de prelevare a probelor de praf

de cărbune.

Pentru a obține o reprezentare corectă a fineței prafului, este foarte important (ca și la luarea probelor de cărbune brut) să se aleagă proba medie reală de praf.

Proba luată incorect depreciază rezultatele cernelor următoare și analizelor chimice ale acestui praf. Pentru obținerea unor rezultate sigure în exploatare, proba trebuie luată în cantitate de minimum 1000 gr. (de la 1000 la 2000 gr.). La efectuarea încercărilor de exploatare ale instalației de moară, proba de praf trebuie luată în următoarea cantitate: la luarea prafului din strat- 100 - 50 gr. la aspirarea din curentul de aer- 20- 30 gr pe tona de cărbune măcinat.

In sistemele pur individuale de preparare a cărbunelui pulverizat, neavînd buncări pentru praf de cărbune, proba principală se ia din conducta de praf dinainte a arzătoarelor (înainte de ramificarea conductelor de praf) sau din ambrazura arzătoarelor.

Pentru prelevarea curentului de aer-gaz se folosește presiunea existentă în conducta de praf sau depresiunea creată de ventilatorul de moară sau de ejectorul instalat special în acest scop.

Distribuirea prafului pe secțiune chiar în porțiunile lungi drepte ale conductelor de praf este foarte neuniformă.

Fracțiunile mari de praf și cantitatea lui de bază se concentrează de obicei la periferia conductelor de aer, praf, iar secțiunea centrală rămîne slab umplută mai ales cu fracțiuni fine de praf. Aceasta se observă în apropierea coturilor conductei de praf, șiberelor, la ieșirea din separatorul de praf și altele. Pe lîngă factorii indicați mai sus, neuniformitatea distribuirii prafului pe secțiune se amplifică suplimentar la luarea probei de praf din conducta de praf amplasată orizontal, întrucît sub influența forței de gravitație, mai ales la conducte de praf lungi, praful se depune, adică se dispune mai mult în părțile lor inferioare, ceea ce îngreunează prelevarea corectă a probei medii de praf. De aceea este necesar a căuta să se ia proba de praf din porțiunea verticală a conductei de praf.

Pentru prelevarea reprezentativă a probelor de praf din curentul de aer-praf este necesar a respecta următoarele condiții:

a.-Prelevarea trebuie efectuată pe porțiune dreaptă și cel mai bine, verticală a conductei neavînd pe distanța $5D$ de la locul prizei în ambele părți cotituri, șibere, separatori de praf și altele (D - diametrul interior al conductei).

b.-Pînă la luarea probelor de praf este necesar a se verifica în prealabil caracterul distribuirii prafului (după cantitate și mărime) pe secțiunea conductei de praf. Pentru aceasta se etalonează secțiunea aleasă a conductei pe două diametre reciproci perpendiculare, adică se ia proba de praf la lungimea egală de aspirare din numărul determinat de puncte care se amplasează pe inele de egală mărime pe suprafață. În funcție de diametrul conductei de praf se folosește următorul număr de inele :

diametrul conductei de praf, mm	300	500	800
numărul de inele	2	3	4

La fiecare inel există două puncte de prelevare și în afară de aceasta, una în centrul conductei de praf.

În tabelul 2.2. sînt trecute distanțele punctelor de măsurare față de centrul conductei de praf, exprimate în fracțiile diametrului ei interior.

- TABELUL 2.2. -

=====

Distanța punctelor de măsură de la centrul conductei de praf

Semnificația punctelor de prelevare	Numărul de inele			
	2	3	4	
	Distanța punctelor de măsură de la centrul conductei de praf în fracțiuni din diametrul interior.			
h_1	0,25	0,205	0,177	
h_2	0,433	0,354	0,306	
h_3	-	0,457	0,395	
h_4	-	-	0,468	

Proba de praf scoasă din fiecare punct trebuie cîntărită și cernută. Finețea medie a prafului

$$R = \frac{R_1 b_1 + R_2 b_2 + R_3 b_3 + \dots}{b_1 + b_2 + b_3 + \dots}, \% \quad (2.1)$$

unde $R_1, 2, 3$ - rezidurile complete, pe orice fel de sită, de praf, luat din punctele 1, 2, 3 %.

$b_1, 2, 3$ - greutatea prafului scos la intervale egale de timp în punctele 1, 2, 3 Kg.

Determinînd cu această metodă finețea medie a prafului, se poate în continuare lua praf numai dintr-un punct fix al acestei secțiuni. Pentru aceasta se alege acel punct din conducta de praf din care a fost scos praful apropiat ca finețe și concentrație de proba medie și se înmulțește rezidul de praf obținut cu coeficientul constant de corecție:

$$C = \frac{R}{R_T},$$

unde R - rezidul complet de praf mediu pentru toată secțiunea pe orice sită, determinat după formula (2.1), %

R_T - rezidul probei de praf pe aceeași sită luat din punctul

c.- Curentul de aer - praf trebuie să intre în țeava de aspirație cu viteza egală vitezei curentului din conductă în punctul de priză, iar axa țevii de aspirație trebuie să coincidă cu direcția curentului, astfel se poate denatura proba.

d.- Pentru mărirea preciziei de prelevare a probei de praf, se folosește o sondă specială(țeavă de prelevare a prafului, în care sînt montate două țevi (fig. 2.1.)

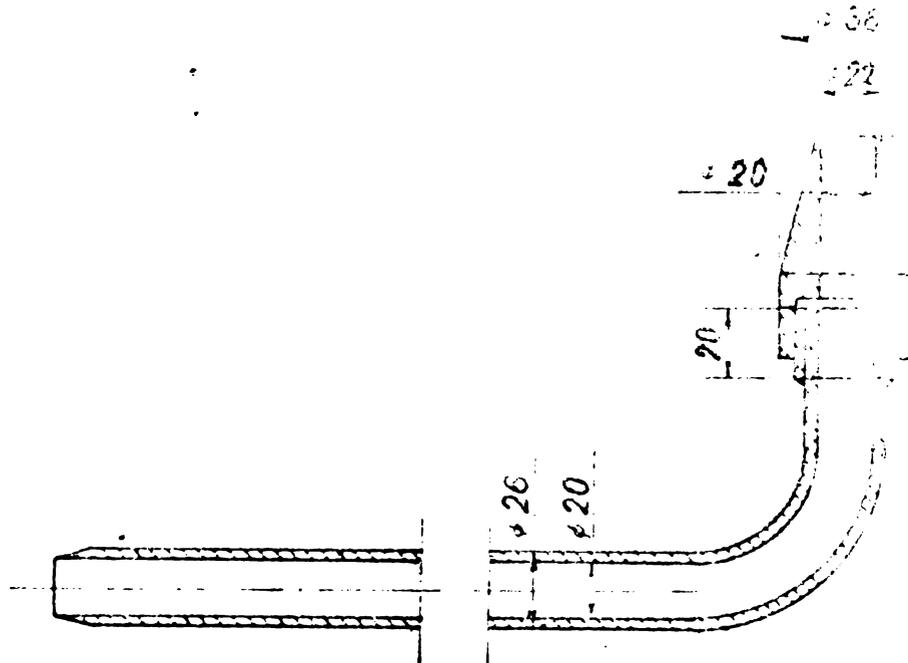


Fig. 2.1 Sondă de captare a prafului.
dn = 20 mm

una pentru măsurarea presiunii statice chiar în sondă iar cealaltă în mediul înconjurător. Teoretic, la egalitatea vitezelor curenților, care înconjoară țeava și în sonda țevii de prelevare trebuie să coincidă și mărimile presiunii statice în aceste puncte. De aceea legînd bornele țevilor, care măsoară presiunea statică, la două capete ale aceluiași vacummetru de tiraj, se obțin indicii vacummetrului de tiraj egali cu zero la egalitatea vitezelor curenților. Dar, mai exactă este metoda prin care se determină în prealabil viteza curentului în punctul de aspirare, iar viteza de aspirare se reglează după consumul de gaz, măsurat cu o șaibă specială montată în conductă după cicloul-desprăfuitor.

Forma sondei se face aerodinamică, iar dimensiunea ei se predetermină cu diametrul conductei din care se ia proba de praf și cu concentrația curentului de aer. La un diametru mic al conductei și o concentrație mare a curentului de aer, diametrul

sondei se alege nic deoarece, astfel, se va îngreuna luarea probei în apropierea peretelui, iar la o concentrație mare se va scoate o cantitate prea mare de praf. În mod obișnuit, diametrul interior al sondei pentru prelevarea probei de praf se alege egal cu 8-25 mm, ținând cont, totodată, ca viteza curentului de aer-praf, în țevile de legătură de la sondă cicloul- desprăfuitor, să fie de minimum 25-30 m/sec pentru evitarea depunerii în ele a prafului.

Sonda se montează astfel, încît sensul curentului în țeava de captare să coincidă cu sensul curentului din conductă întrucît, la înclinarea axei țevii față de sensul curentului se poate obține erori însemnate. Pentru controlul sensului axei sondei și montării ei corecte, capătul exterior al țevii este echipat cu un indicator special.

În fig. 2.2. este arătată schema instalației pentru prelevarea probei de praf din curentul de aer. La prelevarea probelor în exploatare se poate renunța la măsurarea consumului de aer aspirat cu ajutorul diafragmei.

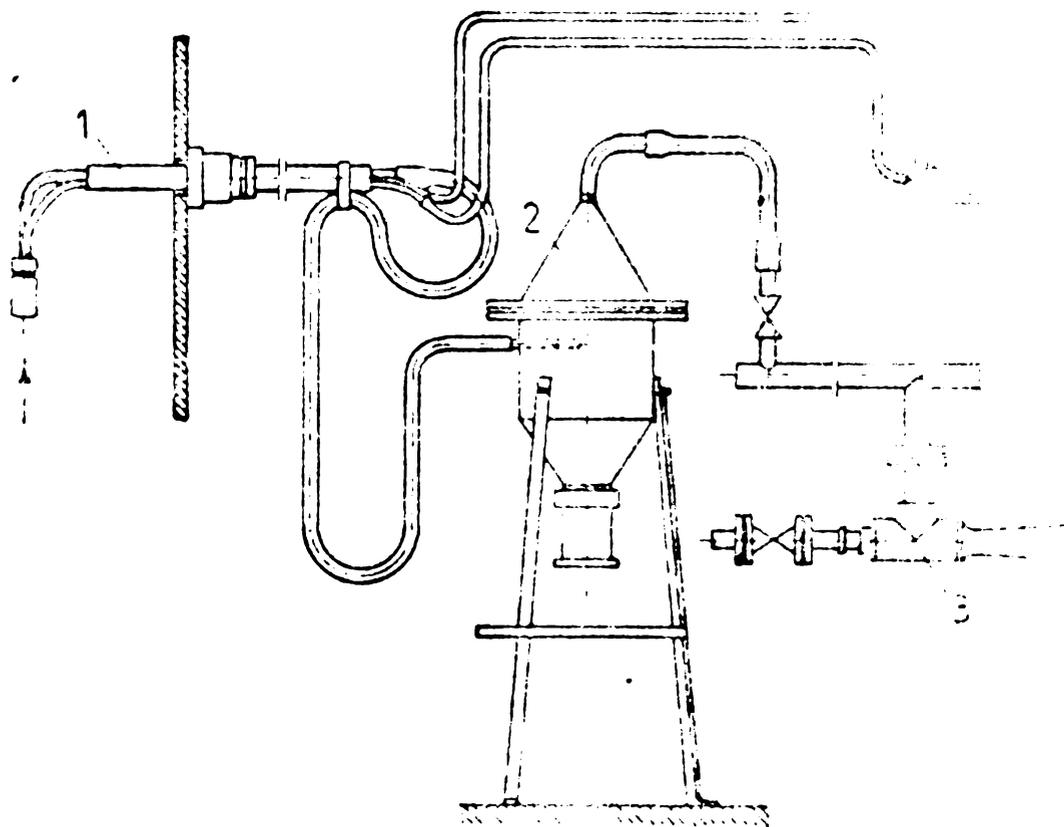
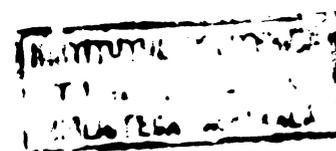


Fig.2.2 Schema instalației de prelevare a probelor de praf:

1. Sondă de prelevare.
2. Cicloul.
3. Ejector cu abur.
4. Micromanometru.



Trebuie subliniat în mod deosebit inadmisibilitatea prelevării probei de praf din curentul de aer prin țeava sudată la peretele conductei de praf (analog ștuțului pentru măsurarea presiunii statice), întrucât conținutul fracționat al prafului se va deosebi considerabil de cel real.

2.2.-Procesele fizice ale tehnicii de preparare

a prafului de carbune

2.2.1.-Principiile de bază ale procesului de sfărî- mare(măcinare) a materialelor friabile

Sfărîmarea materialelor friabile este procesul fizic de transformare a granulelor mari în granule mici. În urma acestui proces, valoarea determinată este multiplul de sfărîmare (e), care arată de câte ori se micșorează dimensiunea inițială a bucății, reprezentată prin raportul:

$$e = \frac{D_b}{d_b} \quad (2.2)$$

în care: D_b , d_b - sînt dimensiunile bucăților maxime înainte de sfărîmare și respectiv după sfărîmare

Procesul fizic de sfărîmare a materialelor poate avea loc după următoarele principii :

a.-Principiul compresiunii (fig.2.3. a/). La sfărîmarea după acest principiu, materialul este presat între două suprafețe, fiind comprimat și sfărîmat, datorită creșterii relativ încet a tensiunilor interne din material.

Mașinile care funcționează pe acest principiu fac parte din categoria celor cu viteză redusă sau cu viteză medie.

b.-Principiul de lovire. În acest caz sfărîmarea se efectuează sau prin lovire cu un corp și prin aceasta se sfărîmă bucata de material așezată pe un suport (placă, blindaj, grătar (fig.2.3.b) sau prin lovirea bucății libere de material cu o piesă a mașinii (morii) care se mișcă cu mare viteză (ciocan) (fig.2.3.c), fie direct prin lovirea bucății de material care se mișcă cu viteză foarte mare de o placă fixă (fig.2.3.d), sau prin lovirea unei bucăți de altă (fig.2.3.e).

Principiul de lovire poate fi folosit atât la materialele cu rezistență redusă, cât și la cele solide. Produsul obținut la

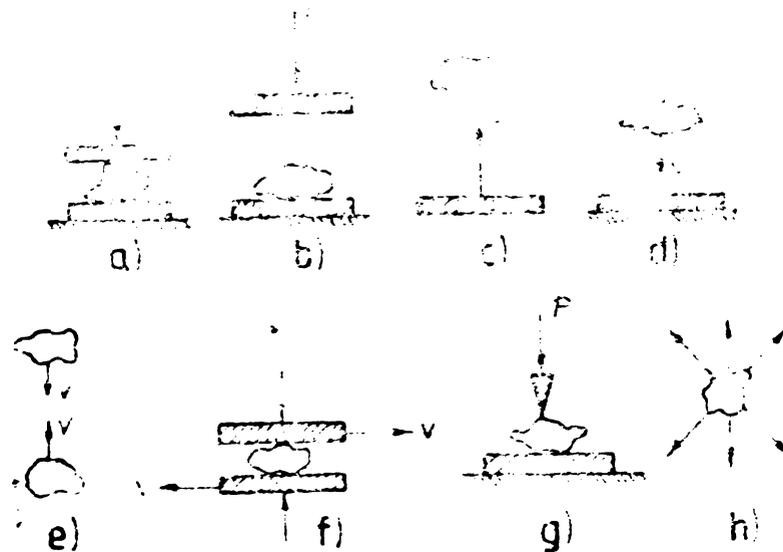


Fig. 2.3 Principiile de concasare a cărbunelui.

sfărîmarea conține de obicei o cantitate mare de material mărunț.

După acest principiu funcționează concasoarele și morile cu ciocane, morile cu bile, morile tip ventilator și sînt mașini cu viteză mare.

a.-Principiul de frecare. (fig.2.3.f). Materialul este sfărîmat datorită frecării lui între două suprafețe metalice care sînt presate și se mișcă în direcții opuse.

Principiul este parțial aplicat la morile cu valțuri, iar materialul rezultat este foarte fin.

d.-Principiul de divizare (fig.2.3.g). Dacă un material friabil este lovit de un corp ascuțit el se desface în bucăți mici. Procedul este de productivitate foarte redusă și se poate întîlni ca un proces secundar la concasoarele cu făci și dinți.

e.-Principiul ruperii (fig.2.3.h) Sfărîmarea materialului este rezultatul apariției unor tensiuni interne, care depășesc limita de rezistență la ruperea materialului.

Deși fiecare mașină de sfărîmarea (măcinare) funcționează după unul dintre aceste principii, nici una nu i se aplică numai unul dintre aceste principii în formă pură.

Mașinile cu ajutorul cărora se realizează sfărîmarea sau măcinarea materialelor friabile sînt denumite concasoare și mori.

Concasoarele sînt mașinile folosite pentru sfărîmarea materialului cu granule mari, cu un multiplu de sfărîmarea cuprins

intre $e = 4$ și $2e$, dimensiunile inițiale ale bucăților (D_0) ajungând pînă la $200 - 1000$ mm în secțiune transversală.

Prin ~~noi~~ se înțeleg agregatele folosite pentru producerea materialului pulverizat cu dimensiunile finale (d_p) ale particulelor de $2e$ la sute microni, și care funcționează cu un multiplu de sfărîmarea care poate ajunge pînă la $e = 300 - 500$.

2.2.2. - Legile de sfărîmarea a materialelor friabile

În cazul sfărîmării (măcinării) materialelor friabile are loc o separare mecanică a unei grupe de molecule de altele, ceea ce necesită un consum de energie pentru învingerea coeziunii dintre molecule.

După sfărîmarea materialului, apar suprafețe noi. Straturile de molecule ale acestor suprafețe primesc un exces de energie (energia de suprafață a corpului), care trebuie să se transmită corpului din afară.

Relația dintre energia de suprafață a corpului și suprafața totală a moleculelor desfăcute se determină pe baza următoarelor considerații.

Dacă pe suprafața corpului se alege o porțiune de mărime S (fig. 2.4.), atunci pentru a o menține în echilibru în raport cu perimetrul secțiunii tăiate cu lățimea l , este necesar să se aplice o forță de echilibru F . Tensiunea de suprafață este determinată de valoarea :

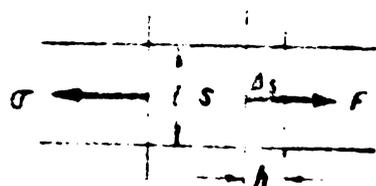


Fig. 2.4. Referitor la tensiunea de suprafață.

$$\sigma = \frac{F}{l} \quad (2.3.)$$

Valoarea σ se menține constantă și pentru suprafețe curbe. Ea nu depinde de grosimea corpului, atît timp cît dimensiunile acestuia nu s-au redus pînă la dimensiuni moleculare.

Dacă la creșterea lui F , suprafața peliculei crește cu h , lucrul mecanic efectuat va fi egal cu :

$$A = F \cdot h = \sigma \cdot l \cdot h \quad (2.4)$$

in care : l. h este creșterea suprafeței peliculei, adică ΔS

Astfel, lucrul mecanic necesar pentru mărirea suprafeței va fi egal cu:

$$A = \sigma \cdot \Delta S \quad (2.5)$$

unde

$$\sigma = \frac{A}{\Delta S}$$

și reprezintă lucrul mecanic necesar pentru mărirea suprafeței cu o unitate

Sfărîmarea studiată din punct de vedere fizic, este un proces prin care se formează suprafețe noi. Din această cauză dacă la sfărîmarea corpului suprafața lui a crescut de la S_1 la S_2 atunci excesul de energie absorbit de suprafața corpului va fi egal cu

$$E_a = \sigma (S_2 - S_1) \quad (2.6)$$

această relație reprezintă matematic legea fizică a operației de sfărîmare.

Aplicată în cazul sfărîmării materialelor friabile în condițiile reale din instalațiile de măcinare, această lege se enunță astfel:

"Lucrul mecanic consumat pentru sfărîmare sau măcinare este proporțional cu mărirea suprafeței generate prin sfărîmarea materialului".

În tehnica de sfărîmare și măcinare a materialelor friabile sînt cunoscute două legi principale:

a.-Legea lui Kick, potrivit căreia, lucrul mecanic necesar pentru sfărîmarea materialelor friabile este proporțional cu volumul sau greutatea acestui material.

b.-Legea lui Rittinger, pe baza căreia, lucrul mecanic consumat pentru sfărîmarea materialelor friabile este proporțional cu suprafața nou obținută sau invers proporțional cu dimensiunile granulelor materialului sfărîmat.

Acste legi au un caracter general și pentru instalațiile din exploatare nu iau în considerare influența multor factori care influențează asupra măcinării cărbunelui ca: neomogenitatea structurii cărbunelui, metoda de măcinare folosită, temperatura, umiditatea, rezistența la sfărîmare, etc.

Astfel, de exemplu s-a stabilit prin experiențe că la orientarea forțelor de sfărîmare perpendicular cu straturile de cărbune presiunea specifică necesară pentru sfărîmare este de 2-3 ori mai mare decît la orientarea forțelor paralel cu straturile. Sau, s-a stabilit de asemenea că lucrul mecanic consumat este mai redus la sfărîmarea cărbunelui prin comprimare sau lovire. Creșterea umidității cărbunelui produce creșterea rezistenței acestuia la măcinare. Prin urmare pentru restabilirea proprietăților de friabilitate cărbunele trebuie să fie uscat în mod continuu în cadrul procesului de măcinare.

Factori asemănători îngreunează în mod serios creșterea teoriei complete și simple de măcinare. Dificultatea de a dovedi experimental ecuația sfărîmării constă în necesitatea determinării suprafețelor reale ale produsului sfărîmat. Pentru cărbune, nu se poate indica nici o metodă prin care să se determine direct și suficient de precis suprafața granulelor de praf măcinat. Din această cauză, în general, ecuația legii de sfărîmare se verifică experimental, folosind materiale omogene la care suprafața particulelor obținute poate fi măsurată direct, cum este cuarțul pur.

2.2.3.-Bazele fizice ale tehnicii de sfărîmare

Pornind de la considerente ale teoriei mecanicii elasticității, F.Hanig se ocupă în special cu legile de sfărîmare a lui F.Kick și P.R. n. Rittinger, cu mărirea suprafeței ce la naștere și cu influențele felului de solicitare. În afară de aceasta Hanig publică rezultatele diferitelor experiențe de sfărîmare, în special legătura determinată experimental dintre necesitățile de lucru ale sfărîmării și suprafața nou produsă. H.Rumpf a cercetat solicitarea particulelor materialului de măcinat la măcinarea prin ciocnire și a evidențiat deosebit de detaliat, procesele de lovire a unei particule de altă particulă sau de suprafața de ciocnire. F.Patat și H.Longemann s-au ocupat ca și Hanig nu cu procesele de rupere și de mișcare a granulei individuale, ci de comportarea materialului de măcinat ca un tot unitar. Ei însă nu au pornit de la baze mecanice, ci au cercetat procesul de măcinare, utilizînd tehnica reacției cinetice utilizată în chimie.

Semnificația literelor ce se folosesc în formulele redată în text este următoarea:

A, A^0 - energie înmagazinată în cărbunele de măcinat la ciocnire
 A^X - energie înmagazinată în faza de comprimare calculată conform
legii de elasticitate

- A_E^+ - lucru mecanic specific de sfărîmare
- A_E^- - lucru mecanic de sfărîmare tehnic (raportat la masă)
- b - lăţimea fişiei în care materialul de măcinat nu mai poate evita ciocanul
- B - lăţimea unei plăci, a unui cilindru sau a unui ciocan
- C_n - coeficient (factor) de rezistenţă
- C_q - coeficient transversal
- $C_{p,q}$ - coeficient de rezistenţă a unei plăci
- C_R - coeficient de rezistenţă a ciocanului
- C_W - coeficient mediu de frecare a peretelui
- C_1, C_2, \dots, C_n - constante
- E - modul de elasticitate
- i - raza de inerţie a unei particule
- t_v - vector al forţelor volumetrice
- K - coeficient pentru caracterizarea comportării separatorului
- m - masa corpului
- n - exponent în ec (3 7)
- P - distanţa dintre centrul de greutate a particulei şi locul de atingere
- r - raza, respectiv distanţa dintre axe
- r_0 - distanţa de atracţie moleculară
- r_k - raza de curbură la frontul de fisurare
- R_D - cifră Reynolds
- S_0 - traiectoria de zbor a unei particule
- t, τ - timp, respectiv perioadă de timp
- v - viteză de lovire (ciocnire)
- w_{s1}, w_{s2} - viteză de plutire (în general şi în tronsonul de canal 1, respectiv 2)
- w_G, w_S - viteza vectorială a gazului, resp. viteza vectorială a centrului de greutate a unei particule
- α - energia specifică a suprafeţelor limită
- ϵ - grad de desprăfuire relativ
- λ - lungimea fisurii
- λ' - diametrul fisurii
- λ - lungimea medie a distanţei (drumului) parcursă de particula materialului de măcinat
- μ - coeficient de frecare dintre materialul de măcinat şi suprafaţa de ciocnire (lovire)
- ρ - densitatea materialului de măcinat
- ρ_g - densitatea gazului
- σ - tensiunea normală

Pentru ca să apară o rupătură la o particulă, solicitarea la locul de rupătură, trebuie să fie suficient de mare. În afară de aceasta energia de deformare, eliberată prin descărcare locală datorită avansării rupturii, trebuie să fie suficient de mare pentru a acoperi energia suprafețelor limită necesară pentru formarea unor suprafețe de rupere noi. Această condiție energetică exprimată pentru prima oară de A.A.Griffith a fost preluată de A.Smekal și prin introducerea tensiunii datorită efectului de creșteră la marginea suprafețelor, dedusă din teoria elasticității precum și a "rezistenței de rupere moleculară", dedusă din teoria moleculară a rezultat formula lui A.Smekal, care este:

$$\sigma = \sqrt{\frac{4 \cdot E \alpha F_k}{\pi \lambda r_0}} \quad (2.7)$$

unde: σ - tensiunea de întindere omogenă ce acționează perpendicular pe rupătură și la distanță suficient de mare

E - modul de elasticitate

α - energia specifică a suprafețelor limită

λ - lungimea necesară a fisurii pentru ca rupătura să continue de la sine

F_k - raza de curbură la frontul de fisurare

r_0 - distanța de atracție moleculară

Din rezistențele la rupere măsurate, rezultă o lungime a fisurii minim necesară, pentru propagarea fisurii (la materiale izotope casante ca de ex. sticla $\sigma / E = 10^{-2} - 10^{-3}$ din care rezultă, pentru un presupus $F_k = r_0$, o lungime minimă a fisurii $\lambda \approx 10^{-6} \text{ m}$). Deci și în structura microscopică a corpurilor omogene trebuie să se găsească goluri de această ordine de mărime, în stare statică. Pornind de la teoria golurilor după Smekal, W.Weibull a dezvoltat o teorie statică a rezistenței care dă indicații cantitative despre dependența rezistenței tehnice de dimensiunile corpurilor și de felul solicitării precum și informații privind împrăștierea valorilor rezistenței.

G.R.Envin, a pornit de asemenea de la teoriile lui A.A.Griffith, respectiv A.Smekal, dar a raportat întreaga cantitate de energie necesară propagării fisurii la suprafața rupturii noi produse și a obținut o mărime în dimensiunea unei forțe pe unitate de lungime, așa numită forță de propagare a fisurii (rupăturii, forță de difuziune), care ia în considerare toate influențele ce înfrânează propagarea fisurii.

$$P = C \frac{\sigma^2}{E} \lambda' \quad (2.8)$$

in care: λ' - diametrul fisurii considerată circulară
 C - un factor dependent de geometria sistemului (de ordinul de mărime 1)

In cazul că se depășește forța critică de difuziune (propagarea fisurii) P_{crit} , fisura se propagă singură.

$$P_{crit. \text{ metale}} = 10^6 \text{ dyn/cm}$$

$$P_{crit. \text{ mat. sintetice}} = 10^5 - 10^6 \text{ dyn/cm}$$

$$P_{crit. \text{ sticlă silicat}} = 10^4 \text{ dyn/cm}$$

Din ec (2.8) rezultă tensiunea critică necesară rupturii

$$\sigma_{crit.} = \sqrt{\frac{E \cdot P_{crit}}{C \lambda'}} \quad (2.8.a)$$

Această relație se deosebește de relația (1) a lui Smekal prin aceea că P_{crit} nu ia în considerare numai energia specifică a suprafețelor limită, ci și toate celelalte cantități de energie ce se opun propagării fisurii.

Felul golurilor și comportarea în prima fază de rupere, a fost cercetată în ultimul timp amănunțit din punct de vedere atomic, în special pentru metale.

Viteza de propagare a unei rupturi într-un material casant, este conform măsurărilor lui Schardin, de circa jumătate din viteza de propagare a undelor elastice longitudinale.

Formula (2.7.) a lui Smekal, precum și relațiile (2.8. și 2.8.a.) a lui Invin, caracterizează solicitarea necesară pentru măcinarea materialului, funcție de compoziția și granulația acestuia. Solicitarea reală ce apare la sfârșirea prin ciocnire, depinde de forma geometrică a particulelor de măcinat și a suprafeței de ciocnire, de viteza reactivă în momentul ciocnirii și de proprietățile lor elastice. O analiză dimensională justifică tensiunea maximă σ_{max} a unei ciocniri la sfârșitul fazei de compresie.

$$\frac{\sigma_{max}}{E} = C_1 \left(\frac{v}{c} \right)^2 \quad (2.9)$$

unde: m, v, r, c_1 și n sînt date la început

In cazul ciocnirii a două corpuri rotunde $n = \frac{1}{5}$

în cazul unei ciocniri liniare a unui corp sub formă de bară, de o suprafață dreaptă de ciocnire $n = \frac{1}{2}$ - Ecuația ciocnirii, dedusă de Hertz din legile clasice ale ciocnirii, pentru două bile ce se ciocnesc, se poate transforma într-o ecuație a tensiunii maxime de presiune, în suprafața de ciocnire și arată astfel:

$$\sigma_{\max} = 0,098^{1/5} \left(\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \right)^{1/5} v^{2/5} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)^{3/5} \left(\frac{1 - \nu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \nu_2^2}{E_2} \right)^{4/5} \quad (2.10)$$

unde: - m_1, m_2 - masa celor două bile

v - viteza de ciocnire

r_1, r_2 - razele celor două bile

E_1, E_2 - modul de elasticitate a materialului din care sînt confecționate bilele

Considerînd $\rho_1 = 3 m_1 / 4 r_1^3 \pi$ și cazul particular al ciocnirii unde bile mici de măcinat pe o suprafață mare de ciocnire (aproape rigidă $m_1 \ll m_2$; $r_1 \ll r_2$; $E_1 \ll E_2$; $\nu_1 = 0,3$) se obține expresia :

$$\frac{\sigma_{\max}}{E_1} = 0,90 \left(\frac{\rho \cdot v^2}{E_1} \right)^{1/5} \quad (2.10.a)$$

In cazul ciocnirii a două bile de măcinat de aceeași mărime

($m_1 = m_2$; $r_1 = r_2$; $E_1 = E_2 = E$; $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$)

ecuația (2.10.a.) devine

$$\frac{\sigma_{\max}}{E} = 0,684 \left(\frac{\rho \cdot v^2}{E} \right)^{1/5} \quad (2.10.b)$$

Din ecuația (2.10.a) și (2.9) rezultă condiția de rupere (de fisurare) valabilă la sfîrșirea prin ciocnire.

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\text{orit}}} = C_2 \sqrt{\frac{\lambda}{\rho_{\text{orit}}}} \left(\frac{\rho \cdot v^2}{E} \right)^{n \gg 1} \quad (2.11)$$

unde C_2 - factor de proporționalitate

Această relație se transformă în cazul particulelor de măcinat de formă sferică cu densitatea ρ și $n = \frac{1}{5}$ în următoarea relație

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\text{orit}}} = C_3 \sqrt{\frac{\lambda}{\rho_{\text{orit}}}} \rho^{0,2} \cdot v^{0,4} \gg 1 \quad (2.11.a)$$

Fragilitatea crește odată cu creșterea densității materialului de măcinat ρ , cu creșterea modului de elasticitate E și în special cu creșterea vitezei de ciocnire v , dar în schimb scade cu scăderea lungimii golurilor (lungimea defectelor) λ și cu creșterea "forței critice de propagarea fisurii" P_{crit} .

Forma materialului de măcinat influențează în special factorii C_2 respectiv C_3 , pe când mărimea particulelor, în cazul că ele se aseamănă geometric, nu are nici o influență.

Faptul că o particulă se ciocnește mai des de o altă particulă sau de suprafețele de ciocnire ale morii, depinde de geometria morii și de concentrația materialului de măcinat în moară X (definită ca raport dintre volumul materialului de măcinat din camera de măcinare și volumul camerei de măcinare) H. Rumpf, prelucind legea de distribuție a lui Maxwell pentru distribuția vitezelor, a dedus "o lungime medie a drumului parcurs" Λ de particulele de măcinat, având diametrul granulelor k , obținind relația

$$\Lambda \approx \frac{k}{6 \sqrt{2 X}} \approx \frac{k}{10 X} \quad (2.12)$$

Când Λ depășește cu mult distanțele dintre suprafețele de ciocnire ale morii, apar cu preponderență ciocniri între materialul de măcinat și suprafețele de ciocnire, iar când Λ este mai mare apar mai frecvente ciocnirile dintre particule.

În timpul dintre ciocniri mișcarea particulelor în moară este influențată hotărâtor de mediul înconjurător. Reducind considerațiile doar la particule sferice legea de deplasare a centrului de greutate a particulei este :

$$\begin{aligned} \frac{dW_s}{dt} = \bar{v} - \frac{\rho_g}{\rho} \frac{3}{4} \frac{C_n}{k} \sqrt{(W_s - W_g)^2} (W_s - W_g) - \\ - \frac{\rho_g}{\rho} \frac{3}{4} C_q \bar{\Omega} \times (W_s - W_g) \end{aligned} \quad (2.13)$$

unde: $W_s, W_g, \rho, \rho_g, \bar{v}, k, C_n, C_q, \bar{\Omega}$ și t sînt mărimi prezentate inițial. Semnul \times înseamnă produs vectorial. Coeficienții C_n și C_q depinde și de cifra Reynolds $Re = \sqrt{W_s - W_g} \cdot \frac{k}{\nu_g}$ și de viscozitatea cinematică a gazului ν_g . Vectorul $\bar{\Omega}$ este o funcție de ν_g și t , ce se rezultă din condiția că modificarea la tensiune trebuie să fie egală cu momentul de frecare față de aer a particulei. Dacă în același timp apar și variații de densitate,

ecuația de deplasare devine și mai complicată. Chiar dacă pentru un caz particular ea ar putea fi rezolvată cu un efort matematic deosebit, este totuși imposibil să se urmărească matematic mișcarea tuturor particulelor dintr-o moară. Pot fi totuși deduse unele cunoștințe generale din ecuația (2.13) și pot fi rezolvate unele cazuri particulare deosebite.

Sub influența accelerației gravitaționale o particulă atinge, într-un gaz în stare de repaus, o viteză finală de cădere așa numita viteză de plutire W_s . În cazul cifrelor Reynolds mici $Re = kW_s/\nu_G \ll 1$. Coeficientul de rezistență pentru bile este $C_n = \frac{24}{Re}$. Forța volumetrică datorată accelerației gravitaționale g și portanței $g \cdot \rho_G/\rho$ este $|\bar{t}_v| = g [1 - (\rho_G/\rho)]$. Cu aceasta viteză de plutire devine:

$$W_s = \frac{\rho - \rho_G}{\rho_G} \cdot \frac{k^2}{18\nu_G} \cdot g \approx \frac{\rho}{\rho_G} \cdot \frac{k^2}{18\nu_G} \cdot g \quad (2.14)$$

Pentru situațiile în care W_s este cu mult mai mică decât viteza gazului ($W_s/W_G \approx 0,1$) asupra particulelor predomină influența variațiilor statice ale vitezei. Influența greutății particulei și a portanței particulei se rezumă doar la domeniile vitezelor mici de curgere și la domeniile puțin turbulente, deci în special la stratul limită. Totodată aceste acțiuni pot deveni foarte neplăcute pentru funcționare, prin apariția unor depuneri, care la rîndul lor influențează considerabil curentul principal.

Din ecuația (2.14) rezultă că influența forțelor volumetrice (greutate și portanță) scade odată cu scăderea diametrelor particulelor k și cu creșterea raportului densităților ρ_G/ρ . Particulele mici se accelerează repede pînă cînd ating aproape viteza de deplasare a gazului. Diferențe esențiale dintre valoarea și direcția vitezelor prafului fin și a gazului apar doar la schimbări bruște de direcție. Grosimea stratului limită, pentru morile cu ciocane este de 10^{-3} m. Din această cauză sfărîmarea particulelor, cu dimensiuni sub 1 mm prin ciocniri pe suprafețe este practic imposibilă, deoarece particulele din stratul limită sînt aproape complet frînate și prin această solicitare în momentul ciocnirii nu mai este suficientă pentru sfărîmare. Măcinarea în continuare se mai realizează doar, prin ciocniri și frecare între particule cu condiția că gazul accelerează particulele pînă la o viteză suficient de mare. La finețea de măcinare necesară pentru arzătoarele de praf de cărbune W_s și S_0 sînt suficient de

mari încît sfărîmarea prin ciocnire nu provoacă nici un fel de greutate.

Aşa cum s-a arătat, praful fin în drumul său în jurul ciocanelor din moară, parcurge traiectoria de circulație a gazului. Deci mult mai puțin material de măcinat revine ciocanelor decît rezultă din calculul volumului de atingere a ciocanelor și a concentrației materialului de măcinat în camera de măcinare. Volumul de atingere a ciocanelor este sărac în praaf datorită circulației gazului în fața ciocanelor. H.Rumpf a construit diagrama gradului de desprăfuire ϵ după datele diverșilor cercetători. Conform acestor curbe, curbele date de W. Sell, pot fi approximate prin următoarele relații :

- pentru o placă plană, la care direcția de curgere este transversală

(2.15)

$$\epsilon_{\text{placă}} = \left(\frac{b}{B_{\text{placă}}} \right) \approx \frac{4,5 (So/B)^{4/3}}{1 + 4,5 (So/B)^{4/3}}$$

- pentru un cilindru circular atacat transversal de circuitul fluidului.

$$\epsilon_{\text{cil}} = \left(\frac{b}{B_{\text{cil}}} \right) \approx \frac{2,4 (So/B)^{4/3}}{1 + 2,4 (So/B)^{4/3}} \quad (2.16.a)$$

In cazul ciocnirii unei particule de o placă, în faza de comprimare a ciocnirii, materialul de măcinat cu masa m înmagazinează energia:

$$A = \frac{mV^2}{2} \quad (2.17)$$

Această energie este prin urmare la dispoziția sfărîmării. La ciocnirea a două particule de mărime diferită ($m_1 < m_2$) cu o viteză relativă V s-a înmagazinat în faza de compresie energia A^x conform legilor ciocnirii mecanice.

$$A^x = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \frac{V^2}{2} \quad (2.18)$$

In realitate dispunem doar de energia A

(2.18.a)

$$A' \approx \frac{m_1}{2} \frac{v^2}{2}$$

livrată la ciocnirea a două corpuri de aceeași mărime și masă m_1 . Aceasta se explică prin faptul, că datorită vitezei finite de deplasare a ciocnirilor, în cazul ciocnirii elastice, fama de comprimare a corpului mai mic este deja încheiată înainte ca unda de compresie să parcurgă corpul mai mare.

Din această energie A' doar o cantitate neglijabilă, este înmagazinată sub formă de energie a suprafețelor limită în suprafața nou formată. Cea mai mare parte, a acestei energii servește pentru deformarea materialului în cadrul "volumului de solicitare" precum și pentru producerea unor oscilații mecanice, care însă se amortizează repede, datorită frecărilor interne. Prin urmare lucrul mecanic utilizat se transformă în cea mai mare parte în căldură; doar mai puțin de 1% este utilizat pentru mărirea suprafețelor. Lucrul mecanic necesar pentru sfărîmare pe unitate de masă, A_z se poate descrie cu ajutorul legilor de sfărîmare, care pot fi prezentate unitar sub următoarea formă. Lucrul mecanic specific dA'_z necesar micșorării diferențiate a granulelor dk este proporțional cu o putere j a diametrului granulei k .

$$\frac{dA'_z}{dk} = - C_4 k^j \quad (2.19)$$

În cazul legii de sfărîmare a lui Rittinger $j = - 2$, cea ce înseamnă că lucrul mecanic specific este :

(2.20)

$$A'_z = C_4 \left(\frac{1}{k_1} - \frac{1}{k_0} \right) = C_5 \Delta 0$$

deci este proporțional cu creșterea specifică a suprafeței $\Delta 0$; k_0 și k_1 sînt diametrele granulelor înainte și după sfărîmare, iar C_5 o constantă.

După Kish $j = - 1$, deci

(2.20.a)

$$A'_z = C_6 (\ln k_0 - \ln k_1)$$

ceea ce înseamnă, că lucrul mecanic de sfărîmare specific se modifică proporțional cu modificarea relativă a mărimei granulelor.

F.Hanig a reușit să clarifice contradicția aparentă dintre legile lui Rittinger și Kish. F.Hanig a arătat că în cazul în care predomină solicitările la tracțiune este aproximativ vala-

bilă legea lui Kick, pe cînd în cazul sfărîmării prin presiune și ciocnire a minereurilor casante și nu prea dure, care prezintă multe goluri, este valabilă legea lui Rittinger.

În cazul granulației extrem de mici a materialului de măcinat, lucrul mecanic de sfărîmare crește chiar mai rapid decît este de așteptat după legea lui Rittinger, creșterea suprafeței rămînînd constantă.

Mai amintim și legea de sfărîmare a lui F.C.Bond, a cărei rezultate se situează între Rittinger și Krich și care în anumite cazuri dă rezultate deosebite de bune. După Bond $j = -\frac{3}{2}$ astfel încît pentru lucrul mecanic specific rezultă expresia

$$A_2^i = 2 C_7 \left(\frac{1}{\sqrt{k_1}} - \frac{1}{\sqrt{k_0}} \right) \quad (2.20.b.)$$

Pentru cercetarea teoretică a proceselor de sfărîmare dintr-o moară pe baza comportării particulelor individuale ar trebui să se cunoască exact pentru fiecare particulă următoarele mărimi: compoziția, structura inclusiv dimensiunile golurilor, repartiția golurilor, geometria corpului, puterea critică de propagare a fisurii precum și rezultatul sfărîmării funcție de sollicitare, condițiilor inițiale de mișcare a particulelor în moară, de traseul de circulație al gazului. Datorită faptului că despre toate aceste mărimi, avem în principiu doar cunoștințe statistice, considerațiile privind mișcarea și comportarea la rupere a unei particule individuale, ne dau o imagine asupra proceselor de măcinare și permit elaborarea unor ipoteze utilizabile la dezvoltarea unor metodologii practice de calcul, dar care nu contribuie nemijlocit la rezolvarea problemelor tehnice privind construcția și funcționarea mașinilor de măcinare.

Deci la metodologiile practice de calcul, nu se va porni de la comportarea particulei individuale, ci se va considera materialul de măcinat drept un material mai mult sau mai puțin omogen, a cărui proprietăți sînt caracterizate de valori statistice medii. Un astfel de procedeu este foarte normal în probleme tehnice.

2.2.4.-Coeficientii capacității de măcinare a cărbunilor și determinarea lor.

Coeficientul capacității de măcinare (k_m) este o valoare care caracterizează proprietățile de măcinare ale materialelor friabile. Cărbunele face parte dintre materialele elastice și

friabile.

Prin coeficientul capacității de măcinare se înțelege raportul dintre consumul de energie pentru măcinarea unui cărbune " etalon " și al unui sort anume de cărbune, pentru starea de umiditate a aerului uscat și a sfărâmării lor pînă la dimensiunea egală cu finețea de măcinare necesară.

Pentru determinarea capacității de măcinare a cărbunilor se utilizează drept cărbune etalon, cărbunele cel mai dur, respectiv antracitul.

Dacă E_{et} și E_x reprezintă consumul de energie pentru măcinarea cărbunelui etalon și a sortului x de cărbune, atunci coeficientul capacității de măcinare va fi:

$$k_m = \frac{E_{et}}{E_x} \quad (2.21)$$

Cu cît cărbunele este mai moale, cu atît E_x este mai mic și prin urmare valoarea absolută a lui k_m este supraunitară. Pentru cărbuni foarte duri avem $k_m < 1$

Pentru determinarea lui k_m , cărbunele se macină după reguli bine stabilite și în condiții în care se respectă cu strictețe compoziția granulometrică inițială a probei și umiditatea sa.

Coeficientul capacității de măcinare se determină mai ales prin trei metode.

a.-Prima metodă constă în măcinarea probelor de cărbune egale în greutate și pentru aceleași consumuri de energie (pentru un timp de măcinare egal sau pentru același număr de rotații ale morii).

Terminarea coeficientului capacității de măcinare după această metodă se bazează pe următoarele considerații.

Relația dintre variația fineței de măcinare și timpul necesar pentru măcinare la separarea ideală a cantității de praf gata preparat este dată de ecuația caracteristicii granulometrice:

$$R_x = 100 \cdot e^{-b x^n} \quad \% \quad (2.22)$$

în care: $b = k_0 \cdot k_m \cdot P_1 \cdot t$, unde :

k_0 este un coeficient care ține seama de tipul instalației de măcinare;

k_m - coeficientul capacității de măcinare a combustibilului x ;

P_1 - kw/t puterea necesară pentru măcinarea unei unități de cărbune ;

t - timpul de măcinare în ore

n - coeficientul de polidispersie sau de uniformitate a structurii prafului care depinde de tipul morii și de sortul de cărbune.

În moara care funcționează fără ventilație, dependența dintre R_x și diferiți parametri ai măcinării se exprimă prin relația:

(2.23)

$$R_x = 100 e^{- (Ax \cdot k_x \cdot t)^p} \quad \%$$

în care: $A_x = k_0 x^n P_1$

p - este un exponent care depinde de tipul morii

Logaritmînd expresia (2.23) se obține :

$$\left(\ln \frac{100}{R_x} \right)^{\frac{1}{p}} = A_x k_x t \quad (2.24.)$$

Dacă în aceleași condiții are loc măcinarea cărbunelui " etalon " atunci pentru acesta rezultă:

$$\left(\ln \frac{100}{R_{et}} \right)^{\frac{1}{p}} = A_x k_{et} t \quad (2.25)$$

Ca urmare, pentru determinarea coeficientului capacității de măcinare în cazul unui t identic se va utiliza expresia:

$$\left\{ \frac{\ln \frac{100}{R_x}}{\ln \frac{100}{R_{et}}} \right\}^{\frac{1}{p}} = \frac{k_x}{k_{et}} = k_m \quad (2.26)$$

Deoarece se ia $k_{et} = 1$, atunci

$$k_x = k_m = C \left(\ln \frac{100}{R_x} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (2.27)$$

în care

$$C = \left(\frac{1}{\ln \frac{100}{R_{et}}} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (2.28)$$

În expresiile de mai sus R_x și R_{et} sînt refuzurile pe sitele date, rămase după timpul t de măcinare pentru un cărbune x și pentru cărbunele etalon.

Pentru materialele omogene coeficientul capacității

de măcinare nu depinde de timpul necesar pentru măcinare. Pentru amestecuri, valoarea coeficientului capacității de măcinare variază în funcție de durata măcinării.

Raportul $\frac{k_x}{k_{et}} = k_m$ caracterizează, de asemenea, raportul consumurilor de energie la aducerea probelor de cărbune x și a celor etalon la aceeași finețe de măcinare. Într-adevăr, dacă $R_x = R_{et}$, atunci din ecuațiile (2.24) și (2.25) se deduce că :

$$A_x k_x t_x = A_x k_{et} t_{et} \quad (2.29)$$

sau dacă se consideră că $A_x = k_0 x^n P_1$, se poate scrie :

$$k_x E_x = k_{et} E_{et} \quad (2.30)$$

în care $E_x = P_1 t_x$ și

$$E_{et} = P_1 t_{et}$$

din care pentru $k_{et} = 1$, rezultă :

$$k_m = k_x = \frac{E_{et}}{E_x} \quad (2.31)$$

Metoda de determinare a coeficientului capacității de măcinare a cărbunelui, pe baza unui consum egal de energie consumată pentru măcinare și când se obțin valori ale fineței finale de măcinare R_x și R_{et} diferite se folosește de către Institutul termotehnic Unional (VTI din URSS) precum și de Hardgrow (SUA).

După metoda VTI, cărbunele se macină într-o moară de laborator de porțelan, cu diametrul de 270 mm și cu lungimea de 210 mm avînd volumul de 12000 cm³. În tambur se introduce 8 kg. de sfere de porțelan, dintre care 6 kg cu diametrul de 35 mm și 2 kg cu diametrul de 15 mm. Gradul de umplere al tamburului cu sfere este de circa 50 %. Turația tamburului este de 41,4 rot/min.

Moara se încarcă cu o cantitate de 500 gr de cărbune care are umiditatea aerului uscat și o dimensiune a granulelor de 2,36 - 3,33 mm. Cărbunele se macină timp de 15 min sau în timpul necesar efectuării a 622 rotații. Folosirea turației în locul timpului permite a se obține rezultate mai precise.

Materialul măcinat este trecut prin cinci site cu

ochiuri de 200, 120, 88, 75 și 60 μ timp de 20 min. Drept cărbune etalon se ia sortul de antracit care după 15 min. de măcinare dă $R_{et} = 70\%$.

Coefficientul capacității de măcinare după metoda VTI se calculează din expresia:

$$k_{m}^{VTI} = \left(\frac{1}{\ln \frac{100}{70}} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\ln \frac{100}{R_{x88}} \right)^{-\frac{2}{3}} = 2 \left(\ln \frac{100}{R_{x88}} \right)^{-\frac{2}{3}} \quad (2.32)$$

La metoda Hardgrow, cărbunile se macină într-o moară cu bile, avînd 8 bile cu un diametru de 25,4 mm. Proba de cărbune de 50 g și granulația de 0,59 - 1,16 mm se macină în decurs de 3 min, iar după aceasta se trece prin site. Drept cărbune etalon se utilizează un cărbune moale.

Coefficientul capacității de măcinare după metoda Hardgrow se calculează cu ajutorul expresiei.

$$k_{m}^{Hard} = 13 + 6,93 \cdot d \quad (2.33)$$

în care d - este debitul trecut prin sita de 74 μ în gr.

b.-A doua metodă de determinare a coeficientului capacității de măcinare constă în faptul că probele de cărbune preparate în același fel, se macină pînă cînd se obține o finețe de măcinare egală :

Deoarece diferiți cărbuni necesită consumuri de energie diferite, pentru a obține un același R , atunci, pentru a determina coeficientul capacității de măcinare după această metodă se utilizează fie raportul dintre consumurile de energie necesare, fie niște valori proporționale cu acestea (timpul de măcinare sau numărul de rotații al morii).

Cînd valorile $R_x = R_{et}$, și simplificînd ecuația (2.29) cu A_x , rezultă :

$$k_x t_x = k_{et} \cdot t_{et} \quad (2.34)$$

de unde, în cazul în care $k_{et} = 1$

$$k_m = k_x = \frac{t_{et}}{t_x} \quad (2.35)$$

După această metodă, Biroul minier din SUA determină coeficientul capacității de măcinare.

9.- A treia metodă de determinare a coeficientului capacității de măcinare constă în măcinarea unor cantități de cărbuni egale sau diferite, într-un timp diferit.

Coeficientul capacității de măcinare a cărbunelui determinat prin această metodă este raportul dintre debitele morii care macină cărbunele cercetat și cărbunele etalon.

Dacă se presupune că, pentru măcinarea unei probe b_x , în timpul de măcinare t_x , se obține debitul de praf D_x prin sita x cu un refuz pe sită R_x , atunci debitul morii va fi egal cu

$$C_x = \frac{(100 - R_x) b_x}{100 t_x} = \frac{D_x b_x}{100 t_x} \quad (2.36)$$

Analog, se obține pentru cărbunele etalon :

$$C_{et} = \frac{D_{et} \cdot b_{et}}{100 t_{et}} \quad (2.37)$$

Coeficientul capacității de măcinare a cărbunelui x se poate determina sub forma raportului :

$$k_x = k_x = \frac{C_x}{C_{et}} = \frac{D_x b_x t_{et}}{D_{et} b_{et} t_x} \quad (2.38)$$

Dacă $D_x = D_{et}$ și $b_x = b_{et}$, atunci rezultă :

$$k_x = \frac{t_{et}}{t_x} \quad (2.39)$$

Astfel, metoda descrisă nu se deosebește principial de metoda precedentă.

Metoda respectivă este utilizată de către Institutul Central de Cazane și turbine (T K T I) din URSS.

Compararea coeficienților capacității de măcinare determinați după metodele arătate se poate face cu ajutorul diagramei din fig. 2.5.

În condițiile industriale, măcinarea cărbunelui se efectuează cu un alt conținut de umiditate și cu altă compoziție granulometrică inițială decât cele din condițiile existente în laborator, din care cauză trebuie aduse corecțiile respective coeficientului capacității de măcinare.

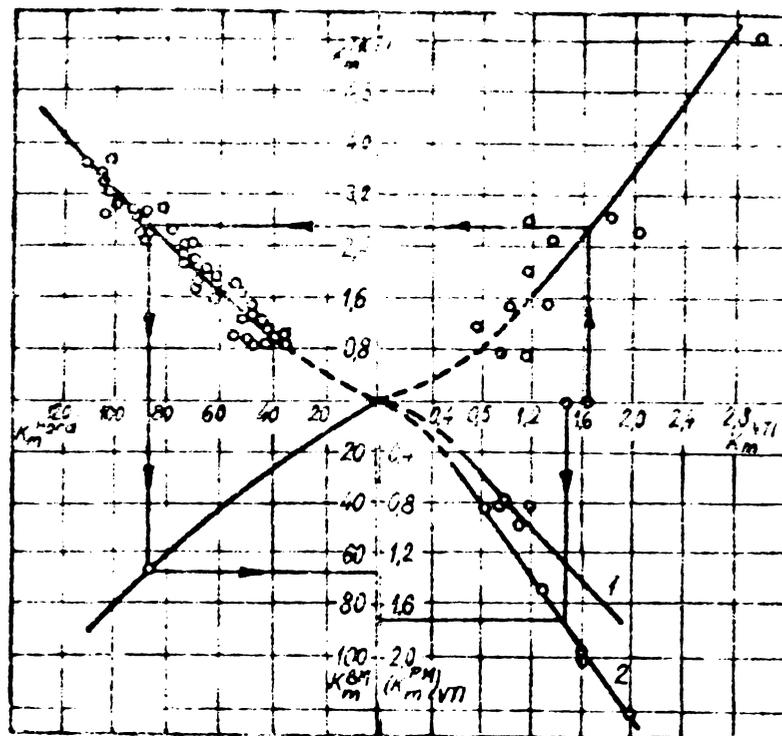


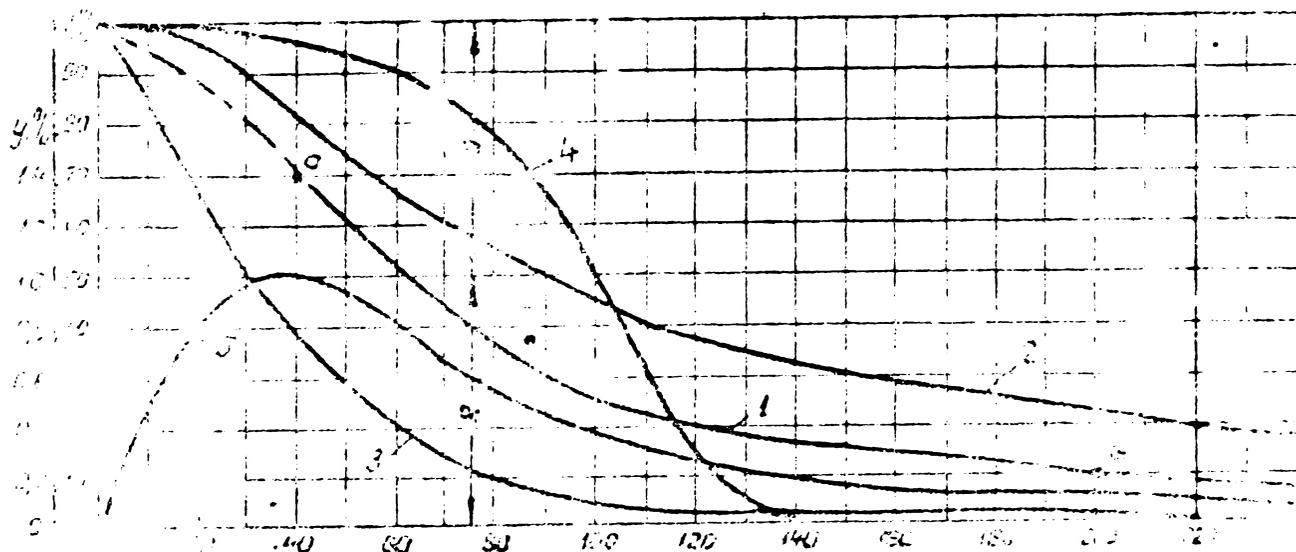
Fig. 2.5. Dependenta dintre coeficientii capacității de măcinare, determinați prin metodele: VTI (k_m^{VTI}), TKTI (k_m^{TKTI}), Hardgrove ($k_m^{Hardgrove}$), Sircoului minier (k_m^{BM}) și PM-VTI (k_m^{PM-VTI}) VTI. 1 - Cărbune brun și șisturi; 2 - Antracit și huiă

2.2.5.-Caracteristicile de granulație ale prafului de cărbune

Rezultatele cernerii prafului de cărbune se reprezintă grafic. În acest scop pe axa absciselor se înscriu dimensiunile particulelor (adică dimensiunea ochiurilor sitelor), iar pe axa ordonatelor - rezidurile totale pe sitele corespunzătoare. Caracteristicile de granulație obținute în aceste coordonate se numesc curbele rezidurilor totale. Pentru trasarea lor pe graficul de tipul celui arătat pe fig. 2.6 se înscriu valorile rezidurilor totale de pe sitele corespunzătoare, obținute ca rezultat al cernerii. Legând punctele experimentale printr-o curbă lină, se obține o caracteristică incompletă a granulației prafului, limitată de dimensiunile ochiurilor sitei celei mai mici și celei mai mari folosite la cernere (porțiunea ab - curba 1)

În limita cu dimensiunea zero a ochiurilor este evident că praful nu va trece prin sită. De aceea toate curbele rezidurilor totale intersectează întotdeauna axa ordonatelor în punctul g (R = 100 %) .

Curbele rezidurilor totale arată cîte particule mai mari sau mai mici decît dimensiunea dată sînt cuprinse în praf.



Caracteristica granulară a prafului

1 - caracteristica incompletă granulară a prafului; 2 - caracteristica granulară a prafului brut; 3 - caracteristica granulară a prafului fin; 4 - caracteristica granulară a prafului foarte fin; 5 - curba de distribuire a granulelor până la 200 μ.

Astfel, de exemplu rezidul total pe sită 90 μ pentru praful a cărui caracteristică este reprezentată pe fig. 2.6. de curba 1 egal $R_{90} = 32\%$ înseamnă că 32% din praful dat (după greutate) este format din particule cu dimensiunea mai mare de 90 μ, iar cealaltă parte de praf în cantitate de $D = 100 - 32 = 68\%$ (după greutate) este formată din particule de praf mai mici de 90 μ.

Curbele rezidurilor totale dau de asemenea o reprezentare directă despre finețea relativă a prafului. Astfel, cu cât curba trece mai sus, cu atât ea corespunde unui praf mai mare. De exemplu, curba 1 caracterizează praful mare ($R_{90} = 32\%$ și $R_{200} = 10\%$). Curba 2 amplasată mai sus de curba 1, corespunde unui praf și mai mare ($R_{90} = 50\%$, $R_{200} = 22\%$) iar curba de mai jos corespunde prafului fin ($R_{20} = 8\%$, $R_{200} = 0\%$).

Ca rezultat al prelucrării materialului experimental numeros referitor la caracteristicile de granulație ale prafului s-a demonstrat că aceste curbe se scriu sub formă de egalitate de tipul ecuației (2.22)

$$R_x = 100 - e^{-bx^n}$$

unde R_x - rezidul total de praf pe orice fel de sită, %

x - dimensiunea ochiului de la sita dată,

b, n - coeficienți constanți care depind de finețea prafului, sortimentul de cărbune și tipul morii

Valorile coeficientului b oscilează în limitele de la 0,1 pînă la 0,0025. Coeficientul n , numit coeficient de polidispersie sau de uniformitate a structurii prafului, depinde de tipul morii și al separatorului de praf, de sortimentul combustibilului măcinat și altele. De exemplu, pentru morile cu ciocane valorile n se schimbă de la 0,6 la 1,8 pentru moara cu bile de la 0,7 la 1,3 etc. La măcinarea combustibilului în morile fără separator, indicele n depinde în principal de sortimentul combustibilului măcinat și nu de metoda de măcinare a lui.

În ecuația (2.22) necunoscutele sînt coeficienții b și n . Acestea se determină după rezultatele cernerii prafului prin două site, întrucît în această împrejurare se obțin două ecuații cu două necunoscute. După valorile constantelor b și n aflate în felul acesta se poate calcula rezidul de praf pe oricare sită, sau se poate trasa curba caracteristicii de granulație totală a prafului.

În funcție, în primul rînd, de tipul instalației de măcinare și de separatorul de praf, valoarea coeficientului n în ecuația (2.22) este diferită. De aceea în aceste cazuri se pot obține reziduri diferite pe site de 200μ la același reziduri pe sită de exemplu de 90μ . În caz special, cînd valoarea $n = 0,86$ se obține următoarea funcție aproximativă între rezidurile de pe sitele de 200μ și 90μ

$$R_{90} \approx 10 \sqrt{R_{200}} \% \quad (2.40)$$

În fig.2.7. este prezentată nomograma pentru determinarea valorii coeficientului de polidispersie n în ecuația caracteristicii de granulație a prafului după rezidurile totale de pe sitele, cel mai mult folosite, de 90 și 200μ sau pentru evaluarea rezidului de praf pe una din aceste site după rezidul de pe alta și indicele n .

În acest caz, ca și în alte calcule teoretice se folosesc în mod convențional valoarea n constantă în toată gama de variație a caracteristicii de granulație. Dar practic coeficientul n este constant în gama de cernerii ale prafului efectuate de obicei ($x = 60 - 200\mu$), adică cu caracteristica lui incompletă. Pentru alcătuirea prafului cu dimensiuni mai mici de 60 și mai mari de 200μ , coeficientul n se schimbă pe măsura reducerii

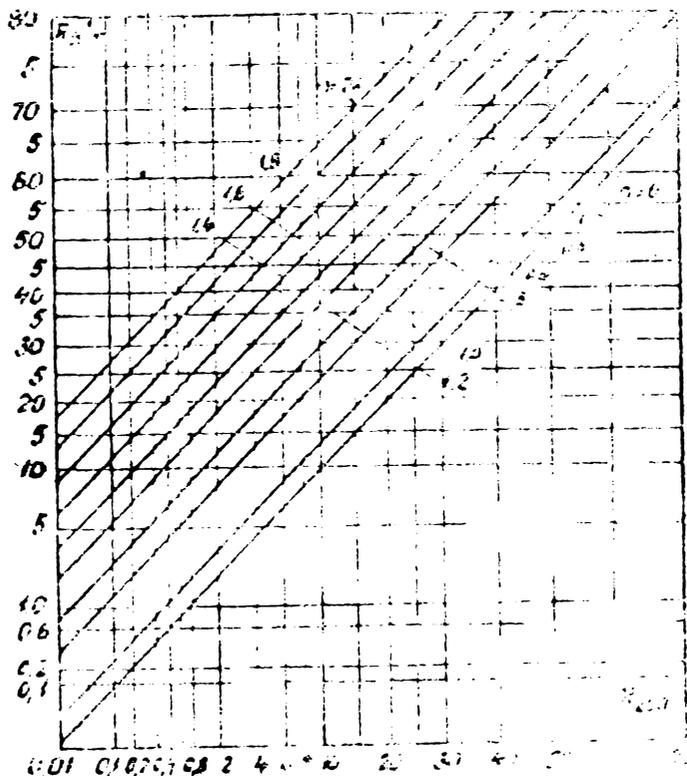


Fig. 2.7. Nomogram - diagrama de determinare a coeficientului n în funcție de dimensiunile particulilor.

sau măririi dimensiunilor particulelor.

Mărimea pierderilor din cauza arderii incomplete în focar depinde în principal de cantitatea particulelor mari din praf. Din nomogramă (fig. 2.7) se vede că la același reziduu pe sită de 90μ conținutul procentual al particulelor mari va fi mai mare în praful cu uniformitate mai mică, adică cu valoarea coeficientului n mai mică. De aceea pentru arderea prafului, care se caracterizează printr-o valoare mare a n , se poate admite un reziduu mare pe sita de 90μ și obține aproximativ aceleași pierderi din arderea incompletă mecanică ca și la arderea prafului având reziduu mai mic pe sită de 90μ , dar mai puțin uniformă în ceea ce constă fracțiunile.

În afară de aceasta, mărinđ valoarea n la același reziduu de praf pe sită, de exemplu de 90μ , teoretic suprafața ei va fi mai mică și în mod corespunzător va fi mai mic consumul specific de energie electrică pentru măcinare. De aceea în exploatare este necesar a se căuta obținerea prafului cu valoarea maxim posibilă a indicelui, n .

Caracteristica de granulație a prafului de cărbune

se poate analiza cu ajutorul funcției de distribuție a particulelor de praf ROSIN - RAMMLER - BENNET care a fost stabilită experimental pe baza unor date obținute pentru cărbune și substanțe friabile și este reprezentată în nomograma din fig. 2.8.

ROSIN și RAMMLER au propus formula

$$R(x) = 100 e^{-bx^n} \% \quad (2.41)$$

iar BENNETT a introdus modificarea

$$R(x) = 100 e^{-\left(\frac{x}{x_0}\right)^n} \% \quad (2.42)$$

unde $R(x)$ - restul pe sita cu ochiuri de X mm , %

x - dimensiunea particulei examinate (în fapt dimensiunea ochiului sitei) , mm ;

x_0 - dimensiunea "modul" corespunzătoare unui rest de 36,8 % , mm ;

Adică, pentru $x = x_0$ $x/x_0 = 1$ și $R = \frac{100}{e} = 36,8 \%$

n - coeficientul de neuniformitate

Logaritmiind de două ori și eliminând constantele, se obține

$$\ln \ln \frac{1}{R(x)} = n (\ln x - \ln x_0) \quad (2.43)$$

adică ecuația unei drepte cu panta n într-un sistem de coordonate în care abscisa este o nouă logaritmică (dimensiunile ochiurilor) iar ordonata este o scară dublu logaritmică a unei valori reciproce (restul pe sită)

La construirea nomogramei din fig. 2.8 se au în vedere următoarele :

a.-Pe ordonată se figurează valorile reciproce

b.-Scriind, pentru două valori ale resturilor pe site diferite

$$\ln \ln \frac{1}{R(x_1)} = n (\ln x_1 - \ln x_0)$$

$$\ln \ln \frac{1}{R(x_2)} = n (\ln x_2 - \ln x_0)$$

sau pentru R în %

$$\ln \ln \frac{100}{R(x_1)} = n (\ln x_1 - \ln x_0)$$

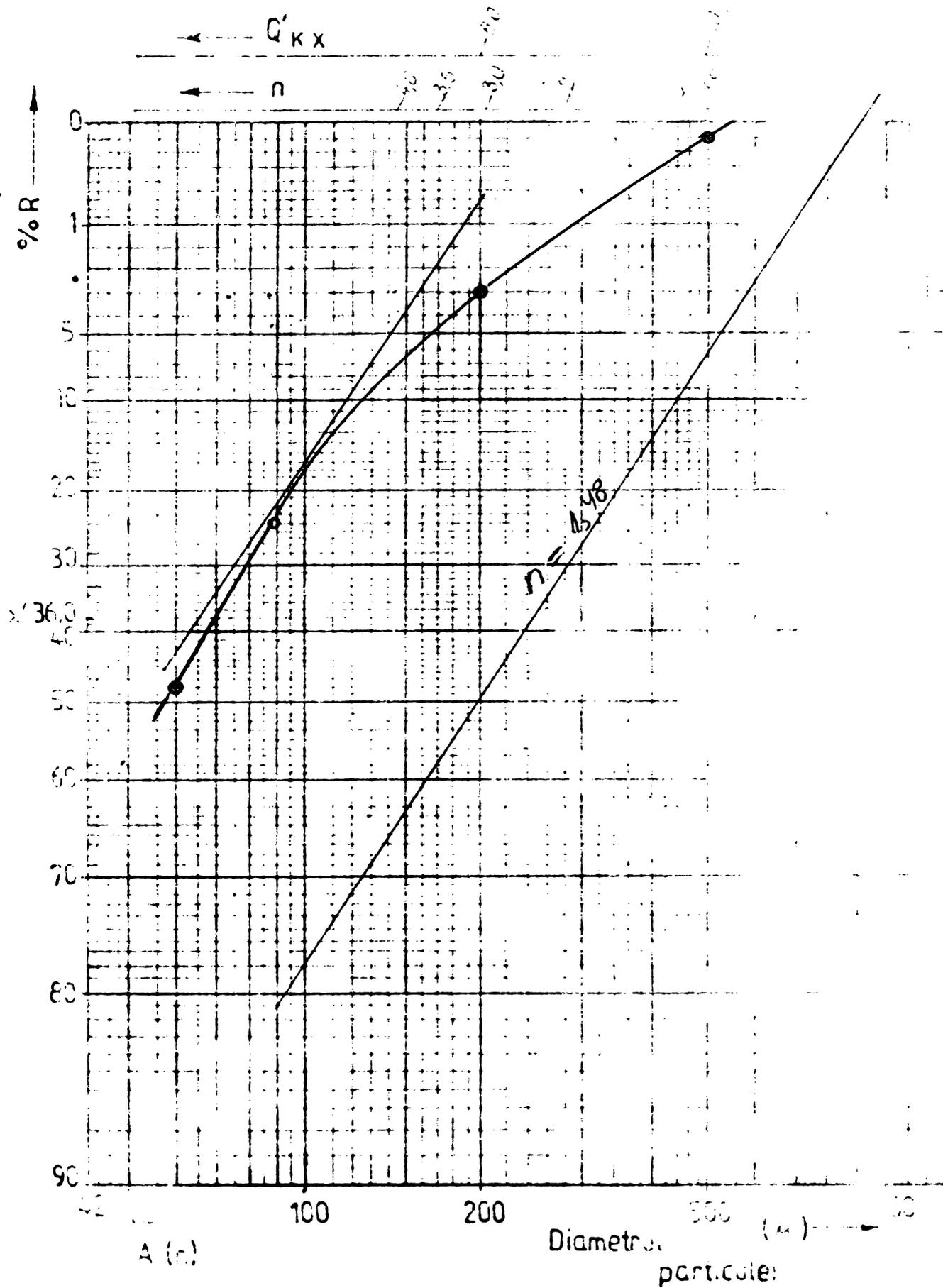


Fig. 2.8 Curbă granulometrică după Rosin - Rammler - Bennet.

$$\ln \ln \frac{100}{R(\bar{x}_2)} = n (\ln x_2 - \ln x_0)$$

rezultă :

$$n = \frac{\ln \ln \frac{100}{R(\bar{x}_1)} - \ln \ln \frac{100}{R(\bar{x}_2)}}{\ln x_1 - \ln x_2} \quad (2.44)$$

c.-Deci panta "n" a dreptei din diagrama RRB poate fi determinată prin două puncte (două resturi) în diagramă.

d.-Cum însă dreptele paralele au aceeași pantă, pentru aprecierea acesteia este suficientă o singură diagramă vectorială.

Deci :

1.-Polul A (n) are oră poziție oarecare, indiferentă de axele R și X

2.-Scara "n" se construiește prin puncte:

- la orizontala lui A (n) n = 0
- la verticala lui A (n) n = ∞

Avantajul este acela de a putea trasa curba caracteristică a unei pulberi doar cunoscând două sorturi, ca o dreaptă care trece prin cele două puncte cunoscute. În realitate, curba caracteristică a prafului, reprezentată ca rezultat al rosturilor pe mai multe site, nu este o dreaptă, ci o curbă cu concavitatea în jos.

De exemplu, (fig. 2.8) o probă de praf prelevată la moara 1 A₁ de la CTR.Mintia, este caracterizată de resturile:

$$\begin{aligned} R_{0,060} &= 48 \% \\ R_{0,088} &= 24,5 \% \\ R_{0,200} &= 3,1 \% \\ R_{0,500} &= 0,1 \% \end{aligned}$$

Determinarea coeficientului "n" se poate face cu ajutorul scării de pe latura superioară și de pe cea dreaptă a formularului. Pentru dimensiunea dorită (de ex. 90 μ) se duce o tangentă la curba granulometrică în punctul cu abscisa 90 μ. Apoi, se duce prin polul A (n) o paralelă la această tangentă. Se obține n = 1,48 .

Aria specifică a particulelor dintr-un sistem poli-

dispersa se calculează cu formula lui KIESSKALT și MATZ.

$$F = \frac{\Phi(n)}{\gamma x_0} \quad (2.45)$$

unde γ = greutatea specifică a prafului, g/cm^3
 x_0 = dimensiunea modul, mm

$$\Phi(n) = \frac{6,39 \cdot e^{1,795/n^2}}{\gamma x_0} \quad (2.46)$$

Se poate constata că totul depinde de trei valori din care două (x_0 și n) se găsesc în diagrama R.B.

Relația (2.46) este valabilă pentru particule sferice.

Notînd :

$$O'_k = \Phi(n) \cdot \gamma$$

rezultă:

$$O'_k x_0 = 6,39 \cdot e^{\frac{1,795}{n^2}} \quad (2.47)$$

deci acest produs depinde doar de "n". Scara $O'_k x_0$ va fi paralelă cu cea a lui "n" și se va grada prin puncte.

Cunoscînd $O'_k x_0$, suprafața reală specifică a prafului polidispers se determină cu relația :

$$O = \frac{f}{\rho} \cdot \frac{O'_k \cdot x_0}{x_0} \quad m^2/kg \quad (2.48)$$

unde O - aria specifică a prafului (F), m^2/kg
 f - factor de formă (pentru praf de cărbune 1,75)
 ρ - densitatea (pentru praf de cărbune 1,3 kg/dm^3)
 x_0 - dimensiunea "modul" a particulelor, corespunzătoare

$$R = 36,8 \%$$

Pe scara paralelă cu scara coeficientului "n" se citește valoarea $O'_k x_0$ (14,7), deci

$$O = \frac{1,75}{1,3} \cdot \frac{14,7}{0,072} = 274,84 \quad m^2/kg \text{ praf}$$

2. 3 . Exploziile prafului de cărbune în circuitele de măcinare de la centralele electrice.

Circuitele de măcinare din centralele termoelectrice sînt unul din elementele cu cele mai mari pericole de explozie, atît ca număr de explozii, cît și ca mărime a pagubelor provocate. O pondere mare asupra exploziei o are tipul cărbunelui care se prelucrează în circuitul de măcinare.

Baza de formare a exploziei este combinarea materialului combustibil, dispersat în aer, pornind de la aprinderea inițială. Materialul combustibil este praful de cărbune sau gazele combustibile care rezultă prin descompunerea termică și prin măcinarea cărbunelui. Scînteile sînt considerate un mijloc de inițiere a aprinderii gazelor ca și stratul de cărbune arzînd sau încălzirea stratului de la instalația tehnologică. Cele de mai sus reprezintă o condiție necesară, dar nu și suficientă. Pentru producerea exploziei este necesar ca materialul combustibil să fie dispersat (omogen) în aer (în oxigenul aerului) să varieze în anumite concentrații ce se află între limita inferioară și cea superioară de explozibilitate.

2.3.1.-Cauzele de apariție a ^(exploziei) prafului de cărbune.

Inițierea (dacă este vorba de scînteile) trebuie să aibă o anumită energie, mai mare decît energia minimă de aprindere. Dacă energia de inițiere este mai mică decît această valoare nu poate avea loc aprinderea norului de praf sau a amestecului de gaze și deci nici explozia. Energia minimă de aprindere pentru praful de cărbune nu este o valoare constantă, ea fiind funcție de concentrația și de granulația prafului, cu alte cuvinte, o concentrație de praf (optimă), pentru care energia necesară exploziei este minimă. În cazul cărbunelui aceste concentrații variază între 700 și 1200 g/ m³, iar energia minimă de aprindere este în jur de 0,3 J. Aceste mărimi sînt variabile și este necesar ca ele să fie stabilite pentru fiecare sort de cărbune dat. O situație asemănătoare apare în cazul gazelor explozibile. În cazul gazului metan, energia minimă de aprindere cu scînteie electrică este $E = 0,28 \text{ mJ}$, iar în cazul hidrogenului $E = 0,02 \text{ mJ}$. Prin mărirea sau micșorarea concentrației optime, valorile energiei de aprin-

dere se măresc. Din valorile menționate rezultă că energia necesară pentru aprinderea norului de praf este ^{cca} de 10^4 ori mai mare decât energia necesară pentru aprinderea amestecului de hidrogen. De aici urmează și rezultatul practic, în cazul apariției scîntelilor. Scînteia prafului de cărbune, zburătoare, abia aprinde norul de praf, în schimb aprinde ușor amestecul de gaze.

Alte posibilități de aprindere a amestecului combustibil apar ca urmare a încălzirii amestecului și a aprinderii straturilor depuse. În primul caz, reacția are loc uniform în tot volumul. În al doilea caz se acumulează, mai întâi, căldura în straturile depuse, ca urmare a evacuării ei insuficiente. În acest fel, apare după un anumit timp, aprinderea straturilor de praf. Temperatura de aprindere a straturilor de praf variază între 120 și 300°C și este funcție de sortul prafului de cărbune. Temperatura de aprindere a amestecului în stare involburată este mult mai mare, ea variază între 450 și 750°C și este funcție de sortul de cărbune utilizat. Deoarece temperaturile de aprindere a prafului de cărbune în stare depusă sînt mai mici pentru unele sorturi de cărbune, decât temperatura de exploatare din jurul morii, este necesar a se acorda o grijă mărită acestei stabiliri. Straturile depuse se pot aprinde datorită temperaturii de exploatare putînd apărea degajări de gaze explozibile ca : CO , CH_4 și H_2 , dar aici pot apare și focare de incendiu. Pericolul se mărește dacă se întrerupe livrarea de cărbune brut la moară, dacă se micșorează viteza aerului portant (al prafului) și dacă se mărește conținutul de apă din cărbunele brut.

a.-Influenta concentratiei de praf asupra mării exploziei.

După cum s-a menționat, pentru apariția exploziei este necesar ca gazul explozibil, eventual praful, să fie uniform dispersat în aer, iar valoarea concentrației să oscileze între limita inferioară și cea superioară a explozibilității. Limita inferioară limitează apariția exploziei ca fiind material combustibil insuficient, iar limita superioară din cauza lipsei de oxigen. Limita inferioară a explozibilității la praf, care este dată în g/m^3 , este funcție de granulație, umiditate, mărimea de inițiere, omogenitate, presiunea și temperatura norului de praf. Limita inferioară a prafului de cărbune se stabilește experimental, iar valorile ei oscilează în limite largi (după sortul prafului de carbune)

de la 36 g/m^3 pînă la valori mai mari ca 700 g/m^3 . Limita inferioară a explozibilității prafului de cărbune se reduce, dacă granulația prafului este mai fină, umiditatea mai mică, inițierea mai mare, temperatura și presiunea norului mai mare. La gazele care apar în timpul măcinării și uscării cărbunelui, de exemplu CO, CH₄ și H₂ limitele inferioare sînt următoarele : CO - aer = 12,5 % ; CH₄ - aer = 5,3 % ; H₂ - aer = 4 %. În cazul gazelor se ajunge, din punctul de vedere al stabilității limitei inferioare a explozibilității, la aceleași modificări ca în cazul prafului.

Prin mărirea concentrației de praf sau de gaze se mărește parametrii de explozie, precum și presiunea de explozie și viteza de creștere a presiunii. Caracteristica parametrilor de explozie are alură ascendentă pînă la punctul de concentrație optimă. Depășind acest punct, curba va avea tendința descrescătoare pînă la punctul limitei superioare de explozibilitate. Caracteristicile descrise sînt menționate în figura 2.9 pentru cărbune brun, iar pentru amestecul de CH₄ - aer, în figura 2.10.

Limita superioară pentru praful de cărbune oscilează după sortul de cărbune, în limitele $800-1800 \text{ g/m}^3$ la gaze:

CO - aer = 74 % ; CH₄ - aer = 14,9 % , hidrogen = 75%

Rezultă că la funcționare stabilă apare concentrația de praf necesară pentru explozia de pe traseul moară - separator-ciclon.

b.- Apariția gazelor în circuitul de măcinare, în timpul măcinării prafului de cărbune.

În timpul încălzirii cărbunelui la temperaturi mari, precum și în timpul încălzirii cărbunelui simultan cu măcinarea lui în mediu cu depresiune, din cărbunele brut se degajă, pe lîngă vaporii de apă și gaze explozibile. În timpul experienței cu cromatograful de gaze cînd gazul s-a obținut prin încălzirea de lungă durată a cărbunelui brun(lignit) la temperaturi de 80°C , 160 la 180°C și 240 la 250°C s-a stabilit că:

a.-La temperatura de 80°C , în gazul emis s-au observat numai urme de metan și de alte hidrocarburi inferioare.

b.-La temperatura de $160^{\circ}-180^{\circ}\text{C}$, se observă o degajare mică de gaz metan.

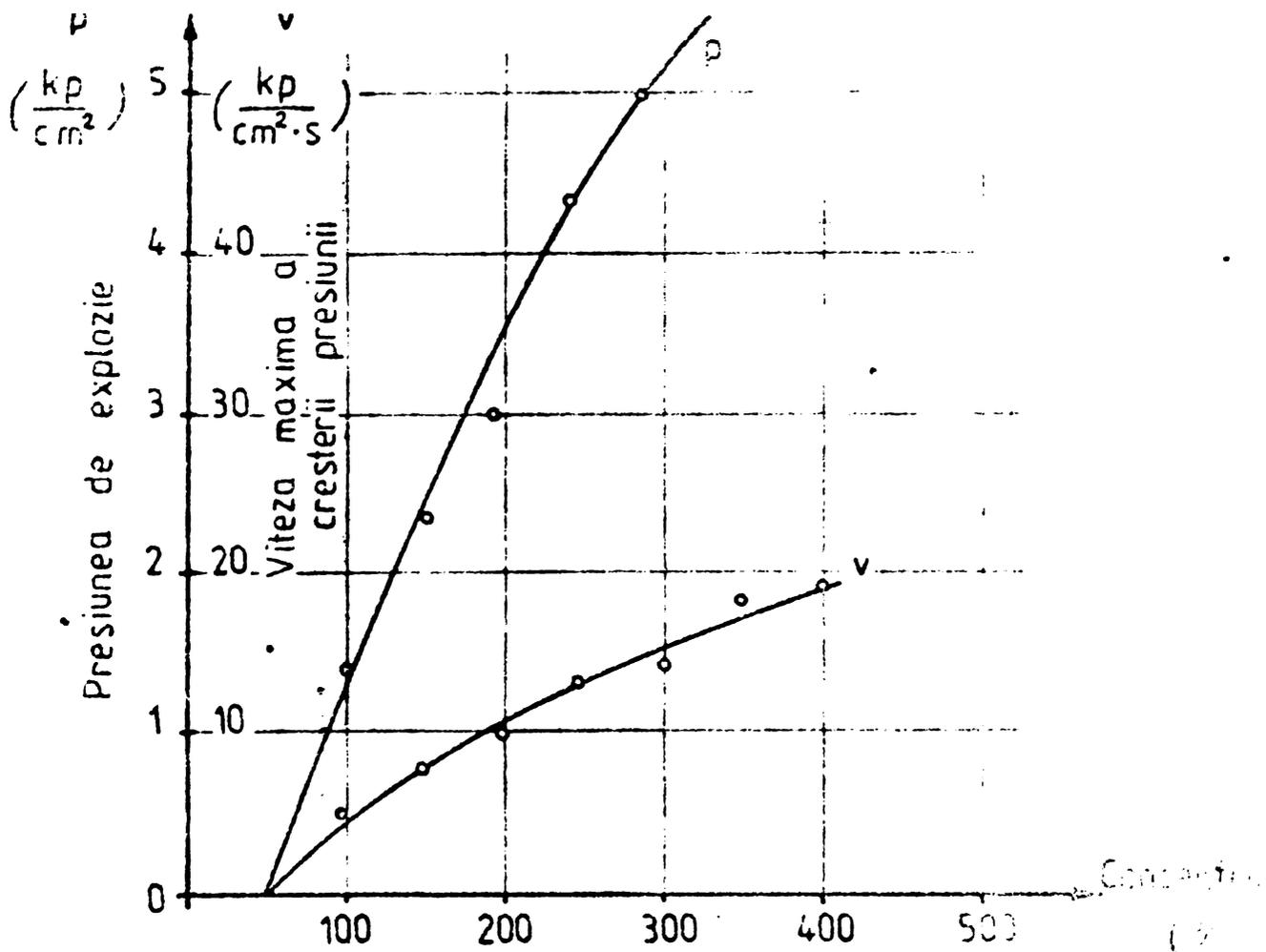


Fig. 2.9 Caracteristica parametrilor de explozie pentru praful de cărbune.

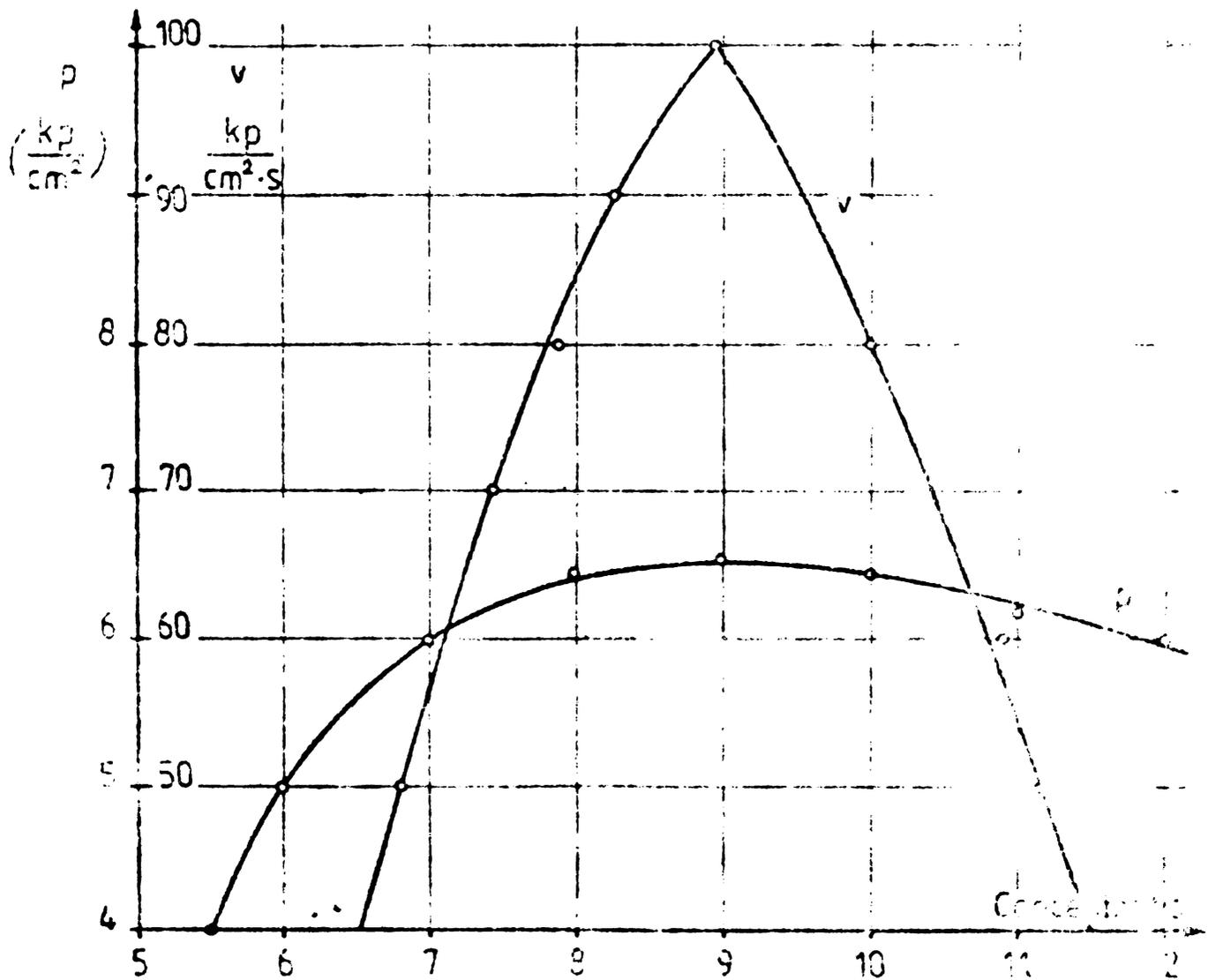


Fig. 2.10 Caracteristica parametrilor de explozie pentru amestecul CH₄-aer.

c.- La temperatura de 240° - 250° C, are loc o degajare foarte intensă de gaz metan

În mod semănător, prin încălzirea probei de hullă s-a stabilit că la temperatura de 600° C, în decurs de 12 minute se degajă un gaz compus din $CO_2 = 10,1\%$; $CO = 9,3\%$; $H_2 = 20\%$; $CH_4 = 43,6\%$. Rezultatele experimentului indică deci, apariția gazelor explozibile în circuitul de măcinare. După temperaturile de exploatare se poate presupune că degajarea gazelor în timpul exploatării are loc numai în zona din fața morii, unde temperaturile sînt mai mari de 240° C și asta mai ales dacă se formează straturi în această zonă. O anumită cantitate de gaze se degajă în zona morii propriu-zisă. Aici contribuie concasarea și măcinarea cărbunelui în depresiune, la o temperatură de $130 - 230^{\circ}$ C.

Stări defavorabile apar la ventilarea morii și după oprirea circuitului cînd, datorită cantității mici de aer, se formează concentrația explozibilă de gaze. Dacă în instalația circuitului de măcinare se află focare ^{de} încălzire în straturile depuse, degajarea de gaze este mai mare.

g.-Influența gazului combustibil asupra proprietății explozive a prafului de cărbune.

În cercetările de laborator efectuate pînă în prezent au avut loc experiențe de explozii numai cu praf separat, eventual cu gaz separat. Din acest motiv s-au făcut experiențe cu amestecuri formate din trei componente: praf explozibil- gaz explozibil- aer. Un mare număr de asemenea combinații apare îndeosebi, în componența concretă praf de cărbune-aer-gaz metan. Experiențele de explozie au avut loc în autoclava sferică cu volum de 250 litri, iar rezultatele sînt prezentate în fig. 2.11.

Din experiență rezultă că prezența gazului explozibil chiar în cantitate mică, influențează substanțial atât limita inferioară de explozie, cît și parametrii de explozie.

Parametrii cei mai înalți de explozie se obțin, dacă în amestecul prafului de cărbune apare cel puțin 5% gaz metan. Din acest motiv este necesar a se urmări în instalație, unde este posibil, apariția prafului de cărbune și a gazului metan în componența gazelor chiar sub limita inferioară a explozibilității gazului. Din cele de mai sus rezultă că 5% gaz metan în aer repre-

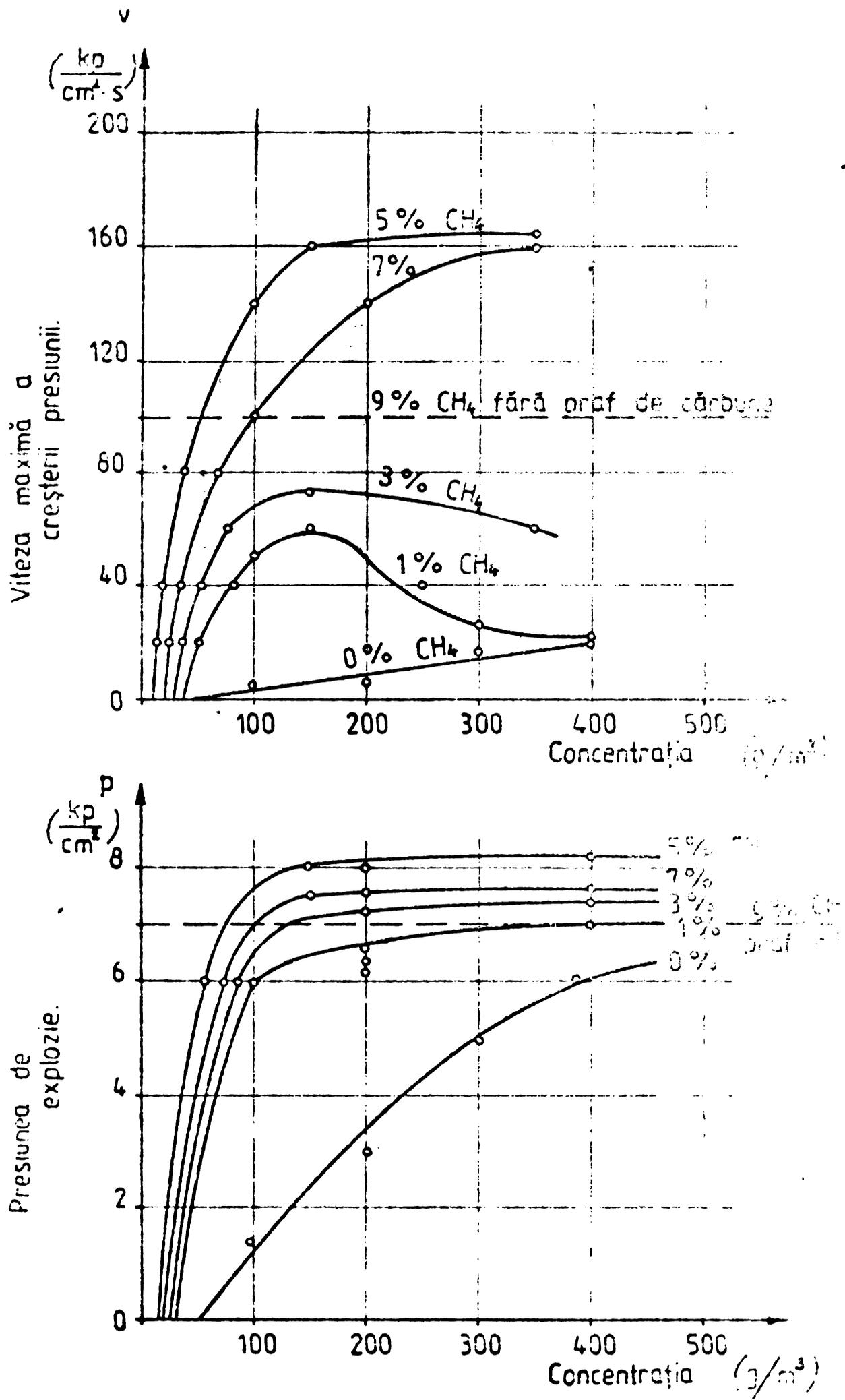


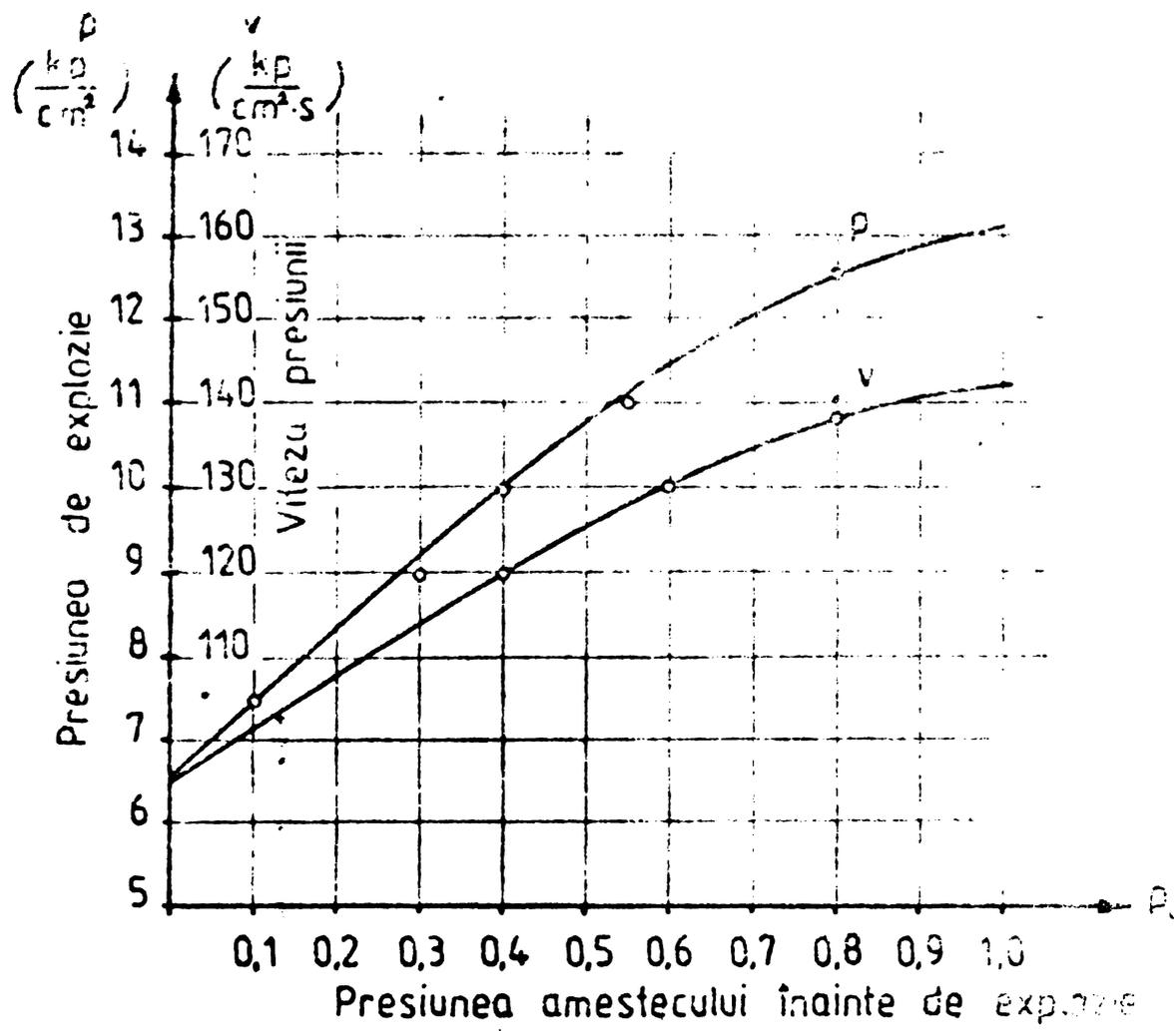
Fig. 2.11 Caracteristica de explozie a amestecului praf carbune- CH_4 -aer.

sintă limita inferioară de explozibilitate. Abia în acest raport, amestecul gas metan - aer începe să devină explozibil. Amestecul format din trei componente cărbune- gas metan - aer ars, la conținutul de 5% gas metan, maximul său de parametri de explozie, care depășește substanțial parametrii celui mai explozibil amestec de gas metan în aer.

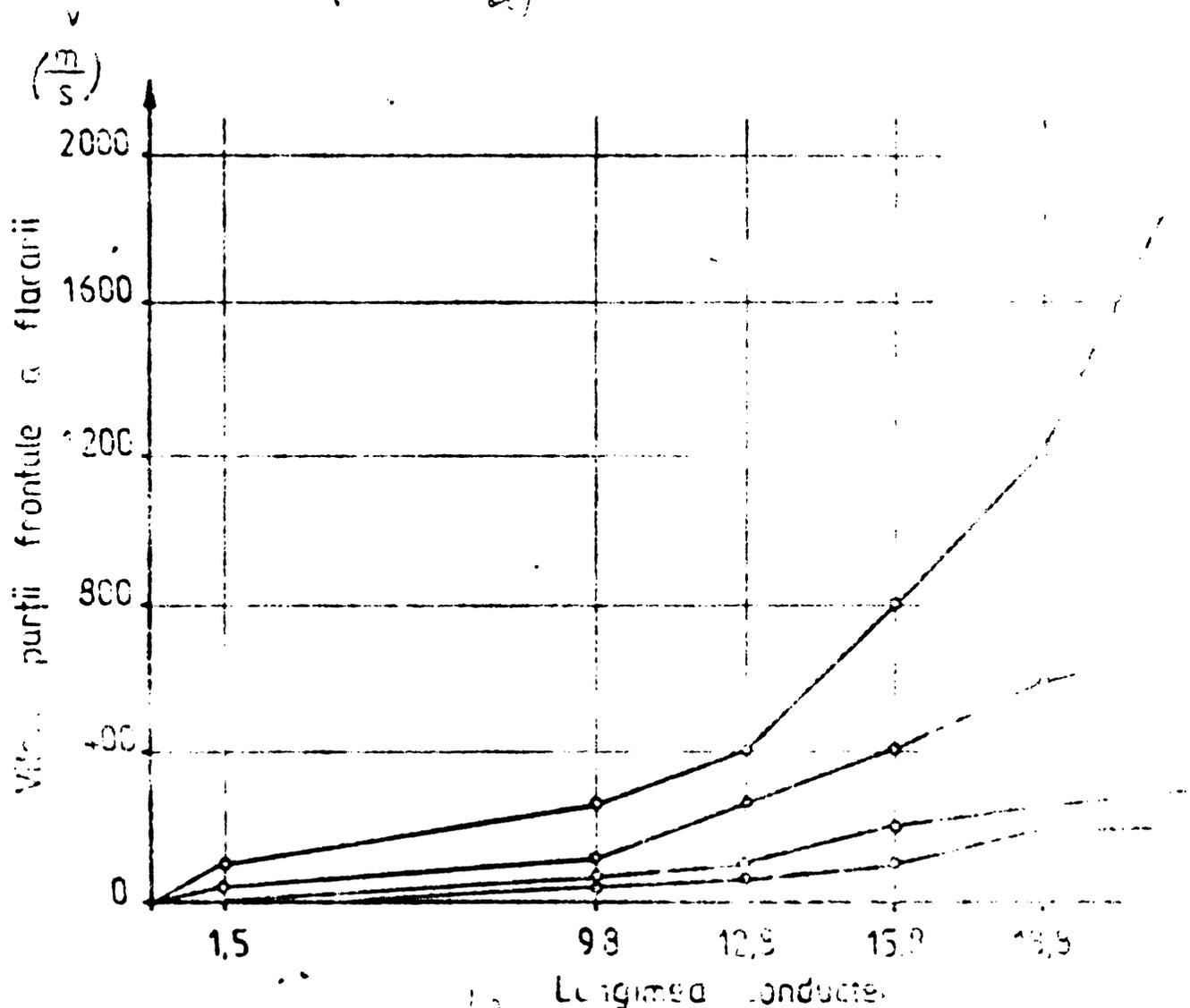
d.-Influența comprimării amestecului explozibil.

Această influență nu este legată nemijlocit de exploatare normală a circuitului de măcinare, deoarece alura presiunii din instalație diferă foarte puțin de presiunea barometrică. Acțiunea mai evidentă a comprimării amestecului se manifestă asupra instalației, în timpul exploziei. Deoarece instalația este un circuit de rezervoare cubice și conducte legate în serie-paralel apare pericolul influenței susmenționate. Dacă apare, de exemplu, reacția de explozie a amestecului de aer-gas metan la începutul circuitului, în zona morii și dacă aceasta se propagă către separator, se ajunge la o comprimare a amestecului explozibil în acesta. Partea frontală a flăcării care urmează după unda de presiune, inițiază amestecul deja precomprimat. Resultatul exploziei într-o asemenea zonă este că se obțin parametri de explozie mult mai mari decât la amestecul necomprimat. Influența comprimării rezultă din fig. 2.12 unde sînt prezentate valorile parametrilor de explozie ai amestecului aer - gas metan comprimat, înainte de explozie, la diferite valori.

Cauza măririi continue a vitezei în conductele lungi este comprimarea progresivă a amestecului de gaze în fața părții frontale a flăcării. Ca urmare a undelor de comprimare se ajunge la mărirea presiunii din fața părții frontale a flăcării. Fiecare din undele următoare de comprimare se propagă în mediul îngust, împingînd unda anterioară ei. Cu ocazia cercetării undelor elementare individuale s-a constatat că ele accelerează consecutiv alura presiunii pînă se formează unda caracteristică de șoc. Apariția undei de presiune are ca urmare comprimarea bruscă și creșterea temperaturii gazului. Cînd temperatura din unda de șoc va fi suficient de mare apare o stare nouă, stabilă a extinderii reacției de detonație. În acest caz transformarea energiei de la un strat la altul se face prin reacție chimică și nu pe calea procesului lent de transfer al căldurii. Viteza detonației se măsoară în m/s.



a)



b)

Fig. 2.12 Influența comprimării amestecului exploziv.

În figura 2.12 este prezentată alura desfășurării nestaționare a arderii amestecului de gaze în conducta de $\varnothing 360$ mm. Este vorba despre amestecul aer - gaz metan în concentrație volumică de 9%, amestec aer-hidrogen în concentrație volumică de 33% și amestec de praf de cărbune brun (lignit) în concentrație de 200 g/m^3 . Concentrațiile sînt optime în toate cazurile. Din figură rezultă că în cazul inițierii curente a gazului metan nu este complet posibil ca viteza părții frontale a flăcării să depășească la o distanță de 22 m, valoarea de 1000 m/s . În cazul inițierii amestecului aer-hidrogen se obține, la aceeași distanță, viteza de 2100 m/s . Presiunea asupra pereților conductei, în zona acestei viteze, oscilează între 28 și 32 kgf/cm^2 . Starea descrisă mai sus poate apare și la punerea în funcțiune a circuitului de măcinare.

2.3.2. Măsuri pentru reducerea pericolului de explozie în circuitele de măcinare a prafului de cărbune.

Una din primele măsuri este utilizarea combustibilului corespunzător care se macină în circuitul de măcinare. Pentru circuitele de măcinare este necesar ca praful de cărbune să aibă valorile superioare de inițiere în starea depusă și anume peste 150°C și, de asemenea, valorile superioare ale limitei inferioare de explozibilitate să fie peste 200 g/m^3 . O altă cale pentru micșorarea numărului de explozii constă în eliminarea inițierii, prin limitarea depunerii straturilor de praf de cărbune în zone expuse termic, adică în zonele de la moară pînă la ieșirea din separator, care duc la formarea focarelor calde. De aceea este necesar ca la instalație să nu apară ieșituri (coturi moarte) fante între flanșe etc.

Depunerea straturilor are loc la o viteză mică a fluxului, cauzată de pierderile de presiune, de manevrarea incorectă sau de funcționarea a clapelor de reglaj și altor organe. Depresiunea din focarul cazanului poate cauza, de asemenea, inițierea mediului explozibil din circuitul de măcinare. Această situație apare, de obicei, la pornirea sau la oprirea circuitului de măcinare. În cazul de față este vorba despre țîșnirea flăcării din cazan în conducta de praf în momentul cînd viteza în conductă este mică. În practică există un număr mare de cazuri, cînd conducta spre arzător este plină cu amestec explozibil, ca urmare a descompunerii termice a cărbunelui (în zona morii și în fața ei) ames-

tec care se aprinde foarte ușor, fie de la flacăra țigănită, fie de la scînteia din interiorul morii.

O măsură comodă de preîntîmpinare a exploziei este utilizarea gazelor arse ca inertizare de exploatare a întregului circuit de măcinare (circuit de măcinare și gaze arse). Această măsură este eficace cît timp se reduce conținutul de oxigen în circuit sub așa - numitul conținut limită de oxigen. În cazul acestei limitări nu are loc, într-adevăr, explozia pentru că în amestec este oxigen insuficient pentru ardere. Dacă însă, circuitul de măcinare nu este etanș și aspiră aer din atmosferă sistemul devine nesigur și se ajunge la explozie. Nesiguranța mare apare, mai ales, în perioada opririi și a pornirii circuitului de măcinare, eventual în timpul reglării temperaturii din interiorul circuitului de măcinare cu ajutorul aerului rece. Aceasta este valabilă și pentru circuitul de măcinare cu gaze arse inertizante și mai ales cu aer fierbinte. Această perioadă se poate depăși cu ajutorul inertizării străine, de exemplu cu abur de inertizare. Inertizarea circuitului de măcinare cu CO₂ nu este economică, iar din punctul de vedere al exploatării este greu realizabilă.

Ultima măsură constă în utilizarea membranelor de protecție. Cu ajutorul acestui procedeu nu se reduce posibilitatea de apariție a exploziei, ci se micșorează efectele exploziilor.

3.-CONTRIBUTII LA CREȘTEREA SIGURANȚEI ÎN ALIMENTAREA
CU CĂRBUNE A CTE. DE 1260 MW DEVA- MINTIA.

Alimentarea cu cărbune, împreună cu prepararea acestuia sub formă de praf, la centralele termoelectrice de putere mare, care au consumuri orare și zilnice de cărbune foarte mari, ridică probleme deosebit de complexe, determinate de calitatea cărbunilor consumați, de cantitățile mari de cărbune care trebuie descărcate, depozitate sau transportate la buncărele generatoarelor de abur, factori de care depinde în final siguranța și continuitatea în funcționare a termocentralei.

Pe parcursul a peste 12 ani de funcționare al termocentralei Deva-Mintia, dar mai ales în ultimii ani, odată cu schimbarea calității cărbunilor livrați, în alimentarea cu cărbune a acestora au apărut o serie de probleme complexe cu privire la transportul, descărcarea, manipularea și depozitarea cărbunilor, precum și în alimentarea buncărelor, în special în timpul iernii, care au afectat siguranța și continuitatea în funcționare a termocentralei în ansamblu.

În cadrul programului de pregătire pentru doctorat am efectuat o serie de studii și cercetări pentru perfecționarea procesului tehnologic și creșterea siguranței în funcționare a instalațiilor din gospodăria de cărbune, cea mai mare parte din soluțiile adoptate fiind deja aplicate cu rezultate bune.

3.1.-Considerații privind schema de alimentare cu
cărbune a CTE. Deva - Mintia .

Gospodăria de cărbune a termocentralei Deva - Mintia a fost dimensionată inițial pentru asigurarea următoarelor consumuri de cărbune :

- consum mediu orar	576 t.
- consum mediu zilnic	10000 t.
- consum anual	2550000 t

caracteristicile cărbunelui fiind cele din tabelul 3.1.

TABELUL 3.1.

Nr. crt.	Caracteristicile cărbunelui	Simbol	U/M	Mărimea
1.	Granulația cărbunelui brut	-	mm	0 - 80
2.	Greutatea specifică în vrac	γ_v	t/mc	0,95 - 1,2
3.	Umiditatea totală	W_t^i	%	5,2 - 12,0
4.	Conținut de cenușă	A_1	%	25,7 - 43,1
5.	Puterea calorifică inferioară	Q_1	koal/kg	3435 - 3700

Conceptia gospodăriei de cărbune a termocentralei Deva-Mintia este de suprafață, fiind prima termocentrală din țară avînd realizată mecanizarea manipulării cărbunelui cu mașini cu roți cu cupe, a cărei schemă este prezentată în fig. 3.1.

Principalele caracteristici tehnice inițiale ale instalației sînt următoarele :

- a.-Debitul transportoarelor principale $Q = 1000 \text{ t/h}$
- b.-Debitul transportoarelor din depozit $Q = 500 \text{ t/h}$
- c.-Debitul instalației de depozitare a cărbunelui concasat $Q = 600 \text{ t/h}$
- d.-Lățimea benzilor transportoare $B = 1000 \text{ mm}$
(Pentru alimentarea buncărelor) $B' = 1200 \text{ mm}$
- e.-Viteza benzilor transportoare $v = 2,57 - 3,2 \text{ m/s}$
- f.-Granulația cărbunelui concasat $0 - 20 \text{ mm}$
- g.-Capacitatea depozitului de cărbune (pentru înălțime de depozitare de 8 m) 180.000 mc

Descărcarea cărbunelui din vagoane se face prin curgere liberă, pe cele două părți laterale ale unei estacade, tip pod de cale ferată, avînd înălțimea de 8 m și lungimea utilă a frontului de descărcare într-o repriză a 15 vagoane. Sub estacadă se formează un depozit intermediar de 12.000 mc.

De sub estacada de descărcare, cărbunele este preluat de 1-2 mașini de încărcat cu cupe rotative (din 4 montate), deplasabile pe șine, de tipul celei din fig. 3.2, avînd productivitatea de 500 t/h fiecare și descărcat pe sistemul de benzi transportoare 1.1 (fig. 3.1)

Benziile transportoare 1.1 cu un debit unitar de 1000 t/h trec cărbunele pe benzile 1.2 care îl transportă la concasare.

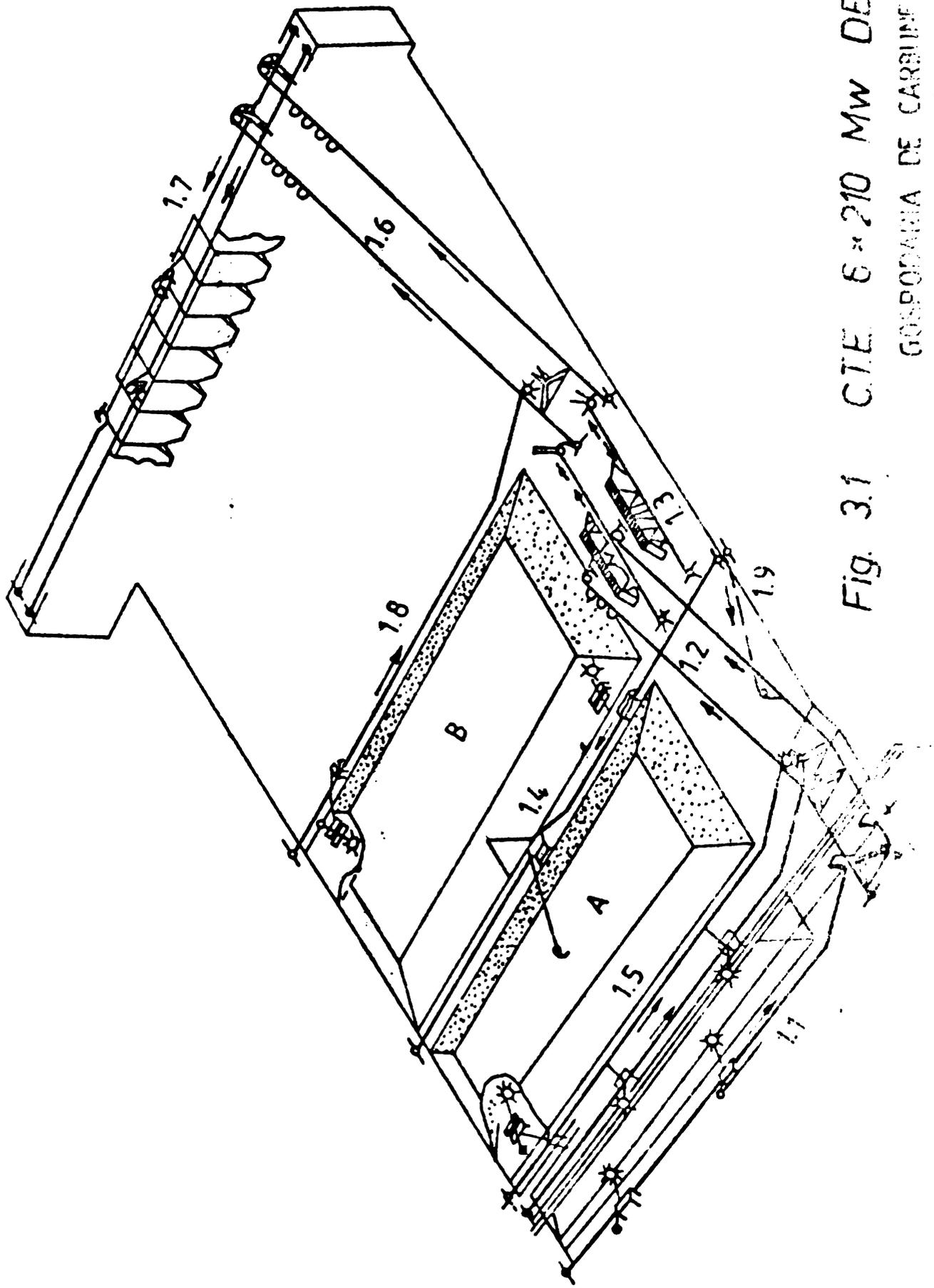


Fig. 3.1 CTE 6x210 MW DEVA
 GOSPODARINA DE CARBUNIF
 — schema inițială —

Prin intermediul unui distribuitor cărbunele este dirijat pe două sortatoare cu bare rotative de 500 t/h fiecare. Cel cu granulație de 0-20 mm cade direct pe benzile 1.3, iar cel de granulație 20 - 80 mm trece prin concasoarele cu ciocane, după care cade tot pe benzile 1.3. Benzile 1.3 de 1000 t/h sînt reversibile și duc cărbunele fie pe benzile 1.6 spre buncăre, fie pe banda 4 reversibilă. Aceasta are posibilitatea transportării cărbunelui în depozit cu o mașină de stivuit de 600 t/h sau de aducere a cărbunelui din depozit în centrală cu banda 1.9.

Preluarea cărbunelui din depozit se face cu două mașini de încărcare cu cupe rotative, pe șenile de 500 t/h fiecare, cu ajutorul benzilor transportoare 1.4, 1.5, 1.8 și 1.9.

Benzile 1.6 și 1.7 de câte 1000 t/h aduc cărbunele la buncărele generatoarelor de abur, descărcarea în buncăre făcîndu-se cu cărucior mobil reversibil.

Pentru eliminarea obiectelor metalice feromagnetice pe benzile 1.2 înainte de concasare și 1.6 spre buncăre sînt amplasate separatoare magnetice cu bandă, precum și detectoare de metale nemagnetice care opresc benzile 1.6.

Comanda și supravegherea instalațiilor gospodăriei de cărbune este realizată centralizat dintr-o cameră de comandă.

Odată cu scăderea puterii calorifice a cărbunelui livrat în ultimii ani, creșterii conținutului de steril și de umiditate, în condițiile funcționării termocentralei cu 6 grupuri, în gospodăria de cărbune au apărut strangulări, care în special iarna pun în pericol continuitatea în alimentarea cu cărbune a generatoarelor de abur, astfel :

a.-Rezerva de transport a cărbunelui concasat la buncăre, proiectată inițial de 100 %, prin realizarea a două fluxuri de benzi identice de 1000 t/h (unul în funcțiune, unul în rezervă) în prezent la funcționarea cu 6 grupuri se dovedește a fi insuficientă, cea mai mare parte din timp funcționînd ambele fluxuri de benzi, lipsind astfel rezerva în caz de oprire accidentală sau de reparații.

b.-Transportarea cărbunelui în vagoane de uz general tip Fads (gondolă), la care în zona boghiurilor cărbunele nu se golește complet fiind necesar a fi împins manual cu lopata circa 40 % din cantitate iar clapele de fund se deschid individual și manual, provoacă dificultăți mari în descărcarea ritmică a trenu -

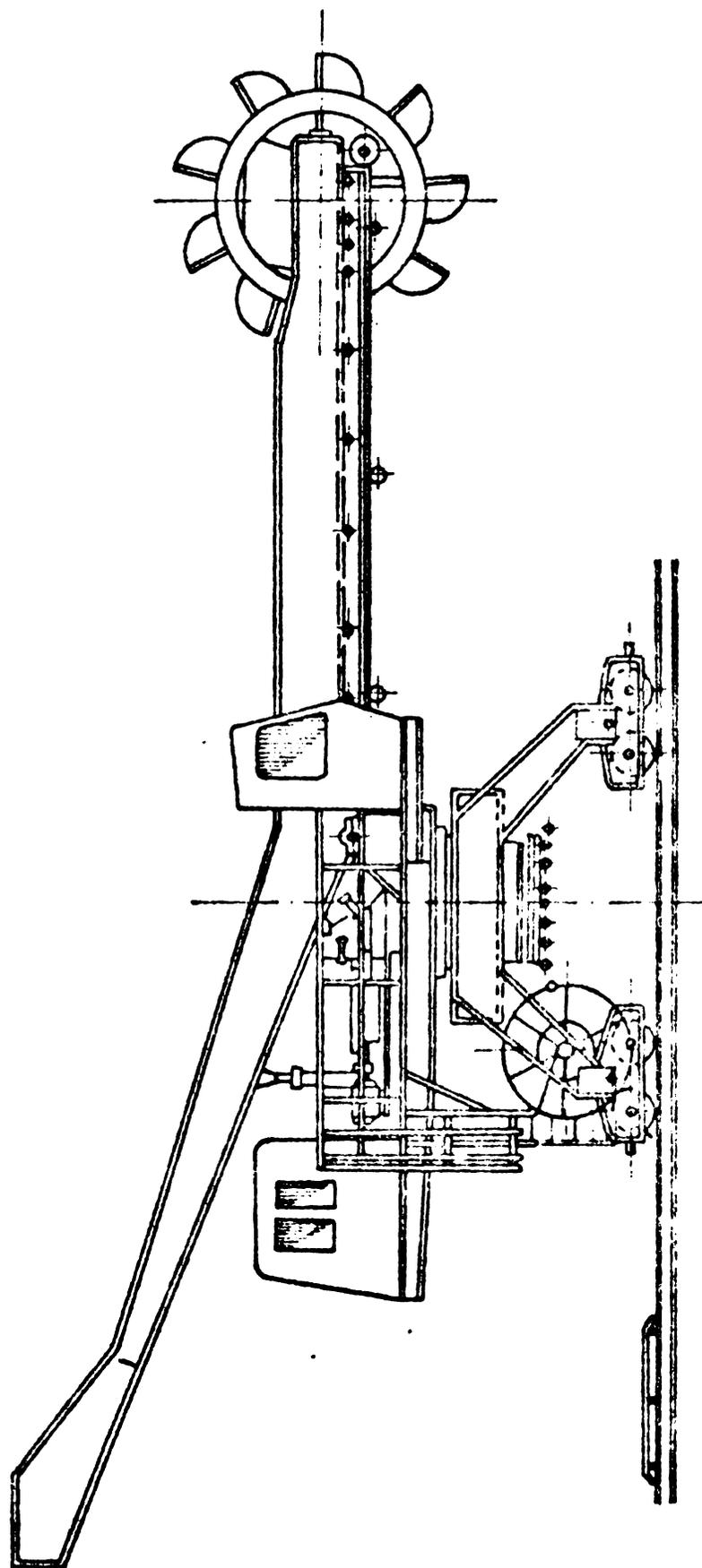


Fig. 3.2 Mașină de încărcat cu cupe rotative deplasabilă pe șine.

rilor navete cu cărbune și un volum însemnat de muncă manuală cu efort fizic deosebit.

e.-In condițiile termocentralei Mintia la care transportul cărbunelui din basinul carbonifer Valea Jiului situat la peste 120 km, se face pe calea ferată, iar mixtele de hullă au umiditatea cuprinsă între 12,7 și 15%, la temperaturi exterioare sub - 5°C se produce înghețarea cărbunelui în vagoane pe timpul transportului, provocând serioase dificultăți la descărcare, immobilizând parcul de vagoane și reducând siguranța în alimentarea cu cărbune a termocentralei.

Pe baza studiilor și cercetărilor pe care le-am efectuat în cadrul programului de pregătire pentru doctorat, am rezolvat cea mai mare parte din dificultățile amintite, soluțiile tehnice aplicate din inițiativă și gândire proprie fiind prezentate în continuare.

3.2.-Contribuții la creșterea siguranței în alimentarea

cu cărbune a centralelor termoelectrice din

R.S. România

3.2.1.-Contribuție la modernizarea schemei gospodăriei de cărbune a CTE.Deva-Mintia.

Dimensionată inițial pentru hullă energetică având caracteristicile din tabelul 3.1, gospodăria de cărbune de la termocentrala Deva-Mintia, trebuie adoptată la noile condiții create de livrarea din basinul carbonifer Valea Jiului a mixtelor de hullă cu puterea calorifică de 2200 - 2600 kcal/kg.

In aceste condiții consumul de cărbune al termocentralei la funcționarea cu 6 grupuri, considerând un indice de utilizare a puterii instalate de 6000 ore/an devine:

- consum maxim orar	937 t/h
- consum mediu zilnic	22500 t
- consum anual	8208000 t

Ținând seama că în funcționarea instalațiilor din gospodăria de cărbune sînt inerente o serie de opriri tehnologice provocate de oprirea fluxului de benzi de către detectoarele de metale nemagnetice, sau pentru trecerea cărucioarelor de descărcare peste buncări ale căror mori sînt oprite, precum și ănele

opriri accidentale datorită apariției unor defecțiuni, sau opriri pentru reparații, capacitatea de transport a benzilor trebuie majorată cu un coeficient de neuniformitate $k = 1,5 - 1,7$ (valoarea maximă corespunzând sezonului friguros). Prin urmare actualele fluxuri de benzi avînd debitul orar de 1000 t/h nu mai pot asigura alimentarea cu cărbune a buncărelor decît în situația în care funcționează ambele fluxuri de benzi permanent.

Debitul maxim de transport Q pe care trebuie să-l aibă fluxul de benzi în noua situație rezultă deci din :

$$Q = B \cdot n \cdot k \quad \text{t/h} \quad (3.1)$$

în care:

$B = 114$ t/h - este consumul de cărbune al unui generator de abur pentru $Q_1 = 2200$ kcal/kg

$n = 12$ - numărul de generatoare de abur

$k = 1,5 - 1,7$ - coeficient de neuniformitate

Cu aceste valori

$$Q = 114 \cdot 12 \cdot 1,6 = 2189 \text{ t/h}$$

Avînd în vedere că rezerva de transport a cărbunelui în centralele termoelectrice, din motive de siguranță și continuitate în alimentare, trebuie să fie de 100 %, rezultă că pe lîngă cele 2 fluxuri de benzi existente a 1000 t/h fiecare este necesară realizarea a încă unui flux de benzi cu o capacitate de 2×1200 t/h.

Transportul cărbunelui din Valea Jiului la termocentrala Deva-Mintia se face cu trenuri navetă compuse din 34 de vagoane a 59 tone totalizînd 2000 tone pe navetă. Deci pentru a asigura consumul mediu zilnic de 22.500 t. mixte de huiță sînt necesare 11 trenuri navetă în 24 ore, fiind necesară descărcarea tot la 2 ore a unei navete. În această situație actuala estacada de descărcare, dimensionată pentru descărcarea a 11.000 tone zilnic, nu mai corespunde, fiind necesară o a doua estacadă.

Odată cu creșterea consumului de cărbune s-a impus și creșterea capacității depozitului de la 180.000 la 600.000 tone pentru a asigura stocul de siguranță pentru circa o lîngă de zile, potrivit ultimelor reglementări, precum și creșterea capacității mașinilor de stivuit și de preluat cărbunele din depozit împreună cu a benzilor transportoare aferente.

Schema din fig. 3.3. cuprinzînd adaptarea gospodăriei de carbune la noile condiții determinate de alimentarea CTE. Devamîntia cu cărbune inferior față de proiectul inițial, la conceperea căreia am avut o contribuție deosebită, soluționează pe deplin toate problemele enunțate.

Mărirea capacității de descărcare a vagoanelor este realizată prin construirea unei estacade noi, paralelă cu cea existentă, avînd frontul de descărcare de 17 vagoane, cu posibilitate de extindere la 34 de vagoane dacă se va considera necesar.

De sub estacada de descărcare, cărbunele este preluat de 1-2 mașini de încărcat cu cupe rotative fabricate în RSR (fiind 4 montate), avînd productivitatea de 1200 t/h fiecare și descărcat pe sistemul de benzi transportoare 2.1.

Benzile transportoare 2.1 cu un debit unitar de 1200 t/h trec cărbunele pe benzile 2.2, spre concasoare. Aici cărbunele este dirijat pe cîte două sortatoare cu bare rotative de 600 t/h fiecare, care rețin granulația mai mare de 30 mm și p transportă la concasoarele cu ciocane de 600 t/h fiecare.

Benzile 2.3. de 1200 t/h sînt reversibile și duc cărbunele fie pe benzile 2.6 spre buncăre, fie pe banda 2.4. reversibilă. Aceasta are posibilitatea transportării cărbunelui în depozitul C sau preluării din depozit în consum cu ajutorul mașinii combinate de stivuit și preluat.

Benzile 2.6 și 2.7 de cîte 1200 t/h aduc cărbunele la buncărele generatoarelor de abur, descărcarea în buncăre făcîndu-se cu cărucior mobil reversibil.

Schema nouă a gospodăriei de carbune, în comparație cu cea actuală prezintă următoarele avantaje:

a.-Realizează al doilea flux independent de alimentare a buncărelor cu două posibilități:

- alimentarea grupurilor 4, 5 și 6 sau
- alimentarea grupurilor 5,6 și 7,8 în cazul extinderii termocentralei la profilul de 1680 MW.

Prin aceasta, solicitarea fluxului actual de benzi care deservește 6 grupuri se reduce substanțial crescînd siguranța și continuitatea în alimentarea cu carbune.

b.-Asigură în mai mare măsură realizarea unui amestec controlat de sorturi de carbune care se depozitează sau intra în

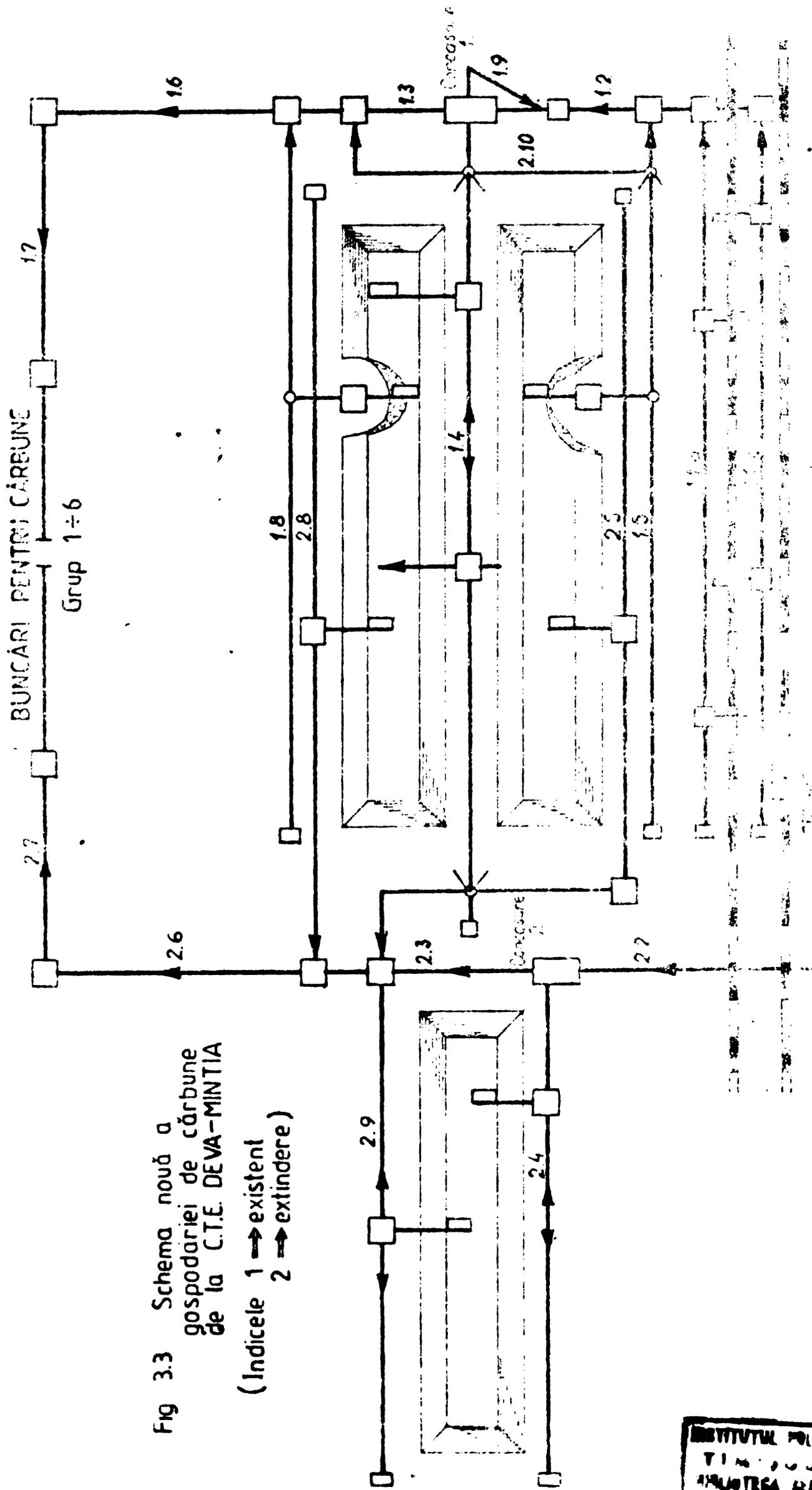


Fig 3.3 Schema nouă a gospodăriei de cărbune de la C.T.E. DEVA-MINTIA

(Indicele 1 → existent
2 → extindere)

INSTITUTUL POLITEHNIC
TIMIȘOARA
BIBLIOTECA CENTRALĂ

în consum.

c.-Permite creșterea gradului de utilizare a depozitului de cărbune actual datorită montării mașinii de preluare cu braț de 35 m de 850 t/h de pe banda 1.4, precum și a benzilor noi 2.5 și 2.8, echipate cu mașini de preluare cu cupe rotative deplasabile pe șine cu debitul de 1000 t/h cu fiabilitate mai mare decât cele existente de 500 t/h deplasabile pe șenile.

d.-Prin înlocuirea actualei mașini de stivuit de 600 t/h de pe banda 1.4 cu alta de 850 t/h crește capacitatea de stivuire a cărbunelui și implicit capacitatea de descărcare a cărbunelui de la estacada existentă.

e.-Realizarea benzilor de ocolare 1.10 și 2.10 a stațiilor de sortare-concasare, permite preluarea cărbunelui din depozit fără a mai solicita fluxurile de benzi 1.2, 1.3, 2.2 și 2.3.

3.2.2.-Contribuții la mecanizarea completă a descăr -

cării cărbunelui în centralele termoelectrice

din R.S. România

La centralele termoelectrice pe cărbune din țara noastră, la care transportul acestuia se face pe calea ferată, cum sînt: CTE.Turceni (4 x 330 MW cu profil final de 8 x 330 MW), CTE.Mintia(6 x 210 MW), CBT Ișalnița (1000 MW), CTE Doicești (520 MW) ș. a, zilnic se descarcă 15 - 30.000 tone de cărbune, iar în anii următori la CTE.Turceni se vor descărca 60.000 tone, ceea ce reprezintă 250 la 500, respectiv 1000 de vagoane a 60 tone. Odată cu transportul acestor cantități mari de cărbune pe distanțe variînd între 70 - 120 km, descărcarea ritmică a acestui număr mare de vagoane, care intră zilnic într-o centrală termoelectrică pe cărbune, mai ales pe timpul iernii, crează probleme deosebite.

Datorită greutăților intervenite în descărcarea ritmică a vagoanelor cu cărbune la termocentrala Deva-Mintia, încă de la punerea în funcțiune în anul 1971 a primei etape de 840 MW, s-a preocupat soluționarea acestora, fiind inițiatorul proiectării și fabricării vagonului specializat pentru transportat cărbuni, a dezghețării vagoanelor cu cărbune în tunele cu aer cald, soluții generalizate apoi și la alte termocentrale din țară,

precum și a instalării pentru prima dată la o termocentrală din țară noastră a sistemului de descărcare prin culbutare a vagoanelor cu carbune.

1. Contribuție la realizarea vagonului specializat pentru transportat carbuni.

Până în urmă cu 5 ani, în R.S. România cărbunii necesari centralelor termoelectrice se transportau numai cu vagoane de uz general tip Fads (Ku^{ASFW}) de 60 t, denumite vagoane gondolă. Descărcarea cărbunelui (sau a altor mărfuri în vrac) la acest tip de vagoane se face prin clape de fund, care formează pardoseala vagonului.

Vagonul gondolă (fig. 3.4.a) este pe 4 osii, are pereții verticali metalici, 4 uși laterale în pereții longitudinali, este descoperit, cu 14 clape de fund (cîte 7 pe fiecare parte a vagonului) articulate la mijlocul vagonului, avînd volumul de 70 mc. Inchiderea și deschiderea clapelor de fund, precum și asigurarea se efectuează manual. Un număr de 8 clapete (cele din zona boghiurilor) se deschid sub un unghi de numai 25° față de orizontală; restul de 6 clape (cele din zona dintre boghiuri se deschid sub un unghi de 50°.

Folosirea acestui tip de vagon pentru transportat cantitățile mari de carbune necesare unei centrale termoelectrice de putere mare, prezintă următoarele greutăți deosebite:

- durată mare de staționare a vagoanelor la descărcat,
- operațiuni grele manuale și de durată pentru dezăvorîrea clapelor la descărcare, săvorîrea și asigurarea lor la terminarea descărcării,
- circa 40% din încărcătură, aflată în zona boghiurilor unde clapetele de fund se deschid sub un unghi de numai 25°, nu se descarcă prin curgere liberă, fiind necesară împingerea manuală cu lopata, cu un consum mare de muncă fizică.
- posibilități dificile de descărcarea cărbunelui înghețat.

Dificultățile constatate în descărcarea cărbunelui din vagonul tip gondolă s-au determinat să propun *(10)* proiectarea și fabricarea în țară a unui vagon specializat pentru transportul de carbuni, la realizarea și omologarea căruia ni-au adus un aport deosebit.

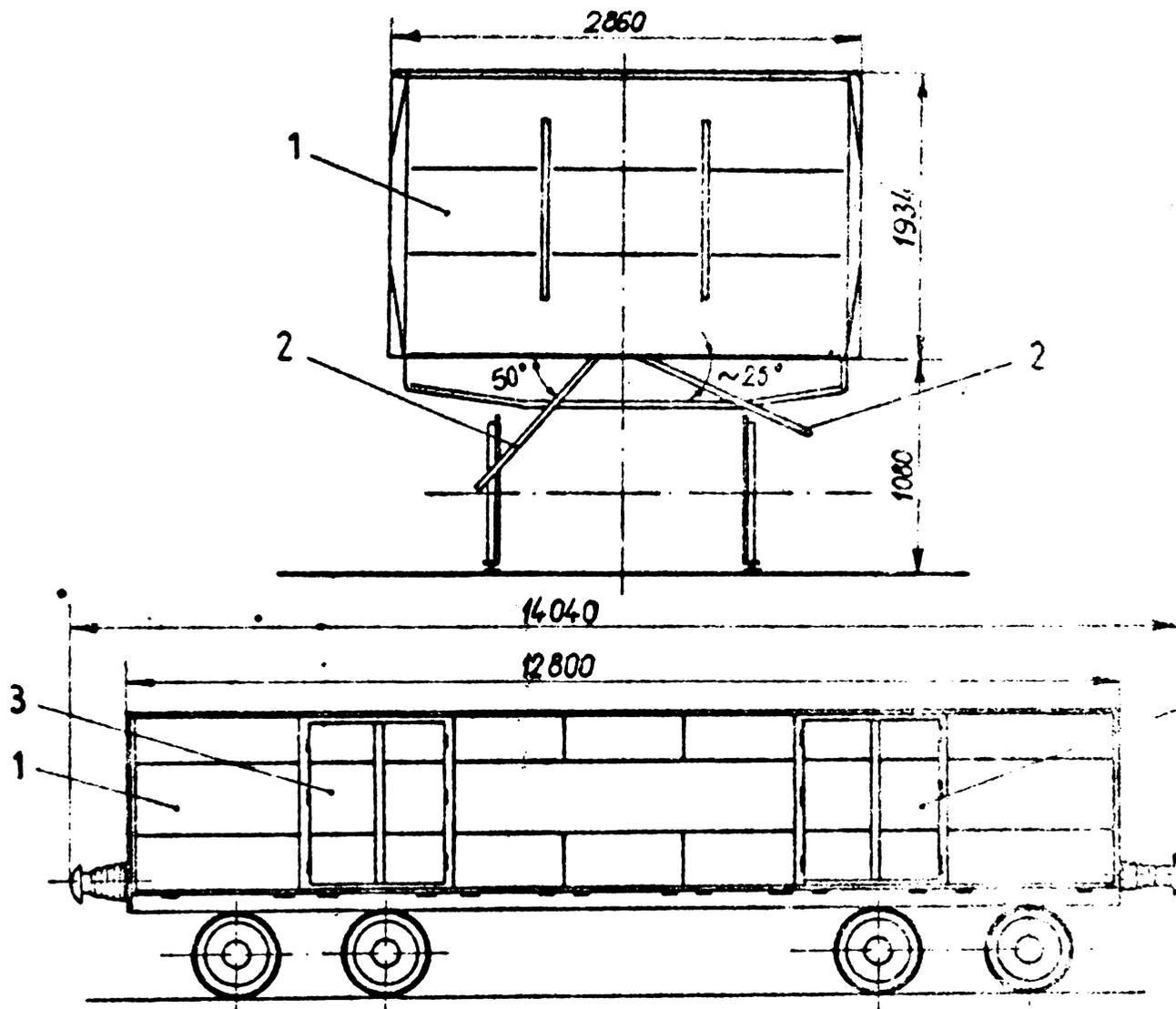


Fig. 3.4.a Secțiune transversală a cutiei și vedere laterală a vagonului de marfă pe osii tip gondolă-60t.
 1. Cutia vagonului; 2. Clape de fund rabatabile; 3. Uși laterale.

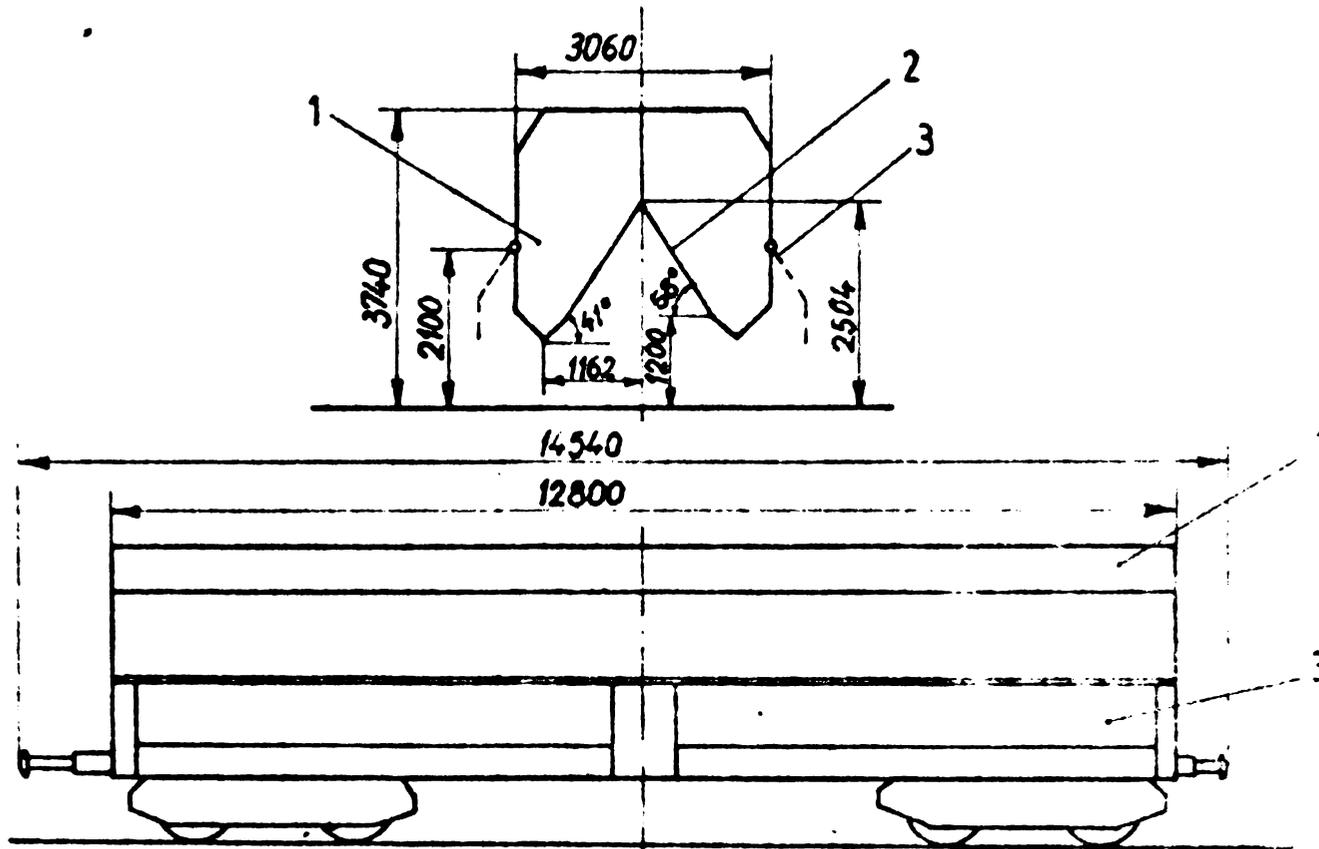


Fig. 3.4.b Secțiune transversală a cutiei și vedere laterală vagonului specializat pentru transportat cărbuni.
 1. Cutia vagonului; 2. Pantă fixa; 3. Uși laterale

Vagonul autodescărcător specializat pentru transportat cărbuni, avînd indicatoarul Fads-k, fig. 3.4.b. este metalic, în construcție sudată, pe patru osii, descoperit, cu capacitatea cutiei de 75 mc. Cutia vagonului este prevăzută cu o șea longitudinală cu panta față de orizontală de 58° la partea superioară și 41° la partea inferioară. La mijlocul cutiei vagonului, șeaua longitudinală este întreruptă de o șea fixă transversală sub care se găsește mecanismul de acționare pentru deschiderea ușilor. Vagonul este prevăzut cu cîte două uși laterale, rabatabile, pe fiecare parte. Pentru deschiderea și închiderea ușilor, vagonul este prevăzut cu o instalație pneumatică.

Pentru descărcarea vagonului specializat, după ce se face deblocarea cîrligelor de asigurare a ușilor și se pune maneta ventilului instalației pneumatice de acționare pe poziția deschis, de la robinetul central al instalației de aer comprimat, se comandă instantaneu deschiderea ușilor, la toată repriza de vagoane. Inchiiderea ușilor se face apoi individual la fiecare vagon așezînd maneta ventilului de acționare pneumatică pe poziția închis.

Acest tip de vagon elimină efortul fizic de descărcare a cărbunelui din vagoane, reduce foarte mult durata de staționare a vagoanelor la descărcat și permite descărcarea ușoară a cărbunelui înghețat după încălzirea în tunelul de dezgheț, dacă grosimea stratului de cărbune înghețat nu depășește 25 cm.

În prezent sînt deja în circulație peste 1000 de vagoane de acest tip.

2.-Contribuție la montarea în centralele termoelectrice din BSR a instalației de descărcare prin culbutare a vagoanelor cu cărbuni.

Existența unui parc încă redus de vagoane autodescărcătoare specializate pentru transportul cărbunilor la centralele termoelectrice, face ca în paralel să se transporte cantități importante de cărbuni și în vagoane de uz general tip gondolă.

Avînd în vedere că la termocentrala Deva-Mintia peste 25% din cantitatea de cărbune livrată se transportă în special din portul Constanța și de la Anina cu vagoane gondolă, am inițiat montarea pentru prima dată la o centrală termoelectrică din BSR a instalației de descărcare prin culbutare (răsturnare) a vagoanelor cu cărbuni, asimilată recent în țara noastră, la Uzinele

" 23 August " din București, după proiect " IPROMET ".

Culbutorul pentru vagoane de cale ferată de mare tonaj, reprezentat în fig. 3.5. servește la descărcarea vagoanelor cu ecartament normal (1435 mm), descoperite, încărcate cu material în vrac.

Culbutorul este de tipul cu rotor închis, în care se introduc vagoanele, care se rotesc împreună cu rotorul culbutorului cu un unghi de 180° , pentru a asigura descărcarea lor completă.

Pentru desprinderea materialelor lipite de pereții vagonului, culbutorul este prevăzut cu două electrovibratoare, care se pune în funcțiune în momentul în care vagonul este răsturnat la circa 170° .

Principalele caracteristici tehnice ale culbutorului sînt:

- Ecartamentul vagonului	1435 mm
- Lățimea vagonului	3000 - 3050 mm
- Înălțimea caroseriei vagonului	2400 - 3740 mm
- Lungimea maximă a vagonului	18 m
- Masa maximă a vagonului încărcat, admisă pe culbutor	126 tone
- Sarcina maximă pe osie	21 tone
- Numărul de culbutări pe oră	25
- Unghiul de rotire	180°
- Turația rotorului	1,32 rot/min
- Diametrul circumferinței de rulare	8200 mm
- Puterea electrică totală	84 KW
- Masa părții rotative a culbutorului	137 tone
- Masa totală a culbutorului	190 tone

Culbutorul se compune din următoarele părți principale:

- rotorul
- mecanismul de antrenare
- mecanismul de înzăvorîre
- instalația de ungere
- instalația electrică și de automatizare

Rotorul este partea în care pătrunde vagonul încărcat și se compune din două discuri, legate între ele printr-o grindă inferioară ce susține calea ferată și două grinzi superioare ce susțin și nu grătar cu ochiuri mari, pe care se sprijină vagonul în poziția răsturnată.

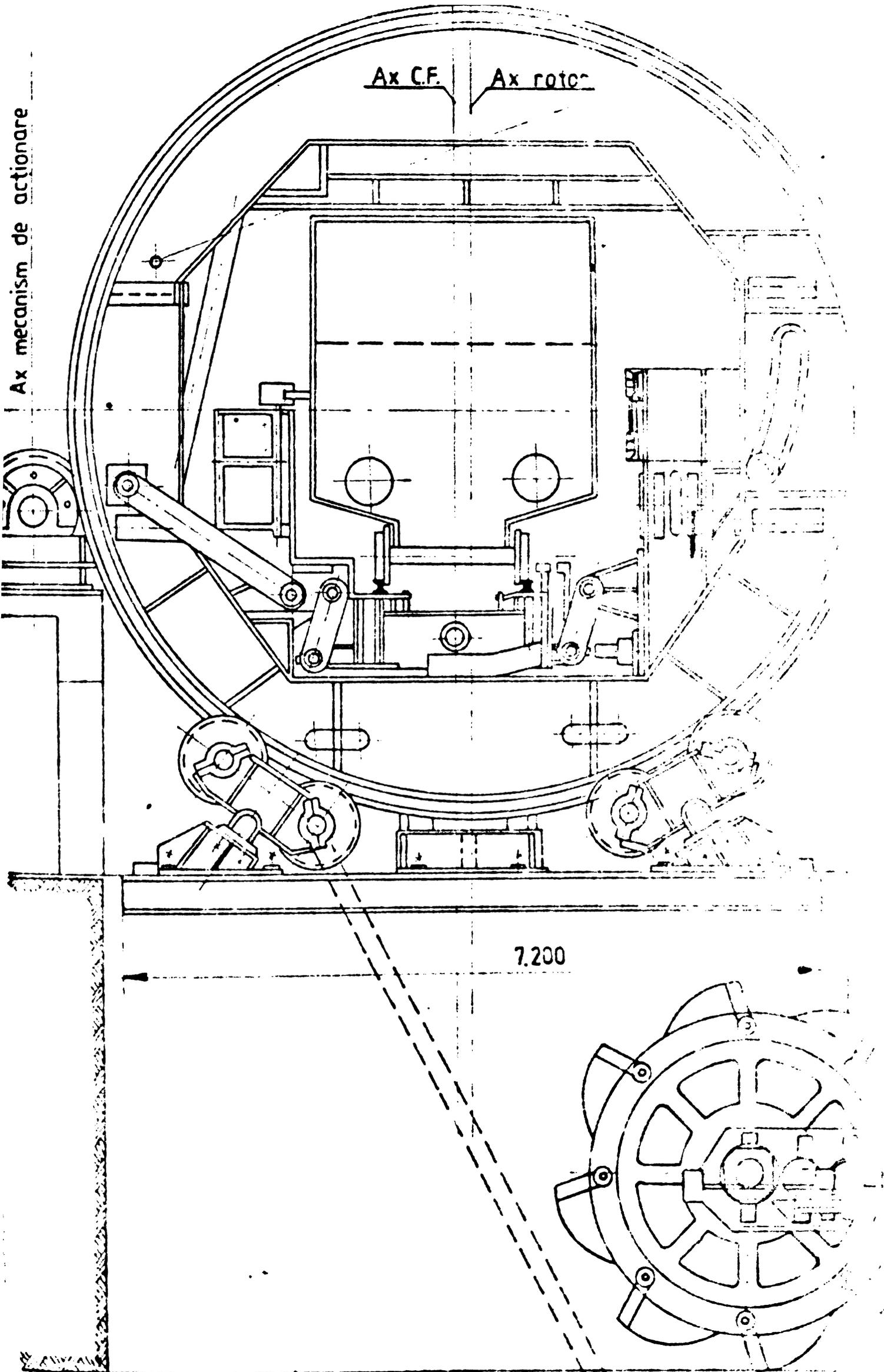
Ax mecanism de actionare

Ax C.F.

Ax rotor

7.200

Fig. 3.51 Instalația de descărcare prin culbutare a vanelelor de cărbune — secțiune —



Pentru rotirea culbutorului fiecare disc este prevăzut cu câte două șine de rulare dispuse pe întreaga circumferință, precum și dintr-un segment de coroană dințată de 210° .

În interiorul celor două discuri se află dispozitivul de basculare, care se compune din grinda longitudinală pentru rezemarea laterală a vagoanelor, platforma port-vagon și grinzile în formă de L pentru suspendarea platformei port-vagon. Pe grinda longitudinală de rezemare sînt ghidate traverse de sprijin pe tampoane de cauciuc, care au rolul de a proteja vagonul de lovituri în prima fază a basculării. Tot pe această grindă sînt montate și electrovibratoarele.

Mecanismul de antrenare asigură rotirea părții mobile a culbutorului și este format din : 2 grupuri motor-reductor cuplate între ele printr-un ax mecanic pentru sincronizarea rotirii, 4 frîne din care 2 de rezervă, ce asigură cu ajutorul Eldrourilor menținerea constantă a turației la basculare, 2 roți dințate de antrenare ce angrenează cu coroanele dințate segment de 210° , precum și 8 roți balansier de sprijin ale rotorului.

Mecanismul de înzăvorîre are scopul blocării platformei port-vagon în momentul intrării și ieșirii pe și de pe culbutor.

Operația de culbutare propriuzisă are loc astfel:

La începerea rotirii culbutorului, platforma cu vagonul se deplasează sub acțiunea forțelor de gravitație, în contact în același timp cu tampoanele amortizoare de pe dispozitivul de basculare, ce preiau șocul, spre grinda longitudinală de rezemare a dispozitivului de basculare, pînă la contactul intim cu aceasta. Șocul așezării este preluat de asemenea de tampoanele amortizoare din cauciuc de pe grindă. Apropierea pereților vagonului de cei de rezemare, are loc cînd culbutorul s-a rotit cu cca 15° . Această poziție se menține pînă la 55° . Între 55° și 90° platforma cu vagonul se deplasează datorită dispozitivului de basculare, pînă la contactul părții superioare a vagonului cu grătarul de rezemare, de la partea superioară a culbutorului.

După realizarea contactului părții superioare a vagonului cu grătarul de rezemare, rotirea continuă fără a mai avea loc deplasări relative între vagon și culbutor.

La rotirea cu 180° culbutorul se oprește. La 170° vibrațiile sînt puse automat în funcțiune și vibrarea continuă încă 10° din cursa de revenire, timpul total de vibrație fiind de cca 4 sec.

Revenirea culbutorului în poziția inițială are loc în

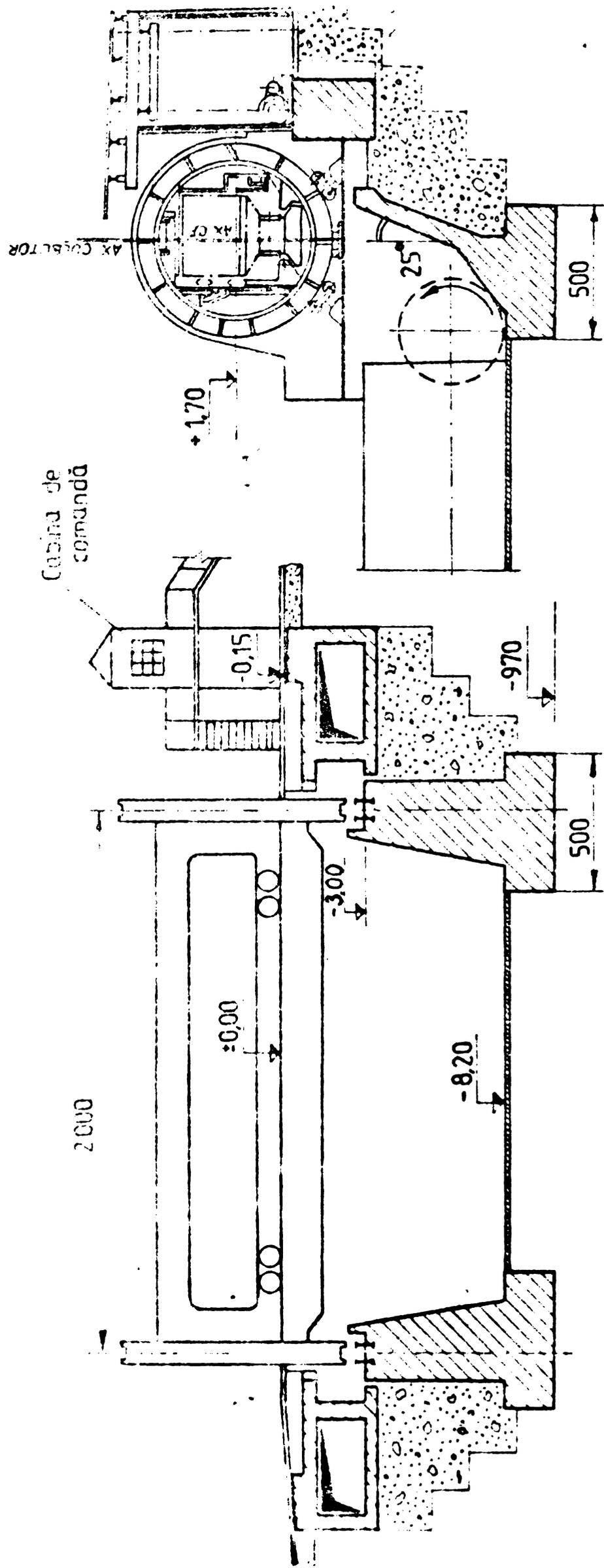


Fig. 3.5.2 Instalația de descărcare prin culbutare a vagoanelor de cărbune.

— vedere de ansamblu —

ordinea inversă a operațiilor descrise mai înainte.

Integrarea culbutorului în schema gospodăriei de cărbune se poate vedea în fig. 3.3. Se poate remarca faptul că această integrare s-a realizat cu amenajări minime, prin utilizarea în cea mai mare parte a liniilor de cale ferată existente, iar pe linia principală de acces la culbutor s-a amenajat o estacadă care poate permite descărcarea unei reprize de 10 - 12 vagoane autodescărătoare, în perioadele când nu sînt vagoane gondolă la descărcat sau culbutorul este în reparație. Un sistem de ramificații (macase) permite ocolirea culbutorului de către locomotivă sau convoiul de vagoane.

Pe lîngă faptul că este primul culbutor care se montează la o centrală termoelectrică din țara noastră, instalația mai cuprinde un element de noutate, care îmi aparține ca soluție tehnică adaptată și anume că descărcarea cărbunelui în loc să se facă în buncăr subteran de beton, de unde să fie apoi preluat cu transportoare metalice cu plăci, cărbunele este descărcat direct la sol, de unde apoi preluat cu ajutorul unei mașini cu cupe rotative și transportat pe fluxul de benzi 1.1. (fig. 3.3)

4.- CONTRIBUTII LA PERFECTIUNEA SCHEMEI DE PREPARARE

A PRAFULUI DE CARBUNE LA CTE.DEVA - MINTIA

Fiecare generator de abur de la termocentrala Deva-Mintia este echipat cu cîte 4 sisteme individuale de preparare a prafului de cãrbune cu circuit închis cu insuflare directã cu mori cu ciocane, ce alimentează cîte douã arzãtoare combinate de praf, gaze naturale și pãcurã.

Analiza elementarã a cãrbunelui pentru care au fost proiectate sistemele de preparare a prafului de cãrbune este redatã în tabela 4.1.

TABELUL 4.1

Nr. Sortul de cãrbune	Putere calorificã Q _d (kcal/kg)	Elemente componente în %							
		C.	H ₂	O ₂	N.	S.	A.	W.	V.
1.- Hullã	3700	39,8	3,0	8,0	0,8	1,8	35,6	11	48
2.- Mixte de hullã	3435	37,2	2,8	7,6	0,7	1,7	37,2	12,8	48

4.1.-Prezentarea schemei și echipamentului principal

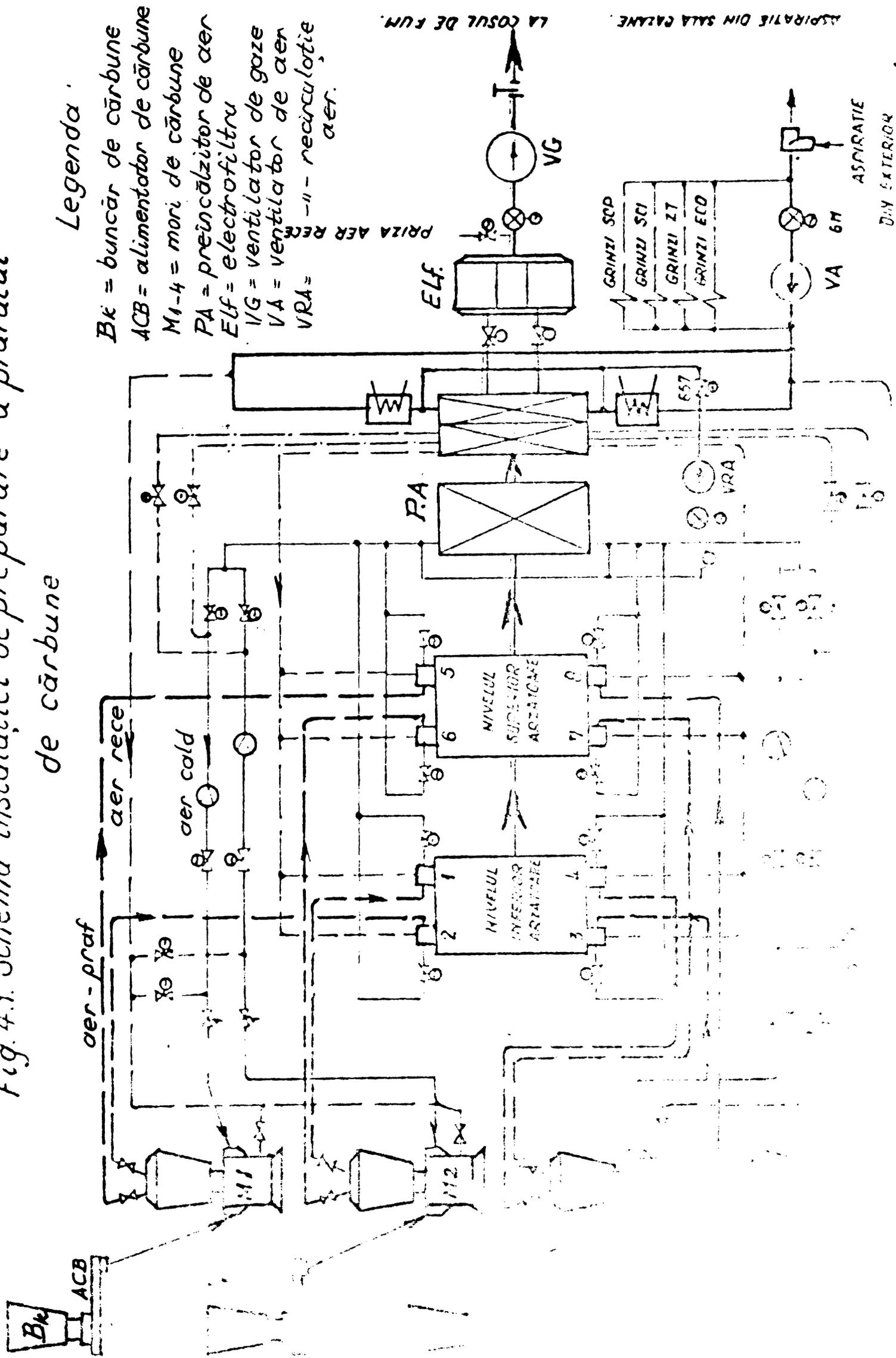
Schema instalațiilor de preparare a prafului de cãrbune este reprezentatã în fig. 4.1.

În continuare sînt prezentate principalele caracteristici tehnice ale elementelor care compun sistemul de preparare a prafului de cãrbune.

4.1.1.- Buncãrul de cãrbune brut

Fiecare sistem de preparare a prafului de cãrbune îi corespunde un buncãr de cãrbune brut avînd capacitatea de 450 m³. Pereții buncãrului sînt din beton armat la grupurile 1 - 4 și din tablã la grupurile 5 și 6, cu unghiul de înclinare mai mare de 60°, pentru a permite scurgerea cãrbunelui.

Fig. 4.1. Schema instalației de preparare a prafului de cărbune



Legenda

- Bk = buncăr de cărbune
- ACB = alimentator de cărbune
- M1-4 = mori de cărbune
- PA = preîncălzitor de aer
- ELF = electrofiltru
- V/G = ventilator de gaze
- VA = ventilator de aer
- VRA = -"- - recirculație aer.

ASPIRATIE DIN SALA CAZANE LA COSUL DE FUM.

PRIZA AER RECE

GRINZI SCP
GRINZI SCI
GRINZI ZT
GRINZI ECO

ASPIRATIE
DIN EXTERIOR

4.1.2.- Alimentatorul de cărbune brut

Cărbunile brut din buncăr este introdus în moară cu ajutorul unui transportor cu racleți acționat de către un motor electric de curent continuu prin intermediul unui reductor de turație, având următoarele caracteristici tehnice :

- Capacitatea de transport 10 la 30 t/h
- Lungimea de transport 10.800 mm
- Turația variabilă între 300 și 1500 rot/min
- Puterea motorului 10 kw
- Înălțimea minimă a stratului de cărbune 80 mm

Construcția transportorului cu racleți este prezentată în fig. 4.2.

Reglarea debitului de cărbune spre moară se face cu un șibăr plat care mărește sau micșorează grosimea stratului de cărbune, dar în special prin variația turației alimentatorului.

4.1.3.- Moara cu ciocane

Moara cu ciocane este cu admisie tangențială a cărbunelui și a agentului de uscare, de tipul MMT (URSS) ;

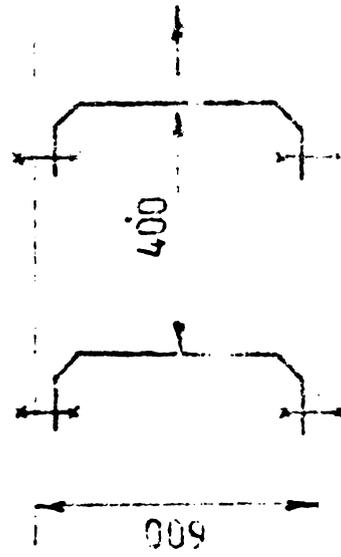
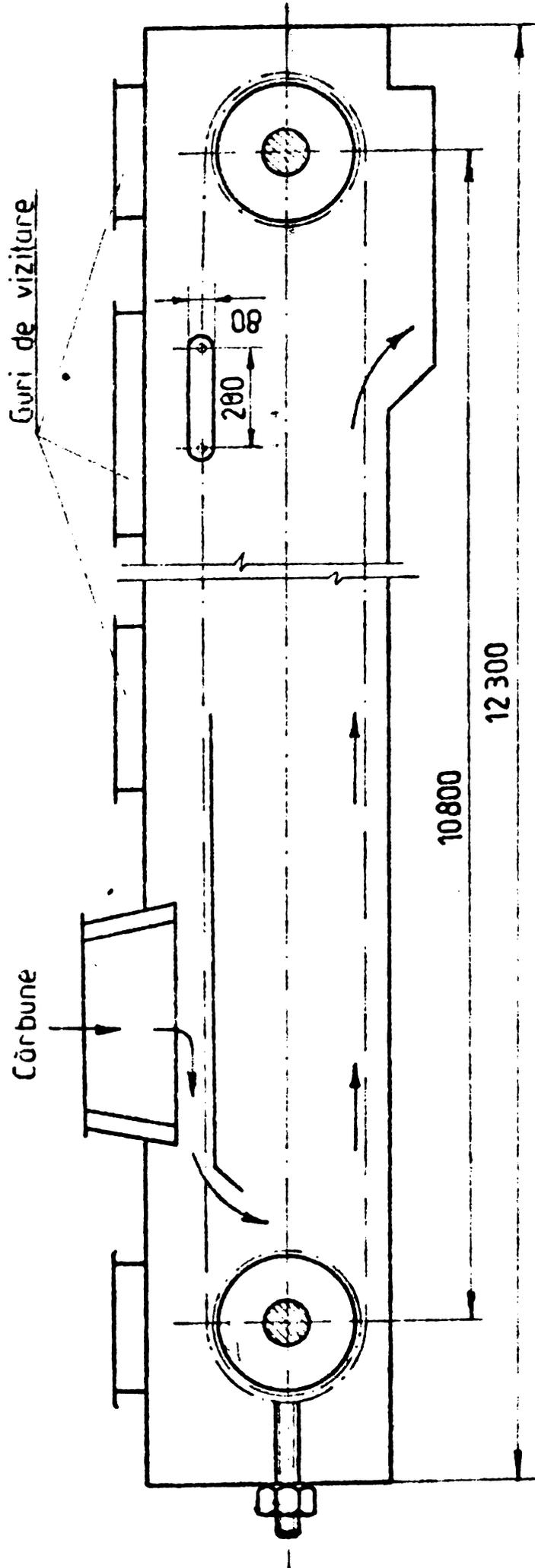
Caracteristicile tehnice ale morilor cu ciocane de la grupurile 1-4 sînt diferite de cele de la grupurile 5 și 6 și sînt redată în tabelul 4.2.

Moara cu ciocane tangențială este alcătuită din: corpul morii prevăzută cu plăci de blindaj, rotorul, lagărele, cupla și separatorul de praf.

Construcția morii cu ciocane este redată în fig.4.3

Corpul morii constă dintr-o cameră de măcinare protejată contra uzurii rapide printr-un blindaj. Spațiul între ciocane și blindaj este de 30 mm. În partea inferioară a corpului este amplasată camera pentru alegerea corpurilor străine care au pătruns în moară odată cu cărbunile.

Rotorul morii avînd axul găurit în interior pe toată lungimea pentru asigurarea răcirii cu apă, are fixat pe el discurile de care sînt prinse articulat brațele cu ciocane. Ciocanele din oțel manganos turnat sînt amplasate în 17 rînduri a câte 6 ciocane pe un rînd, totalisînd 102 ciocane la moara MMT.2000/2200/742 și 20 x 6 = 120 ciocane la moara MMT.2000/2590/595 K.



Lant ce este



Schema de infuzare

...

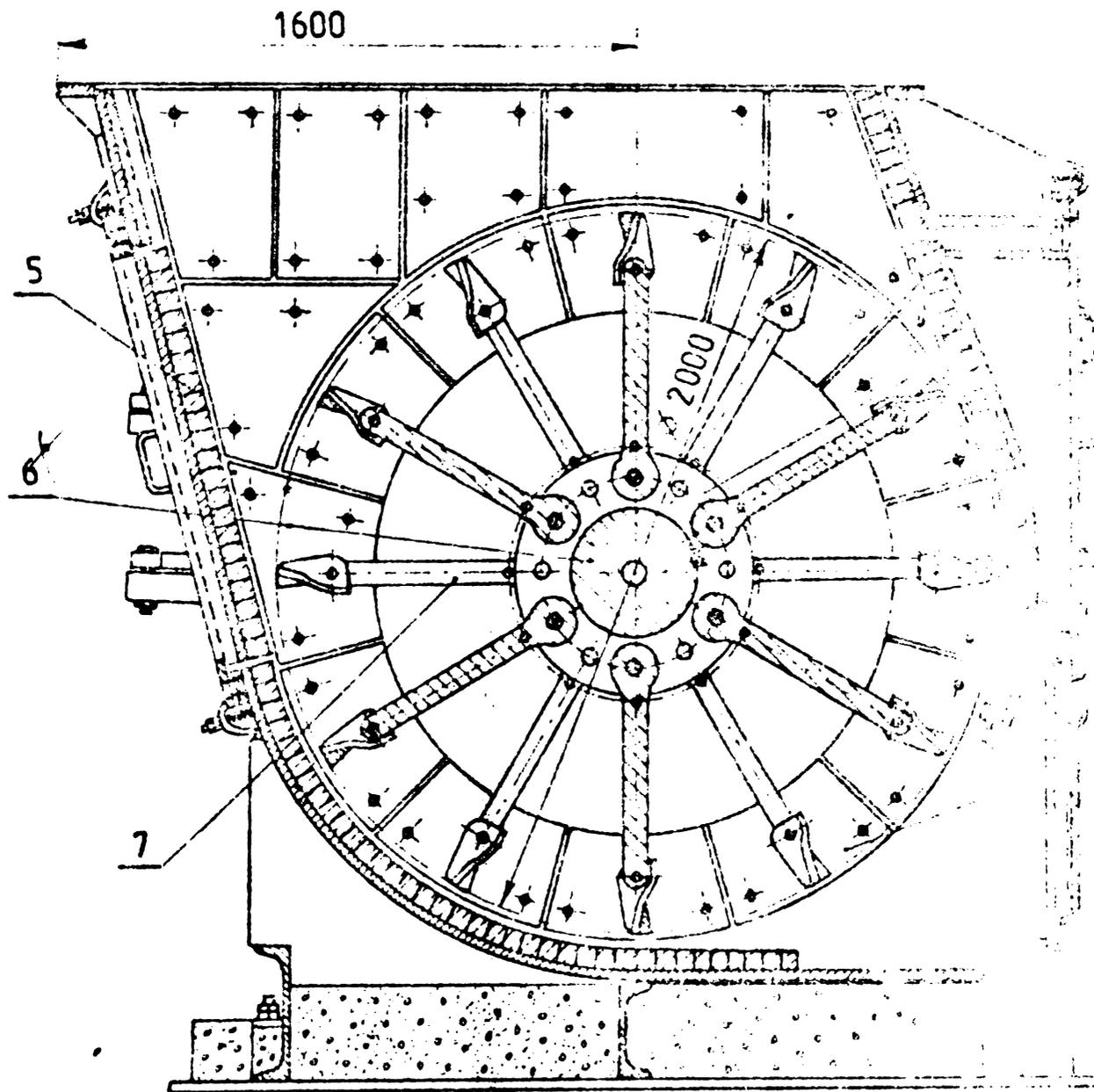


Fig. 4.3 Moară cu ciocane tip MMT.
— secțiune —

1. Discuri
2. Bolturi
3. Ciocan 6×17
4. Blindaje frontale
5. Blindaje
6. Ax
7. Braț 6×17

TABELUL 4.2.

Caracteristicile tehnice	Unit. de măsură	Dimensiunea	
		grup 1-4	grup 5 și 6
- Debitul de măcinare la o finete a prafului de R.90 + 45 %	t/h	22	25
- Diametrul rotorului	mm	2000	2000
- Lungimea rotorului	mm	2200	2590
- Secțiunea activă a rotorului	mp	4,4	4,98
- Turația rotorului	rot/min	742	595
- Numărul de ciocane	bus.	102	120
- Viteza periferică a ciocanelor	m/s	77,7	62,8
- Puterea motorului	kw	630	630
- Tensiunea de lucru	kv	6	6
- Temperatura agentului de uscare la intrarea în moară	°C	310	450
- Temperatura amestecului de aer praf la ieșirea din separator	°C	100	110
- Volumul separatorului centrifugal	m ³	39	-

Duritatea ciocanelor trebuie să fie minimum 180-220 HB. Rotorul morii este aşezat pe lagăre cu rulmenți, din care unul axial și celălalt radial permit deplasarea axială a rotorului în funcție de alungirea termică a arborelui. Cupla este semielastică cu bolțuri cu bușe de cauciuc.

Separatorul de praf este de tip centrifugal prevăzut cu un dispozitiv de reglaj al finetei de măcinare cu 24 palete. Pe separator sînt montate 13 clapete de explozie. Separatorul permite reîntoarcerea în moară a particulelor de cărbune nemăcinate. Fiecare separator, respectiv moară, este racordat la cîte două arzătoare.

4.14.- Arzătoarele de praf de cărbune

Fiecare moară cu ciocane alimentează 2 arzătoare de tip turbionar plasate la cote și în planuri verticale diferite.

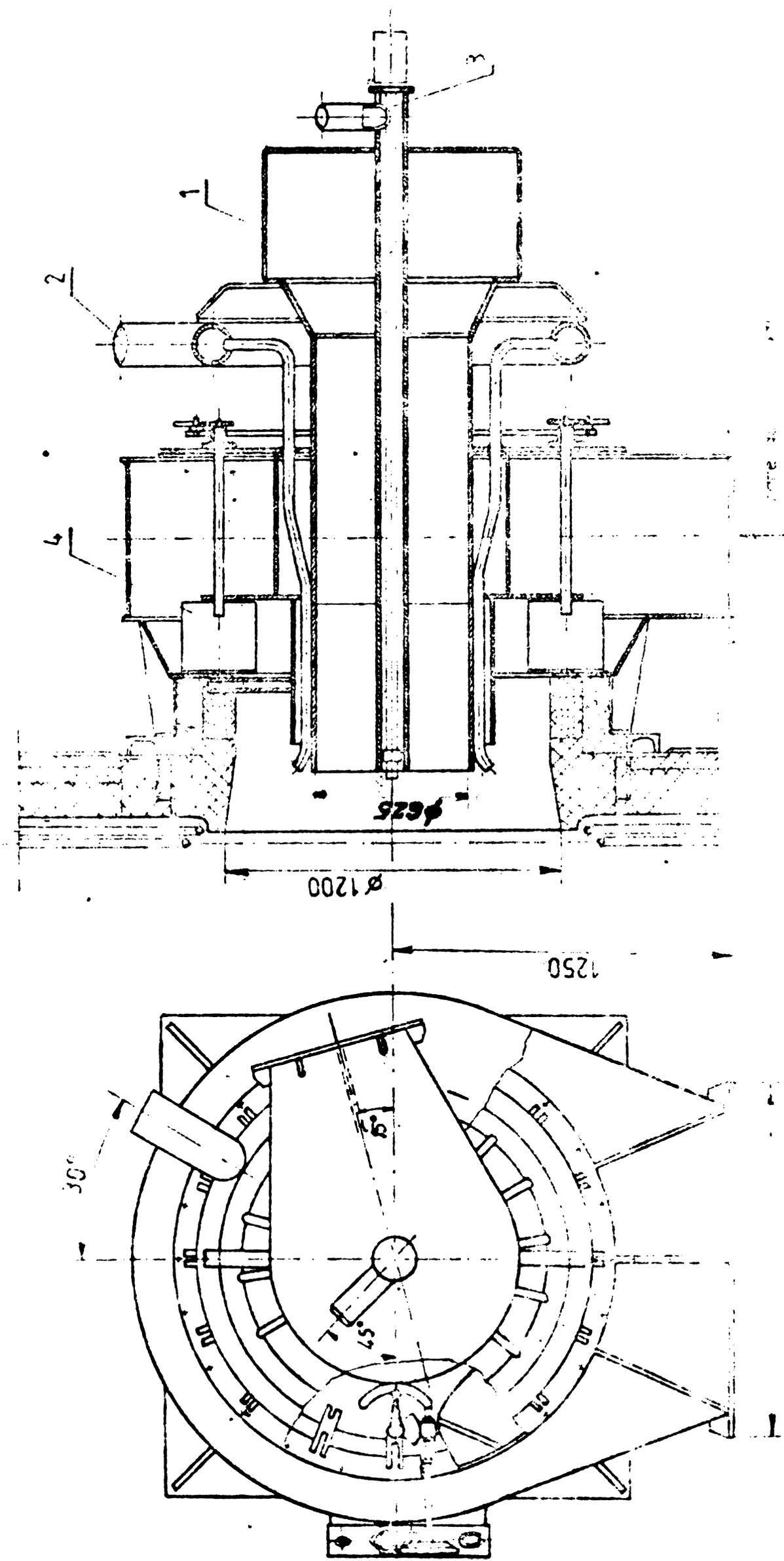


Fig. 1.6. A vertical shaft of a turbine.

Arzătorul este destinat pentru arderea prafului de cărbune, a gazului metan și a păcurii.

Construcția arzătorului este prezentată în fig.4.4.

Arzătorul asigură arderea la o sarcină nominală a 8,3 t/h cărbune praf sau $3600 \text{ m}^3/\text{h}$ gaz metan. În scopul pornirii cazanului, la fiecare arzător se montează un injector mecanic cu abur pentru păcură, având un debit de 1300 kg/h la o presiune a păcurii de 35 kgf/cm^2 .

Arzătorul de gaze este executat sub forma unui inel din țevă cu diametrul de 159 x 7 mm din oțel marca 12 H 1 MF, diametrul inelului fiind de 1300 mm. Aducțiunea gazelor la inel se face tot prin țevă cu diametrul de 159 x 7 mm. Ieșirea gazelor din inel în ambrazura arzătorului se face prin 18 țevi cu diametrul de 25 x 2,5 mm din oțel marca H.18.N.12.1.

Canalul de aer secundar are palete de ghidaj, care servesc pentru turbionarea aerului.

La funcționarea cazanului pe gaze, debitul de aer pentru un arzător este de $78800 \text{ m}^3/\text{h}$, la viteza de 39,8 m/s. Căderea de presiune în arzător fiind de 180 mm.col.apă.

La funcționarea cazanului pe praf de cărbune debitul de aer primar pentru un arzător este de $18000 \text{ m}^3/\text{h}$ la o viteză de 16,7 m/s, rezistența arzătorului fiind de 55 mm.col.apă, iar debitul de aer secundar este de $61.500 \text{ m}^3/\text{h}$, la o viteză de 31,2 m/s rezistența arzătorului fiind de 100 mm.col.apă.

Secțiunea transversală a arzătorului pe partea de aer primar este de $0,3 \text{ m}^2$, pe aer secundar de $0,55 \text{ m}^2$ iar pe partea de gaze de $0,00565 \text{ m}^2$.

În capitolele următoare ale lucrării se examinează implicațiile pe care le are asupra diverselor echipamente din instalația de preparare a prafului de cărbune de la CTE. Deva-Mintia folosirea unor cărbuni cu caracteristici energetice diferite de cele avute în vedere la proiectare.

4.2.-Sistem nou de introducerea cărbunelui brut în

moara cu ciocane (brevet de invenție)

În alimentarea cu cărbune brut a morilor cu ciocane de la termocentrala Deva-Mintiaș au avut loc foarte frecvente întreruperi, ca urmare a depunerii cărbunelui pe pereții interiori

al conductelor dintre alimentator și moară, obturându-le și având ca efect reducerea debitului de abur sau chiar oprirea generatoarelor de abur, afectând grav siguranța în funcționare a termocentralei.

Cărbunele brut transportat de alimentatorul de cărbune era inițial introdus în moara cu ciocane (fig. 4.5.1) printr-o conductă verticală (a) cu diametrul de 500 mm, care apoi se racorda într-un canal de secțiune dreptunghiulară (c) cotit și intra în moară. Deoarece moara cu ciocane funcționează sub presiune, pentru evitarea pătrunderii aerului cald spre buncăr la întreruperea alimentării cu cărbune, pe conducta de racord au fost prevăzute de furnizorul sovietic două clapete batante înseriate (b).

Existența clapetelor batante pe conductele de cărbune brut dintre alimentator și moară a făcut imposibilă scurgerea cărbunelui, infundând complet conducta, fiind necesară demontarea clapetelor și înlocuirea provizorie a lor cu tronsoane de țevă dreaptă, pînă la găsirea unei soluții corespunzătoare.

De asemenea, se produceau infundări foarte dese la ultimul cot al racordului de intrare a cărbunelui în moară, fenomen care odată început avansa rapid, pînă se infunda toată conducta între moară și alimentatorul de cărbune.

Din cercetările pe care le-am întreprins, am constatat că începutul infundării conductelor de cărbune brut avea loc la ultimul cot (c-fig.4.5.1) al racordului de intrare a cărbunelui în moară.

Cauza acestei infundări consta în aceea că, la cotul respectiv, unde suprafața metalică interioară este atinsă de fluxul de cărbune umed în cădere liberă pe o înălțime de peste 14 m, se lipesc la început particulele fine, iar apoi bucățile mai mari indeasă straturile depuse, prin ciocnire mecanică și astfel depunerea se intensifică în așa măsură încît cărbunele depus se putea îndepărta numai prin spălare cu apă sub presiune și răzuire, cu moara oprită.

Pentru înlăturarea acestui fenomen s-au încercat la început diferite metode ca: răzuirea periodică, suflarea cu aer cald, suflarea cu abur, placarea cu tablă de oțel inoxidabil a racordului de intrare a cărbunelui în moară, fără niciun rezultat.

Studiind mecanismul de formare a acestor depuneri și pe baza experimentărilor efectuate, am realizat un sistem nou de

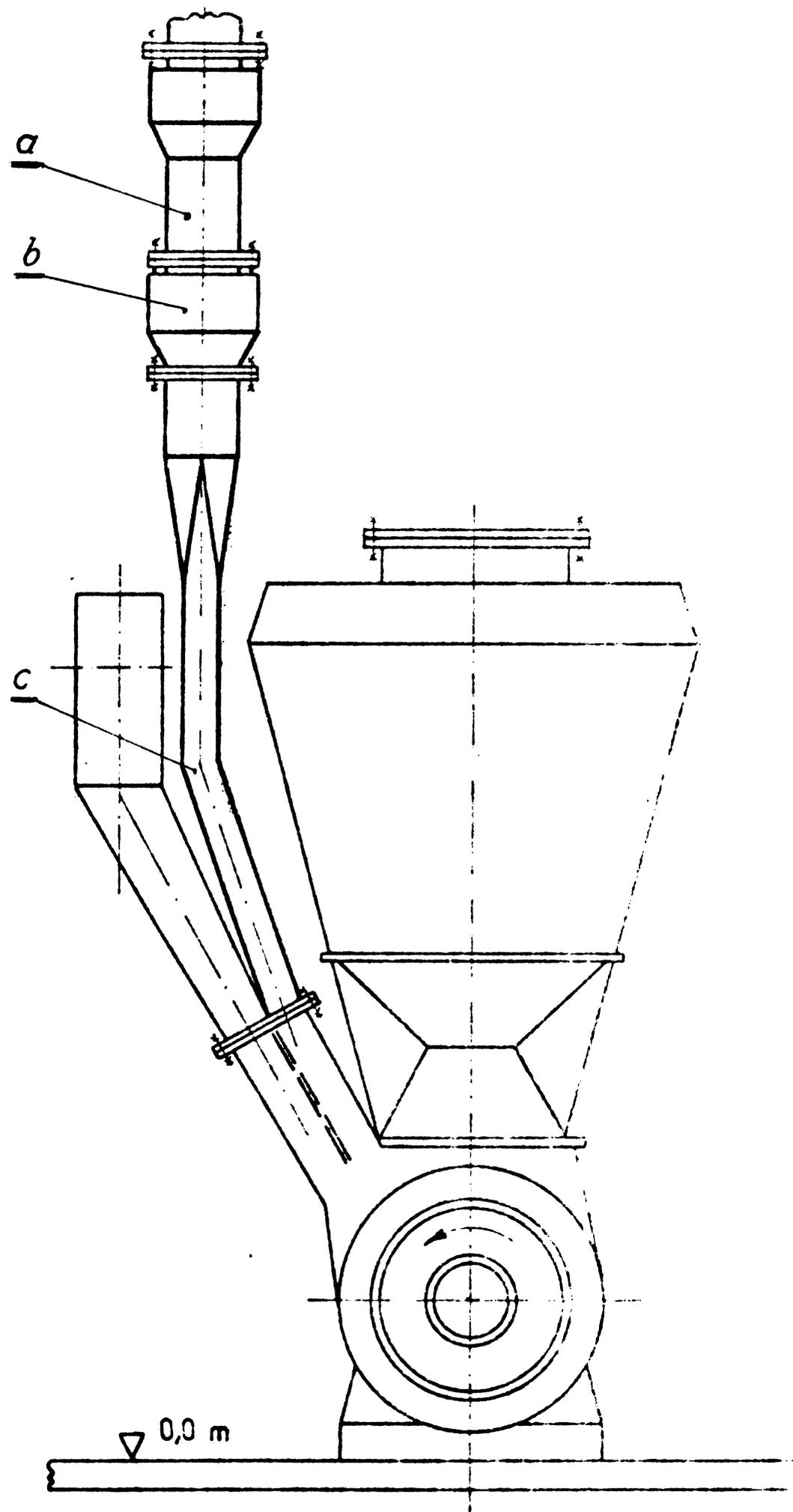


Fig. 4.5.1 Schema inițială a introducerii
cărbunelui brut în meara cu
ciocane

Introducere a cărbunelui brut în moara cu ciocane, brevetat ca invenție, pentru care mi s-a acordat de către Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci, "Certificatul de Inventator" nr. 69270 din 30.12.1977, anexat în fotocopie (anexa 1).

Sistemul a fost apoi preluat și aplicat direct și de către furnizorul sovietic al morilor de la grupurile nr. 5 și 6 care s-au montat între anii 1977-1980.

Soluția prezentată în fig. 4.5.2, constă în introducerea cărbunelui brut direct în separatorul morii și desființarea racordului inițial de intrare a cărbunelui în moară.

Ca urmare, fluxul de cărbune brut curge pe perețele oblice al separatorului în sens contrar amestecului de aer-praf ce trece prin separator spre arzătoare, străbătând o parte din traseul returului de cărbune din separator și intră în moară după o direcție radială foarte favorabilă pentru procesul de măcinare.

Datorită înclinării cu 15° a peretelui separatorului de praf, pe care are loc curgerea cărbunelui, atât probele pe care le-am efectuat pe un model de plastic, precum și experimentările făcute pe moară, au demonstrat că depunerea de cărbune nu mai are loc și că se obține totodată și o repartizare uniformă a fluxului de cărbune brut pe toată lățimea morii, situație care la sistemul inițial de introducere a cărbunelui în moară, nu se realiza.

Prin aplicarea acestei soluții s-a eliminat total posibilitatea înfundării cu cărbune brut a conductelor spre moară, indiferent de conținutul de umiditate al cărbunelui, se asigură alimentarea uniformă cu cărbune pe toată lungimea activă a rotorului morii cu ciocane, mărindu-se considerabil siguranța în funcționare a acestora.

De asemenea, prin așezarea unei clapete batante de concepție proprie, având clapeta propriu zisă din tablă de oțel inoxidabil (fig. 4.5.2-a), chiar la racordul conductei de cărbune brut în separator, se asigură și protecția împotriva reîntoarcerii aerului cald în buncăr la întreruperea fluxului de cărbune prin alimentator, fără a se produce lipirea cărbunelui de clapetă.

Prin aplicarea acestor soluții tehnice noi, originale, pe lângă mărirea siguranței în funcționare a morilor, s-au eliminat reducerile de sarcină pe centrală și s-a redus consumul de gaz metan.

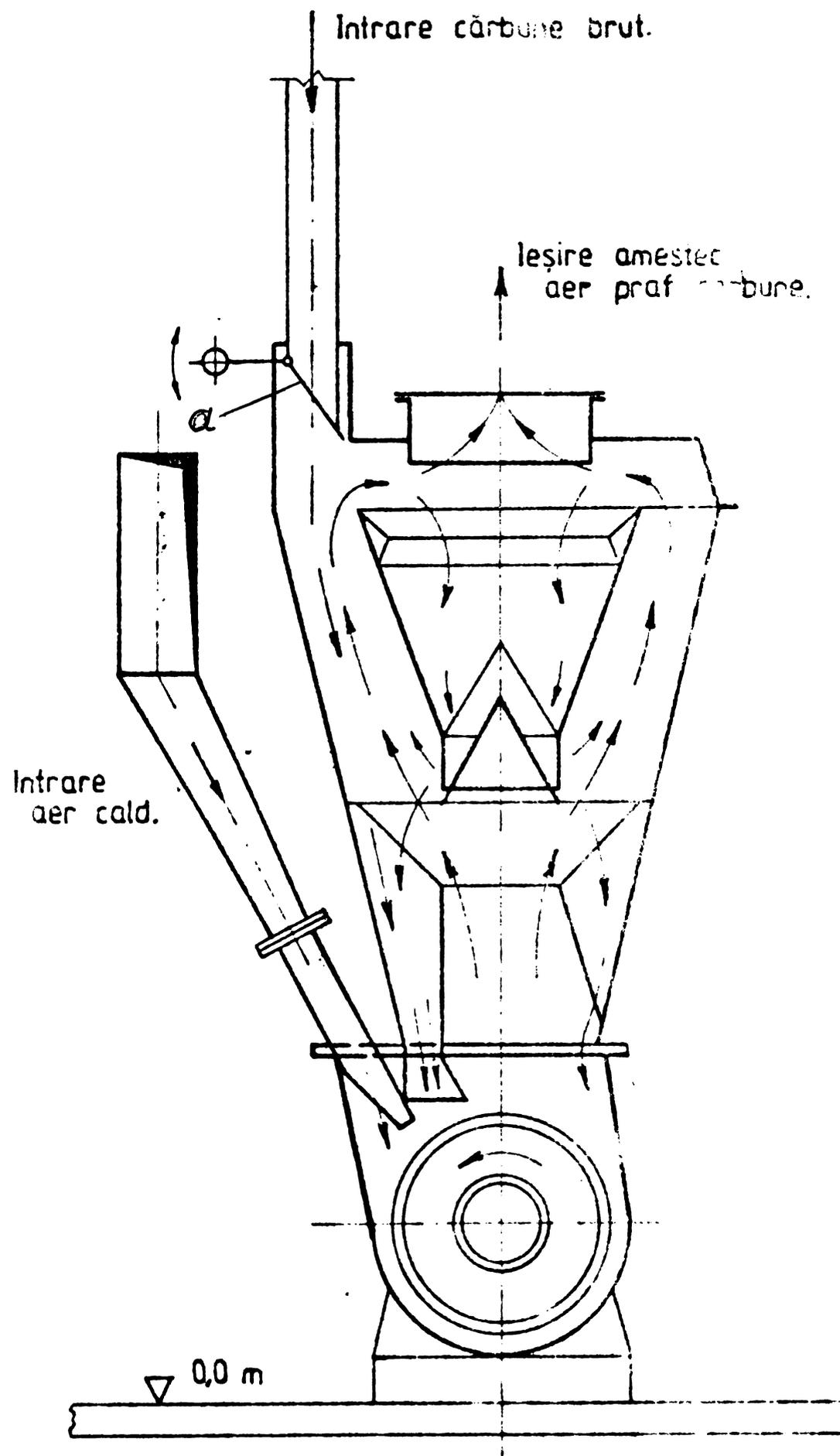


Fig. 4.5.2 Sistem nou de introducerea
cărbunelui brut în moara cu
ciocane.
—= brevet de invenție =—

5.- REZULTATELE INCERCARILOR SI ALE EXPLOATARII

INSTALATIILOR DE PREPARARE A PRAFULUI DE CARBUNE

LA CENTRALELE TERMOELECTRICE DIN R.S.ROMANIA CARE

ARD HUILA.

5.1.-Caracteristicile energetice ale cărbunilor

folosiți la CTE.Deva - Mintia.

Generatoarele de abur de la termocentrala Deva-Mintia au fost proiectate pentru a funcționa cu huiă energetică de Valea Jiului cu putere calorifică medie de 3700 kcal/kg sau în amestec cu mixte de huiă, rezultate de la spălarea huielor pentru cocs, cu o putere calorifică a amestecului de 3435 kcal/kg. Analiza elementară a cărbunilor pentru care au fost proiectate sistemele de preparare a prafului de cărbune precum și generatoarele de abur este redată în tabelul 4.1.

Datorită extinderii mecanizării lucrărilor de extragere a cărbunilor în subteran, oit și a acțiunii de valorificare pentru cocs a huielor, cărbunii livrați de Combinatul Minier Valea Jiului, în ultimii ani, la termocentrala Deva-Mintia, au caracteristici energetice sub valoarea de proiect, având drept consecință funcționarea generatoarelor de abur de cele mai multe ori la 75% din debitul nominal.

În această situație, pentru eliminarea reducerii de putere la CTE.Deva-Mintia chiar în situația utilizării unor mixte de huiă cu putere calorifică de 2200 kcal/kg a fost necesară efectuarea unor studii și experimentări, pe baza cărora să se stabilească în primul rând caracteristicile energetice medii ale noilor sorturi de cărbuni cu care urmează să fie alimentată termocentrala, date care să permită apoi modernizarea sau înlocuirea unor echipamente, cu ajutorul cărora să se asigure funcționarea optimă a generatoarelor de abur, în condițiile nou create.

O examinare a multitudinii datelor de exploatare care

cuprind informații privind caracteristicile energetice a cărbunilor livrați din bazinul Văii Jiului în anii 1980 - 1981, conduc la concluzia că valorile acestor caracteristici sînt în prezent foarte dispersate, chiar pentru o singură preparație de cărbune energetică privită izolat și cu atît mai mult pentru cele trei preparații (Lupeni, Coroiesti, Petrila).

În aceste condiții, nu mai poate fi definit un combustibil, "representativ" cu anumite caracteristici medii care să servească drept bază la întocmirea calculelor. Pe de altă parte, nici noțiunea de "bandă de calitate", așa cum este folosită în prezent, nu satisface cerințele refacerii calculelor tehnologice ale generatorului de abur și a instalațiilor auxiliare.

Pentru stabilirea valorilor medii ale principalelor caracteristici energetice a sorturilor de mixte de huiță de Valea-Jiului, cu care a fost alimentată CTR. Deva-Mintia în perioada 1980-1981, au fost prelucrate statistico-matematic valorile acestora (umiditate totală - W_t^i , cenușă raportată la starea anhidră - A^{anh} și puterea calorică inferioară - Q_1^i).

Astfel, s-au calculat valoarea medie aritmetică

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (5.1)$$

dispersia

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (5.2)$$

precum și abaterea medie pătratică σ pentru principalele caracteristici energetice ale sorturilor de mixte de huiță provenite de la preparațiile Lupeni, Coroiesti și Petrila.

Pentru sortul de mixte 0-80 mm Lupeni, care interesează în mod deosebit, deoarece are puterea calorică cea mai mică, au fost calculate valorile trimestriale, anuale și pe doi ani, cit și cele lunare, datele obținute fiind prezentate în tabelul 5.1 din anexa 2.

Se constată că în 1980 valorile medii lunare ale Q_1^i au variat între 2122 și 2370 kcal/kg, valoarea medie anuală fiind de 2249 kcal/kg cu o abatere medie pătratică de 173 kcal/kg

În anul 1981 valoarea medie a Q_1^1 a crescut la 2374 kcal/kg, cu valori medii lunare mult mai dispersate (de la 2090 în aprilie la 2658 kcal/kg în octombrie), astfel încît, abaterea medie pătratică s-a ridicat la 285 kcal/kg.

Prin urmare, limitele de variație ale Q_1^1 (maxima fiind considerată $\bar{M} + 2\sigma$, iar minima $\bar{M} - 2\sigma$) au fost 1903 - 2595 kcal/kg în 1980 și, respectiv, 1806-2942 kcal/kg în 1981. Valoarea medie pe doi ani este de 2311 kcal/kg, limitele fiind 1825, respectiv 2797 kcal/kg.

Umiditatea totală are un domeniu restrîns de variație, valoarea medie pe doi ani fiind 9,65 % (9,39% în 1980 și 9,91 % în 1981), maxima 11,53 și minima 7,77 %.

Valoarea medie a cenușii raportată la starea anhidră a fost 60,99% în 1980 (maxima 66,73%, minima 55,25%), reducîndu-se la 58,86% în 1981 (maxima 67,54%, minima 51,26%). Media pe doi ani este de 59,86% (minima 52,18%, maxima 67,54%).

Pentru mixtele de Petrila și Coroiști, care au puteri calorifice mai ridicate, au fost calculate doar valorile medii și limită trimestriale, anuale și pe doi ani ale principalelor lor caracteristici energetice pe perioada 1980-1981, care sînt prezentate în tabelele 5.2 și 5.3. anexa 2.

Studiînd datele prezentate în tabelul 5.2. se constată că abaterile medii pătratice ale Q_1^1 sînt mult mai mari în cazul mixtelor de Petrila și de Coroiști (200 - 320 kcal/kg), față de mixtele de Lupeni (sub 200 kcal/kg). Același lucru se remarcă și pentru cenușă, raportată la starea anhidră, abaterea medie pătratică fiind pentru mixtele de Lupeni sub 3%, iar pentru celelalte sorturi peste 3%.

Valorile medii trimestriale ale Q_1^1 variază între 2201 și 2290 kcal/kg pentru sortul Lupeni și între 3090 și 3196 kcal/kg pentru sortul Petrila în 1980, deci aflîndu-se într-un interval relativ restrîns și sînt cuprinse între 2157 și 2583 kcal/kg pentru Lupeni, 2875 și 3252 kcal/kg pentru Petrila și 2617 și 3237 kcal/kg pentru Coroiști în 1981, deci existînd diferența de 400 - 600 kcal/kg.

Cenușa la starea anhidră are valorile medii trimestriale foarte apropiate în 1980, de 60-61% pentru Lupeni și 45-46% pentru Petrila, dar diferînd cu cîteva procente în 1981, 56-62%

pentru Lupeni, 44-50% pentru Petrila și 46-55% pentru Coroiesti.

Valorile medii trimestriale ale umidității totale sînt relativ constante pentru fiecare sort și anume, 9-10% pentru Lupeni, 13-14% pentru Petrila și 12-13% pentru Coroiesti.

În tabelul 5.3. sînt prezentate valorile medii și limită anuale și pe doi ani ale principalelor caracteristici energetice pentru mixtele de Valea Jiului, care au alimentat CTE Deva-Mintia în 1980-1981.

Comparînd valorile de proiect din tabelul 5.4.anexa 2 cu caracteristicile mixtelor furnizate de Combinatul Minier Valea Jiului în 1980 și 1981, se constată că a avut loc o înrăutățire majoră a calității cărbunelui. Astfel, mixtele de Lupeni care trebuiau să aibă Q_1^i mediu 3740 kcal/kg (limite 3200-3970 kcal/kg) au avut Q_1^i mediu doar de 2310 kcal/kg (limite 1830-2800 kcal/kg); prin urmare se constată reducerea puterii calorice cu peste 1400 kcal/kg, deci cu 38%, reducere datorată creșterii conținutului de steril de la 38,7% la 54,0 %.

De asemenea se constată reducerea Q_1^i și a mixtelor de Coroiesti cu cea 600 kcal/kg, de la 3530 la 2940 kcal/kg, deci cu 13%, datorată creșterii atât a conținutului de steril de la 38,7% la 43,6%, cît și prin creșterea umidității de la 10,0% la 13%.

În cazul mixtelor de Petrila se constată că valorile Q_1^i medie 3100 kcal/kg sînt apropiate de 3190 kcal/kg valoare medie de proiect.

La prelucrarea statistico-matematică a valorilor medii ale principalelor caracteristici energetice a sorturilor de mixte de huiă de Valea-Jiului, cu care a fost alimentată CTE, Deva-Mintia în perioada 1980-1981, s-a pornit de la faptul că o mărime caracteristică (umiditate, conținut de cenușă sau putere calorică inferioară) este caracterizată de un domeniu de variație :

$$X = \bar{X} \pm 3 \sigma \quad (5.3)$$

unde X este mărimea considerată

\bar{X} valoarea medie a mărimii considerate

σ abaterea medie pătratică a valorilor șirului față de valoarea medie.

Relația (5.3.) este caracteristică din punct de vedere

statistic, unei distribuții naturale și, în această ipoteză, acoperă 99,73% din valoarea șirului. Un domeniu de variație

$$X = \bar{X} \pm 2\sigma \quad (5.4.)$$

ar acoperi 95,45% din valorile șirului.

Având două șiruri de mărimi (de ex. umiditatea și conținutul de cenușă la masa uscată) care caracterizează aceleași eșantioane acestea nu pot fi tratate ca șiruri simple:

$$\begin{aligned} X_1 &= \bar{X}_1 \pm 3\sigma_1 \\ X_2 &= \bar{X}_2 \pm 3\sigma_2 \end{aligned} \quad (5.5.)$$

fără ca mărimile X_1 și X_2 să fie corelate între ele. Acest caz este un caz tipic de șiruri bidimensionale care necesită o tratare statistică adecvată.

Pentru tratarea statistică a caracteristicilor energetice ale mixtelor livrate de preparațiile Lupeni, Corolești și Petrila în anii 1980-1981 la CTF, Deva-Mintia, s-a conceput un model statistic al benzii de calitate.

Modelul statistic este inspirat de prezentarea rezultatelor calității cărbunilor din bazinul Marița din R.P. Bulgaria /...⁵⁶.../ și de prezentarea calității diferiților cărbuni din întreaga lume făcută de firma Energie und Verfahrenstechnik-REG /...⁷³.../

Se consideră combustibilul suficient de bine caracterizat calitativ dacă se cunosc W_t^i , A^{anh} și Q_1^i . Prin analiza chimică a eșantioanelor de cărbune pe baza cărora urmează să se stabilească banda de calitate se obțin 3 șiruri:

$$(W_t^i)_n, (A^{anh})_n \text{ și } (Q_1^i)_n$$

Studiul corelației celor 3 șiruri de valori este dificil de realizat și nu se posedă o bază matematică pentru aceasta. Din acest motiv se studiază corelația între două șiruri, de exemplu $(W_t^i)_n$ și $(A^{anh})_n$, urmînd ca mărimea a treia să fie considerată drept parametru.

Atunci cînd dependența dintre două mărimi este de natura stochastică, adică este vorba de două șiruri de valori aleatorii, definirea acestei dependențe printr-o funcție de regresie de forma $y = f(x)$ nu este posibilă întrucît se obțin două asemenea expresii după cum sînt alese mărimea argument și mărimea

funcției /⁵ /. Aceasta este inacceptabilă scopului propus.

Se propune caracterizarea acestei forme de dependență printr-un câmp de concentrație în jurul centrului (\bar{x}, \bar{y}) închis de o curbă care stabilește probabilitatea ca un punct (x_1, y_1) să se afle în acest câmp.

În cazul în care cele două șiruri de variabile aleatorii au o distribuție normală, această curbă este o elipsă, a cărei ecuație este dată de relația /⁵ / :

(5.6)

$$\frac{1}{1-r^2} \left[\left(\frac{x-\bar{x}}{\sigma_x} \right)^2 - 2r \frac{x-\bar{x}}{\sigma_x} \frac{y-\bar{y}}{\sigma_y} + \left(\frac{y-\bar{y}}{\sigma_y} \right)^2 \right] = X_p^2(2)$$

în care:

x, y sînt valorile curente

\bar{x}, \bar{y} mediile aritmetice ale șirurilor $(x)_n$ și $(y)_n$

σ_x, σ_y - abaterea medie patrată a șirurilor $(x)_n$ și $(y)_n$

r - coeficientul corelației lineare

$X_p^2(2)$ - valoarea distribuției X^2 pentru 2 grade de libertate corespunzătoare posibilității p de a nu fi depășită.

În fig. 5.1. s-a prezentat schematic acest câmp (elipsa), care reprezintă domeniul acoperit de probabilitatea p de către combustibilul de la o anumită preparație.

Se poate observa că pentru o anumită valoare a lui A^{anh} corespunde un câmp de valori pentru W_t^i . De asemenea, pentru o valoare a lui W_t^i corespunde un câmp de valori pentru A^{anh} . Aceasta este de fapt caracteristica esențială a corelației de tip stochastic.

Cea de a treia valoare ce caracterizează cărbunele Q_1^i poate fi pusă în legătură cu acest domeniu printr-o tratare statistică adecvată a șirurilor $(Q_1^i)_n$.

Șirul de valori $(Q_1^i)_n$ este un șir dependent de alte trei șiruri de valori aleatorii $(A^{anh})_n, (W_t^i)_n$ și $(Q_1^{ms})_n$, obținute în laboratorul chimic. Cel de al treilea șir va fi luat în considerare prin valoarea sa medie (Q_1^{mo}) .

Pe baza relațiilor de legătură a acestor mărimi se poate defini o funcție de forma:

$$W_t^i = f(Q_1^i, A^{anh}) \quad (5.7)$$

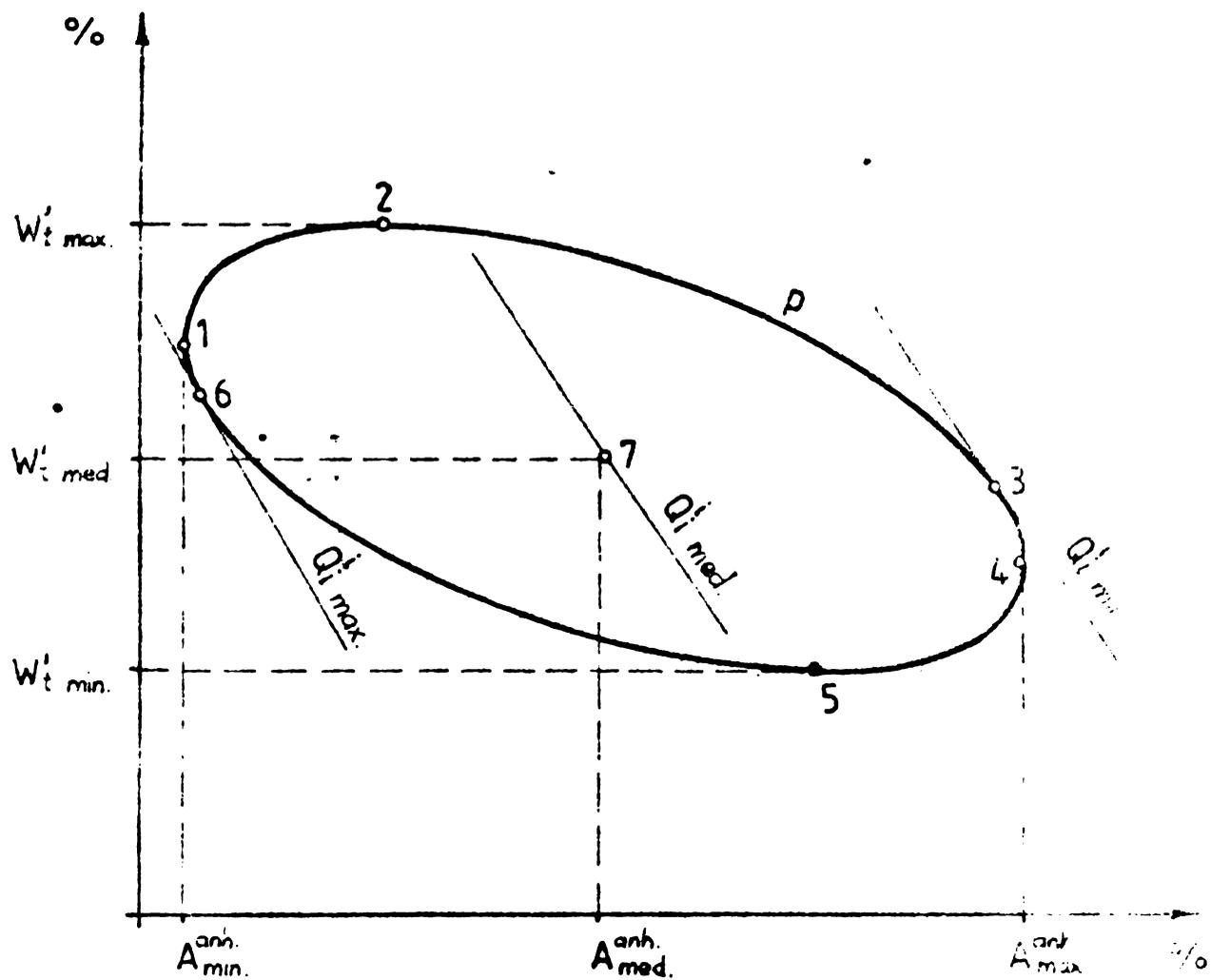
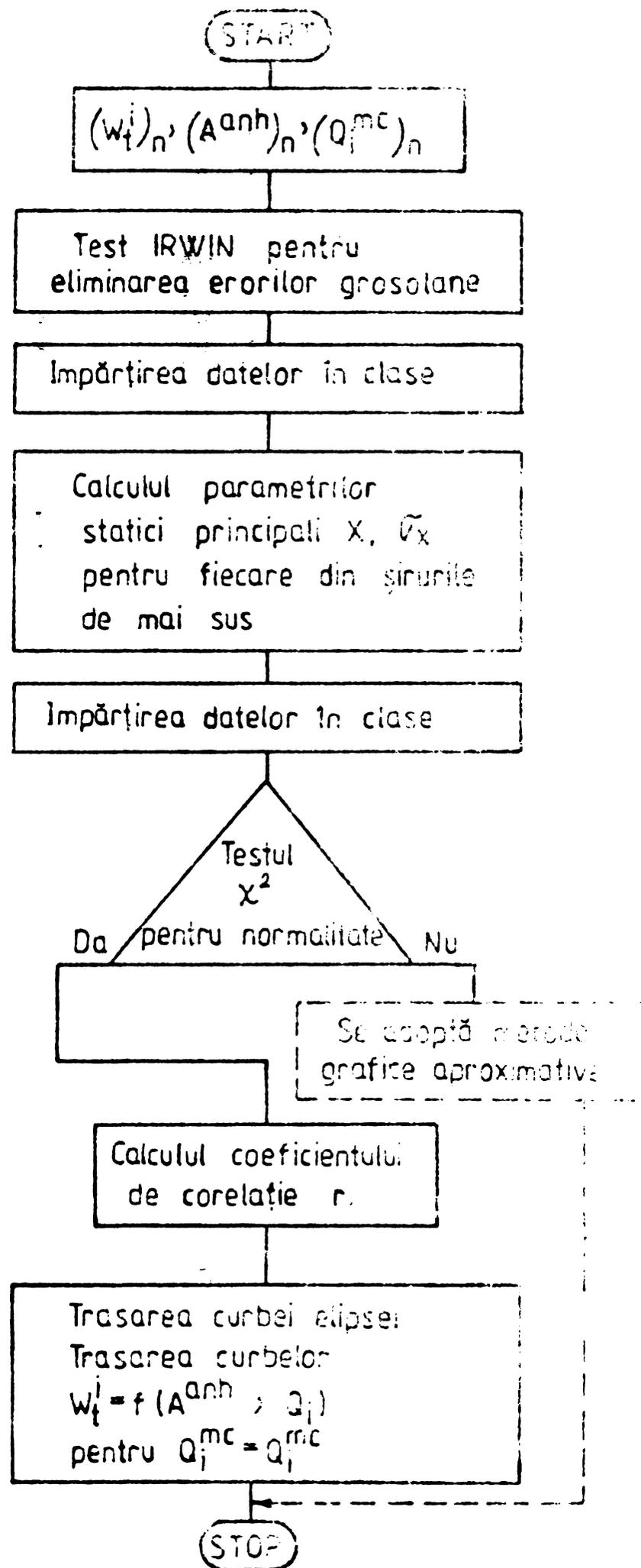


Fig. 5.1 Domeniul de probabilitate „p” acoperit de combustibil.

- Punctul: 1. Conținut de cenușă minim
 2. Umiditate maximă
 3. Putere calorică minimă
 4. Conținut de cenușe maxim
 5. Umiditate minimă
 6. Putere calorică maximă
 7. Caracteristici medii



ORGANIGRAMĂ PENTRU
DETERMINAREA CORELAȚIEI w_t^i ȘI A^{anh}
PENTRU O SURSĂ DE CĂRBUNE

in care Q_1^i este parametru iar Q_1^{BO} a fost luat in considerare prin valoarea sa medie.

Ac-astă familie de curbe este reprezentată in fig.5.1 prin curbele de $Q_1^i = \text{constant}$.

Prin prelucrarea statistică a şirurilor din tabelele 5.1, 5.2 şi 5.3- anexa 2 după modelul prezentat au fost trasate cu ajutorul calculatorului electronic curbele 5.1a 5.1b şi 5.1c prezentate in anexa 3.

In aceste grafice elipsa trasată cu roşu corespunde unei probabilităţi de 95,45%, iar cea cu verde, unei probabilităţi de 99,73%.

Curbele trasate cu violet reprezintă graficele funcţiilor $W_t^i = f(Q_1^i, A^{\text{anh}})$

Pe baza acestor grafice in tabelele 5.5 şi 5.6 anexa 4 se defineşte banda de calitate a cărbunelui din cele 3 preparăţii analizate.

Pentru fiecare preparăţie, cât şi pentru fiecare probabilitate de încadrare au fost definite 7 triplete de caracteristici tipice care să definească banda de calitate:

- punctul 1 : conţinutul minim de cenuse ;
- punctul 2 : umiditate maximă ;
- punctul 3 : puterea calorifică minimă ;
- punctul 4 : conţinutul maxim de cenuşă
- punctul 5 : umiditate minimă
- punctul 6 : putere calorifică maximă;
- punctul 7 : valori medii, a căror valori sînt de asemenea prezentate in tabelale 5.5 şi 5.6.

Prezentarea parametrilor principali ai cărbunelui sub formă statistică dă posibilitatea obţinerii unor informaţii care privesc efectul utilizării acestui combustibil, asupra cazanului propriu sau a auxiliarelor acestuia, valori care le voi folosi in capitolele următoare ale tezei de doctorat.

5.2.-Cercetări privind funcţionarea generatoarelor

de abur P-55 de la CTE.Deva-Mintia cu cărbuni

diferiţi de cei din proiect.

După cum rezultă din compararea caracteristicilor energetice ale cărbunilor avute in vedere la proiectarea generatoarelor

de abur de la CTE. Deva-Mintia prezentate în tabelul 4.1 și ale cărbunilor consumați în prezent din tabelul 5.3, puterea calorică, conținutul de umiditate și de cenușă diferă foarte mult de la un sort la altul, precum și față de proiect.

Consumarea unor sorturi foarte variate de cărbuni, au modificat condițiile tehnice de funcționare a instalațiilor de preparare a prafului de cărbune, regimul de ardere din focar, precum și regimul de funcționare a tuturor agregatelor auxiliare ale cazanelor.

Pentru a se putea stabili măsurile tehnice de adaptare a funcționării cazanelor P-55 de la CTE. Deva-Mintia, cu cărbune de o putere calorică inferioară benzii de calitate din proiect, precum și pentru a se asigura condițiile de ardere în amestec a mixtelor de uilă de Valea Jiului cu uilă superioară din import, s-au efectuat o serie de studii cu caracter teoretic asupra focarului cazanelor, instalațiilor de măcinare a cărbunelui și a restului agregatelor auxiliare. În același scop au fost efectuate probe de ardere cu aceste sorturi variate de cărbuni.

În acest capitol se prezintă rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale privind funcționarea cazanelor P-55 și a auxiliarelor acestora cu cărbuni având caracteristici inferioare celor din proiect.

5.2.1.-Prezentarea generatorului de abur P-55

Producerea aburului necesar celor 6 turbine tip K-200-130 de 210 MW fiecare, de la termocentrala Deva-Mintia, este asigurată de generatoare de abur, tip Pp-660/140 - P.55 cu tre-cere forțată (tip Rankin), fabricate de Uzinele din Podolsk-URSS. Fiecărei turbine îi corespund două generatoare de abur P.55, care pot funcționa fie independent, fie în paralel.

Generatorul de abur P-55 este realizat în formă de π cu două drumuri de gaze arse, unul ascendent și unul descendent legate între ele cu o cameră de întoarcere a fluxului de gaze. Drumul ascendent îl constituie focarul și în el sînt amplasate suprafețele de schimb de căldură prin radiație, iar în drumul descendent sînt amplasate suprafețele de schimb de căldură prin convecție.

Generatorul de abur P.55 este prevăzut cu supraîncălzirea intermediară a aburului.

Caracteristicile tehnice principale ale generatorului de abur P-55 sînt următoarele :

- Debitul de abur(al unui corp)	330 t/h
- Presiunea aburului supraîncălzit primar	140 bar
- Temperatura aburului supraîncălzit primar	550°C
- Presiunea aburului la intrarea în supraîncălzitorul intermediar	28,9 bar
- Presiunea aburului la ieșirea din supraîncălzitorul intermediar	24,4 bar
- Temperatura aburului supraîncălzit intermediar	550°C
- Presiunea apei de alimentare la intrarea în generatorul de abur	188 bar
- Temperatura apei de alimentare	242°C
- Randamentul garantat la funcționarea pe cărbune de proiect	90 %

Generatorul de abur P.55, a fost proiectat pentru a putea funcționa cu următorii combustibili:

- uilă energetică de Valea Jiului cu puterea calorifică inferioară medie de 3700 kcal/kg.
- gaze naturale
- uilă și gaze naturale în amestec
- amestec de 75% uilă energetică împreună cu 25% mixte de uilă rezultate de la spălarea uilelor pentru prepararea coosului metalurgic, puterea calorifică medie a amestecului fiind de 3450 kcal/kg, precum și
- păcură, numai pentru pornire.

Caracteristicile energetice ale cărbunilor pentru care au fost proiectate generatoarele de abur P.55 precum și sistemele de preparare a prafului de cărbune sînt redată în tabelul 4.1.

Pentru mășinarea cărbunelui necesar arderii acestuia în stare pulverizată fiecare corp al unui generator de abur este prevăzut cu cîte 4 mori tangențiale cu ciocane cu turație rapidă, cu însuflare directă, prezentate în capitolul 4.1, avînd caracteristicile tehnice redată în tabelul 4.2.

Arderea în focar a combustibilului se face în regim depresionar la - 4 pînă la - 6 mm coloană de apă, regim realizat de un ventilator de gaze arse de tip axial, avînd caracteristica de funcționare prezentată în diagrama din fig.6.3.

Aerul necesar arderii, uscării și transportului cărbunelui la arzătoare este asigurat de un ventilator centrifugal, a cărui caracteristici sînt redată la punctul 6.3. din teză.

Generatorul de abur P.55 este echipat cu 8 arzătoare turbionare de tipul TKZ (Babcock) prezentate în fig.4.4. pentru arderea combinată- cărbune, gaz natural și păcură,-amplasate pe pereții laterali ai focarului, în două etaje, cu cîte 4 arzătoare pe etaj, alimentate de la o moară cîte două în cruce pe fiecare perete lateral.

Evacuarea zgurii din focar se face în stare uscată, iar reținerea cenușii din gazele arse cu electrofiltre avînd gradul de reținere de 99%.

Schema circuitului apă-abur a generatorului de abur P.55 este prezentată în fig. 5.2.1.

Apa de alimentare preîncălzită la temperatura de 242°C intră în economizor (E_{90}) cu presiunea de 138 bari, preîncălzindu-se în continuare pînă la temperatura de 298°C , trece apoi în zona inferioară de radiație (ZIR) amplasată în jumătatea inferioară a focarului, încălzindu-se pînă la 355°C , după care se reîntoarce în zona de trecere (ZT) amplasată în drumul de gaze descendent deasupra economizorului. Din zona de trecere, unde începe procesul de vaporizare, aburul este condus în zona medie de radiație I (ZMR-I) amplasată în zona mediană a focarului, apoi în zona medie de radiație II (ZMR-II), situată în continuarea celei anterioare. Între zona medie de radiație I și II se face prima reglare a temperaturii aburului prin injecția nr.1. Aburul ajuns la temperatura de 431°C este trecut apoi în zona superioară de radiație I (ZSR-I) amplasată orizontal pe pereții laterali ai părții superioare a focarului. În continuare aburul este introdus în zona superioară de radiație II (ZSR-II) care ecranează partea frontală a părții superioare a focarului, și bolta, pe jumătatea din față a camerei de întoarcere.

Pe conducta de legătură dintre colectoarele de ieșire din zona superioară de radiație I și colectorul de intrare în zona superioară de radiație II se află montată vana de separație (V.S.) și racordurile aferente instalației de pornire în regim de circulație forțată. Înainte de intrarea aburului în zona superioară de radiație II se face cea de a doua reglare a temperatu-

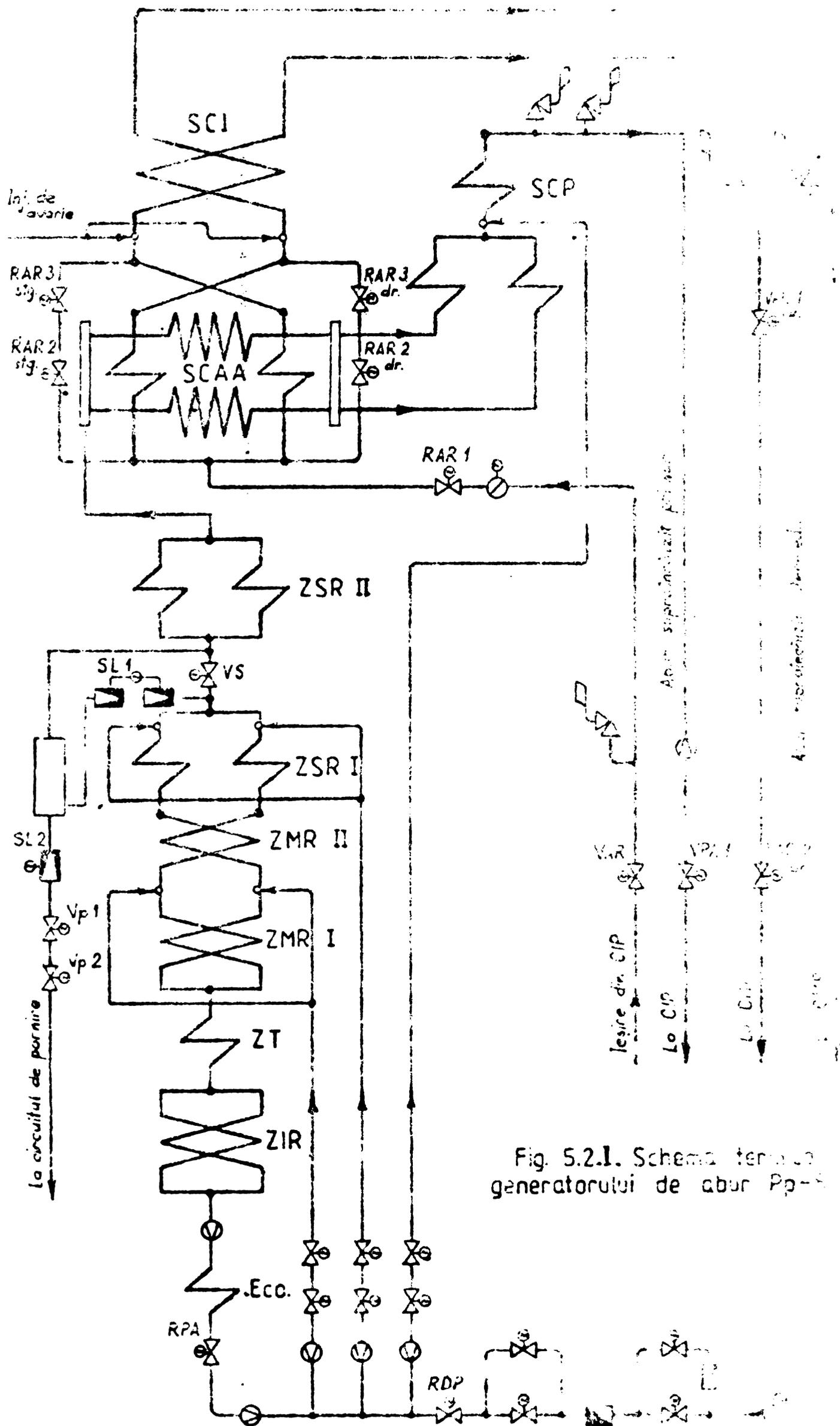


Fig. 5.2.1. Schema termică a generatorului de abur Pp-8

rii cu ajutorul injecției II.

In continuare, aburul este condus în schimbătorul de căldură abur-abur (S.C.A.A.) amplasat în afara focarului, al cărui rol este de a regla temperatura aburului supraîncălzit intermediar prin caldura cedată de aburul supraîncălzit primar, care își reduce în acest fel temperatura de la 492 la 443°C.

Aburul intră apoi în supraîncălzitorul paravan(SP_v) suspendat la intrarea în camera de întoarcere, mai departe în supraîncălzitorul plafon (S.Pf) care ecranează plafonul și pereții verticali ai camerei de întoarcere, iar de aici în supraîncălzitorul convectiv primar (S.C.P), amplasat orizontal la intrarea în canalul de gaze descendent, de unde iese cu temperatura de 550°C și este condus la cilindrul de înaltă presiune al turbinei

Pe conducta de legătură dintre supraîncălzitorul plafon și cel convectiv se află injecția a III-a pentru reglarea temperaturii aburului la ieșirea din generator.

La colectorul de ieșire a aburului din supraîncălzitorul convectiv primar sînt racordate, conducta de abur spre turbină și conducta supapelor de siguranță.

Aburul primar, care s-a destins în ajutajele corpului de înaltă presiune al turbinei (debit abur intermediar rece) este readus la generatorul de abur pentru supraîncălzire din nou. Aburul intermediar rece intră în schimbătorul de căldură abur-abur (SCAA) și apoi în supraîncălzitorul intermediar (S.Z.) realizat din două pachete de serpentine ce funcționează în paralel, amplasate în canalul de gaze descendent sub supraîncălzitorul convectiv primar. Pe conductele de legătură dintre schimbătorul abur-abur și supraîncălzitorul intermediar se găsesc cele două injecții de avarie.

Reglarea temperaturii aburului supraîncălzit intermediar, încălzit în schimbătorul abur-abur, se face automat cu abur intermediar rece prin intermediul a două conducte de ocolire a schimbătorului abur-abur pe care se află montate câte un ventil de reglaj și o vană de izolare.

Din supraîncălzitorul intermediar aburul este condus apoi prin două conducte la cilindrul de medie presiune al turbinei. Pe conducta care unește cele două colectoare de ieșire din supraîncălzitorul intermediar sînt amplasate supape de siguranță.

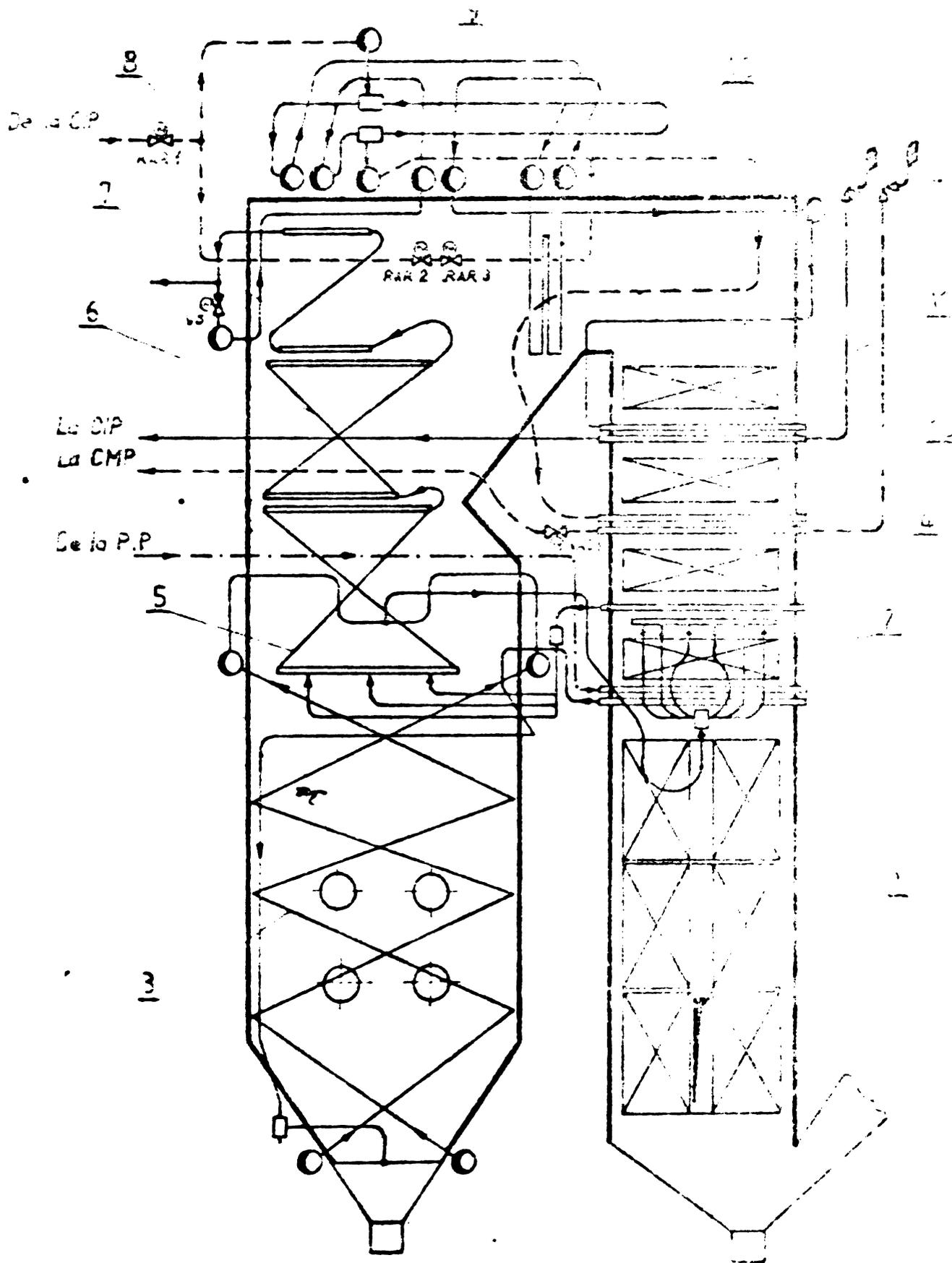


Fig 5.2.2. Schema cazanului Pp-55.

1. Preîncălzitor de aer (PA)
2. Economizor (Eco)
3. Zona inferioară de radiație (ZIR)
4. Zona de trecere (ZT)
5. Zona medie de radiație I (ZMR I)
6. Zona medie de radiație II (ZMR II)
7. Zona superioară de radiație I (ZSR I)
8. Zona superioară de radiație II (ZSR II)
9. Schimbătorul de căldură abur-apă (SCA-A)
10. Suprîncălzitorul parovăp (SPV)
11. Suprîncălzitorul pluvă (SP)
12. Suprîncălzitor convectiv primar (SCH)
13. Suprîncălzitor convectiv secundar (SCS)

5.2.2.- Comportarea focarului generatorului de abur

P-55 la funcționarea cu sorturi de cărbune diferite de cele de proiect.

1^o- Consumul de combustibil

Avînd în vedere cele 11 sorturi de cărbune de Valea Jiului cu care este alimentată CTE.Mintia, în cele ce urmează vom stabili cantitatea de combustibil necesară la funcționarea pe fiecare sort a cazanului la sarcina nominală. Pentru a avea o ilustrare reprezentativă a acestor cantități necesare, se prezintă în continuare rezultatele calculului de proiectare la funcționare pe combustibil solid avînd $Q_1 = 3708$ kcal/kg (varianta I) și $Q_1 = 3443$ kcal/kg (varianta II).

Varianta I

Compoziția elementară la masa de lucru:

C = 39,8 % ; H = 3,0 % ; O = 8,0 % ; N = 0,8 %

S = 1,8 % ; A = 35,6% ; W = 11 %

- Conținutul de volatili $V^{MC} = 48$ %

- Umiditatea maximă $W^{max} = 11$ %

- Puterea calorică a combustibilului $Q_1 = 3708$ $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

- Pierderi de căldură : $q_2 = 7,07\%$; $q_3 = 0,5$ % ;

$q_4 = 1,5$ % ; $q_5 = 0,44$ % ; $q_6 = 1,19$ %

- Randamentul cazanului $\eta_{cas} = 90,3\%$

- Consumul de combustibil B = 66,13 t/h

Varianta II

Compoziția elementară la masa de lucru :

C = 37,2% , H = 2,8 % , O = 7,6 % ; N = 0,7 %

S = 1,7 % ; A = 37,2% ; W = 12,8 %

- Conținutul de volatili $V^{MC} = 48,8$ %

- Umiditatea maximă $W^{max} = 12,8$ %

- Puterea calorică a combustibilului $Q_1 = 3443$ kcal/kg

- Pierderi de căldură $q_2 = 7,26$ % ; $q_3 = 0,5$ %

$q_4 = 1,5$ % ; $q_5 = 0,44$ % ; $q_6 = 0,22$

- Randamentul cazanului $\eta_{cas} = 90,07$ %

- Consumul de combustibil B = 71,15 t/h

Caracteristicile sorturilor de combustibil sînt prezentate în tabelul nr. 5.1.

Tabelul nr.5.1

Nr. sort	Sort	W ^t %	A ^{anh} %	Q ₁ kcal/kg
1.	0-80 mm brut Lupeni	6,51	50,32	3254
2.	0-80 mm brut Coroiesti	10,06	42,31	3650
3.	0-80 mm brut Vulcan	10,55	30,73	4410
4.	0-80 mm brut Petrila	9,45	36,77	4036
5.	0-80 mm mixte Lupeni	8,50	49,94	3160
6.	0-10 mm mixte Coroiesti	14,37	45,43	3146
7.	0-10 mm mixte Petrila	15,51	47,76	2804
8.	0-80 mm mixte Petrila	11,53	48,19	2928
9.	0-0,5 mm șlam flotat Coroiesti	28,98	17,95	4194
10.	0-0,5 mm șlam iaz	23,50	49,80	2430
11.	0-0,1 mm șlam flotat Petrila	31,23	17,06	4022

Determinarea pierderilor prin ardere chimică incompletă q₃

Această mărime este luată în calculul de proiectare/67/ de 0,5% valoare pe care o menținem în continuare avînd în vedere conținutul de volatile ridicat.

Determinarea pierderilor prin radiație, q₅

Din calculul de proiectare, la sarcină nominală q₅ = 0,44 %, valoare care este luată în considerare și în calculul de față.

Determinarea pierderilor prin căldură fizică a zgurii q₆

Din/67/ rezultă că q₆ este o funcție de cenușă conținută în combustibil și puterea calorică inferioară a cărbunelui. În calculul efectuat s-a considerat gradul de separare al focarului constant.

$$q_6 = q_6^x \frac{Q_1^x}{Q_1} \cdot \frac{\Delta^0}{\Delta^{ex}} \quad (5.1.)$$

unde mărimile cu x reprezintă valori de proiect iar cele neindexate ea aparținând sortului studiat. Valorile calculate sînt prezentate în tabela nr. 5.3.

Determinarea pierderilor prin ardere mecanic
incompletă, q_4

La proiect, s-a adoptat valoarea q_4 prevăzută de norme, adică $q_4 = 1,5 \%$. Avînd în vedere că funcționarea pe cele 11 sorturi de cărbune suscitade, reprezintă o abatere de la condițiile de proiect, a fost necesară recalcularea pierderilor de căldură prin ardere mecanic incompletă.

Calculul mărimii q_4 se face după /43/ avînd în vedere următoarele:

a.-Încărcarea specifică de volum a focarului variază la funcționarea pe diverse sorturi în limita variației randamentului cazanului. Această variație nu are o influență esențială asupra timpului de staționare a prafului de cărbune în focar, astfel că vom considera încărcarea de volum a focarului constantă și anume $q_v = 88.400 \text{ kcal/m}^3\text{h}$ (valoare de proiect)

b.-Praful de cărbune are o distribuție granulometrică după curba Rosin-Ramler avînd $R_{200} = 4\%$, $R_{40} = 28\%$ și $n = 1,2$.

c.-Coeficientul de exces de aer al focarului este $\alpha_p = 1,25$ (valoare de proiect)

d.-Temperatura la ieșirea din focar după /67/ este o funcție de criteriul Boltzmann (Bo) și temperatura teoretică de ardere (T_a). Cum prin considerarea căldurii specifice a gazelor în focar constantă (C_p variază în limite de 1,7% la arderea unor cărbuni avînd puterea calorică inferioară în limita de 2000 - 4000 kcal/kg)

$$Bo \approx \frac{V_g}{T_a^3} \quad (5.2)$$

V_g - volumul specific de gaze de ardere (Nm^3/kg) și

$$T_a \approx \frac{Q_g + I_L \cdot V_L}{V_g}$$

I_L - entalpia aerului preîncălzit (kcal/Nm^3)

V_L - volumul specific de aer introdus în focar Nm^3/kg

rezultă ca temperatura la ieșirea din focar este în anumite limite proporțională cu raportul $\frac{V_g}{T_a^3}$ și $\frac{Q_g + I_L \cdot V_L}{V_g}$

Din tabela nr. 5.2 se remarcă că $V_g / Q_1 \frac{\text{Nm}^3/\text{kg}}{1000 \text{ kcal/kg}}$

variază pentru cele 11 sorturi în limite destul de reduse (5%).

Tabela 5.2

Sortul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$V_g - \frac{\text{Nm}^3/\text{kg}}{Q_1 \cdot 1000 \text{ kcal/kg}}$	1,46	1,47	1,46	1,46	1,46	1,49	1,51	1,49	1,53	1,54	1,54

Acest fapt va determina un regim de transmitere a caldurii pe drumul convectiv neschimbat fapt ce va conduce la o temperatură a gazelor de ardere la ieșire aproximativ constantă și o entalpie a aerului după preîncălzitorul de aer deasemeni constantă. De altfel din calculul termic de proiectare a rezultat o variație a temperaturii gazelor de ardere la ieșire din cazan de 1 grad la funcționare pe cărbune cu variație a puterii calorifice de 265 kcal/kg.

Putem conchide că pentru calculul nostru temperatura la ieșirea din focar variază în limite neesențiale pentru a schimba valoarea lui $q_4/43$ astfel încît și noi o vom considera constantă.

e.-Considerînd temperatura de ieșire din focar drept cea de proiect (în calculul termic de proiectare s-a ajuns la o diferență de 1 grad între cele două tipuri de combustibil luate în considerație),

$T_g = 1304^\circ\text{K}$, rezultă un timp de staționare în focar mediu de 4,5 secunde

Din/43/considerînd condițiile de difuzie a oxigenului aceleași pentru toate variantele pierderile prin ardere mecanic incompletă se determină cu relația

$$q_4 = I_1 \frac{8100}{Q_1} K^1 \quad (5.3)$$

unde

K^1 - conținutul de masă combustibilă raportat la masa de lucru

I_1 - integrală de ardere fiind funcție de condițiile de desfășurare a procesului de ardere /43/

$$I_1 = I_1 (I_2, a)$$

în care I_2 - integrală ce introduce efectul aerului polidispers asupra desfășurării arderii în focar /43/

a - mărime ce depinde de excesul de aer în focar și conținutul de cocs al combustibilului ars

$$I_2 = I_2 \quad I_n = 1 + b (n - 1)$$

unde b - coeficient ce introduce influența omogenității norului de particole asupra lui I_2 /43/

Valorile calculate pentru q_4 sînt prezentate în tabelul nr. 5.3.

Determinarea pierderilor prin gazele evacuate la

$$\frac{cos, q_2}{2}$$

În paragraful 4^o al acestui capitol am arătat că temperatura la ieșirea din cazan variază în limite reduse. Aceasta va conduce la ideea că q_2 la arderea celor 11 sorturi de cărbune variază numai în funcție de q_4 și Q_1 .

Rezultatele calculelor sînt prezentate în tabelul nr.5.3.

Tabelul nr.5.3

Sortul	Q_1 kcal/kg	$q_2^{\%}$	$q_3^{\%}$	$q_4^{\%}$	$q_5^{\%}$	$q_6^{\%}$	$\eta_{gas}^{\%}$	B t/h
1	3254	7,395	0,5	1,57	0,44	0,307	89,8	76
2	3650	7,112	0,5	1,59	0,44	0,245	90,11	69
3	4410	6,568	0,5	1,59	0,44	0,138	90,76	55,5
4	4036	6,836	0,5	1,65	0,44	0,1804	90,4	60,7
5	3160	7,462	0,5	1,62	0,44	0,313	89,67	78,2
6	3146	7,473	0,5	1,62	0,44	0,286	89,68	78,6
7	2804	7,717	0,5	1,79	0,44	0,337	89,22	88
8	2928	7,528	0,5	1,81	0,44	0,326	89,4	84,7
9	4194	6,722	0,5	1,54	0,44	0,085	90,71	58,2
10	2430	7,985	0,5	2,58	0,44	0,4	88,1	103,5
11	4022	6,846	0,5	1,51	0,44	0,084	90,62	60,8

Determinarea randamentului și a consumului de combustibil

Randamentul cazanului este

$$\eta_{\text{caz}} = 100 - \sum_6 q_i \quad (5.4)$$

Consumul de combustibil se determină cu relația

$$B = \frac{Q_{\text{cas}}}{q_1 \cdot \eta_{\text{caz}}} \quad (\text{kg/h}) \quad (5.5)$$

unde Q_{cas} = cantitatea de căldură utilă produsă la sarcina nominală (kcal/h)

Rezultatele calculelor sînt date în tabelul nr.5.3

2°- Indicii caracteristici ai focarului la funcționarea cu mixte de huiă

Dimensionarea focarelor cazanelor de abur s-a făcut avînd în vedere asigurarea unor condiții și anume:

- aprinderea sigură a norului de particule de cărbune refulat de arzătoare;
- arderea completă (impusă de q_4) a norului de particule de cărbune;
- evitarea depunerilor de zgură pe suprafețele de schimb de căldură din focar și din drumurile convective.

Prima condiție expusă este asigurată prin considerarea unei încărcări termice specifice în secțiunea arzătoarelor (q_p) suficient de ridicată. Indicatorul q_p este legat și de nivelul de temperaturi în focar (conform celei de-a treia condiții acesta trebuie să fie sub temperatura de înmuiere a cenușii) astfel încît valoarea lui q_p este privită ca un optim.

$$q_p = \frac{Q}{F_{\text{ars}}} \cdot \text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \quad (5.6)$$

unde:

Q - cantitatea de căldură introdusă în focar, kcal/h

($Q_1 \times B$)

F_{ars} - secțiunea focarului la nivelul arzătoarelor, m^2

Arderea bună a prafului de cărbune se asigură prin

stabilirea unui timp de staționare a particulelor în focar (t_A) suficient de mare, comparativ cu timpul de ardere necesar. În practica proiectării această condiție se ia în considerare prin alegerea unei încărcări specifice de volum a focarului (q_V) optimă. Se poate demonstra că q_V este invers proporțional cu timpul de staționare a particulelor în focar.

$$q_V = \frac{Q}{V_f} \quad \text{keal/m}^3 \cdot \text{h} \quad (5.7)$$

unde:

V_f - volumul focarului, m^3

În esență, cele două cifre considerate q_F și q_V , definesc sintetic procesele de ardere, transmiterea căldurii și curgerea care au loc în focar. Alegerea lor (nu există metode analitice de stabilire a valorii lor) se face pe baza unei practici de proiectare și exploatare și anume în funcție de tipul de combustibil și sarcina cazanului. În cadrul aceluiași condiții se păstrează o bandă de încadrare în funcție de alte considerații luate de proiectant.

a.-Calculul indicilor caracteristici q_V și q_F

Valorile de proiect ale lui q_V și q_F pentru cazanul P-55 sînt:

$$q_V = 88,4 \cdot 10^3 \text{ keal/m}^3 \cdot \text{h}$$

$$q_F \approx 2,66 \cdot 10^6 \text{ keal/m}^2 \cdot \text{h}$$

121/ Față de cifrele recomandate de literatura de specialitate se remarcă existența unei încărcări termice de volum scăzute, ceea ce asigură focarului o rezervă substanțială privind timpul de staționare a particulelor, și în acest sens putem spune că acesta poate asigura arderea unor combustibili ce au timpi de ardere mai mari.

În paragraful următor se va face un calcul amănunțit a posibilităților de ardere a prafului de cărbune pentru toate sorturile luate în considerare.

În tabelul 5.4. se prezintă valorile lui q_V și q_F la funcționarea cazanului la sarcina nominală.

Tabela 5.4.

Sortul de cărbune	$q \cdot 10^{-3}$ kcal/m ³ .h	$q_F \cdot 10^{-6}$ kcal/m ² .h
0-80 mm brut Lupeni	89,63	2,69
0-80 mm brut Coroiesti	91,27	2,74
0-80 mm brut Vulcan	88,7	2,65
0-80 mm brut Petrila	88,78	2,66
0-80 mm mixte Lupeni	89,55	2,69
0-10 mm mixte Coroiesti	89,61	2,69
0-10 mm mixte Petrila	89,4	2,675
0-80mm mixte Petrila	89,87	2,70
0-0,5 mm șlam flotat Coroiesti	88,46	2,65
0-0,5 șlam iaz	91,15	2,73
0-0,5 șlam flotat Petrila	88,62	2,66

b.-Calculul timpului de staționare și timpului de ardere a norului de particule.

Cifrele caracteristice calculate mai sus definesc regiul termic și hidromecanic, din focar, dar ele nu pot ilustra modificările ivite la funcționare cu combustibil altul decât cel de proiect, privind relația timp de staționare- timp de ardere.

Timpul de staționare se calculează cu /31/

$$t_A = \frac{Q_1 \cdot 3600 \cdot 273 \cdot m \cdot \varphi}{Q_V \cdot V_G \cdot T} \quad (5.8)$$

in care:

- Q_1 - puterea calorifică inferioară, kcal/kg
- Q_V - încărcarea termică de volum a focarului kcal/m³.h
- V_G - volumul specific de gaze de ardere m³/kg
- T - temperatura medie absolută a focarului, K
- φ - coeficient ce caracterizează gradul de umplere al focarului
- $\varphi = 0,65 - 0,85$
- m - masa particulei de cărbune, kg

Rezultatele calculelor sînt prezentate în tabelul 5.5.

Calculul timpului de ardere se face după o metodă prezentată în considerațiile teoretice fiind prezentate în cap.

5.2.2. Pornind de la acestea se consideră un timp de ardere care să asigure $q_4 = 1,5$ % conform /67/. De asemeni menționăm că arderea are loc în regim difuziv ($D = 3,7 \text{ cm}^2/\text{s}$. $Nu_D = 3$) și praful introdus are aceeași distribuție granulometrică ca și în cap. 5.2.2. Rezultatele calculelor se prezintă în tabela 5.6.

Tabelul 5.5

Timpul de staționare al particulelor în focar

Sortul	Q_1 kcal/kg	T K	t_A sec.
0-80 mm brut Lupeni	3254	1303,4	4,02
0-80 mm brut Corolești	3650	1304,75	3,97
0-80 mm brut Vulcan	4410	1307,7	4,27
0-80 mm brut Petrila	4036	1306,2	4,26
0-80 mm mixte Lupeni	3160	1303	3,67
0-10 mm mixte Corolești	3146	1302,8	4,08
0-10 mm mixte Petrila	2804	1301,6	4,05
0-80 mm mixte Petrila	2928	1302	4,125
0-0,5 șlam flotat Corolești	4194	1306,8	4,04
0-0,5 șlam laz	2430	1301,3	3,705
0-0,5 șlam flotat Petrila	4022	1306,2	3,76

Timpul de ardere a particulelor Tabela 5.6.

Sortul	K^2	$\beta \cdot 10^4$	I_1	I_2	τ . sec.
0-80 brut Lupeni	36,5	6,55	0,01652	0,22	3,82
0-80 brut Corolești	38,4	6,23	0,0176	0,21	3,58
0-80 brut Vulcan	49,6	4,81	0,0149	0,22	2,69
0-80 brut Petrila	43,54	5,50	0,01718	0,22	3,07
0-80 mixte Lupeni	36,7	6,55	0,01598	0,22	3,82
0-10 mixte Corolești	36,1	6,63	0,01615	0,22	3,87
0-10 mixte Petrila	31,84	7,50	0,01635	0,22	4,4
0-80 mixte Petrila	33,18	7,21	0,01605	0,22	4,24
0-0,5 șlam flotat Corolești	47,14	5,07	0,01648	0,22	2,78
0-0,5 șlam laz	22,8	10,5	0,01975	0,175	5,57
0-0,5 șlam Petrila	42,98	5,59	0,01738	0,22	3,13

Din cele două tabele se observă că în timp ce pentru sorturile brute, timpul de staționare în focar este mai mare (în medie cu 25%), pentru sorturile mixte timpii sînt egali și pentru mixtele 0-10 mm Petrila, timpul de staționare este mai mic decît timpul de ardere. De asemeni acest focar asigură arderea în condiții bune a sorturilor de șlam flotat dar nu și șlamul de iaz.

5.2.3.-Verificarea capacității de măcinare a moriilor de cărbune

Măcinarea cărbunelui este un proces combinat de mărunțire și de uscarea a cărbunelui. În cazul instalației cu care este echipat cazanul P-55, agentul de uscarea este aerul cald, care îndeplinește și funcție de agent de transport spre arzătoare.

Pentru a asigura funcțiunea de transport, cantitatea de agent de transport pentru 1 kg. de cărbune brut (inclusiv vaporii de apă degajați în timpul procesului de uscarea) este

$$V_M = \frac{[1 - (w/d)_r] 273}{S (273 + t_{M2})} - 1,244 (Wd) r \quad (5.9)$$

unde $(Wd) r$ - cantitatea de apă eliminată din 1 kg. cărbune brut prin uscarea kg/kg

S - concentrația de praf în agentul de transport kg/m³

t_{M2} - temperatura agentului de transport la ieșirea din moară, °C

$$\text{In plus : } (Wd) r = \frac{W - Wbr}{1 - Wpr}$$

unde Wbr - umiditatea cărbunelui brut, kg/kg

Wpr - umiditatea prafului, kg/kg

Valorile concentrației de praf sînt limitate de conținutul de substanțe volatile raportat la masa combustinilă a cărbunelui. Pe de altă parte, umiditatea prafului de cărbune este și ea impusă de caracteristicile cărbunelui. Pentru cazul examinat și anume arderea unor sorturi de huiță și subproduse de preparare a huiței, valorile care vor fi adoptate în calcul sînt:

- concentrație de praf $S = 0,3$ kg/m³

- temperatura amestecului la ieșirea din separatorul morii $t_{M2} = 130$ °C

Resultă valorile debitului de aer cald necesar pentru

transport, prezentate în tabelul 5.7.

Tabelul 5.7.

Debitul minim necesar de agent de transport

Sort cărbune	W %	W _{pr} %	(Wd) _g kg/kg	V _M Nm ³ /kg	V' M Nm ³ /h
1. 0-80 mm brut Lupeni	6,51	2,5	0,04113	2,1158	160500
2. 0-80 mm brut Coroiesti	10,06	2,6	0,0766	1,9896	137100
3. 0-80 mm brut Vulcan	10,55	2,6	0,0816	1,9734	107500
4. 0-80 mm brut Petrila	9,45	2,5	0,07125	2,0093	121300
5. 0-80 mm mixte Lupeni	8,50	2,6	0,0606	2,0466	160000
6. 0-10 mm mixte Coroiesti	14,37	6,5	0,0842	1,9641	154100
7. 0-10 mm mixte Petrila	15,51	6,4	0,0974	1,9179	168800
8. 0-80 mm mixte Petrila	11,53	6,2	0,0568	0,0593	174300
9. 0-0,5 mm șlam flotat Coroiesti	28,98	5,1	0,2515	1,281	74600
10. 0-0,5 mm șlam iaz	23,50	5,1	0,1938	1,476	152800
11. 0-0,5 mm șlam Petrila	31,23	5,2	0,2745	1,2035	73300

Pe de altă parte, volumul specific de aer necesar arderii, pentru fiecare din sorturile examinate este prezentat în tabelul 5.8. Volumul de aer necesar arderii s-a calculat pentru un coeficient de exces de aer $\alpha = 1,25$.

Tabelul 5.8.

Volumul de aer necesar arderii

Sort cărbune	V _{Lg} Nm ³ /kg	V _L Nm ³ /kg	V _L Nm ³ /h
1. 0-80 mm brut Lupeni	3,6	4,5	342.000
2. 0-80 mm brut Coroiesti	4,04	5,05	348.500
3. 0-80 mm brut Vulcan	4,86	6,08	337.500
4. 0-80 mm brut Petrila	4,48	5,6	340.000
5. 0-80 mm mixte Lupeni	3,52	4,4	344.000
6. 0-10 mm mixte Coroiesti	3,52	4,4	346.000
7. 0-10 mm mixte Petrila	3,17	3,96	348.500
8. 0-80 mm mixte Petrila	3,29	4,11	348.000
9. 0-0,5 mm șlam flotat Coroiesti	4,74	5,92	344.000
10. 0-0,5 mm șlam iaz	2,83	3,54	367.000
11. 0-0,5 mm șlam Petrila	4,6	5,75	349.000

Din examinarea tabelelor 5.7 și 5.8. se poate constata că valoarea debitului minim necesar de agent de transport pentru toate cele 11 sorturi de cărbune examinate este cu mult mai redus decât valoarea debitului necesar arderii. Drept urmare, se poate considera că din punctul de vedere al funcției de transport a instalației de preparare a prafului nu apar limitări pentru nici unul din sorturile examinate.

Tinând seama de pierderile prin radiație și conducție în mediul ambiant ale instalației de măcinare, evaluate la cea 5%, cantitatea de căldură necesară pentru uscarea a 1 kg. cărbune brut este, conform /30/,

Funcțiunea de uscare a instalației de preparare a prafului impune asigurarea valorii umidității finale a prafului de cărbune.

$$q = 1,05 \left\{ (W_d)r [585 + 0,46 (t_{M2} - 20)] + [W - (W_d)r] (t_{M2} - 20) + (1-W) \cdot 0,31 (t_{M2} - 20) \right\} \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \quad (5.10)$$

unde notațiile își păstrează aceeași semnificație ca mai sus.

Rezultatele calculelor întocmite pentru cele 11 sorturi de cărbune examinate sînt prezentate în tabela 5.9. Trebuie făcută observația că în calcul, s-a considerat valoarea temperaturii inițiale a cărbunelui 20°C.

Tabela 5.9

Cantitatea de căldură necesară uscării

Sortul de cărbune	q kcal/kg	Q kcal/h
1. 0-80 mm brut Lupeni	63,8	4.850.000
2. 0-80 mm brut Coroiesti	86,1	5.940.000
3. 0-80 mm brut Vulcan	102,5	5.685.000
4. 0-80 mm brut Petrila	82,6	5.010.000
5. 0-80 mm mixte Lupeni	76	5.940.000
6. 0-10 mm mixte Coroiesti	93,6	7.360.000
7. 0-10 mm mixte Petrila	102	8.980.000
8. 0-80 mm mixte Petrila	75	6.340.000
9. 0-0,5 mm șlan flotat	198	11.520.000
10. 0-0,5 mm șlan flotat	162	16.750.000
11. 0-0,5 mm șlan Petrila	212	12.890.000

Cantitatea de căldură necesară trebuie să satisfacă și condițiile bilanțului termic al instalației de preparare a prafului de cărbune.

$$q = q_1 + q_2 + q_3 - q_4 \quad (5.11)$$

- unde q_1 - cantitatea de căldură transferată cărbunelui prin acțiunea mecanică a măcinării
 q_2 - cantitatea de căldură introdusă în instalație de aerul fals aspirat
 q_3 - cantitatea de căldură introdusă în instalația de agentul de uscarea
 q_4 - cantitatea de căldură care părăsește instalația cu agentul de transport

Valorile elementelor bilanțului termic pot fi determinate în modul următor /30/.

- Cantitatea de căldură transferată cărbunelui prin acțiunea mecanică a măcinării:

$$q_1 = 860 \cdot x \cdot e \text{ kcal/kg} \quad (5.11.a)$$

unde x - cota de energie de măcinare transformată în căldură (pentru mori cu ciocane $x = 0,8$)

e - energie specifică de măcinare (pentru morile 2000/2200/735 12 kWh/t)

- Cantitatea de căldură introdusă în instalație de aerul fals aspirat:

$$q_2 = z \cdot V_M \cdot 20 \cdot 0,31 \text{ kcal/kg} \quad (5.11.b)$$

unde z - cota de aer fals aspirat de moară (pentru mori cu ciocane $z = 0,1$)

V_M - volumul de agent de transport (în cazul examinat, aer) la ieșirea din moară

- Cantitatea de căldură introdusă în instalație de agentul de uscarea:

$$q_3 = (1 - z) \cdot V_M \cdot C_{pM} \cdot (t_{M1} - t_{M0}) \text{ kcal/kg} \quad (5.11.c)$$

unde t_{M1} - temperatura agentului de uscarea (în cazul examinat aer preîncălzit) la intrarea în moară

$C_p \text{ m } 1$ - căldura specifică medie a agentului de uscare la
intrarea în moară

- Cantitatea de căldură care părăsește instalația
cu agentul de transport:

$$q_4 = V_M - C_p \text{ m } 2 \int_0^{t_{M2}} \cdot t_{M2} \quad \text{kcal/kg} \quad (5.11.d)$$

unde t_{M2} - temperatura agentului de transport la ieșire din moară

$C_p \text{ m } 2$ - căldura specifică medie a agentului de transport
la ieșirea din moară

Rezultatele acestui bilanț este valoarea necesară
a debitului de agent la ieșirea din moară V_M . Bilanțul a fost
întocmit considerînd:

- temperatura aerului încălzit 300°C
- temperatura agentului la ieșirea din moară: 130°C

Din întocmirea bilanțului termic conform celor ară-
tate mai sus se determină cantitatea de agent de uscare necesară.
Rezultatele bilanțurilor sînt prezentate în tabela 5.10.

Tabela 5.10

Debitul de agent de uscare necesar

Sort cărbune	$V_M \text{ Nm}^3/\text{kg}$	$V_M \text{ Nm}^3/\text{h}$
1. 0-80 mm brut Lupeni	1,176	89.376
2. 0-80 mm brut Corolești	1,72	118.680
3. 0-80 mm brut Vulcan	1,831	101.620,5
4. 0-80 mm brut Petrila	1,644	199.790,8
5. 0-80 mm mixte Lupeni	1,499	107.621,8
6. 0-10 mm mixte Corolești	1,889	148.200
7. 0-10 mm mixte Petrila	2,09	183.920
8. 0-80 mm mixte Petrila	1,497	77,00
9. 0-0,5 mm șlan flotat Corolești	4,21	245.022
10. 0-0,5 mm șlan las	3,389	350.800
11. 0-0,5 mm șlan Petrila	4,5	273.600

Valorile debitelor de agent necesare prezentate în
tabela 5.10 reprezintă de fapt o cotă din cantitatea totală de

aer de ardere corespunzătoare combustibilului respectiv. Valoarea procentuală a acestei cote este prezentată în tabela 5.11.

Tabela 5.11

**Cota procentuală de agent de uscare din cantitate
totală de aer de ardere**

Sort de cărbune	(V ^M /V ^L) x 100 (%)
1. 0-80 mm brut Lupeni	26,15
2. 0-80 mm brut Coroiști	34,08
3. 0-80 mm brut Vulcan	30,10
4. 0-80 mm brut Petrița	29,37
5. 0-80 mm mixte Lupeni	34,08
6. 0-10 mm mixte Coroiști	42,95
7. 0-10 mm mixte Petrița	52,80
8. 0-80 mm mixte Petrița	36,43
9. 0-0,5 mm șlam flotat Coroiști	71,1
10. 0-0,5 mm șlam las	95,8
11. 0-0,5 mm șlam Petrița	78,25

Din examinarea datelor din tabela 5.11 se poate constata că valoarea cotei procentuale de agent de uscare din cantitatea totală de aer de ardere este, pentru sorturile de cărbune examinate, foarte variabilă, marcând valori cuprinse între 26,15 și 95,8. Trebuie subliniat că arzătoarele cu care sînt echipate cazanurile P-55 din C.F.M. sînt de tipul turbionar în care raportul dintre cantitățile de aer primar și secundar joacă un rol important asupra desfășurării procesului de amestec și de ardere din focar. După valoarea raportului aer primar/ aer secundar trebuie să se încadreze între limitele 25-35% (maxim 40%), ceea ce înseamnă că arderea exclusivă a sortului mixte Petrița 0-10 mm și a tuturor sorturilor de șlam este imposibilă fără reconstruirea arzătoarelor.

Această situație este doar semnalată urmînd ca să fie luată în considerare la examinarea globală a posibilităților de funcționare a cazanelor P-55 pe sorturile de combustibil analizate.

Funcția de măcinare a instalației de preparare a prafului depinde de factori constructivi și factori legați de calitatea combustibilului.

La proiectarea instalației de măcinare s-au întocmit calcule pentru trei combustibili diferiți pentru care debitul de praf furnizat de moară variază între anumite limite. Rezultatele sînt prezentate în tabela nr.5.12.

Tabela 5.12

Debitul morilor conform proiectului

Puterea calorică - - kcal/kg - - - - -	5000	3700	3430
Debitul morii t/h	16,35	20,0	18,1

Valorile prezentate au fost verificate în exploatare.

Pe baza încercărilor efectuate în URSS a fost întocmită o formulă statistică pentru calculul debitului morilor cu ciocane./29/ (5.12)

$$B = \frac{1,4 \cdot u^3 \cdot L \cdot MVTI \cdot K_{um1} \cdot K_{um2} \cdot m^{0,25} \cdot K_{us}(1,43 N_{i-1})^{0,7}}{0,5 \cdot K_{cons} \left(\ln \frac{100}{K_{90}} \right)^{0,6} \cdot \left(1 + \frac{0,5 \cdot D}{W_{ag}^2} \right)} \frac{t}{h}$$

în care:

- u - viteza periferică a ciocanelor, m/s
- L - lungimea rotorului, m ;
- MVTI - măcinabilitatea cărbunelui, unități VTI
- k_{um1} - coeficient de umiditate

$$K = \sqrt{\frac{K^2 - W_{med}^2}{K^2 - W_{hig}^2}}$$

$$K = 4 + 1,07 W$$

W = umiditatea inițială a cărbunelui, %

W_{med} = umiditatea medie în moară, %

$$W_{med} = \frac{W'_M + 6 W_{praf}}{7} \quad \%$$

W_{hig} - umiditatea hidrescopică a cărbunelui, %

W'_M - umiditatea cărbunelui la intrarea în moară, %

$$W'_M = \frac{W(100 - W_{praf}) - 100 (W - W_{praf}) (a+b-ab)}{(100 - W_{praf}) - (W - W_{praf}) (a+b-ab)} \quad \%$$

W_{praf} - umiditatea prafului de cărbune, %

a, b - coeficienți ce țin seama de uscarea prealabilă a cărbunelui

$$a = b = 0 \quad \text{și} \quad W_M' = W$$

k_{um_2} - coeficient de umiditate

$$k_{\text{um}_2} = \frac{100 - W'_{\text{med}}}{100 - W}$$

m - numărul mediu de ciocane pe periferia rotorului

k_{uz} - coeficient de uzură ($k_{\text{uz}} = 0,85$)

N_1 - raportul între puterea necesară antrenării morii și puterea de mers în gol

$$N_1 = \frac{N}{N_{\text{gol}}}$$

$$N = N_{\text{spec}} \cdot D.L. \quad (\text{kw})$$

N_{spec} - puterea specifică pe m^2 secțiune longitudinală de rotor,
 Kw / m^2

D - diametrul rotorului, m

$$N_{\text{gol}} = 7 \cdot 10^{-5} \cdot D.L. \cdot \beta \cdot u^3 \cdot \sqrt{m \cdot e} \quad \text{Kw} \quad (5.13)$$

unde: $\beta = 1 - 0,7 \left(1 - 2 \frac{b}{D} \right)^4$

b - înălțimea ciocanelor, m

e - coeficient de rezistență aerodinamică ($e = 0,7$)

k_{coars} - coeficient de coscasare preliminară

R_{q0} - restul pe site cu ochiuri de 90 mm

W_{ag} - viteza agentului în moară, m/s

În relația prezentată mai sus sînt necunoscute sau nu pot fi determinate un număr de elemente și anume:

- valoarea precisă a măcinabilității luată în considerare la calculul morii;
- valoarea vitezei agentului în moară

Restul mărimilor ne este cunoscut sau poate fi determinat prin calcul în relația prezentată intervine un număr important de mărimi care nu sînt legate de caracteristicile combustibi-

lului ei doar de caracteristicile geometrice constructive ale morii. Acest fapt facilitează întocmirea unor calcule prin similitudine.

Privitor la măcinabilitatea cărbunelui vor fi folosite datele din (40), urmînd ea acestea să fie verificate pe probe recoltat în timpul experimentărilor.

În ce privește valoarea vitezei agentului trebuie observat că pentru hullă ea nu trebuie să coboare sub 2 m/s iar influența acestei mărimi în formula prezentată poate fi apreciată ca secundară întrucît valoarea ei nu poate varia în limite foarte mari (sub un ordin de mărime).

Se consideră drept variantă de bază a calculului prin similitudine următoarea:

- puterea calorică a combustibilului 3430 kcal/kg
- debitul morii 18,1 t/h
- umiditatea inițială a combustibilului 12,8%
- finețea de măcinare $R_{90} = 40 \%$
- umiditatea prafului 5,7 %

În plus din (40), lucrare întocmită pe baza unor elemente stabilite cu puțin timp înainte de întocmirea proiectului centralei, se adoptă:

- umiditatea higroscopică 4%
- macinabilitatea $M_{VTI} = 1,1$

Se consideră constante următoarele mărimi :

- viteza periferică
- lungimea rotorului
- numărul de cicoane
- coeficient de uzură
- raportul puterilor
- finețea de măcinare
- diametrul rotorului
- viteza agentului prin rotor

Atunci, relația de similitudine devine:

$$B = B^x \frac{K_{\text{con}}^x}{K_{\text{con}}'} \cdot \frac{M_{VTI}^x K_{un1} K_{un2}}{M_{VTI}^x K_{un1}^x K_{un2}^x} \quad (5.14)$$

unde mărimile marcate cu semnul x sînt caracteristice variantei de bază.

Folosind această relație pentru cele 11 sorturi de

cărbune analizate, se obțin valorile prezentate în tabela 5.13

Tabela 5.13
Debitul de cărbune realizat de moara
MdT 2000/2200/735

Sort cărbune	W^b %	W_{praf} %	W_{hig} %	M_{VTI}	K_{gona}	EM t/h
1. 0-80 mm brut Lupeni	12,8	5,7	4	1,1	1,093	18,1
	6,51	2,5	2,9	1,10	1,093	19,6
2. 0-80 mm brut Coroiești	10,66	2,6	3,1	1,18	1,093	21,6
3. 0-80 mm brut Vulcan	10,55	2,6	3,1	1,11	1,093	20,25
4. 0-80 mm brut Petrila	9,45	2,5	2,8	1,09	1,093	19,85
5. 0-80 mm mixte Lupeni	8,50	2,6	3,0	1,18	1,093	20,9
6. 0-10 mm mixte Coroiești	14,37	6,5	7,2	1,12	1,093	19,60
7. 0-10 mm mixte Petrila	15,51	6,4	7,2	1,15	1,015	22,8
8. 0-80 mm mixte Petrila	11,53	6,2	7,4	1,10	1,093	20,3
9. 0-0,5 mm șlan flotat Coroiești	28,98	5,1	2,6	1,10	0,90	28,05
10. 0-0,5 mm șlan Petrila	31,23	5,2	2,4	1,20	0,90	32,36
11. 0-0,5 mm șlan las	23,50	5,1	2,6	1,06	0,90	25,1

Având în vedere consumul de combustibil al casanului la sarcina nominală, se poate determina numărul mediu de calcul de mori în funcțiune la arderea în exclusivitate a diferitelor sorturi de cărbune.

Rezultatele sînt prezentate în tabela 5.14.

Având în vedere faptul că fiecare casan de 330 t/h este echipat cu 4 mori și ținînd seama și de faptul că în exploatare, datorită uzurii, se produce o reducere a debitului de cărbune măcinat, valorile din tabela 5.14 arată că pentru o mare parte din sorturile examinate, rezerva de debit a morilor este neînsemnată iar în unele cazuri întreaga capacitate de măcinare a acestora devine insuficientă pentru asigurarea debitului nominal. Astfel, se poate considera ca insuficientă rezerva existentă în mori la

arderea sorturilor.

- 0-80 mm brut Lupeni
- 0-80 mm mixte Lupeni
- 0-10 mm mixte Petrila

și imposibilă realizarea debitului nominal al cazanului cu instalația actuală la arderea sorturilor:

- 0-10 mm mixte Corolești
- 0-80 mm mixte Petrila
- 0-0,5 mm șlam iaz

Așa cum s-a arătat mai sus, aceste elemente vor fi luate în considerare într-o analiză ulterioară.

Tabela 5.14.

Numărul mediu de mori de calcul în funcțiune

Sortul de cărbune	Numărul mediu de mori în funcțiune
1.- 0-80 mm brut Lupeni	3,88
2.- 0-80 mm brut Corolești	3,2
3.- 0-80 mm brut Vulcan	2,74
4.- 0-80 mm brut Petrila	3,1
5.- 0-80 mm mixte Lupeni	3,74
6.- 0-10 mm mixte Corolești	4,01
7.- 0-10 mm mixte Petrila	3,86
8.- 0-80 mm mixte Petrila	4,14
9.- 0-0,5 mm șlam Corolești	2,07
10.- 0-0,5 mm șlam iaz	4,12
11.- 0-0,5 mm șlam Petrila	1,88

5.2.4.-Comportarea morilor cu ciocane la

măcinarea unor cărbuni diferiți de cei
dici proiecta.

Schema instalațiilor de preparare a prafului de cărbune de la termosentrala Deva-Mintia, prezentată detaliat la cap.4 cuprinde pentru fiecare generator de abur câte 4 sisteme individuale de preparare a prafului de cărbune cu circuit închis, cu insuflare directă având mori cu ciocane, cu admisie tangențială a cărbunelui și a agentului de uscare, ce alimentează fiecare câte două arzătoare.

Sistemul individual de preparare a prafului de cărbune cu insuflare directă, foarte avantajos datorită simplității schemei, are însă dezavantajul că de regimul de funcționare a morilor depinde direct și producția de abur a generatorului de abur.

Debitul morilor și numărul lor în funcțiune a fost ales de proiectantul generatoarelor de abur, pentru sorturile de cărbune de garanție având caracteristicile prezentate în tabelul 4.1. Pentru huila de garanție având puterea calorică de 3700 kcal/kg, funcționarea generatorului de abur este asigurată la debitul și parametrii nominali, cu 3 mori de cărbune din 4 instalate pentru fiecare generator.

Comparând caracteristicile energetice ale cărbunilor avute în vedere la proiectarea generatoarelor de abur de la CTE. Deva-Mintia și ale cărbunilor consumați în prezent se poate constata că atât puterea calorică, precum și conținutul de umiditate și de cenușă diferă foarte mult de la un sort la altul, și sînt cu mult inferioare față de proiect.

Scăderea puterii calorifice, creșterea conținutului de umiditate și de cenușă al cărbunilor consumați au modificat complet condițiile tehnice de funcționare în special a instalațiilor de preparare a prafului de cărbune, regimul de ardere din focar, precum și regimul de funcționare a tuturor agregatelor auxiliare ale generatoarelor de abur.

Avînd în vedere această situație, la acest subpunct se vor prezenta rezultatele, experimentărilor efectuate la termocentrala Deva-Mintia în vederea examinării comportării morilor cu ciocane la măcinarea unor cărbuni cu caracteristici energetice inferioare celor avute în vedere la proiectare.

Experimentările le-am efectuat cu două mori cu ciocane avînd caracteristici tehnice diferite, precum și pentru sorturi diferite de cărbune.

1^o - Rezultatele experimentărilor cu moara LA I.

Prima serie de experimentări au fost efectuate cu moara cu ciocane nr.1 de la corpul de cazan A al grupului nr.1 (simbol L.A.I.), avînd caracteristicile tehnice de garanție redată în tabelul 4.2. de unde rezultă:

- debitul de măcinare la o finete a prafului de $R_{90} = 45 \%$
- turația rotorului

22 t /h
742 rot/min

TABLEUL 5.15

REZULTATELE MĂSURĂTORILOR EFECIENȚEI LA MOARA CU CIOCANI 1.A. I.

15.1 Măsurarea măsurată	Slm-1 hbol IU/M	Debit de aer Insuflat																									
		D ₁ = 30000 mc/h					D ₂ = 40000 mc/h					D ₃ = 50000 mc/h															
		Tensiunea A C B																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1.- Puterea absorbită de moară	N	135	229	274	360	450	540	630	720	810	900	135	202,5	270	346	422	498	574	650	726	802	135,5	202	225	260	290	306
2.- Puterea A C B	n	rot/min	570	670	770	870	970	1070	1170	1270	1370	570	670	770	870	970	1070	1170	1270	1370	1470	570	670	770	870	970	1070
3.- Greutate specifică carbune în A C B	B	kg/m ³	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2	25,5	27,8	30,1	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2	25,5	27,8	30,1	32,4	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2
4.- Debitul de carbune brut	B	t/h	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2	25,5	27,8	30,1	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2	25,5	27,8	30,1	32,4	12,1	14,2	16,3	18,6	20,9	23,2
5.- Putere calorifică inf. carbune brut	Q ₁	Kcal/Kg	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070
6.- Umidit. carbunelui -de îmblamele	W ₁	%	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
7.- -higroscopie	W _h	%	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
8.- -totală	W _t	%	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9
9.- Conținut de cenă carb. brut	A	%	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7	51,7
10.- Temperatura aerului Insuflat	t	°C	220	195	255	265	275	285	295	305	315	220	75	66	76	82	103	110	115	120	125	185	200	225	235	250	255
11.- Presiunea aerului Insuflat	P _a	mmHg	10	51	60	63	65	67	69	71	73	10	80	74	83	93	115	110	115	120	125	100	140	138	145	150	160
12.- Presiunea în moară	P _m	"	10	55	65	70	75	80	85	90	95	10	80	74	83	93	115	110	115	120	125	110	150	154	160	163	180
13.- Presiunea amestecului aer-praf după separator	P _s	"	25	30	38	45	50	56	65	70	100	25	50	56	65	70	100	82	82	82	82	82	138	140	144	150	165
14.- Căderea de presiune în separator	"	"	0	4	5	7	8	9	10	11	12	0	5	8	7	11	12	10	10	10	10	10	10	16	15	13	20
15.- Restul pe sita R ₉₀	r ₁	%	32	47,6	25	25	25	25	25	25	25	65,4	46	27,2	49	49	49	49	49	49	49	37	20	24	24	44,2	28,4
16.- Inelul 2 (88 mm)	r ₂	%	51	32	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	38,4	52	39,2	40	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	44,5	50	35	36	36	40	53,2
17.- Inelul 3 (177 mm)	r ₃	%	50,6	38,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6	67,4	54,2	60,3	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	57	53	37	44,4	59	59
18.- Inelul 4 (300 mm)	r ₄	%	35	44,3	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	47,6	33,4	62	33	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	56,8	47,6	58	36,8	52	74,2	74,2
19.- Inelul 5 (423 mm)	r ₅	%	39	36	37	37	37	37	37	37	37	48	57	41,2	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	32,4	53	43	39,6	43,4	43,4
20.- Inelul 6 (512 mm)	r ₆	%	48,8	46	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	47	44,2	31,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	43,2	28,2	55	45	45	61,4	47
21.- Inelul 7 (574 mm)	r ₇	%	51,2	49,2	37	37	37	37	37	37	37	28	34	40	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	22,1	31	40,6	52,8	69,2	69,2
22.- media pe sect.	R ₉₀	%	43,9	41,9	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,4	41,6	48,1	39	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	44,7	39,2	43,6	38,5	47,8	54,9	54,9

Notă: Valorile sunt medii aritmetice pe secțiune.

- viteza periferică a ciocanelor 77,7 m/s

Rezultatele măsurătorilor efectuate la măcinarea unui cărbune avînd:

- puterea calorică inferioară de $Q_1 = 3070$ kcal/kg
- umiditatea totală $Wt = 9,9 \%$
- conținutul de cenușă $A = 51,7 \%$

sînt prezentate în tabelul 5.15.

Măsurătorile s-au făcut în 3 regimuri de ventilație a morii, respectiv pentru debitele de aer cald insuflate în moară de:

$$\begin{aligned} D_1 &= 30.000 \text{ mc/h} \\ D_2 &= 40.000 \text{ mc/h și} \\ D_3 &= 50.000 \text{ mc/h} \end{aligned}$$

În cadrul fiecărui regim de ventilație a morii s-au efectuat măsurători la aceleași debite de cărbune brut introdus în moară.

Probele de praf de cărbune s-au luat cu aparatura și după metodologia explicată detaliat la punctul 2.1.3. din lucrare.

Așa după cum rezultă din tabelul 5.15 probele de praf s-au luat din conducta de aer-praf la ieșirea din separator spre arzătoare avînd diametrul nominal $D_1 = 600$ mm, pe trei inele concentrice aflate la următoarele distanțe

$$\begin{aligned} h_1 &= 0,205 D_1 \\ h_2 &= 0,354 D_1 \\ h_3 &= 0,457 D_1 \end{aligned}$$

Pentru calculul debitului de cărbune s-a procedat în felul următor:

- s-a cîntărit greutatea cărbunelui cuprins între doi racleți ai alimentatorului de cărbune brut (2 cîntăriri) și s-a determinat astfel $G = 38,5$ kg.

- s-a constatat că la o rotație completă a roții de antrenare a lanțului cu racleți, sînt parcurse trei spații dintre racleți, deci se vehiculează un debit de $3.G$.

- cunoscînd că raportul total de transmisie al acționării alimentatorului de cărbune brut este

C.T.E. MINTIA
Moara 1AI

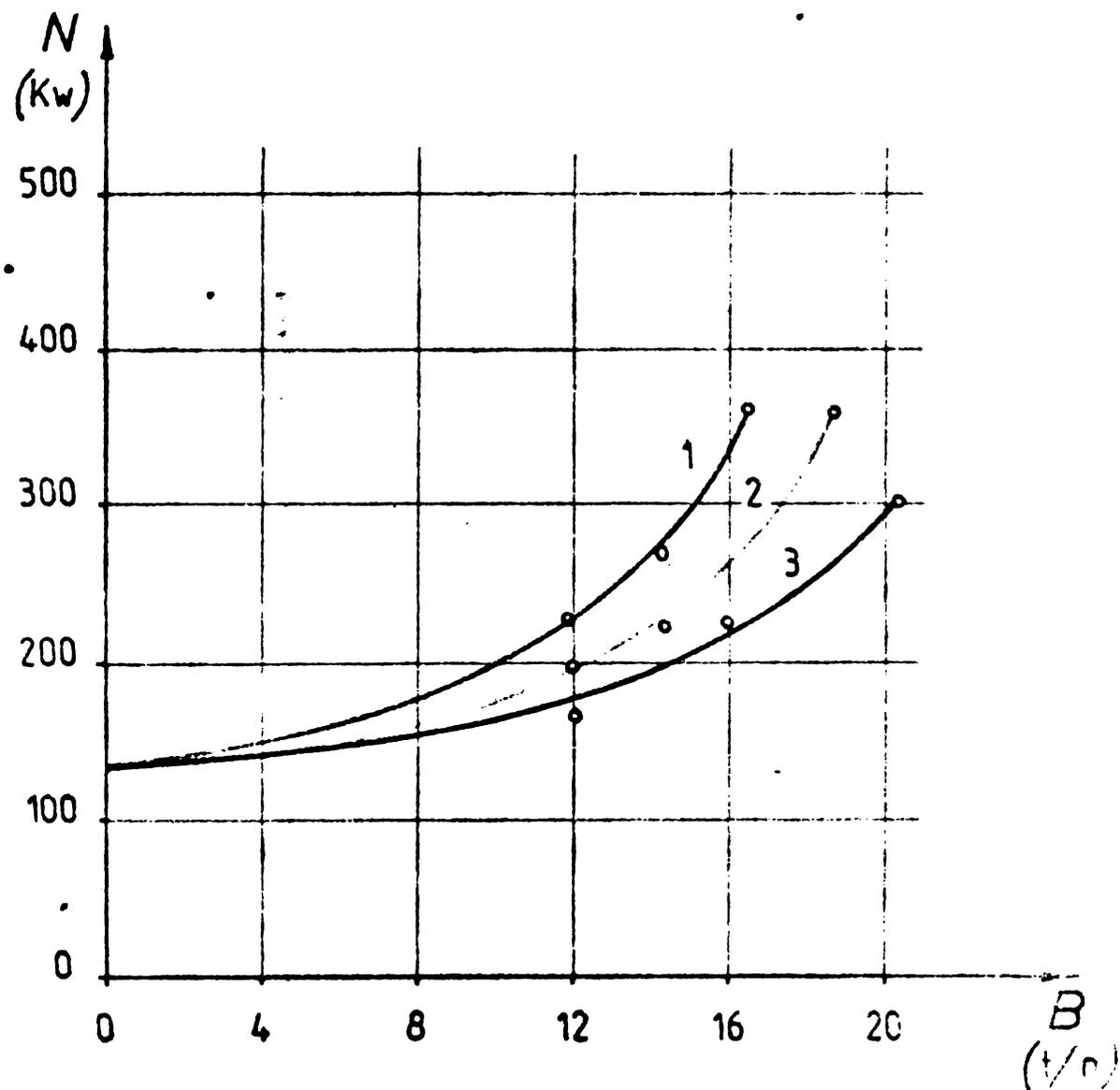


Fig. 5.3 Curbele $N=f(B)$
pentru debitele de aer insuflat în moară.

1. — $D_1 = 30.000 \text{ m}^3/\text{h}$
2. — $D_2 = 40.000 \text{ m}^3/\text{h}$
3. — $D_3 = 50.000 \text{ m}^3/\text{h}$

(Cărbune:
 $Q_1 = 3070 \text{ kcal/kg}$
 $A = 51,7 \%$
 $W_t = 9,9 \%$)

$$l_{\text{tot}} = l_{\text{reductor}} \times l_{\text{lanț}} = 177,9 \times 1,84 = 327,336$$

s-a stabilit că funcție de turația motorului de la alimentatorul de cărbune brut, debitul de cărbune introdus în moară se poate calcula din relația

$$B = \frac{n}{327,6} \cdot 3.G. 60.10^3 \quad \text{t /h}$$

în care:

- B t /h este debitul de cărbune brut
- n rot/min turația motorului de la alimentatorul de cărbune brut(ACB), care este o funcție liniară de tensiune de alimentare în V și pentru care sînt trasate diagrame.

Toate măsurătorile s-au făcut cu ciocane noi la moară.

Cu ajutorul valorilor obținute am construit o serie de diagrame din care se poate examina în detaliu comportarea morilor cu ciocane la măcinarea cărbunelui cu caracteristici inferioare celor de proiect. Astfel:

a.-Curbele $N = f(B)$ din fig. 5.3. pentru diferite debite de aer cald insuflat în moară scot în evidență următoarele:

- Moara cu ciocane realizează un debit apropiat de debitul proiectat (20,6 t /h față de 22 t /h) și la măcinarea unui cărbune cu o putere calorifică mai redusă cu 630 kcal/kg față de proiect și cu un conținut de cenușă cu 16% mai ridicat, în condițiile în care umiditatea totală a cărbunelui este apropiată de cea de proiect, iar debitul de aer cald insuflat în moară este maxim.

- Puterea electrică absorbită de motorul de antrenare scade odată cu creșterea debitului de aer cald insuflat în moară, prin urmare consumul specific de energie electrică a morii scade cu creșterea gradului de ventilație a acesteia. Consumul specific de energie electrică a variat între 22 kwh/t la debitul de 8 t /h al morii și 15 kwh/t pentru debitul maxim de 20 t /h, în condițiile în care ciocanele morii erau neuzate.

b.-Curbele de variație a fineței de măcinare funcție de debitul de cărbune și aer cald insuflat în moară din fig.5.4. se situează aproape în totalitate în jurul valorii proiectate, cu excepția funcționării morii la debitul maxim și puternic ventilată, cînd finețea de măcinare se înrăutățește substanțial.

C.T.E. MINTIA
Moara 1A I

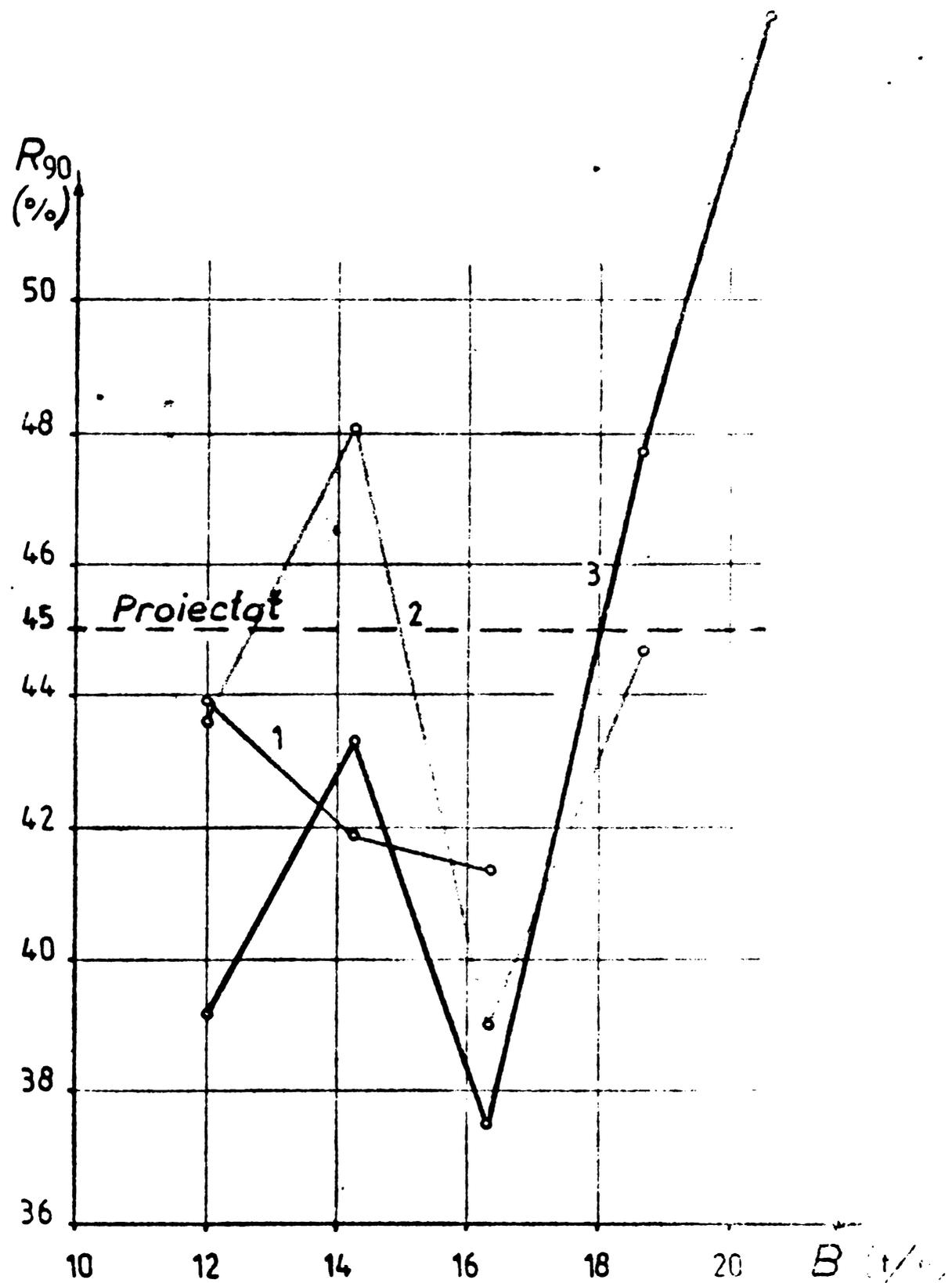


Fig. 5.4 Variația fineții de măcinare funcție de debitul de cărbune și aer insuflat în moară.

1. — $D_1 = 30.000$ m³/h
 2. — $D_2 = 40.000$ m³/h
 3. — $D_3 = 50.000$ m³/h
- (Cărbuni:
 $Q_i = 3.070$ kcal/kg
 $A = 51,7$ %
 $W_t = 9,9$ %)

Se poate remarcă de asemenea din examinarea curbelor respective că la un debit de cărbune brut în moară de cca 16 t/h se produce o remăcinare a prafului de cărbune care determină obținerea unui rest pe sita R_{90} cuprins între 37,5 și 41,5 %.

Rezultă că deasemenea că cel mai bun regim de funcționare din punct de vedere al fineței de măcinare este în situația în care moara funcționează cu un debit de aer cald de 40.000 mc/h.

c.-Din examinarea curbelor $N = f(B)$ pentru $R_{90} = \text{const}$ prezentate în fig. 5.5. se poate observa o creștere liniară a puterii absorbite de electromotorul de antrenare odată cu creșterea debitului de cărbune brut, finețea de măcinare păstrându-se între anumite limite constantă.

Așa după cum rezultă din fig. 5.5. se poate constata că finețea de măcinare optimă (cea mai apropiată de valoarea de proiect a lui $R_{90} = 45$ %, se obține la funcționarea morii cu un debit de cărbune brut cuprinse între 14 și 18,5 t/h.

Același lucru se poate vedea și din fig. 5.6 și 5.7 unde am reprezentat curba granulometrică a prafului de cărbune obținut la debitele de 18,6 și 20,6 t./h în diagrama Rosin-Rammler Bennet.

d.-Caracteristicile aerodinamice ale ansamblului moară-separator centrifugal sînt prezentate în fig. 5.8. prin variația presiunii aerului insuflat (p_a), a presiunii după moară (p_M) precum și a presiunii amestecului aer-praf după separator (p_S), toate mărimile respective fiind determinate funcție de debitul de cărbune brut și aer cald insuflat în moară.

Din aceste diagrame se poate observa că și în cazul măcinării unui cărbune cu caracteristici energetice cu mult inferioare celor care s-au avut în vedere la proiectarea morii, din punct de vedere aerodinamic, ansamblul moară-separator asigură condițiile necesare pentru uscare și transport a prafului de cărbune spre arzătoare în condiții normale.

Acest lucru este confirmat și de variația pierderii de presiune în separatorul morii (Δp_S) funcție de debitul de aer insuflat în moară, reprezentată în fig. 5.9.

2°- Rezultatele experimentărilor cu moara 1 B V

A doua serie de experimentări a fost efectuată cu moara cu ciocane nr.1 de la corpul de cazan B al grupului nr.5

CTE MINIA
Moara 1AI

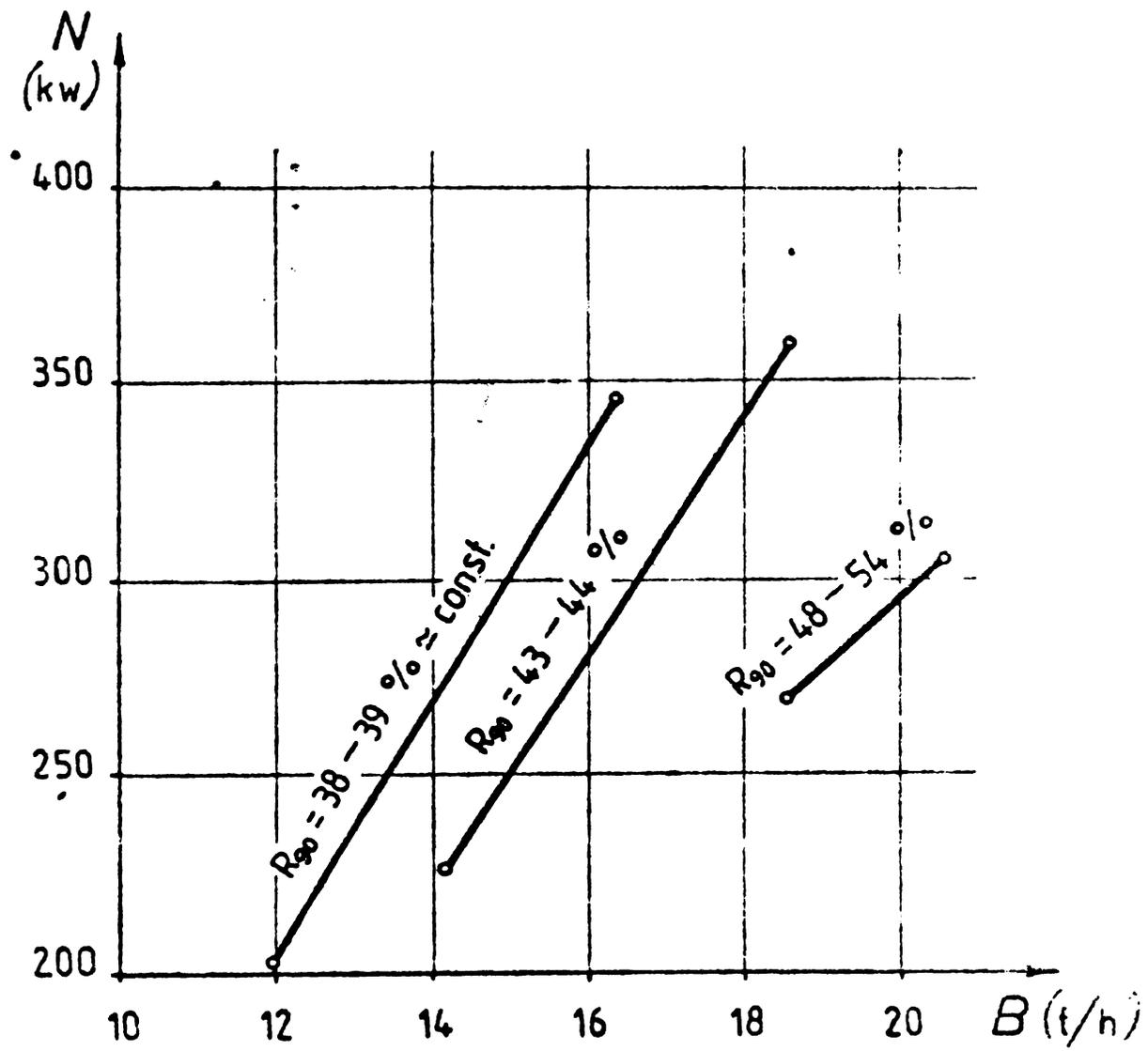


Fig. 5.5 Curbele $N=f(B)$
pentru $R_{90} = \text{const.}$

(Cărbune: $Q_i = 3.070 \text{ kcal/kg}$; $A = 51,7 \%$; $W_t = 9,9 \%$)

C.T.E. MINTIA

Meara: 1A

La B = 16,6 t/h

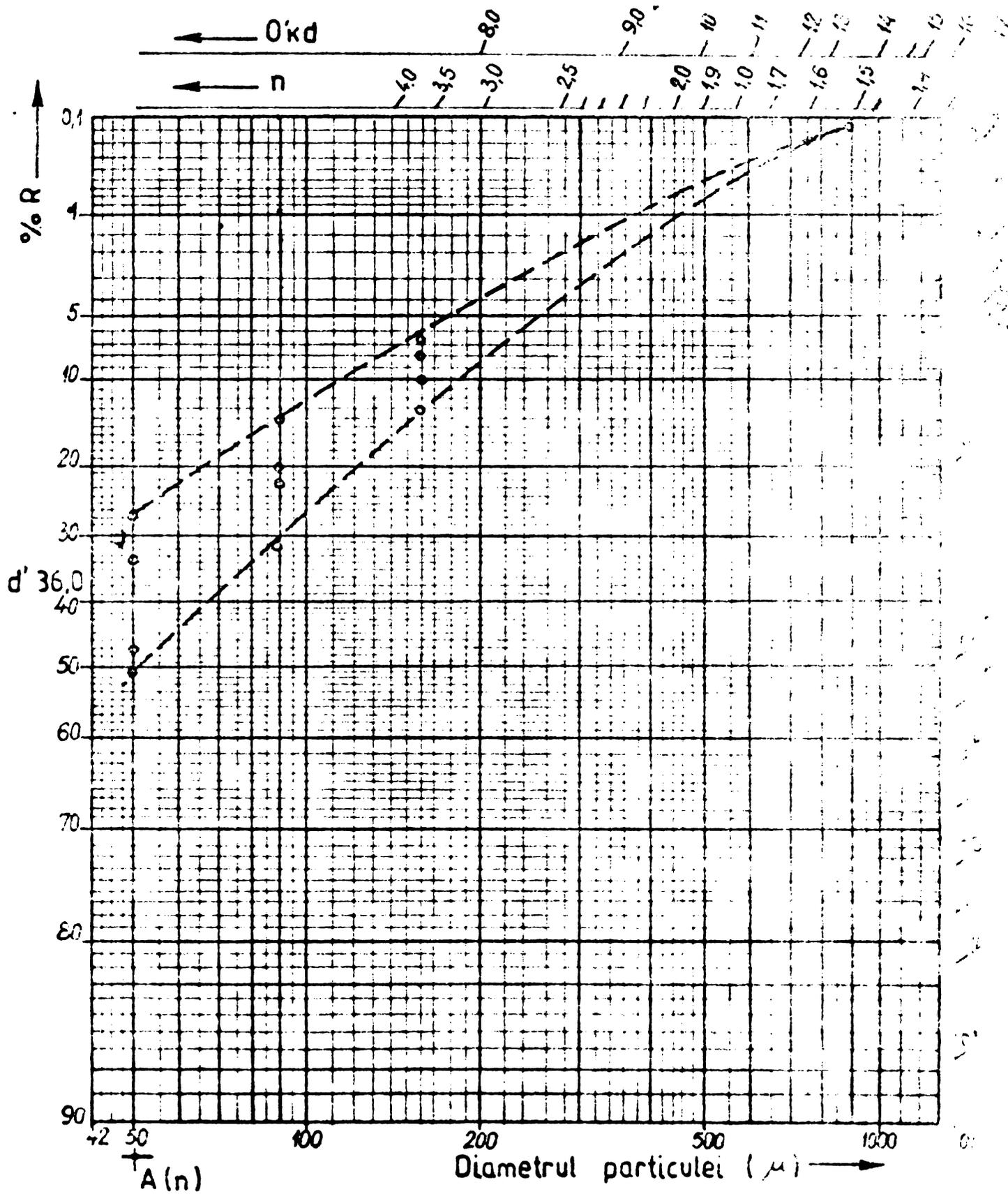


Fig. 5.6 Curba granulometrica dupa Rosin - Rammler - Bennet.

C.T.E. MINIIA
 Moara 1AI
 La $B=20,6 \text{ t/h}$

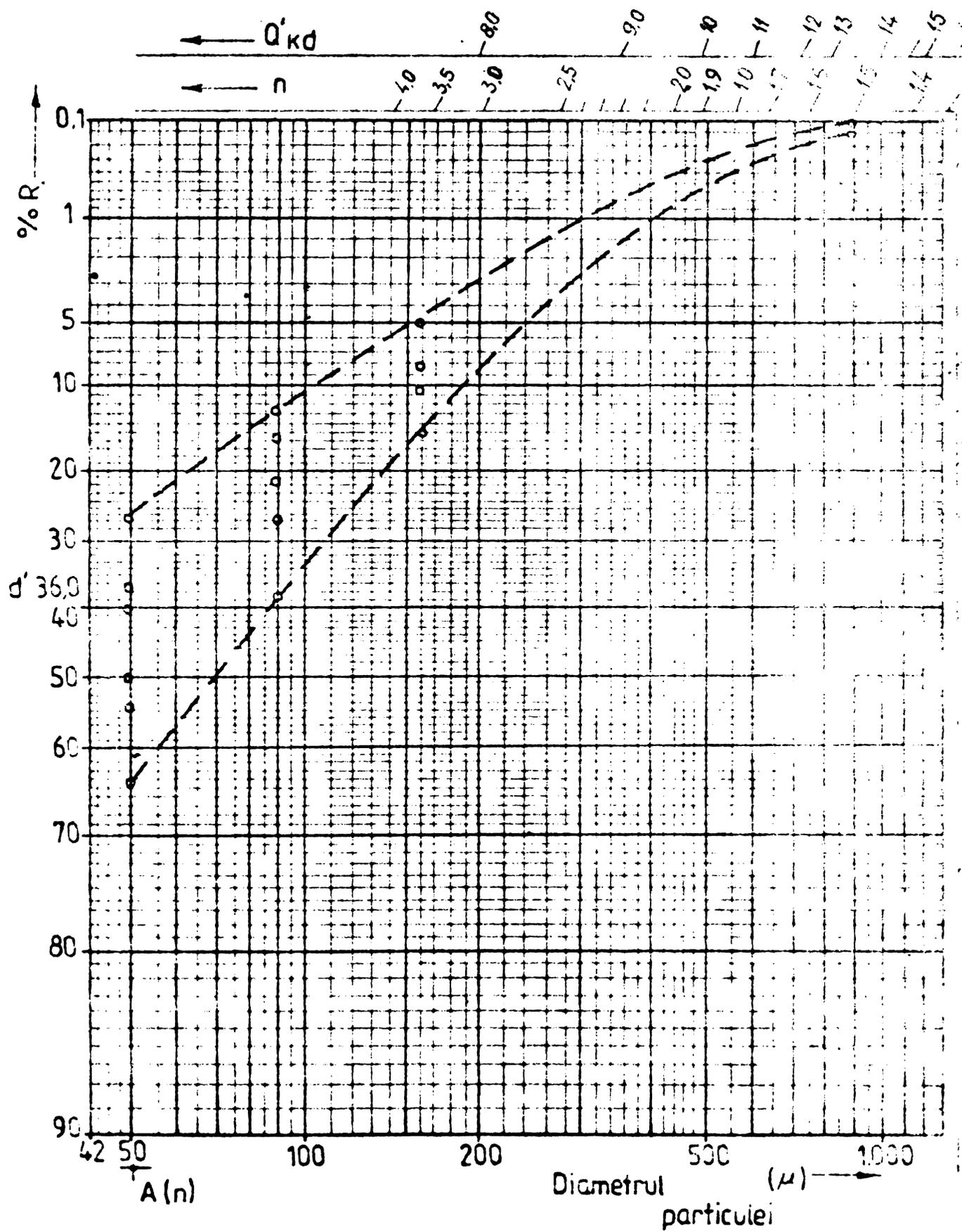


Fig. 5.7 Curba granulometrică după Rosin - Rammler - Bennet.

TABELUL 5.16

Nr.1 ordinea măsurată	I Simb. I.U.M.	I V.1 = 40.000 m ³ /h	I Tensiunea ACB (V)								I V.2 = 50.000 m ³ /h	I Tensiunea ACB (V)								I V.3 = 60.000 m ³ /h	I Tensiunea ACB (V)											
			1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8				
1.-Puterea calorică inferioară	Q ₁	Kcal/kg	2220							2220											2220											
2.-Puterea calorică superioară	Q ₂	Kcal/kg	3185							3185											3185											
3.-Conținut de cenușă	A	%	51,5							51,5										51,5												
4.-Umiditate carbune brut: - de înbiatle	W ₁	%	24,0							24,0										24,0												
5.- - higroscopioasă	W _h	%	1,8							1,8										1,8												
6.- - totală	W _t	%	25,8							25,8										25,8												
7.-Greutatea specifică a carbune- lui brut		Kg/dm ³	1,37							1,37										1,37												
8.-Temperatura aerului insuflat în moară	t ₁	°C	170	240	280	280	285	165	222	230	260	285	180	195	225	245	238	170	240	280	280	285	165	222	230	260	285	180	195	225	245	238
9.-Temperatura amestec aer-praf	t _e	°C	110	108	105	95	87	105	102	105	112	100	135	105	110	110	100	110	108	105	95	87	105	102	105	112	100	135	105	110	110	100
10.-Presiune aer insuflat în moară	p _a	mmH20	22	60	85	100	120	-15	70	95	125	150	65	90	135	165	185	22	60	85	100	120	-15	70	95	125	150	65	90	135	165	185
11.-Presiune în moară	P _m	mmH20						25	35	70	92	105	55	80	105	130	145						25	35	70	92	105	55	80	105	130	145
12.-Presiune apă separator	p _s	mmH20	8	27	40	45	55	12	20	50	65	80	35	65	80	100	110	8	27	40	45	55	12	20	50	65	80	35	65	80	100	110
13.-Timpul prelevării unei probe	t	min.	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
14.-Energia absorbită de moară în timpul t	E _a	KWh	27	36	40,5	49,5	58,5	22,5	31,5	36	45	45	22,5	31,5	36	45	49,5	27	36	40,5	49,5	58,5	22,5	31,5	36	45	45	22,5	31,5	36	45	49,5
15.-Numărul de rotații ale AGB-ului în timpul t	n	rot	8	10,5	12,5	14,5			8	10,5	12,5	14,5		8	10,5	12,5	14,5	8	10,5	12,5	14,5			8	10,5	12,5	14,5					
Numărul probel de praf			1	2	3	4			5	6	7	8		9	10	11	12	1	2	3	4			5	6	7	8					

Formula de calcul

1. Căderea de presiune pe separator, p

2. Debit de carbune pe moară, D

3. Puterea absorbită de moară în timpul t

4. Energia specifică

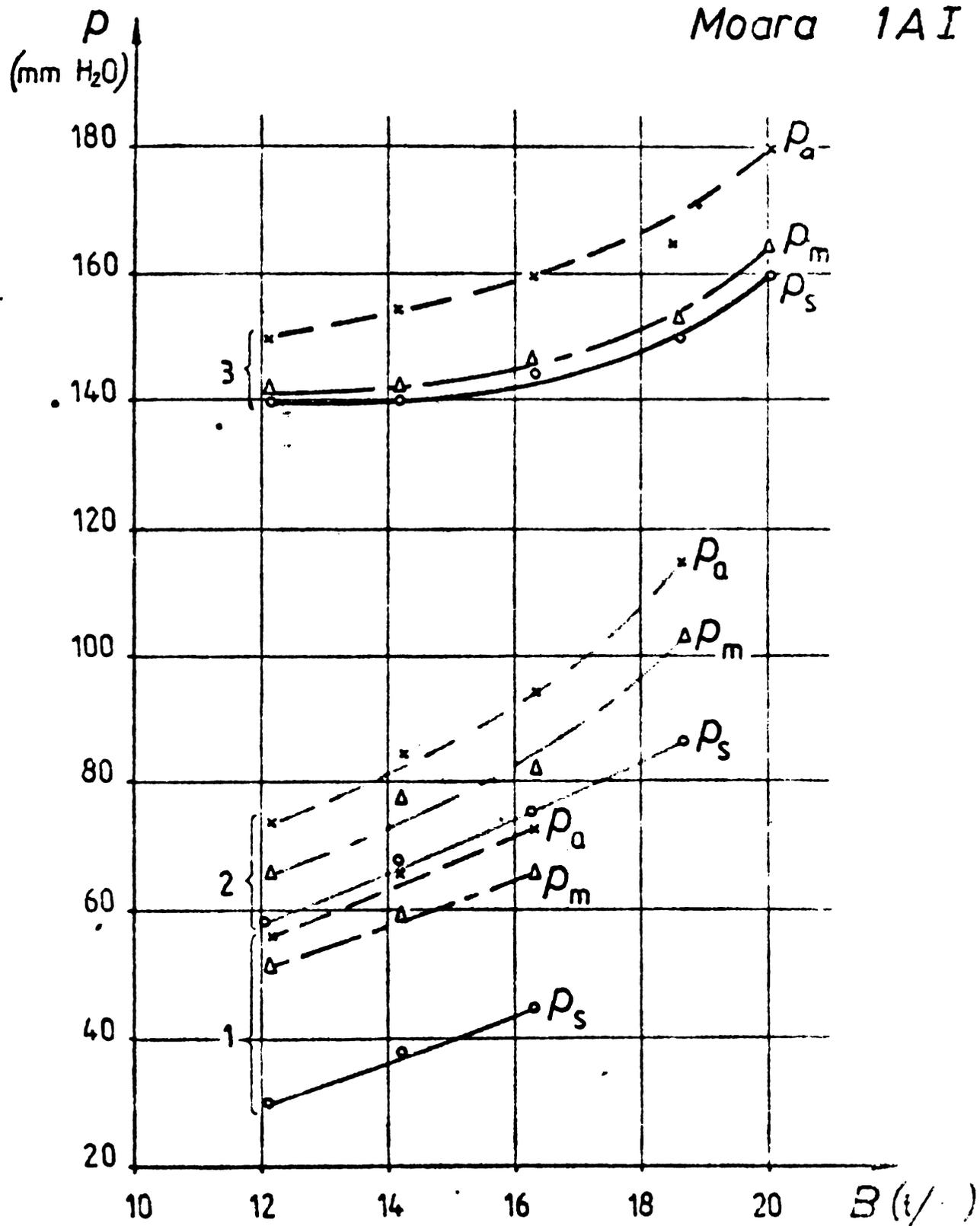


Fig. 5.8 Variația presiunii aerului insuflat (p_a), în moară (p_m) și a amestecului aer-praf după separator (p_s), funcție debitul de cărbune și aer.

1. — D_1 30.000 m³/h
 2. — D_2 40.000 m³/h
 3. — D_3 50.000 m³/h

(Cărbune:

$Q_i = 3.070$ kcal/kg

$A = 51,7$ %

$W_t = 9,9$ %)

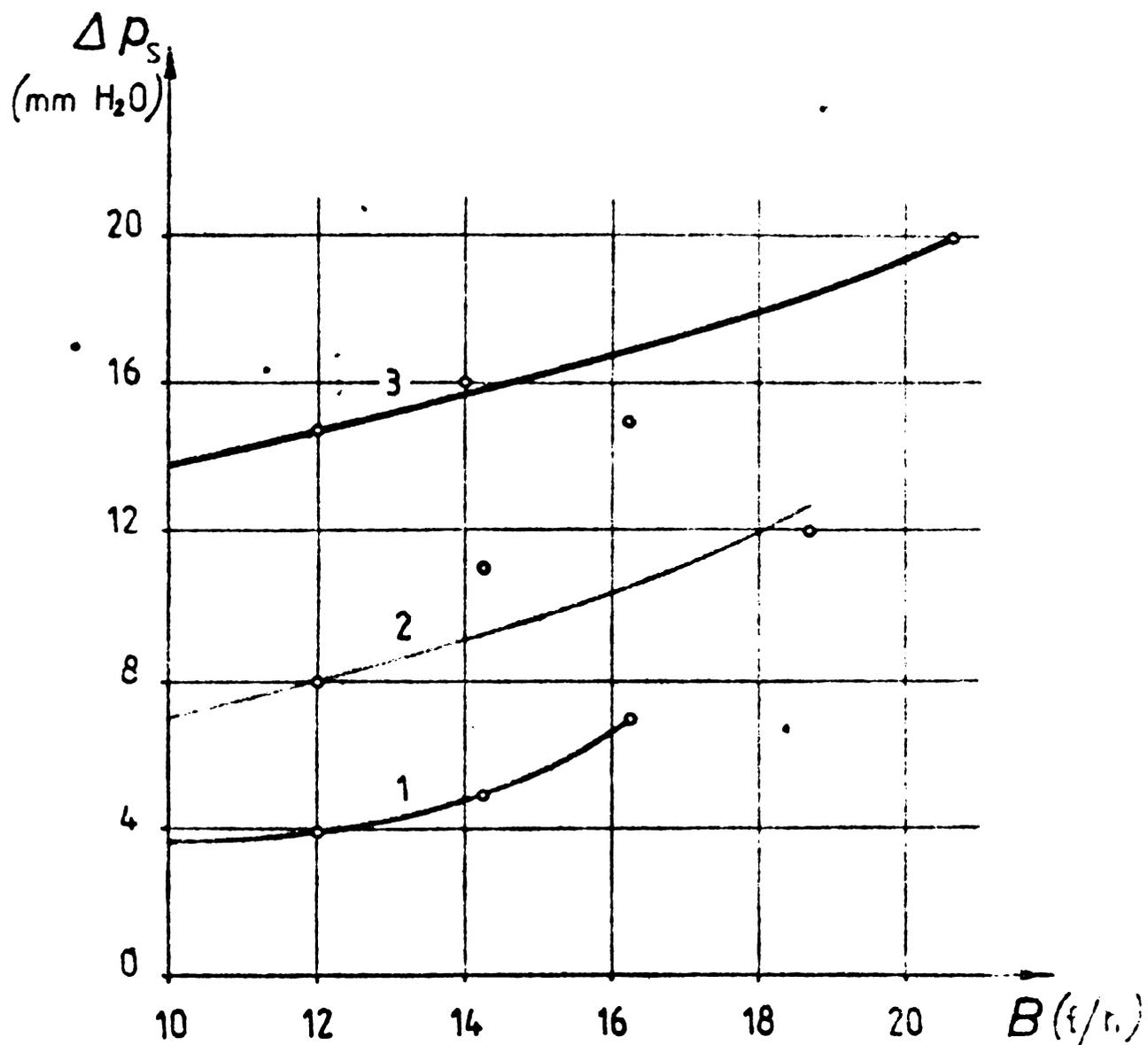


Fig. 5.9 Pierderea de presiune în separator (Δp_s) funcție de debitul de aer insuflat în moară.

- | | | |
|----|-------------------------------------|---|
| 1. | $D_1 = 30.000 \text{ m}^3/\text{h}$ | (Cărbune:
$Q_i = 3070 \text{ kcal/h}$
$A = 51,7 \%$
$w_t = 9,9 \%$) |
| 2. | $D_2 = 40.000 \text{ m}^3/\text{h}$ | |
| 3. | $D_3 = 50.000 \text{ m}^3/\text{h}$ | |

(simbol 1 B V) avînd caracteristici tehnice de garanție așa după cum rezultă din tabelul 5.16. diferite de moara 1.A.I. analizată anterior la punctul 1^o astfel:

- debitul de măcinare la o finețe a prafului de R.90 = 45 % 25 t /h
- turația rotorului 595 rot/min
- viteza periferică a rotorului 62,8 m/s

Rezultatele măsurătorilor efectuate la măcinarea unui sărbune avînd:

- puterea calorifică inferioară de $Q_i = 2220$ kcal/kg
- umiditatea totală $W_t = 25,8$ %
- conținutul de cenușă $A = 51,8$ %

sînt prezentate în tabelul 5.16.

Ca și la moara 1 A I și la moara 1 B V măsurătorile s-au făcut în 3 regimuri de ventilație a morii, respectiv pentru debitele de aer cald insuflate în moară de:

$$\begin{aligned} D_1 &= 40.000 \text{ mc/h} \\ D_2 &= 50.000 \text{ mc/h și} \\ D_3 &= 60.000 \text{ mc/h} \end{aligned}$$

Pentru fiecare regim de ventilație a morii s-au efectuat măsurători la aceleași debite de cărbune brut introdus în moară.

Ca și în cazul experimentărilor de la moara 1 A I, cu ajutorul valorilor obținute am construit o serie de diagrame din care se poate examina cu mai multă ușurință comportarea morilor cu ciocane la măcinarea cărbunilor cu caracteristici cu mult inferioare față de proiect. Astfel:

a.-Din examinarea curbelor $N = f(B)$ din fig.5.10 trase pentru diferite debite de aer cald insuflat în moară se poate observa că pentru un sărbune avînd:

- puterea calorifică inferioară de $Q_i = 2220$ kcal/kg față de $Q_i = 3380$ kcal/kg proiectat
 - conținutul de cenușă de $A = 51,5\%$ față de $A = 38$ % proiectat și
 - conținutul de umiditate de $W = 25,8\%$ față de $W = 13\%$ proiectat,
- moara cu ciocane 1 B V realizează un debit maxim de 15,4 t /h față de 25 t /h proiectat.

C.T.E. MINTIA
Moara 1BV

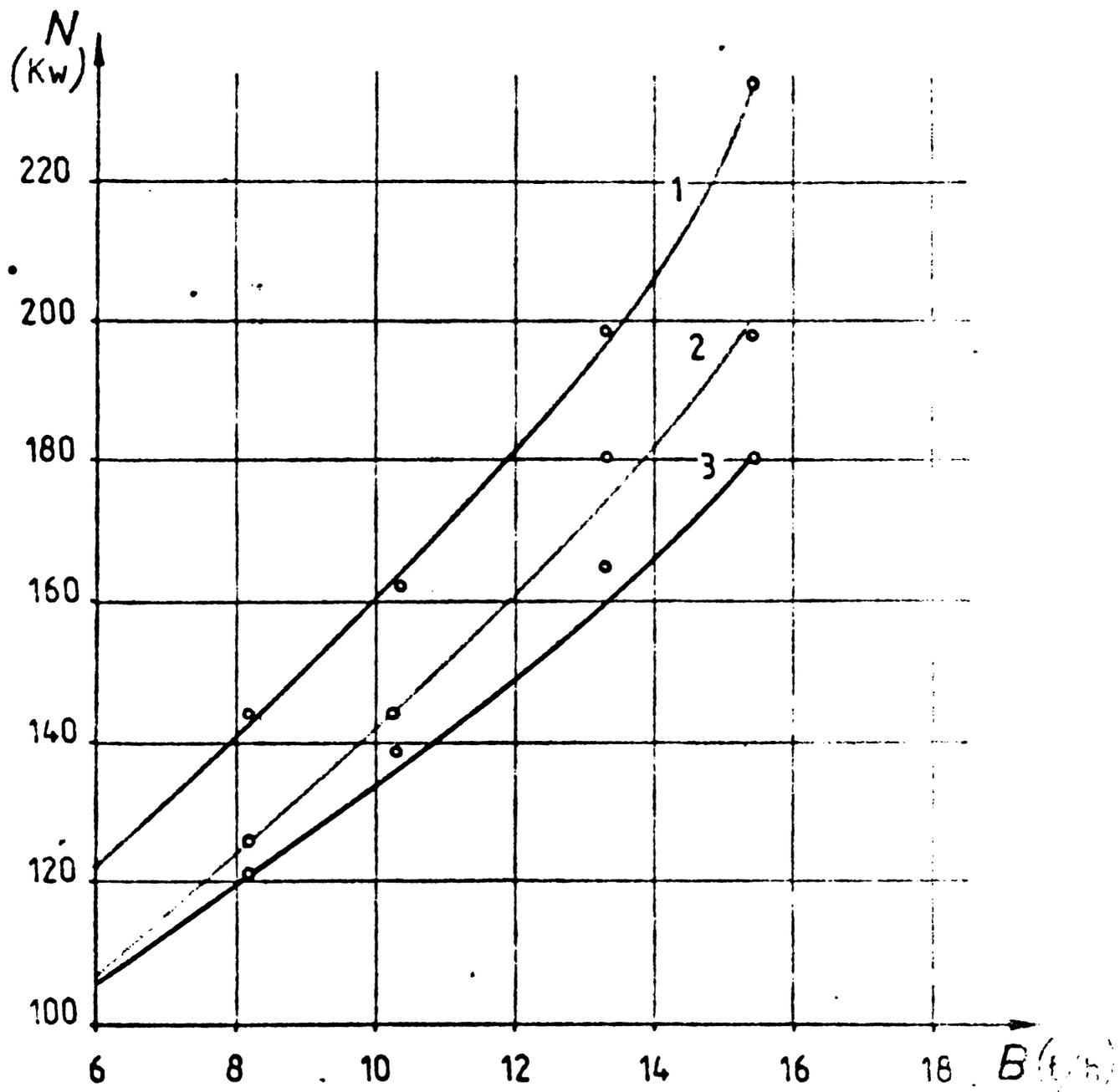


Fig. 5.10 Curbele N $f(B)$
pentru debitele de aer insuflat in moară.

- 1 — $D_1 = 40.000$ m³/h
- 2 — $D_2 = 50.000$ m³/h
- 3 — $D_3 = 60.000$ m³/h

(Cărbune:

$Q_i = 2220$ kcal/kg

$A = 51,5$ %

$W_t = 25,8$ %)

C.T.E. MINTIA
Moara 1B V

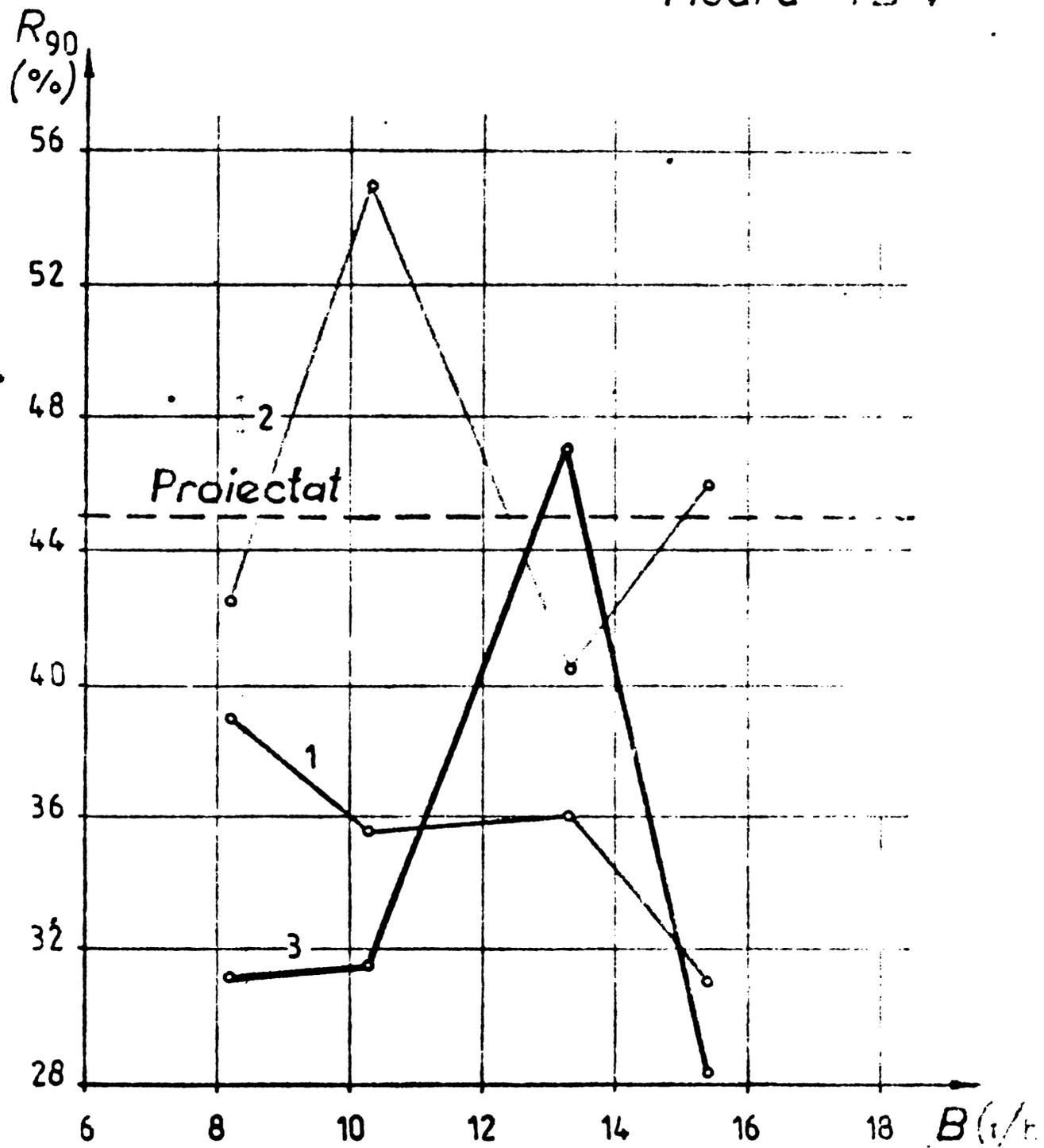


Fig. 5.11 Variația finetei de măcinare funcție de debitul de cărbune și aer insuflat în moară.

- 1. — $D_1 = 40.000$ m³/h
- 2. — $D_2 = 50.000$ m³/h
- 3. — $D_3 = 60.000$ m³/h

(Cărbune:
 $Q_i = 2.220$ kcal/kg
 $A = 51,5$ %
 $W_t = 25,8$ %)

Cauza principală care a condus la nerealizarea debitului proiectat al morii constă în special în conținutul foarte ridicat al umidității de imbibare (24,0) față de conținutul total de umiditate (25,8%), morile cu ciocane nefiind apte pentru uscare rapidă a unui carbune așa umed.

b.-Curbele de variație a fineței de măcinare funcție de debitul de carbune și de aer cald insuflat în moară din fig. 5.11 se constată că se situează la două regimuri de ventilație (minimă și maximă) cu mult sub valoarea de proiect, și numai la debitul mediu de aer cald insuflat de 50000 mc/h se realizează finețea de măcinare proiectată.

Acest lucru se datorește în exclusivitate separatorului de praf care este diferit ca și concepție la morile cazanelor grupului nr.5 față de cele ale morilor aferente cazanelor grupurilor 1 la 4, fapt ce impune modificarea lor în scopul îmbunătățirii regimului de separare a prafului.

Remăcinarea pronunțată a prafului la debitul maxim de aer cald insuflat în moară care se observă din diagramă, provine din îngustarea secțiunii de intrare a amestecului aer praf în separator, care contribuie în același timp și la reducerea debitului morii cu ciocane.

c.-Dacă se examinează în fig.5.12 variația presiunii aerului insuflat (p_g), a presiunii la ieșirea din moară (p_M) și a presiunii amestecului aer-praf după separator (p_S), funcție de debitul de carbune brut și aer cald, se constată că la regimul maxim de ventilație a morii, căderea de presiune în separatorul morii este mare ($\Delta p_S = 43$ mm col apă) față de maxim 20 mm col apă la morile cazanelor 1-4, ceea ce confirmă încă odată efectul negativ asupra funcționării ansamblului moară-separator, reducerea de secțiune de la intrarea în separatorul morilor grupului nr.5.

d.-Consumul specific de energie electrică pentru măcinarea cărbunelui funcție de debitul de carbune și de aer cald insuflat în moară așa după cum rezultă din curbele din fig.5.13 se situează și la această moară între 12,5 și 17 kwh/t .

Si din examinarea acestor curbe se poate observa că pentru un debit de 75% și 100% se produce o remăcinare a cărbunelui în moară avînd ca efect creșterea consumului specific de energie electrică pe tona de carbune măcinat.

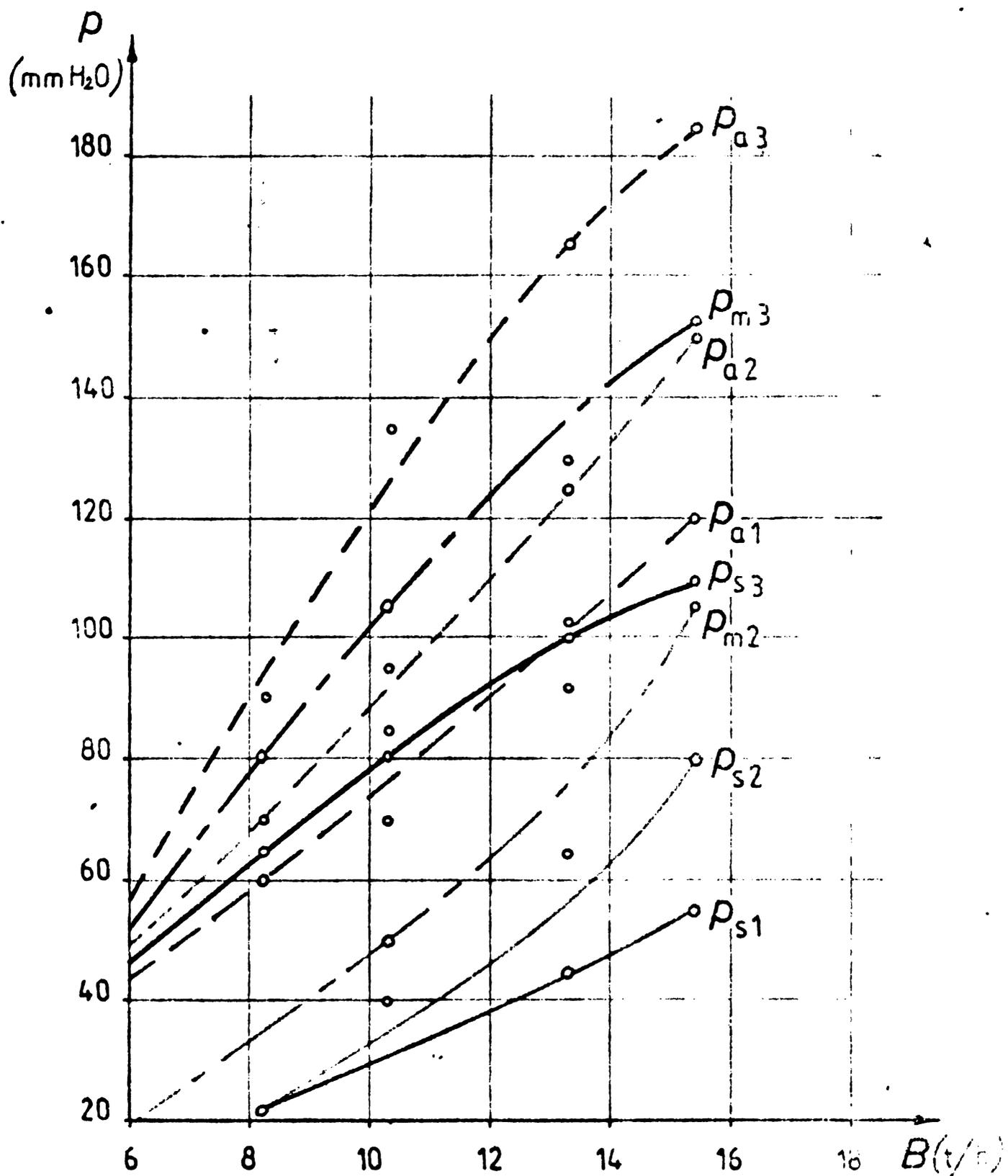


Fig. 5.12 Variația presiunii aerului insuflat (p_a); în moară (p_m) și a amestecului aer-praf după separator (p_s), funcție de debitul de cărbune și aer.

1. — $D_1 = 40.000 \text{ m}^3/\text{h}$

2. — $D_2 = 50.000 \text{ m}^3/\text{h}$

3. — $D_3 = 60.000 \text{ m}^3/\text{h}$

(Cărbune: $Q_i = 2.220 \text{ kcal/kg}$

$A = 51,5 \%$

$W_t = 25,8 \%$)

CTE MINTIA
Moara 1B V .

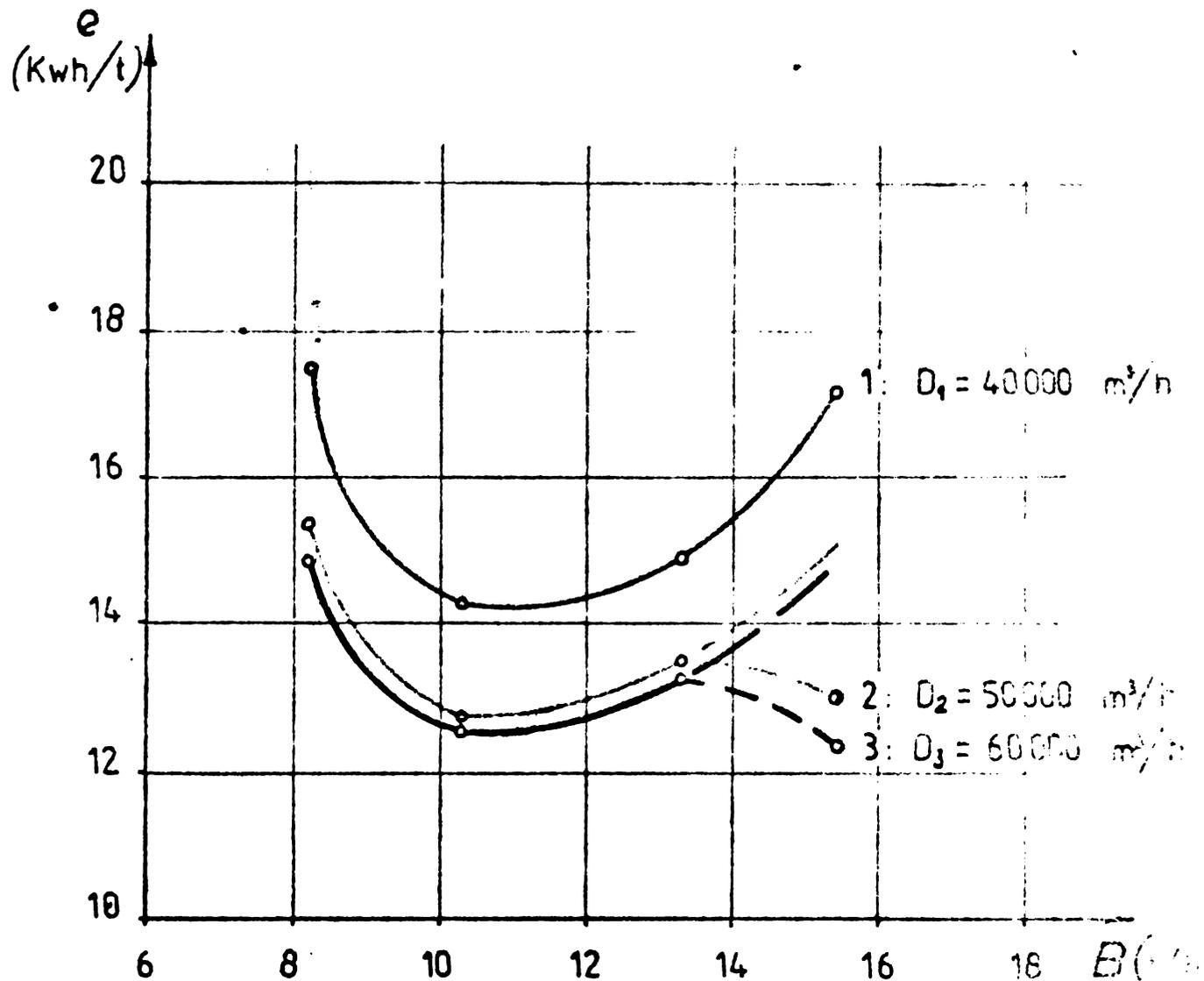


Fig. 5.13 Variația consumului specific de energie electrică pentru măcinarea cărbunelui funcție de debitul de cărbune și de aer insuflat în moară.

(Carbune: $Q_i = 2220 \text{ kcal/kg}$; $A = 51,5 \%$; $W_t = 25,8 \%$.)

6.-CONTRIBUTII LA ADAPTAREA SI MODERNIZAREA GENERATOARELOR

DE ABUR P-55 DE LA CTE DEVA-MINTIA, PENTRU ARDEREA

MIXTELOR DE HUILA CU PUTERE CALORIFICA REDUSA.

Ca urmare a sarcinilor trasate de Congresul al XII-lea al PCR de a se reduce importul de coes metalurgic, Combinatul carbonifer Valea-Jiului, furnizorul de bază al cărbunelui pentru termocentrala Mintia, a primit sarcina valorificării la maximum a hulelor pentru prepararea coesului. In consecință, mixtele de huiă rezultate pentru scopuri energetice se obțin la o putere calorifică inferioară de 2200 - 2600 kcal/kg față de 3450 kcal/kg cît au avut în anii 1965-1970 cînd s-a proiectat și construit termocentrala Mintia, care era destinată să consume aceste mixte de huiă. In același timp, ponderea mixtelor în consum a crescut de la 25% cît era prevăzut în proiect la 75-80%, iar din anul 1985 se prevede livrarea numai de mixte cu putere calorifică inferioară de 2200 kcal/kg ; conținutul de cenușă al acestora a crescut de la 35% la 58-60% iar umiditatea totală de la 12,8% la 15%.

Datorită scăderii în ultimii patru ani a puterii calorifice, a creșterii conținutului de cenușă și umiditate ale cărbunilor consumați, s-au modificat complet condițiile tehnice de funcționare ale instalațiilor de transport, manipulare și depozitare a cărbunilor, capacitatea instalațiilor de preparare a prafului de cărbune s-a redus, regimul de ardere a prafului de cărbune în focarele generatoarelor de abur, precum și regimul de funcționare a tuturor agregatelor auxiliare ale acestora, s-au schimbat în mod esențial. După cum se poate vedea din tabelul 6.1. cuprinzînd "Dinamica principalilor indicatori tehnico-economici ai CTE.Mintia pe anii 1971-1981 " reducerea puterii calorifice medii anuale a cărbunelui consumat de la 3700 kcal/kg în anii 1974-1977 la 3114 kcal/kg în anul 1981 a condus la scăderea puterii medii anuale pe grupuri de la 184 MW la 140 MW, adică o reducere de 22%, în condițiile creșterii ponderii gazului metan de la 12,3% în anul 1975 la 26,6% în anul 1981 și a ponderii cărbunelui din import cu putere calorifică de 4500-5000 kcal/kg la cea 19%.

DINAMICA PRINCIPALILOR INDICATORI TEHNICO-ECONOMICI

AI CTE DEVA - MINTIA PE ANII 1971 - 1981

TABELUL 6.1

nr.1	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
1.--Puterea instalată	MW	707,7	840	840	840	840	840	840	959	1050	1106,5
2.--Energie electrică produsă	GWh	4117	4202	4468	4976	5447	5732	6064	5986	6793	6703
3.--Indicele de utilizare a puterii instalate	ore/an	5818	5002	5319	5924	6484	6824	6323	5700	6470	6058
4.--Puterea medie pe centrală	MW	x	633,2	689,6	726,4	735,6	x	794,5	864,5	x	838,1
5.--Puterea medie pe grupuri în funcțiune	MW/grup	168,3	158,3	172,4	181,6	181,1	183,9	167,2	158,9	172,9	152,1
6.--Consumul specific de combustibil brut	groc/kwh	347,1	347,8	339,6	338,9	335,0	335,1	339,7	342,0	336,8	335,9
7.--Consumul propriu de energie electrică	%	9,17	8,23	7,46	7,38	7,25	7,13	7,45	7,51	7,30	8,14
8.--Cantitatea de cărbune consumată	10 ⁶ .t/an	1,833	2,009	2,415	2,762	3,019	3,102	3,153	3,516	3,934	3,945
9.--Puterea calorifică a cărbunelui consumat	kcal/kg	4073	4068	3686	3726	3711	3719	3868	3287	3426	3191
10.--Pondereea gasului metan în consum	%	25,3	20,2	16,2	12,8	12,3	14,2	15,5	18,6	15,7	19,4
11.--Pondereea cărbunelui de import în consum	%	-	-	1,2	4,1	10,4	12,7	19,3	12,9	18,5	19,1

x) anul punerii în funcțiune a grupurilor

- nr.1 :	30.11.1969
- nr.2 :	20.06.1970
- nr.3 :	9.12.1970
- nr.4 :	18.08.1971
- nr.5 :	07.06.1977
- nr.6 :	31.10.1980

Incepînd din anul 1973, pentru a se evita în parte reducerea puterii pe grupurile de la CTE.Deva-Mintia ca urmare a scăderii puterii calorifice a mixtelor de huiă livrate din bazi-nul carbonifer Valea-Jiului, s-a apelat an de an la import de huiă cu putere calorifică ridicată, precum și la un aport crescut de gaz metan.

Datorită acestui fapt în prezent la CTE.Deva-Mintia se arde o varietate mare de cărbuni, cu caracteristici fizico-chimice și tehnologice diferite de cele avute în vedere la proiectarea cazanelor de abur, avînd implicații serioase în funcționarea instalațiilor de preparare a prafului de cărbune, asupra procesului de ardere în focar și a parametrilor aburului.

Tinînd seama de situația care s-a creat, pentru a se putea stabili măsurile tehnice de adaptare a funcționării genera-toarelor de abur P-55 de la CTE.Deva-Mintia, cu o varietate mare de cărbuni cu caracteristici cu mult inferioare celor avute în vedere la proiectare, în capitolele anterioare ale tezei de doctorat am prezentat rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale pri-vind funcționarea generatoarelor de abur cît și a instalațiilor auxiliare ale acestora cu cărbuni cu caracteristici diferite și cu mult inferioare celor de proiect.

Incepînd cu luna ianuarie 1980, peste 30% din cărbunele livrat de Combinatul carbonifer Valea Jiului provine de la Prepara-ția Lupeni și are o putere calorifică inferioară de cca.2200 - 2600 kcal/kg. In consecință, în exploatare am avut dese situații în această perioadă în care toate generatoarele de abur au funcționat un număr important de ore cu acest cărbune, fapt ce a permis veri-ficarea practică de durată a calculelor teoretice precum și a unor experimentări efectuate anterior pentru arderea mixtelor de huiă cu putere calorifică redusă.

Așa după cum rezultă din schimburile de scrisori dintre Ministerul Minelor și Ministerul Energiei Electrice în condițiile adîncirii nivelului exploatării și al creșterii gradului de mecani-zare a operațiilor de tăiere-susținere, există tendința de înrăută-țire, ce la un an la altul, a calității cărbunelui extras ceea ce conduce la scăderea conținutului caloric al mixtelor, astfel că ince-pînd cu anul 1985 întreaga cantitate de mixte va avea puterea calo-rifică de 2200 kcal/kg. Totodată se menționează în scrisorile res-pective că începînd cu anul 1983 se va supune spălării întreaga can-titate de huiă extrasă, în scopul recuperării maxime a hullei spă

late pentru coes și semicoes”.

In consecință se impune luarea unor măsuri urgente de adaptare a generatoarelor de abur, precum și a instalațiilor auxiliare ale acestora de la CTE.Deva-Mintia, pentru a putea funcționa cu mixte de huiă având puterea calorifică de 2200 kcal/kg. In sprijinul măsurilor tehnice posibile a fi luate voi prezenta rezultatele experimentărilor de funcționare a generatoarelor de abur cu acest cărbune, precum și concluziile generale care se desprind din examinarea noilor condiții de funcționare.

6.1.-Rezultatele experimentărilor de funcționare

a generatoarelor de abur P-55 de la CTE.Deva-Mintia cu mixte de huiă cu putere calorifică de 2200 kcal/kg.

Deși sortul de mixte de huiă cu puterea calorifică de 2200 kcal/kg a început să fie livrat la 1.ianuarie 1980, pînă in prezent caracteristicile fizico-chimice și tehnologice ale acestui nou sort de cărbune obținut deocamdată in întregime de la Preparația cărbunelui din Lupeni, nu face obiectul nici unei norme interne sau standard de stat și din această cauză nu se cunosc. Datorită acestui fapt aceste caracteristici se abat foarte mult de la o probă la alta.

Pentru examinarea măsurilor tehnice care trebuie luate ca să se poată arde in condiții corespunzătoare aceste mixte in generatoarele de abur P-55 de la CTE.Deva-Mintia, in tabelul 6.2 se prezintă analiza elementară a unor probe de mixte de huiă de la Preparația Lupeni, comparată cu cea a huielor brute și a mixtelor de huiă pentru care au fost proiectate instalațiile termocentralei.

In toate studiile teoretice și experimentările efectuate între anii 1975- 1978 împreună cu ICEMENERG nu s-a luat in considerare posibilitatea funcționării generatoarelor de abur de la CTE. Deva-Mintia exclusiv cu mixte de huiă având puterea calorifică inferioară medie de 2200 kcal/kg, deoarece la prepararea sortului respectiv s-a trecut abia la 1.ianuarie 1980. Prin urmare in lucrările respective nu sînt date cu privire la rezultatele funcționării de durată a generatoarelor de abur cu acest sort de cărbune

Tabelul 6.2

Compoziția cărbu- nelui	Sim- bol	U.M.	Cărb.de garanție (proiect)	Mixte de Proba 64	Mixte de Proba 67	hullă Lupeni Proba 68	hullă Lupeni Proba 71
- Carbon	C ¹	%	39,8	17,06	13,29	23,02	13,69
- Hidrogen	H ¹	%	3,0	2,61	2,25	2,30	2,20
- Oxigen	O ¹	%	8,8	7,42	6,60	8,25	7,06
- Azot	N ¹	%	-	0,81	0,76	0,81	0,75
- Sulf-combustibil	S ₀	%	-	0,80	0,90	1,025	1,05
Total	S ₁	%	1,8	1,40	1,55	1,35	1,40
- Umiditate totală	W _t	%	11,0	10,8	13,0	11,7	8,9
de imbibare	W _i	%	7,5	9,4	12,0	10,8	7,8
- Cenușă	A ¹	%	35,6	57,2	61,6	51,6	65,3
- Putere calorifică inferioară	Q ₁	kkal/kg	3700	2030	1525	2295	1685
- Volatile	V	%	48	24,3	23,7	26,2	24,5

Cum în cursul anilor 1980 și 1981 au fost dese situațiile în care au apărut întreruperi în livrarea huilelor din import, dar mai ales în lunile ianuarie și februarie 1981, importul de hullă încă nu fusese reluat, a existat prilejul ca în multe zile să se funcționeze cu generatoarele de abur aproape în exclusivitate pe mixte de hullă cu putere calorifică medie de 2200 la 2600 kkal/kg.

Din multitudinea de situații de acest gen, voi prezenta doar rezultatele funcționării generatoarelor de abur 6A și 6B din ziua de 12 februarie 1981, pe care le consider cele mai semnificative, deoarece agregatele de bază și auxiliare se găseau la aceea dată doar după circa 3 luni de zile de la prima punere în funcțiune, grupul 6 fiind predat în exploatare continuă la 1 noiembrie 1980. De asemenea rezultatele funcționării generatoarelor de abur 6A și 6B cu mixte de hullă cu putere calorifică de 2200 kkal/kg prezintă interes și pentru faptul că acestea au morile de 25 t/h fiecare față de 20 t/h cât sînt cele de la grupurile 1-4, ventilatoarele de aer au debitul de 424.000 m³/h, la turația de 740 rot/min și presiunea de refulare de 610 kgf/m², față de 380.000 m³/h la 740 rot/min și presiunea de refulare de 380 kgf/m² sînt au cele de la grupurile 1 - 4. În același timp rezultatele funcționării generatoarelor de abur 6A și 6B cu cărbune inferior pot fi comparate cu calculul termic și aerodinamic efectuat de furnizorul acestora în 1975 pentru mixte de hullă cu puterea calorifică de 2870 kkal/kg,

in condițiile în care la generatorul de abur nu s-a schimbat nimic față de grupurile 1-4 decât doar, debitul morilor de cărbune și a ventilatoarelor de aer au fost majorate.

Puterea calorifică, a cărbunelui consumat în zilele de 11 și 12 februarie 1981 când am efectuat încercările asupra funcționării generatoarelor de abur 6A și 6B, precum și umiditatea totală și conținutul de cenușă raportat la anhidru sînt trecute în tabelul 6.3.

Tabelul 6.3.

Caracteristicile		11.II.1981				12.II.1981			
Simbol		10A	10B	10A	10B	10A	10B	10A	10B
Puterea calorifică inferioară		2150	2160	2510	2220	2210	2170	2210	2280
Umiditatea totală		13,1	14,2	10,8	11,0	12,8	12,8	12,4	12,8
Conținut de cenușă		60,2	59,4	56,1	60,0	59,3	60,0	59,6	58,4

Parametrii medii de funcționare obținuți la probele efectuate în ziua de 12 februarie 1981 timp de 24 de ore la un interval de o oră între citiri sînt prezentați în tabelul 6.4. în comparație cu cei din calculul termic al generatoarelor de abur 6A și 6B pentru cărbune avînd puterea calorifică de 2870 kcal/kg.

Analiza gazelor de ardere în perioada observațiilor a indicat valori pentru $CO_2 = 8,5 - 12,5 \%$; pentru $O_2 = 6 - 10 \%$, iar pentru excesul de aer = 1,3 - 1,4 .

Pierderile de căldură prin ardere mecanică incompletă q_4 au prezentat valori reduse cuprinse între 0,56 și 0,8%.

Pierderile de căldură cu gazele evacuate la coș q_2 au prezentat valori cuprinse între 8,5 - 9,0 %.

La funcționarea cu 3 mori pe corpul de generator s-au observat pulsații ale aprinderii prafului de cărbune în focar, cu întunecarea accentuată a flăcării iar temperatura gazelor arse la ieșirea din focar, în camera de întoarcere a coborît pînă la $720^\circ C$ față de $943^\circ C$ prevăzută în calculul termic pentru puterea calorifică a cărbunelui de 2870 kcal/kg.

Tabelul 6.4.

Nr. ordine	Mărimea	U.M.	Regimul de funcționare				
			Prolec	I Pt. Qi=2150	2280 kcal/kg	Cazanul 6A	Cazanul 6B
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1.	Debit de abur viu	t/h	330	230	200	240	200
2.	Temperatura abur viu	°C	540	550	550	545	545
3.	Presiune abur viu	bar	140	135	135	135	135
4.	Debit apă alimentare	t/h	300	200	170	200	175
5.	Temp.apă alimentare	°C	240	225	220	235	230
6.	Presiune apă alimentare	bar	188	152	152	200	208
7.	Debit de abur intermediar	t/h	285	185	180	190	180
8.	Temp.abur intermediar intrare	°C	338	300	300	310	310
9.	Temp.abur intermediar ieșire	°C	540	550	550	545	545
10.	Pres.abur intermediar intrare	bar	28	17	16	17	17
11.	Pres.abur intermediar ieșire	bar	26	16	15	16	16
12.	Debit total de aer	Nm ³ /h.10 ³	-	330	320	310	300
13.	Presiune aer ieșire PA	mm.c.a.	272	220	210	230	240
14.	Temp.aer ieșire PA	°C	347	340	350	275	280
15.	Temp.gaze arse ieșire casan	°C	166	140	140	140	135
16.	Temp.aer intrare în moră	°C	347	260	250	285	270
17.	Temp.amestec ieșire mori	°C	100	100	100	100	100
18.	Temp.aer intrare în PA	°C	30	17	18	26	27
19.	Debit gaze naturale consum	Nm ³ /h	-	-	1800	-	-

Concluziile generale care se desprind din examinarea modului de comportare a generatoarelor de abur tip P-55 de la CTE Deva-Mintia la funcționarea cu cărbuni având caracteristici diferite

și cu mult inferioare față de cele avute în vedere la proiectare sint următoarele:

1.-Focarul generatoarelor de abur este proiectat suficient de mare, astfel încît permite arderea în condiții corespunzătoare a tuturor sorturilor de carbuni avînd puterea calorifică inferioară cuprinsă între 2200 și 5000 kcal/kg.

2.-Scăderea puterii calorifice, creșterea conținutului de umiditate și de cenușă al cărbunilor consumați au modificat în schimb complet condițiile tehnice de funcționare la o serie de instalații auxiliare ale generatoarelor de abur. Astfel:

a.-Ridicarea conținutului de cenușă în cărbune impune viteze ale amestecului aer primar- praf de cărbune prin arzătoare mai scăzute, cerute de creșterea timpului necesar aprinderii particulei de praf de cărbune. Ca urmare, datorită creșterii cantității de cărbune consumat, secțiunea celor 8 arzătoare existente în prezent pe fiecare corp al generatorului de abur P-55 este prea mică.

b.-Creșterea consumului de cărbune pe un corp al generatorului de abur la arderea mixtelor de hullă cu putere calorifică inferioară de 2200- 2600 kcal/kg în loc de 3450-3700 kcal/kgf, de la 71 t/h la 110 t/h, face ca cele 4 mori de cărbune de 22-25 t/h cu care este echipat fiecare generator de abur să fie insuficiente pentru a asigura măcinarea acestei cantități de cărbune. În aceste condiții, funcționarea numai cu 3 mori pe un corp al generatorului de abur și cea de a patra în rezervă este imposibilă.

Din această cauză generatoarele de abur funcționează cu un debit de abur cuprins între 60 și 75% din cel nominal, cu reducerea astfel a puterii pe fiecare grup energetic cu 25-40% din puterea nominală și scăderea corespunzătoare a producției de energie electrică. La oprirea uneia din cele 4 mori din diverse cauze situația se înrăutățește și mai mult, fiind periclitată continuitatea și siguranța în funcționare a generatorului de abur.

3.-La funcționarea generatoarelor de abur P-55 pe mixte de hullă cu putere calorifică inferioară de 2200 kcal/kgf ventilatoarele de aer ale generatoarelor de abur nr.1 la 4 avînd debitul maxim de 380.000 m³/h și presiunea de refulare 380 kgf/m² nu mai asigură cantitatea de aer necesară uscării și transportului cărbunelui de la mori spre arzătoare, precum nici ce a necesară arderii cantității sporite de carbune. În schimb ventilatoarele de aer de

la generatoarele de abur nr.5 și 6 avînd debitul maxim de 424.000 m³/h, la turația de 740 rot/min. și presiunea de refulare de 610 kgf/m², corespund și noilor condiții de funcționare impuse de scăderea puterii calorifice a cărbunelui cu 1250-1500 kcal/kg față de proiect.

Pe baza amplelor cercetări teoretice, a numeroase experimentări efectuate în diferite condiții de funcționare reale pe generatoarele de abur P-55 de la CTE.Deva-Mintia, în cadrul programului de pregătire a tezei de doctorat între anii 1976-1981, în capitolul ce urmează voi prezenta soluțiile tehnice proprii prin aplicarea cărora se pot adapta instalațiile de preparare a prafului de cărbune și celelalte instalații auxiliare ale generatoarelor de abur P-55 pentru consumarea mixtelor de huiă cu putere calorifică minimă de 2200 la 2600 kcal/kg.

6.2.-Considerații cu privire la folosirea în centralele termoelectrice din R.S.România care ard mixte de huiă a morilor cu disc și sfere.

Pentru măcinarea cărbunelui necesar arderii acestuia în stare pulverizată, fiecare corp al unui generator de abur de la CTE .Deva-Mintia este prevăzut cu cîte 4 mori tangențiale cu ciocane cu turație rapidă, cu insuflare directă prezentate în capitolul 4.1, avînd debitul proiectat de 20 t/h la grupurile 1-4 și 25 t/h la grupurile 5 și 6 în situația funcționării cu cărbune de proiect (3435-3700 kcal/kg).

Prin reducerea puterii calorifice a mixtelor de huiă pînă la 2200 kcal/kg, a creșterii umidității la 15% și a conținutului de cenușă la 58-60%, productivitatea morilor respective se reduce cu 20-25%, reducînd în aceeași proporție debitul de abur al generatorului și puterea pe fiecare grup în parte cu 40-50 MW.Datorită acestui fapt anual nu se poate produce la CTE.Mintia o cantitate de 1,4 miliarde kilowattore energie electrică pe bază de cărbune, diminuînd astfel capacitatea de producție a termocentralei cu 20-25%.

Prin urmare, odată ce s-a redus deja în urmă cu aproape patru ani puterea calorifică a cărbunelui livrat din Valea Jiului la CTE Deva-Mintia la valori cuprinse între 2200 - 3150 kcal/kg, se impune ca o măsură urgentă înlocuirea morilor actuale cu altele de debit mai mare, asigurîndu-se astfel creșterea puterii disponibile pe grupuri.

Debitul de cărbune al morilor în noile condiții de funcționare se stabilește astfel:

Cantitatea de căldură utilă necesară unui generator de abur cu supraîncalzire intermediară a aburului se determină cu relația :

$$Q_u = D_{ab} (i_{ab} - i_{aa}) + D_{sfi} (i_{si_F} - i_{si_1}) \text{ kcal/h} \quad (6.1)$$

în care: $D_{ab} = 330 \text{ t/h}$ este debitul nominal de abur al unui corp de cazan

$i_{ab} = 828,5 \text{ kcal/kg}$, entalpia aburului viu la presiunea nominală $p_{ab} = 140 \text{ bar}$ și temperatura aburului supraîncalzit primar $t_{ab} = 550^\circ\text{C}$.

$i_{aa} = 248,3 \text{ kcal/kg}$, entalpia apei de alimentare corespunzătoare presiunii de 188 bar și temperaturii de 240°C .

$D_{sfi} = 285 \text{ t/h}$ - debitul de abur supraîncalzit intermediar

$i_{si_F} = 853,8 \text{ kcal/kg}$ - entalpia aburului la ieșirea din supraîncălzitorul intermediar, corespunzătoare presiunii de 26 bar și temperaturii de 550°C .

$i_{si_1} = 738,8 \text{ kcal/kg}$ - entalpia aburului la intrarea în supraîncălzitorul intermediar, corespunzătoare presiunii de 28,8 bar și temperaturii de 338°C .

Cu aceste valori rezultă $Q_u = 222,1 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$

Considerându-se randamentul generatorului de abur

$\eta = 89 \%$, pentru situația în care se arde cărbune de putere calorică inferioară

$Q_1 = 2200 \text{ kcal/kg}$, din relația :

$$B = \frac{Q_u}{\eta Q_1} \text{ kg/h} \quad (6.2)$$

se determină cantitatea de cărbune care trebuie introdusă în focar.

$$B = 114 \text{ t/h}$$

Debitul maxim de cărbune care poate fi introdus în focar de către cele 4 mori cu care este echipat în prezent un corp al generatorului de abur P- 55 p este de :

$$a. - 4 \times 20 \text{ t/h} = 80 \text{ t/h pentru generatoarele de abur}$$

b.- 4 x 25 t/h = 100 t/h pentru generatoarele de abur 5 și 6

Cum însă debitul nominal al generatorului de abur trebuie asigurat la funcționarea cu 3 mori, reiese că pentru un cărbune cu puterea calorică inferioară de 2200 kcal/kg, debitul de cărbune al unei mori trebuie să fie

$$B_M = \frac{B}{3} = \frac{114}{3} = 38 \text{ t/h}$$

Pentru înlocuirea actualelor mori tangențiale cu ciocane se pot lua în considerare două soluții:

- Folosirea în continuare a unor mori cu ciocane avînd debitul de măcinare de 37- 40 t/h

- Înlocuirea morilor existente cu ciocane cu mori cu turație redusă, respectiv de tipul cu disc și sferă.

a.-Odată cu creșterea conținutului de cenușă al cărbunelui de la 35% la 58-60%, numărul de ore de funcționare a subansamblelor morilor cu ciocane s-a redus foarte mult. Astfel, dacă pentru huila de garanție cu putere calorică de 5700 kcal/kg și conținut de cenușă de 35% un set de ciocane dura 750 - 1000 ore de funcționare în prezent pentru cărbuni cu 58-60% sterili un set de ciocane durează doar 285-300 ore. Totodată s-a micșorat mult durata de funcționare a brațelor pentru ciocane, a blindajelor, crescînd consumul specific de metal pe tonă de cărbune măcinat. Prezența în cărbune a unei importante cantități de piatră dură a înrăutățit finețea de măcinare a morilor cu ciocane conducînd și la creșterea consumului specific de energie electrică pe tonă de cărbune măcinat. Uzura prematură a unor subansamble ale morilor cu ciocane le reduce substanțial fiabilitatea, ceea ce determină creșterea indisponibilității acestora cu influență negativă asupra debitului generatoarelor de abur.

b.-Soluția cea mai indicată din punct de vedere tehnic este înlocuirea actualelor mori cu ciocane cu turație rapidă avînd debitul de 18-25 t/h și fiabilitate redusă la consumarea unor cărbuni cu conținut ridicat de sterili, cu mori cu turație redusă, cu disc și sferă de 33-40 t/h la care măcinarea cărbunelui are loc prin strivire.

Folosirea morilor cu turație mică, cu disc și sferă, prezintă o serie de avantaje la măcinarea cărbunilor duri cu conținut ridicat de sterili și care pentru a putea arde au nevoie de o masi-

nare mai fină. Astfel:

- Puterea de antrenare a morilor este mult mai scăzută decât la morile cu turație rapidă, deși ele necesită întotdeauna în plus ventilatoare de aer proprii pentru a învinge rezistența morii propriu-zise, a separatorului de praf și cea de frecare în conductele spre arzătoare;

- Durata de funcționare a morilor cu dise și sfere poate ajunge pînă la 10.000 ore de funcționare, fără să fie necesară înlocuirea vreunui subansamblu, față de 250-300 ore, interval la care se înlocuiesc ciocanele, unele brațe și blindaje la morile cu ciocane.

Avantajele economice ale înlocuirii actualelor mori cu ciocane avînd capacitatea de măcinare insuficientă cu altele de debit mai mare rezultă din următorul calcul:

a.-Creșterea capacității de producere a energiei electrice cu 40 MW pe grup față de situația actuală reprezintă:

$$40 \text{ MW} \times 6 \text{ grupuri} \times 6000 \text{ ore funcț./an} =$$
$$1,4 \text{ miliarde kWh/an} \times 0,340 \frac{\text{lei}}{\text{kWh}} = 476 \text{ milioane lei/an}$$

b.-Economisirea fondurilor de investiții necesare montării în Sistemul Energetic Național a unei puteri de 6 x 40 MW = 240 MW, care să suplinească reducerea de putere actuală de la CTE.Mintia datorită calității cărbunelui reprezintă:

$$240 \text{ MW} \times 3176 \frac{\text{lei}}{\text{kW}} \text{ instalat} = 762,24 \text{ milioane lei}$$

(investiție specifică realizată la grupul nr.6 de la CTE.Mintia)

c.-Din sumele respective se scade valoarea estimată a lucrărilor de înlocuire a celor 48 de mori, care reprezintă:

$$100 \text{ tone/moară} \times 94.320 \text{ lei/tonă} \times 48 \text{ mori} = 452,736 \text{ milioane lei (în prețuri 1981)}$$

Obs: Valoarea de 94.320 lei/tonă se compune din 90.000 lei/tonă valoarea procurării echipamentului și 4320 lei/tonă a celei de construcții și montaj realizată la montarea cazanului nr.6 de la CTE.Mintia.

Prin urmare, eficiența economică a înlocuirii actualelor mori de cărbune de la CTE.Mintia cu mori cu capacitate de măcinare mai mare rezultă din:

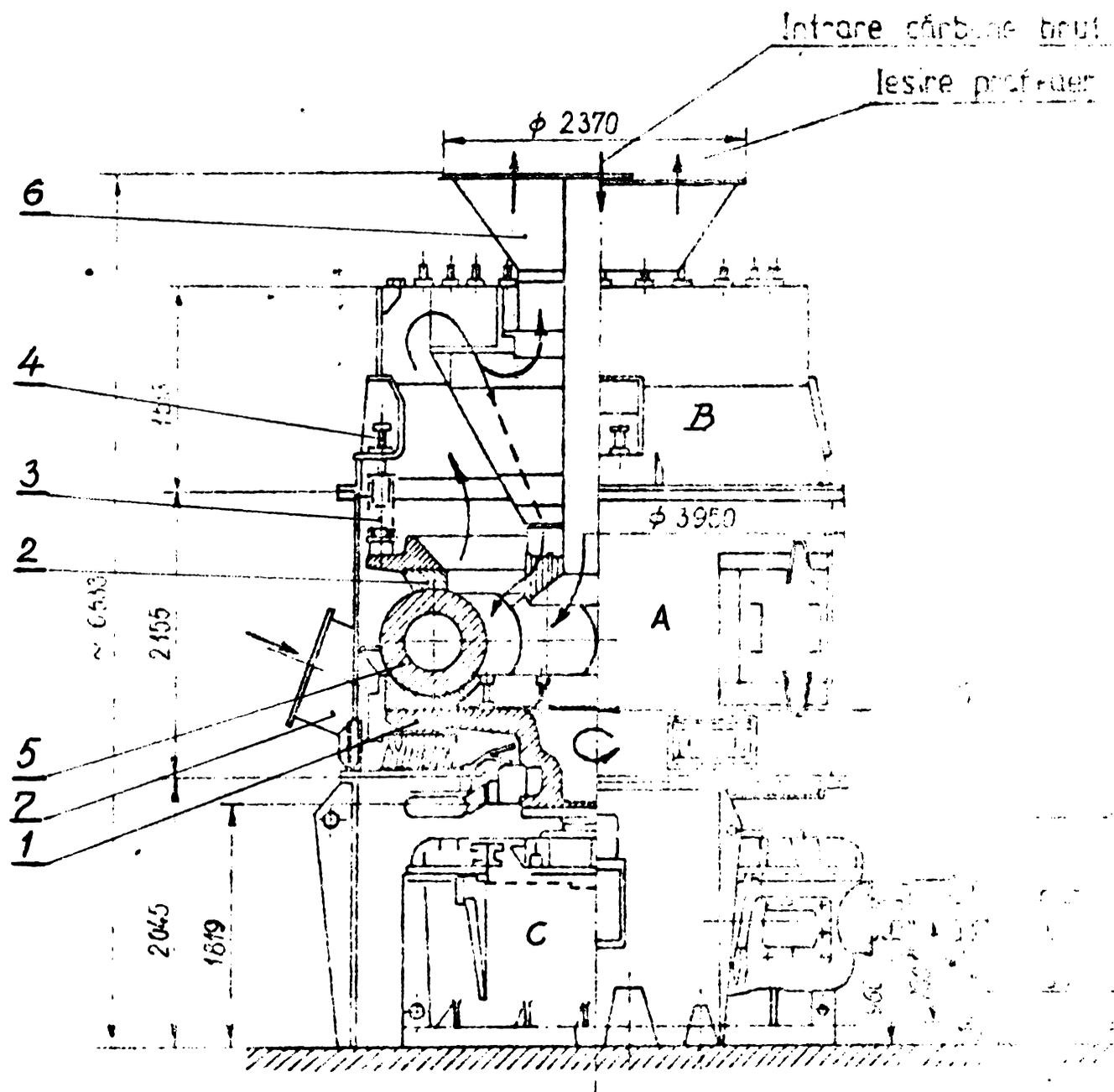


Fig. 6.1 Moară cu disc și sfere

a.- 475 milioane lei/an prin creșterea capacității de producere a energiei electrice, precum și de

b.- 762,24 - 452,736 = 309,504 milioane lei din economisirea fondurilor de investiții.

La toate acestea se adaugă și economia de valută corespunzătoare unui import actual de peste 600 mii tone pe an de ulei energetică avînd puterea calorică de 4500- 5000 kcal/kg, care în prezent se folosește în amestec cu mixtele de ulei de Valea Jiului pentru a ridica puterea calorică medie a cărbunelui consumat. Morile cu disc și sfere sînt mult răspîndite în : Statele Unite ale Americii (tipul Fuller), în Anglia (morile Babcock- Wilcox), în R.F. Germană (morile Peters), în R.P.Polonă (morile MM) precum și în R.S. Cehoslovacă, pentru măcinarea uleiului. În URSS nu există informații privind fabricarea acestui tip de mori.

Moara cu disc și sfere avînd forma constructivă prezentată în fig.6.1 , se compune din trei părți principale: spațiul de măcinare (A) , separatorul (B) și angrenajul (C). Discul inelar inferior de măcinare (1) se rotește în spațiul de măcinare, fiind acționat de axul vertical al angrenajului, iar discul inelar superior (2) rămîne pe loc; el poate fi numai ridicat sau coborît. Cu ajutorul a 4 arcuri elicoidale (3) a căror tensiune poate fi reglată din exterior în timpul funcționării morii cu ajutorul șuruburilor (4) discul inelar superior este presat pe o serie de sfere din oțel (5) goale la interior, așezate una lângă alta pe discul inelar inferior care se rotește și care se rostogolesc între cele două discuri ea într-un rulment.

Cărbunele se introduce cu ajutorul alimentatorului pe pîlnia (6) în partea centrală a morii, unde cade și cărbunele revine din separatorul de praf. Datorită forței centrifuge, cărbunele ajunge în spațiul dintre sfere și inelul inferior, care se rotește cu o viteză de 6-7 m/s.

Cărbunele măcinat iese la periferia discului de măcinare și este antrenat de aici de către un curent de aer cald avînd temperatura de circa 370°C, care este introdus, în partea de jos a corpului morii prin două racorduri tangențiale (7) cu o viteză de 30-50 m/s.

Amestecul aer-praf este insuflat apoi prin separator spre arzătoare. O parte din particulele morii de cărbune se desprind din jetul de aer în corpul morii, iar restul de particule mari

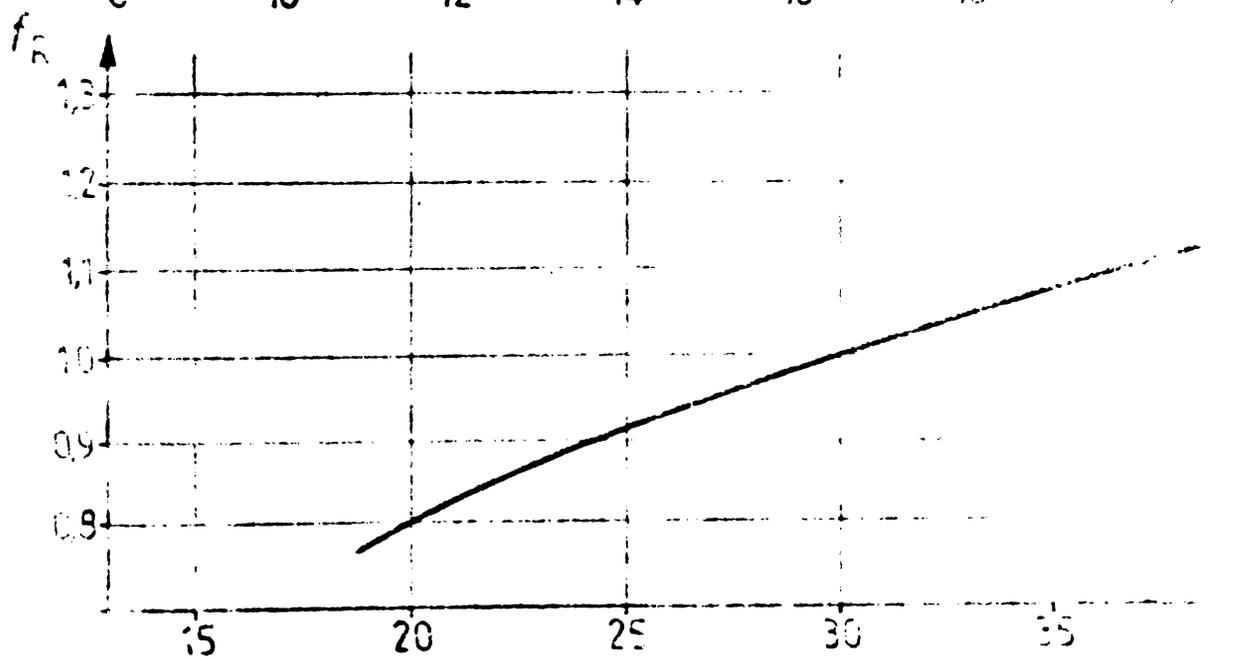
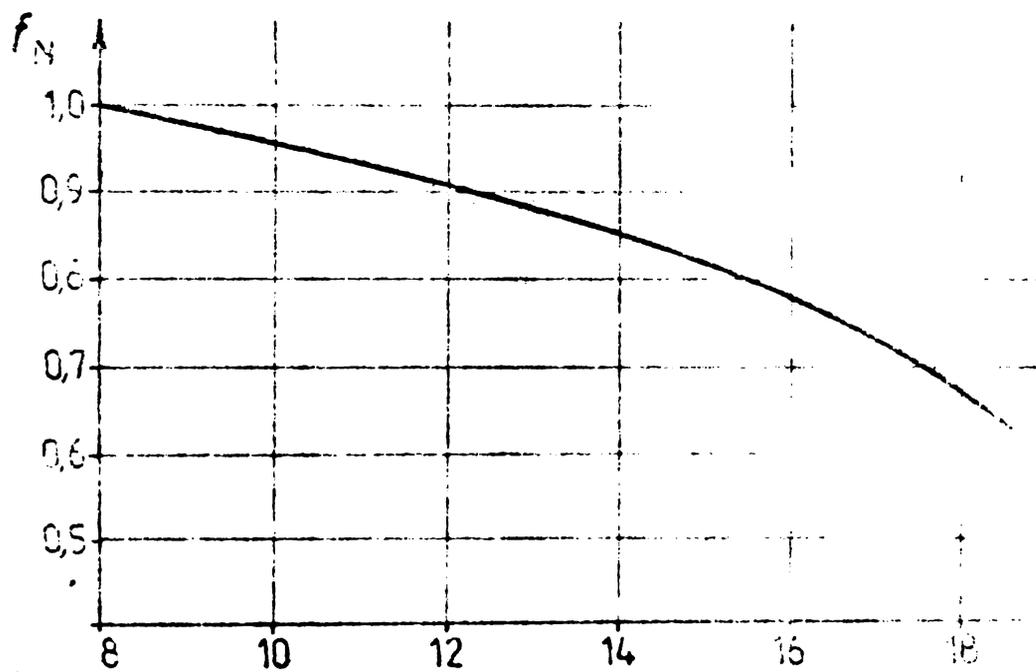
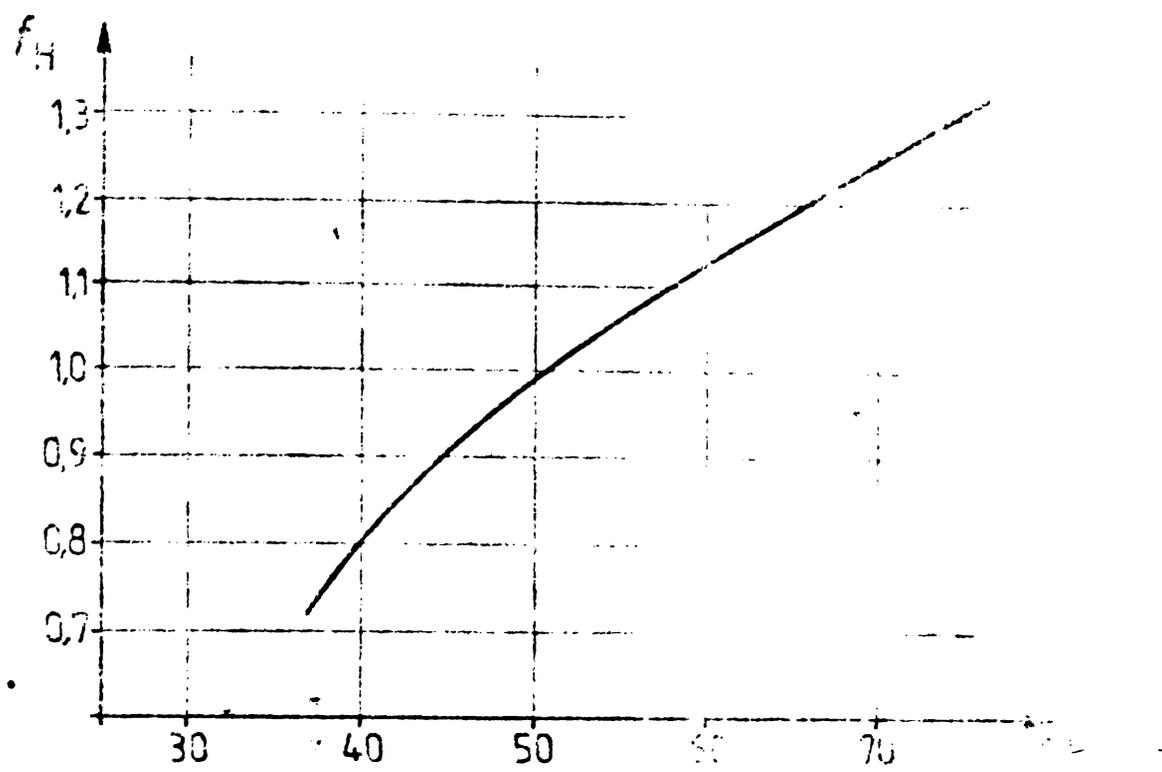


Fig. 6.2 Variația capacității de mașinare (B), funcție de coeficientul capacității de mașinare (k_m^{Hurd}), conținutul de apă (W_t) și finețea de mașinare (R_{90}).

$$B_{max.} = B_0 \cdot f_H \cdot f_N \cdot f_R \quad \cdot \quad B_{r\ max.} = B_{max.} - 10\%$$

sînt separate în separatorul centrifugal și se reîntore în moară pentru a se măcina complet.

Aerul necesar uscării și transportului prafului de cărbune prin moară și separator apoi prin conducte spre arzătoare este asigurat de un ventilator separat avînd presiunea de refulare de 1000 mm col.apă.

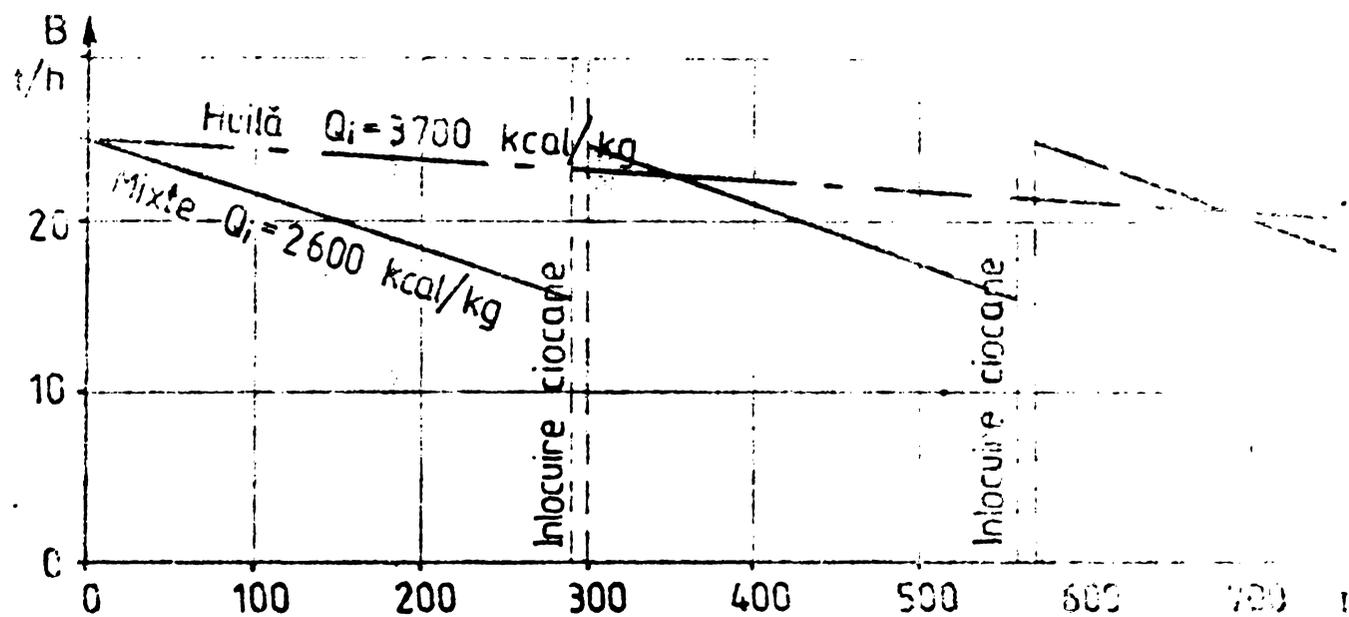
În procesul de măcinare se utilizează în special sferele și inelul inferior care se rotește. Pentru micșorarea uzurii inelele și sferele se confecționează din oțel manganos. Pe măsura uzării sferelor și inelelor arcurile sînt strînse pentru a putea păstra presiunea necesară pe sfere asupra cărbunelui. Cînd se micșorează diametrul sferelor spațiul dintre ele crește și atunci se adaugă o sferă cu diametrul mai mic decît cel inițial.

În diagrama din fig.6.2. este redată variația capacității de măcinare (B) a acestor tipuri de mori funcție de : coeficientul capacității de măcinare (k_{Hard}), conținutul total de umiditate a cărbunelui (W_t) precum și de finețea de măcinare (R_{90})

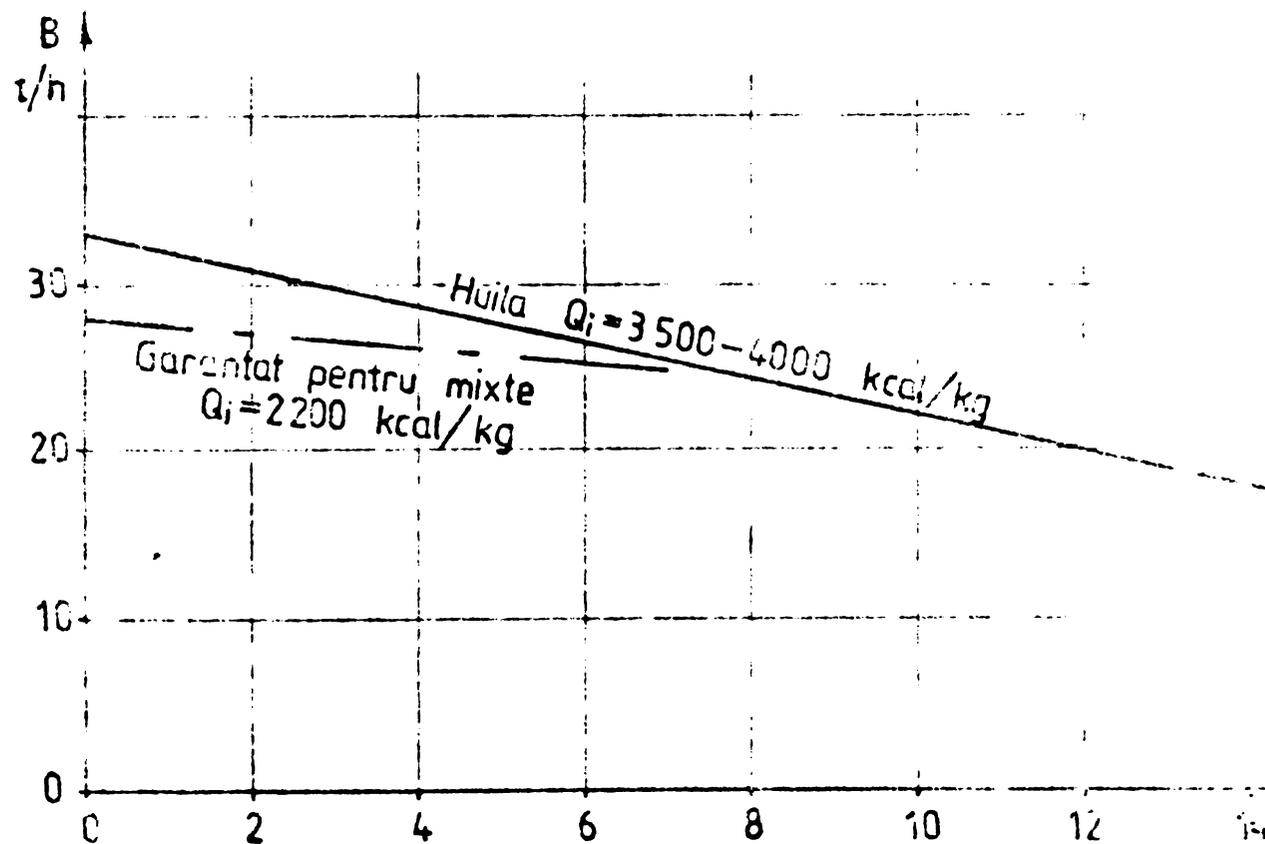
În figura 6.3. se poate vedea variația capacității de măcinare funcție de durata de uzură a elementelor de măcinare ale morii cu disc și sfere determinată experimental pentru huiă cu puterea calorifică de 3500- 4500 kcal/kg la CTE de 2600 MW KOSENICE din R.P.Polonă, pentru mori de 33 t/h.

Condițiile tehnice cărora trebuie să le corespundă moara cu disc și sfere, care să înlocuiască actualele mori cu ciocane ale generatoarelor de abur P-55, de la CTE.Deva-Mintia, la arderea mixtelor de huiă cu putere calorifică de 2200- 2600 kcal/kg sînt următoarele:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Debitul de cărbune brut al morii | 33- 40 t/h |
| - Granulația cărbunelui brut la intrarea în moară | 0 - 30 mm |
| - Coeficientul de măcinabilitate al cărbunelui | $k_{\text{VTI}}=1 - 1,05$ |
| - Umiditatea maximă a cărbunelui | 15% |
| - Temperatura aerului cald la intrarea în moară | 290- 340° C |
| - Finețea de măcinare realizată (rest pe sita cu ochiuri de 0,088 mm) | 35% |
| - Temperatura amestecului aer-praf cărbune la ieșirea din moară | 100- 120° C |



a. Pentru morile cu ciocane tip MMi.-25 t/h de la C.T.E. DEVA-MINTIA.



b. Pentru morile cu disc și sferă tip MM. 33 de la C.T.E. KOSENICE R.P.POLONIA.

Fig. 6.3 Variația capacității de măcinare funcție de durata de uzură a elementelor de măcinare pentru $K_m^{\text{Hard}} = 40^\circ \text{ Hard}$.

- Presiunea aerului la intrarea
in moară 1000 mm col, apă
- Durata de utilizare a elemente-
lor de măcinare ale morii 10.000 ore

Avind in vedere simplitatea morii cu disc și sfere din punct de vedere constructiv, fiabilitatea ei ridicată, consumul specific redus de energie electrică și de metal pe tona de cărbune măcinat, și faptul că pentru CTE.Mintia sînt necesare 48 de mori, iar pentru CTE.Paroseni 10 mori, deci în total 58 de bucăți, precum și că în situația în care s-ar importa aceste mori ar fi apoi necesară asimilarea în țară a pieselor de schimb, propunem ca de la început să fie proiectate și realizate de industria constructoare de mașini din țara noastră acest tip de moară pentru un debit de măcinare de 37-40 t/h.

În ceea ce privește alimentatorii de cărbune brut este posibilă mărirea debitului celor existenți, prin mărirea vitezei de deplasare a lanțului cu racleți, modificind raportul de transmisie la sistemul de acționare fără a mai fi astfel necesare modificări în partea electrică de acționare și variație a vitezei.

6.3.-Cu privire la înlocuirea ventilatoarelor de aer ale generatoarelor de abur nr. 1 - 4

Generatoarele de abur P-55 nr. 1-4 sînt echipate cu câte un ventilator pentru aer pe fiecare corp de cazan, de tip centrifugal VDN-28.II, de fabricație sovietică, avind caracteristicile de proiect:

- debitul 380.000 m³/h
- presiunea de refulare: 380 mm col apă
- turația: 595/744 rot/min

Din calculul termic de proiectare al generatorului de abur la funcționarea cu hullă de garanție avind puterea calorifică $Q_1 = 3700$ kcal/kg și analiza elementară redată în tabelul 6.2, debitul de aer introdus este de 367.000 m³/h.

În situația în care se ard mixte de hullă cu puterea calorifică de 2200 kcal/kg cu compoziția prezentată în tabelul 6.2, pentru proba 68, aerul teoretic necesar arderii rezultă din relația:

$$L_{\min} = \frac{Q_{\min}}{0,21} \quad \text{Nm}^3/\text{kg} \quad (6.3)$$

$$\begin{aligned} \text{in care: } O_{\min} &= \frac{22,41}{12} \left[C + 3 \left(C - \frac{O - S}{8} \right) \right] \text{ Nm}^3/\text{kg} \\ &= \frac{22,41}{12} \left[0,23 + 3 \left(0,23 - \frac{0,0825 - 0,0135}{8} \right) \right] \\ &= 0,51 \text{ Nm}^3/\text{kg} \end{aligned}$$

de unde rezultă

$$L_{\min} = \frac{0,51}{0,21} = 2,43 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

Debitul real de aer necesar arderii mixtelor de uleiă se calculează din relația :

$$L_{\text{sec}} = \frac{\alpha \cdot L_{\min} \cdot B (273 + t) \cdot 10^3}{3600 \cdot 273} \text{ m}^3/\text{s} \quad (6.4)$$

in care: $\alpha = 1,25$ este excesul de aer admis în focar

$$L_{\min} = 2,43 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

$B = 114. \text{ t/h}$ - consumul orar de cărbune pe un corp de oazan

$t = 30^\circ\text{C}$ - temperatura aerului la intrarea în preîncălzitorul de aer

cu aceste valori

$$L_{\text{sec}} = \frac{1,25 \cdot 2,43 \cdot 114 (273 + 30) \cdot 10^3}{3600 \cdot 273} = 107 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Debitul real de aer al ventilatorului cu o rezervă de debit de 10% va fi

$$Q = 1,1 \cdot L_{\text{sec}} \cdot 3600 = 1,1 \cdot 107 \cdot 3600 = 424 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{h} \quad (6.5)$$

Cunoscând că rezistențele totale ale traseului de aer din calculul aerodinamic al generatorului de abur sînt de: 514 mm col apă, rezultă că rezistența totală a traseului de aer cu o rezervă de 20% va fi

$$H_g = 1,2 \cdot H = 1,2 \times 514 = 615 \text{ mm col apă} \quad (6.6)$$

Puterea electromotorului de antrenare a ventilatorului de aer cu o rezervă de 10% se calculează din relația:

$$N = 1,1 \frac{H_g \cdot Q}{3670 \cdot \eta} \text{ Kw} \quad (6.7)$$

in care $H_g = 615 \text{ mm col apă}$ - rezistența totală a traseului de

- . 120 .-

$$Q = 424 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{h} - \text{debitul total de aer}$$

$$\eta = 0,85 \text{ randamentul ventilatorului}$$

Cu aceste valori:

$$N = 1,1 \frac{615 \cdot 424 \cdot 10^3}{3670 \cdot 0,85} = 915 \text{ KW}$$

Prin urmare ventilatorul de aer existent la generatoarele de abur 5 și 6 de tipul VDN- 320 avind caracteristica de funcționare redată în fig. 6.4 cu turația de 750/600 rot/min, și presiunea de refulare de 650 mm col apă, avind electromotor cu puterea de 1250/725 kw la tensiunea de 6 kv, corespunde pentru a fi înlocuite cu acest tip și cele de la grupurile 1-4.

Din examinarea documentațiilor sovietice a ventilatoarelor de aer tip VDN- 28.II. și a celot tip VDN-32 b rezultă că diferă la cel de al doilea tip doar rotorul ventilatorului cu axul său și batiul pentru lagăre, precum și electromotorul de antrenare în timp ce camera spirală a ambelor tipuri de ventilatoare este identică, propun:

a.-Inlocuirea rotoarelor ventilatoarelor de aer tip VDN-28.II. de la generatoarele de abur 1-4 și a axelor acestora cu rotoare și axe similare celor de la tipul VDN-32 b fabricate în țară după documentația existentă și pe baza unor verificări suplimentare la unul din ventilatoarele de aer existente la grupurile 5 și 6.

b.-Inlocuirea electromotoarelor de antrenare ale ventilatoarelor modificate de la generatoarele de abur 1-4 cu electromotoare fabricație Electroputere Craiova tip MIB 2 x cod 28330 avind puterea de 1600/1000 kw, la tensiunea de 6 Kv și turația de 750/600 rot/min, cu adoptarea corespunzătoare a fundațiilor.

6.4.-Verificarea ventilatoarelor de gaze arse

Volumul de gaze arse la arderea mixtelor de huilă cu caracteristicile din tabela 6.2 și puterea calorifică inferioară de 2200 kcal/kg rezultă din relația

$$\begin{aligned} V_g &= V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} + (\alpha - 1) L_{\min} = \\ &= 0,6 + 2,6 + 0,52 + (1,34-1) 2,43 = 4,83 \text{ m}^3/\text{kg} \quad (6.8) \end{aligned}$$

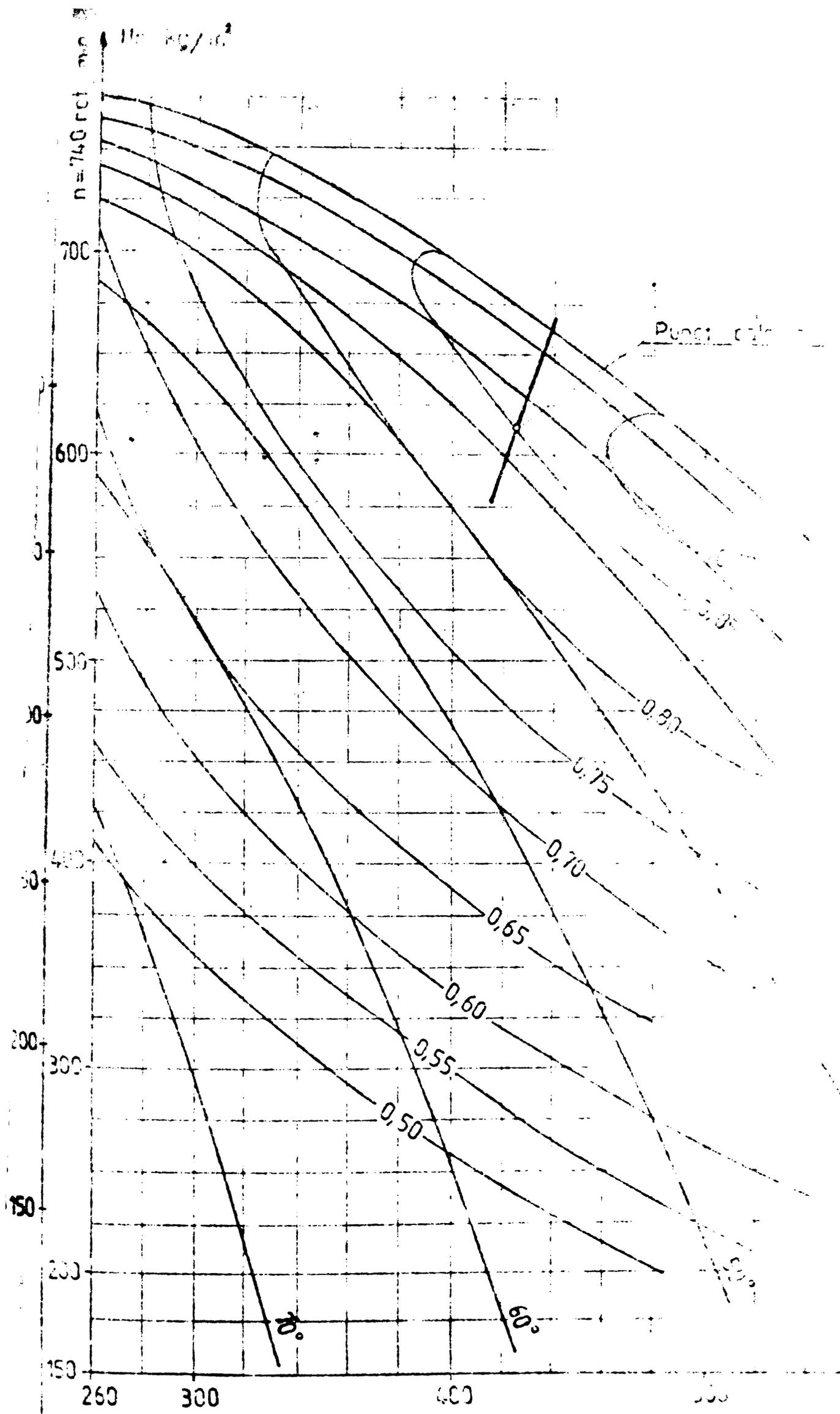


Fig. 6.4 Caracteristicile generale ale pompei

Rezistența totală a canalelor de gaze introduse o pierdere de presiune totală de cca

$$\Delta h_t = 138,3 \text{ mm col apă}$$

Volumul total al gazelor arse se calculează din relația:

$$V_{gt} = \frac{B \cdot (V_g + \Delta \alpha \cdot L_{\min}) (273 + t_g)}{3600 \cdot 273} \text{ m}^3/\text{sec} \quad (6.9)$$

în care: $B = 114 \cdot 10^3 \text{ kg/h}$ - consumul de cărbune

$V_g = 4,83 \text{ Nm}^3/\text{kg}$ - volumul de gaze arse

$\Delta \alpha = 0,13$ - creșterea excesului de aer

$t_g = 156^\circ\text{C}$ - temperatura gazelor arse la ieșirea din generatorul de abur

Cu aceste valori

$$V_{gt} = \frac{114 \cdot 10^3 (4,83 + 0,13 \cdot 2,43) (273 + 156)}{3600 \cdot 273} = 256 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Debitul ventilatorului de gaze arse cu o rezervă de 10% se calculează din relația :

$$Q_g = 1,1 \cdot V_{gt} \cdot 3600 = 1,1 \cdot 256 \cdot 3600 = 1040 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{h} \quad (6.10)$$

Puterea electromotorului de antrenare pentru o rezistență totală calculată a traseului de gaze de cca $H_t = 250 \text{ mm col apă}$ rezultă din relația :

$$N = 1,1 \cdot \frac{H_t \cdot Q_g}{3670 \cdot \eta} = 1,1 \cdot \frac{250 \cdot 1040}{3670 \cdot 0,78} = 970 \text{ Kw}$$

Din examinarea caracteristicii de funcționare garantată fig. 6.5 pentru ventilatoarele de gaze arse existente la toate cele 6 generatoare de abur de tip DOD- 31,5 axiale-orientale cu turația de $n = 490/375 \text{ rot/min}$ și presiunea de refulate de cca 300 mm col apă avînd electromotor de antrenare cu puterea de $N = 1400/600 \text{ kw}$, la tensiunea de 6 Kv și turația de 1400/600 rot/min rezultă că actualele ventilatoare de gaze arse corespund și în noile condiții.

Se impune totuși un calcul mai amănunțit al traseului de gaze arse pentru verificarea performanțelor ventilatoarelor de gaze arse, în situația arderii în exclusivitate a mixtelor de huiță cu $Q = 2200 \text{ kcal/kg}$.

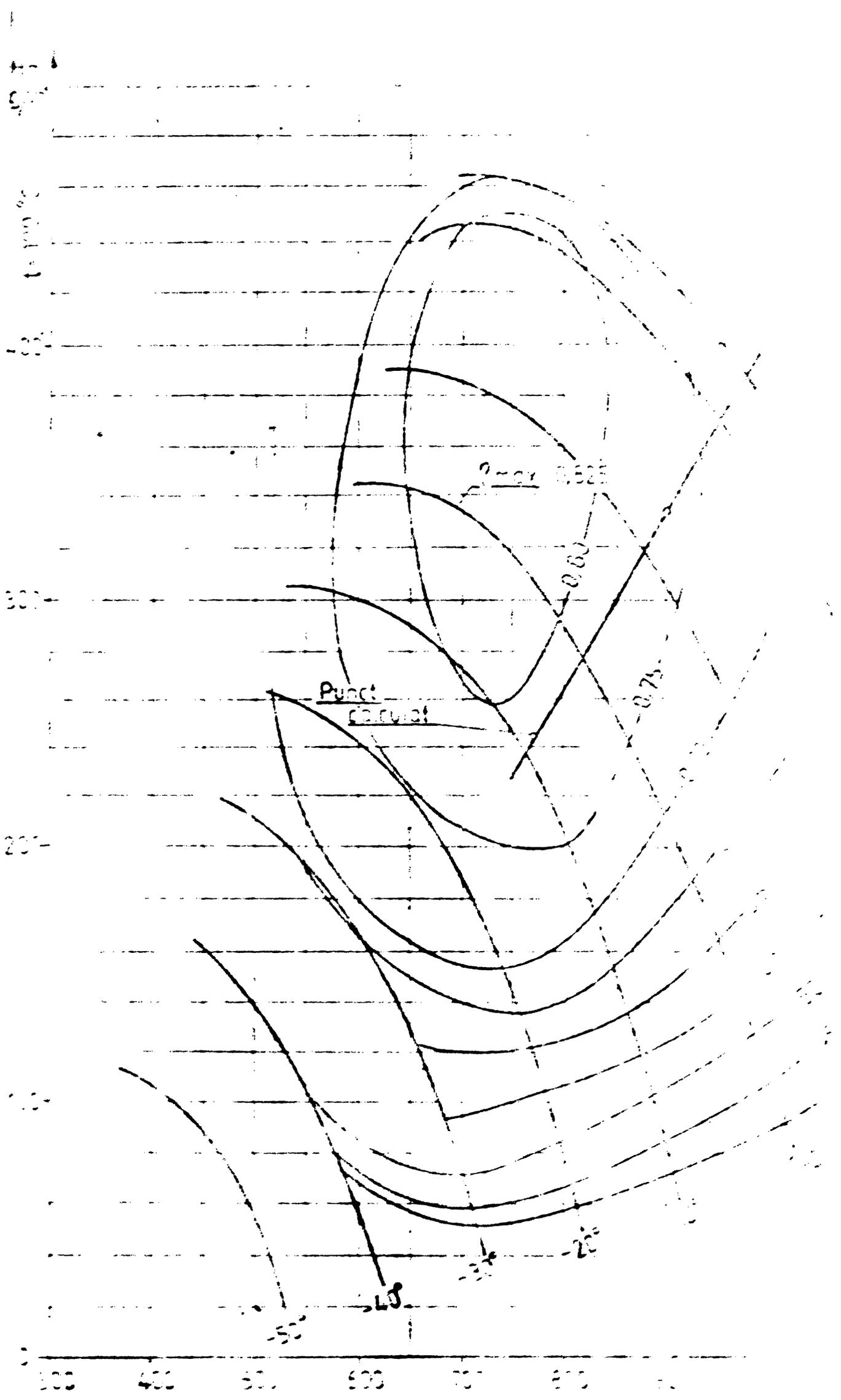


Fig. 6.5. $P = 1000 - 0.0001 T^2$ $T = 400 - 800$

6.5.-Arzătoarele de praf de cărbune

Generatorul de abur P-55 este echipat în prezent cu 8 arzătoare turbionare de tipul TKZ(Babcock), pentru ardere combinată-cărbune,gas natural și păcură, descrise în capitolul 4.1.

Din calcul termic al generatorului de abur pentru cărbune cu puterea calorică de 2870 kcal/kg rezultă ca proiectantul generatoarelor de abur 5 și 6 a menținut același tip și număr de arzătoare ca la grupurile 1-4 admițând un debit de praf de cărbune pe arzător de

$$B_{\text{arz}} = \frac{B}{6} = \frac{84,4}{6} = 14 \text{ t/h}$$

Având în vedere experiența de peste 10 ani de exploatare a acestor tipuri de arzătoare de la cazanele CTE.Deva -Mintia, propun ca pentru introducerea cantității suplimentare de amestec aer-praf corespunzător unui debit de 14 t/h pe corp de generator de abur următoarele :

a.-Mărirea numărului de arzătoare de la 8 la 12, prin amplasarea a încă 4 arzătoare pe peretele frontal al focarului.

b.-Utilizarea aceluiași tip de arzătoare existent și pentru cele suplimentare

c.-Racordarea a câte 3 arzătoare la fiecare moară,câte unul de pe fiecare perete(stînga,dreapta,frontal), pentru echilibrarea distribuției termice în focar la funcționarea permanentă cu câte 3 mori pe corp de generator după schema din fig. 6.6.

d.-Arzătoarele suplimentare să nu fie racorde la instalația de gaz metan, ci cel mult la cea de păcură.

e.-Arzătoarele să se fabrice în țară după documentația celor existente, fără partea de introducere a gazului metan.

Prin soluția propusă, debitul de praf de cărbune va fi de maximum 12 t/h la funcționarea continuă cu 3 mori pe corp față de 14,0 t/h aleasă de furnizor și de 9,5 t/h pe arzător la funcționarea cu 4 mori,viteza amestecului primar la ieșirea din arzător rămîne astfel cea proiectată de 25 m/s și cea a aerului secundar de 40 m/s.

Se menționează faptul că pentru stabilizarea flăcării se mențin arzătoarele de gaz metan de debit mic ($1000 \text{ m}^3/\text{h}$) și flacăra lungă câte unul pe corp de generator de abur amplasat pe peretele din spate al focarului.

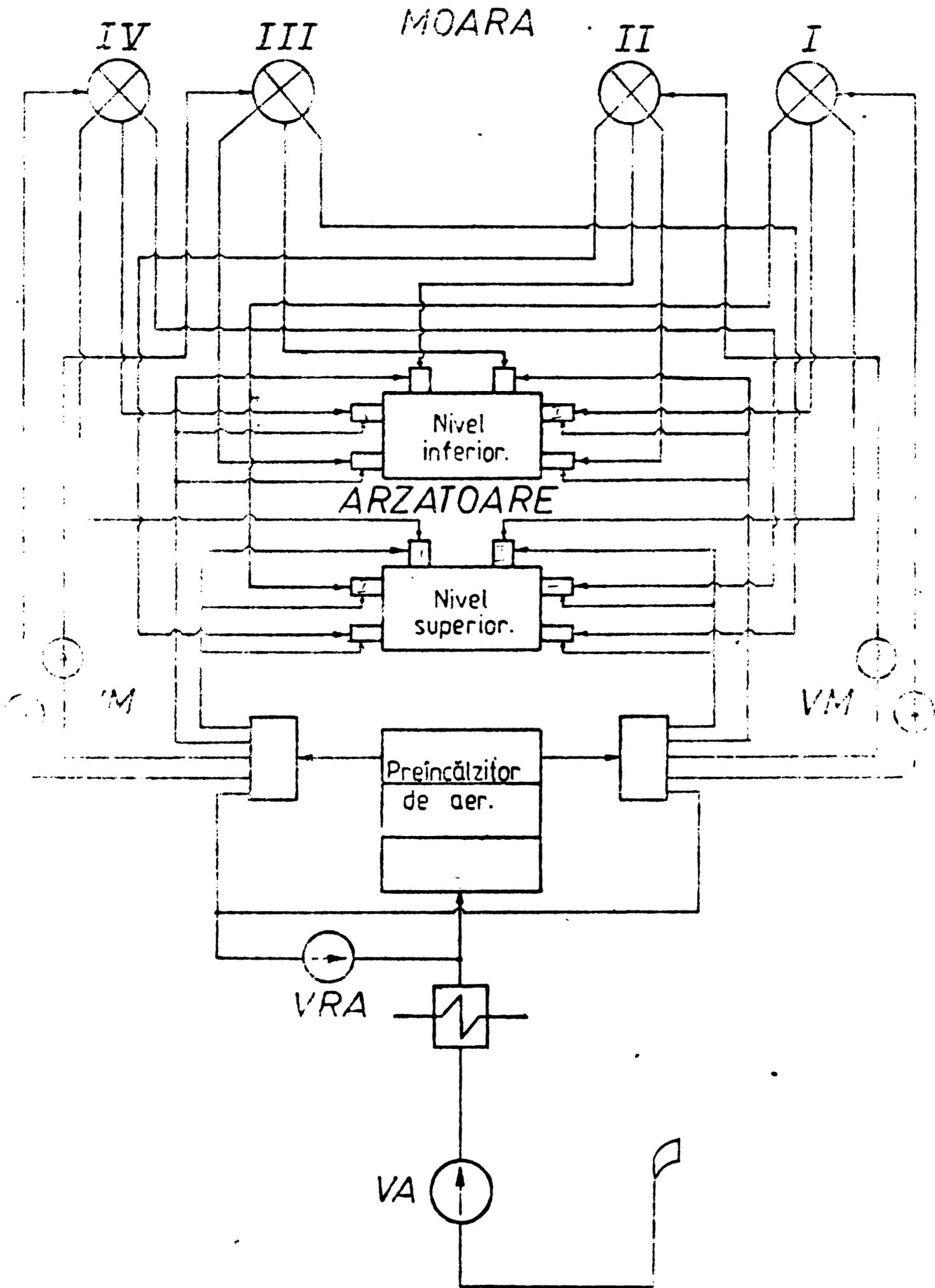


Fig. 6.6. Schema de aer-praf —propusă—

7.- CONCLUZII FINALE

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Creșterea tot mai accentuată în ultimele două decenii a consumului de țiței și gaze naturale ca urmare a valorificării lor tot mai superioare în industria chimică, precum și rezervele limitate de combustibili lichizi și gazoși pe plan mondial, a readus în actualitate extinderea folosirii cărbunilor ca sursă de energie primară în toate ramurile industriale, dar mai ales pentru arderea în focarele generatoarelor de abur din marile centrale termoelectrice.

În acest context, ținând seama că în rezervele de combustibili clasici ale țării noastre, cărbunele brun (lignitul) și hulla intervin cu o pondere de peste 50%, echivalând astfel rezervele de petrol și gaze naturale luate la un loc, Programul-directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981-1990 și orientările principale până în anul 2000, aprobat de Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român, pune un accent deosebit pe descoperirea de noi săcăminte de cărbuni și extinderea utilizării cărbunilor și șisturilor bituminoase în centralele termoelectrice.

Alimentarea cu cărbune, împreună cu prepararea acestuia sub formă de praf, la centralele termoelectrice de putere mare, care au consumuri orare și zilnice de cărbune de mii de tone, ridică probleme deosebit de complexe, determinate de calitatea cărbunilor consumați, de cantitățile mari de cărbune care trebuie descărcate, depozitate sau transportate la buncărele generatoarelor de abur, factori de care depinde în final siguranța și continuitatea în funcționare a termocentralei.

În cadrul planului de dezvoltare a centralelor electrice din țara noastră, între anii 1966 - 1980? a fost construită și pusă în funcțiune etapizat, centrala termoelectrică Deva-Mintia, formată din 6 grupuri de 210 MW, totalizând astfel puterea instalată de 1260 MW, ceea ce reprezintă peste 7% din puterea Sistemului Energetic Național, constituind în prezent cea de a doua, iar în continuare, cea de a treia mare unitate de producere a energiei electrice din România.

Deși se are în vedere faptul că în ultimii ani termo-

centrala Deva - Mintia s-a situat pe primul loc pe țară la producția de energie electrică, producând 10% din energia electrică totală și peste 33% din energia electrică pe bază de cărbune a țării, soluționarea problemelor deosebit de complexe pe care le pune siguranța și continuitatea în funcționare a unei mari centrale termoelectrice funcționând pe cărbune, prezintă o importanță tehnică și economică deosebită.

În cadrul programului de pregătire pentru doctorat am efectuat o serie de studii și cercetări teoretice precum și un volum însemnat de experimentări în condiții reale de funcționare, pentru perfecționarea proceselor tehnologice și creșterii siguranței în exploatarea instalațiilor de alimentare cu cărbune, de preparare și ardere a prafului de cărbune la termocentrala Deva-Mintia, cea mai reprezentativă dintre cele două centrale termoelectrice din țara noastră care folosesc combustibil hulla energetică din basinal carbonifer al Văii Jiului.

Studiul sistemelor de preparare a prafului de cărbune la centralele termoelectrice din R.S. România care ard hulla, constituind tema tezei de doctorat, în cadrul capitolului 2 destinat prezentării stadiului actual al cercetărilor privind prepararea prafului de cărbune, completează un gol în literatura tehnică de specialitate din țara noastră, în care în ultimele două decenii această problemă nu a fost tratată.

Studiul respectiv are caracter de noutate și pentru faptul că, pe baza unor ample cercetări bibliografice, abordează pentru prima dată în literatura tehnică din țara noastră, bazele fizice ale tehnicii de sfărâmare pe baza cărora se desfășoară fenomenele de măcinare a cărbunelui prin lovire în morile cu ciocane sau cele tip ventilator (subcapitolul 2.2.5).

Consider că publicarea acestei părți din teza de doctorat, poate constitui un material bibliografic util, completării și perfecționării cunoștințelor, atât pentru studenții facultăților de energetică sau de mașini termice, precum și inginerilor și tehnicienilor din exploatarea marilor centrale termoelectrice din țara noastră care funcționează cu cărbune.

Arderea la termocentrala Deva-Mintia a unor sorturi variate de hullă indigenă precum și din import, apoi schimbarea în ultimii 4 ani a calității cărbunilor consumați, au pus o serie de

probleme complexe cu privire la transportul, descărcarea, manipula-
rea și depozitarea cărbunilor, sit și în alimentarea buncărelor,
mai ales în timpul iernii, care au afectat siguranța și continuita-
tea în funcționare a termocentralei în ansamblu.

Datorită acestui fapt, în cadrul programului de pre-
gătire pentru doctorat, am avut o contribuție personală hotărâtoare
la perfecționarea procesului tehnologic și creșterea siguranței în
funcționare a instalațiilor din gospodăria de cărbune.

Astfel, în prezent se realizează la termocentrala
Deva-Mintia pînă în anul 1983, după o concepție proprie, adaptarea
schemei gospodăriei de cărbune la noile condiții create de livrarea
din bazinul carbonifer Valea Jiului a mixtelor de hullă cu puterea
calorifică de 2200 - 2600 kcal/kg. Schema nouă a gospodăriei de
cărbune prezentată la subcapitolul 4.1. are în primul rînd avantajul
că realizează un al doilea flux independent de alimentarea cu cărbu-
ne a buncărelor generatoarelor de abur, în al doilea rînd asigură
în mai mare măsură realizarea unui amestec controlat de sorturi de
cărbune, care se depositează sau intră în consum, iar în al treilea
rînd permite creșterea gradului de utilizare a depozitului de cărbu-
ne actual, toate conducînd în final la creșterea siguranței în
alimentarea cu cărbune a generatoarelor de abur.

O contribuție personală deosebită am avut-o și la
mecanizarea completă a descărcării cărbunilor în centralele termo-
electrice din țara noastră (cap.3.2.2.), fiind inițiatorul proiectării
și fabricării vagonului specializat pentru transportat cărbuni,
a desghetării vagoanelor cu cărbune în tunele cu aer cald, soluții
generalizate apoi și la alte termocentrale din țară, iar în prezent
tot după o idee proprie se instalează la termocentrala Deva-Mintia
(pentru prima dată la o termocentrală din țara noastră) o instalație
de descărcare prin culbutare a vagoanelor cu cărbune. Instalația de
culbutare mai conține un element de noutate care îmi aparține ea
soluție tehnică, întrucît cărbunele este descărcat direct la sol,
fără a fi necesar buncăre și transportoare, preluarea făcîndu-se di-
rect cu mașina de încărcat cu cupe rotative și transportat pe fluxul
de benzi.

Dificultățile deosebite care au apărut în funcționa-
rea morilor cu sicane cu ajutorul cărora se prepară praful de cărbu-
ne la generatoarele de abur P-55 de la termocentrala Deva-Mintia,
odată cu înrăutățirea calității cărbunilor livrați, au impus cerce-

tări atente și urgente cu privire la asigurarea curgerii cărbunelui în buncăre și mai ales pe racordul de intrare în moară.

Pe baza cercetărilor și experimentărilor efectuate în această direcție, am realizat un sistem nou de introducere a cărbunelui brut în moara cu ciocane, brevetat ca invenție, pentru care mi s-a acordat de către Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci, "Certificatul de Inventator" nr. 69270 din 30.12.1977, anexat în fotocopie (anexa 1) Sistemul a fost apoi preluat și aplicat și de către furnizorul sovietic al morilor de la grupurile nr.5 și 6, care s-au montat între anii 1977-1980. Prin aplicarea acestei soluții originale, pe lângă mărirea siguranței în funcționare a morilor, s-au eliminat reducerile de sarcină pe centrală ca urmare a infundării conductelor de cărbune brut și s-a redus consumul de gaz metan.

Generatoarele de abur de la termocentrala Deva-Mintia au fost proiectate pentru a funcționa cu hullă energetică de Valea Jiului cu puterea calorifică medie de 3700 kcal/kg sau în amestec cu mixte de hullă, rezultate de la spălarea hullelor pentru coes, cu o putere calorifică a amestecului de 3435 kcal/kg.

Datorită extinderii mecanizării lucrărilor de extragere a cărbunilor în subteran, cât și a acțiunii de valorificare pentru coes a hullei, cărbunii livrați de Combinatul Minier Valea Jiului, în ultimii ani, la termocentrala Mintia, au caracteristici energetice sub valoarea de proiect, având drept consecință funcționarea generatoarelor de abur de cele mai multe ori la 75% din debitul nominal.

Ca urmare a situației create, în scopul eliminării reducerii de putere la CTE.Deva-Mintia chiar în situația utilizării unor mixte de hullă cu putere calorifică de 2200- 2600 kcal/kg a fost necesară efectuarea unor studii și experimentări, pe baza cărora să se stabilească în primul rând caracteristicile energetice medii ale noilor sorturi de cărbuni cu care urmează să fie alimentată termocentrala, date care să permită apoi modernizarea sau înlocuirea unor echipamente, cu ajutorul cărora să se asigure funcționarea optimă a generatoarelor de abur, în condițiile noi create.

Decarece din examinarea datelor de exploatare care cuprind informații privind caracteristicile energetice ale cărbunilor livrați din basinal Văii Jiului în anii 1980-1981, rezultă că valorile acestor caracteristici sînt în prezent foarte disperse, an

apelat la IGHENERG București pentru stabilirea valorilor medii ale acestor caracteristici prin prelucrarea statistico-matematică, folosind calculatorul electronic.

În acest scop s-a conceput un model statistic al benzii de calitate (subcapitolul 5.1), inspirat de prezentarea calității cărbunilor din basinalul Marița din R.P.Bulgaria și de prezentarea calității diferiților cărbuni din întreaga lume făcută de firma Energie und Verfahrenstechnik - R.F.G., construindu-se cu ajutorul calculatorului electronic curbele sub formă de elipsă care definesc banda de calitate a cărbunelui cercetat. Prezentarea parametrilor principali ai cărbunelui sub formă statistică dă posibilitatea obținerii informațiilor care privesc efectul utilizării acestui combustibil asupra generatorului de abur și auxiliarelor acestuia.

Pentru a se putea stabili măsurile tehnice de adaptare a funcționării generatoarelor de abur P-55 de la CTR. Deva-Mintia, cu cărbune de o putere calorifică inferioară benzii de calitate din proiect, precum și pentru a se asigura condițiile de ardere în amestec a mixtelor de huiă de Valea Jiului cu huiă superioară din import, am efectuat o serie de cercetări asupra focarului, instalațiilor de măcinare a cărbunelui și am făcut numeroase probe de ardere cu aceste sorturi variate de cărbuni, rezultatele cele mai reprezentative fiind redată în teza de doctorat (cap.5).

Pe baza cercetărilor experimentale efectuate cu scopul stabilirii modului de comportare a generatoarelor de abur tip P-55 de la termocentrala Deva-Mintia la funcționarea cu cărbuni având caracteristici diferite și cu mult inferioare față de cele avute în vedere la proiectare, am ajuns la următoarele concluzii:

1^o.-Focarul generatoarelor de abur este proiectat suficient de mare, pentru a permite arderea în condiții bune, a huiilelor cu putere calorifică de peste 5000 kcal/kg, precum și a mixtelor de huiă cu putere calorifică de 2200- 2600 kcal/kg.

2^o.-Creșterea conținutului de cenușă la mixtele de huiă de la 35%, valoare de proiect, la 58-60%, impune viteze ale amestecului aer primar-praf de cărbune prin arzătoare mai reduse, cerute de creșterea timpului necesar aprinderii particulei de praf de cărbune. Ca urmare, datorită creșterii cantității de cărbune consumat, secțiunea celor 8 arzătoare existente în prezent pe fiecare

corp al generatorului de abur este prea mică.

3^o. - Cele 4 mori de cărbune cu ciocane de 22-25 t/M fiecare cu care este echipat fiecare generator de abur sînt insuficiente pentru a asigura măcinarea a 110 t/h de cărbune cu 3 mori în funcțiune, în loc de 71 t/h (valoare de proiect) datorită consumării mixtelor de huiă cu puterea calorifică de 2200 kcal/kg.

4^o. - Datorită creșterii conținutului de cenușă al mixtelor de huiă, durata de funcționare a elementelor de măcinare a morilor cu ciocane s-a redus cu peste 60%, reducîndu-se astfel fiabilitatea morilor.

5^o. - Prezența sterilului dur în mixtele de huiă cu puterea calorifică de 2200 - 2600 kcal/kg, a scăzut valoarea coeficientului de măcinabilitate, înrăutățind fișetea de măcinare a morilor cu ciocane, cu efect negativ asupra posibilității de aprindere a particulei de praf de cărbune.

6^o. - Ventilatoarele de aer de la generatoarele de abur 1 la 4 sînt subdimensionate ca debit și presiune de refulare în comparație cu cele de la grupurile 5 și 6.

Ținînd seama de aceste concluzii, în capitolul 6 al tezei prezintă soluțiile tehnice originale pentru adaptarea instalațiilor de preparare a prafului de cărbune și a celorlalte instalații auxiliare ale generatoarelor de abur P-55 de la CTE de 1260 MW Deva-Mintia, ca să permită funcționarea lor la parametri nominali în condițiile consumării mixtelor de huiă cu putere calorifică de 2200- 2600 kcal/kg.

Ca un element de noutate în această direcție subliniesc, inițierea de către mine a asimilării fabricării în țară pentru prima dată a morilor de turajie redusă, cu disc și sferă de 40 t/h, care să înlocuiască actualele mori cu ciocane cu turajie rapidă și fiabilitate redusă (descrie la subcapitolul 6.2.)

Simplitatea morii cu disc și sferă din punct de vedere constructiv, fiabilitatea ei ridicată, posibilitatea pe care o are de măcinare mai fină față de alte tipuri de mori, consum specific redus de energie electrică și de metal pe tona de cărbune măcinat, precum și faptul că pentru modernizarea sistemelor de preparare a prafului de cărbune de la CTE Deva-Mintia și Paroșeni care ard mixte de huiă sînt necesare peste 50 de bucăți de asemenea

meră, justifică pe deplin asimilarea fabricării lor în țară pe baza datelor tehnice pe care le-am pus la dispoziția institutelor de proiectare de specialitate.

Eficiența economică a înlocuirii actualelor mori cu sicoane de la generatoarele de abur P-55 ale CTE.Deva-Mintia, cu mori cu disc și sfere cu capacitate de măcinare de 33-40 t/h constă din 476 milioane lei/an, rezultate din creșterea capacității de producere a energiei electrice cu peste 1,4 miliarde kwh/an, precum și din economisirea unor fonduri de investiții de 309,5 milioane lei necesare montării în Sistemul Energetic Național a unei puteri de 240 MW, care să suplinească reducerea de putere actuală de la CTE.Mintia datorită arderii mixtelor de ulei cu putere calorică de 2200 - 2600 kcal/kg.

În încheiere, consider că numeroasele contribuții personale pe care le-am avut pe tot parcursul pregătirii pentru doctorat, la perfecționarea și modernizarea instalațiilor de transport, descărcare și depozitare a cărbunelui, precum și de preparare a prafului de cărbune, aferente generatoarelor de abur de la Centrala termoelectrică de 1260 MW Deva-Mintia una dintre cele mai mari termocentrafe din România, răspund pe deplin temei, precum și sarcinilor actuale de creștere continuă a potențialului electroenergetic al țării, pusă în fața energeticienilor de Programul-directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981-1990 și orientările principale până în anul 2000, aprobat de Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român.

ing. Stănescu

B I B L I O G R A F I E

- 1.- Nicolae Ceaușescu - Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român. Ed.Politică 1979
- 2.- x x x - Programul - directivă de cercetare și dezvoltare în domeniul energiei pe perioada 1981-1990 și orientările principale până în anul 2000. Ed.Politică 1979.
- 3.- x x x - Raportul privind realizarea programului de producere a energiei în cincinalul 1981-1985 și dezvoltarea bazei energetice a României până în 1990, aprobat de Plenara C.C. al PCR din 31.martie 1982.
- 4.- Adams,W.Me - Transmission de la chaleur.Paris,Durod, 1961
- 5.- Ațvasian,S.- Etude statistique des dependances Moscou, Editions Mir, 1970.
- 6.- Bereș, Fl. - Considerații privind siguranța în alimentarea cu cărbune a CTE.Deva-Mintia - Producerea,transportul și distribuția energiei electrice și termice nr.7/71,Oficiul de documentare energetică,București, 1971.
- 7.- Bereș,Fl. - Contribuții la creșterea gradului de siguranță în funcționare a instalațiilor termomecanice de la CTE 6 x 210 MW Deva-Mintia- Sesiunea de comunicări tehnico-științifice a Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 27-29 oct.1979.
- 8.- Bereș,Fl. - Considerații privind prepararea prafului de cărbune în centralele termoelectrice din R.S.România, care folosesc combustibil hulla.Referat teză de doctorat,Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1977.
- 9.- Bereș,Fl. - Rezultatele încercărilor și ale exploatării instalațiilor de preparare a prafului de cărbune la centralele termoelectrice din R.S.România care ard hullă.Referat teză de doctorat,Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1980.

- 10.- Bereș, Fl. - Sistem nou de introducere a cărbunelui în moara cu ciocane - Brevet de invenție R.S.R. nr. 69270/1977.
- 11.- Chereș, G. și alții - Cercetări privind arderea lignitului în centralele electrice de mare putere, ICEMINERG, 1974.
- 12.- Carabogdan, I., Crăciuneanu, C., Croitoru, F.-Măcinabilitatea cărbunilor din R.P.R. Studii și cercetări de energetică, nr.1(1963), pag. 109-131.
- 13.- Carabogdan, I., Pănoiu N.- Bazele teoretice ale aprinderii și arderii combustibililor solizi, Ed.Acad.R.S.R, București 1969.
- 14.- Carabogdan, I.- Timpul de ardere a particulei de combustibil solid și influența factorului geometric.Studii și cercetări de energetică, 1965, nr.2, pag.397-412.
- 15.- Carabogdan, I.- Studiul vitezei de ardere a particulei de combustibil solid în cazul în care viteza relativă mediu-particulă este nulă. Studii și cercetări de energetică.
- 16.- Cernikov, V.P.- Îmbunătățirea construcției buncărelor și a alimentatoarelor de cărbune brut.Energhetik, URS., nr.5 mai 1971, pag. 26-27.
- 17.- Dinculescu, G., Moțoiu C. ș.a.- Centrale termoelectrice. Probleme, Editura tehnică, București, 1959
- 18.- Fikeev, T.A., și Kevelin, A.I.- Analiz energeticeskogo topliva, Gosenergoizdat, 1948.
- 19.- Gheorghiu, S. - Casane de abur.București, Ed.tehnică,1966.
- 20.- Grecov, D.,Iordache, I.- Arderea combustibililor gazoși. București, Ed.Academiei R.S.R. 1969.
- 21.- Greissler, T., Schuler, M.- Erfahrung im Bau und Betrieb von Braunkohlen fenerungen Mitteilungen der Vereinigung der Grosskesselbetrieber, Juni, 1971.

- 22.- Golubțov, V.A. și Elisarov, P.P.- Exploatarea instalațiilor de cazane din centralele electrice (traducere din limba rusă), Editura Energetică de Stat, București, 1952.
- 23.- Gerbis, P.- Teplovben i ghidromehanika disperanih skvoenih potokov. Energhia, Moskva, 1970.
- 24.- Jung, R.- Steinkohlenfeuerungen. Brennstoff- Wärme - Kraft (B.W.K.) 14 (1962) nr.4.
- 25.- Knorre, G.F.-Topocinfiie proțesi. Moskva- Leningrad, Gosenergoizdat, 1965.-
- 26.- Kovalev, A.L.-Kotelnie agregati, Gosenergoizdat, 1948.
- 27.- Knorre, G.F.- Ce este arderea ? (traducere din limba rusă) Editura Tehnică, 1957.
- 28.- Konakov, P.K.- Transmiterea de căldură în focarele cazanelor. Comunicările Acad. URSS, 1952.
- 29.- Lebedeev, A.N.- Podgotovka i raznad topliva na elektro - stanțilah, Energhia, Moskva, 1969.
- 30.- Leval, A.- Machinentechnische Einrichtungen der Warmekraftwerke, Leipzig, 1966.
- 31.- Ledinegg, H.-Dampfserzeugung -2. Anfloge, Springer Verlag, Wien, 1966.
- 32.- Lewis, B., Elbe, G.von - Combustion, Flame and Explosion of Gases, New York, Academic Press, Inc.1961.
- 33.- Lomeranțev, V.V., Segalova, S.L., Reiniik, V.A., Kușnarenko, V.U.- Samovoegeranie i verivi pili naturaluh topliv, Energhia, Leningrad 1978.
- 34.- Levit, G.T.- Ispitanie pileprigotovitelnih ustanovok, Moskva, Energhia, 1977.
- 35.- Lavlov, V.- Metod visialenia proțessa suški v sușilnoi șahte pered nabniței parogheneratora. Energeproiect, Sofia 1974.
- 36.- Likov, A.V.- Teoșia suški. Energhia, Moskva, 1968.
- 37.- Lenkewitz, H.- Probleme der Braunkohlen-feruzunger. Mitt. Ver.Grosskesselbes (1957) nr 51.

- 38.- Maksimov, V.M. - Kotehnie agregati bolşoi proizvoditelnosti. Maşhiz, Moskva, 1961.
- 39.- Ministerul Energiei Electrice - Normativ privind proiectarea instalaţiilor termomecanice ale termocentralelor. PE.224/82, ICEMENERG, Bucureşti, 1982.
- 40.- Pănoiu, N., Grecov, D., Ungureanu, C., Singer, G., Carabogdan, I.- Instalaţii de ardere, Editura tehnică, Bucureşti, 1968.
- 41.- Petruhiev P.M., Sergheev V.I., - O mekhanizm vsviva oblaca ngolnoi pili, Izvestia vişşik uchebnik savezenii, Gorzki Jurnal 1974, nr.10 p.62-66.
- 42.- Petruhin P.M., Neteplesev, - Preduprejdenie vsvivov pili v nyolnich i şlanţevih şachtah - Ed. Nedro 1974, Moskva.
- 43.- Pomerantev, V.V., - Osnovi praktičeskoj teorii gorenia, Leningrad, 1973.
- 44.- Popa, B. ş.a.- Procese şi instalaţii de ardere, vol. I, II. Cluj, Litografie I.P.C., 1972
- 45.- Popa, B. ş.a.- Arsătoare, Bucureşti, Ed. tehnică, 1962.
- 46.- Pănoiu, N. şi Pănoiu, I.- Dezvoltarea construcţiei şi calculului arşătoarelor pentru combustibili solizi inferiori. Energetica nr.5/1974, pag.187-195.
- 47.- Reidich, H., - Neue Planungskonzepte für kohlenfeuerungen. VGB.55, juli, 1975.
- 48.- Romadin, P.V.- Pileprigatovlenie, Gerenergoizdat, 1953.
- 49.- Rodatis G.F, E.I. Romm ş.a - Instalaţii de cazane (traducere din limba rusă), Bucureşti, Editura Energetică de Stat, 1955.
- 50.- Remény, K şi Vörös, L.- Bazele fenomenelor de uzură la instalaţiile de măcinat cărbune şi măsurile necesare pentru reducerea uzurii. VGB Mitteilungen, RFG, 52 nr.1, febr.1972, pag. 48-57.
- 51.- Schröder, K. - Centrale termoelectrice de putere mare, Ed. tehnică, Bucureşti, 1971.

- 52.-Stroch, V., - Cauzele exploziilor în circuitele de măcinare de la centralele electrice, Energetica, R.S.Cehoslovacă, 22, nr.3, martie 1972.
- 53.-Seegolev, M.M.,- Combustibili, focare și instalații de cazane (traducere din limba rusă), București, Editura tehnică, 1956.
- 54.-Schindler, K.- Verbessernig des Mahltrocknungsprozesses-Berico. Institut für Energetik, Leipzig 1967.
- 55.-Schoning, W.- Kohlenstaubmühlen .Brenstoff-Wärme -Kraft (BWK) 14 (1962) nr.4
- 56.-Tonchev, I., Ivanov, B., Iurnkov, I., Boshicov, V.-On the determination of the main parameters of fuel for the thermal power stations in the Peoples Republic Of Bulgaria- Seminar on the Technology of Utilization of Low-Calorific- Value Fuels- Varna, 20-26 april 1976.
- 57.-Ungureanu, C.- Generatoare de abur pentru instalații energetice, clasice și nucleare. Editura didactică și pedagogică, București, 1977.
- 58.-Ungureanu, C.- Instalații de cazane. Combustibili, ardere, focare. Lit. Institutul Politehnic Timișoara, 1971.
- 59.-Ungureanu, C.- Calculul termic al agregatului de cazan. Indrumător, Litografia I.P.C, 1966.
- 60.-Ungureanu, C.- Instalații de cazane. Generatoare de abur. Lit. Inst. Politehnic Timișoara 1975
- 61.-Ungureanu, C., - Theill, H și Oancea, V.-Calculul agregatului de cazan. Instit. Politehnic Timișoara, 1970.
- 62.-Ulbrich, H.- Schlägermühlen zur Kohlemahlung VDI- Forschungsheft 504-Düsseldorf RFG, 1964.
- 63.-Vlădea, I.- Manual de termotehnică, vol. II, București, E.D.P., 1963.
- 64.-Vlădea, I.- Instalații și utilaje termice, București, Ed. tehnică, 1966.
- 65.-Vlădea, I.-Tratat de termodinamică și transmiterea căldurii, București, Editura didactică și pedagogică, 1974.
- 66.-Werkmeister, H.- Kohlenstaubmühlen. Brenstoff-Wärme -Kraft (BWK) 13 (1961) nr.4

- 67.- x x x - Teplovoi rasciat kotehulh agregatov. Normativni metod, Energhia, Moskva, 1973.
- 68.- x x x - Spravochnik posoboe teploenerghetika electriceskih stanții, Belonca, Minsk, 1974.
- 69.- x x x - Manualul inginerului termotehnician, vol.1, Editura tehnică, București, 1961.
- 70.- x x x - Normi rasceta i proektirovania pileprigatovitehnh ustanovok, Gosenergoizdat, 1953.
- 71.- x x x - Direcțiile principale de dezvoltare a tehnicii de măcinare. Teploenerghetika, URSS, 18 nr. 7 iul 1971, pag. 28-31.
- 72.- x x x - Muri de cărbune de debit mare în Franța. La tehnique moderne nr 6/1968
- 73.- x x x - Jahrbuch der Dampferzeugungstechnik 3 Ausgabe 1976/77 - Vulkan, Verlag, Essen, 1976.



REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA
CONSILIUL NAȚIONAL PENTRU ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI

Certificat de Inventator

Nr. 69270

acordat autorului ing. FLOREA BERES din Deva, Republica
Socialistă România

pentru invenția cu titlul " Sistem de introducerea cîmbu-
nelui brut în moara cu ciocane "

conform descrierii și desenelor alăturate, formînd obiectul cererii
de brevet de invenție nr. 81435 din 18.02.1975, ora 10³⁰
cu prioritate de la 18.02.1975

pentru care s-a acordat titularului INTREPRINDEREA
ELECTROCENTRALE din Deva, Republica Socialistă Română

brevetul de invenție nr. 69270 din 30.12.1977

Prin acordarea certificatului de inventator se recunoaște
inventatorului calitatea de autor al invenției cu toate drepturile
ce decurg din această calitate, în baza legii nr. 62/1974.

DIRECTOR

Valorile medii și limite lunare, trimestriale și anuale ale principalelor caracteristici energetice pentru mixtele 0-80 mm de Lupeni ce au alimentat CTE. Mintia în perioada 1980+1981.

Tabelul 5.1.

Perioada	W _t , %	W _t , %	anh %	Q ₁ , kcal/kg								
1. Trim. I. 1980	9,54	11,26	7,82	0,86	61,25	65,95	56,55	2,35	2271	2639	1903	184
2. Trim. II. 1980	9,39	10,93	7,85	0,77	61,03	64,77	57,29	1,87	2226	2508	1944	141
3. Trim. III. 1980	9,41	11,35	7,47	0,97	60,12	64,58	55,66	2,23	2298	2644	1952	173
4. Trim. IV. 1980	9,24	10,27	7,27	0,73	61,55	66,35	56,75	2,40	2200	2544	1856	172
5. Anual: 1980	9,39	11,07	7,71	0,84	60,99	66,73	55,25	2,87	2249	2595	1903	173
6. Trim. I. 1981	10,12	11,58	8,66	0,73	61,56	66,18	56,94	2,31	2157	2503	1811	173
7. Trim. II. 1981	9,83	11,55	8,11	0,86	61,73	66,47	56,99	2,37	2163	2513	1813	175
8. Trim. III. 1981	9,41	11,23	7,59	0,91	56,33	62,11	50,55	2,89	2583	2997	2169	212
9. Trim. IV. 1981	10,30	12,32	7,98	1,01	55,83	61,15	50,51	2,66	2591	2967	2215	188
10. Anual 1981	9,91	11,81	8,01	0,95	58,86	66,46	51,26	3,80	2374	2942	1806	284
11. Global: 1980+	9,65	11,53	7,77	0,94	59,86	67,54	52,18	3,84	2311	2797	1825	243

Valorile medii și limită trimestriale ale caracteristicilor energetice
 pentru altele de Valea Jiului 0-80 mm care au alimentat CTE, Deva în
 anii 1980 - 1981

Tabelul 5.2.

Preparația Perioada	Q ₁ kcal/kg	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉	Q ₁₀	Q ₁₁	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	Q ₁₆
1.-Lupeni 1980																
Trim.I.	2272	1.4	2640	1904	61,25	2,35	65,95	56,55	55,42	2,44	60,30	50,54	9,54	0,86	11,26	7,1
Trim.II.	2226	141	2508	1944	61,03	1,87	64,77	57,29	55,30	1,83	59,04	51,54	9,39	0,77	10,93	7,1
Trim.III	2298	173	2644	1952	60,12	2,23	64,58	55,66	54,47	2,20	58,87	50,07	9,41	0,96	11,33	7,4
Trim.IV.	2291	172	2545	1857	61,55	2,40	66,35	56,75	55,87	2,38	60,47	51,27	9,24	0,73	10,78	7,7
Lupeni 1981																
Trim.I.	2157	173	2503	1811	61,56	2,31	66,18	56,94	55,33	2,24	59,81	50,85	10,12	0,73	11,58	8,6
Trim.II.	2163	175	2513	1813	61,73	2,37	66,47	56,99	55,66	2,30	64,80	51,06	9,83	0,86	11,55	8,11
Trim.III.	2583	212	3007	2159	56,33	2,89	62,11	50,55	51,03	2,83	56,69	45,37	9,41	0,91	11,23	7,59
Trim.IV.	2591	188	2967	2215	55,83	2,66	61,15	52,51	52,08	2,67	55,42	44,74	10,32	1,2	12,32	8,28
2.-Petriș 1980																
Trim.I.	3150	198	3546	2754	45,96	2,92	51,80	40,12	39,69	2,73	45,15	34,23	13,66	1,18	16,02	11,3
Trim.II.	3090	256	3602	2578	46,99	3,74	54,47	39,51	40,73	3,48	47,69	33,77	13,62	1,21	16,04	11,2
Trim.III.	3196	227	3650	2742	45,36	3,24	51,62	38,88	39,28	3,86	47,00	31,56	14,09	1,14	16,37	11,8
Trim.IV.	3140	284	3728	2522	45,98	3,64	53,26	38,70	32,70	3,42	46,52	32,92	13,68	1,20	16,98	11,2
Petriș 1981																
Trim.I.	2903	299	3501	2315	49,40	4,51	58,42	40,38	42,72	4,25	51,22	34,22	13,59	1,16	15,91	11,2
Trim.II.	2875	256	3387	2363	50,32	3,34	57,00	43,64	43,81	3,09	49,99	37,63	12,96	0,91	14,78	11,1
Trim.III	3161	300	3761	2561	45,98	4,33	54,64	37,32	39,86	3,93	47,72	32,00	13,34	1,10	15,54	11,1
Trim.IV.	3252	248	3748	2756	44,28	3,58	51,44	37,12	38,11	3,25	44,61	31,61	13,93	1,30	16,53	11,2

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17

Corolesti 1981

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----|------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| Trim.I. | 2612 | 216 | 3044 | 2180 | 54,86 | 3,20 | 61,26 | 48,46 | 48,07 | 3,18 | 55,06 | 42,34 | 12,41 | 1,24 | 14,89 | 9,9 |
| Trim.II. | 2645 | 220 | 3085 | 2205 | 54,78 | 5,87 | 66,52 | 43,04 | 47,89 | 5,31 | 58,51 | 37,27 | 12,59 | 1,85 | 16,29 | 8,8 |
| Trim.III. | 3185 | 258 | 3701 | 2669 | 47,02 | 3,58 | 54,18 | 39,86 | 41,28 | 3,34 | 47,96 | 34,64 | 12,31 | 1,22 | 14,75 | 9,8 |
| Trim.IV. | 3237 | 319 | 3875 | 2599 | 45,73 | 4,22 | 54,17 | 37,29 | 39,63 | 3,70 | 47,03 | 32,23 | 13,35 | 1,81 | 16,97 | 9,7 |

Valoarea medie și limită superioară și inferioară caracteristicilor energice pentru sistemele de Valori Jindal 0-60 mm care au alimentat Uzinele în anul 1980 și 1981.

Tabela 5.30

| Tipul
caracteristicilor | 1980 | 1981 | 1980+ | 1981 | 1980+ | 1981 | 1980+ | 1981 | 1980+ | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--|
| 1700 | 2209 | 175 | 2595 | 1303 | 60,39 | 2,29 | 65,57 | 50,41 | 5,27 | 2,21 | 59,69 | 50,85 | 7,39 | 0,80 | 11,07 | 7,01 | |
| 1981 | 2374 | 204 | 2942 | 1306 | 50,86 | 3,80 | 66,46 | 51,26 | 53,03 | 3,55 | 60,13 | 46,02 | 9,91 | 0,95 | 11,21 | 8,41 | |
| 1980+ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1981 | 2311 | 203 | 2797 | 1125 | 59,85 | 3,83 | 67,51 | 52,19 | 54,00 | 3,61 | 61,30 | 46,85 | 9,64 | 0,93 | 11,50 | 7,01 | |
| 2000 | 2957 | 203 | 3923 | 2378 | 49,55 | 4,26 | 58,07 | 41,03 | 44,94 | 4,09 | 51,12 | 34,76 | 15,40 | 1,50 | 16,40 | 10,41 | |
| 1981 | 2921 | 308 | 3697 | 2145 | 50,58 | 6,06 | 62,70 | 38,46 | 44,21 | 5,49 | 55,29 | 35,23 | 12,64 | 1,45 | 15,54 | 9,41 | |
| 1980+ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1981 | 2399 | 340 | 3619 | 2479 | 50,06 | 5,26 | 60,58 | 39,54 | 43,57 | 4,88 | 53,33 | 35,81 | 13,03 | 1,52 | 16,27 | 9,41 | |
| 1980 | 3146 | 247 | 3640 | 2,52 | 49,98 | 3,64 | 53,28 | 38,70 | 39,70 | 3,40 | 46,50 | 34,30 | 13,68 | 1,20 | 16,08 | 11,41 | |
| 1981 | 3040 | 320 | 3600 | 2400 | 47,50 | 4,67 | 56,84 | 34,15 | 41,13 | 4,20 | 47,73 | 32,53 | 13,46 | 1,18 | 15,82 | 11,41 | |
| 1980+ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1981 | 3090 | 287 | 3676 | 2520 | 46,72 | 4,24 | 55,20 | 36,24 | 40,40 | 3,93 | 48,26 | 34,54 | 13,97 | 1,20 | 15,37 | 11,41 | |

DATE DE PROIECT PRIVIND PRINCIPALELE
 CARACTERISTICI ENERGETICE SI COMPOZITIA ELEMENTARA A
 SORTURILOR DE MIXTE DE VALEA JIULUI 0-80 mm CARE
 ALIMENTEAZA CTE.DEVA

Tabelul 5.4.

| Caracteristica | Simbol | U.M. | Valoare | Sort mixte | | |
|------------------------------|-------------|---------|---------|-------------------|--------------------|----------------------|
| | | | | Lupeni
0-80 mm | Petriia
0-80 mm | Coroiești
0-80 mm |
| Umiditate | W_g | % | mediu | 10,0 | 18,0 | 10,0 |
| | | | minim | 8,0 | 14,0 | 8,0 |
| | | | maxim | 12,0 | 18,0 | 12,0 |
| Cenușă | A^i | % | mediu | 38,7 | 37,0 | 38,7 |
| | | | minim | 37,4 | 34,4 | 37,7 |
| | | | maxim | 43,1 | 41,8 | 43,1 |
| Putere calorică inferioară | Q_i | kcal/kg | mediu | 3740 | 3190 | 3530 |
| | | | minim | 3200 | 2740 | 3070 |
| | | | maxim | 3970 | 3550 | 3780 |
| Materii volatile | V_{90} | % | mediu | 48,0 | 49,0 | 48,6 |
| | | | minim | 47,9 | 48,2 | 48,0 |
| | | | maxim | 50,2 | 51,1 | 50,2 |
| Conținut de carbon | C^i | % | mediu | 40,0 | 34,8 | 38,0 |
| | | | minim | 343,6 | 29,3 | 33,0 |
| | | | maxim | 42,4 | 38,4 | 42,5 |
| Conținut de hidrogen | H^i | % | mediu | 2,8 | 2,6 | 2,8 |
| | | | minim | 2,5 | 2,3 | 2,6 |
| | | | maxim | 3,0 | 2,9 | 3,2 |
| Conținut de sulf combustibil | S_g | % | mediu | 2,8 | 1,6 | 1,7 |
| | | | minim | 2,8 | 1,5 | 1,6 |
| | | | maxim | 2,8 | 1,8 | 1,8 |
| Conținut de oxigen | $O^i + W^i$ | % | mediu | 5,7 | 8,0 | 8,8 |
| | | | minim | 5,0 | 7,1 | 7,7 |
| | | | maxim | 6,1 | 8,5 | 10,8 |

SEMNICIFICATIA PRESCURTARILOR
DIN GRAFICILE
Fig. 5.1.a, b și c.

- AMED** - reprezintă conținutul de cenușă mediu la anhidru, A_m^{anh} %.
- SIGMAA** - abaterea medie pătratică pentru simularea valorii cenușilor, %
- WMED** - conținutul total de umiditate raportat la masa inițială (mediu)
 W_t^i %.
- SIGMAW** - abaterea medie pătratică pentru simularea valorii umidităților %.
- QMIN** - valoarea minimă a puterii calorifice pentru care s-au trasat curbele
 $Q_i = \text{const.}$
- R** - Coeficient de corelație.
- QCOMBMED** - puterea calorifică a masei combustibile
- (valoarea medie)
 Q_1^{Comb} kcal/kg.

AMEU = 59.933 SIGMA = 3.327 WMEU = 9.668
 fMIN = 1500.0 K = -0.230741 JCOMBMEU = 653.477 SIGMAW = 1.009

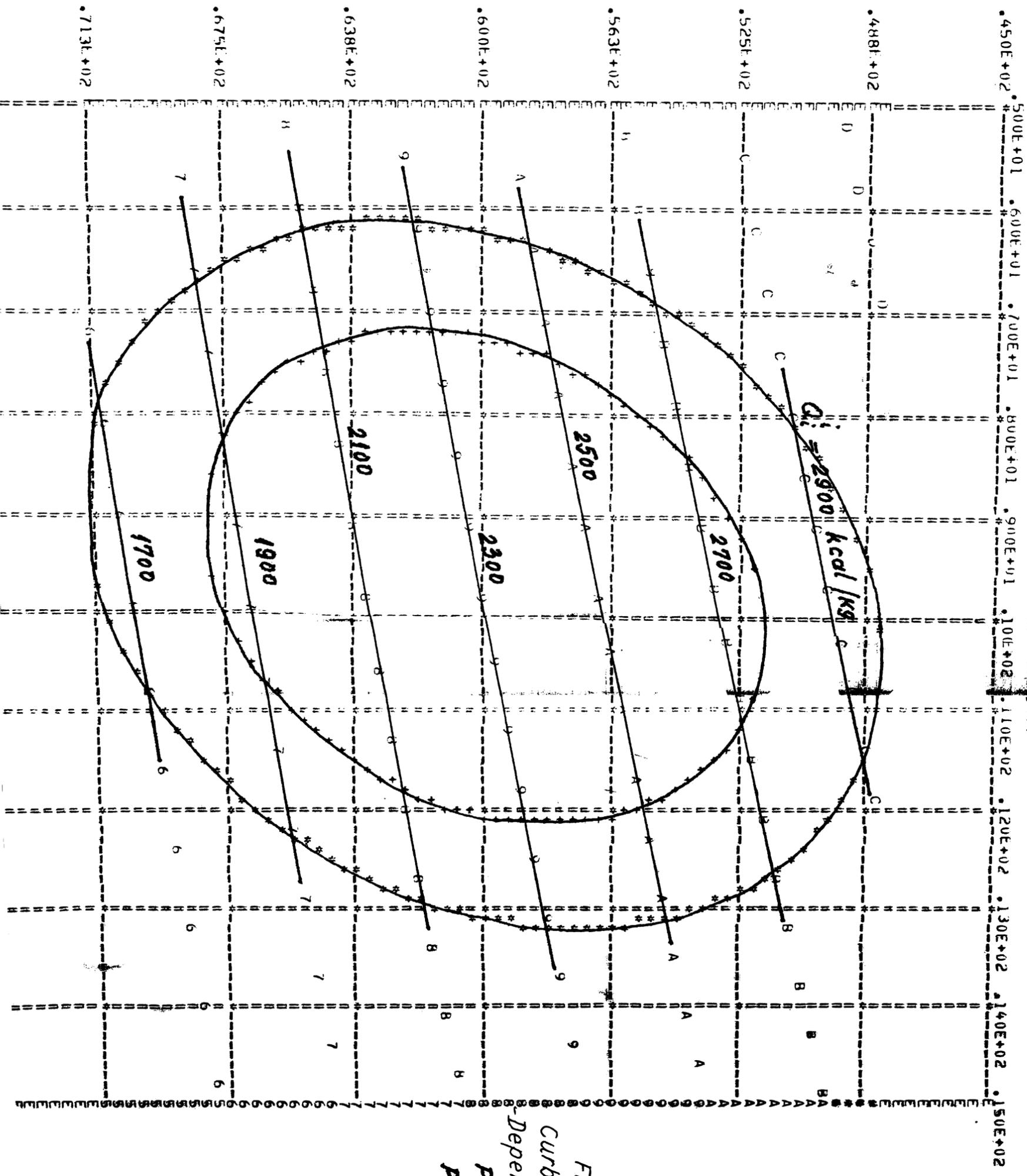


Fig. 5.1. a.
 Curbele $Q_i' = \text{const.}$
 Dependente W_i' și A_{am}
 $P = 99,73\%$
 $P = 95,45\%$

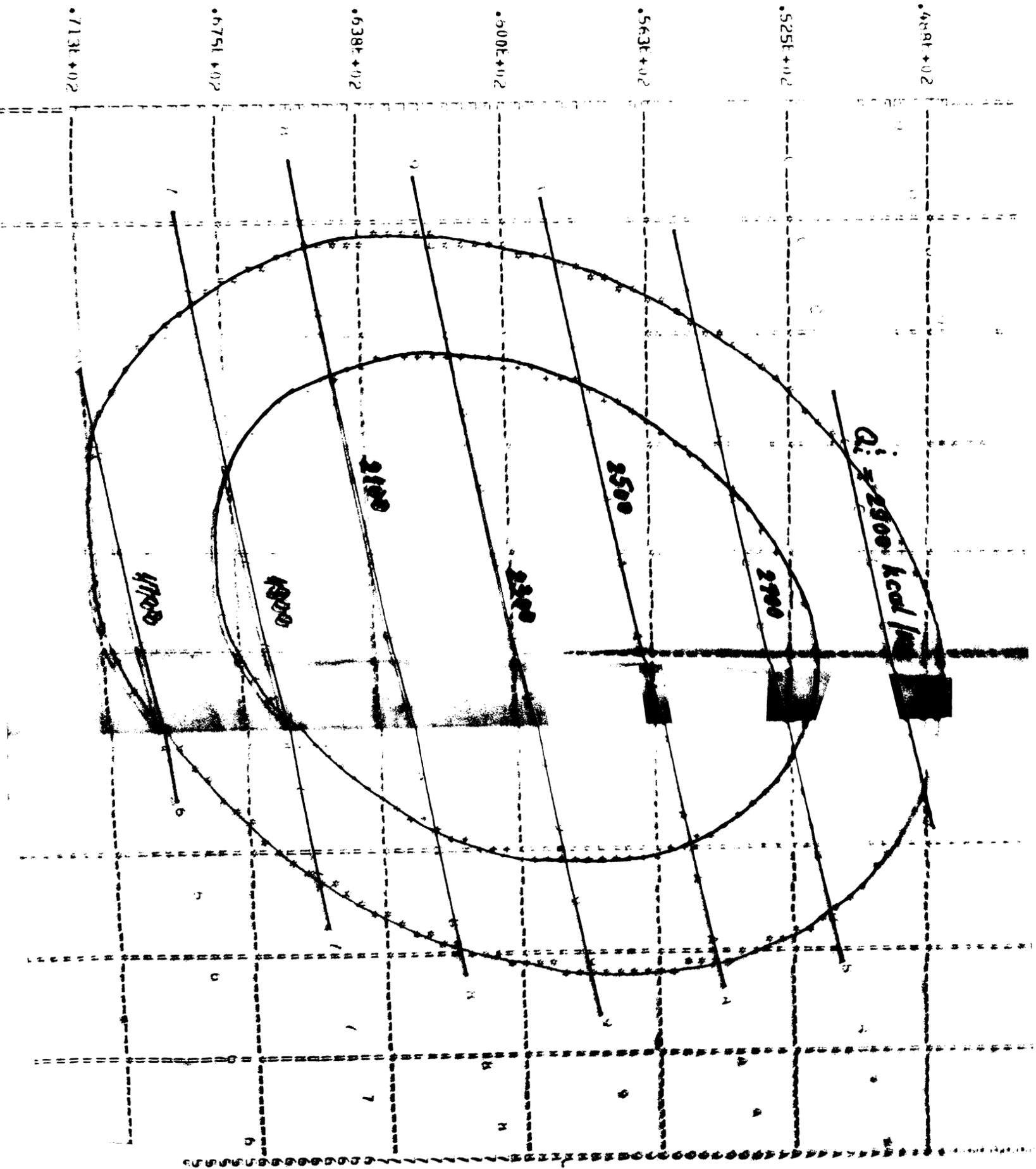


Fig. 5.1. a.
 Curbele $Q_1 = \text{const}$
 Dependente W_1' și A_{am}
 $P = 99,73\%$
 $P = 95,45\%$

$\eta = 0.85$
 $\eta_{max} = 0.85$
 $\eta_{min} = 0.75$
 $\eta_{avg} = 1.295$

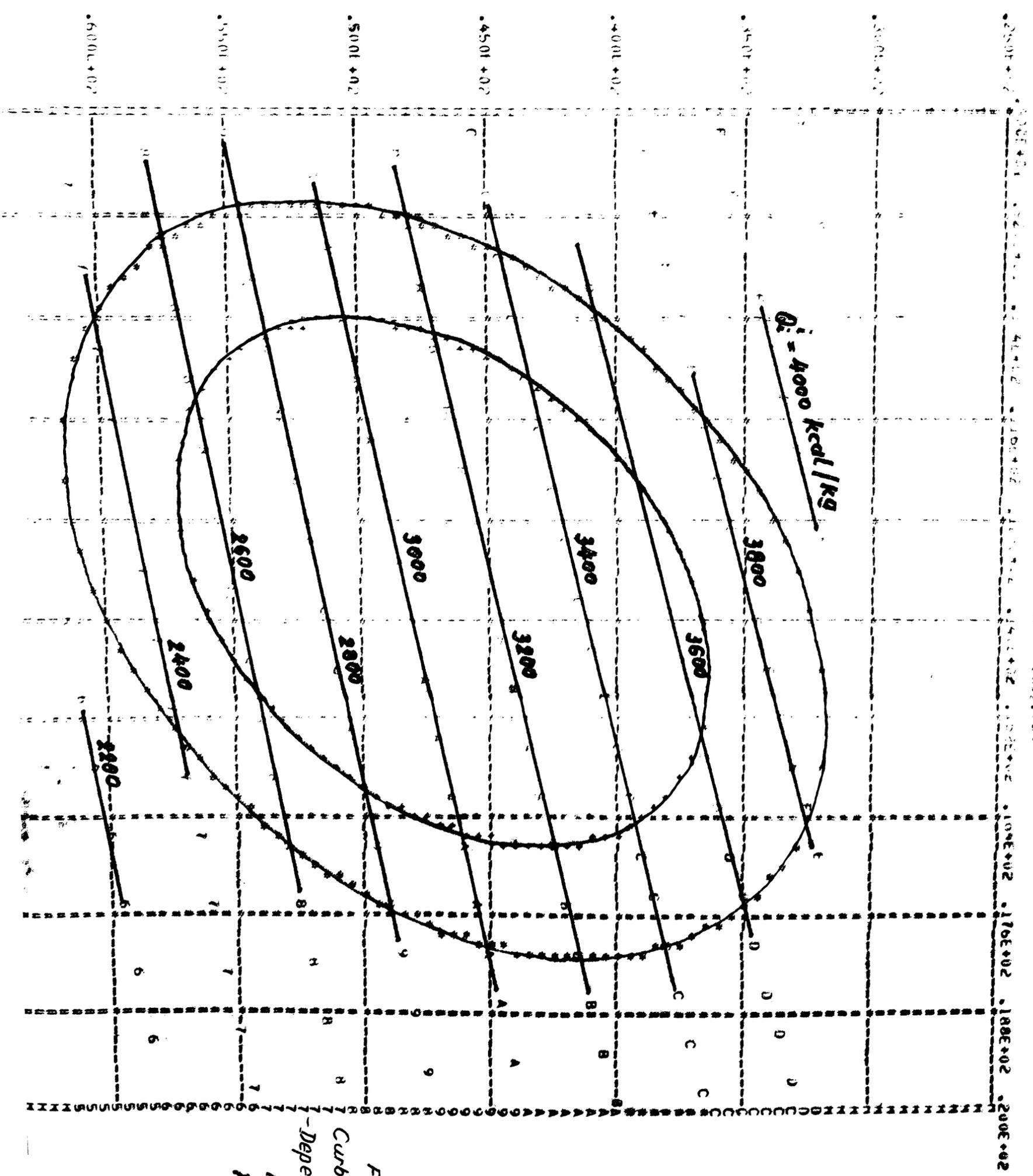


Fig. 5.1.c.
 Curbele $Q_i = const.$
 -Dependentia W_i si A_{unhr}
 $P = 99,73\%$
 $P = 95,45\%$

ANEXA 4

TABELUL NR. 5.5

C A R A C T E R I S T I C I L E

cărbunelui care definesc banda de calitate (P = 95,45 %)

| | Preparata Jupună | | Preparata Petrol | | Preparata Colest | |
|------------------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | A anh % | W1 % | A anh % | W1 % | A anh % | W1 % |
| 1.-Valoarea medie a | | | | | | |
| Abatoriei | 9,7 | 231,9 | 13,6 | 3898,1 | 13,0 | 2941,3 |
| 2.-Abatoarea medie per | | | | | | |
| tagătură | 1,09 | 243,2 | 1,29 | 289,9 | 1,53 | 354,7 |
| 3.-Punctul 1 | 10,2 | 2756,7 | 14,7 | 3660,9 | 14,2 | 3596,0 |
| 4.-Punctul 2 | 12,1 | 2329,4 | 16,7 | 3170,2 | 16,8 | 3019,0 |
| 5.-Punctul 3 | 9,6 | 1839,5 | 13,0 | 2503,2 | 12,4 | 2238,9 |
| 6.-Punctul 4 | 9,1 | 1841,1 | 12,5 | 2509,0 | 11,8 | 2252,3 |
| 7.-Punctul 5 | 7,2 | 2268,2 | 10,4 | 3028,7 | 9,2 | 2852,4 |
| 8.-Punctul 6 | 9,5 | 2771,0 | 14,1 | 3673,1 | 13,3 | 3622,0 |
| 9.-Punctul 7 | 9,7 | 2309,0 | 13,6 | 3095,9 | 13,0 | 2937,1 |

C a r a c t e r i s t i c i l e

oărbunelui care definese banda de calitate (P= 99,73 %)

| Nr. D o n a n 1 r o a | Preparata Lupeni | | Preparata Rebria | | Preparatia Corogostii | | | | |
|-----------------------------|------------------|----------|------------------|----------|-----------------------|----------|------|------|--------|
| | W, % | A anu, % | W, % | A anu, % | W, % | A anu, % | | | |
| 1. Valoarea medie a sirului | 9,7 | 59,9 | 2311,0 | 13,6 | 46,7 | 3098,1 | 13,0 | 50,0 | 2941,3 |
| 2. Abatere medie pătratică | 1,00 | 3,33 | 243,7 | 1,29 | 4,26 | 289,0 | 1,53 | 4,88 | 354,7 |
| 3. Punctul 1 | 10,5 | 48,2 | 2967,8 | 15,2 | 31,9 | 3893,4 | 14,8 | 33,0 | 3867,8 |
| 4. Punctul 2 | 13,2 | 57,4 | 2338,2 | 18,1 | 41,6 | 3191,6 | 18,3 | 44,4 | 3038,7 |
| 5. Punctul 3 | 9,7 | 71,3 | 1636,1 | 13,4 | 60,9 | 2255,9 | 12,3 | 66,6 | 1956,5 |
| 6. Punctul 4 | 8,9 | 71,5 | 1644,0 | 12,0 | 61,6 | 2259,6 | 11,6 | 66,9 | 1959,5 |
| 7. Punctul 5 | 6,1 | 62,6 | 2259,3 | 10,4 | 51,6 | 2929,8 | 7,7 | 55,9 | 2775,1 |
| 8. Punctul 6 | 9,7 | 48,5 | 2982,0 | 13,4 | 32,5 | 3952,9 | 13,4 | 33,4 | 3917,2 |
| 9. Punctul 7 | 9,7 | 59,9 | 2309,0 | 13,6 | 46,7 | 3095,9 | 13,0 | 50,0 | 2937,9 |