

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI  
INSTITUTUL POLITEHNIC „TRAIAN VUIA” TIMISOARA

Ing. Siohitu Dumitru

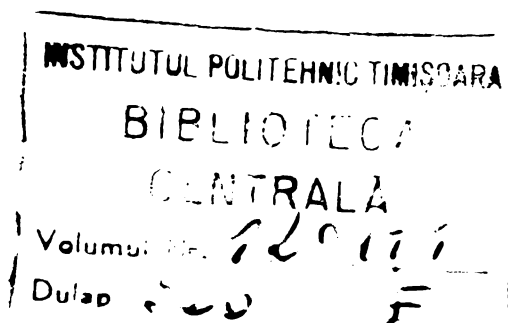
CONTRIBUTII LA STUDIUL FIABILITATII SI MENTENABILITATII  
PIESELOR SI SUBANSAMBLELOR DIN COMPONENTA INSTALATIILOR  
SIDERURGICE

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

CONDUCATOR STIINTIFIC  
Prof.emerit dr.ing.GHEORGHE SAVII

1981



## C U P R I N S

Capitolul I	1.1.	Introducere .....	1
	1.2.	Oportunitatea investigării fiabilității și mentenabilității pieselor și subansamblelor cu fiabilitate redusă.....	4
	1.3.	Obiectivele cercetării privind elaborarea lucrării.....	6
Capitolul II	2.1.	Unele considerații generale.....	9
	2.2.	Probleme actuale ale funcției de fiabilitate a produselor.....	11
	2.3.	Obiectul și importanța fiabilității.....	13
	2.4.	Necesitatea stabilirii duratei de serviciu a instalațiilor și utilajelor.....	17
	2.5.	Teoria uzurii și siguranța în funcționare în analiza proceselor de întreținere și înlocuirea instalațiilor și utilajelor.....	21
	2.6.	Factorii care influențează intensitatea uzurii pieselor.....	25
	2.7.	Clasificarea uzurilor.....	27
	2.8.	Reprezentarea grafică a uzurilor.....	28
	2.9.	Evidența și urmărirea uzurilor.....	29
	2.10.	Tipuri de distribuții.....	31
	2.11.	Indisponibilitatea și mentenabilitatea utilajelor în exploatare.....	35
	2.12.	Modul asigurării siguranței și mentenanței în funcționare a instalațiilor.....	37
	2.13.	Analiza și clasificarea defecțiunilor.....	42
	2.14.	Clasificarea defecțiunilor.....	44
Capitolul III	3.1.	Orientări privind organizarea lucrărilor de reparații.....	45
	3.2.	Generalități privind normativul tehnic de întreținere și reparații.....	47
	3.3.	Influența reparațiilor asupra fiabilității instalațiilor în funcționare.....	49
Capitolul IV	4.1.	Schema constructivă a aparatului de încărcare a furnelului.....	52
	4.2.	Principalele defecțiuni ale aparatului de încărcare și modul de remediere.....	55
	4.3.	Specificarea genului de lucrări pe tipuri de reparații efectuate la aparatul de încărcare al furnelului de 700 mc.....	56
	4.4.	Determinarea numărului de reparații pe ciclu conform normativului.....	56
	4.5.	Modul de investigare a fiabilității aparatului de încărcare în condiții de exploatare.....	58

	4.6. Cercetări privind comportarea în exploatare a aparatului de încărcare de la furnalul Nr.1 și 2.....	63
Capitolul V	5.1. Estimarea analitică a duratei de serviciu a pieselor și subsansamblelor.....	80
	5.2. Stabilirea funcției de fiabilitate pentru aparatul de încărcare .....	80
	5.3. Prelucrarea datelor statistice.....	81
	5.4. Concluzii.....	88
Capitolul VI	6.1. Construcția și modul de funcționare a mașinilor de șarjare.....	91
	6.2. Uzura și siguranța în exploatare a mașinilor de șarjare.....	95
	6.3. Aspecte privind activitatea de întreținere a mașinilor.....	99
	6.4. Principalele tipuri de defecțiuni care apar în timpul exploatării mașinilor de șarjare.....	102
	6.5. Stabilirea pe bază statistică a fiabilității mașinilor de șarjare.....	105
	6.6. Concluzii.....	118
Capitolul VII	7.1. Necesitatea realizării unui sistem în conducerea activităților de întreținere și reparații.....	134
	7.2. Considerații privind aplicarea lucrărilor de întreținere (mentenanță) a instalațiilor și utilajelor.....	140
	7.3. Modul privind implementarea proiectării sistemului de întreținere preventivă.....	141
Capitolul VIII	8.1. Importanța folosirii calculatorului electronic privind activitatea de mentenanță a instalațiilor și utilajelor siderurgice	145
	8.2. Aspecte privind activitatea viitoare a sectorului de întreținere și reparații	151
	8.3. Model privind determinarea siguranței în funcționare cu ajutorul calculatorului a instalațiilor și utilajelor.....	151
	8.4. Descriere program planar.....	160
Capitolul IX	9.1. Eficiența economică.....	163
	9.2. Aparatul de încărcare.....	164
	9.3. Mașinile de șarjare.....	169
	Concluzii generale și contribuții.....	171
	Anexa I.a .....	177
	Anexa I.b .....	180
	Anexa I.c .....	182
	Anexa I.d .....	184

## CAPITOLUL I

### 1.1. Introducere

Dinamismul transformărilor din societatea contemporană generate de revoluția tehnico-științifică, a condus la o creștere considerabilă a funcției calității produselor; omenirea ajungând într-un stadiu când calitatea exercită o puternică influență asupra condițiilor de viață al maselor.

- Fiabilitatea parametrul principal al calității oricărui produs ca precizie, stabilitate precum și calitatea proceselor transitorii, constă în aprecierea cantitativă a comportării în funcționare.

Necesitatea creșterii calității produselor utilizând cele mai moderne metode și mijloace a fost subliniată cu deosebită pregnanță de tovarășul Nicolae Ceaușescu în Raportul Comitetului Central la cel de al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român: /1/

Datorită politicii consecvente de ridicare a nivelului calității produselor și a creșterii competitivității pe plan internațional, în țara noastră s-a<sup>?</sup> luat o serie de măsuri pe linia transpunerii în viață a directivelor Congresului al X-lea al Partidului Comunist Român prin care s-a formulat, ca unul din obiectivele principale să-l constituie ridicarea calității produselor românești.

Printre aceste măsuri se încadrează în mod organic și decretul 304/1971 privind siguranța în funcționare a mașinilor, utilajelor, instalațiilor cazanelor, aparaturii de măsură, control din unitățile economice de stat.

Programele ample de dezvoltare a economiei românești în actualul cincinal și în anii următori pun pe prim plan necesitatea utilizării depline a tuturor capacităților de producție prin creșterea continuă a indicilor de exploatare intensivă și extensivă a mașinilor și utilajelor din dotare.

În centrul activității ministerelor, a celorlalte organe centrale a unităților economice, a tuturor oamenilor muncii, a întregului nostru partid și popor va trebui să stea ridicarea continuă a nivelului tehnic și a calității produselor. / 2 /

Referitor la importanța activității de întreținere - reparații a utilajelor și mașinilor tovarășul Nicolae Ceaușescu sublinia: „O altă problemă importantă în industria noastră este buna întreținere a utilajelor și mașinilor. Am dotat economia cu instalații de înaltă tehnicitate; am introdus mașini moderne de înalt randament

în toate ramurile de activitate. Există însă lipsuri în întreținerea și îngrijirea lor”.

Datorită mării diversități de instalații și mașini apar greutăți în asigurarea cu piese de schimb. Sînt cazuri cînd nu se respectă perioadele de reparații, pentru ca, după aceea să apară căderi în producție cu consecințe negative asupra întregii activități economice.

Sînt necesare măsuri foarte energice pentru a așeza activitatea de reparații și întreținere a utilajelor și mașinilor pe o bază organizată.

În contestul acestor probleme deosebit de importante pentru economia națională, prezenta teză de doctorat aduce unele contribuții privind modul de stabilire pe cale științifică a unor probleme economice și statistice pe care le ridică asigurarea fiabilității industriale acțiune principală în îmbunătățirea calității produselor.

Sînt prezentate metode de calcul statistic al parametrilor de bază și fiabilității ca: Observarea și înregistrarea timpilor de funcționare, determinarea curbelor experimentale și teoretice de supraviețuire, calculul timpului mediu de funcționare, determinarea probabilității de funcționare fără căderi și determinarea intensității căderilor, ansamblelor din componența instalațiilor și utilajelor.

La actualul nivel de dezvoltare a producției industriale, de dotare a întreprinderilor siderurgice cu mașini și instalații de mare complexitate, activitatea de întreținere și reparații nu mai poate fi realizată cu mijloace tradiționale. /4/ Este necesar ca mijloacele moderne <sup>să fie</sup> utilizate cu rezultate bune în organizarea și conducerea producției de bază să-și găsească un câmp larg de aplicare și în acest domeniu de activitate.

Obiectivele principale pe care trebuie să le realizăm prin cunoașterea fiabilității și efectuarea mentenanței instalațiilor și utilajelor constau în: /22/

1. Studiarea continuă (evidență) privind comportarea în funcționare în direcția determinării durabilității și siguranței în funcționare.

2. Reducerea la minimum a cheltuielilor provocate de întreruperi prin avarii, stagnări pentru revizii și reparații neprogramate, etc.

3. Optimizarea cheltuielilor de exploatare prin adoptarea unor programe adecvate de revizii și reparații.

Realizarea acestor obiective necesită un studiu

temeinic multilateral al activității (organizare, tehnologie, cheltuieli, etc.) și elaborarea unor măsuri care să permită aplicarea metodelor moderne, tot mai larg cunoscute, la particularitățile specifice, fiecărei întreprinderi, problema prezintă aspecte specifice ceea ce impune efectuarea unor studii fundamentate tehnic și economic industriei siderurgice.

Stabilirea siguranței, în funcționare precum și stabilirea programului optim de reparații constituie o problemă complexă de cercetare operațională în vederea determinării pentru fiecare caz în parte a echilibrului necesar între frecvența intervențiilor, consumul de piese și durata de nefuncționare a instalațiilor.

Un asemenea program necesită un volum mare de calcule, care nu pot fi efectuate într-un timp satisfăcător nevoilor practice folosind mijloace tradiționale.

Plecând de la aceste premise pentru perfecționarea activității de stabilire a siguranței în funcționare, un mijloc eficient este acela al folosirii în activitatea de întreținere și reparație a calculatoarelor electronice. / 23; 24; 41 /

Calculatoarele electronice pot fi folosite pentru determinarea pieselor de rezervă asigurarea stocurilor de piese de schimb, piese de siguranță și urmărirea lucrărilor de reparație, precum și la modelarea matematică privind studiul uzurii și a momentului optim de înlocuire al utilajelor.

Folosirea a tot ce este mai nou în acest important sector de activitate, inclusiv calculatorul electronic va conduce la îndeplinirea sarcinilor de plan la creșterea eficienței economice a întregii activități desfășurată de combinat.

Combinatul Siderurgic Reșița în cincinalul 1976-1980 s-a dezvoltat prin construirea unui Bluming și se dezvoltă foarte mult prin construirea unei platforme industriale și prin modernizarea utilajelor de pe vechea platformă, rezultă că pe linia creșterii asigurării fiabilității și mentenabilității utilajelor și instalațiilor apar sarcini deosebite în concordanță cu această dezvoltare.

Având în vedere obiectivele industriale construite și date în exploatare în ultimii ani, dimensionate în majoritatea cazurilor pentru a realiza nivele înalte de producție pe seama utilizării unor mașini și instalații cu nivel ridicat de mecanizare și automatizare, acestea vor asigura o integrare deplină a proceselor tehnologice.

În contextul dezvoltării combinatului prin intrarea în exploatare de noi obiective în cincinalul 1981-1985 se impune studierea posibilităților de perfecționare a activității de întreținere

și reparații care să asigure cu cheltuieli minime o funcționare cât mai îndelungată a utilajelor.

Pe linia celor menționate, lucrarea prezintă în principal modul concret privind evoluția stării de uzură a pieselor și subansamblelor din componența instalațiilor și utilajelor siderurgice, cu scopul stabilirii siguranței în funcționare, prezentând piesele cu fiabilitate scăzută, precum și căile de mărire a duratei de viață și posibilitățile ridicării durabilității în timpul exploatării.

Produsele de bază a CSR este fonta și oțelul, fonta produsă de cele două furnale de câte 700 m.c., iar oțelul în cuptoare Siemens Martin deservite de patru mașini de șarjare.

Având în vedere importanța deosebită ce o prezintă fondurile fixe care participă la elaborarea produselor de bază amintite, cercetarea s-a axat în principal pe piesele și subansamblele din componența aparatelor de încărcare de la cele două furnale și mașinile de șarjare în număr de patru care ajută la încărcarea cuptoarelor Siemens Martin.

Dat fiind importanța economică a problemei studiate, conducerea Centralei Industriale Siderurgice Reșița și conducerea combinatului a creat autorului toate condițiile privind investigarea stabilirii cauzelor și măsurilor ce urmează a fi luate în viitor în vederea măririi siguranței în exploatare a instalațiilor și utilajelor din dotare.

## 1.2. OPORTUNITATEA INVESTIGĂRII FIABILITĂȚII ȘI MENTENABILITĂȚII PIESELOR ȘI SUBANSAMBLELOR CU FIABILITATE REDUSĂ.

Corectitudinea siguranței în funcționarea reiese din rezultatele controlului asupra stării utilajelor, natura și durata opririlor accidentale precum și din costul întreținerii acestora. Când calitatea utilajelor este scăzută și se înregistrează un număr mare de opriri accidentale, concomitent cu costuri ridicate de întreținere aceasta denotă o întreținere slabă, o supraveghere insuficientă, sau o calificare scăzută a personalului de deservire.

Problemele abordate în lucrare au la origine cunoașterea de către doctorand a sectoarelor de lucru furnale - oțelărie stăt în perioada dinaintea absolvirii facultății unde și-a desfășurat activitatea 4 ani de zile cât și după absolvirea facultății (1962) lucrând ca inginer în exploatare și în concepție la proiectare.

Contactul nemijlocit cu fenomenele analizate s-a bazat pe culegerea datelor statistice cât și studierea concretă a domeniului de întreținere și reparație a sectoarelor în cauză.

Punctul de plecare în analiza fiabilității și mentenabilității pieselor și subansamblelor instalațiilor siderurgice la constituit :

1. Deficiențele și gradul de organizare
2. Posibilitățile de localizare a defectiunilor
3. Identificarea deranjamentelor
4. Analiza defectiunilor cu stabilirea cauzelor care le generează.
5. Valoarea planului de reparații și de intervenții
6. Valoarea reparațiilor accidentale.

După cum este menționat în capitolul II al lucrării, cuantificarea fiabilității reprezintă factorul esențial deoarece în acest interval utilajele trebuie să îndeplinească fără întrerupere funcțiile de bază în condițiile date.

Stiut fiind faptul că oricât de sigur ar fi un produs apariția căderilor la un moment dat este inevitabilă, iar înlăturarea acestor căderi preventiv prin reparații planificate necesită un anumit timp care diferă de natura defectului de la utilaj la utilaj. /38 /

Așa cum arată literatura tehnică în domeniul siguranței în funcționare în prezent proiectanții de utilaje utilizează din ce în ce mai mult evaluările probabilistice ale siguranței pe baza datelor obținute din exploatare sau experimentare pe un număr corespunzător de piese și utilaje similare.

Aparatul matematic adecvat în acest caz este teoria probabilității și statistica matematică acest lucru arată că chiar în cazul utilajelor noi ce urmează să fie fabricate trebuie să se aștepte obținerea datelor din exploatare, deoarece însăși proiectanții de utilaje nu pot da decât unele indicații referitoare la durabilitatea din exploatare a pieselor și subansamblelor componente pe baza unor calcule sau pe baza experienței acumulate.

În baza celor arătate lucrarea scoate în evidență fiabilitatea și mentenabilitatea pieselor și subansamblelor din cadrul aparatelor de încălzire de la furnalele de 700 m<sup>3</sup> și mașinilor de șarjare din CSR.

Usînd de datele statistice culese din exploatare pe o perioadă de 4 ani și respectiv 8 ani au fost obținute o serie de date din care a rezultat :



- Stabilirea uzurilor pe tipuri și cauze și modul de înlăturarea lor.
- Durabilitatea în ani a pieselor în exploatare
- Determinarea limitei de siguranță  $P(t)$  a pieselor cu fiabilitate redusă.
- Numărul de tipuri de intervenții și reparații
- Frecvența ieșirii din funcțiune a pieselor
- Modul de organizare, planificare și desfășurare a lucrărilor de întreținere și reparații cu ajutorul calculatorului electronic.
- Perfecționarea actualului sistem informațional în vederea aplicării soluțiilor preconizate.

### 1.3 OBIECTIVELE CERCETĂRII PRIVIND ELABORAREA LUCRĂRII

//?

Prelungirea duratei de viață, menținerea parametrilor tehnico-economici și limitarea uzurii în timp a instalațiilor și utilajelor siderurgice constituie în prezent o problemă primordială pentru fiecare unitate economică care exploatează asemenea mijloace. În această direcție se arată că:

1. Una din problemele cardinale care trebuie soluționată în vederea organizării unei activități eficiente de întreținere și reparații a instalațiilor și utilajelor este dimensionarea pieselor și subansamblelor de schimb care datorită unor defectări accidentale obligă combinatul să-și asigure stocuri corespunzătoare.

2. Deoarece organizarea și conducerea oricărei activități nu poate fi concepută fără o analiză tehnico-economică corespunzătoare apare ca necesară analiza privind siguranța în exploatare a pieselor și subansamblelor.

Ea trebuie privită în direcția:

- analizării comportării instalațiilor și utilajelor
- analize costului întreținerii și reparații.
- corectitudinea întreținerii și eficienței.

3. Cunoscut fiind că în timpul exploatării utilajul își pierde din precizie - prin uzură numită uzură fizică ce apare destul de repede în cazul unei exploatări necorespunzătoare sau datorită unei fiabilități scăzute apar defecte cu caracter brusc, accidental sau progresiv.

4. În timpul cercetării și elaborării lucrării au fost constatate în unele cazuri:

- execuții de piese și ansambluri necorespunzătoare
- montare defectoasă sau
- exploatare nerațională

5. In direcția studiilor făcute pentru aparatele de încărcare de la furnalele de 700 mc și mașinile de șarjare de la OSM din C.S. Reșița s-a constatat că: Starea utilajelor și organizarea activității pe de o parte, forța de muncă și desfășurarea activităților pe de altă parte, sînt direct legate de starea de uzură, felul întreținerii, lubrefierii, exploatării, gestiunii pieselor de schimb și calitatea serviciilor prestate, completate cu aspecte privind:

- Nivelul de calificare al forței de muncă
- Fluctuația personalului și
- Conceptul înlocuirii pieselor și evaluarea cheltuielilor.

*care?* Acest aspect atestă că în prezent în cadrul C.S. R.-ului sînt preocupări în direcția menținerii siguranței în funcționare a instalațiilor și utilajelor remarcate stît prin aspecte pozitive cît și negative.

Ca aspecte pozitive apar:

- Organizarea generală a sistemului de întreținere și reparații
- Organizarea sistemului de evidență
- Măsuri de prevenire a defecțiunilor

dar ca aspecte negative sînt:

- Deficiențe cu caracter general în sistem legate de starea utilajelor și timpul de folosirea lor
- Costul reparațiilor accidentale și
- - Deficiențe de organizare

6. Față de problemele menționate se consideră necesară recomandarea remedierii unor deficiențe existente în sistem prin acțiuni cu caracter: tehnic, organizatoric, economic și de conducere.

a) Cele cu caracter tehnic privesc:

- proiectarea unui sistem de întreținere preventivă.
- organizarea activităților de întreținere corectivă.

- planificarea lucrărilor și
- programul de procurare a pieselor de schimb

b) Cele cu caracter organizatoric se referă la:

- volumul activităților prestate
- încadrarea cu personal competent

c) Cele cu caracter economic cuprind:

- Analize periodice
- bugetul de cheltuieli

- organizarea sistemului de evidență și urmărire.

d) Cele cu caracter de conducere privesc  
- sistemul informațional și cel decizional

7. Având în vedere perspectiva de dezvoltare a combinatului trebuie introduse forme organizatorice noi, modificări în structura sistemelor și implicit în domeniul întreținerii și reparării instalațiilor și utilajelor.

În acest scop va trebui elaborată o strategie proprie care să cuprindă: /17; 31; 45; 54/

- Stabilirea sistemelor de întreținere a planurilor de reparații

- Optimizarea planurilor de reparație

- Aplicarea unei politici de asigurare cu piese de schimb la timp și de bună calitate

- Utilizarea unor metode avansate de muncă și organizarea muncii în întreținere și reparații pe baza teoriei siguranței în funcționare luând în considerare factorii de acțiune proprii din combinat.

- Creșterea indicelui de utilizare a pieselor și introducerilor pe scară largă a problemei recondiționării pieselor și subansamblelor /26; 33; 35/

8. Teza de doctorat constituie obiectul cercetării fiabilității și mentenabilității pieselor și subansamblelor din componența instalațiilor siderurgice și are drept scop realizarea obiectivelor principale vizând limitarea riscurilor de defecțiuni, urmărind în același timp mărirea eficienței economice prin diminuarea timpilor de oprire și reducerea costurilor sub toate aspectele.

Acest aspect a condus la accentuarea importanței implementării întreținerii preventive expusă în lucrare, care crează condițiile cele mai bune pentru prelungirea duratei de viață a utilajelor prin cercetarea continuă a cauzelor care generează defecțiuni.

Noul sistem de întreținere previne pe toate căile posibile apariția defecțiunilor și în final se traduce în realizarea unor importante economii.

9. Deficiențele rezultate ca urmare a uzurilor la piesele din componența instalațiilor și utilajelor în exploatare preponderentă pentru industria siderurgică a condus la concluzia că trebuie instituit un sistem de prevenire corespunzător în care să se acorde un plus de atenție operației de ungere și încărcarea lor.

Activitatea de prevenire a uzurilor pe lângă faptul că trebuie să aibe o concepție corespunzătoare se impune realizarea unei legături strânse cu furnizorii de utilaje care să permită analizarea: /16; 22; 32 /

- costurilor de întreținere
- costurile pentru înlăturarea defecțiunilor și
- pierderile datorită opririi utilajelor în scopul determinării eficienței economice.

Preocupările prezente ale specialiștilor din țară și de peste hotare în domeniul fiabilității și al organizării activității de întreținere și reparații (mentenanța), precum și interesul aplicării sistemului informațional și decizional a trezit interes deosebit în vederea aplicării lui.

Principiile generale expuse în lucrare cu aplicabilitate largă în multe din ramurile producției materiale, reprezintă un pas înainte în direcția asigurării nivelului calitativ al produselor românești pentru care merită toată atenția.

## CAPITOLUL II

### 2.1. UNELE CONSIDERAȚII GENERALE

Programul de fiabilitate dintr-o întreprindere industrială trebuie să asigure o fiabilitate inerentă care să depășească fiabilitatea operațională (în funcțiune) cerută, cu marjă suficient de semnificativă pentru ca toate influențele degradante să poată fi convenabil controlate.

De aceea, estimarea, evaluarea și măsurarea fiabilității instalațiilor și utilajelor are o importanță practică deosebită, fapt pentru care siguranța în funcționare este strâns legată de diferite aspecte ale exploatării lor, importanță esențială prezentând problemele de restabilire (mentenanță corectivă) cu înlocuirea pieselor defecte și repunerea utilajului în bună stare de funcționare. / 23/

În țara noastră răspunderile pentru realizarea siguranței în funcționare a fondurilor fixe este legalizată prin Decretul Consiliului de Stat nr.304 din 15 septembrie 1971, devenit necesar ca urmare a dezvoltării impetuoase a bazei tehnico-materiale a economiei noastre naționale. /40/

Decretul se adresează în aceeași măsură conștiinței tuturor muncitorilor care lucrează nemijlocit în procesul de

producție, care au datoria să respecte regimul de lucru prevăzut în procesul de producție, în tehnologia de fabricație și să se conformeze prescripțiilor tehnice în legătură cu utilizarea și întreținerea mașinilor și instalațiilor semnalând orice defecțiune apărută în funcționare.

Proiectarea, realizarea și exploatarea diferitelor mașini și instalații complexe industriale în tehnica contemporană, devine pe zi ce trece o problemă importantă din ce în ce mai mare.

Automatizarea complexă a proceselor de producție pune în fața celor ce creează și mînuiesc instalațiile sarcini de răspundere.

Este suficient să ținem seama de faptul că întreprinderea funcționării mecanismelor sau a diferitelor tipuri de instalații, datorită lipsei de preocupare în ce privește siguranța lor poate duce nu numai la scăderea cantității și calității producției, dar și la avarii deosebit de grave care pot depăși cadrul unei întreprinderi.

Teoria siguranței stabilește legitatea apariției defectelor la instalații și intensitatea acțiunii diferitelor cauze. Ea elaborează procedee de verificare a calității produselor în ce privește parametrii siguranței pe baza anumitor indici calitativi/10/

Aceste procedee, în afară de latura lor specifică fiecărui domeniu de cercetare (fizică, chimie, economie, etc.), au în esență un caracter matematic uniter și cer în folosirea lor, metodele teoriei probabilităților și ale statisticii matematice, acestea le rîndul lor justificîndu-se prin aceea că producția și exploatarea produselor este influențată de existența unui număr mare de factori cu caracter aleator.

În contextul celor menționate mai sus lucrarea tratează principalele probleme a instalațiilor analizate în domeniul fiabilității și mentenabilității pe baza datelor oferite de practica exploatării lor.

Evoluția continuă spre instalații și utilaje de mare tehnicitate la parametri de lucru din ce în ce mai ridicați, folosind un înalt grad de automatizare și mecanizare, fac ca dependența caracteristicilor acestora să fie legată în măsură egală de calitatea mijloacelor de producție care au stat la baza realizării utilajului respectiv cît și de pregătirea și calitatea personalului care asigură menținerea fluxului tehnologic la parametrii prescriși.

Prin asigurarea funcționării pe întreaga perioadă de utilizare normată, se înțelege intervalul de timp în cadrul

căruia utilajul în condiții normale de exploatare, trebuie să-și mențină nemodificate caracteristicile funcționale fiind necesare în acest caz o serie de operații cu caracter preventiv sau corectiv.

Ansamblul acestor operații necesare menținerii în starea de funcționare normală poartă numele de mentenanță.

Sub aspect economic operațiile de întreținere reprezintă o serie de cheltuieli care nu de rare ori depășesc costul utilajului, fapt ce subliniază atenția care trebuie acordată întreținerii organizării activităților încât cheltuielile să aibe o valoare minimă și dacă se poate reduse la zero.

În ideea celor enunțate apare o știință nouă cu aspecte mult mai ample și enume știința denumită „TEROTEHNICA”.

Terotehnica își propune să folosească în mod creator datele și informațiile din timpul exploatării în vederea conceperii utilajelor, procedurilor și metodelor care să rentabilizeze la maxim utilizarea acestora.

Terotehnica nu este atât o consecință cât o cerință a actualei etape de dezvoltare a științei și tehnicii pe plan mondial deci și implicit pentru țara noastră. / 64 /

Desigur în acest sens vor fi necesare anumite cheltuieli pentru dezvoltarea acestei științe, cheltuieli care vor fi recuperate în comparație cu economiile realizate de costurile mentenanței. Având în vedere duratele de serviciu planificate ca și necesitatea funcționării practice cu regim continuu a multora din agregatele specifice industriei siderurgice problemele de concepție, execuție, exploatare și implicit întreținere au un caracter special la care ne vom referi în cuprinsul lucrării.

## 2.2. PROBLEME ACTUALE ALE FUNCȚIEI DE FIABILITATE A PRODUSELOR.

În general se poate afirma că în definirea fiabilității mașinilor și instalațiilor trebuie luate în considerare atât condițiile de lucru cât și conținutul noțiunii de siguranță.

Fiabilitatea cu definiția menționată, nu pretinde perfecțiunea, deoarece în realitate se cere doar ca mașina sau utilajul să funcționeze sigur un interval de timp stabilit dinainte, cunoscut fiind că fiabilitatea respectivă poate fi determinată cu ajutorul datelor statistice pentru o perioadă de utilizare prevăzută.

Având astfel de valori caracteristice se poate aprecia cu ajutorul teoriei probabilităților valoarea numerică a siguranței în funcționare.

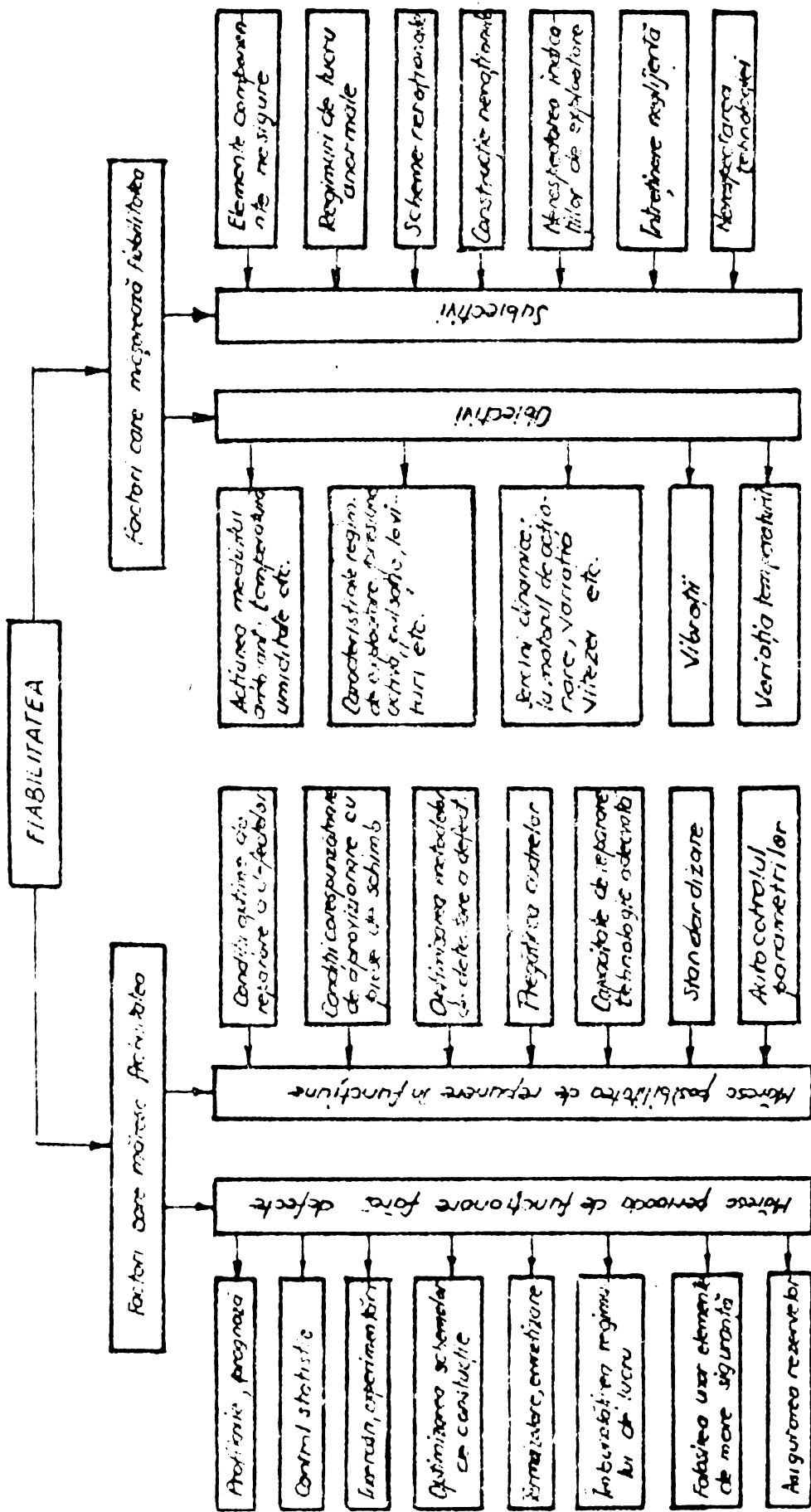


Fig. 2.1

În prezent la aprecierea unei instalații sau mașini se caută să se cunoască calitățile funcționale, dintre care cea mai importantă este fiabilitatea, ea reprezentând garanția funcționării fără defecțiuni într-o anumită perioadă de timp, evaluată în probabilități de defecțiuni ce nu trebuie să depășească o anumită valoare.

Experiența acumulată în studierea fiabilității în general a demonstrat că rezolvarea problemei siguranței este complexă și laborioasă, dificultatea provenind că la obținerea ei concurează foarte mulți factori, a căror luare în considerare în multe cazuri se dovedește a fi dificilă. Acești factori se pot împărți în două categorii: factori subiectivi și factori obiectivi, așa cum sînt prezentate în schema din fig.2.1 și precizate pentru fiecare caz în parte./43/

### 2.3. OBIECTUL SI IMPORTANTA FIABILITATII

Fiabilitatea este un concept relativ nou, concept care a cunoscut o evoluție rapidă în ultimii 10-15 ani. De un succes deosebit s-au bucurat metodele științifice de apreciere sau de prevedere a condițiilor de funcționare, în tehnica electronică, spațială, militară și a automatizărilor.

Siguranța în funcționare formîndu-se ca știință în ultimii ani are drept obiectiv studierea defecțiunilor al cauzelor proceselor de apariție și dezvoltarea metodelor de combatere a defecțiunilor, prin aprecierea comportării produselor în timp ținînd seama de influența factorilor interni și externi care acționează asupra lor. Noțiunea de fiabilitate își propune de fapt să răspundă la următoarele întrebări: / 11 /

- Va lucra produsul sau soperatura atunci cînd este nevoie ?
- Va îndeplini funcțiile pentru care a fost conceput ?
- Va putea beneficiarul după eliminarea defecțiunilor să realizeze programul dorit ?
- Ce urmări va avea defecțiunea ?
- Cu ce preț se obține prevenirea sau reducerea numărului sau urmările defecțiunilor ?
- Cît timp va putea să lucreze ?

Rezultă că elementul de bază în siguranța în funcționare este DEFECTIUNEA, iar programul în acest domeniu trebuie să răspundă la întrebări ca cele de mai sus, iar pe de altă parte să ofere metode care să permită obținerea fiabilității cerute sistemului cu cheltuieli minime la: proiectare, fabricație și exploatare.



Calitativ siguranța în funcționare reprezintă capacitatea unui sistem de a funcționa fără defecțiuni în decursul unui anumit interval de timp în condiții date. Cu alte cuvinte ea poate fi privită ca o extindere în timp a calității.

Deci controlul de calitate permite aprecierea produsului finit în momentul livrării la beneficiar, în schimb siguranța în funcționare (SF) permite aprecierea calității (comportării) produsului în timp.

Datorită caracterului aleator al factorilor care influențează asupra SF a sistemelor, a procesului de apariție și lichidarea defecțiunilor precum și extimarea cantitativă a fiabilității se poate face numai pe baza teoriei probabilităților și a statisticii matematice cu utilizarea ulterioară a programării matematice.

Determinarea SF este o problemă complexă având în vedere caracterul probabilistic statistic, unde pentru determinarea caracteristicilor SF cu o anumită certitudine presupune încercări îndelungate și o bună organizare a colectării și prelucrării informației statistice a produsului în exploatare privind întreținerea și repararea acestuia. Bazele creșterii siguranței în funcționare a produsului se pun încă din perioada de elaborare, prin alegerea procedurilor de lucru și a utilajelor tehnologice cu respectarea condițiilor de fabricație prescrise și efectuarea unui control riguros al calității execuției pe toate fazele de fabricație, așa cum sînt ilustrate sugestiv în schema din fig.2.2.

Siguranța în funcționare este strîns legată de diferite aspecte ale fabricării și exploatării sistemelor prezentînd importanța modul de restabilire (mentenanță corectivă) prin înlocuirea componentelor defecte și repunere în stare de funcționare a mașinii.

Studiul statistic al siguranței în funcționare este util numai în măsura în care duce la identificarea cauzelor care produc avarii. Statistica matematică și calculul probabilităților sînt instrumente foarte eficiente la dispoziția inginerilor care le permit să aplice cunoștințele tehnice de realizare a unor produse cu siguranță mărită. În fig.2.2. se prezintă metodele de creștere a siguranței în funcționare a sistemelor automate începînd cu faza de proiectare - fabricație-exploatare astfel ca programul de fiabilitate dintr-o întreprindere industrială să asigure o fiabilitate operațională cerută. / 40 /

A. Programul în domeniul fiabilității este definit de :

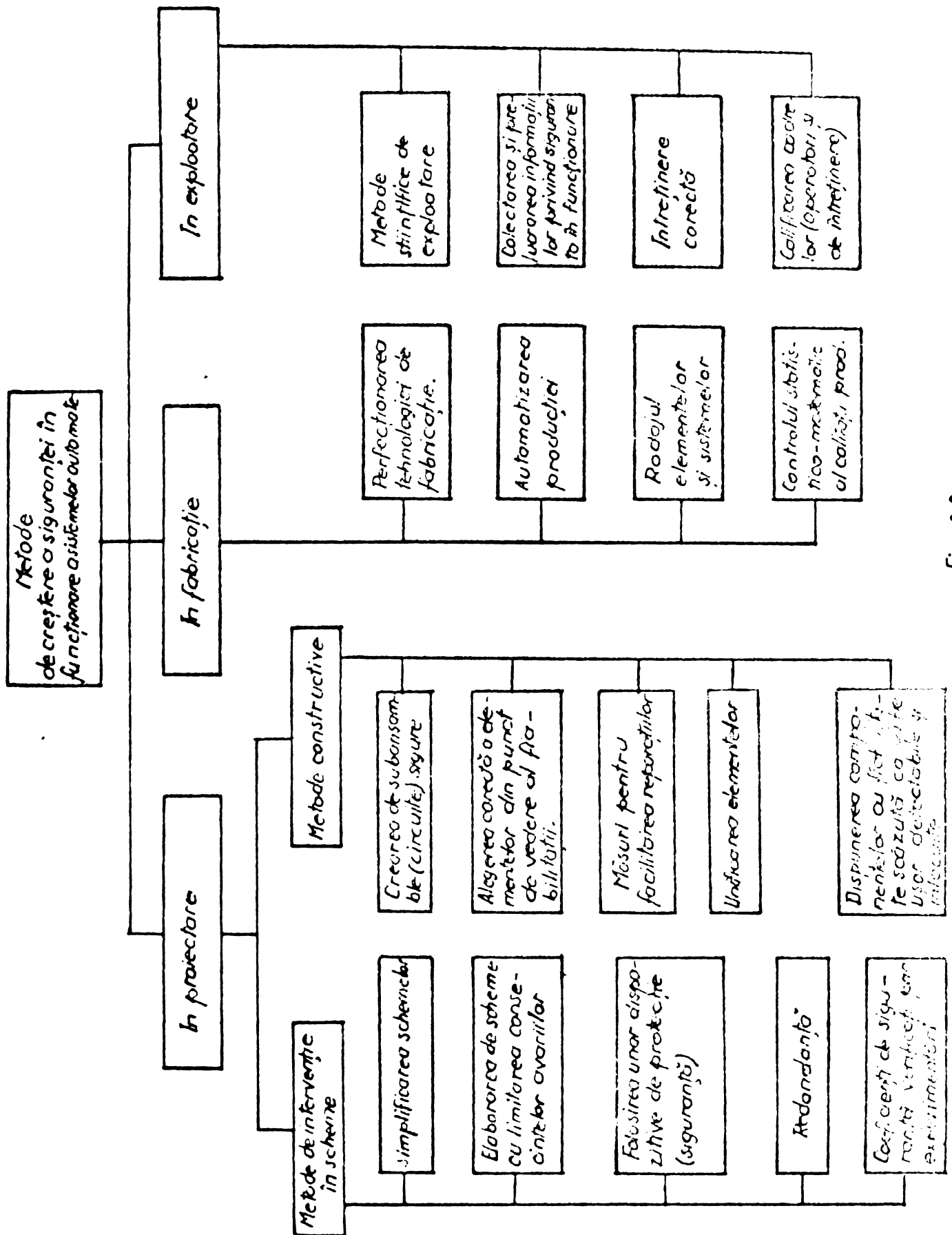


Fig. 2.2

- a) Severitatea cerințelor;
- b) Complexitatea proiectului;
- c) Volumul producției;
- d) Producția necesară;
- e) Timpul și resursele disponibile;

B. Ca informații ce trebuie incluse în specificațiile de fiabilitate sînt :

1. Obiective de fiabilitate (MTBF, cicluri de funcționare cerințe de mentenabilitate) impuse de beneficiar.
2. Condiții ambiante, inclusiv transport și depozitare
3. Gradul de încredere față de produs
4. Metodele de verificare utilizate
5. Modul de analiză a căderilor

C. În timpul fazei de proiectare se efectuează următoarele studii privind:

- efectul mediului înconjurător;
  - studiul de fiabilitate a reparațiilor și de previziune;
  - analiza solicitării componentelor și a cauzelor căderii lor;
  - încercări pînă la ieșirea din funcțiune,
- iar pe baza rezultatelor obținute să se deducă marja de siguranță;
- rapoarte, planuri de experiențe și criterii de încercare
  - corectarea defectărilor repetate prin modificări aduse proiectului.
  - aptitudinea de mentenanță, securitate și siguranță în funcționare.

D. Activitatea în fază de fabricație cuprinde:

- probe de fiabilitate și de verificare a componentelor,
- asigurarea conformității între proces și documentație,
- analiza căderilor cu stabilirea secțiunilor colective.

E. Producătorul trebuie să acorde beneficiarului sprijin în următoarele direcții:

- a) Elaborarea de instrucțiuni de funcționare și mentenanță
- b) Instruirea personalului de deservire;
- c) Analiza încercărilor făcute;
- d) Analize căderilor;
- e) Asistența la probe în exploatare;
- f) Valorificarea datelor din exploatare pentru îmbogățirea experienței proprii a întreprinderii în vederea îmbunătățirii fiabilității.

Din cele enumerate mai sus rezultă că proiectanții de mașini și utilaje trebuie să se străduiască să obțină date informative cât mai multe asupra condițiilor în care va funcționa produsul și să acorde toată atenția în cursul fabricației, aspectelor tehnologice și mentenanței utilajelor în timpul funcționării.

#### 2.4. NECESITATEA STABILIRII DURATEI DE SERVICIU A INSTALATIILOR SI UTILAJELOR.

Pe baza analizării aprofundate a multitudinii de factori cauzali ai degradării pieselor și subansamblelor în procesul de exploatare a instalațiilor și utilajelor, se poate face următoarea clasificare a factorilor care determină siguranța în funcționare menționați în schema din fig. 2.3.

Privit din acest unghi de vedere este necesară cunoașterea temeinică a principalilor factori care determină durata de serviciu a organelor de mașini și un studiu sistematic asupra modului în care acestea acționează în condițiile concrete pentru fiecare întreprindere industrială.

În trecutul nu prea îndepărtat, asigurarea fiabilității instalațiilor și utilajelor se obținea prin admiterea unor coeficienți de siguranță ridicați care conduceau la creșterea consumului de materiale și a costului, sau folosind elemente redondante. Progresul tehnico-științific permite constructorilor prin metode matematice de evaluare a fiabilității pieselor și subansamblelor, să creeze produse cu un nivel de fiabilitate din ce în ce mai ridicat, pornind de la analize cauzelor care duc la scoaterea din funcțiune a utilajelor respective.

Cunoașterea duratei de serviciu a organelor de mașini are o deosebită însemnătate tehnică și economică.

Determinarea cu exactitate a duratei de serviciu a pieselor și subansamblelor ce compun utilajele din dotarea unei secții permite programarea științifică a activității de întreținere și reparare.

Nivelul destul de ridicat al opririlor pentru reparații accidentale cca 35-50 % din totalul opririlor pentru repararea utilajelor principale se datoresc într-o măsură însemnată necunoașterii duratei de serviciu a unor piese și subansamble și deci nefinlocuirea lor preventivă duce la avarierea utilajelor înregistrându-se pierderi mari financiare și de producție.

Diversitatea mare de mașini și utilaje din cadrul secțiilor C.S. Reșița face aproape imposibilă aprecierea generală a

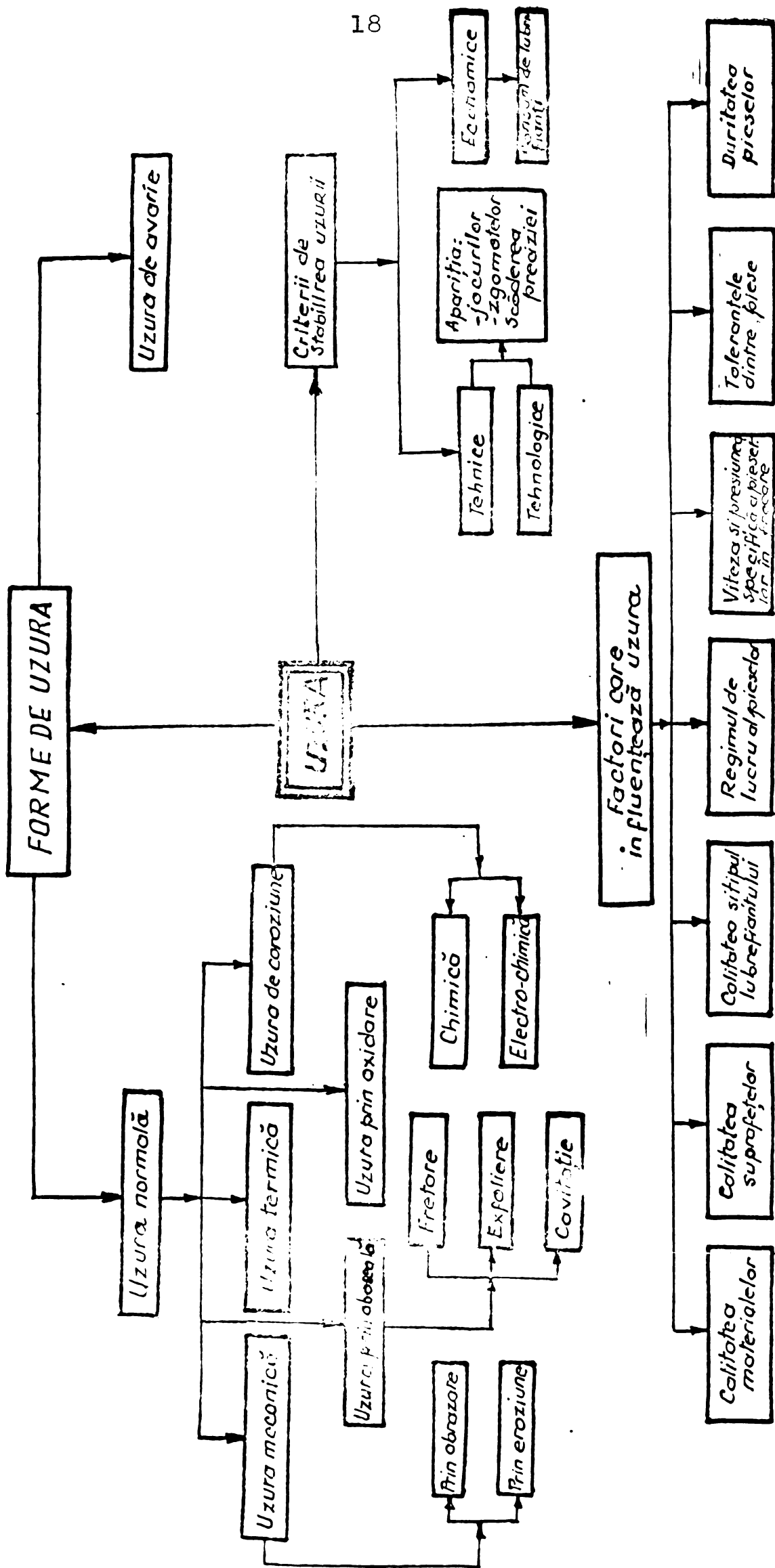


Fig. 2.3

a comportării organelor componente acestor mașini.

Din datele statistice se constată că apar cu grad mare de uzură unele piese ca: arbori, axe, roți dințate, lagări de alunecare și de rostogolire, roți de rulare, cabluri, cuple, frâne cu saboți, tamburi și roți de cablu, etc.

Dintre părțile cele mai solicitate sînt: rotoarele, benzile transportoare, cărucioarele mașinilor de șarjare, brațul trocii, cărucioarele macarelelor de turnare, conurile aparatului de încărcare de la furnale, cleștele macarelelor tigler, caje de agre-naj, cale de turnare, etc.

Solicitările trebuie privite prin prisma condițiilor specifice de funcționare a instalațiilor și utilajelor siderurgice și în deosebi a temperaturilor ridicate, medii cu depuneri abrazive și corozive.

În ansamblu condițiile dure de funcționare conduc la creșterea solicitărilor și uzurii ceea ce reclamă o întreținere atentă și o activitate de reparații adecvată pentru a crește cît mai mult durata de viață a instalațiilor și utilajelor.

Caracteristica ciclului total de funcționare a pieselor din componența instalațiilor este reprezentată de durata efectivă de funcționare între reparații (MTBF = media timpului de bună funcționare) și durata efectivă a indisponibilității datorită reparațiilor (MTR = intensitatea reparațiilor).

Unitatea de măsură pentru ciclurile de funcționare este timpul, deoarece uzura, coroziunea și alte cauze care duc la degradarea calității, sînt direct legate de durata de funcționare al instalațiilor și utilajelor.

Activitatea de menținere a fiabilității pieselor respective a ansamblelor din cadrul instalațiilor este realizată prin efectuarea lucrărilor de întreținere preventiv planificată, gradul de uzură pentru care se consideră economic, înlocuirea pieselor fiind determinate prin atingerea uzurii limite.

Înlocuirea sau repararea separată a fiecărei piese în parte în momentul cînd s-a atins uzura limită, ar fi o operație costisitoare, deoarece ar necesita prea multe opriri pentru demontarea și montarea utilajelor.

Rezolvarea acestui aspect trebuie urmărit în cadrul lucrărilor de întreținere precum și pe parcursul exploatării. Evitarea aspectului arătat mai sus trebuie să aibe loc prin depistarea stadiului de uzură al pieselor, piesele fiind grupate după criteriul uzurii limite care se repară sau se înlocuiesc în cadrul reparațiilor planificate.

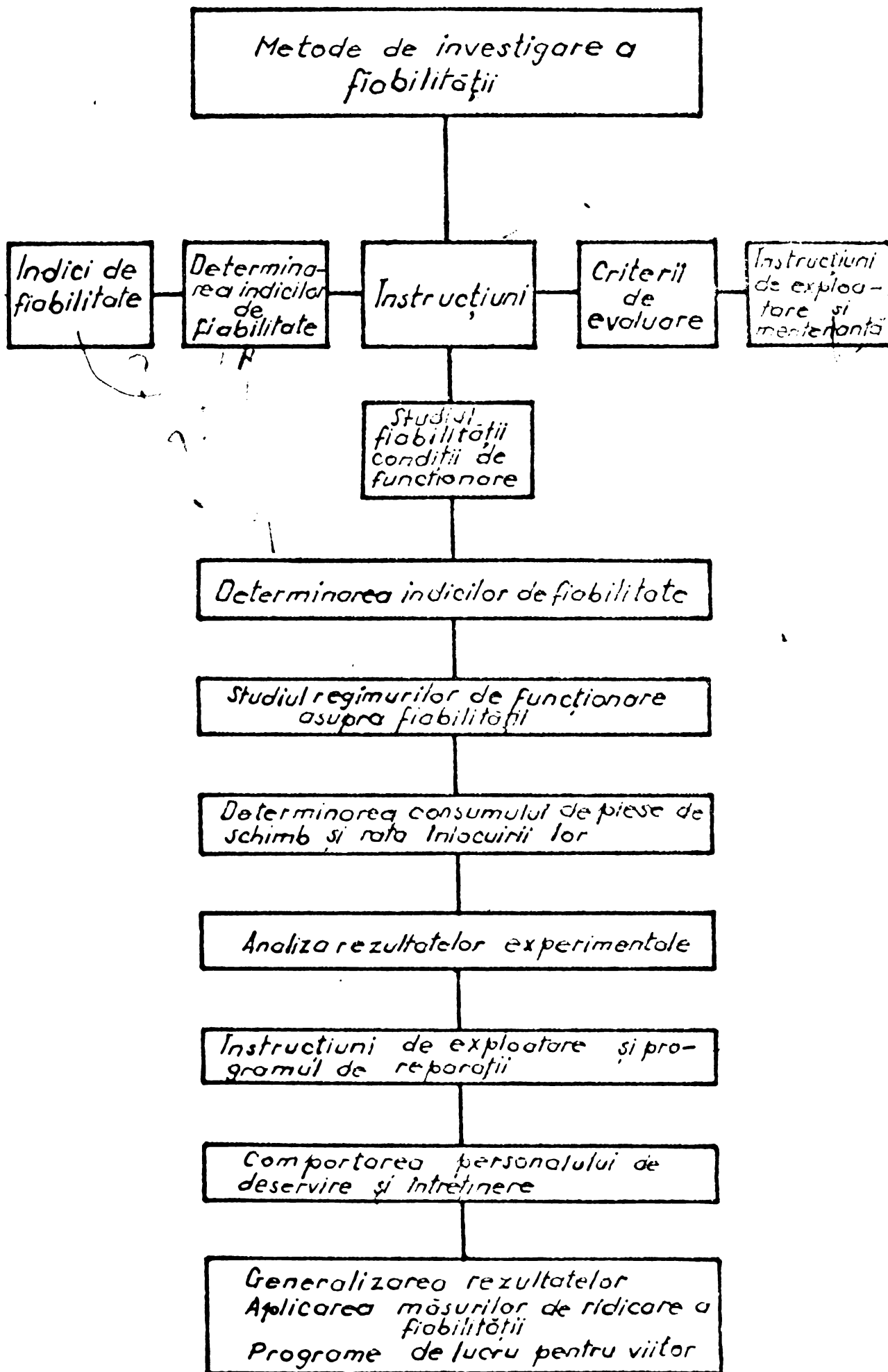


Fig. 2.4

Mai jos se prezintă secvența reparațiilor din care rezultă structura ciclului de funcționare, iar după numărul de piese ce trebuiesc înlocuite tipul de reparații cum ar fi:

- R.T. - revizie tehnică
- RC<sub>1</sub> - reparație generală de gradul 1
- RC<sub>2</sub> - reparație generală de gradul 2
- R.K. - reparație capitală

În vederea elaborării structurii ciclului de funcționare a instalațiilor sus menționate a fost întocmită pe baza unor date statistice a pieselor de uzură cu durata de serviciu limită și cauzele fenomenelor de uzură.

Alegerea duratei ciclului de funcționare între două reparații prezintă o importanță practică deosebită.

De reținut este faptul că reparațiile frecvente previn riscul ieșirilor din funcțiune accidentală și al avariilor, iar pe de altă parte (lucru des întâlnit) prelungirea ciclului de funcționare cu toate avantajele economice ale creșterii producției influențează negativ economicitatea producției, întrucât prin creșterea uzurii utilajelor sporește riscul ieșirilor din funcțiune forțat.

În contextul acestor aspecte lucrarea își propune să analizeze condițiile prin care se poate obține o creștere a fiabilității și mentenabilității pieselor din ansamblele componente:

- aparatului de încărcare de la furnal și a
- mașinilor de șarjare de la OSM

Pe baza considerentelor menționate în fig.2.4 sînt ilustrate direcțiile principale privind metoda de investigare a fiabilității luînd ca analiză parametri statistici ai funcției de siguranță  $P(t)$  cum este intensitatea defectărilor  $\lambda(t)$  și intensitatea reparării  $\mu(t)$ , transpuse în final în instrucțiuni de exploatare - cu elaborarea de programe optime de reparații a utilajelor aflate în exploatare. /18; 41/

## 2.5. TEORIA UZURII SI SIGURANTA IN FUNCTIONARE, IN ANALIZA PROCESELOR DE INTRETINERE SI INLOCUIREA INSTALATIILOR SI UTILAJELOR

Studiul proceselor de întreținere și înlocuire a utilajelor utilizînd metodele cercetării operaționale, capătă o importanță crescîndă deoarece folosind diferite tehnici de modelare avînd la bază observații statistice putem determina mărimi caracteristici de o deosebită importanță practică ca:

- MTBF (media timpului de bună funcționare)



- probabilitatea funcționării fără defecțiuni pe intervalul  $(0, t)$
- numărul mediu de reparații sau înlocuiri necesare într-un anumit interval de timp ș.a.m.â.

Aceste caracteristici stau la baza îmbunătățirii siguranței în funcționare, a planificării întreținerii utilajului a perioadelor de reparații capitale și înlocuire a organizării activității de întreținere în condițiile unor cheltuieli minime.

Măsurile care se iau pentru asigurarea funcționării parcului de utilaje se referă la depănările în caz de avarii, întreținerii curente preventive, înlocuirii sistematice, măsuri ce permit aplicarea unei politici de întreținere și procurare a utilajului.

Evoluția caracteristicilor de tipul arătat se prezintă de regulă sub forma unei distribuții de frecvențe și probabilități, caracteristice unui anumit tip de utilaje și care constituie probabilitatea de supraviețuire după o anumită perioadă de timp.  
/ 7; 14/

$$P(T \geq t) = \ell(t) = \frac{n(t)}{n(0)} \quad 2.1$$

în care:

$n(t)$  - Nr. de utilaje care supraviețuiesc la un moment  $(t)$

$n(0)$  - Nr. de utilaje aflate inițial în exploatare

Probabilitatea contrară funcției  $\ell(t)$  de supraviețuire numită și durata de viață a utilajului respectiv va fi:

$$P(T < t) = 1 - \ell(t) \quad 2.2$$

Probabilitatea ca o avarie (cădere) să aibe loc în intervalul  $(t-1; t)$  este evident egală cu probabilitatea de a nu avea nici o avarie în intervalul  $(0; t-1)$  înmulțită cu probabilitatea condiționată  $P_c(t)$  a unei avarii în intervalul  $(t-1$  pînă la  $t)$

$$P(t-1) \leq (T < t) = P(T \geq t-1) \cdot P_c(t)$$

$$\text{sau } P_c(t) = \frac{P(t-1) \leq (T < t)}{P(T \geq t-1)} \quad 2.3$$

Probabilitatea de a avea o avarie în intervalul  $(t-1$  și  $t)$  este:

$$P \left[ (t-1) \leq T < t \right] = \frac{n(t-1) - n(t)}{n(0)} \quad 2.4$$

De asemenea

$$P(T \geq t-1) = \frac{n(t-1)}{n(0)} \quad 2.5$$

Deci:

$$P_c(t) = \frac{n(t-1) - n(t)}{n(t-1)} = 1 - \frac{n(t)}{n(t-1)} \quad 2.6$$

Problemele legate de siguranța în funcționare a elementelor din schemele tehnologice și funcționale ale întreprinderilor constructoare de mașini precum și a instalațiilor și agregatelor din industria siderurgică, implică în ultimă analiză, determinarea pe de o parte a cheltuielilor minime de exploatare, iar pe de altă parte veniturile rezultate din folosirea întregii capacități de producție.

Exploatarea rațională a elementelor lanțurilor tehnologice și funcționale se poate realiza cunoscând valorile coeficienților de succes și insucces a funcționării instalațiilor.

Analiza funcționării elementelor și schemelor sub aspectul siguranței se poate face cu teoria lanțurilor Markov, unde pe baza ecuațiilor Chapman - Kolmogorov se pot determina probabilitățile de funcționare și insucces a elementelor putând deduce efectele economice sub aspect cantitativ și calitativ.

Plecând de la teoria lanțurilor Markov se poate arăta că probabilitatea ca un element să funcționeze pe o anumită durată  $t_f < t$  respectiv să fie defect pe o perioadă  $t_d < t$  se prezintă conform relațiilor:

$$P [ t_f < t ] = P(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad 2.7$$

$$P [ t_d < t ] = Q(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad 2.8$$

unde:

$\lambda$  - este nr. de evenimente care pot perturba funcționarea normală a elementelor

$\mu$  - reprezintă nr. de intervenții realizate pt. înlăturarea defecțiunii.

Estimarea parametrilor  $\lambda$  și  $\mu$  se face analizând colectivitățile statistice ale evenimentelor care provoacă sau înlătură avarierea elementelor.

Metoda neverosimilității maxime conduce la concluzia că valoarea lui  $\lambda^{-1}$  este dată de media de selecție  $T_f$  cuprinsă în relație: /7; 18; 19/

$$P(\lambda) = \lambda^n \cdot e^{-\lambda} \sum_{i=1}^n T_f^i \quad 2.9$$

Prin derivare și punând condiția de extreme se găsește ecuația:

$$\lambda^{n-1} e^{-\lambda} \sum_{i=1}^n T_f^i [n - \lambda \sum_{i=1}^n T_f^i] = 0 \quad 2.10$$

Determinând funcția de selecție pe baza observării în exploatare a celor „n” elemente din scheme analizată se poate

calcula probabilitatea defectării unui număr de „p” elemente din cele „n” observate folosind relația:

$$P(\lambda) = A_n^p \lambda^p e^{-\left[\sum_{i=0}^p t_i + (n-p)t_p\right]} \quad 2.11$$

unde:

$A_n^p$  - reprezintă aranjamentele ce se pot face în diferite scheme când observăm „n” elemente și constatăm că au căzut „p” elemente

$t_i$  - momentul ieșirii din funcțiune

$t_p$  - durata de observație.

- Atunci duratele de defect  $t_d$  și de funcționare  $t_f$  pentru un element în unitatea de timp se obțin cu relații de forma:

$$\bar{t}_d = \frac{1}{\mu} \quad ; \quad \bar{t}_f = \frac{1}{\lambda} \quad 2.12$$

- Probabilitatea stării de succes la momentul „t”

$$P_0(t) = (\mu + \lambda e^{-(\lambda + \mu)t}) (\lambda + \mu)^{-1} \quad 2.13$$

- Nr. mediu al refuzurilor în funcționare pe durata de timp „t”

$$\bar{n}_r = \frac{\lambda^2}{(\lambda + \mu)^2} + \frac{\lambda \mu t}{\lambda + \mu} - \frac{\lambda^2 e^{-(\lambda + \mu)t}}{(\lambda + \mu)^2} \quad 2.14$$

- Duratele totale medii de funcționare și de defecte pe durata „t” vor fi:

$$\bar{t}_d = \frac{\lambda t}{(\lambda + \mu)^2} - \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)^2} [1 - e^{-(\lambda + \mu)t}] \quad 2.15$$

$$\bar{t}_f = \frac{\mu t}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)^2} [1 - e^{-(\lambda + \mu)t}] \quad 2.16$$

Influența vârstei elementelor asupra siguranței se poate studia stașind procesului fizic, un lanț Markov neomogen, care permite determinarea probabilității de funcționare a sistemului pe baza ecuațiilor diferențiale de forma:

$$P_0(t) = -\lambda(t) P_0(t) \quad 2.17$$

$$P_1(t) = \lambda(t) P_0(t) \quad 2.18$$

După rezolvarea ecuațiilor diferențiale rezultă:

$$P_0(t) = e^{-\int_0^t \lambda(u) du} \quad 2.19$$

$$P_1(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(u) du} \quad 2.20$$

Prin rezolvarea integralei de la exponent se obțin, în cazul când intensitatea refuzurilor de funcționare este proporțională cu timpul, expresiile:

$$P_0(t) = e^{-0,5 \lambda t^2} \quad \text{și} \quad \bar{t}_f = \frac{1,41\sqrt{\pi}}{2\sqrt{\lambda}} \cdot \frac{1,25}{\sqrt{\lambda}} \quad 2.21$$

## 2.6. FACTORII CARE INFLUIENTEAZA INTENSITATEA UZURII PIESELOR

Dintre principalii factori care influențează intensitatea uzurii se amintesc:

Calitatea materialelor, calitatea suprafeței pieselor, calitatea lubrefianților, caracterul și mărimea ajustajului dintre piese și condițiile de exploatare. /37; 53/

- Calitatea materialelor. Cercetările realizate precum și rezultatele practice au stabilit că intensitatea uzurii pieselor de la mașini depinde într-o mare măsură de calitatea materialelor.

Materialele uzuale folosite în construcția mașinilor și utilajelor în siderurgie sînt mai ales fonta și oțelul.

Fonta este folosită atît ca piesă de rezistență cît și ca material de antifricțiune pentru bușe, lagăre, etc., mai frecvent fiind folosită fonta cu structură perlitică lamelară care are o bună comportare la uzură.

Oțelurile folosite sînt oțelurile carbon și oțelurile aliate pondere mare avînd oțelurile martensitice și cele cu duritate mare.

În anumite situații se folosesc și materialele plastice, acestea datorită comportării bune la frecare și uzură, iar în plus sînt mai puțin influențate de absența ungerii și se comportă satisfăcător atît în medii abrazive cît și în medii corozive.

În cazul utilizării la cadrul cajelor de laminare a materialelor plastice se obțin rezultate bune sub aspect economic prin folosirea lagărelor cu segmenti din bachelită.

Calitatea suprafeței pieselor se caracterizează prin macro și microgeometria suprafeței pieselor precum și de structură și tensiunile interne ale stratului superficial.

Calitatea lubrefianților influențează uzura mai ales prin impuritățile mecanice pe care le conțin. Uleiurile folosite trebuie să aibe o bună stabilitate chimică o vîscozitate corespunzătoare și să nu conțină acizi.

Intensitatea uzurii în toate condițiile de ungere depinde de spațiul și presiunea de frecare dintre corpurile în contact.

Caracterul și mărimea ajustajelor. Uzura pieselor unei articulații duce la modificarea dimensiunilor geometrice, favorizînd atît schimbarea caracterului ajustajului din strîngere în

joc cât și creșterea jocului dintre piese.

În privința caracteristicilor constructive și condițiile de exploatare mașinile și utilajele din industria siderurgică lucrează în condiții foarte variate din punct de vedere al abraziivității, solicitărilor mecanice și condițiilor de temperatură.

Din acest motiv soluțiile constructive precum și calitatea exploatării și întreținerii utilajelor siderurgice trebuie să fie în concordanță cu factorii menționați mai sus. /10 /

Eficiența economică maximă a unui proces industrial este legată de exploatarea rațională a utilajelor. Durata în funcționare a acestora este dependentă de o serie de factori printre cei mai importanți fiind uzura fizică, suprasolicitările, oboseala și în final uzura morală. Pe baza celor menționate asupra procesului de uzură sugestiv ilustrate în fig. 2.5 și fig. 2.6 ne arată că:

Indicii înalți de exploatare intensivă și extensivă la care sînt solicitate agregatele siderurgice determină uzura rapidă a suprafețelor de lucru la piesele în mișcare ceea ce duce la un consum ridicat de piese de schimb.

Efectele negative pe care le înregistrează întreprinderile prin staționarea utilajelor și instalațiilor pentru reparații au determinat și determină studii asupra cauzelor care le produc în vederea îmbunătățirii activității de exploatare și întreținere.

Asigurarea măririi duratei de funcționare a impus întregirea conceptului clasic al calității utilajelor, cu noțiunea de restabilire a stării de bună funcționare numită mentenabilitate.

## 2.7 CLASIFICAREA UZURILOR

In tabelul 2.1 se prezintă o clasificare a uzurilor /56/ cu indicarea principalelor cauze:

TABELUL 2.1

Pelul uzurii	C a u z e
Mecanică	<p>a) Uzura prin abraziune este un proces de distrugere a suprafeței pieselor prin apariția rizurilor și zgârieturilor datorită pătrunderii particulelor dure între suprafețele în frecare. Volumul de uzură <math>V</math> în acest proces similar cu pilirea este:</p> $V = \frac{kF}{E} \operatorname{tg} \delta$ <p>în care:</p> <p><math>k</math> - este o constantă care caracterizează materialul;  <math>F</math> - forța normală;  <math>E</math> - modulul de elasticitate al materialului;  <math>\delta</math> - unghiul de atac al particulei abrazive</p> <p>b) Uzura prin <u>coroziune</u> se produce prin contact (în lipsa lubrefianților de exemplu la pornirea mașinii)</p>
Termică	<p>Este rezultatul încălzirii straturilor superficiale ale pieselor ca urmare a vitezelor și presiunilor superficiale. În acest caz are loc o modificare microstructurală care schimbă proprietățile mecanice ale materialelor care duc la înmuiere, strivire sau gripare. Se întâmplă la came, tacheți, cilindri, lagăre, dentura roților dintate, etc.</p>
Coroziune	<p>Este de degradare a suprafețelor metalice sub acțiunea mediului înconjurător.</p> <p>a) <u>Coroziunea chimică</u> este produsă de gazele uscate sau de unele lichide care nu sînt electroliți ca: apa, soluțiile apoase de săruri, acizi și se caracterizează prin apariția unei pelicule compacte (ca de aluminiu, cu rol protector) sau poroase, care permite însintarea reacției chimice în interiorul metalului (ca la oțel).</p> <p>b) <u>Coroziunea electrochimică</u> este determinată de formarea unor pile electrice locale pe suprafața metalului în prezența unui electrolit. Intensificarea acestei coroziuni depinde de calitatea suprafețelor și de compoziția metalului.</p>
Oxidare	<p>Este determinată de pătrundera oxigenului în stratul superficial al metalului și are loc în două faze: În faza I se produc particule mobile în stratul superficial al metalului, care se desprind. În faza II apar oxizi cu duritate și fragilitate mare. În acest caz, suprafețele în frecare se uzează datorită formării și rodării continue a stratului fragil.</p>
Oboseală	<p>Este determinată de acțiunea sarcinilor variabile asupra pieselor și apare sub trei forme:</p> <p>a) <u>Uzura prin frecare</u> este o distrugere a suprafețelor ca urmare a suprapunerii efectelor de alunecare și oxidare. Ea se produce atunci când între două suprafețe în contact strîns apar deplasări nedorite.</p> <p>b) <u>Uzura prin exfoliere</u> se caracterizează prin desprinderea unor straturi superficiale foarte subțiri (de ordinul micronilor) de pe suprafețele metalice.</p> <p>c) <u>Uzura prin cavitație</u> este provocată de sarcinile ciclice care acționează pe suprafețele metalice datorită variației debitului de fluid în pompe, turbine, etc.</p>

## 2.8. REPREZENTAREA GRAFICA A UZURILOR

și

Stabilirea structurii ciclului.

În modul cel mai general reprezentarea creșterii uzurii cu timpul se poate ilustra prin curba  $U_t$  din fig.2.5 în care se disting trei perioade și anume:

- O perioadă de rodaj ( $0-t_a$ ) în care uzurile cresc la început foarte repede, iar către sfârșit mai încet.
- O perioadă stabilizată ( $t_a-t_b$ ) în care uzurile cresc proporțional cu timpul și
- O perioadă ( $t_b-t_c$ ) de creștere excesivă a uzurilor.

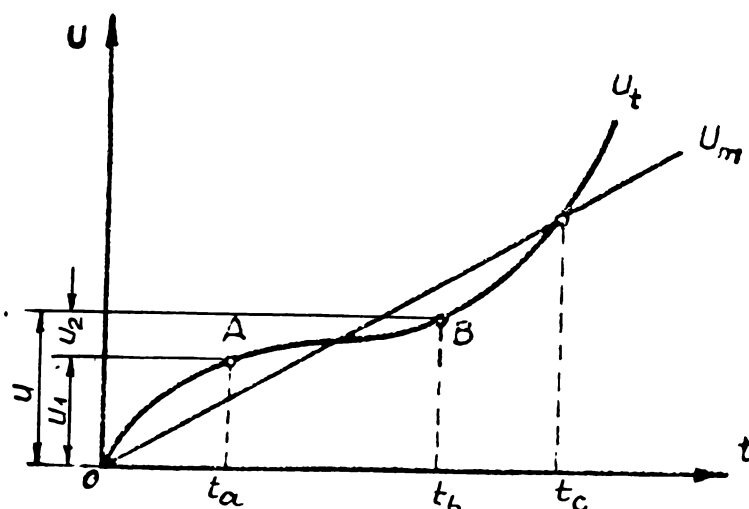


Fig. 2.5

$$U_2 = U - U_1$$

în care:

$U$  - reprezintă valoarea uzurii maxime admise în exploatare

$U_1$  - reprezintă valoarea uzurii corespunzătoare perioadei de rodaj

$U_2$  - reprezintă valoarea uzurii normale în perioada de exploatare

Intensitatea uzurii se poate determina cu relația

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{U_2}{t_2} \text{ sau } \operatorname{tg} \alpha = \frac{U - U_1}{t - t_1} \quad 2.22$$

unde:

$\operatorname{tg} \alpha$  reprezintă intensitatea uzurii și depinde de mai mulți factori: rugozitatea suprafețelor, efortul de apăsare, viteza de deplasare, lubrifiere, etc.

Deoarece curba  $U_t$  este incomodă la folosirea ei în calcule este convenabil să se înlocuiască cu dreapta  $U_m$  definită cu ecuația:

$$U_t = k \cdot t.$$

2.23

Pentru fiecare fel de piesă, organ sau element care intră în schemele cinematice ale mașinilor vom avea uzuri reprezentate prin drepte cu coeficienți unghiulari „k” diferiți care pot fi definiți în toate cazurile particulare. / 8; 65/

Practica a confirmat că diferite piese, organe și elemente se uzază în mod diferit astfel că este convenabil să se grupeze în trei categorii și anume:

- elemente cu uzură rapidă ( $U_r = \alpha_1 \cdot t$ ) dreapta OC 2.24
- elemente cu uzură mijlocie ( $U_m = \alpha_2 \cdot t$ ) dreapta OM 2.25
- elemente cu uzură lentă sau foarte lentă ( $U_k = \alpha_3 \cdot t$ ) dreapta OK

Aceste uzuri se reprezintă grafic folosind corelația între uzură și precizie, admitând că uzurile pot fi determinate în așa fel încât efectele lor asupra preciziei să poată fi însumate și aritmetic.

În această ipoteză dreptele :

$$U_k = k_1 \cdot t; U_m = k_2 \cdot t; U_c = k_3 \cdot t \quad 2.26$$

reprezintă uzura totală a tuturor elementelor cu uzură rapidă respectiv uzură mijlocie și uzură lentă sau foarte lentă

În fig. 2.6 paralela  $U_1$  la axa absciselor reprezintă în unități convenționale uzura limită sau uzură maximă (totală) admisibilă care ar corespunde unui grad de precizie minim stabilit pe baza corelației dintre precizie și uzură.

Se admite de asemenea că și efectele uzurilor totale ale fiecărei categorii

pot fi însumate tot aritmetic astfel încât să dea în unități convenționale admise o uzură totală rezultantă.

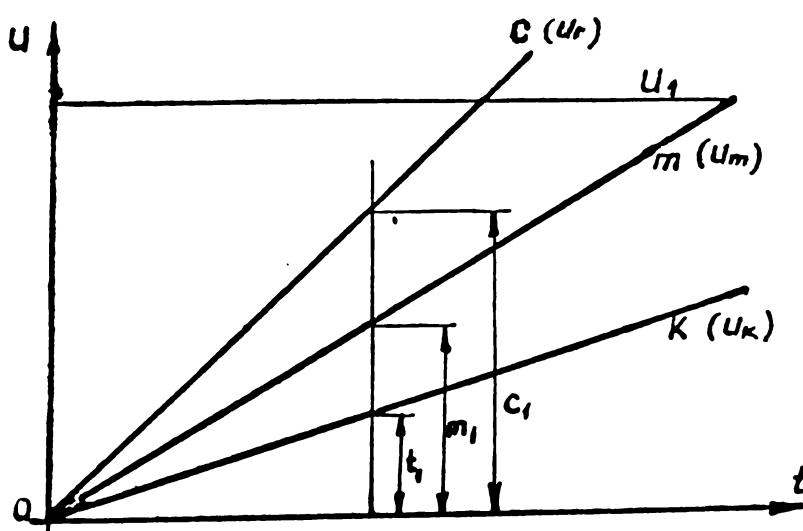


Fig. 2.6

## 2.9 EVIDENȚA ȘI URMĂRIREA UZURILOR

Pentru buna funcționare a mașinilor, utilajelor și instalațiilor tehnologice se cere ca acestea să fie concepute și fabricate corespunzător condițiilor de folosire optimă cu asigurarea unei ridicate fiabilități.



Evitarea ieșirii din funcțiune este o sarcină primordială pentru ingineri, fie că se ocupă de concepție, de fabricație, de întreținere sau de utilizarea mașinilor și utilajelor.

Pentru aceasta se impune cunoașterea și aplicarea tehnicilor pentru care știința modernă le-a dezvoltat în domeniul fiabilității.

Fiabilitatea practic determină frecvența cu care se produc „căderile” cu caracter forțat adică rata acestora.

Se folosește termenul de „cădere” pentru a se face distincție între opririle în mod voit privind efectuarea unor operații de întreținere sau revizii cu caracter preventiv care mai cuprind recondiționarea componentelor defecte, etc.

Din curba de variație a căderilor pentru un produs în fig. 2.7 se pot distinge trei tipuri de căderi: / 22 /

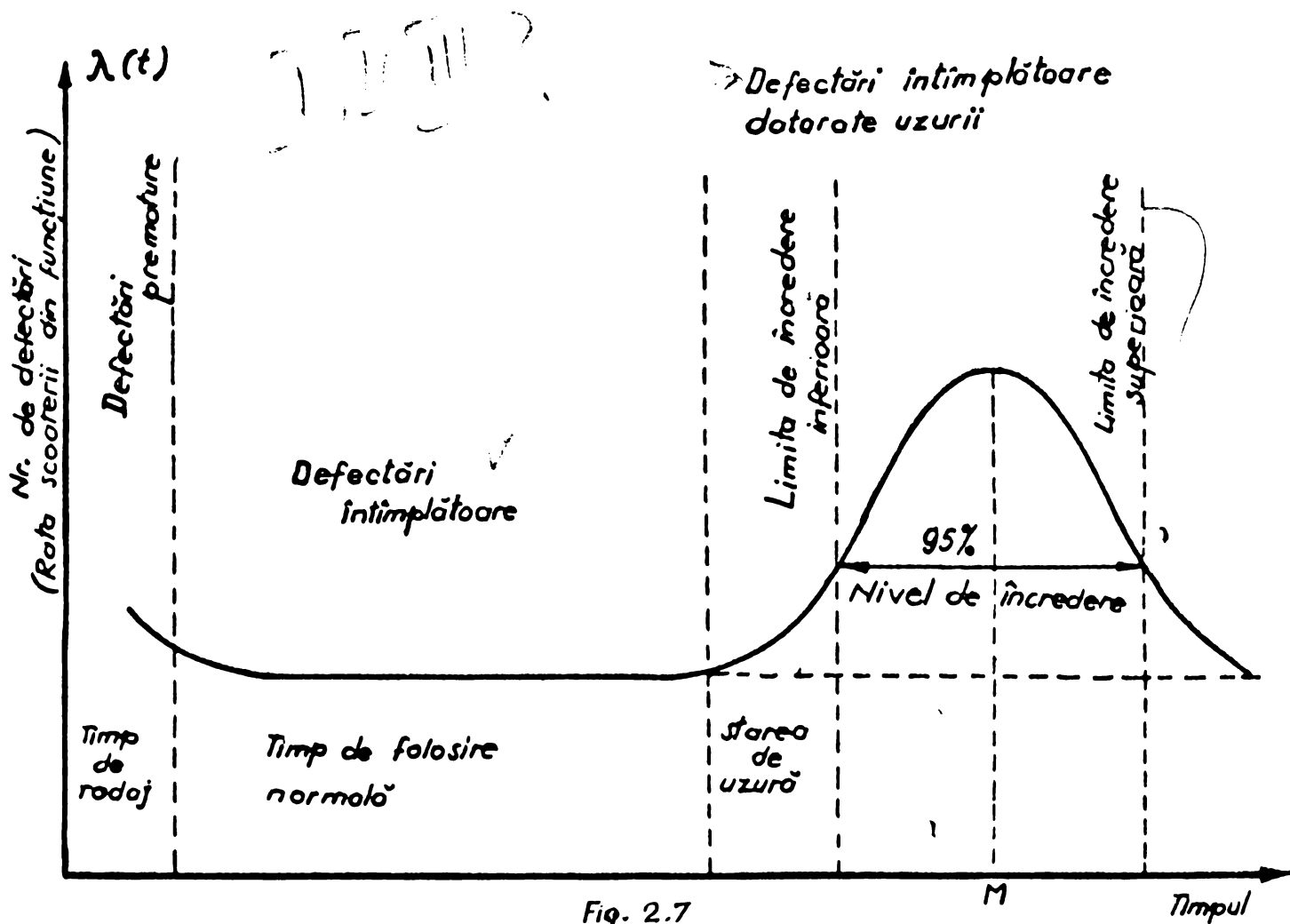


Fig. 2.7

- Perioada de rodaj (de tinerețe) unde căderile sînt datorate în cea mai mare parte fabricației necorespunzătoare și controlului insuficient în cursul fabricației produsului.

- Perioada principală II de funcționare (perioada vieții utile) în care intensitatea defecțiunilor este cea mai scăzută, acest lucru este realizat pe bază de probe și rodaj înaintea începerii exploatarei.

- Perioada III-a reprezentată prin căderi de uzură este un simptom de îmbolnăvire a componentelor care pot surveni și dacă produsul nu este întreținut în mod corespunzător.

Determinarea caracteristicii ratei căderilor,  $\lambda^n$  deschide mari posibilități pentru cercetarea siguranței componentelor cu ajutorul graficului intensității defectiunilor.

Vârsta la care se produs căderile de uzură variază foarte mult și depinde în primul rând de fiabilitatea componentelor, precizînd că în cea mai mare parte căderile de uzură pot fi prevenite.

Pe baza calculelor de fiabilitate se pot reduce probabilitățile de apariție a căderilor, prin reducerea la un minim acceptabil ieșirea din funcțiune în mod forțat a mașinilor sau utilajelor. De aceea trebuie să se suprimă căderile de uzură printr-o proiectare responsabilă și aplicarea la beneficiar a unui program de mentenanță preventivă corespunzătoare pentru evitarea căderilor accidentale, fiabilitatea stabilindu-se numai pe perioada vieții utile.

## 2.10 TIPURI DE DISTRIBUTII

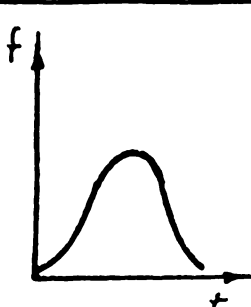
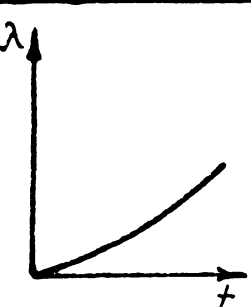
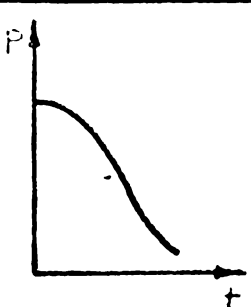
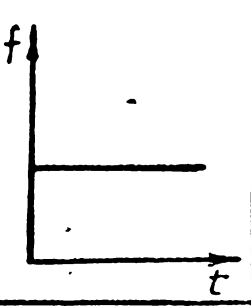
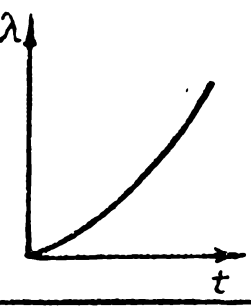
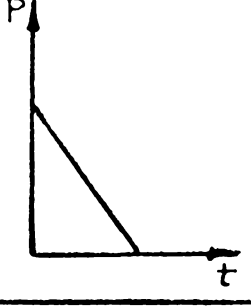
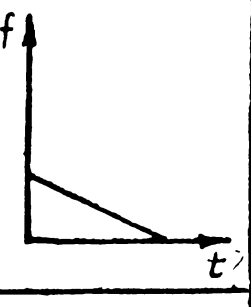
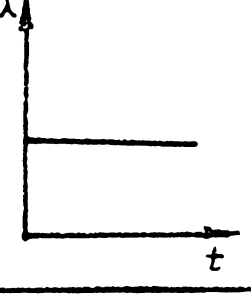
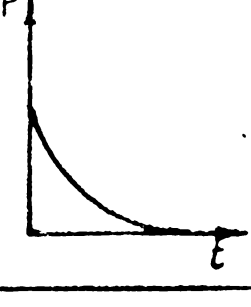
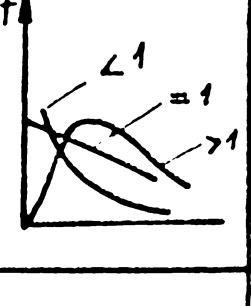
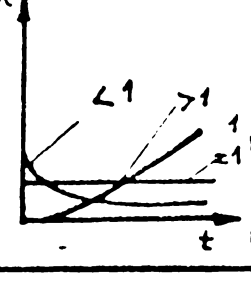
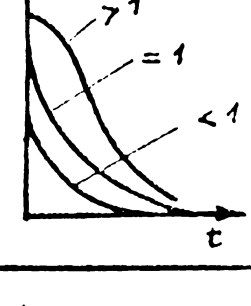
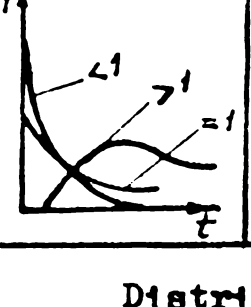
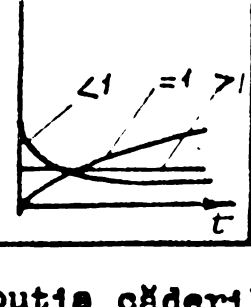
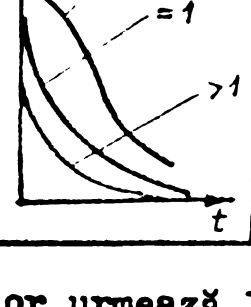
Fiabilitatea permite să se determine matematic comportarea în exploatare a instalațiilor și utilajelor, ea exprimă șansa fără căderi a unei piese din cadrul unui ansamblu cunoașterea distribuției căderilor permite calculul matematic al probabilității de apariție a unei căderi la un moment dat.

Mai jos în tabelul 2.2 sînt prezentate grafic intensitatea de defectare și funcția de siguranță pentru cele mai uzuale distribuții. / 14; 42/

În tabel sînt prezentate formale pentru caracteristicile siguranței în funcționare a legilor mai răspîndite de distribuție a mărimilor aleatoare.

Față de celelalte legi, legea exponențială de distribuție este utilizată mai frecvent pentru studiul siguranței fiind tipică pentru sisteme complexe alcătuite din elemente eterogene. Numeroase încercări efectuate în ultimii ani confirmă că atunci cînd probabilitatea defectărilor se modifică în timp cu rezultate bune se poate utiliza distribuția Weibull, ea fiind recomandată să fie folosită la produsele care intervine denomenul de uzură și oboseală cum este cazul utilajelor siderurgice.

Tabelul 2.2

Denumirea	Densitatea distribuției timpului de funcționare $f(t)$	Intensitatea de defeciere $\lambda(t)$	Siguranța în funcționare $P(t)$	Utilizări
Distribuția normală Gauss				Pentru defecțiuni datorită uzurii
Distribuția uniformă				Utilaje de automatizare
Distribuția exponențială				Defecțiuni accidentale
Distribuția Weibull cu doi parametri				Utilaje mecanice energetice
Distribuția Gamma				utilaje mecanice energetice

Distribuția căderilor urmează legea normală Gauss-Laplace sau mai exact legea log-normală. Căderile precoce și cele accidentale urmează legi de probabilitate, acestea necumulându-se în jurul vârstei medii ci se produc la intervale aleatoare exprimate prin modele matematice folosind legea exponențială și legea lui Weibull.

Stabilirea legii după care are loc ieșirea din funcțiune a componentelor sau sistemelor permite organizarea mai rațională a utilizării acestora<sup>3</sup> achiziționarea de cunoștințe utile pentru conceperea și perfecționarea realizărilor ulterioare /11/

Prin definiție se exprimă:

$$\lambda(t) = \frac{C}{N(t) \cdot \Delta t} \quad 2.27$$

unde:

$\lambda(t)$  - este rata căderilor

C - este numărul căderilor

$N(t)$  - număr de produse la care au apărut căderile

$\Delta t$  - intervalul de timp în care s-a observat căderile

Relația 2.27 scrisă sub formă diferențială se prezintă

$$\lambda(t) dt = -\frac{dN}{N(t)} \quad 2.28$$

Semnul minus se referă la faptul că numărul de produse care rămân în funcțiune scad în timp.

Prin integrare se obține:

$$\int_0^T \lambda(t) dt = \ln N(t) + \text{const.}$$

$$\text{deci: } N(t) = k \exp \left[ - \int_0^T \lambda(t) dt \right] \quad 2.29$$

Pentru  $T=0$ ,  $N(T) = N(0)$  adică număr de produse

Numărul de produse în funcțiune la începutul probei va fi:

$$N(t) = N(0) \exp. \left[ - \int_0^T \lambda(t) dt \right] \quad 2.30$$

Rezultă expresia matematică a fiabilității

$$\frac{N(T)}{N(0)} = R(T) = \exp. \left[ - \int_0^T \lambda(t) dt \right] \quad 2.31$$

adică sub formă fundamentală se scrie:

$$R(t) = e^{-\int_0^T \lambda(t) dt} \quad 2.32$$

$$\text{sau } R(t) = e^{-\int_0^T \frac{dt}{\theta}} \quad \text{unde } \theta \text{ este MTBF}$$

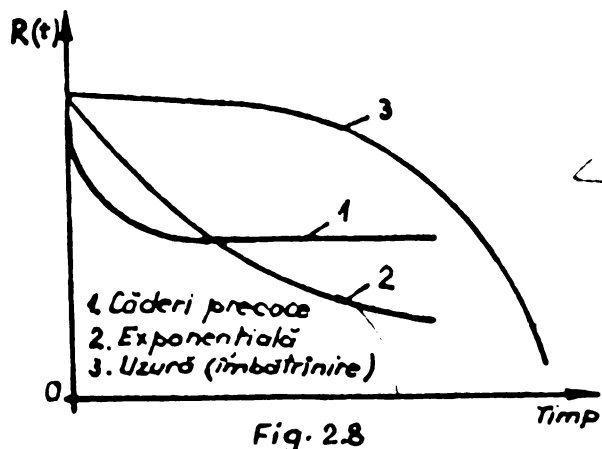


Fig. 2.8

In figura 2.8 se dă forma lui  $R(t)$  pentru cele trei perioade de funcționare (tinerete, 1 viața utilă - 2 și uzură 3)

### Legea exponențială

Pentru cazul când  $\lambda(t) = \text{const.}$ , fiabilitatea este

dată legea exponențială.

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

2.33

Probabilitatea căderilor  $Q(t) = 1 - R(t)$  iar pentru distribuția căderilor avem:  $Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

2.34

Dacă  $\lambda t \ll 1$ , atunci  $R(t) = \lambda t$

Media timpilor de bună funcționare (MTFB) constituie „speranța matematică a probabilității de bună funcționare adică media fiabilității.

$$\theta = m = \int_0^{\infty} R \cdot dt = \frac{1}{\lambda}$$

2.35

notînd  $\lambda = \frac{1}{m}$  rezultă  $R = e^{-\lambda \cdot t} = e^{-\frac{t}{m}}$

2.36

Timpul de întreținere depinde de felul în care proiectantul a prevăzut accesul la piesele care se defectează și cum este organizat compartimentul de întreținere la beneficiar.

Pe baza cunoașterii statistice a fiabilității fiecărui componente (probabilității de defectare) se stabilește ciclul de întreținere (mentenanță), adică frecvența reviziilor periodice și a intervențiilor de mentenanță.

Proiectanții sînt obligați să prevadă în instrucțiuni, care sînt piesele și locurile care trebuie inspectate periodic și să stabilească necesarul de piese de schimb care vor sta totdeauna la dispoziție.

Volumul operațiilor de mentenanță de-a lungul perioadei de viață utilă pentru un produs bine conceput poate să se reducă la simple revizii exterioare (vizuale, auditive, etc.)

Prin analogie relație de disponibilitate

$$D = \frac{MTBF}{MRBF + MTR} \quad \text{iar} \quad 2.37$$

indisponibilitatea:  $I = \frac{MTR}{MTBF + MTR} \quad 2.38$

Probabilitatea de a nu avea defecte în timpul „t” are valoarea expresiei 2.36

În mod analog se poate exprima probabilitatea de a nu efectua o reparare în timpul „z” specificat.

$e^{-\frac{z}{\mu}}$  unde:  $\mu = MTR$  (media timpilor pentru reparație)

$z =$  timpul dat

$\mu =$  este o constantă

După relația lui Poisson suma probabilităților de defectare care se succed între 0 și  $\infty$  este 1 deci probabilitatea de a avea una sau mai multe defecte este

$$Q = 1 - e^{-\frac{z}{m}}$$

2.39

Probabilitatea de indisponibilitate este produsul dintre probabilitatea de a avea una sau mai multe defecte și probabilitatea de a nu se efectua reparații:

$$P \text{ ind.} = e^{-\frac{\lambda}{\mu}} \times \left[ 1 - e^{-\frac{t}{m}} \right] \quad 2.40$$

$$P \text{ disp.} = \left[ 1 - e^{-\frac{t}{\mu}} \left( 1 - e^{-\frac{t}{m}} \right) \right] \quad 2.41$$

Legea Weibull

În cele mai multe cazuri practice, distribuția exponențială nu constituie un model statistic adecvat pentru studiul fiabilității deoarece are la bază restricția că rata căderilor este constantă

Ca urmare în toate cazurile în care probabilitatea defectării (căderilor) se modifică în timp, devine necesară utilizarea unei alte legi.

Cu bune rezultate se poate folosi distribuția Weibull ce se recomandă pentru produsele la care intervine intens fenomenul de uzură și oboseală a pieselor / 42 /

Fiabilitatea în cazul legii lui Weibull se exprimă prin relația:

$$R(t) = e^{-\ell(t)}$$

unde  $\ell(t) = \left(\frac{t}{a}\right)^b$  unde:  $a$  - este un parametru de scară

$b$  - este un parametru ce caracterizează forma curbei (Fig.2.9) Pentru :

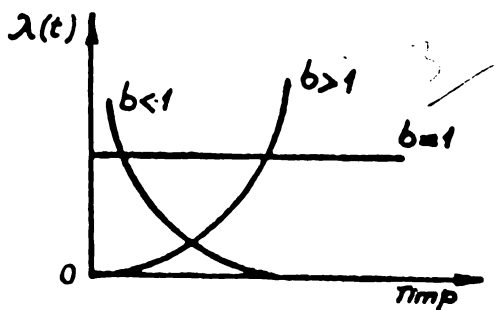


Fig. 2.9

- b=1 Legea lui Weibull se confundă cu legea exponențială
- b > 1 rata căderilor este crescătoare
- b = 3,25 Legea Weibull diferă puțin de legea normală
- b < 1 Rata căderilor este descrescătoare

$$\text{Rate căderilor } \lambda(t) = \frac{b}{a^b} t^{(b-1)} \quad 2.42$$

- Media timpilor MTFB  $\theta = a \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad 2.43$

unde:  $\Gamma$  reprezintă funcția gama (integrala Euler) dată mai jos

$\left(1 + \frac{1}{b}\right)$	1,25	1,50	1,75	2	3
$\Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)$	0,906	0,886	0,910	1	2

**2.11. INDISPONIBILITATEA SI MENTENABILITATEA UTILAJELOR ÎN EXPLOATARE.**

Mentenabilitatea este proprietatea pe care trebuie să o aibe instalațiile și utilajele pe toată durata de viață, de

menținerea în stare de funcționare prin întreținere, revizii și reparații de calitate, caracterizate prin ușurința efectuării acestora.

Mentenanța este măsurată în unități de timp care aplicată în mod corespunzător poate conduce la o fiabilitate funcțională ridicată.

Există două forme de mentenanțe:

1. Mentenanța preventivă sau planificată care are scopul menținerii utilajului în condiții normale de funcționare prin înlocuiri de piese înainte de ieșirea acestora din funcțiune.

2. Mentenanță corectivă cu caracter neplanificat cu scopul readucerii utilajului în stare de funcționare la parametri proiectați prin eliminarea defecțiunilor ce au apărut cu diverse cauze.

În fig. 2.10 sînt prezentate în diagramă fazele logistice ale fiabilității și mentenanței la diferite nivele de fiabilitate pentru un utilaj oarecare / 40 /

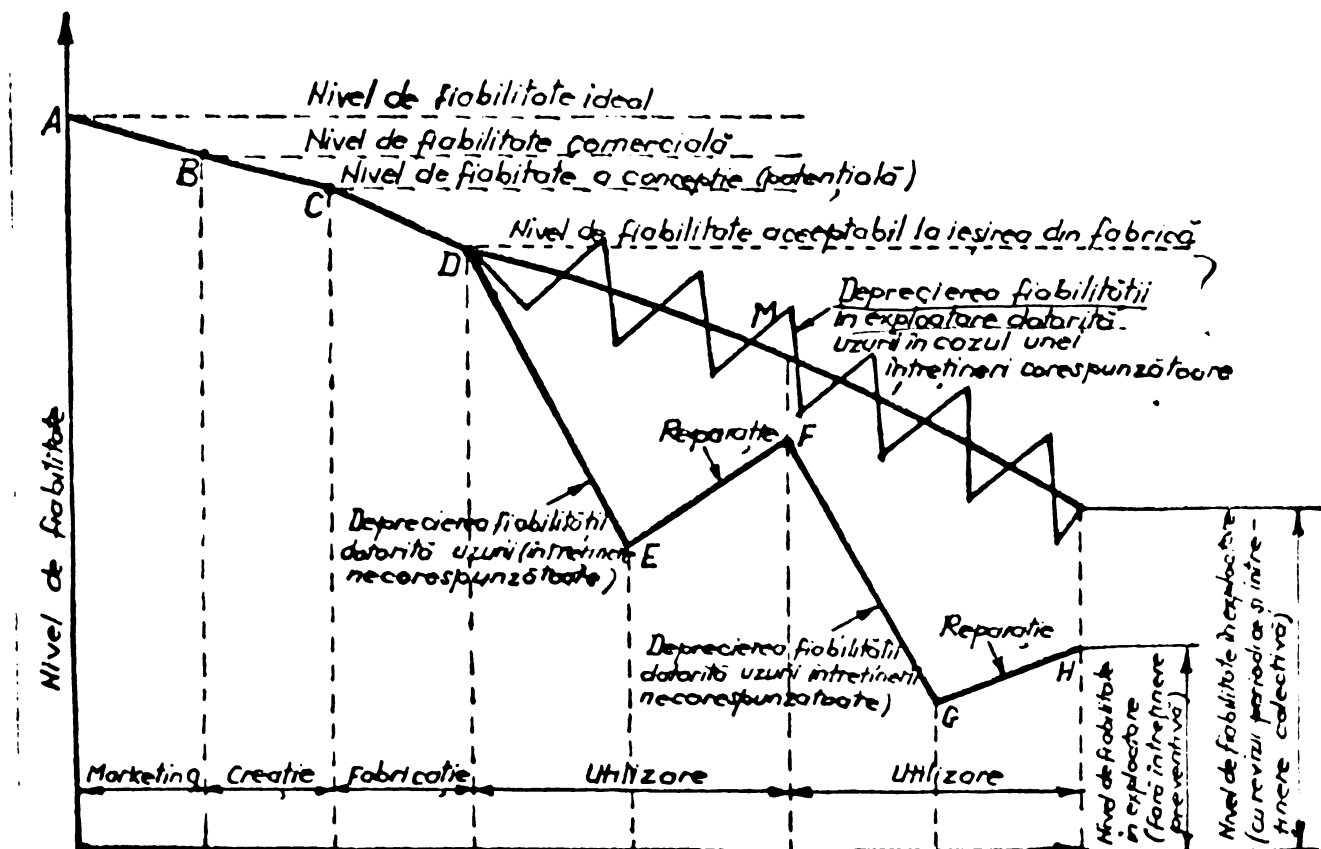


Fig. 2.10

Timpul de indisponibilitate a utilajului este format de suma timpilor de reparare efectivă a defectelor și timpilor de revizii periodice.

unde:  $t$  - este durata de funcționare înainte ieșirii din funcțiune și

$\bar{z}$  - este durata specifică pentru efectuarea de reparare consecutivă a unei defecțiuni în general

$e^{-\frac{t}{M}}$  este de ordinul câtorva procente deci paranteza are o valoare aproape de unu.

În cazul produselor la care intervine uzura, rata reparațiilor unui produs este dată de relația:

$$\mu(t) = \frac{g(t)}{1-M(t)} \quad \text{în care: } g(t) \text{ - este funcția distribuției durate-} \\ \text{lor intervențiilor în cazul legii log-} \\ \text{normale pentru uzură,} \\ M(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} \frac{1}{t} e^{-\frac{\log(t-\mu)^2}{2}} \cdot dt \quad 2.44$$

## 2.12. MODUL ASIGURĂRII SIGURANȚEI ȘI MENTENANȚEI ÎN FUNCȚIONARE A INSTALAȚIILOR

Fiabilitate - uzură - avarie

Siguranța în funcționarea instalațiilor ca noțiune foarte complexă, se caracterizează prin următoarele măriri:  
/ 55 /

- siguranța matematică  $R(t)$
- probabilitatea de defectare  $Q(t)$
- posibilitatea de funcționare  $V = \frac{T_0}{T_0 + T_R}$  (disponibilitatea)
- perioada medie de timp între două deranjamente sau media timpului de bună funcționare  $MTBF = T_0$
- durata medie de reparație sau deranjamente  $MTR = T_R$
- numărul măsurilor de întreținere preventivă planificată necesare pe an - PVI

Se poate afirma că: „Critic de mari ar fi parametri tehnici pe care îi prezintă o instalație în situația în care fiabilitatea ei în exploatare este redusă, acești parametri își pierd din utilitatea lor practică”.

Teoria fiabilității care stă la baza acestor cercetări este întemeiată pe calculul probabilităților și pe matematica statistică. Corelațiile mai importante sînt următoarele:

La instalațiile și la utilajele noi fiabilitatea  $R$  înseamnă probabilitatea ca timpul de defectare  $t'$  nu este situat în intervalul de timp afectat exploatarei  $t$ , adică

$$R(t) = W(t' > t)$$

Nefiabilitatea sau probabilitatea defect  $Q$  este probabilitatea complementară, adică

$$Q(t) = W(t' < t) = 1 - R(t)$$

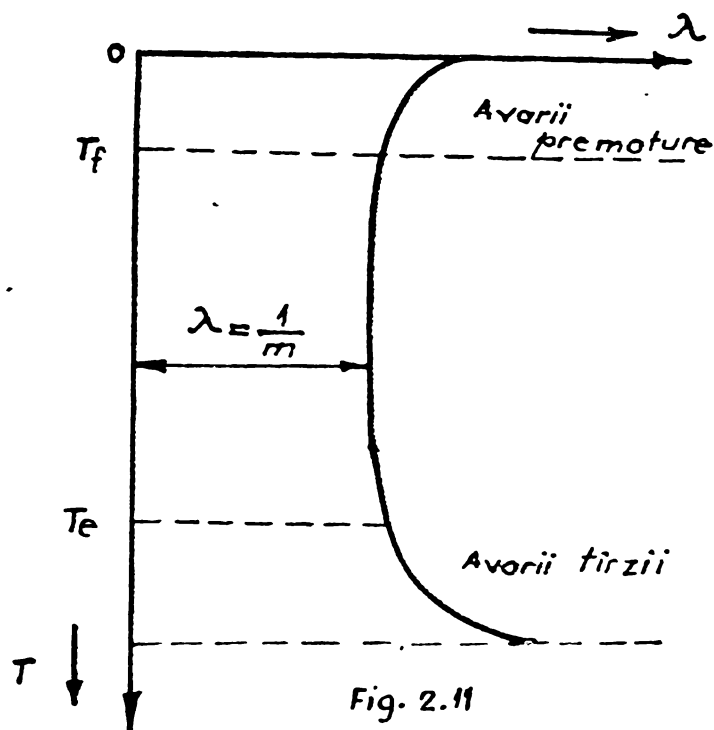
Fiabilitatea este o funcție de timp și în plus



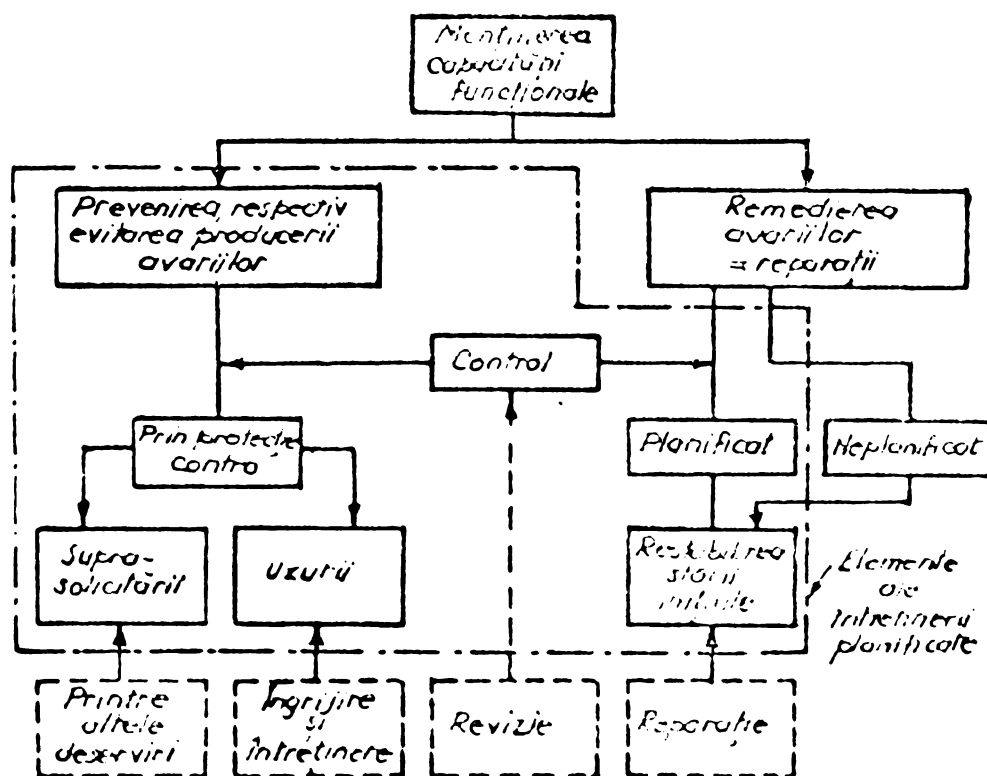
depinde de nivelul de solicitare a instalației.

Una din caracteristicile cele mai importante este reprezentată de rata de avariere sau de defectare respectiv cota de avariere care indică proporția unei anumite cantități de elemente sau sisteme de același tip care se avariază sau se defectează în timpul  $\Delta t$ .

Rata de avariere schematic se prezintă ca în fig. 2.11 / 16 /



Legătura existentă între fiabilitatea unei instalații și întreținerea sferentă ei este prezentată foarte clar în modelul de uzură prezentat în fig. 2.12 /66/



Pe baza schemei se poate spune că legătura merge de la faza de investiții până la funcționarea în cadrul întreprinderii, iar optimizarea trebuie să ia întotdeauna în considerare efectele generale pe care le produce folosind în acest caz eficiența economică a procesului de producție.

Din reprezentarea simplificată a influenței măsurilor care promovează siguranța în funcționare asupra eficienței economice este așa cum arată schema din fig. 2.13

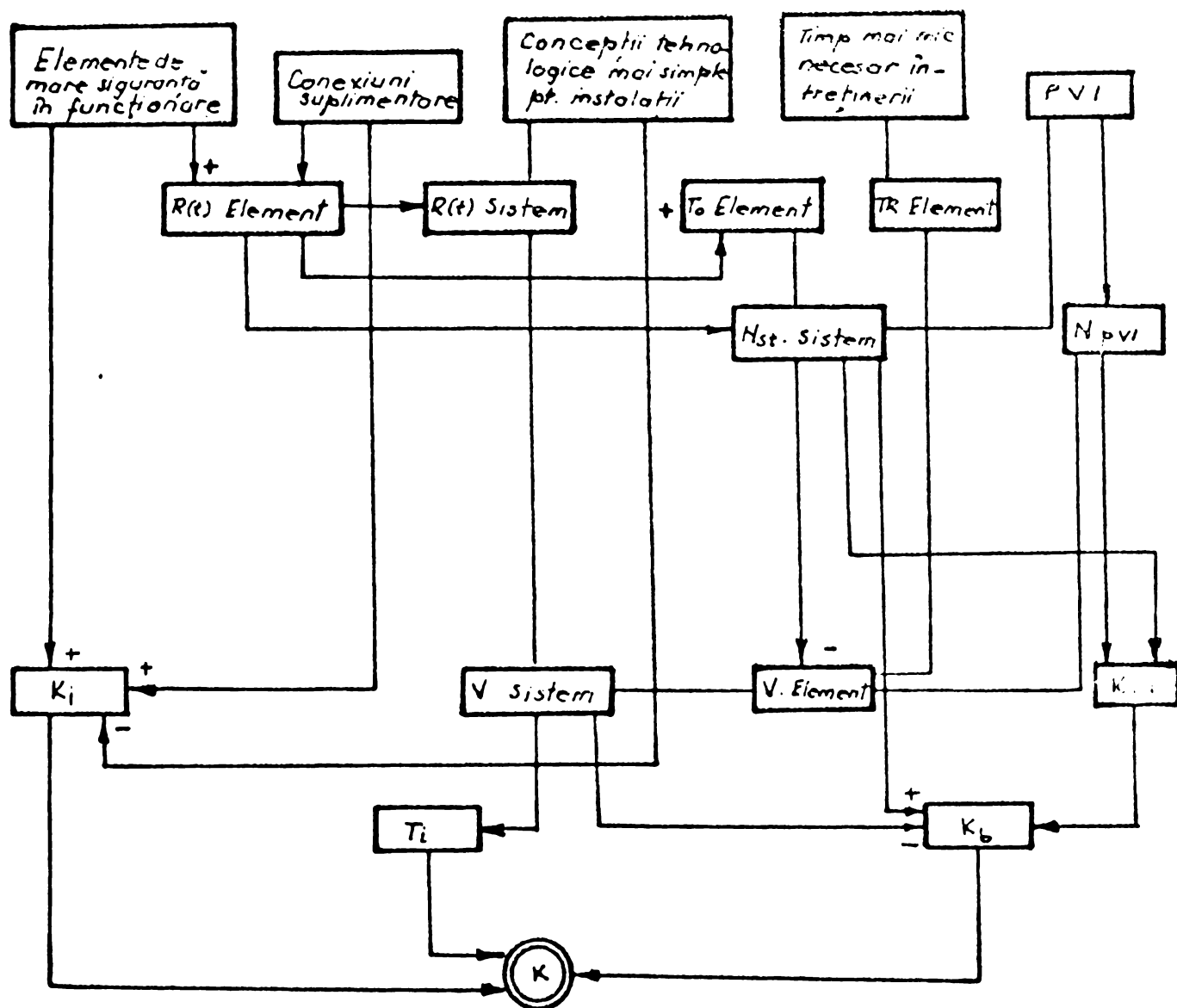


Fig. 2.13

Ansamblurile de utilaje respectiv agregatele sînt legate în general de cheltuieli de investiții mari. Cînd nu se dispune de alte date se admite că cheltuielile de investiții cresc invers proporționale cu diminuarea probabilității de deranjamente  $Q$ . Astfel de presupunere arată că creșterea cheltuielilor de investiții, în cazul unei creșteri egale de siguranță în funcționare este o creștere hiperbolică față de siguranța în funcționare de bază.

Deci se poate trage concluzia ca efectul maxim se obține cu minimul de cheltuieli de investiții care au o siguranță de bază relativ mică și a căror influență este esențială pentru siguranța generală de funcționare a fiecărui utilaj sau instalație.

### Optimizarea rațională a întreținerii preventiv planificate

Determinarea celei optime unei întrețineri preventiv planificate trebuie să dea următoarele indicații:

- a) Metode de întreținere ce trebuie aplicată și
- b) Ce interval de timp urmează să fie prevăzut pentru luarea unor măsuri de întreținere în cazul unei strategii de întreținere alese.

Prin strategie de întreținere înțelegând ritmul în timp al lucrării de întreținere planificate (de exemplu strict periodic în funcție de durata de funcționare de la ultima lucrare de întreținere) cât și aprofundarea lucrărilor de întreținere, de la control la reparația generală.

La stabilirea metodei de optimizare se ține seama de:

$N_{ST}$  - Număr de deranjamente pe an

$N_{PVI}$  - Număr de lucrări de întreținere preventivă planificată

$K_S$  - Cheltuieli medii pentru deranjamente inclusiv succesiunea deranjamentelor

$$K_{IH} = N_{ST} \cdot K_S + N_{PVI} \cdot K_{PVI}$$

Numărul de deranjamente ale elementului verificat pe an  $N_{ST}$  depinde de funcția probabilității de deranjamente  $Q(t)$ , de strategia de întreținere aleasă și de intervalul de timp destinat pentru viitoarea lucrare de întreținere  $T_p$ . Această dependență poate fi stabilită matematic cu ajutorul teoriei siguranței în funcționare respectiv a teoriei de recondiționare.

Rezolvarea problemei privind aplicarea sistemului de întreținere prin reducerea duratei de întrerupere a funcționării instalațiilor și utilajelor, se poate face în două variante.

- întreținere corectivă sau CORMENT (adică COR = corectivă și MENT = mentenanță)
- întreținere preventivă sau PREMENT (adică PRE = preventiv)

Intreținerea corectivă cuprinde activitățile de remediere și de înlocuire a pieselor uzate sau deteriorate, operații care se efectuează cu ocazia căderii pieselor sau cu ocazia activității de revizie și de reparare.

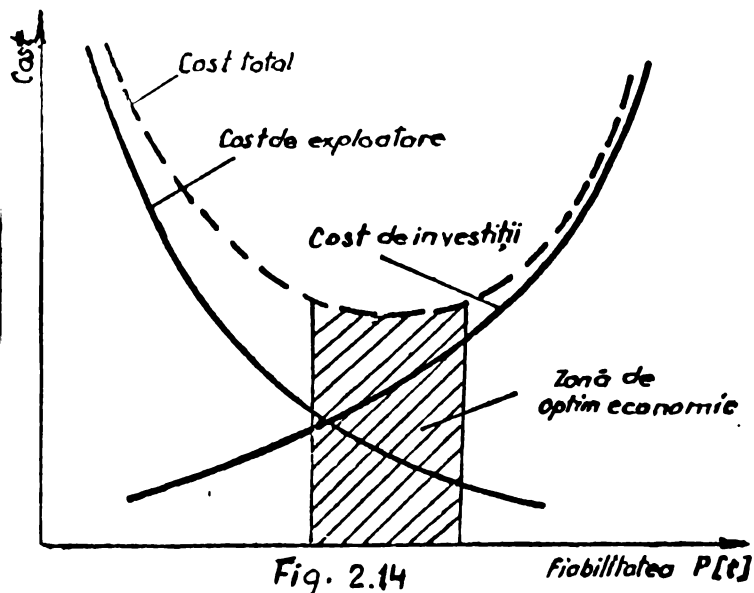
Intreținerea preventivă cuprinde activitățile destinate opririi și remedierii uzurilor, menținerii instalației sau a utilajului în bună stare de funcționare, cu scopul de a evita întreruperile accidentale.

Experiența practică a demonstrat că în activitatea de elaborare a instrucțiunilor de întreținere a unui utilaj sau instalație, soluția optimă cuprinde ambele tipuri de întreținere.

Problema ce rămâne de rezolvat este de a stabili cu precizie proporția dintre cele două sisteme plecând de la parametri de bază, definitoriu fiind în acest caz- DISPONIBILITATEA.

Grafic raportul între cheltuielile aferente întreținerii și disponibilitatea utilajului se prezintă ca în fig.2.14 /64/

Din studiul graficului se observă că la creșterea activităților PREMENT și deci prin majorarea cheltuielilor aferente acestora se reduc cheltuielile CROMENT, precum și cele indirecte provocate de pierderile de producție generate de întreruperi.



Se mai remarcă pe grafic o situație teoretică cu disponibilitatea de 100 %, dar la care cuantumul cheltuielilor PREMENT sînt extrem de mari.

Rentabilizarea sistemului conduce la alegerea unei situații cu o disponibilitate mai mică, dar la care cheltuielile au o valoare minimă, valoarea rezultată fiind disponibilitatea utilajului.

Rezultă deci că disponibilitatea trebuie să aibe o valoare acceptabilă ridicată, iar în cazul în care nu se realizează acest lucru întregul sistem trebuie reanalizat pe baza unei concepții noi (tehnologie și materiale noi, etc.)

Nerezolvarea problemei în acest mod va conduce la costuri ridicate în exploatarea instalațiilor sau utilajelor ceea ce se va răsfrînge în mod direct asupra costului produsului realizat în instalația sau utilajul dat.

### 2.13. ANALIZA SI CLASIFICAREA DEFECTIUNILOR

Importanța unei analize organizate a defecțiunilor a fost arătată de fondatorii acestei discipline Robert Lusser și Leslie Ball în anul 1954, care au menționat beneficiile aduse în urma analizei produselor defectate.

Analiza defecțiunilor se poate face: la fața locului sau în laboratoare specializate.

Analiza la fața locului se face întotdeauna când produsul nu poate fi transportat și este reparat la locul de defectare.

Analiza în laboratoare specializate permite aproape în totalitatea cazurilor o determinare exactă a cauzei defecțiunii fiind mijlocul cel mai eficient pentru cunoașterea modului de acțiune pentru creșterea fiabilității.

Pentru analiză este important ca împreună cu reperul (produsul) defect laboratorul să primească un raport complet asupra modului cum s-a produs defecțiunea, împreună cu toate detaliile necesare. Analiza se va încheia cu un raport cât mai complet, care să conțină rezultatele fiecărei investigații precum și procedeele de încercare aplicate. /63/

Caracterul aleator al defecțiunilor care apar din cauza uzurii se datorează necunoașterii modului de variație a parametrului elementelor din sistemul studiat.

Alegerea corectă a parametrului determinat în raport cu care se poate aprecia apropierea de o defecțiune prezintă o mare importanță.

De cunoașterea acestui parametru și a dependenței valorilor lui, de caracteristicile de rezistență se poate prevedea momentele apariției defecțiunilor în efectuarea controlului preventiv.

Particularitățile principale ale proceselor aleatoare de variație a parametrilor determinați ai elementelor rezultă din faptul că acești parametri sînt supuși modificărilor reversibile și ireversibile.

Modificările reversibile sînt de scurtă durată și se datorează variației condițiilor externe, motiv pentru care există posibilitatea ca încă din faza de proiectare a elementelor să fie prevăzute aceste modificări.

Modificările ireversibile sînt de lungă durată și apar ca rezultat al uzurii, îmbătrînirii sau dereglării elementelor sau sistemelor, aceste modificări reprezentînd procese aleatoare

nestaționare numite și procese de uzură constituind cauza principală a apariției defecțiunilor. Reprezentarea variației parametrului determinat al unui element în funcție de timpul de exploatare cu luare în considerare a procesului de uzură se arată în fig. 2.15 / 34 /

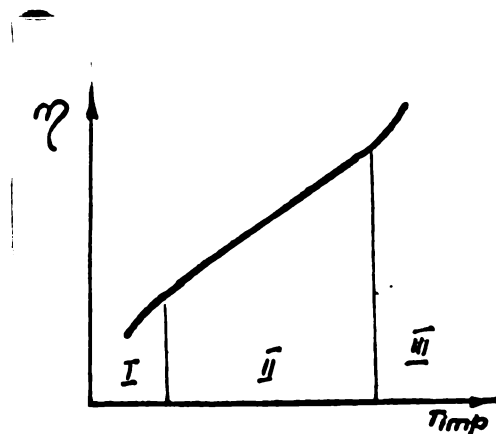


Fig. 2.15

Perioada I este cea de rodaj sau de tinerețe unde sub acțiunea factorilor externi elementul suferă modificări, ca rezultat al adoptării acestuia la condiții de

exploatare. La sfârșitul perioadei de rodaj viteza de uzură devine constantă urmînd faza II numită perioada principală de funcționare în care viteza de uzură se păstrează aproximativ constantă.

Faza III-a reprezintă perioada de bătrînețe

cazul apariției defecțiunilor sînt în creștere ca număr, fapt pentru care elementele sînt proiectate și executate astfel încît această perioadă de uzură înaintată să nu fie atinsă în cursul exploatării.

Cele menționate justifică interpretarea proceselor de uzură ca procese aleatoare liniare, a elementelor și sistemelor.

Procesul liniar de uzură este ilustrat prin relația:  $H(t) = B + BCt$

unde: A și B sînt valori aleatoare liniare care ajută la descrierea particularităților principale ale proceselor de uzură pe baza unui număr restrîns de date experimentale.

La analiza elementelor unui sistem apare ca foarte important definirea defecțiunilor, aceasta depinzînd etî de siguranța în funcționare cît și aprecierea prejudiciilor provocate de defecțiune. Tabelul 2.3 reda în rezumat principalele forme de manifestare a defecțiunilor.

## 2.14 CLASIFICAREA DEFECTIUNILOR

In tabelul 2.3 se prezintă principalele forme de manifestare a defectului./55, 56/

TABELUL 2.3.

Criteriau	Defecțiune	Manifestare	Exemplu
Durata defecțiunii	Temporară	Caracter temporar (uneori se remediază fără intervenția omului)	Dispariția imaginii pe ecranul televizorului în cazul variației tensiunii de alimentare.
	Intermitentă	Defecțiune temporară repetată	Defectarea televizorului datorită ruperii unuia din filamentele tuburilor
	Stabilă (definitivă)	Caracter permanent (remediarea necesită reparație).	
Legăturile dintre defecțiuni	Primară (independentă)	Apar din orice motiv în afară de acțiunea unei alte defecțiuni	
	Secundară (dependentă)	Apar ca rezultat al altor defecțiuni.	Străpungerea condensatorului într-un radio-receptor poate atrage arderea rezistenței
Ușurința de detectare	Evidență		
	Ascunsă		
Caracterul apariției	Bruscă	Modificarea practic instantanee a caracteristicilor.	Spargerea tubului unei lămpi
	Treaptă (de uzură)	Inrăutățirea lentă a calității componentelor.	Uzura unui legar; carbonizarea izolației electrice
	Parțială	Ieșirea din clasa de precizie (calitate) sau realizarea parțială a funcțiilor	Ieșirea valorii rezistenței în afara toleranței admise.
Capacitatea de funcționare	Totală	Ieșirea din funcțiune completă	Înteruperea sau scurtcircuitarea unei rezistențe
	Deranjamente	Nu împiedică exploatarea normală a sistemului.	Deteriorări ale pieselor de fixare acoperirilor decorative, arderea unei lămpi de iluminat, etc.

### CAPITOLUL III

#### 3.1 ORIENTARI PRIVIND ORGANIZAREA LUCRĂRILOR DE REPARAȚII

In condițiile dezvoltării impetuoase al echipării tehnice al întreprinderilor industriale introducerea unor mașini și mecanisme noi, impun o preocupare permanentă pentru perfecționarea lucrărilor de întreținere și reparație al utilajelor în vederea creșterii eficienței în procesul de producție /52/

Această cerință se justifică prin faptul că pe durata reparațiilor utilajele ne fiind folosite micșorează volumul producției.

Se poate spune că în fiecare uzină există rezerve pentru reducerea prețului de cost și a ciclului lucrărilor de reparație. Așa dar apare ca necesar organizarea la fiecare uzină a unor ateliere specializate pentru repararea pieselor și subansamblelor prin metode tehnologice progresive.

In vederea creșterii productivității muncii la lucrările de reparații este necesară generalizarea experiențelor tehnologice avansate în: proiectare, execuție și exploatare.

Durata ciclurilor de reparații este determinată în mare măsură nu numai de perfecționarea bazei tehnico-materiale și tehnologice ale uzinelor dar și de nivelul organizării producției și a muncii.

Pe linia organizării serviciilor de reparație specifice industriei siderurgice trebuie ca secțiile mecano-energetice să execute reparații pe utilaje nestandardizate fapt pentru care duc uneori să nu fie asigurate la timp piesele de schimb necesare, apărând ca strict necesitatea asigurării lor într-un mod centralizat.

In condițiile organizării producției centralizate de piese de schimb reiese ca condiție importantă și hotărâtoare efectuarea la timp și de bună calitate a lucrărilor de reparații a utilajelor și instalațiilor siderurgice/50/

Problemă majoră o constituie acțiunea de culegere a datelor de siguranță în funcționare din exploatare, unde în unele situații, personalul tehnic și de întreținere care exploatează instalațiile și utilajele neglijează uneori urmărirea și ținerea evidenței defectiunilor care apar.



Ocupați cu înlăturarea și repunerea utilajului în funcțiune, înregistrarea unor date exacte cu privire la defecțiuni este de multe ori neglijată.

Deosebit de important este ca tehnicienii care culeg datele să fie instruiți temeinic în legătură cu cauzele posibile de apariție a defecțiunilor numai în acest fel se va putea obține o imagine adevărată a siguranței în funcționare a instalațiilor și utilajelor.

#### Activitatea de reparații, tipuri de intervenții

În vederea asigurării funcționării instalațiilor și utilajelor o perioadă cât mai îndelungată în direcția diminuării influenței negative a factorilor care provoacă uzura rapidă a pieselor și subansamblelor, Combinatul Siderurgic Reșița aplică în mod sistematic un program de măsuri tehnico-organizatorice denumite în mod curent lucrări de întreținere.

Din categoria acestora cele mai importante sînt ungerea suprafețelor de lucru a organelor de mașini în mișcare, reglarea jocurilor care condiționează funcționarea, fixarea elementelor de prindere și rigidizarea instalațiilor, înlăturarea unor defecțiuni apărute precum și lucrările de curățire și revopsire a echipamentelor pentru înlăturarea depunerilor care afectează buna funcționare a acestora.

Reparațiile de regulă constau în lucrări de demontare a utilajelor în vederea recondiționării sau înlocuirii pieselor uzate sau deteriorate, precum și a operațiilor de reglare în vederea punerii în funcțiune / 26; 48/

În afara celor două tipuri de intervenții - întrețineri și reparații, Direcția Mecano-Energetică prin compartimentul Serviciului Mecano-Energetic execută în cele mai multe cazuri și lucrări de modernizare, precum și operații de demontare și reamplasare a unor instalații în vederea organizării mai eficiente a producției. Pentru întreținere se folosesc mai multe metode de întreținere:

#### a) Sistemul de reparații la avarierea utilajelor

Acest sistem constă în înlocuirea pieselor sau subansamblelor avariate fără să se facă o analiză detaliată a cauzelor care au produs căderea, iar înlocuirea acestor elemente este de scurtă durată fără repercurșiuni asupra procesului de producție.

#### b) Sistemul de reparații cu planificare rigidă

Sistemul prevede înlocuirea pieselor și subansamblelor la termene fixe indicate de furnizorul utilajului chiar

dacă revizia tehnică nu indică atingerea uzurii limită. Acest sistem se aplică la agregatele și instalațiile la care opririle accidentale provoacă pagube și victime omenești.

c) Sistemul de reparații pe bază de constatări

Urmărește înlocuirea pieselor și subansamblelor înaintea defectării lor pe baza verificărilor efectuate cu prilejul reviziilor tehnice prealabile.

Principalul dezavantaj al acestui sistem constă în faptul că intervalul relativ restrâns între momentul constatări și cel necesar înlocuirii pieselor uzate nu permit o pregătire corespunzătoare a reparațiilor utilajelor și instalațiilor.

d) Sistemul de reparații preventiv planificate

Este o combinație între sistemul de reparații pe bază de constatări și sistemul de reparații cu planificare rigidă. Mijlocul de bază intră în reparații în mod planificat pe baza constatării făcute dinainte. Cu această ocazie se poate stabili data când utilajul respectiv intră în reparație la termenul planificat, sau mai poate funcționa în continuare urmînd ca după timpul stabilit să se efectueze aceeași intervenție.

Pe baza variației uzurilor funcție de timp și pe baza limitelor admise pentru fiecare organ, piesa sau element în parte se determină duratele de funcționare corespunzătoare între două reparații.

Duratele de funcționare sînt folosite pentru stabilirea structurii ciclurilor de reparații adică: pe de o parte pentru stabilirea termenului la care mijlocul de bază va fi scos din funcțiune pentru reparații și pe de altă parte pentru determinarea volumului de lucrări care să se execute în timpul și cu ocazia reparației.

### 3.2. GENERALITATI PRIVIND NORMATIVELE TEHNICE DE INTRETINERE SI REPARATII

Să cunoaște că pentru asigurarea utilizării raționale a tuturor fondurilor fixe existente în întreprinderile și organizațiile economice de stat din toate ramurile economiei naționale, ministerele au avut ca sarcină prin HCM Nr.260/1967 ca printr-o determinare judicioasă a ciclului și costului reparației elaborarea de „Normative tehnice de întreținere și reparații la mașini și instalații”.

Conform ultimului normativ elaborat de MM în anul 1974 este adoptată următoarea clasificare a mijloacelor fixe,

care se prezintă ca în tabelul 3.1

TABELUL 3.1

Nr. crt.	Denumirea operației	Simbol	când se executează	scopul efectuării
1.	Revizia tehnică	RT	Se execută de regulă înainte de reparatiilor de gradul I și II	Pentru a determina starea tehnică a utilajului, operațiile principale urmând a se efectua cu ocazia reparațiilor
2.	Reparații curente de gradul I și gradul II	RC <sub>1</sub> și RC <sub>2</sub>	Se execută periodic în mod planificat iar în funcție de mărimea intervalului de timp de funcționare între două reparații, de importanța lucrărilor și valoarea pieselor și subansamblelor reparate, recondiționate, reparațiile curente pot fi de:  - gradul I, RC <sub>1</sub> - gradul II, RC <sub>2</sub>	Înlăturarea uzurilor fizice sau a unor deteriorări prin reparare, recondiționare sau înlocuirea de piese componente utilajelor și instalațiilor opri-
3.	Reparație capitală	RK	Se execută în mod planificat după expirarea ciclului de funcționare prevăzut în normativ. Se execută lucrări de montare parțială sau înlocuirea parțială sau totală a unor piese uzate care nu mai pot funcționa în condiții de siguranță	Se execută în scopul menținerii caracteristicilor tehnice funcționale inițiale pt. a se asigura realizarea duratei de serviciu

În cadrul RK se execută lucrări de demontări, recondiționări, înlocuiri, remontarea mijlocului de bază, încheietă cu vopsirea suprafețelor exterioare.

Elementele prezentate în normativul de întreținere tehnică și reparații sînt:

- Codul de clasificare și denumirea grupei, subgrupei și a timpului.

- Durata de serviciu normată în ani

- Nr. de schimburi

- Ciclul de reparații și intervalul dintre intervențiile pentru Rt, Rc<sub>1</sub>, Rc<sub>2</sub>, RK (în ore de funcționare).

- Numărul intervențiilor Rt, Rc<sub>1</sub>, Rc<sub>2</sub>, RK,

într-un ciclu de reparație.

- Numărul de RK ce se pot executa în timpul duratei de serviciu normată.

- Timpul de staționare în reparații (zile lucrătoare) pentru  $R_t$ ,  $RC_1$ ,  $RC_2$ ,  $RK$ .

- Cota anuală  $R_t$  și  $R_c$  (în % din valoarea de înlocuire) global sau separat pentru fiecare intervenție.

- Costul unei RK (în % din valoarea de inventar)

În concluzie normativele de reparație sînt folosite în întreprinderile siderurgice pentru a justifica forului tutelar planurile anuale de cheltuieli, indicii de disponibilitate și agregatelor și necesarul de forță de muncă.

### 3.3. INFLUENȚA REPARATIILOR ASUPRA FIABILITĂȚII INSTALAȚIILOR ÎN FUNCȚIONARE

#### ~~FIABILITATE-MENTENABILITATE-DISPONIBILITATE~~

În măsura cunoașterii fiabilității utilajelor respectiv a pieselor și subansamblelor componente, se pot stabili în mod științific parametrii sistemului de reparații, respectiv frecvența reviziilor tehnice volumul și durata intervențiilor necesare.

Mentenanța reprezintă ansamblul lucrărilor de întreținere revizii și reparații care au scopul de a înlătura defecțiunile unor piese și subansamble prin reducerea întregii instalații în starea de funcționare.

Mentenabilitatea depinde în primul rînd de felul în care proiectanții au prevăzut accesul la piesele care se defectează precum și de organizarea cum este făcută privind funcționarea compartimentului de întreținere și calificarea personalului folosit.  
/ 15; 67/

Din caracteristică curbei în legătură cu intensitatea căderilor  $\lambda$  (t) prezentat în capitolul II fig.2.7, se pot observa pentru fiecare perioadă distinctă lucrările specifice de reparații necesare.

În perioada inițială de funcționare predomină lucrările de reparații cu caracter corectiv aceasta presupunînd corectarea și ameliorarea sistematică a utilajului în vederea asigurării randamentului cantitativ și calitativ preconizat a parametrilor optimi de lucru.

Măsurile de corectare întreprinse trebuie să fie rezultatul unor analize metodice asupra cauzelor care le provoacă.

Defectele premature, care se caracterizează printr-o viteză de defectare descrescîndă funcție de timp nu pot fi tratate preventiv.

Așa cum rezultă din fig.3.1 în asemenea cazuri măsurile preventive ar spori totdeauna viteza de defectare față de starea din acel moment.

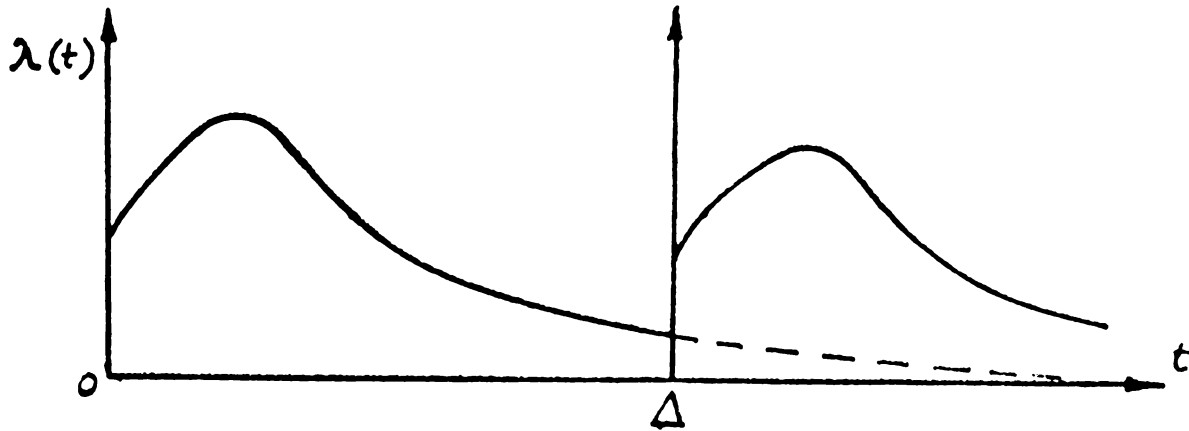


Fig.3.1 Modificarea fiabilității prin executarea reparațiilor la agregate cu caracteristica  $\lambda(t)$  descrescătoare.

Defectele întâmplătoare de asemenea nu trebuie tratate preventiv prin înlocuiri parțiale având în vedere că fiecare înlocuire atrage după sine riscul sporit de defectare prematură./29/

În fig. 3.2, se arată că zone în care piesele și subansamblele sînt caracterizate printr-o viteză de defectare crescătoare, înlocuirea preventivă a pieselor uzate și readucerea lor la fiabilitate inițială este eficientă.

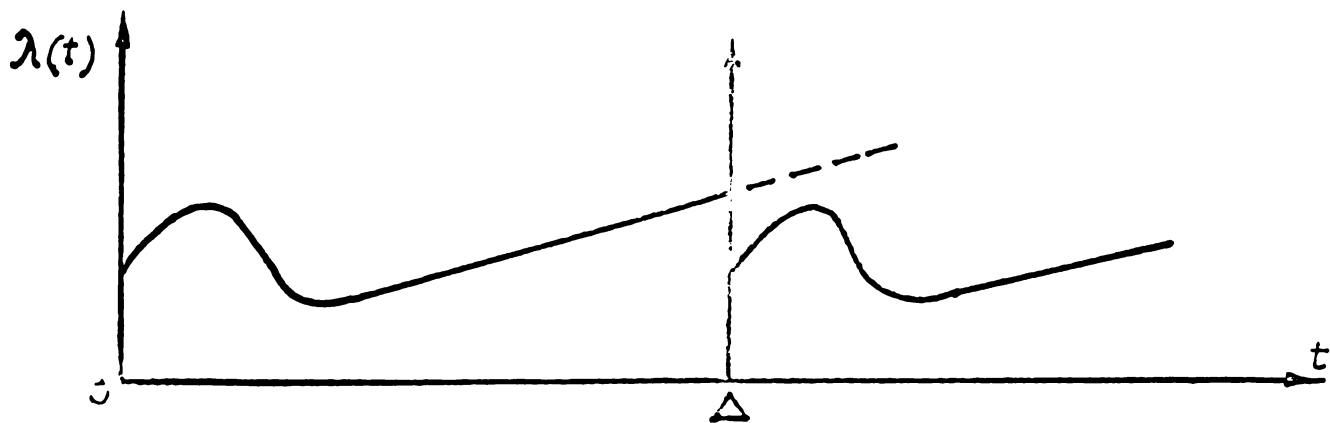


Fig.3.2 Modificarea fiabilității prin executarea reparațiilor la agregate cu caracteristica  $\lambda(t)$  crescătoare.

În practică, lucrările de întreținere și reparații ce se execută periodic nu pot aduce utilajele în întregime la starea lor inițială, deoarece aceasta ar însemna înlăturarea tuturor uzurilor și a fenomenelor de îmbătrânire ceea ce nu se justifică din punct de vedere economic.

Evoluția în timp a fiabilității echipamentelor reparate este ilustrată în fig.3.3 pentru cazul  $\lambda$  crescător.

Se observă că deși după fiecare reparație curba fiabilității își recapătă forma inițială, nivelul de cuprindere al acesteia este tot mai redus.

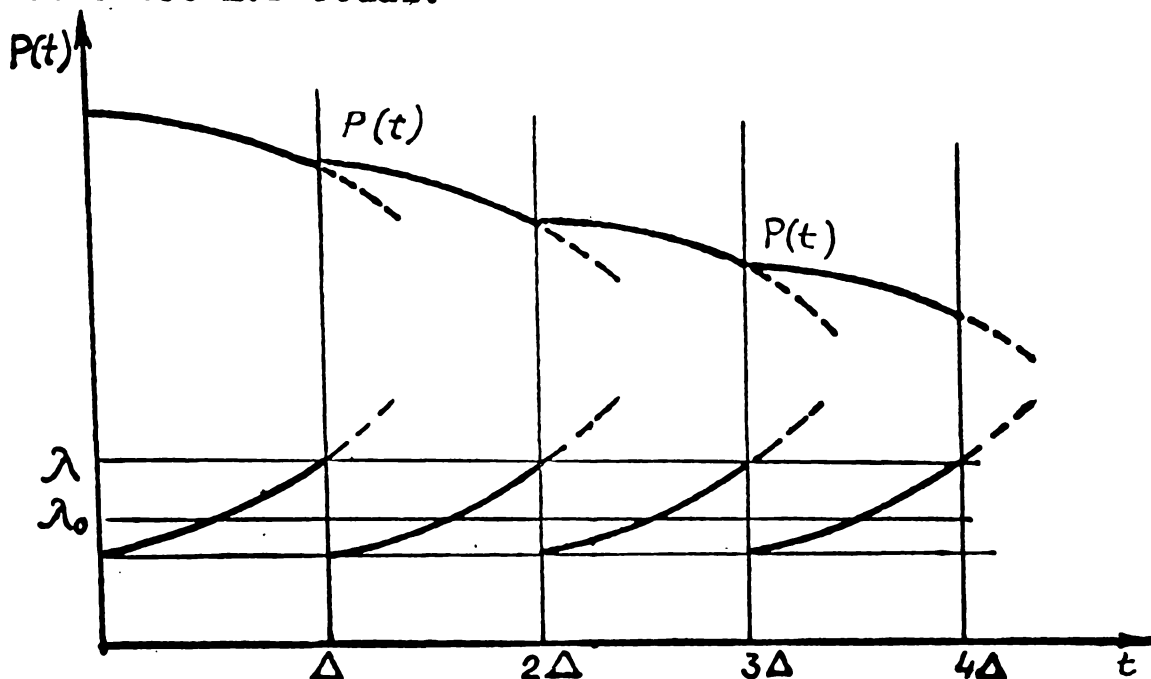


Fig.3.3 Evoluția fiabilității prin repararea sistematică a unui agregat cu  $\lambda(t)$  crescător.

La elaborarea programului de reparații trebuie să țină seama de durata optimă de exploatare a instalațiilor avînd în vedere uzura fizică și morală a acestora, precum și economicitatea înlăturării lor prin lucrări de mentenanță și modernizare.

Metoda cea mai des utilizată pentru determinarea grafică a duratei optime de exploatare a utilajelor este reprezentată în fig.3.4

Din diagramă rezultă o reducere a costurilor pentru reparații prin luarea unor măsuri de prevenire a defectiunilor astfel că rezultă o reducere a costurilor totale deplasînd valoarea maximă către dreapta mărind durata optimă de întreținere și îmbunătățind economicitatea totală.

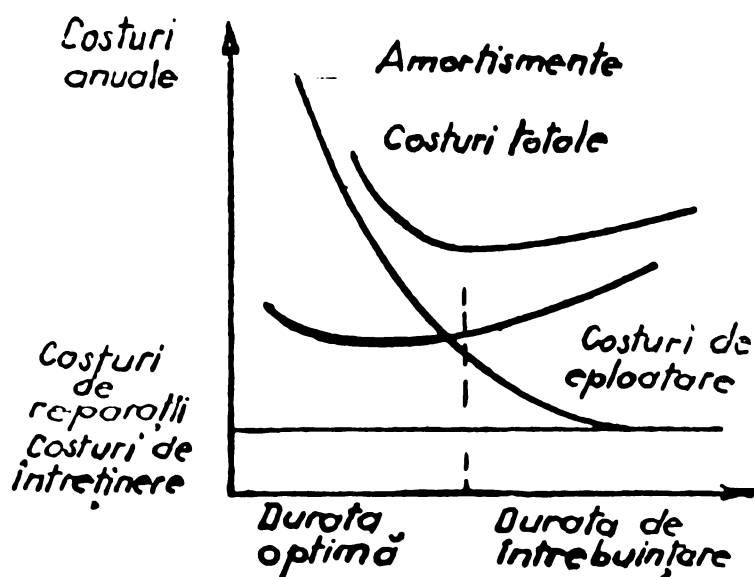


Fig. 3.4

## CAPITOLUL IV

### 4.1. SCHEMA CONSTRUCTIVA A APARATULUI DE INCARCARE A FURNALULUI

In vederea studiului asupra comportării aparatului de încărcare a furnalului se prezintă succint principalele părți componente și funcționalitatea acestora.

Aparatul de încărcare este un ansamblu de utilaje care asigură introducerea încărcăturii în furnal și realizează distribuirea materialelor în scopul dirijării circulației gazelor, efectuând închiderea etanșă a gurii furnalului, permițând evacuarea gazelor cu menținerea constantă a presiunii.

In figura 4.1 este reprezentat aparatul de încărcare de construcție clasică adoptat la majoritatea furnalelor din țară./64/

Instalația propriuzisă constă dintr-un sistem de închidere dublu (cu două conuri care se deplasează pe verticală și două pîlnii fixe) și un distribuitor rotativ cu rotire continuă (15...20 rot/min.)

Distribuitorul rotativ asigură repartizarea uniformă a încărcăturii pe suprafața conului mic unde materialele cad din pîlnie de primire prin distribuitorul rotativ care le așează simetric față de verticală pe conul mic, apoi conul mic este coborît și materialele cad în spațiul dintre conuri așezându-se pe conul mare.

După ce s-a introdus în spațiul dintre conuri cantitatea necesară de minereu și cocs, conul mic fiind închis se coboară conul mare lăsînd să cadă materialele în furnal.

Distribuitorul rotativ este un subansamblu foarte important în funcționarea furnalului, din acest motiv, zilnic se controlează sistemul de ungere al angrenajelor, starea garniturilor de etanșare, a rolelor de sprijin precum și starea cămii de rulare a pîlniei.

In perioada de timp cît se introduc materialele în spațiul dintre conuri, prin manevrarea conului mic, spațiul dintre conuri este pus în legătură cu atmosfera prin deschiderea ventilatorului de aerisire. Înainte de deschiderea conului mare în spațiul dintre conuri se introduce gaz de furnal epurat sub presiune realizîndu-se o egalizare a presiunilor de o parte și de alta a conului mare, în acest mod este limitat pericolul de uzură accentuat a suprafețelor de contact dintre conul mare și pîlnie.

Pîlnia distribuitorului rotativ se protejează cu blindeaje din tablă de oțel manganos rezistent la uzură.

Suprafețele laterale ale conurilor (mare, mic) se încarcă cu un aliaj dur rezistent la uzură denumit sormait care protejează suprafețele de frecare provocate de mișcarea materialelor și de gazul de furnal.

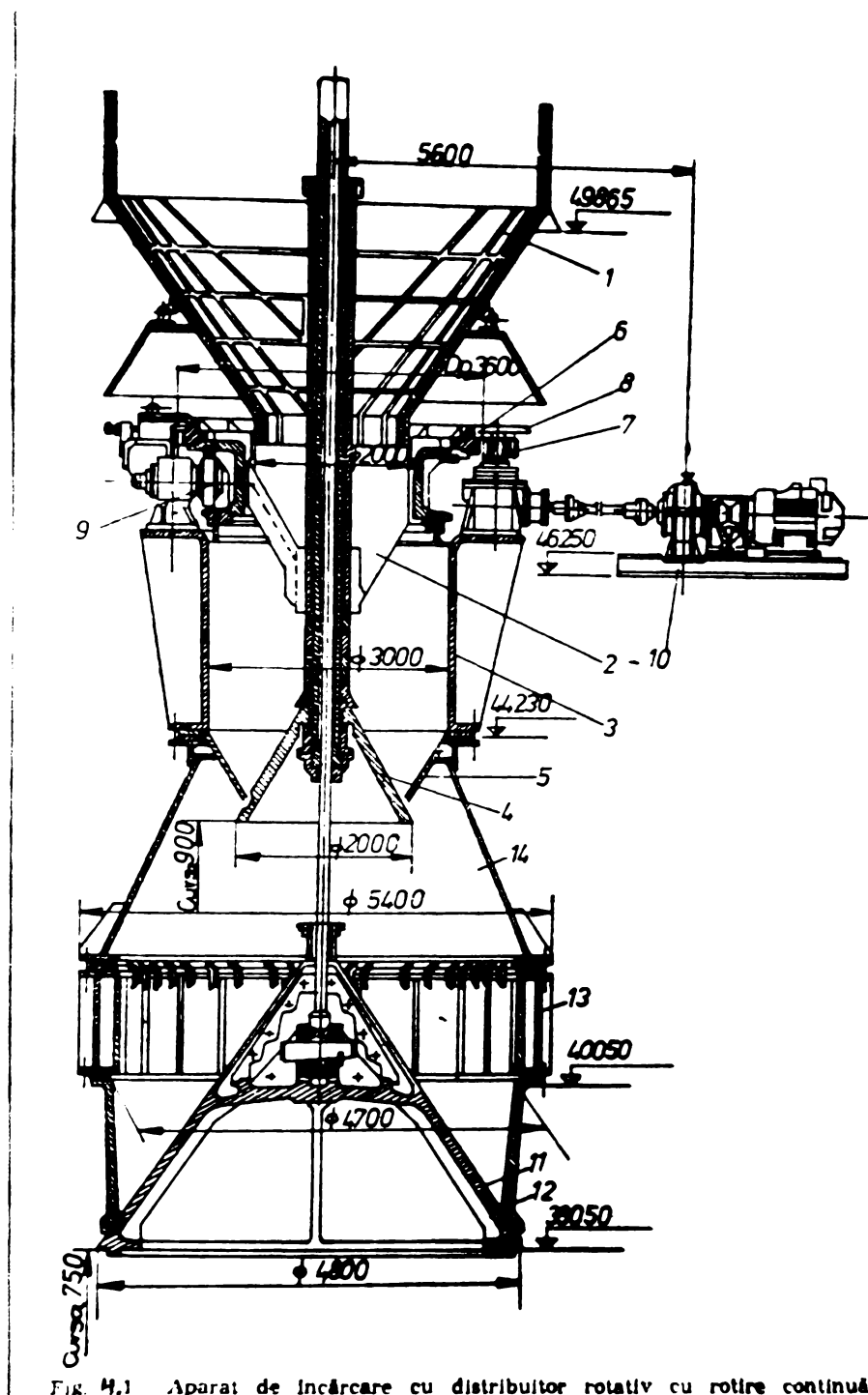


Fig. 4.1 Aparat de încărcare cu distribuitor rotativ cu rotire continuă.

Fig.4.1 Aparat de încărcare cu distribuitor rotativ cu rotire continuă  
 1 - pîlnie de primire; 2 - pîlnie rotativă; 3 - pîlnie cilindrică fixă; 4 - conul mic; 5 - pîlnie conului mic; 6 - coroană dințată; 7 - pinion pentru acționare; 8 - rolă pentru centrare; 9 - rolă de sprijin; 10 - dispozitiv de acționare; 11 - conul mare; 12 - pîlnie conului mare; 13 - corp cilindric; 14 - închizător.



Depunerea stratului de sormait se face prin sudură sau cu jet de plasmă în mai multe straturi pînă la grosimea de cca. 10 mm pe o lățime de 500-700 mm.

Tijele conurilor se execută din oțel forjat cu lungimea de cca 13 m. În fig.4.2 este prezentat felul în care are loc uzura tijeii de gazul de furnal care în circulația lui antrenează praf de minereu și cocs. Această uzură poate produce ruperea tijeii și căderea conului mare în furnal.

Defecțiuni mai frecvente ale aparatului de încărcare.

Aparatul de încărcare este o instalație supusă uzurii puternice datorită frecării materialului încărcat cît și a gazului cu presiune mare care scapă din interiorul furnalului. Principalele defecțiuni care apar în timpul exploatării furnalului, în cadrul aparatului de încărcare au loc defecțiunile menționate în tabelul 4.1

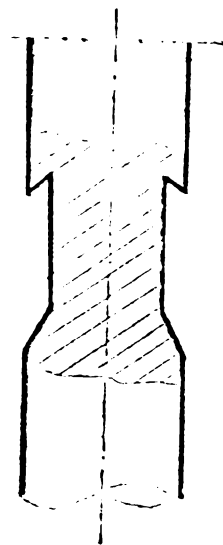


Fig 4.2

Pentru asigurarea funcționării aparatului de încărcare se impune ca în perioada de funcționare, să se efectueze unele lucrări printre care se amintesc:

- verificarea etanșării pentru evitarea scăpărilor de gaze
- controlul uzurii la piesele fixe și în mișcare de rotație
- verificarea instalației privind egalizarea presiunilor la conul mare și al alimentării cu abur în spațiul dintre conuri
- verificarea stării cablurilor (uzuri, alungiri) și a tamburelor de cablu.

Lucrările prement și croment pot fi executate după caz cu sau fără oprirea furnalului așa cum sînt cele menționate în tabelul 4.1.

La intervalul de 1,5 - 2 ani aparatului de încărcare i se înlocuiesc aproape toate piesele componente cu oprirea furnalului pe durata de timp cuprinsă între 72 și 80 ore.

În prezent după cum rezultă din evidența statistică pe perioada analizată de 10 ani (1969 -1978) termenele de intrare în reparație variază. Reviziile tehnice și întreținerea zilnică sînt efectuate urmărindu-se uzurile, înlocuindu-se piesele caracterizate prin opriri de scurtă durată, mergînd cu exploatarea furnalului pînă ce se constată că piesele cele mai importante su ajuns la starea de uzură care hotărăsc înlocuirea aparatului de încărcare.

Trebuie subliniat faptul că în această acțiune

de apreciere a scoaterii din uz a unor piese trebuie efectuate cu mare atenție pentru a nu duce la scăderea indicelui de utilizare al pieselor.

#### 4.2 PRINCIPALELE DEFECTIUNI ALE APARATULUI DE INCARCARE SI MODUL DE REMEDIERE

În tabelul 4.1 sînt prezentate principalele defecțiuni a pieselor din componența aparatului de încărcare care apar în cursul funcționării furnalului.

TABELUL 4.1

Nr. crt.	Defecțiunea	Modul de remediere	Ciclu de înlocuire
1.	Uzura garniturilor la distribuitorul rotativ	Se înlocuiesc cu oprirea furnalului	6 luni
2.	Uzura garniturilor la tijele conurilor	Se înlocuiesc oprind furnelul	3 luni
3.	Uzura clapelor atmosferice	Se înlocuiesc	1,5 ani
4.	Uzura clapelor eșapare	Se înlocuiesc	2 luni
5.	Uzura clapelor egalizare.	Se înlocuiesc	4 luni
6.	Uzura plăcilor de protecție la pîlnie	Se înlocuiesc	3-6 luni
7.	Uzura cablurilor de sonde	Se înlocuiesc	1-2 luni
8.	Tub de protecție	Se înlocuiesc	1 lună
9.	Uzura conului mare	Suprafața de etanșare se recondiționează prin refacerea stratului de sormit, iar străpunerile în con sînt reparate prin sudură cu plăci sau se înlocuiesc la RC2	1-2 ani
10.	Uzura conului mic	Dacă uzura nu este mare se remediază prin încărcare cu material dur în cazul că uzura este mare se înlocuiește.	6-10 luni
11.	Deteriorarea căii de rulare și a rozelor	Se repară dacă defecțiunea este locală sau se înlocuiesc.	12-18 luni
12.	Presetupe de etanșare	Se repară sau se înlocuiesc	1 lună

#### 4.3. SPECIFICAREA GENULUI DE LUCRARI PE TIPURI DE REPARATII EFECTUATE LA APARATUL DE INCARCARE AL FURNALULUI DE 700 mc.

In tabelul 4.2 sînt prezentate pe tipuri de reparații, operațiile care se execută în cadrul aparatului de încărcare după cum urmează:

TABELUL 4.2

Tipul reparației	Felul operației efectuate
RT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificarea tijei și etanșării conului mare și al închizătorului de gaze.</li> <li>- Verificarea etanșării clopotului mic, role laterale, role suport, inele de ghidare, cale de rulare, reductorul cu roți dințate cilindrice și cel cu roți dințate conice, reductorul de la comanda-șperat.</li> </ul>
RC <sub>1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repararea tijei prin sudură, a gurilor de vizitare de la închizătorul de gaze.</li> <li>- Se înlocuiește, cabluri la sonde, clape egalizare, organe de asamblare, presetupo pentru etanșare, clape eşapare atmosferice, role laterale, role suport cuplaje, fero-douri, inel de ghidare, rulmenți și eventual roți dințate, tub de protecție, lanțuri și cabluri.</li> </ul>
RC <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se înlocuiește: întreg ansamblul total s-au parțial conform constatării ce se face după demontare. Reparația de gradul II la furnal corespunde cu reparația capitală RK la aparatul de încărcare cu înlocuirea lui, reluîndu-se ciclul normal.</li> </ul>

#### 4.4. DETERMINAREA NUMARULUI DE REPARATII PE CICLU CONFORM NORMATIVULUI

Pe baza normativului tehnic ediția 1974 pentru repararea fondurilor fixe furnalul de 700 mc., are prevăzut pentru revizii tehnice și reparații următoarele cicluri menționate în tabelul 4.3.

TABELUL 4.3

	RT	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	RK
1. Ciclul de reparare în ore pe categorii de reparație următoarele valori.	740	3700	11100	55500
2. Timpuri de staționare pentru reparare în zile	0,3	1	4	80
3. Costul reparației în % din valoarea de înlocuire	0,5	2	20	60

A. La stabilirea numărului de reparații pe fiecare tip de reparații s-a făcut următorul calcul:

Revizii tehnice:  $740:24 = 31$  zile

Reparații generale de gradul I RC<sub>1</sub>:

$3700:740 = 5$  RT - a cincea se suprapune cu RC<sub>1</sub>

Reparații generale RC<sub>2</sub>:

$11100:3700 = 3$  RC<sub>1</sub> - durata de funcționare a lui RC<sub>1</sub> a 3-a se suprapune cu RC<sub>2</sub>

Reparații capitale:

$55500:11100 = 5$  RC<sub>2</sub> - durata de funcționare a lui RC<sub>2</sub> a 5-a se suprapune cu RK.

Determinarea algoritmului de calcul privind ciclurile de reparații.

Acet lucru s-a stabilit analitic și grafic după cum urmează:

- Grafic:

Ciclul rep. RC<sub>1</sub>:  $RC_1 = t_0 + t_{RT} + t_{DRT} + t_{RT} + t_{DRT} + t_{RT} + t_{DRT} + t_{RT} + t_{DRT} + t_{RT} + t_{DRT} + t_{DRC_1} =$   
 $RC_1 = 0 + 5 t_{RT} + 4 t_{DRT} + t_{DRC}$

Ciclu rep. RC<sub>2</sub>:  $RC_2 = 0 + 25 t_{RT} + 16 t_{DRT} + 2 t_{DRC_1} + t_{DRC_2}$

Ciclu rep. RK  $RK = 0 + 100 t_{RT} + 90 t_{DRT} + 10 t_{DRC_1} + 4 t_{DRC_2} + t_{DRK}$

Structura ciclului de reparații reprezintă-ordinea în care se succed diferitele feluri de reparații determinate având în vedere;

- a) Succesiunea reparațiilor să fie aleasă încît să cuprindă toate lucrările de reparații planificate.  
 b) Intervalul dintre reparații să nu fie prea scurt  
 Regimul de reparații se stabilește urmărindu-se următoarele:

- a) - durata ciclului de reparații  
 b) - durata între două reparații de tip  $RC_1$   
 c) - durata între două revizii tehnice (RT)

Calculul duratei de funcționare între două reparații

Aceasta se determină cu relația: /64/

$$t_F = \frac{T - (D_{RK} + C D_{RC} - n D_{RT})}{n + C + 1}$$

unde T - este durata ciclului de reparații în h

$D_{RK}, D_{RC}, D_{RT}$  - duratele reparațiilor (RK, RC și RT)

n, C - Numărul de revizii tehnice de reparații curente.

#### 4.5. Modul de investigare a fiabilității aparatului de încărcare în condiții de exploatare.

După cum s-a arătat în capitolul II, orice instalație sau utilaj este supus fenomenelor de uzură sau alte defecțiuni la evitarea cărora se impun intervenții pentru asigurarea funcționării în bune condițiuni.

Aceste operații sînt generatoare de cheltuieli care cresc pe măsura creșterii frecvenței acestora.

În vederea asigurării funcționării se impune studiul condițiilor pentru menținerea și îmbunătățirea fiecărei instalații sau utilaj.

În cazul aparatului de încărcare în direcția stabilirii fiabilității s-a căutat rezolvarea următoarelor probleme:

1. Determinarea indicilor de fiabilitate pe baza de date statistice,
2. Stabilirea consumului de piese ce urmează a fi înlocuite,
3. Prelucrarea datelor experimentale

4. Activitatea de exploatare pe baza programului de reparații.

5. Măsuri pentru ridicarea fiabilității aparatului de încărcare.

Considerând probabilitatea drept o proprietate a ansamblurilor mecanice lucrarea scoate în evidență cauzele care determină reducerea fiabilității pieselor și subansamblelor instalației studiate în capitolul II al lucrării.

Se constată drept cauze principale privind pierderea aptitudinii de funcționare a aparatului de încărcare următoarele:

- deteriorarea elementelor prin depășirea rezistenței admisibile, la solicitări statice și dinamice,
- deteriorarea elementelor constructive datorită uzurii și coroziunii.

Studiul elementelor constructive cu durata de viață scăzută afectate de uzură a fost făcută pe baza căderii pieselor în timpul exploatării inclusiv datele statistice privind efectuarea lucrărilor de întreținere și reparație.

Plecând de la aceste considerente s-a conceput modelul de cercetare conform Fig.4.3 privind determinarea fiabilității-mentenabilității și disponibilității aparatului de încărcare.

Datele statistice luate în calcul<sup>se</sup> referă la timpul de bună funcționare al furnselor scos din evidența lucrărilor de întreținere și reparație privind modul de efectuare al acestora conform Normativului republican.

Pe baza datelor obținute au fost trasate graficele din fig.4.4 și fig.4.5 care redau:

- evoluția numărului de opriri planificate și realizate și
- respectarea timpului de intrare în reparații al furnalului,

La stabilirea funcției de siguranță  $P(t)$  s-a folosit datele privind ieșirile din funcțiune a pieselor precum și înlocuirile acestora efectuate cu ocazia reviziilor tehnice, a reparațiilor de tip BC.1<sup>pina</sup> până la stingerea duratei limitei de uzură a pieselor care hotărăsc intrarea aparatului de încărcare în reparație generală de gradul II tip BC.2.

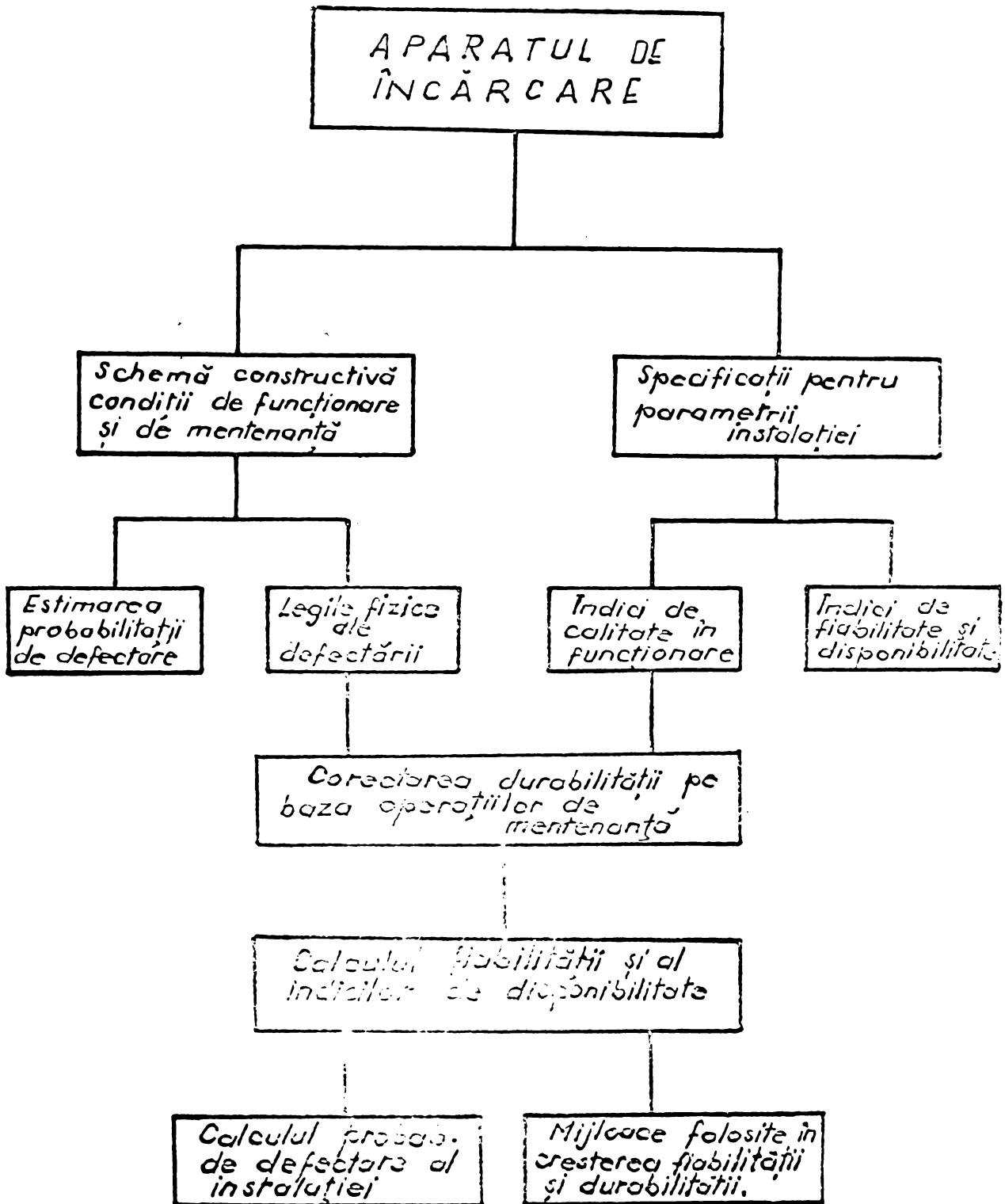


Fig.4.3

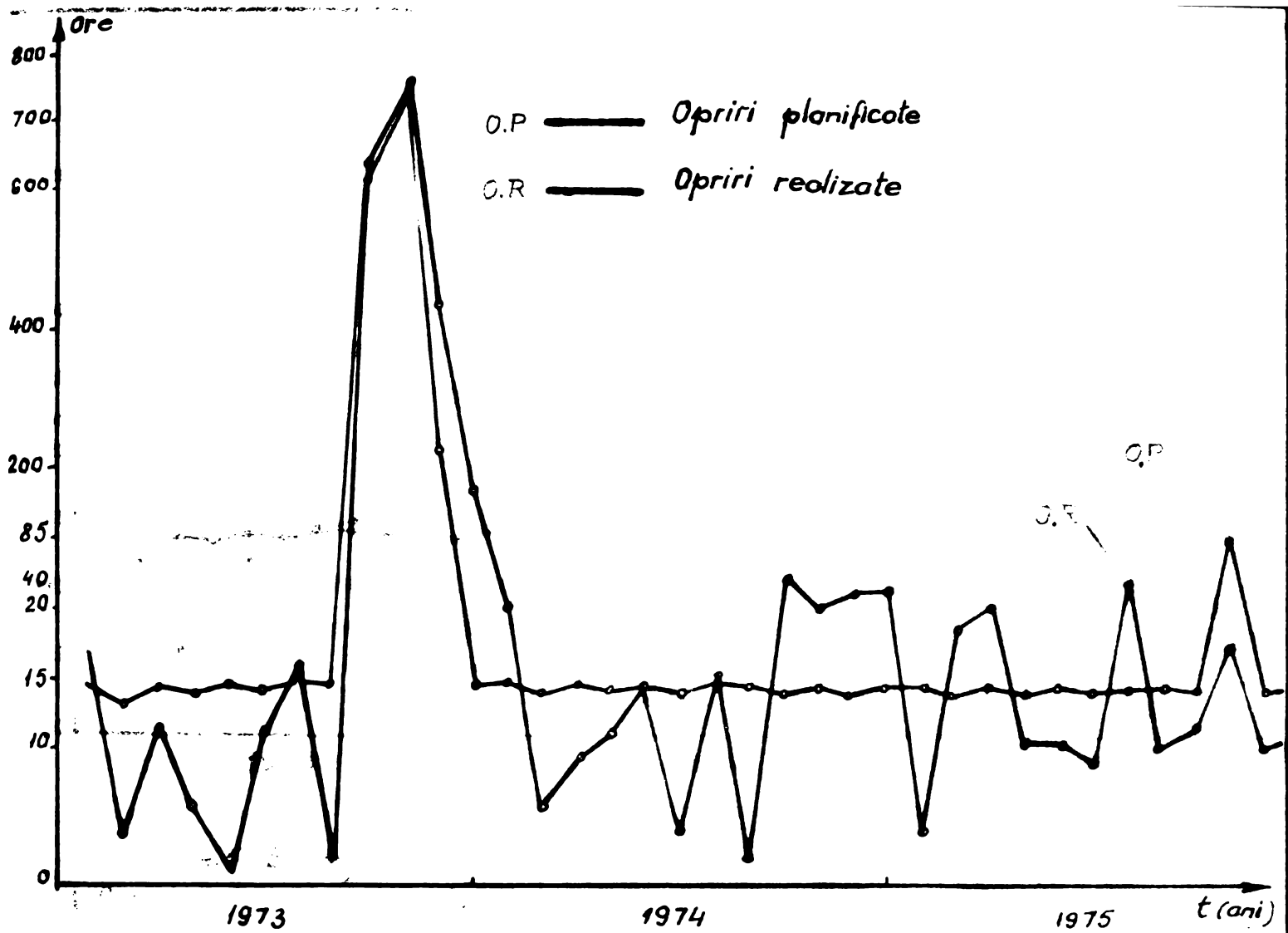
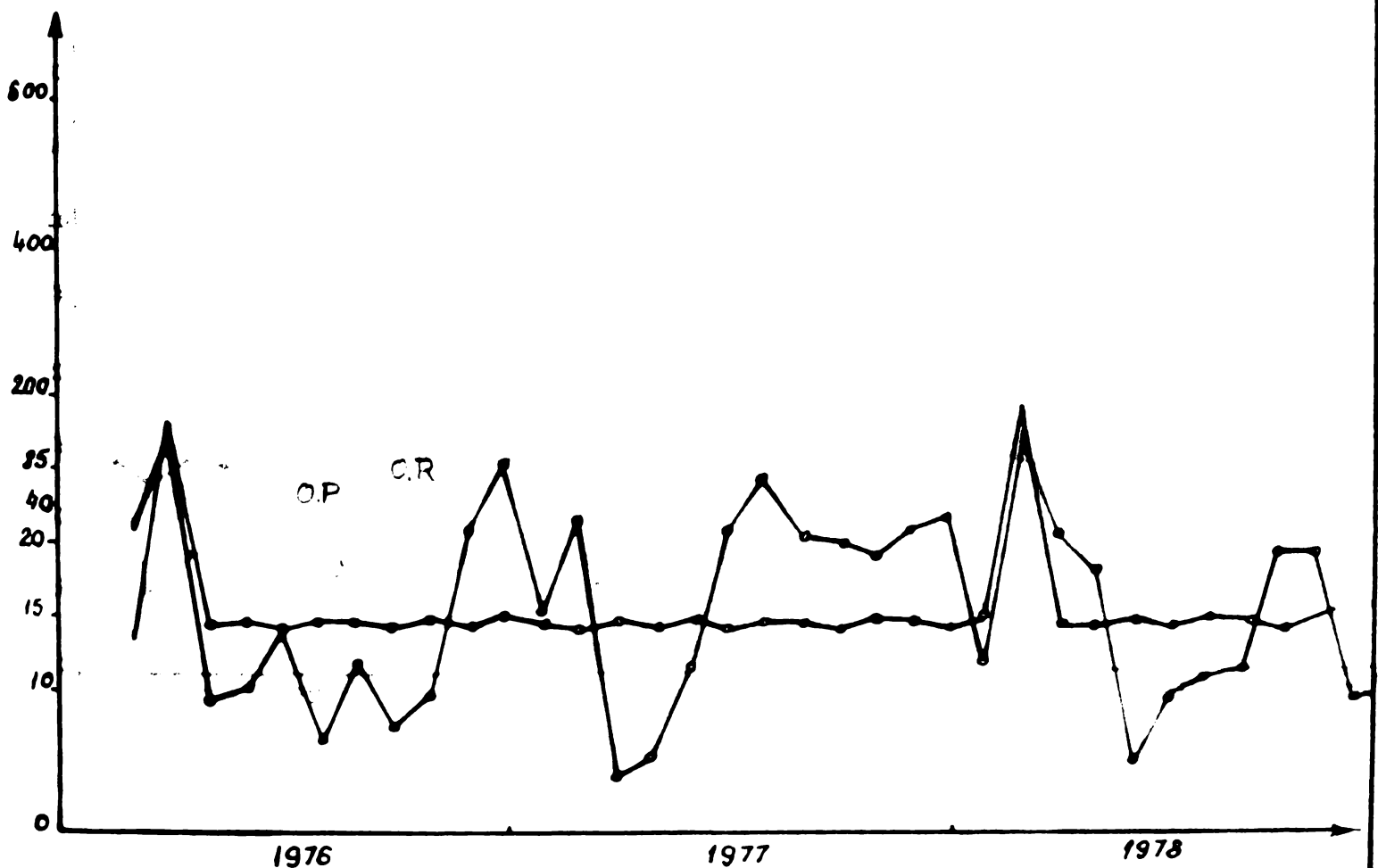


Fig.4.4 Evoluția numărului de opriri planificate și realizate pentru repararea furnolului Nr.1





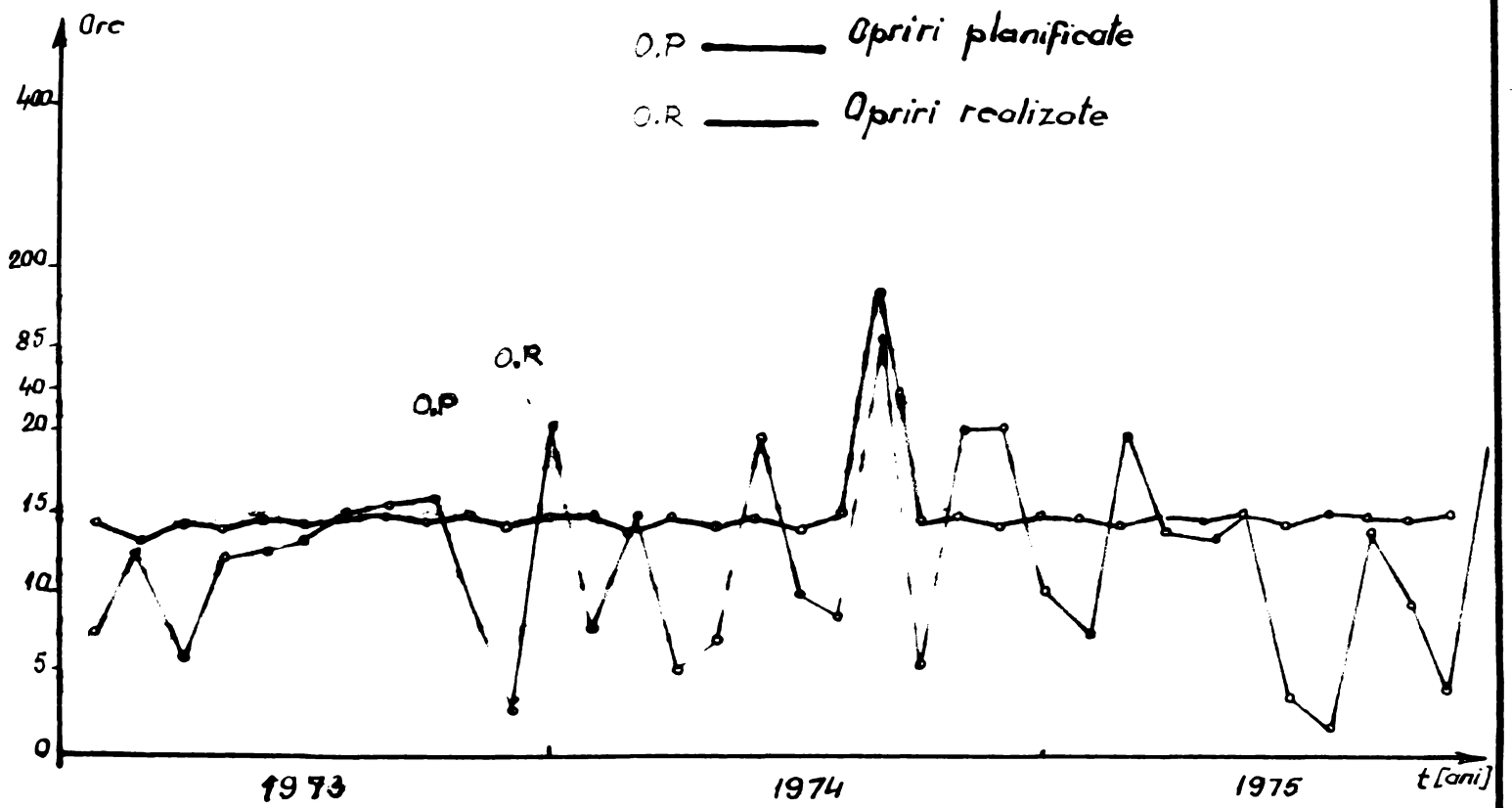
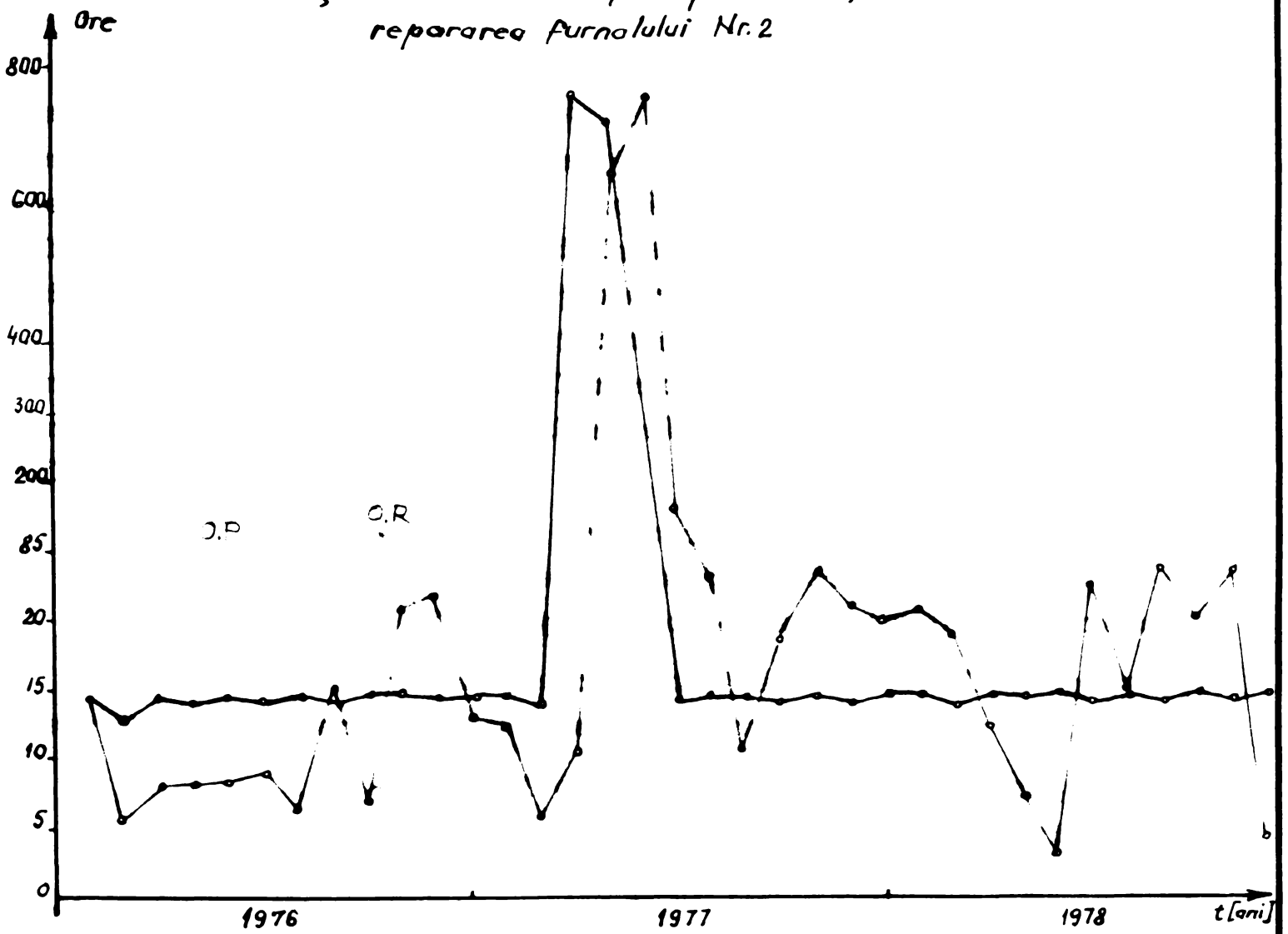


Fig.4.5 Evoluția numărului de opriri planificate și realizate la repararea furnolului Nr.2



#### 4.6. CERCETARI PRIVIND COMPORTAREA IN EXPLOATARE A APARATULUI DE INCARCARE DE LA FURNALUL Nr. 1 și Nr.2 de 700 mc.

După cum s-a menționat aparatul de încărcare este o construcție complexă al cărui regim de lucru este destul de dur având în vedere condițiile de funcționare cum ar fi: temperatură ridicată, mediu coroziv, abraziv, solicitări dinamice, etc.

Din datele statistice culese pe o perioadă de 10 ani (1968-1978) s-au obținut informații privind comportarea în exploatare a pieselor și subansamblelor în ani, menționați în tabelul 4.4 cu precizarea parametrilor statistici ai siguranței în exploatare.

Având ca bază evoluția în timp a reparațiilor planificate și realizate pentru cele două furnale reprezentate în fig. 4.4. și 4.5 a fost posibilă obținerea histogramelor timpilor de bună funcționare (MTBF) și a intensității intrării în reparații (MTR) ilustrat în fig.4.6 și fig.4.7

Din aceste diagrame rezultă că există o oarecare abatere de la prevederile stabilite datorită faptului că pe baza măsurilor de întreținere zilnică, precum și a reviziilor tehnice efectuate, sînt operate atît lucrări de recondiționare cît și înlocuirea unor piese, urmărind în acest fel eventuale posibilități de mărire a timpului de funcționare a aparatului de încărcare.

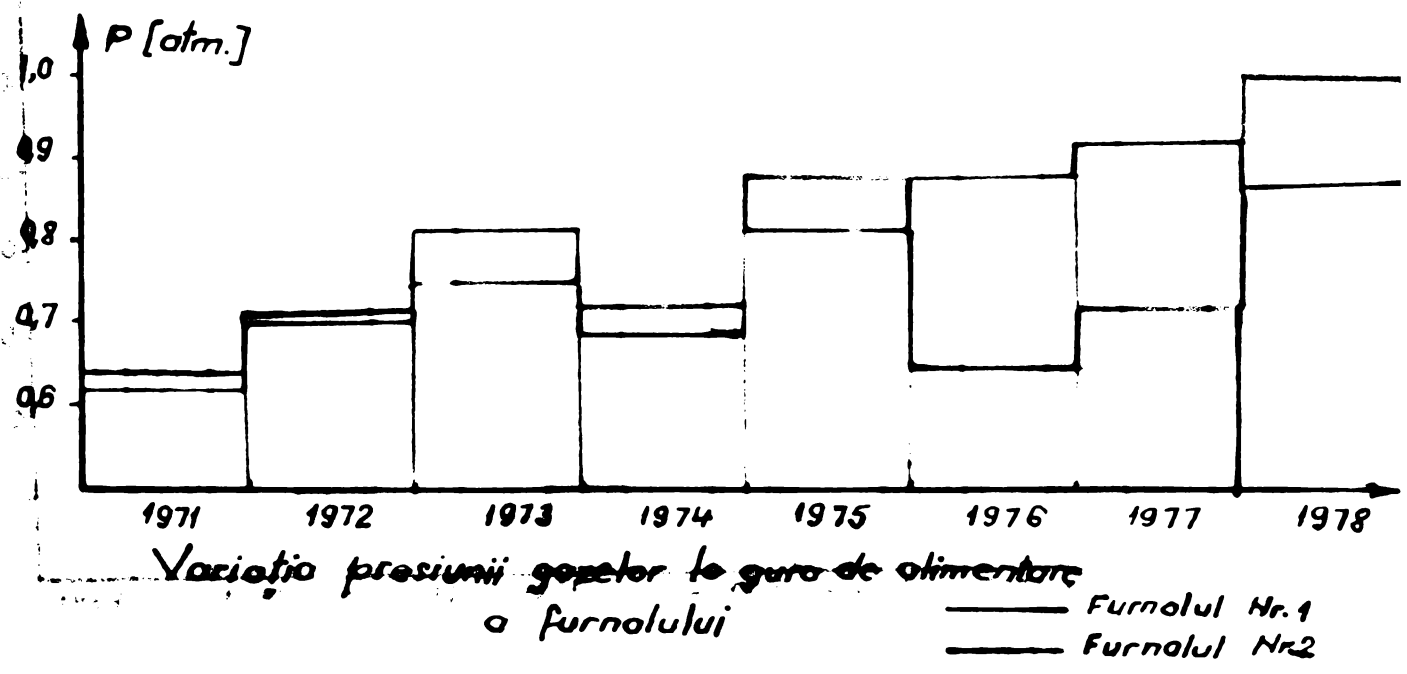
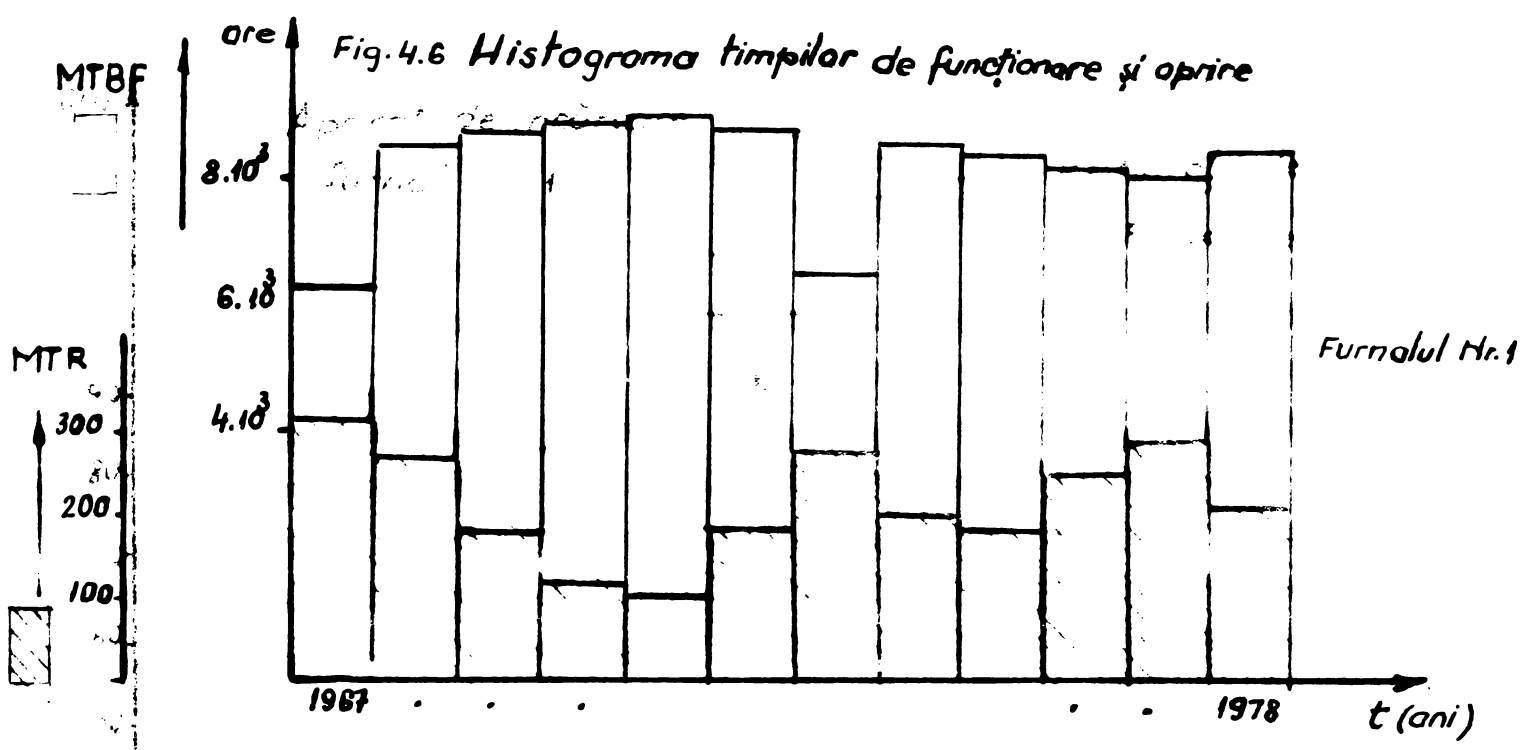
Problema siguranței în funcționare precum și verificarea practică a ipotezelor referitoare la timpul de funcționare a diferitelor piese și subansamble este condiționată în prezent în bună măsură de:

- nivelul producției
- calitatea producției precum și
- eficiența economică a sectorului de producție

În analiza cantitativă a comportării instalației s-a avut în vedere următoarele obiective:

- stabilirea indicatorilor de siguranță
- proiectarea și reproiectarea unor piese
- rezolvarea problemei aprovizionării cu piese de schimb,
- realizarea unor programe optime de întreținere și reparații.

Fig.4.6 Histograma timpilor de funcționare și oprire



Variatia presiunii gazelor la gura de alimentare a furnalului

— Furnalul Nr.1  
 - - - Furnalul Nr.2

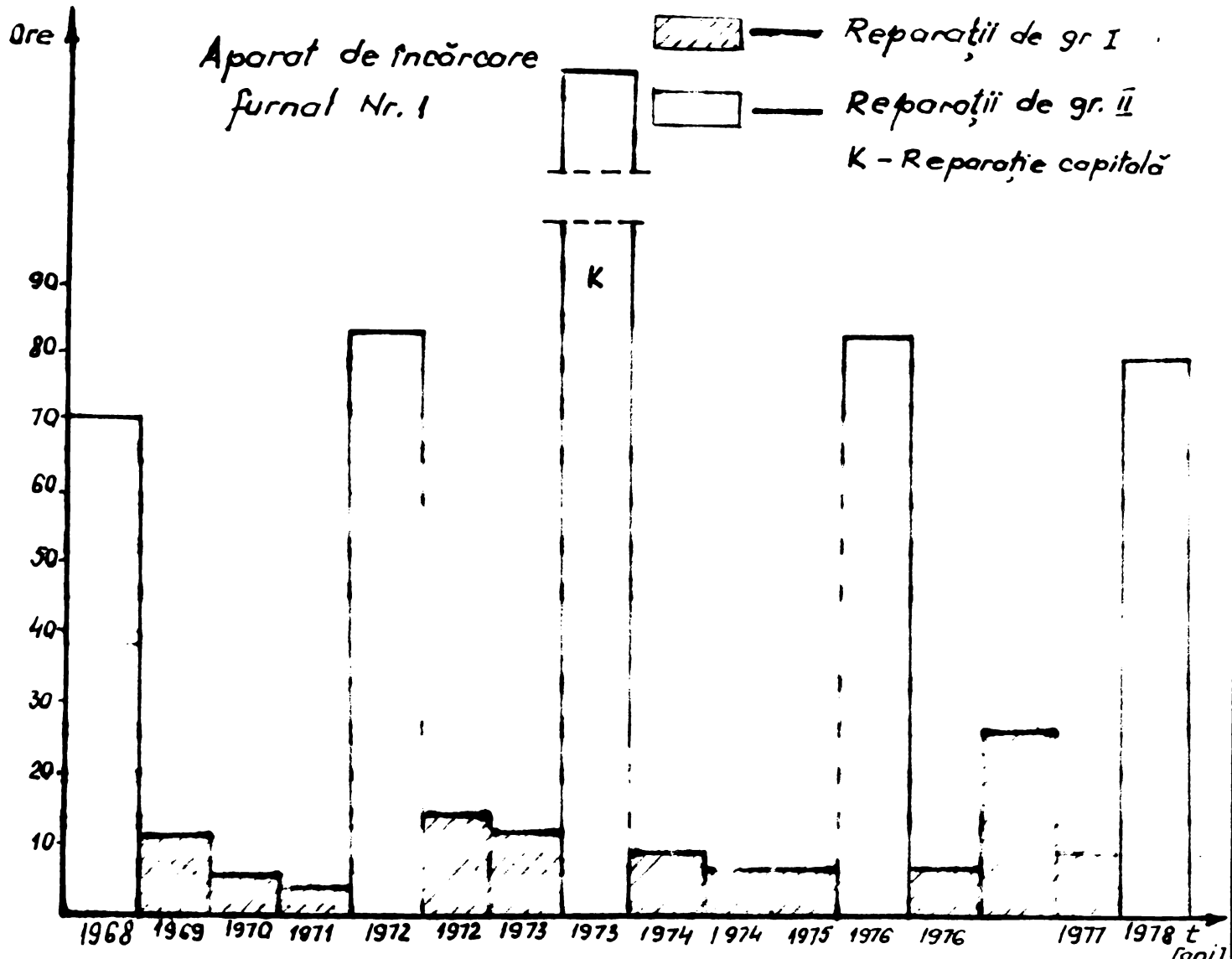
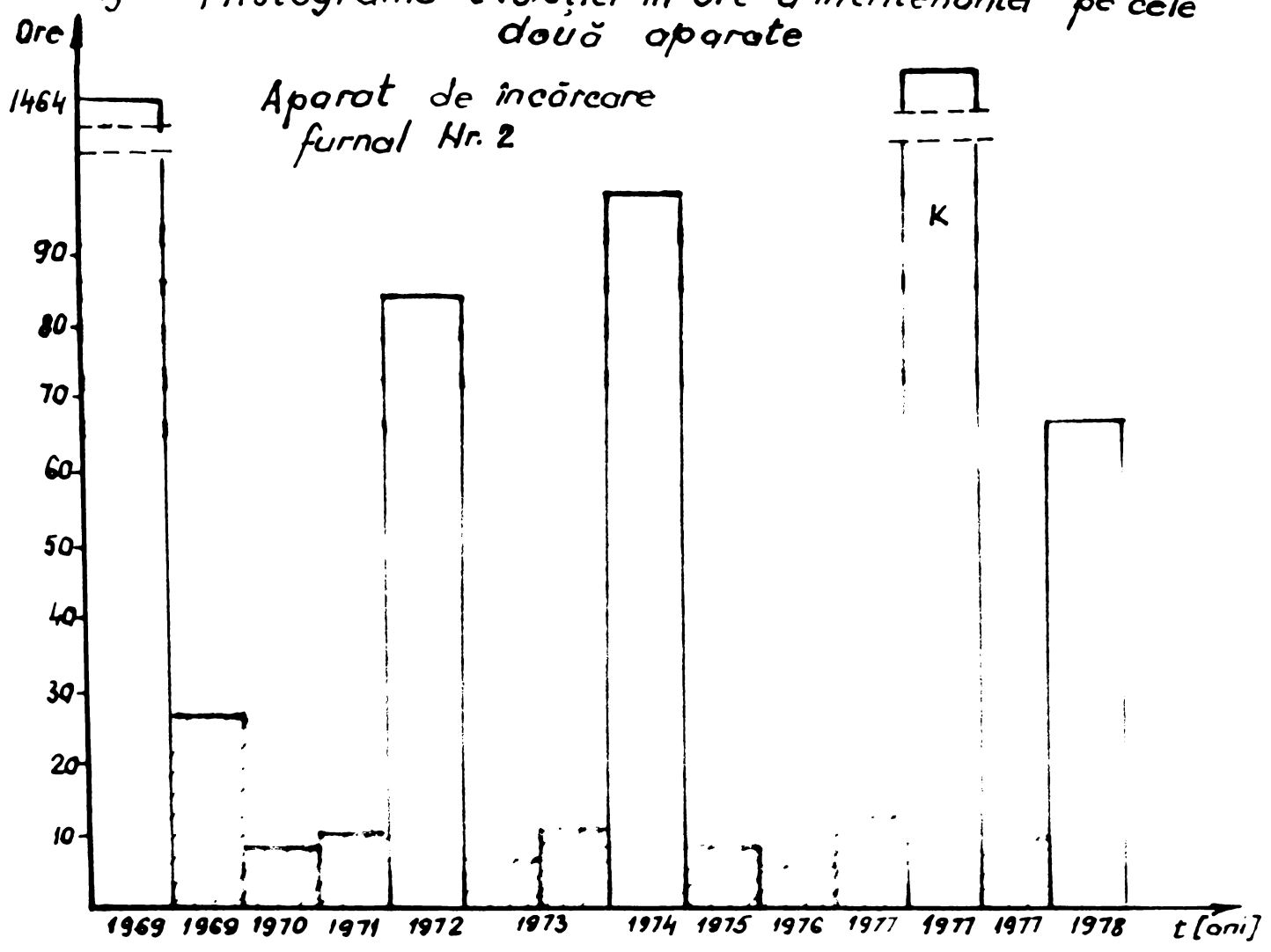


Fig.4.7 Histograma evoluției în ore a mentenonței pe cele două aparate



Cercetarea efectuată scoate în evidență condițiile dure de lucru, în funcționare al aparatelor de încărcare pe un ciclu de 11.100 ore și respectiv măsurilor ce trebuie luate înainte apariției defectării pieselor de mare importanță care duc la scoaterea lor din funcțiune.

Consecințele economice negative care pot apărea din cauza unei întrețineri și exploatare necorespunzătoare trebuie să stea în atenția personalului de întreținere în vederea depistării modului de apariție a uzurilor și a cauzelor care le generează.

Practica arată că pentru înlocuirea completă a aparatului de încărcare sînt necesare un număr de 80-90 ore staționare al agregatului, valoarea de înlocuire a aparatului fiind în funcție de starea degradării ansamblelor și subansamblelor componente. Informativ această valoare de înlocuire este cuprinsă între 1,5 pînă la două milioane de lei.

Unele ansamble și subansamble după înlocuire trebuie analizate din punct de vedere al uzurilor privind posibilitatea reintroducerii unora dintre ele în funcționare prin aplicarea operațiilor de recondiționare în cazul cînd situația o permite, acțiune de mare importanță înscriindu-se în cerințele actuale de reducere continuă a consumurilor de energie și materie primă.

În această direcție în lucrare sînt menționate principalele subansamble asupra cărora trebuie aplicate operațiile de recondiționare pentru a fi refolosite cu punerea loc în funcțiune la intervențiile următoare.

În acest fel factorii economici reprezintă pentru studiul efectuat criteriul general de optimizare a programului de întreținere și reparații pentru a oferi în viitor posibilitatea stabilirii periodicității înlocuirii și reparării pieselor astfel ca sectorul de întreținere să-și poată organiza cît mai eficient activitatea de întreținere.

Valorile intensității de defectare a ansamblelor, subansamblelor și pieselor din componență a APARATULUI DE INCARCARE

Tabelul 4.4

Nr. crt. sau piesei	Denumirea ansamblului	Codul de clasificare piese	Nr. Desen	Cod defecțiune	Nr. buc. ep.	Timpul mediu de funcț. $T_f$ în luni	Intensitatea de defectare $\lambda = 1/T_f$ ore
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Dispozitiv de încărcare	100.000	3-3759	1.1.1.2	1		
2.	Tijă	100.001	3-3198	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
3.	Piuliță	100.002	3-3199	1.1.1.1	3	18	$7,6 \cdot 10^5$
4.	Cîrlig	100.003	3-3118	1.1.1.4	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
5.	Con de rigidizare	100.004	3-3760	1.1.1.1	2	40	$3,4 \cdot 10^5$
6.	Pană	100.005	3-3200	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
7.	Surub conic M.30	100.006	3-3761	1.1.1.1	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
8.	Inel	100.007	3-3762	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
9.	Bucșă	100.008	3-3119	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
10.	Con de protecție	100.009	3-3763	1.1.1.2	1	40,8	$3,3 \cdot 10^5$
11.	Flanșe	100.010	3-3764	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
12.	Clopot mare	100.011	3-3110	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
13.	Pîlnie	100.012	3-3120	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
14.	Inchizător de gaze	101.000	3-3765	-	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
15.	Semiînchizător	101.001	63-8244	1.1.2.1	1	36	$3,8 \cdot 10^5$
16.	Semiînchizător	101.002	63-8262	1.1.2.1	1	36	$3,8 \cdot 10^5$
17.	Tub	101.003	3-3995	1.1.1.2	3	2	$6,84 \cdot 10^4$
18.	Capac	101.004	63-8238	1.1.1.4	1	36	$3,8 \cdot 10^5$
19.	Gură de vizitare	101.005	3-4945	1.1.1.4	3	36	$3,8 \cdot 10^5$
20.	Bolț	101.006	-	1.1.1.4	6	18	$7,6 \cdot 10^5$
21.	Clapă	102.000	3-3766	1.1.1.3	3	18	$7,6 \cdot 10^5$
22.	Corp	102.001	3-3916	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
23.	Garnitură	102.002	3-3918	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
24.	Capac	102.003	3-3919	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
25.	Semicapac	102.004	3-3920	1.1.1.3	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
26.	Braț clapă	102.005	3-3921	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
27.	Contragreutate	102.006	3-3925	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
28.	Ax	102.007	3-3926	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
29.	Clapă	102.008	3-3927	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
30.	Piesă de contact	102.009	3-3928	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
31.	Manivelă	102.010	3-3929	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
32.	Opritor	102.011	3-3934	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
33.	Placă	102.012	3-3935	1.2.0.0	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
34.	Pîrghie	102.013	3-3936	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$

0	1	2	3	4	5	6	7
35.	Garnitură	102.014	3-3940	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
36.	Bucşe	102.015	3-3941	1.1.2.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
37.	Garnitură	102.016	3-3942	1.1.2.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
38.	Capac	102.017	3-3943	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
39.	Capac cu etanşare.	102.018	3-3944	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
40.	Presetupă	102.019	3-3945	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
41.	Piuliţă	102.020	3-3946	1.1.1.3	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
42.	Manşon	102.021	3-3947	1.1.1.3	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
43.	Breţ bielă	102.022	3-3948	1.1.1.3	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
44.	Sondă cu lanţ	103.000	3-3767	1.1.1.3	3	40	$3,3 \cdot 10^5$
45.	Carcasă super.	103.001	3-3949	1.1.1.3	1	40	$3,3 \cdot 10^5$
46.	Carcasă infer.	103.002	3-3950	1.1.1.3	1	40	$3,3 \cdot 10^5$
47.	Tobă de lanţ	103.003	3-3951	1.1.1.3	1	40	$3,3 \cdot 10^5$
48.	Sondă	103.004	3-3952	1.1.1.3	1	0,5	$2,74 \cdot 10^5$
49.	Capac	103.005	3-3954	1.1.1.3	1	40	$3,3 \cdot 10^5$
50.	Corp intermediar	103.006	3-3955	1.1.2.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
51.	Săibă	103.007	3-3956	1.1.2.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
52.	Capac presetupă	103.008	3-3957	1.1.2.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
53.	Distribuitor de materiale	200.000	3-3768		1	72	$1,9 \cdot 10^5$
54.	Pîlnie	201.000	3-3121	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
55.	Corp superior	201.001	3-3122	1.1.1.2	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
56.	Inel de etanşare	201.002	3-3123	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
57.	Rolă suport	202.000	3-3770	1.1.1.1	3	18	$7,6 \cdot 10^5$
58.	Capac	202.001	3-3979	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
59.	Săibă de sigur.	202.002	3-3980	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
60.	Placă de fixare	202.003	3-3981	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
61.	Rulmenţi S.7536	202.004	-	1.1.1.4	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
62.	Rolă conică	202.005	3-3124	1.1.1.1	1	4	$3,42 \cdot 10^4$
63.	Capac	202.006	3-3982	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
64.	Suport	202.007	3-5162	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
65.	Placă de sigur.	202.008	3-3983	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
66.	Breţ de reglare	202.009	3-3984	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
67.	Surub special	202.010	3-3985	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
68.	Ax	202.011	3-3123	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
69.	Inel de ghidare	202.012	3-3117	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
70.	Corp distribuitor.	202.013	3-3771	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
71.	Cele de rulare	202.014	3-3116	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
72.	Coroană dinţată	202.015	3-3115	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
73.	Clopotul mic	203.000	3-4269	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$

74. Clopot	203.001	13387- 26757-02	1.1.1.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
75. Tub telescopic	203.002	13387- 579-02	1.1.1.1	1	2	$6,84 \cdot 10^4$
76. Inel	203.003	13387- 573-01	1.1.1.1	1	2	$6,84 \cdot 10^4$
77. Pană paralelă	203.004	3-3774	1.1.1.1	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
78. Inel de protecție	203.005	3-3106	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
79. Idem	203.006	3-3107	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
80. Idem	203.007	3-3108	1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
81. Idem	203.008	3-3133	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
82. Idem	203.009	3-3109	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
83. Presetupă	204.000	3-2938	1.1.2.1	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
84. Jug	204.001	3-2939	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
85. Corp	204.002	3-2940	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
86. Corp	204.003	3-2941	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
87. Semiflanșă	204.004	3-2942	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
88. Semiflanșă	204.005	3-2943	1.1.2.1	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
89. Presetupă	204.006	3-2945	1.1.2.1	2	0,23	$5,95 \cdot 10^3$
90. Segment	204.007	3-2944	1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
91. Pîlnie cu cot	204.008	267588	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
92. PILNIA DE ÎNCARCARE(ANS)	300.000	3-3787		1	-	
93. Corpul pîlniei	300.001	267735	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
94. Suport dreapta	300.002		1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
95. Suport stînga	300.003		1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
100. Suport dreapta stînga	300.004		1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
101. Ans.plăci de protecție	301.000	3-3788	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
102. Placă protecț. cil.stînga	301.001	3-2308/1	1.1.1.2	2	1	$1,37 \cdot 10^3$
103. Placă protecț. cil.dreapta	301.002	3-2308/1	1.1.1.2	2	1	$1,37 \cdot 10^3$
104. Placă protecț. tr.stînga	301.003	3-3789	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
105. Idem tr.dr.	301.004	3-3789	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
106. Idem stînga	301.005	3-3790/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
107. Idem dreapta	301.006	3-3790/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
108. Placă protecț. sector con.st.	301.007	3-3791/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
109. Idem sect.con.dreapta	301.008	3-3791/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
110 Placă trapez stînga	301.009	3-3792/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$



0	1	2	3	4	5	6	7
111.	Placă trapez dr.	301.010	3-3792/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
112.	" "	301.011	3-3425/1	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
113.	" "	301.012	3-3425	1.1.1.2	1	1	$1,37 \cdot 10^3$
114.	GRUP DE ANTRENARE	400.000	3-3779		1	72	$1,9 \cdot 10^5$
115.	Reductor cu roți cilindrice	401.000	3-3780	1.1.1.2	1	18	$1,37 \cdot 10^3$
116.	Rostă dințată I	401.001	3-3125	1.1.1.2	1	6	$20,8 \cdot 10^5$
117.	Rostă dințată II	401.002	367622	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
118.	Rostă dințată III	401.003	267623	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
119.	Capac	401.004	5162-1737	1.1.1.2	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
120.	Rulment S 22324	401.005	-	1.1.1.4	2	6	$20,8 \cdot 10^5$
121.	Pinion I	401.006	3-3126	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
122.	Pinion II	401.007	267627	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
123.	Pinion III	401.008	26728	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
124.	Arbore ieșire	401.009	3-3781	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
125.	Capac	401.010	5162-1736	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
126.	Rulment S 22320	401.011		1.1.1.4	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
127.	Capac	401.012	5162-2766	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
128.	Carcasă superioară	401.013	5162-2784	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
129.	Carcasă infer.	401.014	5162-2768	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
130.	Dop aerisire	401.015	5162-2789	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
131.	Nivelă de ulei	401.016	5162-2790	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
132.	Capac vizitare	401.017	5162-2791	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
133.	Placă	401.018	5162-2792	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
134.	Ax flanșă	401.019	5162-2793	1.1.1.2	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
135.	Reductor	401.020			1	12	$11,4 \cdot 10^5$
136.	Suport grup antrenare.	402.000	378067	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
137.	Placă reductor	402.001	378068	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
138.	Traversă stângă	402.002	5162-1759	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
139.	Traversă U.26	402.003	5162-1762	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
140.	Placă frână	402.004	5162-1761	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
141.	Ramă	402.005	5162-1762	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
142.	Profil U.30	402.006	5162-1763	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
143.	Profil U.16	402.007	5162-1764	1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$
144.	Placă motor	402.008	5162-1765	1.2.0.0	2	18	$7,6 \cdot 10^5$
145.	Plăcuță casetă	402.009	5162-1766	1.2.0.0	4	18	$7,6 \cdot 10^5$
146.	Nervură	402.010		1.2.0.0	4	18	$7,6 \cdot 10^5$
147.	Traversă dreaptă	402.011		1.2.0.0	1	18	$7,6 \cdot 10^5$

0	1	2	3	4	5	6	7
148.	Frână Ø 400	403.000	14510-335300	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
149.	Cuplaj elastic frână Ø 400	404.000	14155-309236	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
150.	Talpă suport	404.001	14155-309238	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
151.	Transmisie	404.002	14155-309239	1.2.0.0	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
152.	Clapă atmosfere- rică Ø 800	405.000	3-3097	1.1.1.1	2	36	
153.	Corp inferior	405.001	3-3174	1.1.1.2	2	36	$4,16 \cdot 10^5$
154.	Corp mijlociu	405.002	3-3175	1.1.1.2	2	36	$4,16 \cdot 10^5$
155.	Corp superior	405.003	3-2958	1.1.1.2	2	2,4	$5,70 \cdot 10^5$
156.	Capac	405.004	3-3289	1.1.1.2	2	2,4	$5,70 \cdot 10^5$
157.	Ax	405.005	3-4729	1.1.1.2	2	72	$1,9 \cdot 10^5$
158.	Pîrghie	405.006	13389-259993	1.1.1.2	2	12	$11,4 \cdot 10^5$
159.	Cuzinet infer.	405.007	13386-260004	1.1.1.1	4	72	$1,9 \cdot 10^5$
160.	Cuzinet super.	405.008	13386-260005	1.1.1.1	4	72	$1,9 \cdot 10^5$
161.	Clapă eşapare Ø 400	406.000	3-3584	1.1.1.2	2		
162.	Corp	406.001	3-3178	1.1.1.2	2	2,4	$5,70 \cdot 10^5$
163.	Sea	406.002	3-3179	1.1.1.2	2	2,4	$5,70 \cdot 10^4$
164.	Capac	406.003	3-3180	1.1.1.2	2	2,4	$5,70 \cdot 10^4$
165.	Pîrghie	405.004	13373-260212	1.1.1.2	2	12	$11,4 \cdot 10^5$
166.	Ax	406.005	3-4728	1.1.1.2	2	72	$1,9 \cdot 10^5$
167.	Cuzinet infer.	406.006	3-3182	1.1.1.1	4	72	$1,9 \cdot 10^5$
168.	Cuzinet super.	406.007	3-3181	1.1.1.1	4	72	$1,9 \cdot 10^5$
169.	Clapă egali- zare Ø 250	407.000	3-3055	1.1.1.2	1		
170.	Capac	407.001	3-2305	1.1.1.2	1	6	$2,28 \cdot 10^5$
171.	Farfurie	407.002	3-2306	1.1.1.2	1	6	$2,28 \cdot 10^5$
172.	Ax	407.003	13371-258315	1.1.1.2	1	72	$1,9 \cdot 10^5$
173.	Bucşe	407.004	3-3170	1.1.1.1	2	72	$1,9 \cdot 10^5$
174.	Pîrghie	407.005	13371-258320	1.1.1.2	1	12	$11,4 \cdot 10^5$
175.	Sector	407.006	13371-258321	1.1.1.2	1	12	$11,4 \cdot 10^5$
176.	Corp	407.007	13371-258330	1.1.1.2	1	12	$11,4 \cdot 10^5$
177.	Capac	407.008	13371-258323	1.1.1.2	1	12	$11,4 \cdot 10^5$

Din punct de vedere statistic s-a constatat că durata de serviciu al pieselor principale privind fiabilitatea unor piese cu importanță mare, ca de exemplu: clopotul mare și clopotul mic, distribuitorul de materiale, închizătorul de gaze, reductoarele de antrenare au ca ciclu de înlocuire între 1,5 ani și 2 ani de zile, iar conform Normativului Republican sînt prevăzute să fie înlocuite la un ciclu de 11.100 ore.

Deoarece determinarea duratei de serviciu a pieselor pe baze de calcule analitice este greu de efectuat, s-a recurs la folosirea datelor statistice obținute din exploatare privind frecvența înlocuirii pieselor, precum și frecvența operațiilor de întreținere și reparare pe intervalul stabilit prin normativ la 11.100 ore.

Pe baza datelor statistice colectate pe intervalul cercetat mai jos se prezintă determinarea coeficientului de disponibilitate pe perioada de exploatare între reparații

Folosind relația:

$$CD = \frac{MTBF}{MTBF + MTR}$$

în care:

MTBF - media timpului de bună funcționare

MTR - media intensității reparației

Cu aceste valori s-a stabilit  $\lambda$  și  $\mu$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ și } \mu = \frac{1}{MTR} \text{ unde:}$$

$\lambda$  - intensitatea defectărilor

$\mu$  - intensitatea reparațiilor

valori ilustrate în diagramele din fig. 4.6 și fig. 4.7 pentru cele două aparate de încărcare de la furnalul 1 și 2.

$$CD_1 = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} = \frac{19.236,5}{20.318,75} = 0,993$$

$$CD_2 = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} = \frac{19.130}{19.210} = 0,994$$

a) Pentru furnalul nr.1  
Pericolul de cădere  $\lambda_{F.1} = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{20236,5} = 4,94 \cdot 10^{-5} \frac{\text{căderi}}{\text{ore}}$

$$\mu_{F.1} = \frac{1}{MTR} = \frac{1}{320} = 3,125 \cdot 10^{-3} \text{ ore}$$

Indicele de indisponibilitate  $I_{in} = \frac{320}{8760} = 0,0365 \text{ ore}$

Indicele de utilizare  $I_u = 100 (1 - 0,0365) = 96,35 \%$

b) Pentru furnalul nr.2  
Pericolul de cădere  $\lambda_{F.2} = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{19130} = 5,22 \cdot 10^{-5} \text{ căderi/oră}$

$$\mu_{F.2} = \frac{1}{MTR} = \frac{1}{329} = 3,096 \cdot 10^{-3} \text{ ore}$$

Indicele de indisponibilitate  $I_{in} = \frac{329}{8760} = 0,0375 \text{ ore}$

Indicele de utilizare  $I_u = 100 (1 - 0,0375) = 96,25 \%$

Din cele de mai sus rezultă că pe ansamblu furnal funcționarea celor două aparate de încărcare, disponibilitatea

se prezintă aproximativ bună, motiv pentru care se impune aplicarea întocmai a lucrărilor de întreținere preventivă pe intervalul între reparațiile de gradul II propus în cadrul lucrării.

Așa cum se desprinde din calculul efectuat pentru menținerea disponibilității aparatului de încărcare la valoarea acceptabilă 0,99 trebuie analizat pe baze noi (tehnologii și materiale corespunzătoare la întrețineri și reparații) prin reducerea cheltuielilor de exploatare și reparații care să conducă la creșterea eficienței economice a furnalului.

Din studiul efectuat se arată că viața aparatului de încărcare în exploatare este condiționat de respectarea întocmai a următoarelor probleme cum ar fi:

- tehnologia de execuție a pieselor
- exploatarea normală a furnalului și
- efectuarea întreținerii preventive

Factorii de ordin tehnologic se referă la respectarea tehnologiei de fabricație a pieselor și subansamblelor astfel ca să răspundă cerințelor din exploatare.

Exploatarea normală a furnalului se referă la respectarea instrucțiunilor privind folosirea materiilor prime inclusiv granulometria acestora în vederea măririi creșterii producției de fontă.

Măsură luată pentru creșterea capacității de producție la furnale de a mări presiunea de lucru în mod treptat de la 0,6 at. la una atmosferă în anul 1978, așa cum arată fig.4.8, în prezent a atras o solicitare mai forțată, a aparatului de

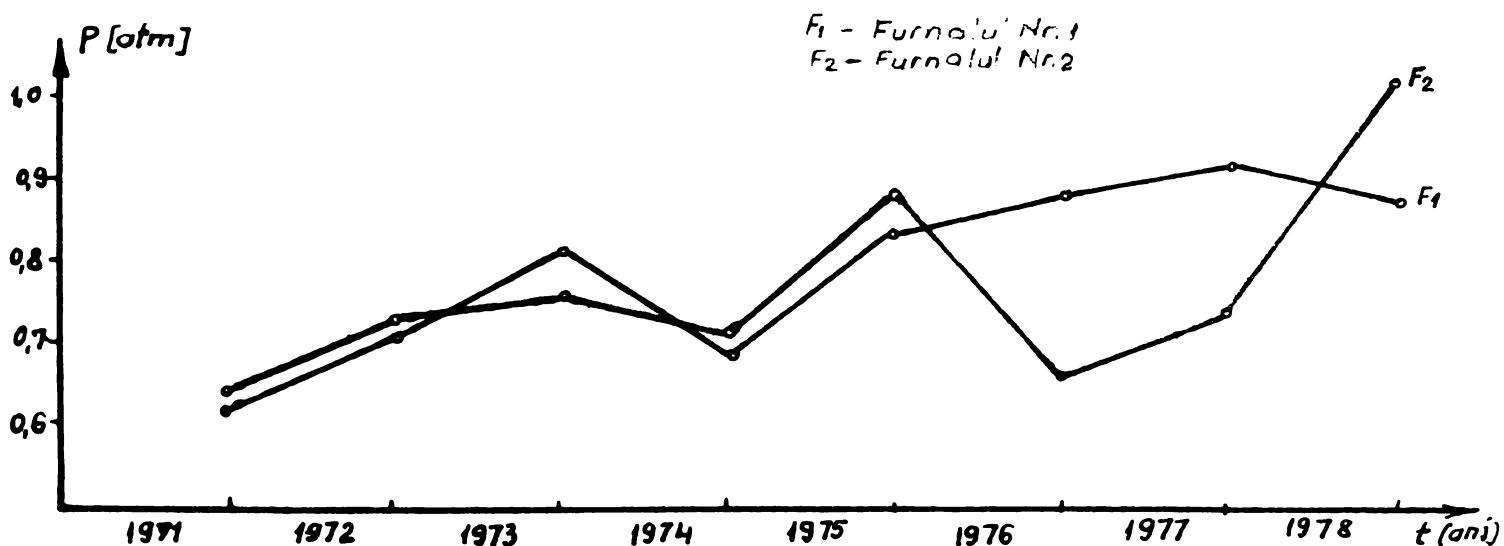


Fig. 4.8 Variația presiunii gazelor la gura furnalului

încărcare, unele piese fiind supuse la uzuri mai puternice exemplu: clopotul mare și clopotul mic, pîlnia de alimentare, clapele de esapare gaze, etc., fapt pentru care trebuie sporită atenția efectuării reziziilor tehnice zilnice. În această situație aplicarea

întreținerii preventive este absolut necesară pentru efectuarea următoarelor activități ca:

- efectuarea corectă și zilnică a reviziilor tehnice.

- verificarea permanentă a stării cablurilor care asigură închiderea și deschiderea conurilor pentru a nu avea scăpări de gaze.

- asigurarea regimului corect în funcționare a clapelor de eșapare a gazelor pentru a mări durata de viață a conurilor, iar din punct de vedere organizatoric este necesar implementarea unui sistem privind evidența defecțiunilor cu descrierea cauzelor care le-a generat conform modelului prezentat în tabelul 4.5.

Analiza funcției de siguranță  $P(t)$  în lumina defecțiunilor apărute și a intervențiilor operate (revizii și reparații curente) în perioada exploatării, a condus în cazul unor piese și subansamble din cadrul aparatului de încărcare înlocuirea concepției de execuție al unora dintre acestea exemplu: modificarea constructivă a clapelor de eșapare  $\varnothing 400$  mm și a clapelor atmosferice  $\varnothing 800$  mm precum și recondiționarea pîlniei de încărcare care au fost re proiectate de autor, ținînd seama de cerințele de creștere a fiabilității în exploatare.

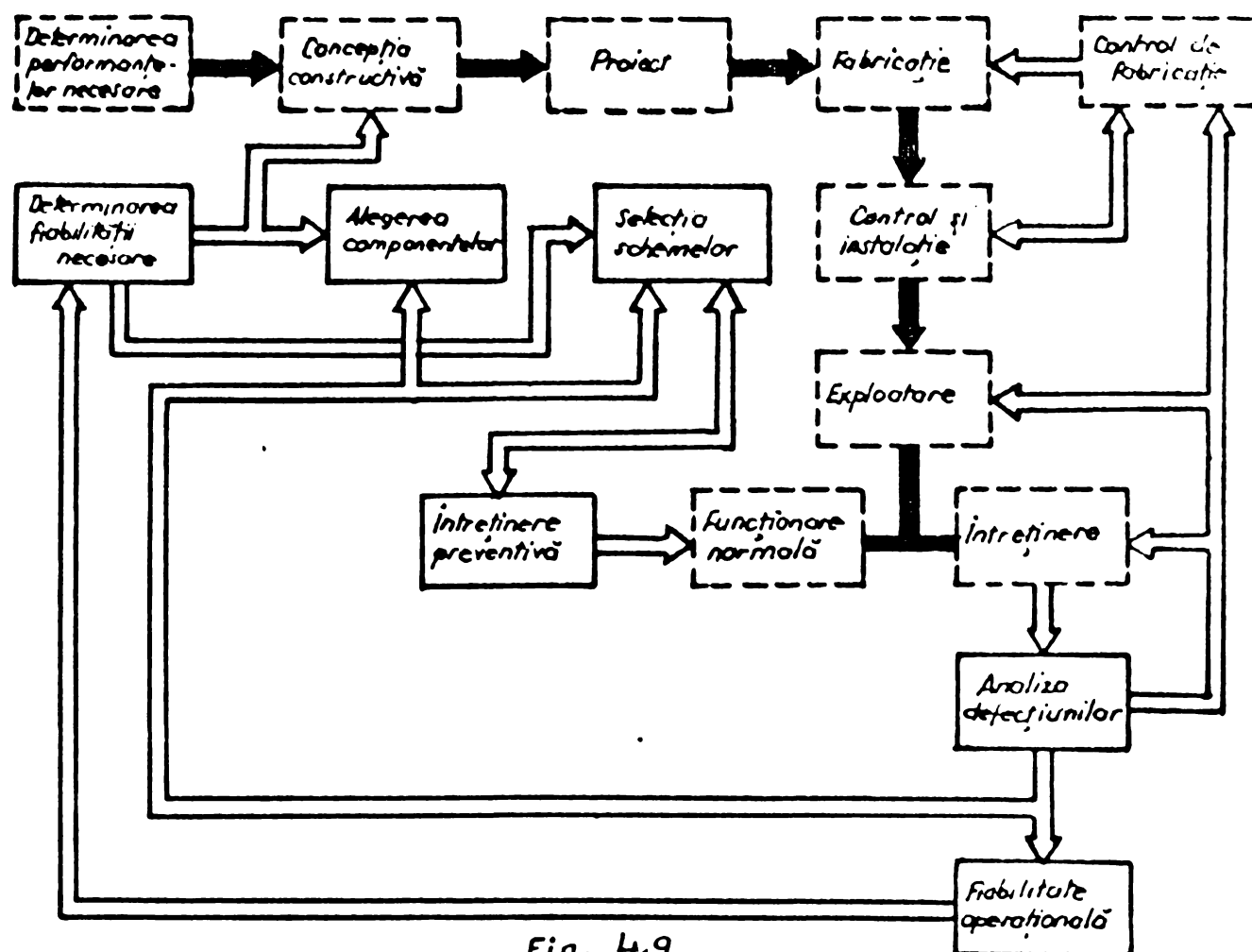


Fig. 4.9

În acest sens literatură tehnică de specialitate indică ca stabilirea siguranței în funcționare să fie

## FISA DE URMĂRIRE A DEFECTIUNILOR

Denumirea instalației sau utilajului -----  
 Nr. instalațiilor sau utilajelor urmărite -----  
 Locul și condițiile de mediu în care funcționează -----

Tabelul 4.5

Nr. crt.	Nr. de inv. Agregate	Data punerii în funcțiune	Data constatării Defecțiunii	Durata de funcționare pînă la apariția defecțiunii (ore)	Natura defecțiunii totală sau parțială	Cum s-a manifestat defecțiunea	Cauza defecțiunii	Data remedierii Durata de remediere (ore)	Cum a fost remediată defecțiunea prin sau fără înlocuire	Estimarea costului pieței înlocuite sau remediate (în lei)	Estimarea costului manoperei pentru înlocuirea defecțiunii
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

făcută nemijlocit pe baza datelor furnizate de procesul de exploatare așa cum se prezintă în fig.4.9 unde prin linii continue reprezintă creșterea fiabilității în exploatare, iar cu linii întrerupte creșterea fiabilității în procesul de fabricație.

#### 4.7. MODEL MATEMATIC PRIVIND MODUL DE INCADRARE AL UZURILOR

Durabilitatea aparatului de încărcare s-a estimat ca fiind suma totală a timpilor de funcționare efectivă.

$$D = \sum_{i=1}^n t_i$$

unde  $t_i$  reprezentând durata de funcționare între două reparații succesive.

Durabilitatea este dependentă de: uzură, oboseală și îmbătrânire, durabilitatea fiind indicele cel mai complet care caracterizează fiabilitatea.

Termenul de mentenanță atribuit unei instalații sau utilaj, caracterizează posibilitatea depistării și înlăturării în timp cât mai scurt a defectelor, acestea reprezentând că atât siguranța în funcționare cât și durabilitatea sînt caracteristici care determină calitatea și fiabilitatea utilajelor în funcționare.

Defecțiunile elementelor și sistemelor se pot clasifica după criterii diferite cum ar fi: caracterul remedierii defecțiunilor, dependența dintre defecțiuni, ușurința de depistare, cauze, etc.

După Dunin - Barkovschi procesele dăunătoare care provoacă scoaterea din funcțiune a instalațiilor și utilajelor, se împart în 3 grupe: Procese dăunătoare cu viteză mare de defectare, viteză medie și viteză mică.

Procesele dăunătoare cu viteză mare de lucru durează puțin cazul vibrațiilor specifice unor manevrări necorespunzătoare sau a comenzilor nestente în timpul lucrului.

Procesele de lucru cu viteză medie sînt procese reversibile așa cum este cazul modificării temperaturii de lucru, a mediului ambiant precum și cazul tipurilor de uzură amintite în lucrare.

Unele piese din componența aparatului de încărcare lucrează în condiții de temperaturi de pînă la 150 și 200°C care influențează negativ în timp calitatea acestora.

Procesele dăunătoare cu viteză mică apar în timpul funcționării în intervalul dintre reparațiile generale de gradul 1 și 2. În acest caz uzura este cel mai important proces dăunător

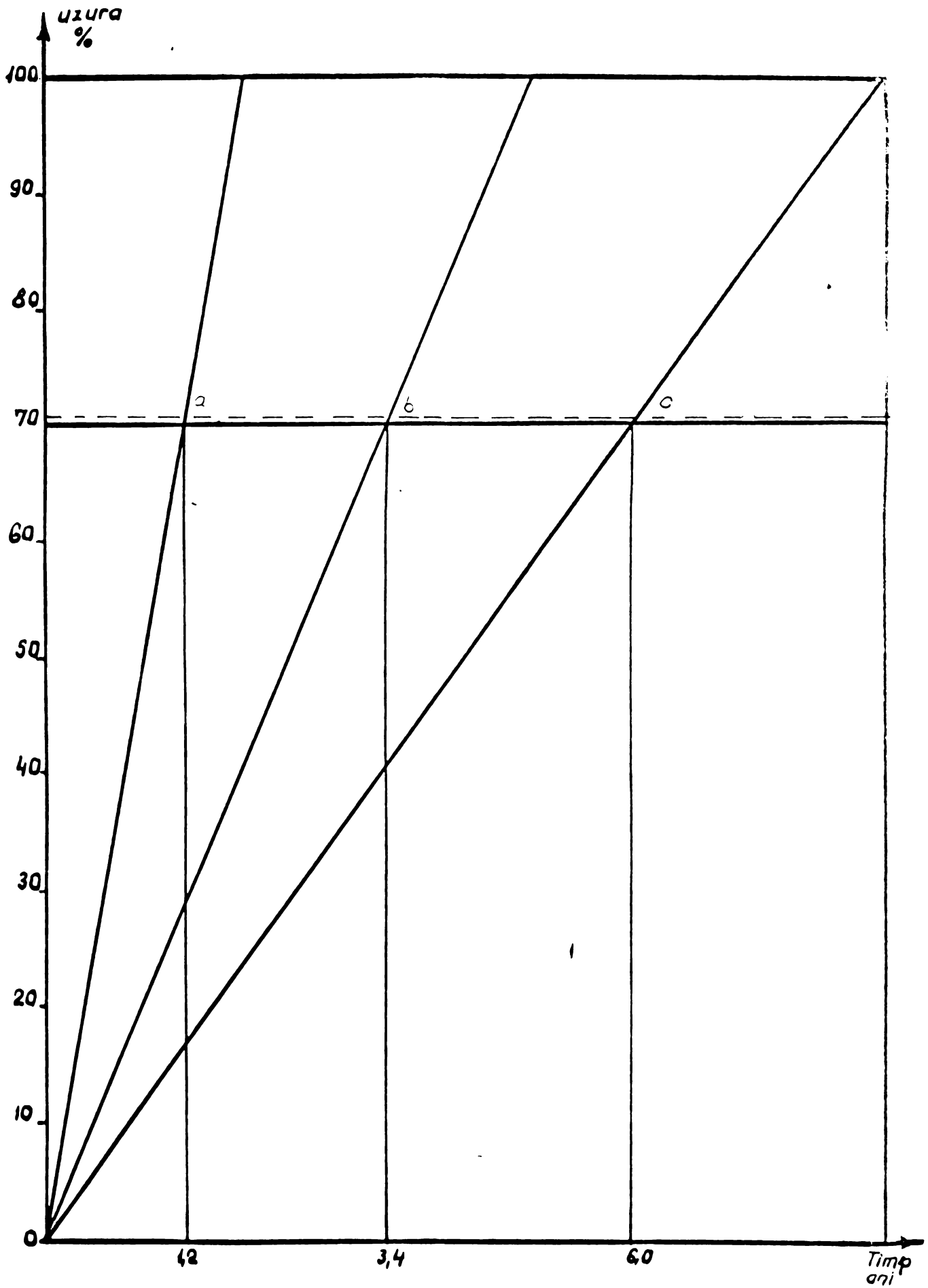


Fig. 4.11



care generează pierderea preciziei și îmbracă cele patru tipuri fundamentale de uzuri; de aderență, abraziune, oboseală și de coroziune.

În capitolul VIII al lucrării este prezentat modelul matematic stabilit pe calculator privind realizarea siguranței în funcționare a pieselor din componența aparatului de încărcare.

Tabelul 4.6 care conține clasificarea tipurilor de uzuri la care sînt supuse piesele și subansamblele în timpul funcționării.

Tabelul 4.6

Tip defecțiuni	Tip solicitări	Modul de manifestare a uzurii	Cod defecțiune
Mecanice	Dinamică	- de contact	1.1.1.1
		- abrazivă	1.1.1.2
		- corozivă	1.1.1.3
		- oboseală	1.1.1.4
	Statică	- coroziune chimică	1.1.2.1
		- coroziune termică	1.1.2.2
		- îmbătrînire	1.1.2.3
	Deteriorări		1.2.0.0
	Ruperi		1.3.0.0

Pe baza datelor prezentate în tabel privind durata de viață a pieselor în exploatare se deosebesc trei categorii de piese după cum urmează:

- piese cu uzură lentă (L)
- piese cu uzură medie (M)
- piese cu uzură rapidă (R)

Clasificarea codurilor tipurilor de uzură a pieselor privind durata lor de viață sînt menționate în tabelul 4.4 coloana 4.

Piesele din categoria celor cu uzură lentă (L) sînt ansamble sau piese al căror grad de uzură poate fi eliminată prin operații de recondiționare și reșuse din nou în funcționare. Înlocuirea acestora trebuie operată cu ocazia efectuării reparației capitale al furnelului sau în caz de avarie.

Cele din categoria cu uzură medie (M) vor fi înlocuite de la caz la caz și în mod special cînd se efectuează reparația generală de gradul II (RC<sub>2</sub>).

În categoria pieselor cu uzură rapidă (R) sînt piesele a căror durată de viață este cuprinsă între o lună și 1,2 ani, care sînt înlocuite cu ocazia reparațiilor planificate de gradul I și 2.

Piesele de tipul celor menționate L, M și R conform datelor statistice obținute și a calculului efectuat în diagramă din fig.4.11 în mod simplificat se arată:

- a) zona de uzură a pieselor cu funcționare normală între 0 și 75 %
- b) zona de uzură între 71 % și 100 % unde piesele prezintă riscuri de leșire din funcțiune și

c) peste 100 % uzură - ca fiind zona caracterizată de accidente tehnice inclusiv avarii, producția urmând să fie perturbată.

Spectrul uzurilor limitate admise este marcat în diagramă cu o linie paralelă la abscisa în dreptul cifrei 70, stabilită pe baza de calcul în capitolul V. Până la această valoare efectele uzurii trebuie să fie întârziate prin efectuarea unor lucrări preventive și corective având în vedere importanța menținerii în stare de funcționare al furnalului. Limite maxime de uzură de 100 % pentru tipurile de piese descrise sunt marcate prin punctele a, b, c.

Cunoscând punctele critice pentru care probabilitatea ruperilor crește îngrijorător este rațional ca înlocuirea pieselor, subansamblelor respectiv ansamblelor să fie făcută în jurul acestor valori deoarece depășirea ciclurilor de funcționare stabilite aparține din funcțiune cu efecte foarte negative pentru eficiența economică a sectorului de producție.

În cele ce urmează sunt prezentate zonele de apariție a uzurilor la principalele piese din componența aparatului de încărcare după cum urmează:

#### - Pâlnia de încărcare

În fig.4.13 și fig. 4.14 sunt ilustrate zonele de apariție a uzurilor la două bucăți pâlnii de încărcare. Uzura se datorește frecării materialelor în cădere de corpul pâlniei.



Fig.4.13



Fig.4.14

- Distribuitorul de materiale

Fig.4.15 prezintă în stare uzată o parte a ansamblului distribuitorului de materiale prin care se asigură repartiția materialelor în furnel.

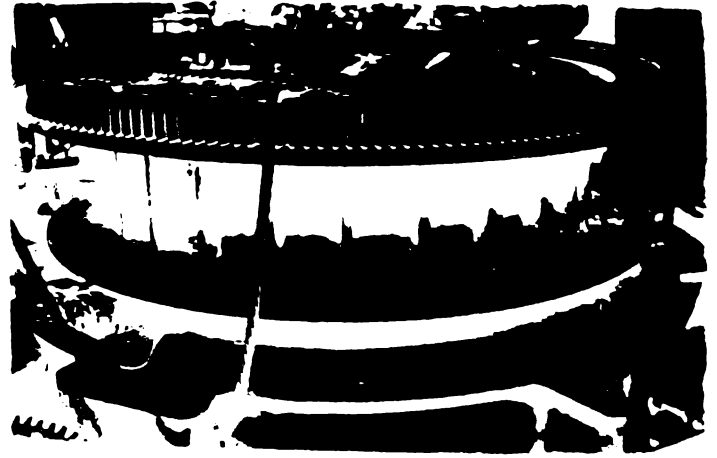


Fig.4.15

- Conul mic

Fig.4.16 - arată marcat cu cerneală zona de uzură circulară apărută ca urmare a frecării materialelor de con. Scăderea etanșității conduce la corodarea porțiunii din zona de contact. Se remediază prin sudură și încărcare cu material dur (Sormait)



Fig.4.16

- Plăci de uzură Fig.4.17

Reprezintă partea interioară a zonei de alimentare a aparatului de încărcare. Aceste plăci au forme diferite și sunt supuse la uzuri prin frecare de materialele introduse în furnel. Uzura este foarte pronunțată iar posibilități de recondiționare nu sînt posibile.

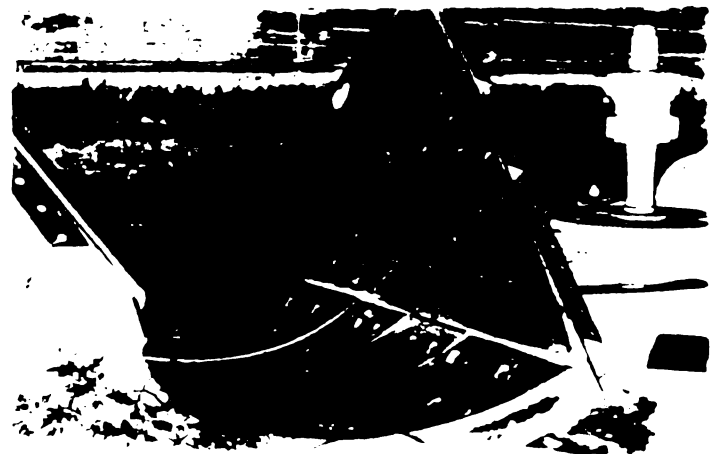


Fig.4.17

- clape eșapare gaze  $\varnothing$  400 mm și
- clape atmosferice  $\varnothing$  300 mm

Fig.4.18 redă stadiul uzurii clapelor de eșapare cu durata de viață terminată.

Autorul a re-proiectat sistemul de etanșare acestor clape eliminînd:

- Risipa de material și
- Lucrările de încărcare prin sudură



Fig.4.18

cu sormait a porțiunii de etanșare capac și scaun. Este proiectat etanșarea cu un inel de cauciuc descris în lucrare

## CAPITOLUL V

### 5.1. ESTIMAREA ANALITICA A DURATEI DE SERVICIU A PIESELOR SI SUBANSAMBLELOR.

In capitolul III al lucrării s-a precizat factorii care condiționează siguranța în funcționare a instalației, fapt pentru care în analiza cantitativă a fiabilității pieselor și subansamblelor s-a avut în vedere stabilirea indicarilor de siguranță.

Calculul făcut are la bază datele statistice culese pe intervalul de timp analizat, cunoscut fiind că stabilirea ciclului de reparații reprezintă o problemă complexă de cercetare operațională avînd scop final obținerea indicelui de utilizare economică a pieselor din cadrul aparatului de încărcare.

Un program optim de reparații se poate stabili atunci cînd sînt cunoscute duratele de serviciu limită al pieselor și subansamblelor.

Experiența practică a dovedit că în asemenea cazuri noțiunea de „durata de serviciu” are o semnificație bine stabilită, urmărind ca probabilitatea de funcționare a piesei să aibă o valoare apropiată de 1.

Din literatura tehnică de specialitate rezultă ca pt. stabilirea duratei de serviciu a unei piese trebuie cunoscută funcția de siguranță  $P(t)$ , aceasta exprimînd probabilitatea funcționării fără defecțiuni pînă în momentul „t”./16; 59/

Metoda de stabilire a duratei de serviciu pt. un anumit tip de piesă constă în:

- adaptarea tipului de repartiție pentru funcția de fiabilitate și
- estimarea parametrilor distribuției pe baza datelor din exploatare și calculul duratei de funcționare.

Situîndu-ne în cazul evoluției uzurii prin scăderea preciziei pieselor și subansamblelor privind intensitatea ieșirii din funcțiune, acest lucru a făcut posibil adaptarea legii de repartiții tip Weibull.

### 5.2. Stabilirea funcției de fiabilitate pentru aparatul de încărcare.

Cunoașterea procesului după care se aplică legea de distribuție statistică la care are loc căderea pieselor în funcționare este <sup>data de</sup> funcția de siguranță  $P(t)$ . Acest lucru a făcut posibilă stabilirea evoluției parametrilor de fiabilitate și în special intensitatea căderilor  $\lambda_N(t_1)$ .

După cum s-a constatat experimental acest parametru se înscrie într-o tendință generală crescătoare ceea ce sugerează ideea că funcția de probabilitate  $P(t)$  este dată prin legea de repartiție Weibull.

Parametrii  $\alpha$  și  $\lambda$  ai legii Weibull definite cu relația 51 s-au estimat cu metoda celor mai mici pătrate pe baza valorilor experimentale  $P_N(t_i)$  ale funcției de fiabilitate.

$$P_N(t_i) = e^{-\lambda t_i^\alpha} \quad 5.1$$

$$\ln\left(\frac{1}{P_N(t_i)}\right) = \lambda t_i^\alpha \quad 5.2$$

Repetind operația de logaritmare se obține:

$$\ln\left\{\ln\left(\frac{1}{P_N(t_i)}\right)\right\} = \ln \lambda + \alpha \ln t_i \quad 5.3$$

Notînd cu

$$Y_i = \ln\left\{\ln\left(\frac{1}{P_N(t_i)}\right)\right\} \quad 5.4$$

$$b = \ln t_i$$

$$a = \ln \lambda$$

$$\text{rezultă ecuația unei drepte: } Y_i = \alpha b + a \quad 5.5$$

Relația 5.5 se poate scrie pentru fiecare moment de timp observat  $t_i$ , deci parametri  $\alpha$  și  $\lambda$  se pot calcula aplicînd metoda celor mai mici pătrate, în baza căreia determinarea parametrilor  $\alpha$  și  $\lambda$  revine la rezolvarea sistemului de ecuații :

$$\alpha \sum_{i=1}^k \ln t_i + k \ln \lambda = \sum_{i=1}^k Y_i \quad 5.6$$

$$\sum_{i=1}^k (\ln t_i)^2 + \ln \lambda \sum_{i=1}^k \ln t_i = \sum_{i=1}^k Y_i \ln t_i$$

$k$  = este numărul momentelor de timp la care s-a făcut observația.

Pentru cazul Weibull timpul mediu de cădere este

dat de:

$$t_m = M(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{\alpha} + 1\right)}{\lambda^{1/\alpha}} \quad 5.7$$

$$D^2(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{2}{\alpha} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{\alpha} + 1\right)}{\lambda^{2/\alpha}} \quad 5.8$$

### 5.3. PRELUCRAREA DATELOR STATISTICE

Stabilirea funcției de fiabilitate a aparatului de încărcare s-a făcut ținînd seama de frecvență înlocuirii pieselor începînd cu intrarea în funcțiune a furnelului din momentul cînd repartiția generală a aparatului a fost terminată.

Cunoscînd din practică intervalul de timp a pieselor care ies din funcțiune între două reparații de tip RC<sub>2</sub>, înlocuiri efectuate stît cu ocazia revizuirilor tehnice cît și cu ocazia reparațiilor de gradul I de tip RC<sub>1</sub>, au fost stabilite reperele ce urmează să fie înlocuite.

Analiza făcută se referă la calculul funcției de fiabilitate a instalației pe intervalul de timp de 1,5 ani, stabilind momentul față de care se hotărăște oprirea furnalului pentru înlocuirea aparatului de încărcare. Intrucît între două reparații de gradul II se înlocuiesc piese cu durate de timp diferite și luînd spre analiză un număr de 350 repere, (cîte sînt prevăzute pe instalație) s-a trecut la determinarea siguranței funcționale conform calculului prezentat în tabele nr.5.2 pe baza înlocuirii pieselor în perioada efectuării lucrărilor de mentenanță, tabela 5.1.

Frecvența înlocuirii pieselor în perioada de mentenanță la aparatul de încărcare.

Tabelul 5.1

Nr. crt.	Denumirea piesei înlocuite în buc.	Timp de înlocuire în luni										
		1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
1.	Tub de protecție	-	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
2.	Clape atmosferice	-	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
3.	Clape eșapare	-	-	2	-	-	-	2	-	2	-	-
4.	Clape egalizare	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
5.	Role conice	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1
6.	Garnituri închizător.	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	1
7.	Presetupe	4	4	4	4	4	4	5	8	8	8	8
8.	Role centrale	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1
9.	Plăci de uzură	-	-	-	-	2	-	-	2	2	2	2
10.	Cabluri pentru sonde	-	-	2	-	2	2	2	-	2	2	2
11.	Greutăți pentru sonde	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2
12.	Lanțuri	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2	2
13.	Cablu pentru balnăsiere	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
14.	Axe antrenare distribuții	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
15.	Cuplaj alungit	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
16.	Ansamblu reductor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total piese înlocuite		4	7	10	11	16	18	19	19	23	23	24

Aplicând statistica matematică și teoria probabilităților s-a calculat probabilitățile funcționale pentru intervalele de timp a grupurilor de piese căzute în timpul funcționării. Datele se prezintă ca în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2.

Intervalul de înlocuire în luni	Timpul de funcționare (t <sub>i</sub> )	Nr. de exemplare în funcțiune N(t <sub>i</sub> )	$P_N(t_i) = \frac{N(t_i)}{N}$
0	0	350	1,00
1	0,75	346	0,987
2	1,46	339	0,968
4	2,92	329	0,934
6	4,38	319	0,912
8	5,84	303	0,864
10	7,30	285	0,816
12	8,76	266	0,712
14	10,22	247	0,704
16	11,68	224	0,642
18	13,14	200	0,570

Pe baza valorilor funcționale a probabilităților și folosind metoda celor mai mici pătrate s-a trecut la estimarea parametrilor  $\alpha$  și  $\lambda$  ai legii lui Weibull.

Sumele pentru rezolvarea sistemului de ecuații(5.6) sînt calculate în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3.

t <sub>i</sub> mii ore	N(t <sub>i</sub> ) Nr. piese	$P_N(t_i)$ $\frac{N(t_i)}{N}$	Ln t <sub>i</sub>	(ln t <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	$\frac{1}{P_N(t_i)} \ln P_N(t_i)$	$(1 - P_N(t_i)) \ln \frac{1}{1 - P_N(t_i)}$	$Y_i = \ln \frac{1}{P_N(t_i)}$	Y <sub>i</sub> ln t <sub>i</sub>
0	350	1,00	0	0	1,00	-	-	-
0,730	346	0,98	-0,3147	0,0299	1,0214	0,02019	-3,90233	+1,22806
1,46	339	0,96	0,3784	0,1432	1,04166	0,04081	-3,19869	-1,21038
2,92	329	0,93	1,0715	1,1482	1,07526	0,07256	-2,62330	-2,81086
4,38	319	0,91	1,4770	2,1816	1,0989	0,09430	-2,36117	-3,48744
5,84	303	0,86	1,7647	3,1142	1,1627	0,15074	-1,89216	-3,33909
7,30	285	0,81	1,9878	3,9516	1,2345	0,21066	-1,55748	-3,09595
8,76	266	0,71	2,1701	4,7097	1,4084	0,34245	-1,07161	-2,32550
10,22	247	0,70	2,3243	5,4025	1,4285	0,35662	-1,03107	-2,39651
11,68	224	0,64	2,4578	6,0411	1,5625	0,44628	-0,80679	-1,982928
13,14	200	0,57	2,5756	6,6340	1,7543	0,56206	-0,57612	-1,48385
			15,8925	33,3560			-19,02072	-20,9045

După înlocuirea sumelor calculate în tabelul 5.3 rezultă următorul sistem de ecuații în vederea determinării parametrilor  $\alpha$  și  $\lambda$

$$\begin{cases} 15,8925 + 10 \ln = -19,0207 \\ 33,3560 + 15,8925 \ln = -20,945 \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\frac{-19,0207}{15,8925} - \frac{10}{33,356}}{\frac{15,8925}{15,8925} - \frac{10}{33,356}} = \frac{-302,28647 + 209,45}{252,57155 - 333,56} = \frac{-92,8364}{-80,9895}$$

$$\alpha = 1,1462$$

$$\ln \lambda = \frac{15,8925 - 19,0207}{33,3560 - 20,9045} = \frac{-332,2247 + 634,454}{80,9895} = \frac{-332,2247 + 634,454}{80,9895}$$

$$\ln \lambda = 3,7317$$

$$\alpha = 1,1462 ; \quad \lambda = 0,002395$$

$$P(t) = e^{-0,02395 t^{1,1462}}$$

Cu acest rezultat s-a întocmit tabelul 5.4. cuprinzând valorile teoretice ale probabilității funcționării fără căderi.

Tabelul 5.4.

$t_i$ mi ore	$\ln t_i$	$\alpha \ln t_i$ (1,1462 $\ln t_i$ )	$\ln \lambda + \ln t_i$ (-3,7317 + 1,1462 $\ln t_i$ )	$\alpha t_i$	$P(t) = e^{-\lambda t^\alpha}$
0	1	2	3	4	5
0,73	-0,3147	-0,3607	-4,0924	0,027697	0,983
1,46	0,3784	0,4337	-3,2980	0,036956	0,963
2,92	1,0715	1,2281	-2,5036	0,08179	0,921
4,38	1,4770	1,6929	-2,0388	0,13018	0,877
5,84	1,7647	2,0226	-1,7091	0,18103	0,834
7,30	1,9878	2,2784	-1,4533	0,23380	0,791
8,76	2,1701	2,4873	-1,2544	0,28814	0,749
10,22	2,3243	2,6641	-1,0676	0,34382	0,709
11,68	2,4578	2,8171	-0,9146	0,40069	0,670
13,14	2,5756	2,9521	-0,7796	0,45860	0,637

Funcția de fiabilitate calculată în coloana 5 ne dă posibilitatea să cunoaștem limite de siguranță a grupului de piese din cadrul intervalului de timp studiat adică probabilitatea ca grupul de piese care nu au ieșit din funcție pînă la momentul „t” să se găsească în funcțiune la momentul  $P(T > t) = e^{-0,02395 t^{1,1462}}$ . Valoarea siguranței în funcționare pînă la care se poate considera durata de viață efectivă a pieselor în exploatare fără cădere este de 10.220 ore



adică  $P(t) = 0,709$  deci mai mică decât cea planificată precizată de normativ la 11.100 ore.

Acest lucru arată necesitatea aplicării măsurilor menționate în lucrare urmărind realizarea din punct de vedere economic a indicelui de utilizare al pieselor la o valoare cât mai ridicată.

Comparând datele experimentale coloana 3 din tabelul 5.2 cu datele teoretice coloana 5 din tabelul 5.4 se observă o bună concordanță între acestea.

Pentru verificarea concordanței se utilizează testul „ $\chi^2$ ” definit cu relația:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{[n(t_i) - nP(t_i)]^2}{nP(t_i)}$$

Calcululele sînt prezentate în tabelul 5.5

Tabelul 5.5

$t_i$	$P_n(t_i)$	$n P(t_i)$	$[n(t_i) - nP(t_i)]^2$	$\frac{[n(t_i) - nP(t_i)]^2}{nP(t_i)}$
0	1,00	1,00	0	0
0,73	987	983	16	0,0162
1,46	968	963	25	0,0259
2,92	934	921	169	0,1834
4,38	912	877	1.225	1,3968
5,84	864	834	9	0,01790
7,30	816	791	625	0,7901
8,76	712	749	1.369	1,9308
10,27	704	709	25	0,0352
11,68	642	670	784	1,1701
13,14	570	637	4.489	7,047
<b>TOTAL =</b>				<b>12,6134</b>

Deoarece repartiția Weibull are doi parametri și numărul gradelor de libertate al testului  $\chi^2$  va fi

$$l = 10 - 2 - 1 = 7$$

Corespunzător nivelului de semnificație de 0,05 și numărul gradelor de libertate 7, conform tabelii din manual /69/ Controlul statistic al calității mărfurilor partea I-a pag.282, valorile variabile  $\chi^2$  găsim

$$\chi_{0,05; 7}^2 = 14,1$$

Intrucît valoarea obținută (12,6134) este mai mică decât cea tabelară,  $12,6134 < 14,1$  nu sînt temei pentru a fi respinsă ipoteza că durate de funcționare a ansamblului cercetat într-adevăr urmează legea lui Weibull.

Se poate menționa că o fiabilitate reală a unei instalații poate fi determinată numai dacă deservirea și întreținerea sînt făcute în condiții optime.

În condițiile concrete de exploatare valorile fiabilității operaționale poate îngloba atât influențele unei deserviri necorespunzătoare cît și al unei întrețineri incorecte.

Considerînd fiabilitatea operațională exprimată sub formă matematică prin expresia: /43/

$$P_{Pop}(t) = P_P(t) \cdot P_d \cdot P_r$$

în care:

$P_P(t)$  - fiabilitatea reală

$P_d$  - fiabilitatea pentru cazul deservirii în condiții optime

$P_r$  - fiabilitatea ca reparațiile să fie executate corect și la timp

Se precizează că:

Fiabilitatea reală  $P_P(t)$  se obține foarte greu, iar probabilitățile  $P_d$  și  $P_r$  sînt greu de estimat, din cauza calculelor minuțioase care țin seama atât de interdependențele funcționale cît și de intensității reale de lucru.

Cu valorile probabilităților determinate în tabelul 5.2 și tabelul 5.5 s-a trasat diagrama din fig.5.1 reprezentînd fiabilitatea aparatului de încărcare în stare operațională analitic și experimental.

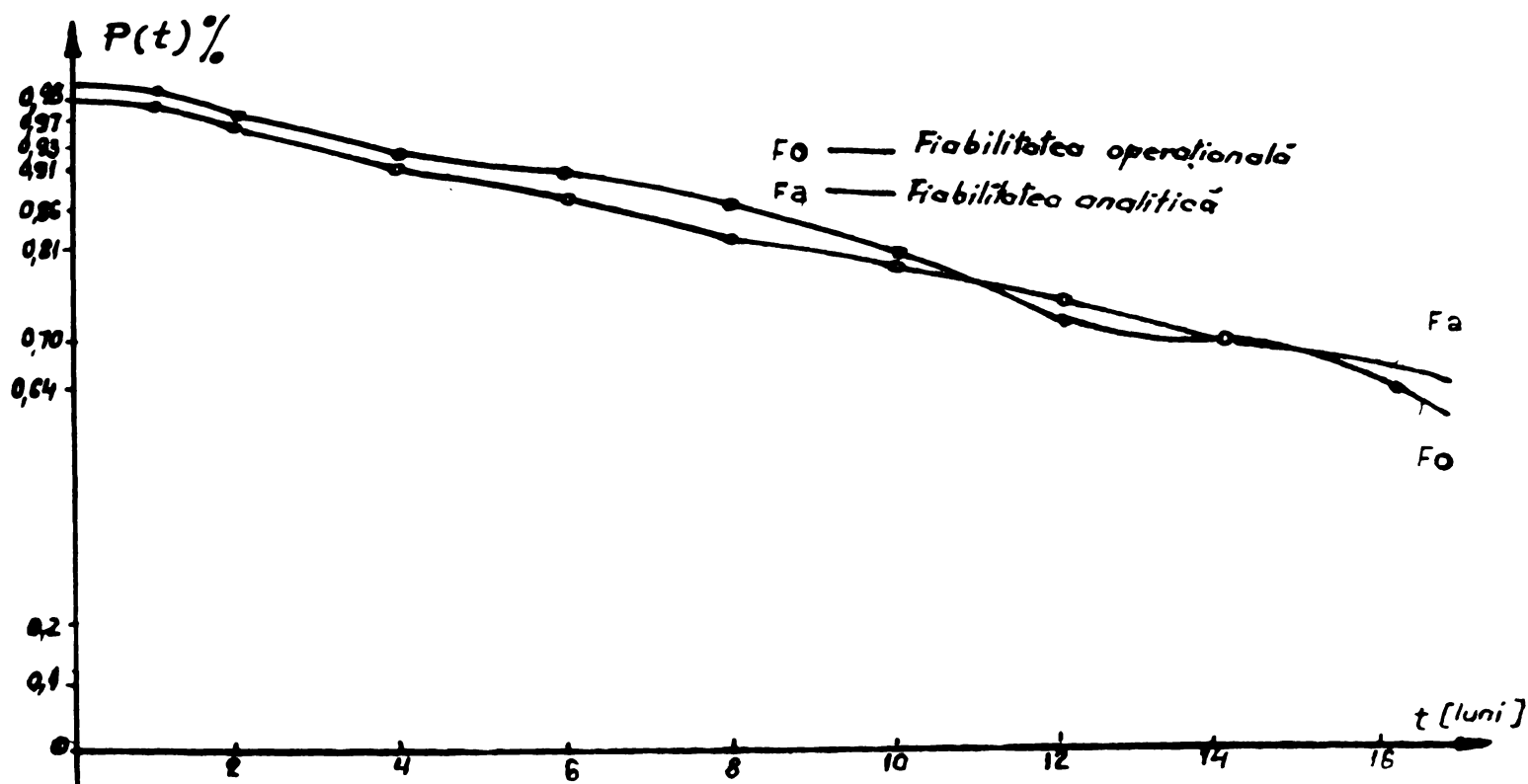


Fig.5.1

Disponerea aproximativă a valorilor în jurul unei drepte caracterizează viabilitatea distribuției Weibull, că aceasta poate fi reprezentată și sub formă liniară.

#### 5.4 CONCLUZII

Din analiza rezultatelor exploatarii pe perioada analizată din categoria defecțiunilor apărute rezultă unele cerințe privind exploatarea și întreținerea aparatului de încărcare, cerințe care se referă la măsuri pentru creșterea fiabilității pieselor urmînd ca în viitor să se acționeze asupra următoarelor aspecte:

a) implementarea sistemului de întreținere preventivă și corectivă cu scopul de a menține aparatul de încărcare în condiții normale de funcționare.

b) organizarea sistemului de evidență și operare pentru a cunoaște din timp uzura pieselor precum și posibilitățile de întreținere și reparare.

c) respectarea tehnologiilor de fabricație a pieselor conform documentației existente.

d) stabilirea pieselor a căror întreținere este costisitoare

e) micșorarea numărului de reparații cu volum mare de muncă

f) determinarea aproximativă a necesarului de piese de schimb prin diminuarea stocurilor

g) micșorarea cheltuielilor de reparații prin întreținere corectă efectuînd lucrări necesare înainte de apariția defecțiunilor.

Studierea siguranței în exploatare a instalațiilor și utilajelor siderurgice privind elaborarea de programe de funcționare fără defecțiuni, este foarte anevoioasă, pentru faptul că în majoritatea lor au caracter de unicat în exploatare. Din acest motiv țînînd seama de această particularitate s-a constatat că mult mai avantajoase sînt ca determinările și verificările să fie făcute nemijlocit pe baza datelor furnizate de procesul de exploatare înregistrarea, selecționarea și prelucrarea datelor avînd o importanță deosebită privind asigurarea unei fiabilități corespunzătoare.

Plecînd de la această idee majoră folosind toate informațiile privind condițiile tehnice de exploatare precum și factorii care acționează asupra siguranței în exploatare a elementelor componente s-a ajuns la stabilirea vieții medii a pieselor și subansamblelor menționate în tabelul 5.2. ? S1

Pe baza calculului statistic efectuat privind modul de obținere a duratei siguranței și disponibilității aparatului de încărcare s-a constatat că pentru menținerea indicelui de utilizare a furnalului la valoarea calculată de 96,25 % sau chiar mai mare

pe viitor se impune :

1. Ridicarea eficienței reparațiilor prin recondiționarea ansamblelor în intervalul dintre reparații și pregătirea lor ca ansamble de rezervă pentru următoarea reparație.

În această categorie intră: distribuitorul de materiale, pîlnia de încărcare, conul mic, închizătorul de gaze, clapetele de eşapare, clapetele atmosferice și egalizare precum și sondele cu lanț.

2. Problemă deschisă pentru viitor va fi aceea a realizării reacției inverse colectiv de fiabilitate - executant care în prezent lipsește în cadrul combinatului și evident se resimte necesitatea înființării lui.

3. Pe linia celor menționate pe parcursul cercetării autorul a rezolvat următoarele probleme:

- Recondiționarea pîlniei de încărcare de la aparatul de încărcare a cărei greutate este de 14.500 kg.

Prin eliminarea porțiunii uzate și înlocuită cu un inel turnat și sudat de restul pîlniei a fost recuperat cca. 11500 kg. de material.

Propunerea a fost considerată ca inovație și conducerea tehnică din MIM a emis certificatul de inovator cu Nr.100/1980.

- Modificarea constructivă a clapelor de  $\varnothing$  400 mm și  $\varnothing$  800 mm prin reprojectarea acestora.

S-a prelungit durata de viață și calitatea funcționării lor, iar timpul de înlocuire în caz de uzură a fost scurtat de la 2 ore la 30 minute.

La efectuarea operațiilor de recondiționare a stat următorul calcul:

$$C_{REC} < C_{PN}$$

unde:  $C_{REC}$  - Reprezintă costul piesei recondiționate

$C_{PN}$  - costul piesei noi

$$C_{REC} = C_{OP} + C_{MAN} + C_R + C_{MAT}$$

$C_{OP}$  - este costul operațiilor pregătitoare

$C_{MAN}$  - cheltuieli cu manopere

$C_R$  - cheltuieli cu regie

$C_{MAT}$  - costul materialelor necesare recondiționării

4. Prelucrarea rezultatelor obținute din exploatare pe baza statistică-matematică a condus la stabilirea parametrilor de fiabilitate cum ar fi:

- timpul total de funcționare TF
- timpul total de indisponibilitate TI
- timpul total de nefuncționare TTF
- disponibilitatea intrinsecă D

In contextul celor prezentate se cuvin următoarele precizări:

- Până în prezent literatura tehnică de specialitate nu dispune de valori orientative pentru funcția de fiabilitate privind recondiționarea subansamblelor și pieselor precum și momentul intrării în reparații, operații ce trebuiesc efectuate în funcție de importanța acestora și de valoarea funcției de fiabilitate.

- De subliniat este faptul că, cu cât ansamblul este mai important și fiabilitatea sa este mai scăzută, iar necesitatea de a analiza și lua măsuri de îmbunătățire este mai urgentă.

- Gradul de confidență al datelor statistice care au stat la baza cercetării pieselor și subansamblelor componente aparatului de încărcare au ca origine datele obținute din evidența secției furnale și urmărirea lucrărilor făcute cu ocazia reparațiilor amintind aici și informațiile primite din partea personalului din cadrul sectorului de întreținere cu o vechime mare la locul de muncă.

Deoarece activitatea de întreținere și reparații se desfășoară în cadrul funcțiunii de producție permite o colaborare strânsă între aceste activități pe linia reducerii staționărilor și reducerea costurilor de întreținere și reparații.

Pentru acest considerent lucrarea scoate în evidență necesitatea adoptării sistemului de întreținere preventiv și a sistemului de întreținere corectivă menționat în cap.VII al lucrării care să asigure în viitor realizarea unor obiective ca:

- înlăturarea unor deficiențe care țin de fiabilitatea și mentenanța utilajului.

- îmbunătățirea constructivă prin reproiectarea unor piese cu consum mare de metal

- prevenirea opririlor neplanificate

- descoperirea la timp a defectelor înainte de a produce pagube

- determinarea momentului de efectuarea reviziei tehnice și

- organizarea judicioasă de obținerea pieselor de schimb în funcțiune de complexitatea și importanța urgenței.

## CAPITOLUL VI.

### 6.1. CONSTRUCTIA SI MODUL DE FUNCTIONARE A MASINILOR DE SARJARE

Oțelăria Combinatului Siderurgic Reșița produce Oțel Siemens Martin în sortimentele și la termenele determinate de programul de fabricație respectând indicatorii stabiliți pentru toate secțiunile de plan.-

Funcționarea continuă în trei schimburi a cuptoarelor Siemens Martin, impun mașinilor de șarjare care<sup>le</sup> deserveșc o importanță deosebită în funcționalitate. Orice oprire sau staționare neprevăzută al acestor mașini grevează negativ asupra realizării producției de oțel.-

Cu excepția fontei, toate materialele folosite în procesul de elaborarea oțelului sînt transportate de la locul de depozitare, pe platoul halei la cuptoare cu ajutorul a 4 mașini de șarjare de 7,5 t existente în funcțiune la ora actuală. Părțile principale ale mașinii de șarjare se prezintă conform schemei din fig.6.1.-

In vederea studiului comportării în exploatare se reprezintă mai jos o descriere schematică a părților componente a mașinii de șarjare.

#### 1. Sasiul căruciorului de șarjare.

Este o construcție sudată, avînd forma și dimensiunile impuse de desfășurarea spațială a mecanismelor. Fiînd compus din doi longeroni curbați din grinzi sistem cheson legătura între ei este realizată de traversa de suspensie a brațului și traversa portal din spate.-

Pentru așezarea corespunzătoare a mecanismelor sînt prevăzuți o serie de suporturi sudate sau fixați cu șuruburi și plăci de egalizare.-

Pentru protecția mecanismelor de translație împotriva flăcărilor, șasiul este prevăzut cu un paravan din tablă.-

#### 2. Mecanismul de translație al căruciorului.

Prezintă două elemente caracteristice: frîna  $\varnothing$  400 mm. cu dispozitiv electrohidraulic și arborele de translație. Mecanismul este un nod cinematic foarte important în funcționarea mașinii de șarjare. Roțile de rulare angrenate și cele libere sînt montate pe rulmenți oscilanți. Diferența de nivel între roțile din față și cele din spate constituie un element specific căruciorului, impus de repartiția disproporțională a greutății pe roți. Viteza de deplasare fiînd mare  $V = 80$  m/min., iar spațiul de translație mic căruciorul prezintă un sistem de siguranță împotriva căderii de pe mașină pentru fiecare sens de mers. Sistemul este prevăzut cu 2 tampeane

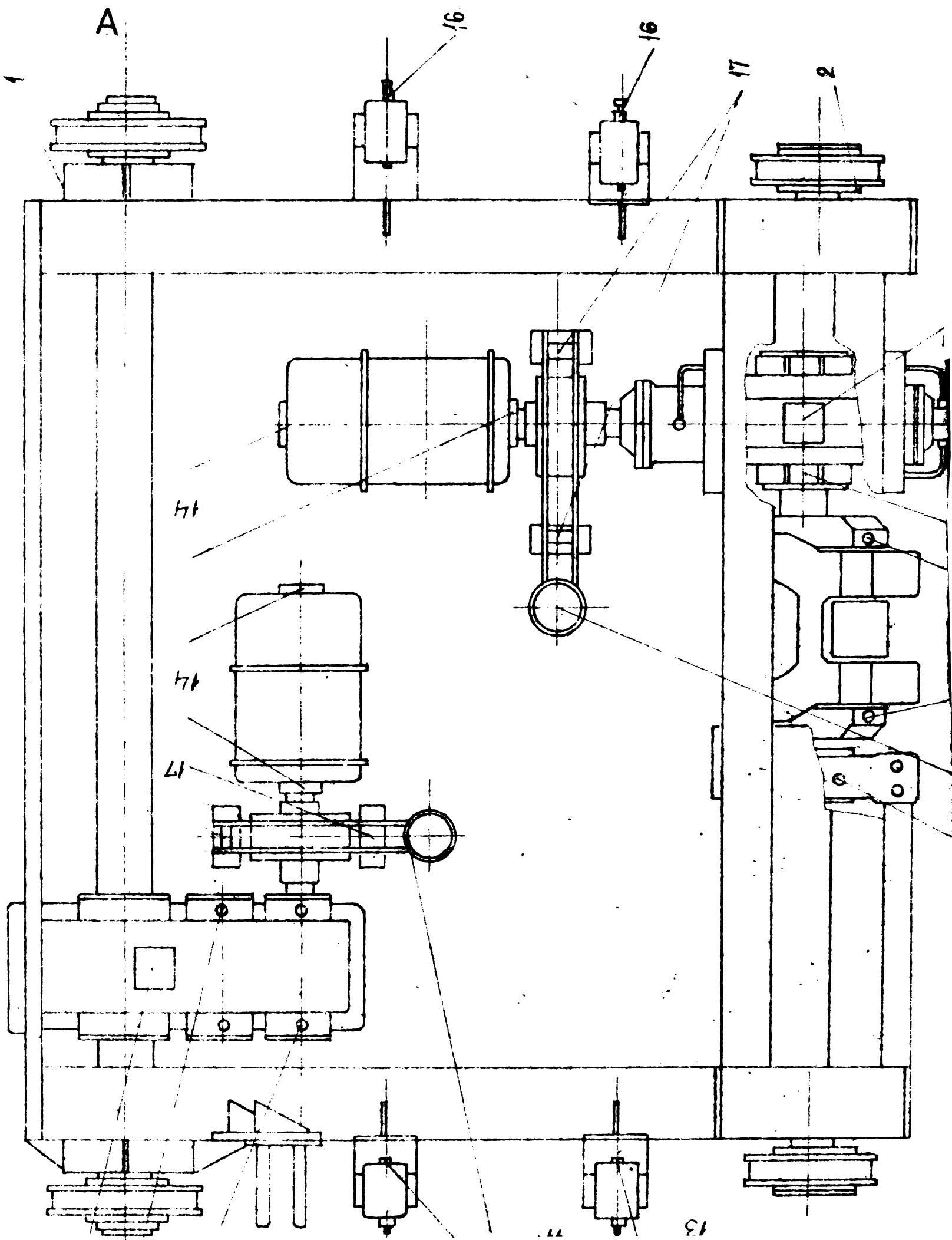
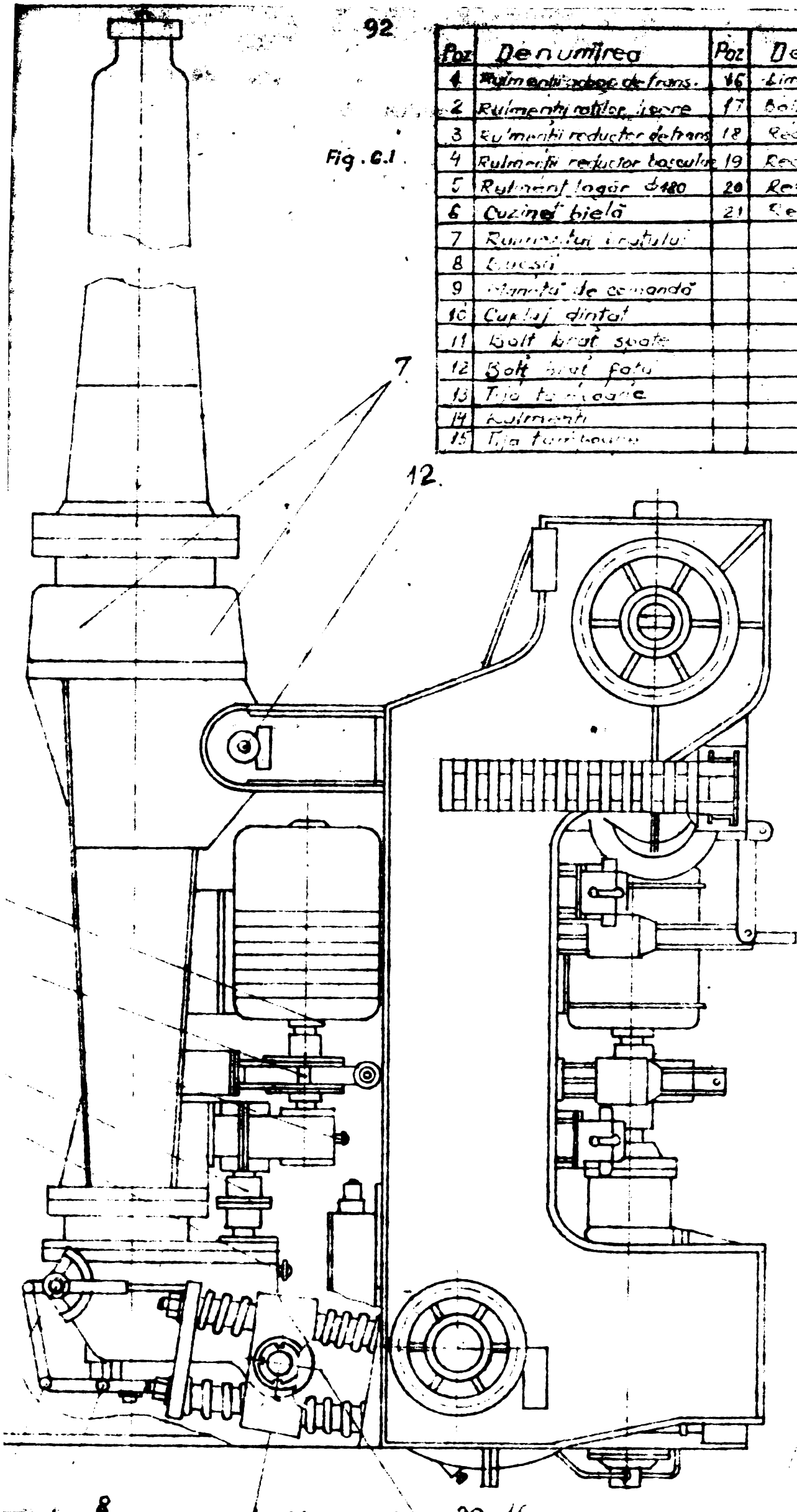


Fig. 6.1

Poz	Denumirea	Poz	Denumirea
1	Rulmenti axei de frans.	16	Limitator de cursă
2	Rulmenti rotilor izere	17	Bolt prins
3	Rulmenti reductor de frans	18	Reductor final
4	Rulmenti reductor basculat	19	Reductor vis. ujară
5	Rulment lagăr Ø480	20	Regulator curent I
6	Cuzine biela	21	Reductie directie II
7	Rulmentul instalat		
8	Cușcă		
9	Maneta de comandă		
10	Cuplaj dintat		
11	Bolt brat spate		
12	Bolt brat fata		
13	Tija tambour		
14	Rulmenti		
15	Tija tambour		



A

3

18

20 16



laterale elastice, iar la sfârșitul cursei cu 2 tamponane din lemn în care se opresc roțile de rulare. Specific mecanismului căruciorul mai are un dispozitiv de acționare manuală în situația intreruperii curentului electric în timp ce brațul s-ar afla în cuptor.-

### 3. Mecanismul de basculare al brațului.

Este acționat de un motor electric prin intermediul unui reductor cu inele. Ultimul arbore al reductorului este un arbore cotit susținut de un lagăr cu rulment. Prin rotirea arborelui cotit se asigură bascularea brațului între limitele stabilite față de poziția orizontală. Biela elastică asigură amortizarea șocurilor menajând în felul acesta mecanismul. Frinarea mecanismului de basculare se realizează combinat cu ajutorul unei frâne  $\varnothing$  400 mm. și a melcului, astfel ca la turația redusă a arborelui cotit, acesta să fie oprit în poziția necesară pentru ridicarea sau coborârea troacei.-

### 4. Mecanismul de rotire a brațului.

Este realizat cu un lanț de două reductoare de turație de construcție specială impusă de gabaritul limitat și amplasarea obligatorie pe carcasa brațului. Mecanismul este prevăzut cu o frână  $\varnothing$  300 mm. cu saboți și dispozitiv de acționare electro-magnetică.-

Este un mecanism foarte solicitat din cauza șocurilor și a suprasolicităților care realizează rotirea brațului pentru golirea troacei susținută în capul acestuia, precum și a împingerii laterale a trenului cu troci încărcate în fața cuptoarelor.-

Blocarea trocii pe braț se face prin intermediul unui bolt ce străbate axial brațul fixat printr-un manșon cu un sistem de pârghii articulate.-

### 5. Mecanismul de translație al mașinei.

Este conceput bilateral realizat cu doi arbori de translație acționând cele 4 roți de rulare ale mașinii. În situații accidentale când se defectează unul din arbori mașina poate fi deplasată de un singur arbore cu viteză mai redusă. Acționarea mecanismului se realizează cu ajutorul motoarelor electrice, mecanismul fiind prevăzut cu o instalație de ungere centrală cu unsoare consistentă.-

### 6. Construcția metalică.

Aceasta constă din două grinzi de rulare ale căruciorului de tip cheson ce se sprijină pe patru stâlpi care la rândul lor se sprijină pe grinzile de capăt ale mașinei, legându-se transversal cu cele două grinzi de rulare.-

În ansamblu scheletul metalic al mașinii de garjare se prezintă ca o construcție spațială rigidă prin faptul că toate legăturile sînt de tip cheson.-

In general studiul s-a axat pe:

1. Cercetarea fiabilității pieselor și subansamblelor cu siguranță scăzută în exploatare prin analizarea schemei procesului real de uzură în cadrul cărora noțiunea de reparații se desprinde ca un corolar.-

2. Diversele piese componente din cadrul mașinilor de garajare se pot încadra în grupe de diverse durate optime de serviciu  $t_1, t_2, \dots, t_n$  riguros aceleași pentru toate piesele din grupa respectivă acest lucru creind posibilitatea ca înlocuirea pieselor componente să nu poată fi făcută în același moment, ci treptat la date diferite pe parcursul unui ciclu de funcționare stabilit.-

3. Datele care numericeste reprezintă multiplii a uneia s-au altele dintre aceste durate,  $t = k \cdot t_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) poate fi înlocuită numai grupa respectivă de piese, iar datele care au ca mărime multiplii comuni ai mai multor grupe de piese  $t_i, t_j, \dots$  să fie înlocuite concomitent grupele de piese  $i, j, \dots$  astfel ca la momentele care numericeste au multiplii comuni ai tuturor grupurilor de piese înlocuirea lor să fie totală acesta reprezentând durata ciclului de reparații.-

4. Calculul concret al cheltuielilor pentru reparații și reprezentarea lor analitică pot fi efectuate după cum urmează:

- Se repartizează piesele componente al ansamblelor pe grupe de aceeași durată de serviciu,  $t = 0,5; 1,0; 1,5 \dots$  ani (luni, zile etc.) care dau posibilitatea calculației cheltuielilor anuale pentru reparații-întreținere obținându-se cheltuielile pe grupe  $R_{t_i} = R_{0,5}; R_{1,0}; R_{1,5} \dots$  din momentul zero (intrării în funcțiune) până în momentul înlocuirii pieselor uzate.-

In contextul celor menționate rezultă că:

- înlocuirea s-au repararea la intervale prea mari a pieselor duce la consumuri suplimentare, iar

- înlocuirea prea frecventă duce la mărirea duratei reparațiilor și a costului acestora în perioada de funcționare a mașinilor. Necesitatea unui calcul economic este evidentă deoarece tendința de folosire la extrem a pieselor trebuie să fie evitată/<sup>tot</sup>atît cît și schimbarea prea frecventă a acestora.-

Reparațiile preventive aplicate în perioada de timp planificate prelungesc viața utilajelor, iar în cazul cînd li se aduc îmbunătățiri constructive influența uzurii este contracarată.-

In această situație necesitatea stabilirii unei metodologii de principiu științific fundamentate în direcția determinării timpului optim de funcționare vizează eliminarea efectelor produse de uzură, justificînd astfel eforturile îndreptate în această direcție acțiune de o deosebită importanță și actualitate.-

## 6.2. UZURA SI SIGURANTA IN EXPLOATARE A MASINILOR DE SARJARE.

Uzura și siguranța, domeniu de lucru este urmărit de sectorul de întreținere și în general în multe secții și sectoare ale combinatului, punctul de plecare îl constituie fixarea uzurii pentru eliminarea cauzelor de producere al avariilor.-

Prin folosirea metodelor statistice matematice a fost posibilă analizarea punctelor slabe prin cercetarea cauzelor care conduc la apariția defecțiunilor în timpul exploatării.-

În vederea aplicării teoriei siguranței (Fiabilitatea) în exploatare și realizarea ei, se impune ca necesar rezolvarea unor probleme cum ar fi:

- Realizarea întreținerii preventive conform planului,
- Realizarea unei proiectări adecvate cerute de exploatare,
- Planificarea utilizării mașinilor,
- Planificarea pieselor de schimb (execuții, păstrare în stoc),
- Realizarea supravegherii tehnice,
- Folosirea personalului, fapt pentru care se propune modelul de cercetare prezentat în fig. 6.2.

Activitatea întreținerii trebuie reflectată în următoarele direcții principale:

- întreținerea părților componente și
- înlocuirea preventivă a elementelor care ating limita de uzură.-

Măsurile preventive trebuie luate în cazul defecțiunilor datorate uzurii, care au un ritm ascendent, ritmul defectărilor stabilind posibilitatea intervenției preventive, întrucât numai simpla revizie tehnică nu conduce la schimbări în siguranța exploatării.-

Cca. 65 % din avarii care apar sînt din cauza defecțiunilor premature neputînd în multe cazuri atribui unei singure cauze precise, aceste fiind combătute numai din punct de vedere economic.-

În acest sens este necesar, ca prevederile economice să fie atent examinate pentru a motiva în mod satisfăcător măsurile din punct de vedere al cheltuielilor.-

Rezultatele referitoare la durata de funcționare și a siguranței în exploatare, sînt încă suficiente pentru a se putea alcătui modele pentru stabilirea pieselor de schimb și cicluri de înlocuire preventivă motiv pentru care cheltuielile de întreținere sînt și trebuie să fie justificate din punct de vedere economic.-

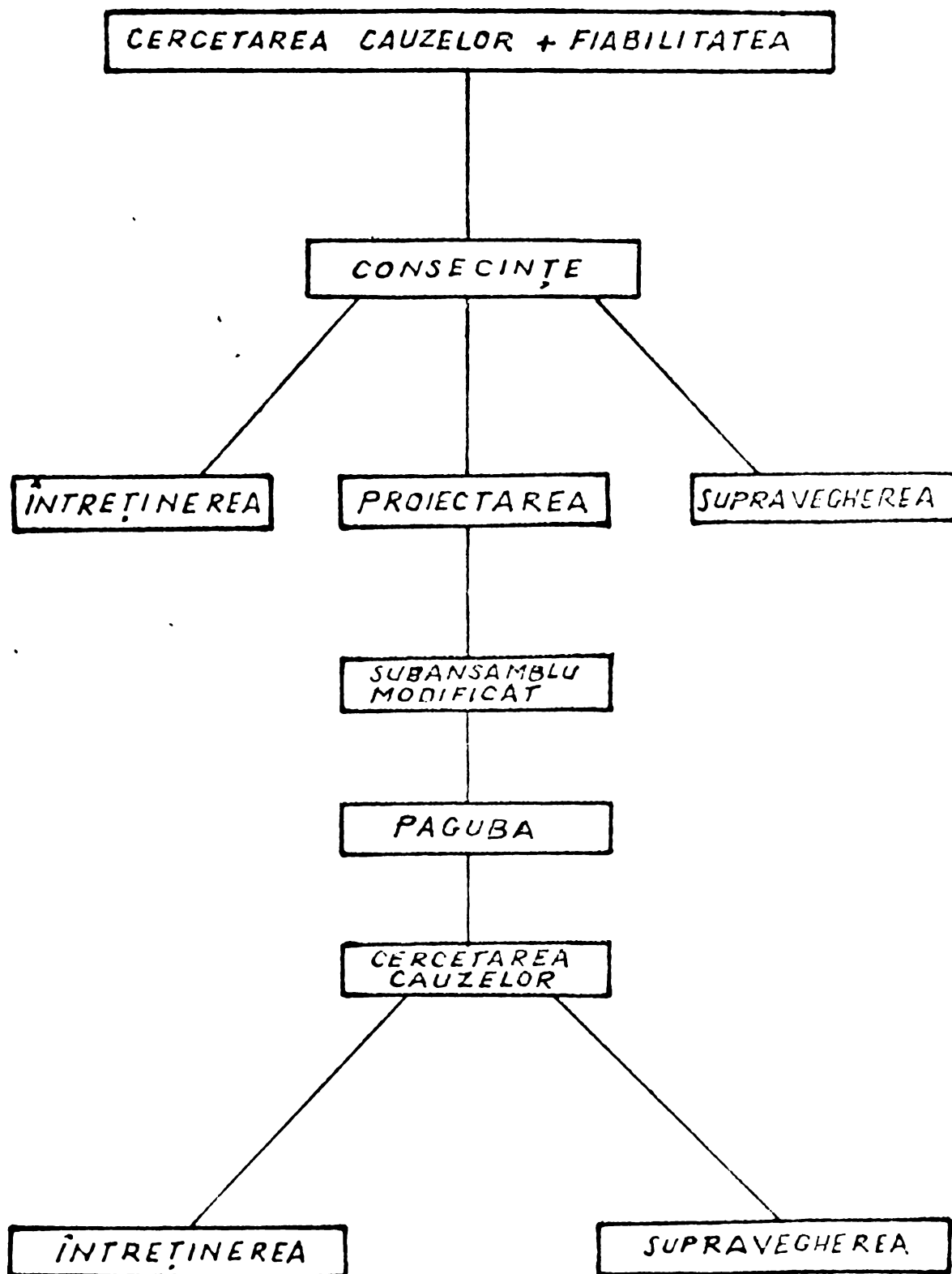
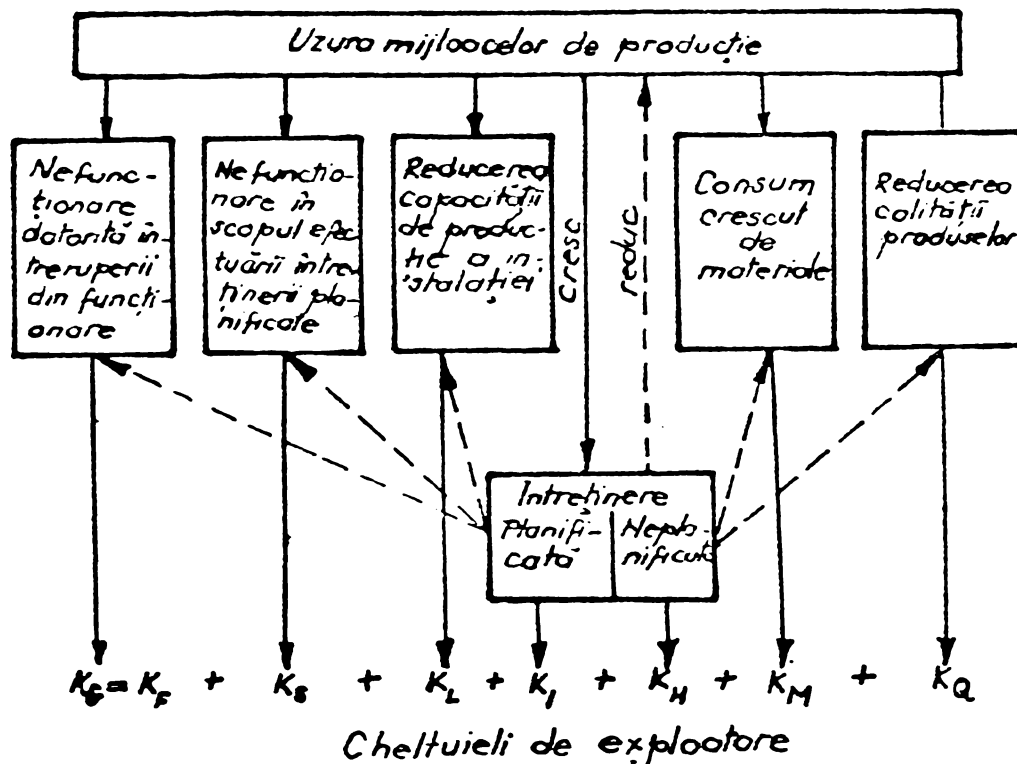


Fig. 6.2

In fig.6.3. sînt ilustrate efectele materiale ale uzurii precum și caracterul dublu al întreținerii, privind eliminarea fenomenelor de uzură care se manifestă sub formă de cheltuieli de exploatare. /32/



- $K_f$  - Creșterea costurilor respectiv reducerea beneficiilor  
 $K_b$  - Creșterea prețului de cost datorită nefuncționării  
 $K_c$  - Creșterea prețului de cost datorită reducerii capacității  
 $K_d$  - Cheltuieli pentru întreținerea planificată  
 $K_e$  - Cheltuieli suplimentare necesare întreținerii  
 $K_f$  - Creșterea prețului de cost prin reducerea calității produselor  
 $K_g$  - Cheltuieli de exploatare cauzate de uzuri

Fig.6.3. Model de uzură.

Notind cu:

unde:

- $k_a$  - creșterea costurilor prin nefuncționarea mașinii datorită defecțiunilor apărute.  
 $k_b$  - creșterea prețului de cost prin nefuncționarea mașinei  
 $k_c$  - creșterea prețului de cost prin reducerea capacității de producție.  
 $k_d$  - cheltuieli pentru întreținerea planificată  
 $k_e$  - cheltuieli suplimentare ca urmare a deranjamentelor.  
 $k_f$  - cheltuieli privind consumul de materiale  
 $k_g$  - cheltuieli legate de scăderea calității produsului.

ecuația cheltuielilor de exploatare va fi compusă din:

$$K_E = K_a + k_b + k_c + k_d + k_e + k_g$$

Măsurile de întreținere pot fi justificate numai în cazul când au drept efect reducerea cheltuielilor pe întregul proces de producție de la care trebuie obținute un optim pentru reducerea cheltuielilor de exploatare, avînd ca rezultat creșterea fiabilității instalației sau utilajului.-

În prima fază trebuie întocmită documentația tehnică pentru a se determina lucrările și intervențiile ce trebuie efectuate, iar în a doua fază să aibe loc stabilirea lucrărilor de întreținere.

Pentru obținerea celei mai mari eficiențe sînt necesare într-o măsură din ce în ce mai mare întocmirea unor modele care să determine strategia întreținerii utilajului cu costuri minime pentru întregul proces de producție.

#### Model de uzură

Toate mijloacele de producție sînt supuse uzurii, care cresc în mod diferit pe măsura trecerii timpului, iar în cadrul procesului de producție duc la reducerea fiabilității.-

Măsurile de luat în vederea ridicării fiabilității trebuie să reducă intensitatea defectelor dîn primul interval și să prelungească intervalul al II-lea așa cum este reprezentat în fig.6.3'.

Variația sub această formă a intensității defecțiunilor confirmă și practica exploatareii.-

Frecvența defecțiunilor în perioadele între starea dintre reparația capitală și între celelalte reparații capitale nu este egală.-

Timpul de funcționare pentru perioadele cu intensitate constantă a defecțiunilor este diferită și ca stare indicii tehnico-economici de exploatare scad treptat.-

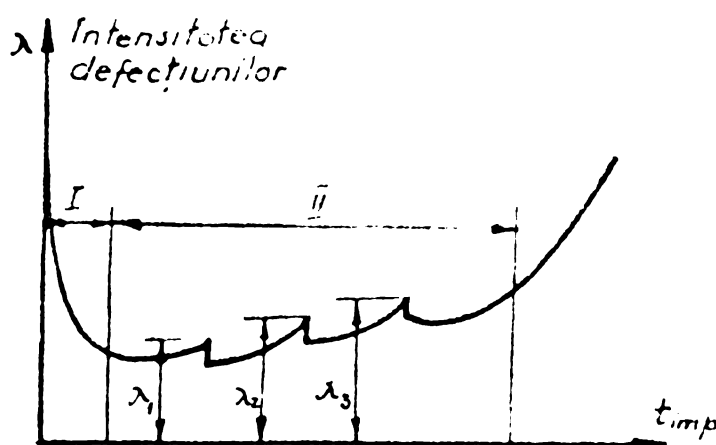


Fig.6.3'

Prelungirea perioadei de funcționare din intervalul al II-lea fluctuațiile defecțiunilor trebuie să fie cât mai mici și cu o scădere lentă.-

Acest lucru înseamnă o exploatare corectă pînă cînd se ajunge la concluzia înlocuirii pieselor care hotărăsc oprirea utilajului în vederea efectuării reparației generale RC.2 sau capitale RK.-

### 6.3. ASPECTE PRIVIND ACTIVITĂȚEA DE ÎNTREȚINERE A MAȘINILOR

Creșterea continuă a producției de oțel la oțelăria Siemens Martin din cadrul Combinatului Siderurgic Reșița în cincinalul revoluției tehnico-științifice 1976-1980<sup>si</sup> pe perioada următoare a condus la luarea tuturor măsurilor organizatorice și tehnice posibile, la toate locurile de muncă.-

În acest sens în cadrul secției OSM o atenție deosebită se acordă problemelor majore la agregatele de bază dătătoare de ton în procesul de producție.

Pentru acest considerent trebuie mers pe calea găsirii căilor de îmbunătățire a calității reparațiilor și întreținerii corespunzătoare a tuturor agregatelor și utilajelor în vederea reducerii timpului de staționare și al prelungirii ciclului de funcționare între două reparații.-

Sistemul de execuție al întreținerii reparațiilor cunoscute pînă în prezent sînt următoarele:

1. Sistemul clasic preventiv planificat caracterizat prin revizii, reparații, de gr.1 și gr.2 și reparații capitale precum și:
2. Sistemul de întreținere preventivă.-

În direcția îmbunătățirii activității de întreținere și reparații la mașinile de șarjare, autorul a lucrat direct în acțiunea de reproiectare a unor piese și subansamble din punct de vedere constructiv și funcțional din care se amintesc următoarele:

1. Reproiectarea frinei electrohidraulice de la mecanismul de rotire a brațului cu frîna de tip hidraulic acționată manual.-
2. Redimensionarea reductoarelor de rotire I și II de la mecanismul de rotire al brațului.-
3. Reproiectarea grinzilor de susținere a brațului de la căruciorul mașinii de șarjare.-
4. Reproiectarea brațului posterior al mașinii.
5. Reproiectarea tijei de la mecanismul de blocare al trocii.
6. Reproiectarea brațului anterior al mașinii.
7. Reproiectarea roților de rulare de la mecanismul de transmisie a podului.-
8. Asigurarea unui cărucior complet ca ansamblu de rezervă.-

Toate aceste măsuri tehnico-organizatorice au fost luate în vederea creerii condițiilor optime aplicării începând cu anul 1976 a sistemului de întreținere preventivă.

Volumul operațiilor de mentenanță între reparațiile curente de gradul I și II pe intervalul între două reparații capitale sînt prevăzute tipurile de reparații așa cum este prezentat în graficul din fig.6.4.

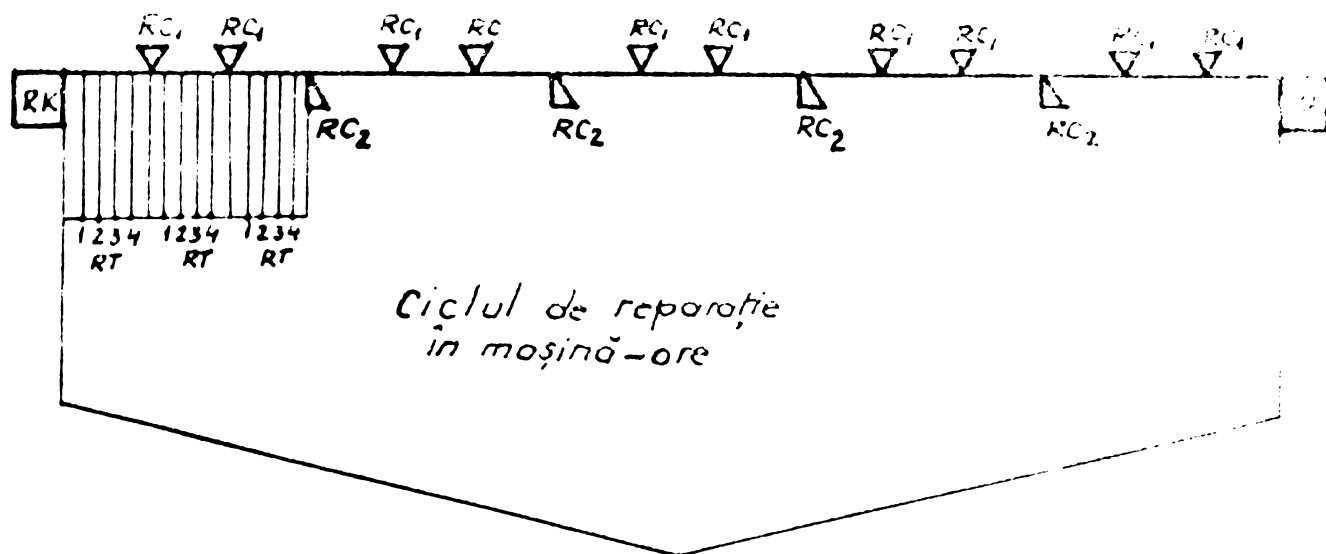


Fig.6.4

În prezent mașinile de șarjare, cum de altfel toate mijloacele fixe din dotarea secției sînt supuse periodic la opriri cu caracter de întreținere și reparații. Toate aceste opriri (la care sînt supuse mașinile de șarjare) sînt categorisite astfel:

- opriri preventiv planificate și opriri accidentale.

Opririle preventive planificate sînt catalogate în „Normativul republican de întreținere și reparații” unde sînt specificate următoarele tipuri de lucrări:

1. Revizii tehnice zilnice, săptămînale și lunare RT,
2. Reparații curente de gr.1 - trimestriale RC.1
3. Reparații generale de gr.2 - anuale RC.2
4. Reparații capitale una la patru ani RK

În conformitate cu codul de clasificare 403.078 mașinile de șarjare au durata de viață de 18 ani, timpul de funcționare fiind în trei schimburi.

În funcție de condițiile grele de lucru al acestora mijloace fixe în normativ sînt prevăzute valorile procentuale din valoarea de inventar pentru întreținere și reparații, orele de staționare, orele de manoperă, redată în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Denumirea indicatorului		Tipul reparației			
		RT	RC.1	RC.2	RK
Staționare în zile	S	0,33	2	6	10
Manopera în ore	m	30	400	3100	6800
Val.sw inventar V1 %	V	1	5	10	32



Lucrările care se execută la revizii și reparații sînt cele consemnate de comisia tehnică cu ocazia constatărilor la oprirea utilajului pentru care se arată:

- În baza procesului de constatare, se întocmește devizul de execuție al lucrării după care se lansează comanda de reparație. Efectuarea reparației este consemnată în final în procesul de recepție.

Timpu de staționare planificat al mașinilor de șarjare conform Normativului republican este de 62,56 zile determinat cu relația:

$$ST_p = n \cdot \frac{n_1 \cdot S_1 + n_2 \cdot S_2 + n_3 \cdot S_3 + n_4 \cdot S_4}{t} \quad \text{pentru: } \frac{RT}{n_1=32} \quad \frac{RC_1}{n_2=12} \quad \frac{RC_2}{n_3=3} \quad \frac{RK}{n_4=1}$$

$$ST_p = 4 \times \frac{32 \cdot 0,33 + 12 \cdot 2 + 3 \cdot 6 + 1 \cdot 10}{4} = 62,56 \text{ zile}$$

- Valoarea medie anuală a cheltuielilor maxim admise în normativ în actualul sistem de întreținere și reparații pentru cele  $n = 4$  mașini de șarjare a căror valoare de inventar  $V_1 = 2.302.980$  lei pe mașină pe durata unui ciclu de reparații capitale  $t = 4$  ani este de 3.456.589 lei/an calculat cu relația:

$$V = n \cdot \frac{n_1 \cdot V_1 + n_2 \cdot V_2 + n_3 \cdot V_3 + n_4 \cdot V_4}{t} \times \frac{V_1}{100} =$$

$$V = 4 \times \frac{32 \cdot 1 + 12 \cdot 5 + 3 \cdot 10 + 1 \cdot 32}{4} \times \frac{2.302.980}{100} = 3.546.598 \text{ lei/an}$$

- Ca urmare a reducerii continue a prețului de cost al întreținerii și reparațiilor, în anul 1975 s-a realizat pentru cele 4 mașini de șarjare valoarea de  $V = 1.649.387$  lei/an.

- Activitatea de întreținere și reparații curente în prezent este realizată de către o formație compusă din 14 muncitori cuprinși în schema atelierului de întreținere mecano-energetică a secției OSM.

Reparațiile capitale sînt realizate de către secția centrală de reparații din cadrul CSR-ului.

Formația de lucru pentru întreținere și reparații este repartizată pe schimburi astfel:

1. schimbul I 7,00 - 15,00 - 3 muncitori
2. schimbul II 15,00 - 23,00 - 3 muncitori
3. schimbul III 23,00 - 7,00 - 3 muncitori

În prezent lucrările de întreținere și reparații sînt efectuate pe parcursul a trei schimburi, dar se întîmplă cazuri cînd mai au loc așteptări ale personalului de întreținere din cauza sectorului de producție, angrenat în activitatea de pregătire sau de elaborare a oțelului din cuptoare.

Structura tehnico-organizatorică a compartimentului tehnic din cadrul atelierului mecano-energetic acesta este compus din sector mecanic, sector electric și birou programare și urmărire, toate acestea coordonate de un șef de atelier.

#### 6.4. PRINCIPALELE TIPURI DE DEFECTIUNI CARE APAR IN TIMPUL EXPLOATARII MASINILOR DE SARJARE.

In perioada de funcționare a mașinilor de șarjare ca defecțiuni principale care apar în exploatare, cauzele și modul de remediere al acestora sînt ilustrate în tabelul 6.2.

Nr. crt. Defecțiuni	Cauze	Soluții de remediere
<b>A. MECANICE</b>		
1. Ruperi ale unor organe de mașini ca: roți, arbori, șuruburi, bolțuri.	Suprasarcină, șocuri, defecte ascunse sau fenomene de oboseală a materialelor.	Se repară sau se înlocuiesc în funcție de importanța piese.
2. Cărucioare sau pod <sup>cu</sup> ten-dință de translatare sau deplasare strîmbă.	Uzura roților neuniformă sau nealiniament în plan orizontal.	Se strunjesc la același diametru, se pun adause sau lagăre.-
3. Roți de rulare, cuplaje, axe.	idem	Se înloc. sau se recondiționează după gravitatea uzurii.
4. Brațe anterior sau posterior.	Suprasolicitări condiții de temperatură ridicată.	Se înlocuiesc
5. Tija braț	idem	Se înlocuiesc
6. Rulmenți	Uzuri sau suprasolicitări.	Se înlocuiesc
7. Uzura pielțelor	Uzura articulației	Se recondiționează și se înlocuiesc cuzineții.-
8. Reductoare	Uzură	Se înlocuiesc roțile sau arbori uzați.
9. Limitatoare de cursă nu funcționează	-Limitator defect -Legături electrice slăbite	- Se înlocuiesc - Se refac legăturile
10. Tamponare elastice	Se rup sau se strîmbă.	Se repară sau se înlocuiesc
<b>B. ELECTRICE</b>		
1. Culegători de curent nu calcă uniform	-Deformarea liniei de contact. -Slăbirea contactelor.	Se îndreaptă și se refac contactele
2. Contactori și rezistențe de pornire defecte.	Uzură	Se înlocuiesc
3. Ridicătoare de frînă	Uzură	Se repară sau se înlocuiesc.
4. Motoare defecte	Arderea bobinajului	Se înlocuiesc
5. Cărucioare de cablu defecte.-	Uzură	Se repară sau se înlocuiesc.-

In cele ce urmează se prezintă unele îmbunătățiri constructive făcute la principalele piese din componența mașinii de șarjare care au condus la mărirea duratei de viață în exploatare, re-  
pere menționate în capitolul IX al lucrării.

In fig.6.5 a

Vedere generală a mașinii de șarjare



Fig.6.5 a

Fig.6.5 b

Brăț anterior pentru prinderea trocii. Pentru evitarea ruperii s-a mărit secțiunea din zona „a” a brațului.



Fig.6.5 b

Fig.6.5 c

Brăț posterior. Prin modificarea secțiunii de trecere a tijei de blocare a trocii și re-proiectarea (mărirea) razei de recordare a umărului unde vine montat rulmentul a scăzut frecvența ruperilor.



Fig.6.5 c

Fig.6.5 d

Un caz de rupere al brațului posterior. Este prezentată rupe-rea sprosape dreaptă a porțiunii în care vine montată roata de antrenare. In această situație pentru a nu se arunca arborele se aplică o tehnologie de recondiționare specială.



Fig.6.5 d

Fig.6.5 e

Arbore pinion intermediar de la reductor rotire II. Ruperes denturii a fost eliminată prin mărirea modulului și schimbarea calității materialului.



Fig.6.5 e

Fig.6.5 f

Roată dințată de la arborele intermediar. Pentru a elimina ruperea și staționările neprevăzute s-a înlocuit calitatea materialului.



Fig.6.5 f

Fig. 6.5 g

Roata de rulare angrenată de la mecanismul de deplasare. S-a mărit durata de funcționare prin schimbarea variantei monobloc a roții la varianta bandaj și butuc. Când bandajul se uzează se înlocuiește numai acesta.

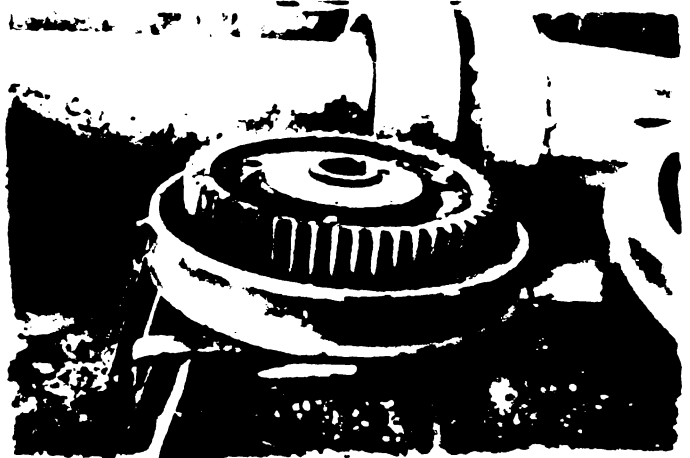


Fig.6.5 g

În fig.6.5 h se prezintă arborele pinion de la reductorul mec. de deplasare al mașinii în stare deteriorată ca urmare a neglijenței în efectuarea reviziei.

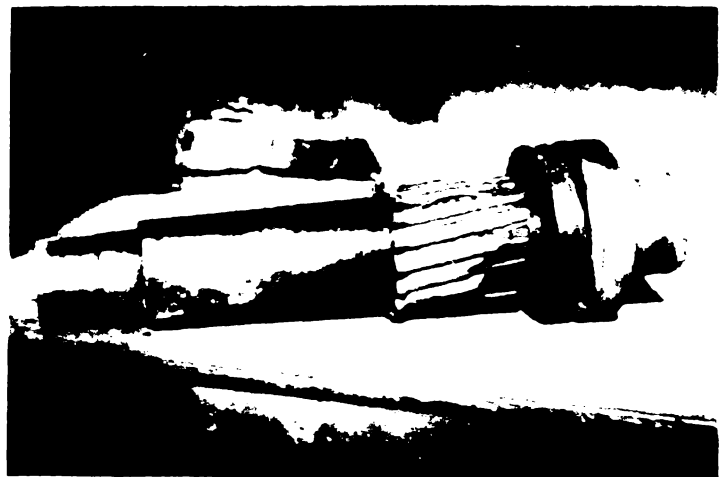


Fig.6.5 h

### 6.5. STABILIREA PE BAZA STATISTICĂ A FIABILITĂȚII MASINILOR DE ȘARJARE

Pentru Combinatul Siderurgic Reșița care deține și exploatează mașini, instalații și utilaje, problema asigurării și menținerii siguranței în funcționare al acestora trebuie să constituie o sarcină permanentă privind mărirea fiabilității elementelor componente, precum și stabilirea cauzelor care duc la defectarea lor în timpul funcționării.

Pe baza teoriei siguranței în funcționare s-a analizat stabilirea legăturii defecțiunilor ca metodă de prevedere și acestora și găsirea de noi aspecte pentru mărirea continuă a siguranței în funcționare. Folosind ca schemă generală pentru calculul fiabilității prezentată în fig.6.6 se poate arăta că:

Tinând seama de factorii care stau la baza stabilirii fiabilității utilajelor conform schemei din figură, având în vedere indicațiile apărute în publicațiile de specialitate pe această temă, precum și datele culese din exploatare s-a trecut la stabilirea fiabilității mașinilor de șarjare în stare funcțională.

Analiza manifestării apariției uzurii la piesele cele mai solicitate din componența ansamblelor mașinilor de șarjare a fost urmărită încă din perioada 1971-1975 când autorul își desfășura activitatea în atelierul de proiectare din cadrul combinatului.

În acest fel unele piese și subansamble cu fiabilitate redusă au fost reproiectate mărindu-le durata de viață aspect menționat la punctul 6.3.

Cu datele obținute privind durata de funcționare a pieselor și subansamblelor precum și măsurile luate în direcția mării fiabilității a făcut posibilă trecerea la prezentarea grafică a intensității probabilității de defectare  $\lambda(t)$ , prezentat în lucrare

Calculule de estimare fiind simple și ușor de efectuat au fost făcute admițind că legea teoretică adoptată pentru distribuția timpului de funcționare fără defecțiuni concordă cu datele experimentale.

Astfel, pentru piesele și subansamblele mașinilor de șarjare s-a putut găsi distribuția teoretică a timpului de funcționare fără defecțiuni care să nu contrazică datele experimentale folosind una din distribuțiile continue din teoria probabilităților.

Datele de calcul folosite la stabilirea fiabilității pentru cele 4 mașini de șarjare identice, ca construcție și toate cu același regim de exploatare l-au constituit timpii între două reparații ( $RC_1$ ,  $RC_2$ ,  $RK$ ) extrăși din livretul utilajului, reprezentind în

## SCHEMA GENERALĂ PENTRU CALCULUL FIABILITĂȚII ȘI DURABILITĂȚII (VIETII UTILE)

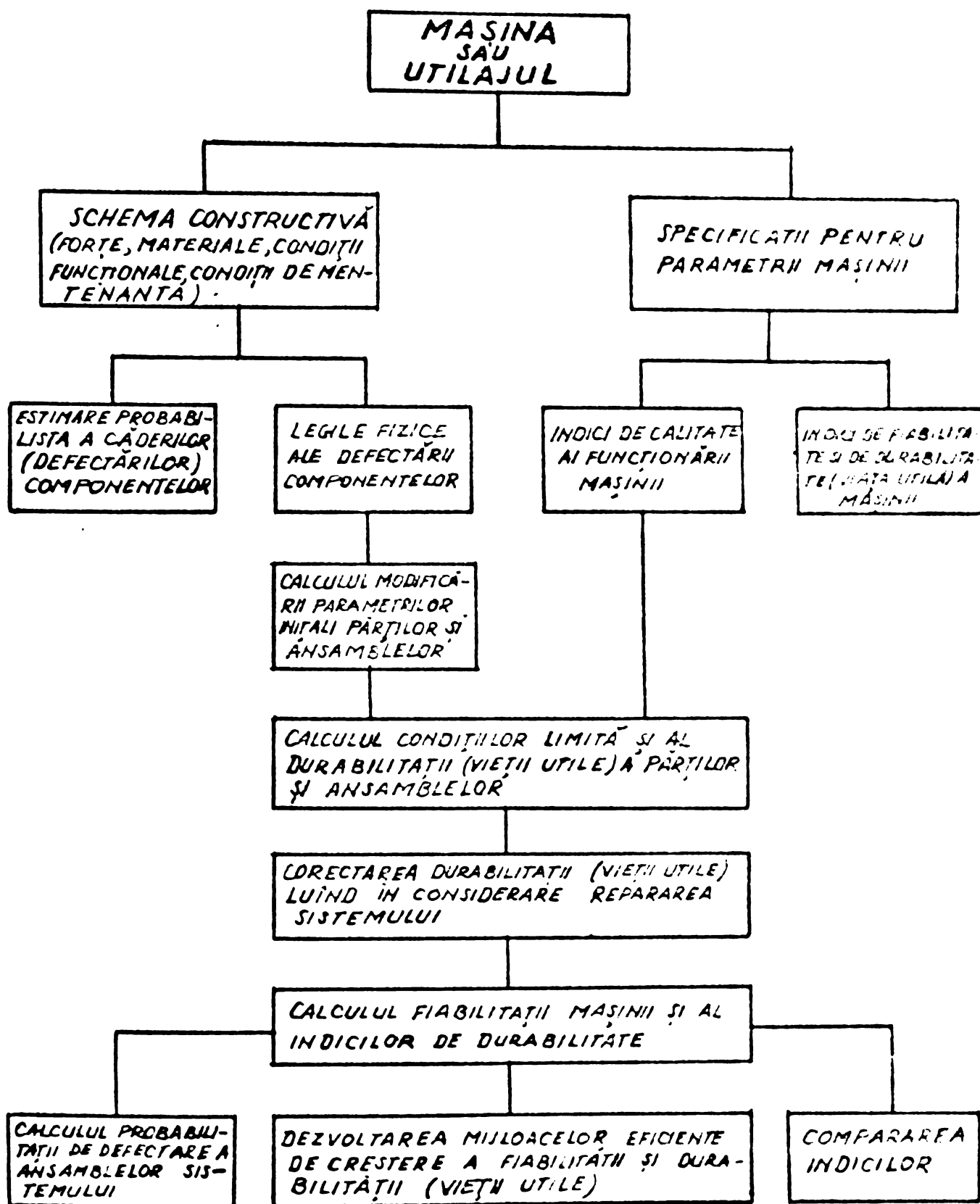


Fig.6.6

lași timp durată normală de funcționare precum și timpii de înlocuire a pieselor în intervalul dintre reparații.-

Stabilirea tipului funcției de distribuție reprezintă una din problemele importante ale teoriei siguranței în prezent cunoscut fiind că nu toate elementele componente ale mașinilor au stabilită distribuția teoretică a timpilor de funcționare fără defecțiuni.-

Uneori se presupune că apariția defecțiunilor succesive se pot considera ca un eveniment rar distribuit după legea Poisson a cărei expresie este de forma :

$$f(x) = \frac{m^x}{x!} \exp.(-m)$$

unde:  $x$  - este numărul de defecțiuni din intervalul de timp analizat „ $t$ ”

$m$  - Nr. mediu de defecțiuni din același interval

$$m = \lambda \cdot t = \frac{t}{t_m}$$

Se precizează că pentru cazurile în care alegerea distribuției teoretice nu este fundamentală, este util să se adopte o lege de distribuție care poate înlocui oricare din cele menționate fără ca fiabilitatea elementului să fie afectată.-

De aceea se consideră că cele mai bune proprietăți de aproximare le are distribuția asimetrică Weibull, iar distribuția Raleygh și exponențială sînt cazuri particulare ale acesteia.-

Se observă că defectarea unui mecanism atrage după sine nerealizarea funcționării mașinii în general, fapt pentru care sînt necesare efectuarea operațiilor de mentenanță precizate în anexa I.-

În această situație înseamnă că fiabilitatea funcțională totală a mașinii de șarjare  $P_{FMM}$  este dată de probabilitatea de bună funcționare asemănătoare unui sistem - serie care poate fi scrisă sub forma :

$$P_{FMM} = P_{Mtn} \cdot P_{Mtc} \cdot P_{Mbb} \cdot P_{Mrb}$$

unde :

$M_{tn}$  - mecanism de translație mașină.

$M_{tc}$  - mecanism de translație cărucior

$M_{bb}$  - mecanism de blocare braț

$M_{rb}$  - mecanism de rotire braț

Cele patru mașini de șarjare care deservește încărcarea cup-toarelor Siemens Martin pe parcursul exploatării în decurs de un an trebuie să supună operațiilor de mentenanță preventivă și corectivă.-

Îmbunătățirile constructive aduse la piesele și subansamblele cu fiabilitate scăzută menționate în lucrare și prezentate în tabelul nr. 9, a condus la creșterea durabilității și mărirea intervalului

între reparații și implicit la creșterea indicelui de utilizare a pieselor folosite în cadrul intervențiilor la o valoare de 0,9 sau 1.

Acest lucru reprezintă un avantaj prin faptul că se urmărește realizarea ansamblelor și subansamblelor cu valori apropiate de siguranță în funcționare și înlocuirea întregului subansamblu în caz de defecte, care pe lângă reducerea timpului de staționare se pot planifica mai bine și rațional stocurile de piese de schimb.

Funcționarea defectuoasă a unuia din mecanismele mașinii de șarjare poate fragmenta timpul de bună funcționare luat în ansamblu, într-un număr de timpi egali cu suma tuturor timpilor de intervenție a celor patru mecanisme. Analiza fiabilității funcționale determină legea ce hotărăște necesitatea intervențiilor, respectiv parametrii legali de distribuție a probabilității de uzură a pieselor precum și cauza acestora.

Ținând seama că mecanismele au o structură eterogenă având atât elemente mecanice cât și elemente electrice problema determinării fiabilității nu este deloc ușoară.

Cum fiecare mecanism are ca specific de lucru solicitări și cicluri de înlocuire a pieselor diferite, intensitatea de defectare  $\lambda(t)$  s-a stabilit cu relația:  $\lambda(t) = \frac{1}{MTBF}$  în care MTBF - reprezintă media timpului de bună funcționare între reparații a pieselor, subansamblelor sau ansamblelor.

Analiza căderii (înlocuirii) pieselor și subansamblelor din cadrul mecanismelor prezentate în tabelele 6.3 ... 6.6 a stat drept bază la stabilirea distribuției timpului de funcționare fără defecțiuni numai piesele ce hotărăsc legea de repartiție tip Weibull, ce caracterizează căderile pieselor mecanice, datorită apariției fenomenului de uzură.

În acest mod s-a determinat în cadrul fiecărui mecanism evoluția intensității înlocuirilor  $\lambda(t)$  care conform datelor din tabel arată o tendință crescătoare a uzurilor între reparațiile de gradul I respectiv gradul II sugerând ideea că funcția de probabilitate  $P(t)$  este dată de legea de repartiție Weibull.

$$P(t) = e^{-\lambda t^\alpha}$$

Parametrii repartiției  $\lambda$  și  $\alpha$  s-au estimat prin metoda celor mai mici pătrate pe baza valorilor experimentale  $P_n(t_i)$  ale funcției de fiabilitate calculați în tabelele 6.7 ... 6.10.



Observațiile statistice a numărului de piese în funcțiune sînt cele precizate la timpul  $t = 0$  considerate ca fiind timpul intrării în funcțiune după terminarea reparației.-

Valorile parametrilor funcției de siguranță sînt prezentate în tabelele 6.11 și 6.12.

**T A B E L**

privind timpii de înlocuire a pieselor , ansamble și subansamble la mecanismul de translație.-

Tabelul 6.3.

Repere conform număr desen = 272 buc.

Nr. crt. Denumirea piesei	Perioada de timp în luni											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	
	Număr bucăți înlocuite											
1. Roți alergătoare												4
2. Organe de legătură			8			6		8				8
3. Carcasa rulment												1
4. Rulmenți												8
5. Arbori roți rulare												2
6. Reductor												1
7. Roți dințate intermediare												1
8. Arbore pinion tr.I.												1
9. Arbore pinion tr.II.												0,5
10. Cuplaje elastice												0,5
11. Cuplaje dințate								4				4
12. Transmisii						1						2
13. Frînă Ø 300												1
14. Ferodou saboți		4	4			4		4				4
15. Piese de frînă		4				4		4				4
16. Bucșa articulației		4				4		4				4
17. Butuci dințați								1				2
18. Înlocuire pompă manuală ungere												0,5
19. Arcuri spirale tampoane						2		1				2
20. Limitator de cursă			2			2		2				2
21. Apărătoare de protecție								1				2
22. Tampoane								2				2
<b>Total</b>			<b>22</b>			<b>25</b>		<b>31</b>				<b>56</b>

În tabelul 6.7. este determinată probabilitatea siguranței mecanismului de translație în exploatare în funcție de durata de folosire.

Tabelul 6.7.

Timp de funcționare în ore $t_i$	Nr. piese (cu desen) pe mecanism în funcționare $n(t_i)$	$P_n(t_i) = \frac{n(t_i)}{n}$
0	272	1,00
2190	250	0,92
4380	225	0,82
6570	194	0,71
8760	138	0,50

## B. MECANISMUL DE TRANSLATIE CARUCIOR

Tabel 6.4.

Total: repere cu desen = 182 buc.

Nr. crt. Denumirea piesei	Perioada de timp in luni											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Roți rulare									1			3
2. Arbore de translație									1			1
3. Roată dințată												1
4. Reductor translație												1
5. Arbore pinion tr.I.												1
6. Arbore pinion tr.II.												1
7. Frână Ø 300												1
8. Feroșou pentru saboți			4			4			4			8
9. Cuplaș elastic						1						1
10. Saibă frână									1			1
11. Organe de legătură			2			4			2			8
12. Tamponare				2					2			2
13. Capace			1			1			1			4
14. Rulmenți						2						4
15. Arcuri spirale									2			2
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>2</b>		<b>12</b>			<b>14</b>			<b>27</b>

In tabelul 6.8. este determinată probabilitatea siguranței în exploatare a mecanismului de translație cărucior în funcție de durata de folosire.-

Tabel 6.8.

Timpi de funcționare în ore $t_i$	Nr. de piese (cu desen) pe mecanism în funcționare $n(t_i)$	$P_n(t_i) = \frac{n(t_i)}{n}$
0	182	1,00
2190	175	0,96
4380	163	0,89
6570	149	0,82
8760	112	0,615

**C. MECANISMUL DE ROTIRE A BRATULUI**

Total repere cu desen : 136 buc.

Tabelul 6.5.

Nr. crt. Denumirea piesei	Perioada de timp în luni											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Număr bucăți înlocuite												
1. Reductor rotire I.												1
2. Reductor rotire II.												1
3. Arbore rotire intrare I.		1				1			1			1
4. Arbore rotire ieșire I.												1
5. Arbore rotire intrare II.		1				1			1			1
6. Arbore rotire ieșire II.												1
7. Rulmenți reductor		2				2			2			2
8. Capace lagăr		2				2			2			2
9. Rulmenți rotire braț												1
10. Roată dințată braț												1
11. Braț anterior						1						1
12. Braț posterior												1
13. Frâna Ø 300												1
14. Ferodou saboți	2		2		2		2		2			2
15. Cuplaje elastice Ø 300						1						1
16. Cuplaj dințat									2			2
17. Organe de legătură			4				4					4
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>24</b>				

În tabelul 6.9 este determinată probabilitatea siguranței în exploatare a mecanismului de rotire a brațului în funcție de durata de folosire.

Tabel 6.9.

Timpi de funcționare în ore $t_i$	Nr. de piese (cu desen) pe mecanism în funcționare $n(t_i)$	$P_n(t_i) = \frac{n(t_i)}{n}$
0	136	1,00
1460	134	0,985
2190	128	0,944
2920	122	0,890
4380	112	0,824
5840	106	0,780
6570	98	0,720
8760	74	0,543

## D. MECANISMUL DE BASCULARE A BRATULUI

Total repere cu desen = 205

Tabelul 6.6

Nr. crt. Denumirea piesei	Perioada de timp în luni											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Număr de bucăți înlocuite											
1. Reductor pentru basculare												0,25
2. Arbore cotit												0,25
3. Bielă elastică												0,25
4. Rulmenți												0,5
5. Cuzinet bielă		2				2			2			2
6. Melc												1
7. Roată melcată												0,25
8. Lagări Ø 180												1
9. Corp lagăr												1
10. Cuplaj elastic Ø 400												1
11. Semicuplă		1										1
12. Organe de asamblare		4				4			4			4
13. Cuzineți inferioari				3		3			3			3
14. Cuzineți superiori				3		3			3			3
15. Tija		1				1			1			1
16. Piuliță canelată				2		2			2			2
17. Arc cilindric inferior				2		2			2			2
18. Arc cilindric superior				2		2			2			2
19. Traversă						1						3
20. Bucșe												2
21. Ferodou frână		4		4		4			4			4
22. Capace lagăre						2			2			4
23. Suruburi capace			4				4					4
24. Pene traverse fixare												4
25. Frână Ø 400												1
26. Tija scurtă		1		1		1		1		1		1
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>12</b>	<b>17</b>		<b>25</b>			<b>25</b>			<b>44</b>

În tabelul 6.10 este determinată probabilitatea siguranței în exploatare a mecanismului de basculare a brațului în funcție de durata de folosire.

Tabelul 6.10

Timpi de funcționare	Nr. de piese (cu desen) pe mecanism $n(t_i)$	$P_n(t_i) = \frac{n(t_i)}{n}$
0	205	1,00
1460	200	0,975
2190	188	0,916
2980	171	0,835
4380	146	0,710
6570	121	0,590
8760	77	0,380

## Prelucrarea datelor cu ajutorul calculatorului

Tabel 6.11

$i$	$P_n(t_i)$	$\ln t_i$	$(\ln t_i)^2$	$\frac{1}{P_n(t_i)}$	$\ln \frac{1}{P_n(t_i)}$	$y_i = \ln \cdot \ln \left( \frac{1}{P_n(t_i)} \right) \cdot x_i \cdot \ln t_i$	
-----	------------	-----------	---------------	----------------------	--------------------------	---	--

## A. Mecanismul de translație al mașinii

190	0,920	7,6916	59,1615	1,0869	0,08338	- 2,48432	-19,1084
180	0,822	8,3848	70,3049	1,2165	0,19601	- 1,62956	-13,6635
170	0,712	8,7902	77,2688	1,4044	0,33961	- 1,07995	- 9,4930
160	0,509	9,0779	88,4091	1,9646	0,67528	- 0,3926	- 3,5641
100	$\Sigma x$	33,9445	295,1443	-	-	- 5,58643	-45,8290

$\alpha = 0,2226$

$\lambda = 0,0373$

## B. Mecanismul de translație cârăcior

190	0,960	7,6916	59,1615	1,0416	0,04821	- 3,19853	-24,601
180	0,890	8,3848	70,3049	1,1235	0,11644	- 2,15030	-18,029
170	0,820	8,7902	77,2688	1,2195	0,19844	- 1,6172	-14,216
160	0,615	9,0779	88,4091	1,6260	0,40612	- 0,7212	- 6,5478
100	$\Sigma x$	33,945	295,1443	-	-	- 7,6872	-63,393

$\alpha = 0,2599$

$\lambda = 0,0161$

## C. Mecanismul de rotire a brațului

460	0,985	7,2861	53,0885	1,0152	0,0152	- 4,1921	-30,5448
190	0,944	7,6916	59,1615	1,0593	0,05762	- 2,8537	-21,9497
1920	0,890	7,9793	63,6698	1,1235	0,11644	- 2,15030	-17,157
1380	0,824	8,3848	70,3049	1,2135	0,19350	- 1,6424	-13,7714
1840	0,780	8,6724	75,2120	1,2820	0,24846	- 1,3924	-12,0761
1570	0,720	8,7902	77,2688	1,3888	0,32844	- 1,11340	- 9,7870
1760	0,543	9,0779	88,4091	1,8416	0,6106	- 0,4932	- 4,4775
120	$\Sigma x$	57,8829	487,1146	-	-	-13,8375	-109,7635

$\alpha = 0,5492$

$\lambda = 0,001475$

## D. Mecanismul de basculare al brațului

460	0,975	7,2861	53,0885	1,0256	0,02527	- 3,6778	-26,7970
190	0,916	7,6916	59,1615	1,0917	0,08773	- 2,4334	-18,7169
1920	0,835	7,9793	63,6698	1,1976	0,18031	- 1,71302	-13,6687
1380	0,710	8,3848	70,3049	1,4084	0,3424	- 1,0716	- 8,9852
1570	0,390	8,7902	77,2688	1,6949	0,5276	- 0,6393	- 5,6202
1760	0,38	9,0779	88,4091	2,6315	0,9675	- 0,03298	- 0,2994
1280	$\Sigma x$	49,2099	422,6338	-	-	- 9,5631	-74,0874

$\alpha = 0,2303$

$\lambda = 0,030645$

Modul de calcul al parametrilor  $\alpha$  și  $\lambda$  ai repartiției Weibull

Conform valorilor din tabelul nr.6.11 rezultă:

A. Mecanismul de translație al mașinei

$$\alpha = \frac{-5,58643 \cdot 4}{-45,829 \cdot 33,9445} = \frac{-189,62857 + 193,316}{1152,229 - 1180,5772} = \frac{-6,31257}{-28,34811}$$

$$\alpha = 0,2226$$

$$\ln \lambda = \frac{33,9445 \cdot -5,58643}{295,1443 \cdot 33,9445} = \frac{-1555,6424 + 1648,8029}{-28,34811} = \frac{93,1604}{-28,34811}$$

$$\ln \lambda = -3,2803 \quad ; \quad \lambda = 0,03729$$

B. Mecanismul de translație cărucior

$$\alpha = \frac{-7,6872 \cdot 4}{-63,393 \cdot 33,945} = \frac{-260,942 + 253,572}{1152,229 - 1180,5772} = \frac{-7,37}{-28,34811} = 0,2599$$

$$\alpha = 0,2599$$

$$\ln \lambda = \frac{33,9445 \cdot -7,6872}{295,1443 \cdot -63,393} = \frac{2151,8436 + 2268,8332}{-28,3481} = -4,1289$$

$$\lambda = 0,01613$$

C. Mecanismul de rotire al brațului

$$\alpha = \frac{-13,8375 \cdot 7}{-109,7635 \cdot 57,8829} = \frac{-800,9546 + 768,3445}{3350,4301 - 3409,802} = \frac{-32,610}{-59,372} = 0,5492$$

$$\alpha = 0,5492$$

$$\ln \lambda = \frac{57,8829 \cdot -13,8375}{487,1146 \cdot -109,7635} = \frac{-6353,4296 + 6740,448}{-59,372} = \frac{387,018}{-59,372} = -6,5190$$

$$\lambda = 0,001475$$

D. Mecanismul de basculare al brațului

$$\alpha = \frac{-9,5681 \cdot 6}{-74,0874 \cdot 49,2099} = \frac{-470,8452 + 444,5244}{2421,6142 - 2535,798} = \frac{-26,3208}{-114,18374} = 0,2305$$

$$\alpha = 0,2305$$

$$\ln \lambda = \frac{49,2099 \cdot -9,5681}{422,633 \cdot -74,0874} = \frac{-3645,8335 + 4043,7948}{-114,1837} = \frac{397,9612}{-114,1837} = -3,4852$$

$$\lambda = 0,030645$$

Utilizarea textului  $\chi^2$  verificarea concordanței dacă comportarea mecanismelor mașinii de șerjare verifică sau urmează legea distribuției Weibull.

Tabel 6.12.

	$\ln t_i$	$\alpha \ln t_i$	$\ln \lambda + \alpha \ln t_i$	$\lambda t_i^\alpha$	$P(t_i) = e^{-\lambda t_i^\alpha}$	$n(t_i)$	$nP(t_i)$	$\frac{[n(t_i) - nP(t_i)]^2}{nP(t_i)}$	$\frac{[n(t_i) - nP(t_i)]}{nP(t_i)}$
<b>A. Mecanismul de translație al mașinii <math>\alpha = 0,2226; \lambda = 0,0373</math></b>									
190	7,6916	1,7215	4,4113	0,2066	0,81334	250	230	400	1,73917
380	8,3848	1,86645	5,1045	0,2411	0,7857	225	184,5	1640,25	8,39022
570	8,7902	1,95669	5,5099	0,2639	0,7680	194	138,12	3122,57	22,60709
760	9,0779	2,02074	5,7976	0,2814	0,7547	138	70,24	4591,41	65,30790
					0,7804				98,60462
<b>B. Mecanismul de translație cărucior <math>\alpha = 0,2599; \lambda = 0,0161</math></b>									
190	7,6916	1,73753	3,5627	0,1188	0,8879	175	168	49	0,29156
380	8,3948	1,89412	4,2559	0,14231	0,8673	163	145	324	2,23445
570	8,7902	1,98570	4,6613	0,15812	0,8537	149	122,18	715,31	5,82731
760	9,0779	2,05069	4,9490	0,17040	0,8433	112	68,88	1829,33	26,42732
					0,8631				35,40727
<b>C. Mecanismul de rotire al brațului <math>\alpha = 0,5492; \lambda = 0,001473</math></b>									
160	7,2861	4,00152	0,7671	0,08038	0,9227	134	132	4	0,03030
190	7,6916	4,22422	1,1726	0,10043	0,9044	138	126	4	0,03174
290	7,9793	4,38223	1,4603	0,11762	0,8890	122	109	169	1,55045
380	8,3848	4,60493	1,8658	0,14696	0,8633	112	92	388,03	4,20465
440	8,6724	4,76288	2,1534	0,17211	0,8418	106	82,7	542,89	5,56457
570	8,7902	4,82757	2,2712	0,18362	0,8322	98	70,6	750,76	10,63399
760	9,0779	4,98558	2,5589	0,21505	0,8065	74	40,2	1142,44	28,41890
					0,8657				51,37256
<b>D. Mecanismul de basculare al brațului <math>\alpha = 0,2305; \lambda = 0,0030645</math></b>									
160	7,2861	1,67944	3,8009	0,16433	0,8484	200	195	25	0,128201
190	7,6916	1,77291	4,2064	0,18043	0,8349	188	172	256	1,488372
290	7,9793	1,83922	4,4941	0,19281	0,8246	171	143	784	5,48251
380	8,3848	1,93269	4,89960	0,22170	0,8092	146	104	1764	16,96153
570	8,7902	2,02614	5,3050	0,23244	0,7925	121	72	2041	33,34722
760	9,0779	2,09245	5,5927	0,24833	0,7801	77	29,3	2275,29	77,65494
					0,8149				135,0627

In concluzie se poate arăta că:

Fiabilitatea mecanismului (media) pe perioada timpului de funcționare fără defecțiuni se prezintă astfel:

La timpul de:	1460 ore	cu fiabilitate de	92 %
	2190 ore	cu	86 %
	2920 ore	cu	85 %
	4380 ore	cu	83 %
	6570 ore	cu	81 %
	8760 ore	cu	79 %

Cifrele indică starea siguranței mecanismelor în funcționare constituind un indiciu în aplicarea continuă a lucrărilor de mentenanță Pentru menținerea mașinilor în funcționare sigură între două reparații preventiv planificate, lucru absolut necesar, ilustrat și grafic prin diagramele din fig.6.7 + 6.11. În histogramele fig.6.12 + 6.13 este redată evoluția în procente a defectunilor funcție de natura acestora.-

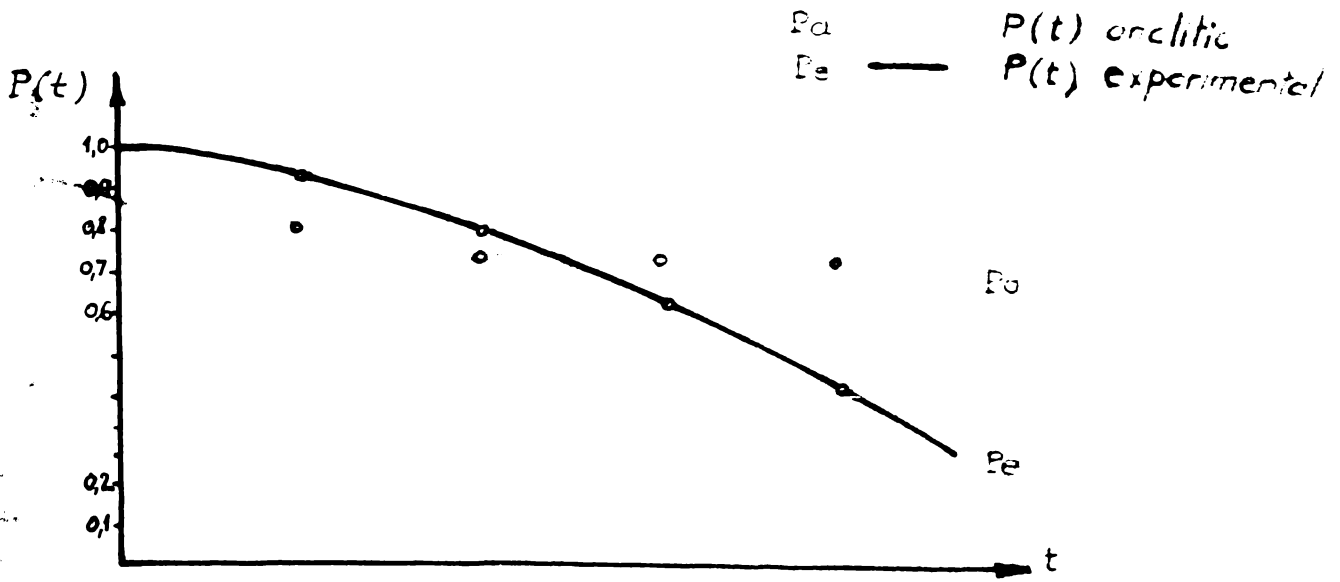


Fig. 6.7

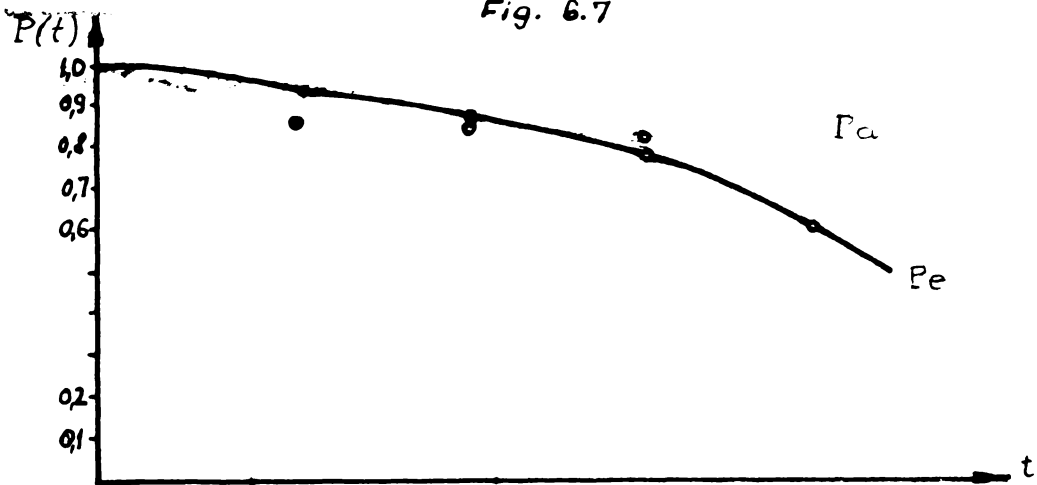


Fig. 6.8

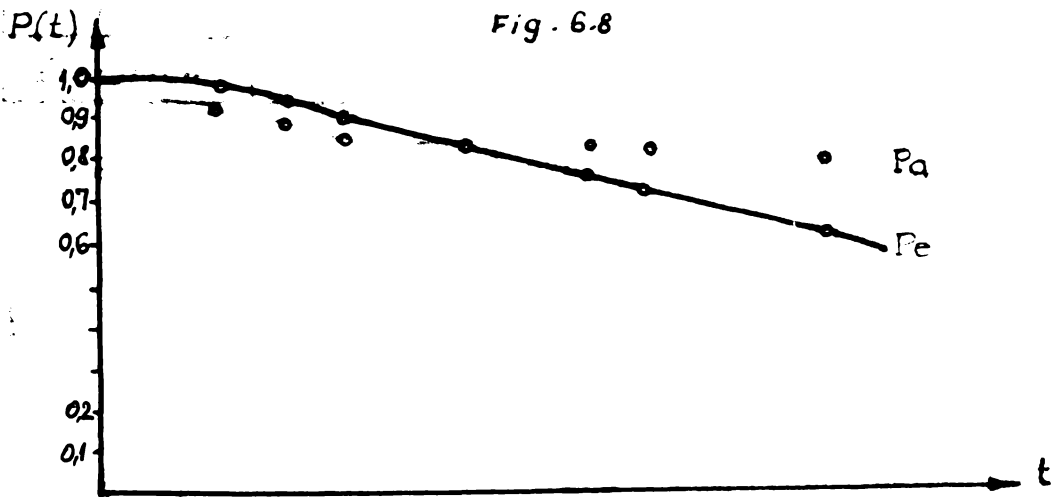


Fig. 6.9

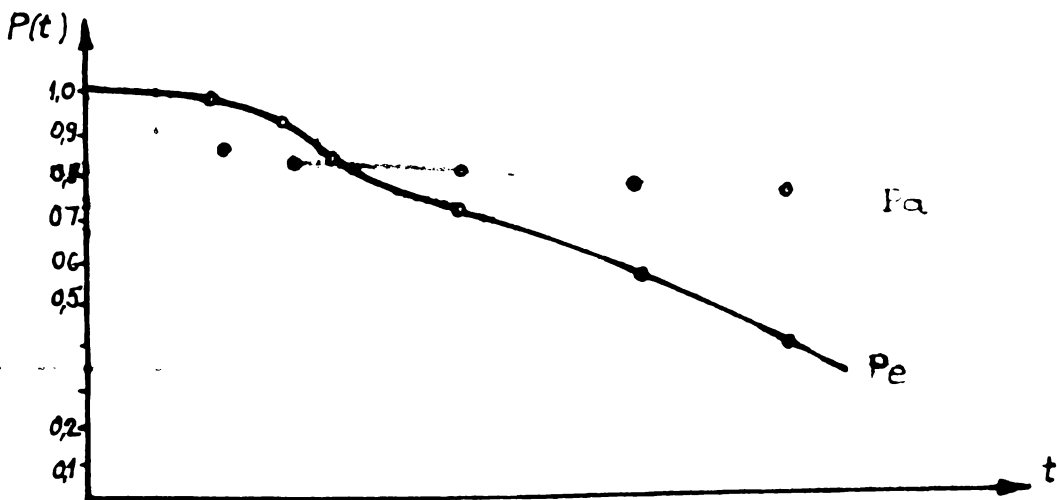


Fig. 6.10



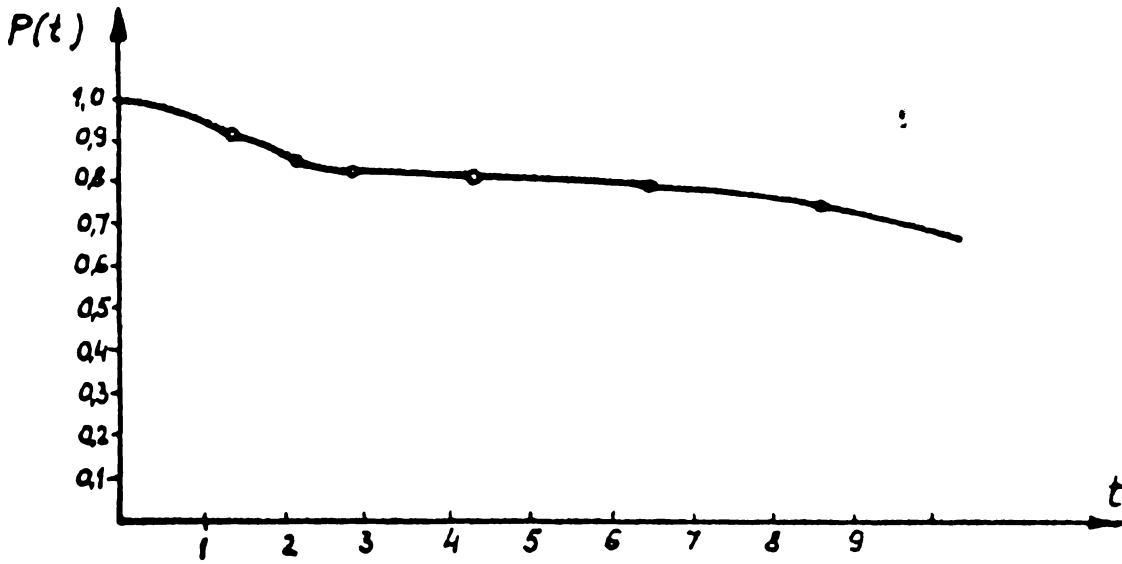


Fig. 6.11 Evoluția siguranței în exploatare a mașinii de șarjare

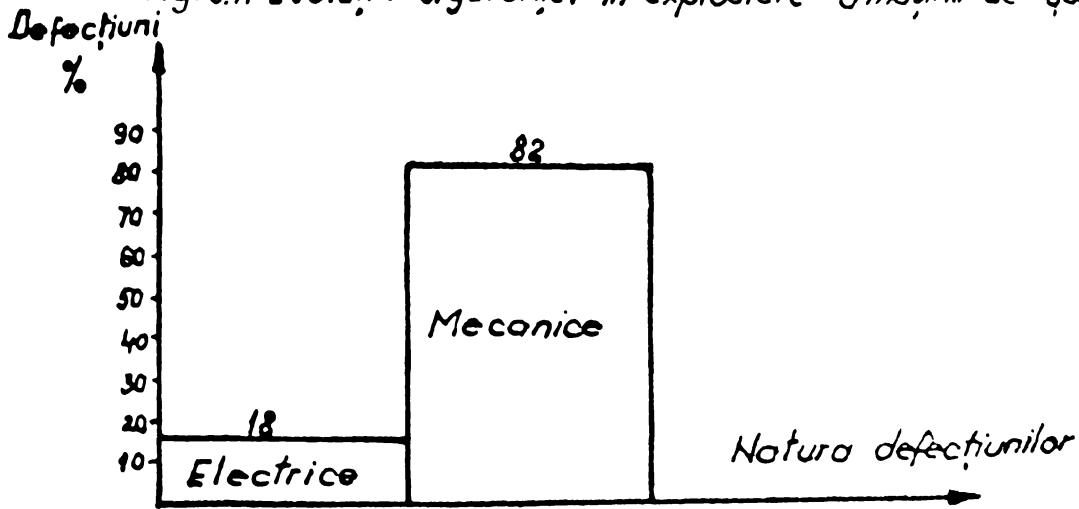


Fig. 6.12. Histograma defecțiunilor funcție de natura lor

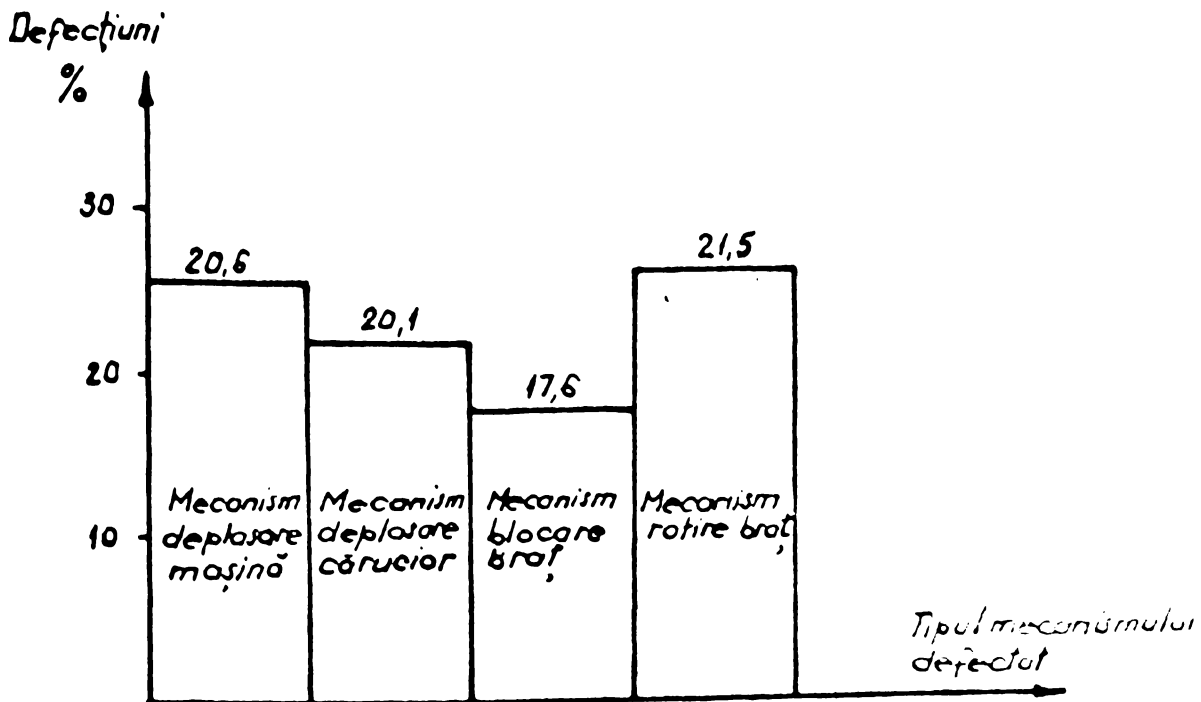


Fig. 6.13

## 6.6. CONCLUZII PARTIALE

### Asupra modului de evaluare a indicilor de fiabilitate în cazul efectuării lucrărilor de mentenanță

În prezent este dovedit faptul că uneori în practică se stabilește un echilibru tolerabil între necesități și posibilități. O instalație, un utilaj cu cât este mai complex cu atât crește posibilitatea ieșirii din funcțiune sau de apariție a unei avarii, atunci când nu sînt aplicate corect și la timp reviziile tehnice adecvate.

Posibilitatea tehnică de limitare a consecinței avariilor pe de o parte și asigurarea continuității îndeplinirii misiunii de către o mașină sau instalație pe de altă parte aceasta este preîntîmpinată de asigurarea fiabilității impuse conjugată cu eforturile în direcția efectuării lucrărilor de mentenanță. Din analiza făcută s-a dedus că:

Cu toate că s-au adus diverse îmbunătățiri sistemului clasic de întreținere și reparații, sub aspect organizatoric, tehnic și al aprovizionării, în anul 1974 staționarea pentru remedierea unor defecțiuni accidentale la cele patru mașini de șarjare s-a ridicat la 8 zile într-un an pentru cele patru mașini și 48 zile/4 mașini an pentru efectuarea de întreținere și reparații planificate.

Deși staționarea realizată la reparații și întreținere în sistemul actual în anul 1974 a fost mai mică decît orele de staționare planificate, totuși staționarea cu caracter accidental a fost mare.

Acest lucru se explică prin faptul că în actuala concepție datorită prețului de cost planificat mai mic decît valoarea medie a cheltuielilor admise de normativ, reparațiile se rezumă la înlocuirea pieselor complet distruse, iar piesele cu uzură avansată neînlocuite nu asigură funcționarea corespunzătoare pînă la oprirea planificată.

Datorită acestui fapt o parte din cheltuielile planificate pentru întreținere și reparații au fost utilizate neeficient din cauză că sumele alocate nu se ridicau la nivelul valorilor date în normativ.

Avînd în vedere faptul că în prezent sistemul legislat după care se face planificarea întreținerilor și reparațiilor este cel de revizii și reparații preventiv planificate, se consideră necesar menținerea lui și în continuare din punct de vedere al planificării lucrărilor pînă la definitivarea prin lege a sistemului preventiv ca metodă generală de lucru.

Pentru acest considerent din anul 1976 se aplică sistemul de întreținere preventivă, asigurîndu-se din punct de vedere

tehnic, organizatoric și al aprovizionării, condiții de aplicare a noului sistem prin măsuri propuse de a merge pe linia prelungirii duratei de funcționare a unor repere menționate în capitolul IX al lucrării cu scopul măririi intervalelor dintre reparații.

În esență sistemul de întreținere preventivă a mașinilor de șarjare este conceput în strânsă legătură cu actuala concepție de întreținere și reparații la care s-a adoptat unele elemente noi cum ar fi:

- Determinarea aprox. a ciclului de funcționare normată pentru fiecare piese sau subansamble.
- Frecvența inspecțiilor să fie mai mare în vederea cunoașterii în orice moment a stării tehnice a utilajelor.
- Documentul de bază al execuției lucrării este bonul de lucru pentru operațiile ce se efectuează.
- Bonul de lucru al lucrării fiind întocmit zilnic pentru fiecare operație corelat cu timpul de staționare a mașinilor care cuprinde pe lângă operațiile de întreținere sau reparație și unele înlocuiri de piese și subansamble.
- Opririle pentru execuția lucrărilor se fac numai în timpul când mașinile de șarjare staționează desființându-se timpul de staționare din sistemul clasic.
- Frecvența opririlor pentru întreținere preventivă este mai mare ca în sistemul clasic, timpul de staționare fiind în schimb mai mici neîmpiedicând procesul de producție.
- Lucrările se execută în funcție de urgența opririlor pe baza cunoașterii perfecte a stării tehnice a utilajelor.
- Continuitatea reproiectării unor piese sau subansamble trebuie să fie cu cicluri de funcționare aproximativ identice, pentru a face posibilă realizarea întreținerii preventive având drept obiectiv recondiționarea unor repere și prelungirea duratei de viață în funcționare al acestora.

Pe baza cunoașterii statistice a fiabilității fiecărei componente (probabilități de defectare) s-a stabilit ciclul de întreținere privind frecvența reviziilor periodice și a intervențiilor de mentenanță a componentelor cu uzură accentuată a mașinilor de șarjare.

În urma studiului efectuat s-au stabilit lucrările necesare de întreținere și reparații astfel că în tabelele din anexa I se menționează pe tipuri de reparații perioadele ansamblelor și pieselor ce urmează a fi înlocuite conform ciclului stabilit.

Având drept bază evidența datelor statistice culese

CALCULUL INDICATORILOR DE FIABILITATE SI ABILITATI PE BAZA  
LATELOR DIN EXPLOATARE PE PERIOADA AN 1975-1978

Denumirea utilaj	Indici de fiabilitate	ANUL				media pe 4 ani
		1975	1976	1977	1978	
Masina de arjare nr.1	MTBF ore pe luna	702,8	693	715,5	709,66	705,24
	MTR	27,63	40,36	15,81	22,18	26,495
	$\lambda = \frac{1}{MTFB}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$1,44 \cdot 10^{-3}$	$1,39 \cdot 10^{-3}$	$1,40 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$
	$\mu = \frac{1}{MTR}$	$3,61 \cdot 10^{-2}$	$2,47 \cdot 10^{-2}$	$6,32 \cdot 10^{-2}$	$3,79 \cdot 10^{-2}$	$3,11 \cdot 10^{-2}$
	$D = \frac{MTFB}{MTFB+MTR}$	0,962	0,944	0,979	0,969	0,963
Masina de arjare nr.2	MTBF ore pe luna	709,66	702,83	705,41	711,66	707,39
	MTR	22,181	33,454	26,613	24,363	26,70
	$\lambda = \frac{1}{MTFB}$	$1,40 \cdot 10^{-3}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$1,40 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$
	$\mu = \frac{1}{MTR}$	$4,50 \cdot 10^{-2}$	$2,98 \cdot 10^{-2}$	$3,72 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$3,74 \cdot 10^{-2}$
	$D = \frac{MTFB}{MTFB+MTR}$	0,969	0,954	0,967	0,966	0,963
Masina de arjare nr.3	MTBF ore pe luna	705	703,33	638,75	649	675,27
	MTR	27,27	23,63	33,18	21	26,52
	$\lambda = \frac{1}{MTFB}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$1,56 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$1,48 \cdot 10^{-3}$
	$\mu = \frac{1}{MTR}$	$3,66 \cdot 10^{-2}$	$2,23 \cdot 10^{-2}$	$3,01 \cdot 10^{-2}$	$4,54 \cdot 10^{-2}$	$3,77 \cdot 10^{-2}$
	$D = \frac{MTFB}{MTFB+MTR}$	0,962	0,967	0,950	0,967	0,962
Masina de arjare nr.4.	MTBF ore pe luna	652,3	704,166	709,166	628,83	672,165
	MTR	18,18	28,36	22,72	49,31	29,76
	$\lambda = \frac{1}{MTFB}$	$1,53 \cdot 10^{-3}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,48 \cdot 10^{-3}$
	$\mu = \frac{1}{MTR}$	$5,50 \cdot 10^{-2}$	$3,52 \cdot 10^{-2}$	$4,40 \cdot 10^{-2}$	$2,00 \cdot 10^{-2}$	$3,36 \cdot 10^{-2}$
	$D = \frac{MTFB}{MTFB+MTR}$	0,972	0,961	0,963	0,925	0,957

din exploatare pe intervalul de timp 1975-1978 privind funcționarea mașinilor de șarjare, pe baze matematice statistice s-a stabilit parametrii fiabilității privind:

- media timpului de bună funcționare,
- media intensității de reparare și
- disponibilitatea mașinilor de șarjare prezentată

în tabelul 6.13. Conform diagramelor prezentate în fig.6.14 ...6.17 privind timpul de bună funcționare precum și histogramele din fig. 6.18 și fig.6.19 în care se arată mentenanța și frecvența lucrărilor de întreținere și reparații s-au desprins următoarele aspecte după cum urmează:

a) revizii tehnice efectuate lunar conform graficului de reparații cu un volum de timp între 4 și 16 ore staționare.

b) reparații curente de gradul I tip  $RC_1$  până în anul 1977 inclusiv efectuarea la intervalele de patru luni cu următoarea frecvență:

Două reparații curente de gradul I ( $RC_1$ ) și una de gradul II ( $RC_2$ ) și o reparație capitală (AK).

Mărimea duratei ciclului între reparații a mașinilor depinde de felul exploatării și numărul de schimburi lucrate, ea fiind determinată de durata de funcționare a elementelor principale care sînt funcție de condițiile de lucru și modul de deservirea lor. Din studiul efectuat s-a dedus că evidența cea mai favorabilă pentru perioada reparațiilor este cea la care cele mai multe piese ating uzura maximă admisă și pot fi înlocuite.

Stabilirea normativelor de uzură a pieselor este greu de făcut, dar în baza documentației de reparații și a experienței de întreținere acumulată, a făcut posibilă determinarea duratelor optime de lucru a pieselor, prezentate în tabelele din anexa I.

Activitatea existentă a serviciului de întreținere constă în lucrări de întreținere pentru prevenirea apariției defecțiunilor și evitarea opririlor neplanificate, astfel că:

Pentru îmbunătățirea pregătirii execuției reparațiilor este necesar să se introducă pe scară largă metoda reparațiilor prin folosirea unor subansamble premontate (roți alergătoare, frîne, reductoare) creînd astfel posibilitatea reducerii timpului de înlocuire sau staționare al mașinii în caz de opriri accidentale și realizarea prelungirii ciclului de funcționare.

- Prin folosirea datelor lucrărilor de reparații pe calculator începând cu anul 1977-1978 situația frecvenței reparațiilor se prezintă astfel: - Patru reparații curente de gradul 1 tip (RC.1) pe an la un interval de câte trei luni și programate cu o durată de timp între 16 și 48 ore staționare.

- trei reparații curente de gradul 1 tip RC.1 și o reparație generală de gradul 2 tip RC2, acestea cu un volum de timp de aproximativ 48 ore staționare, lucru prezentat în graficele din fig.6.14 și 6.15.

Structura ciclului de funcționare a mașinilor de șarjare constă în:

Revizii tehnice între reparații curente de tip RC.1 și reparații curente tip RC.2 - reparații de gradul doi tip RC.2 sau reparația capitală ș.a.m.d.

6. Pe baza analizei structurilor ciclurilor de funcționare au rezultat următoarele valori:

- Durata ciclului de funcționare de la RC la RK... 48 luni
- Durata de funcționare efectuată între două reparații curente de tip RC.1 ... 3 luni
- Durata de funcționare efectivă între două reparații RC2 ....12 luni
- Timp de staționare RK ...240 ore
- Timp de staționare RC.2...100 ore
- Timp de staționare RC.1... 60 ore

Din cauze ciclurilor de funcționare diferită începerea reparațiilor la cele 4 mașini este planificată la termene diferite. În urma calculului efectuat s-au stabilit indicii de fiabilitate conform valorilor din tabelul 6.14, cu ajutorul relațiilor

$$I_d = \frac{MTBF}{MTBF+MTR}; I_i = \frac{MTR+PEP}{8760}$$

$$I_u = 100 (1-I_i)$$

Tabelul 6.14

Denumirea utilajului	Indicii de fiabilitate	Simbol	Valoare
Mașina de șarjare nr.1	Disponibilitate	$I_d$	0,963
	Pericol de cădere	$\lambda$	$1,41 \cdot 10^{-2}$ căderi/h
	Indisponibilitate	$I_i$	0,035
	Utilizare	$I_u$	96,5 %
Mașina de șarjare nr.2	Disponibilitate	$I_d$	0,963
	Pericol de cădere	$\lambda$	$1,41 \cdot 10^{-2}$ căderi/h
	Indisponibilitate	$I_i$	0,035
	Utilizare	$I_u$	96,9 %
Mașina de șarjare nr.3	Disponibilitate	$I_d$	0,963
	Pericol de cădere	$\lambda$	$1,48 \cdot 10^{-2}$ căderi/h
	Indisponibilitate	$I_i$	0,033
	Utilizare	$I_u$	96,7 %
Mașina de șarjare nr.4	Disponibilitate	$I_d$	0,954
	Pericol de cădere	$\lambda$	$1,48 \cdot 10^{-2}$ căderi/h
	Indisponibilitate	$I_i$	0,040
	Utilizare	$I_u$	97 %

a) Mașina de șarjare nr.1

$$\text{Indicele de disponibilitate pe lună } I_d = \frac{MTBF}{MTBF+MTR} = \frac{705,24}{731,73} = 0,963$$

$$\text{Pericol de cădere } \lambda = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ căderi/h}$$

$$\text{Indicele de indisponibilitate pe an } I_i = \frac{308}{8760} = 0,035$$

Indicele de utilizare al mașinei va fi de:

$$I_u = 100(1-0,035) = 0,965 \text{ deci } 96,5 \%$$

b) Mașina de șarjare nr.2.

$$I_d = \frac{MTBF}{MTBF+MTR} = \frac{707,39}{734,094} = 0,963$$

$$\lambda = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ căderi/oră}$$

$$I_i = \frac{275,5}{8760} = 0,031$$

$$I_u = 100(1-0,031) = 0,969 \text{ deci } 96,9 \%$$

c) Mașina de șarjare nr.3

$$I_d = \frac{MTBF}{MTBF+MTR} = \frac{675,27}{701,79} = 0,963$$

$$\lambda = 1,48 \cdot 10^{-3} \text{ căderi/oră}$$

$$I_i = \frac{292,25}{8760} = 0,0330$$

$$I_u = 100(1-0,033) = 96,7$$

d) Mașina de șarjare nr.4

$$I_d = \frac{MTBF}{MTBF+MTR} = \frac{672,105}{701,925} = 0,954$$

$$\lambda = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ căderi/oră}$$

$$I_i = \frac{264}{8760} = 0,030$$

$$I_u = 100(1-0,030) = 97 \%$$

Analizând în termeni probabilistici se poate arăta că un utilaj sau mașină pot fi în stare de funcționare, adică disponibile cu probabilitatea  $P_0(t)$  sau indisponibilitate cu probabilitatea  $P_1(t)$

Cele două stări posibile în care se poate afla utilajul sau mașina fiind incompatibile între ele are loc relația matematică:

$$P_0(t) + P_1(t) = 1$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \mu = \frac{1}{MTR}$$





Functionarea  
pe anii

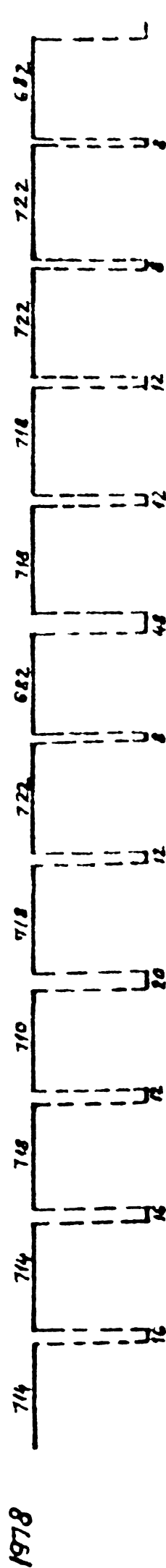
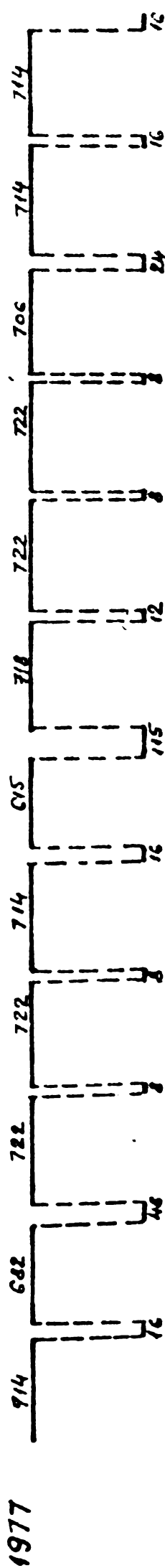
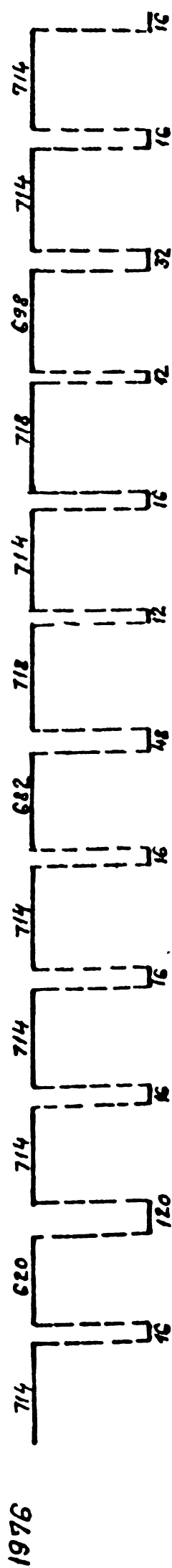
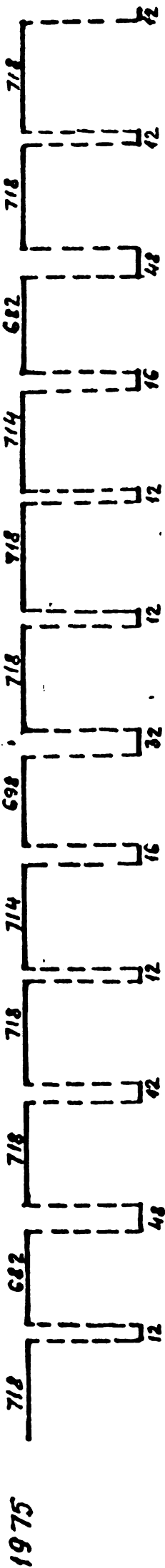


Fig. 6.16 DISPONIBILITATEA  
Moşinei de sajarie Nr.2

Funcionarea  
pe anii

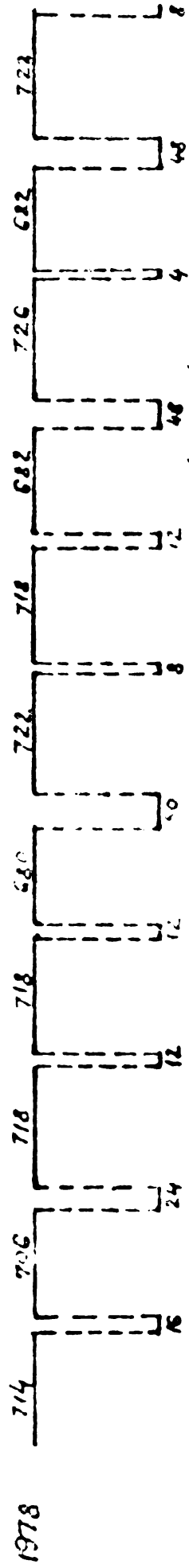
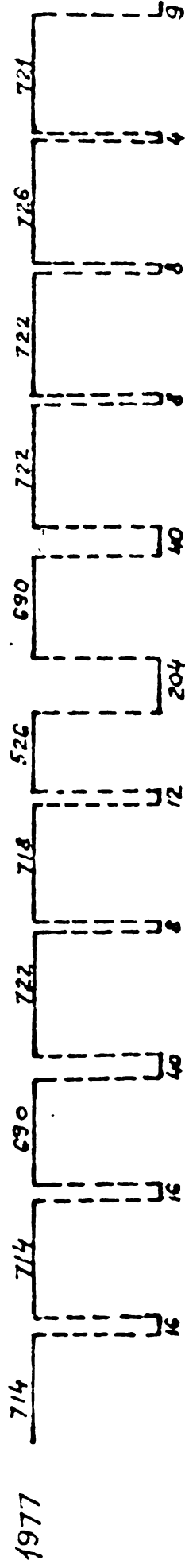
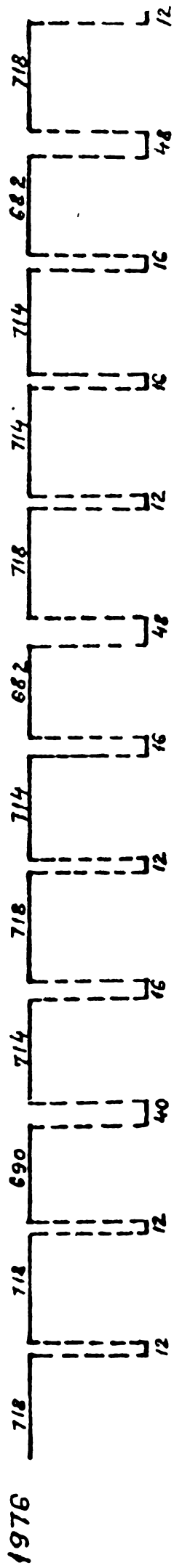
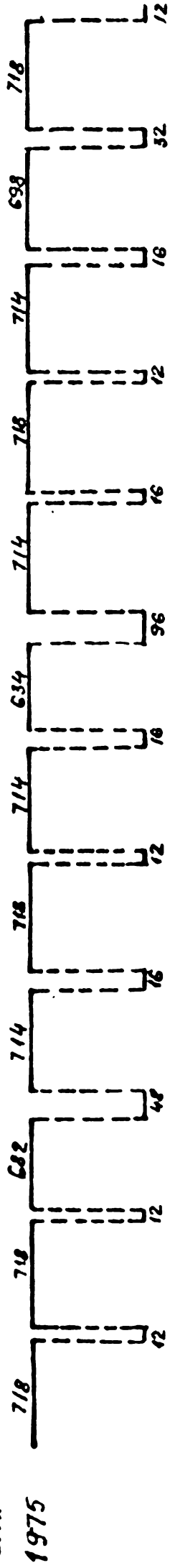


Fig. 6.16 Sistem de fabricatie Masina de sojone Nr. 3

Funcționarea  
pe anii

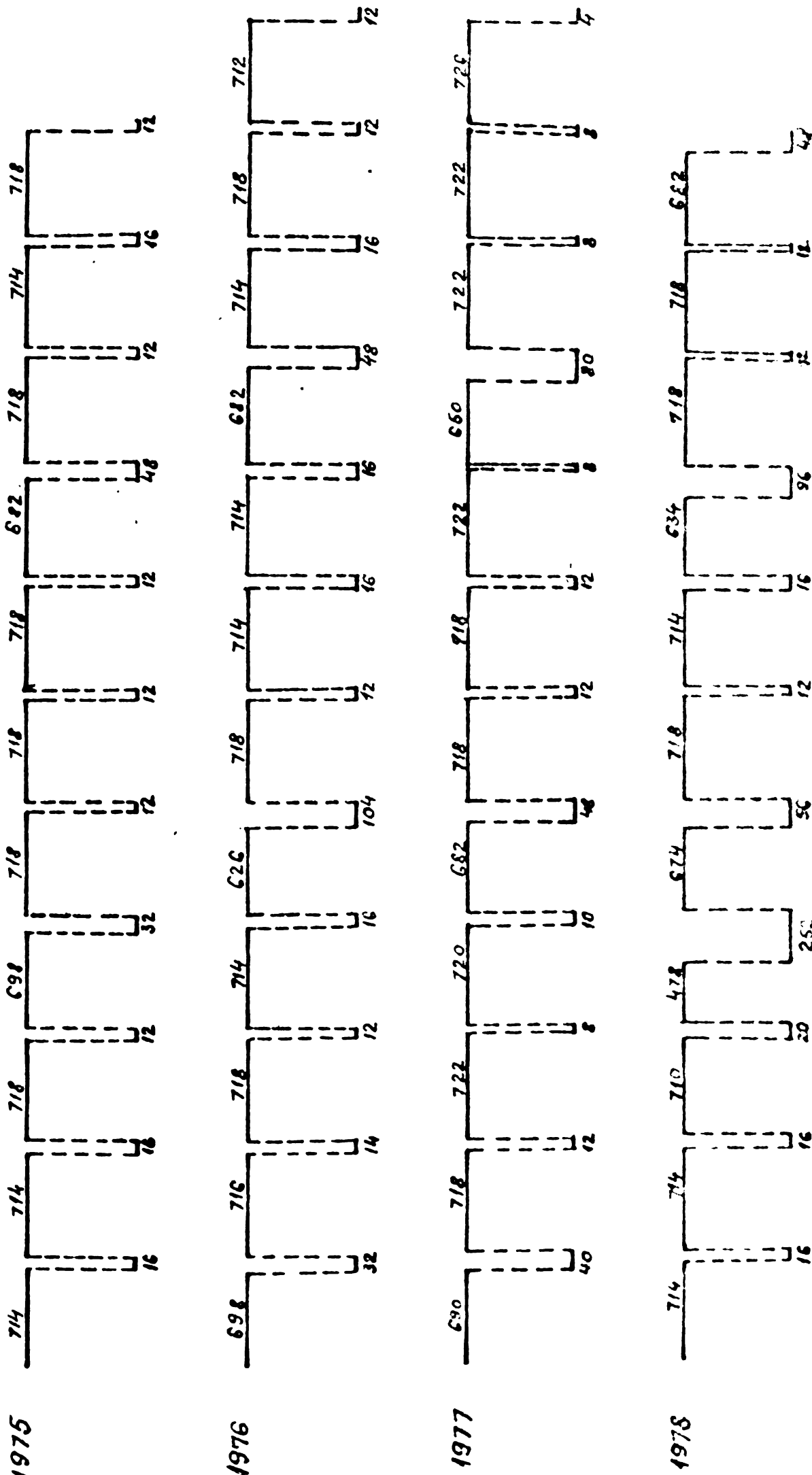


Fig. 6.17 DISPONIBILITATEA  
persoanelor de șofare Nr 4

Fig. 6.18 Masina de sarjare Nr. 1  
Fig. 6.19 Masina de sarjare Nr. 2

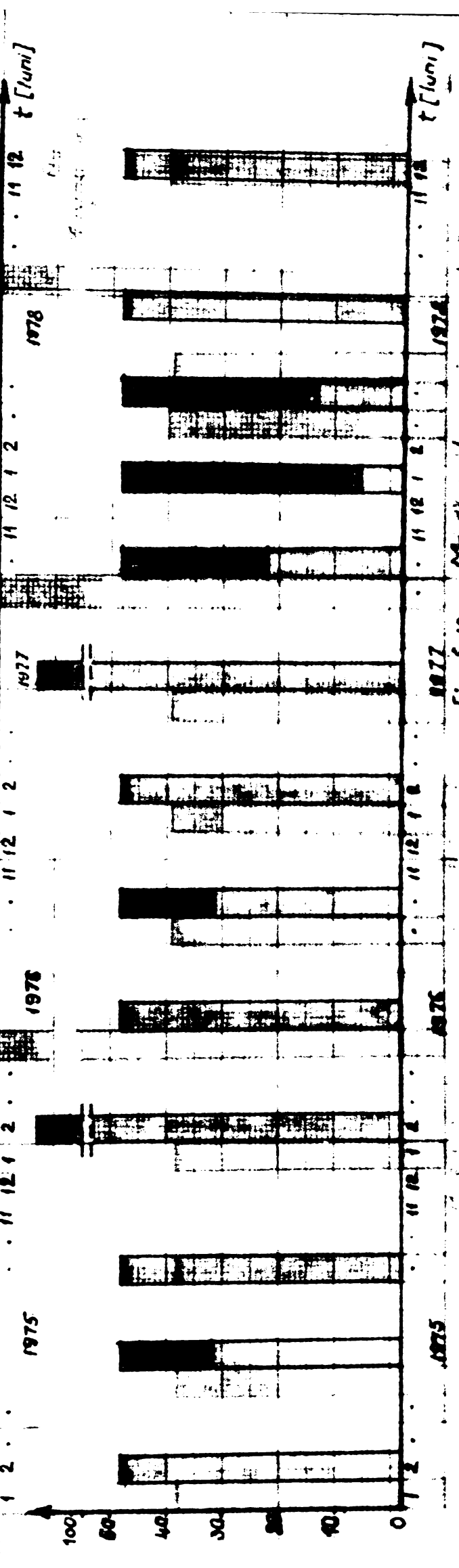
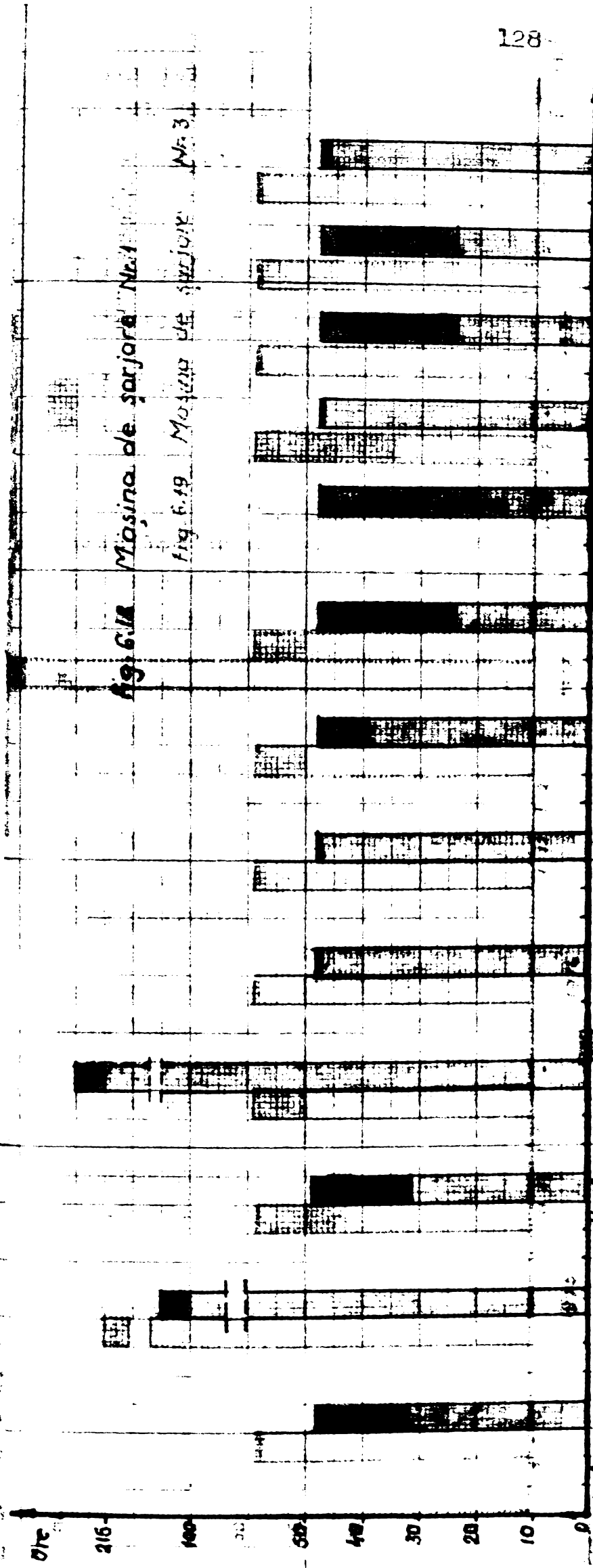
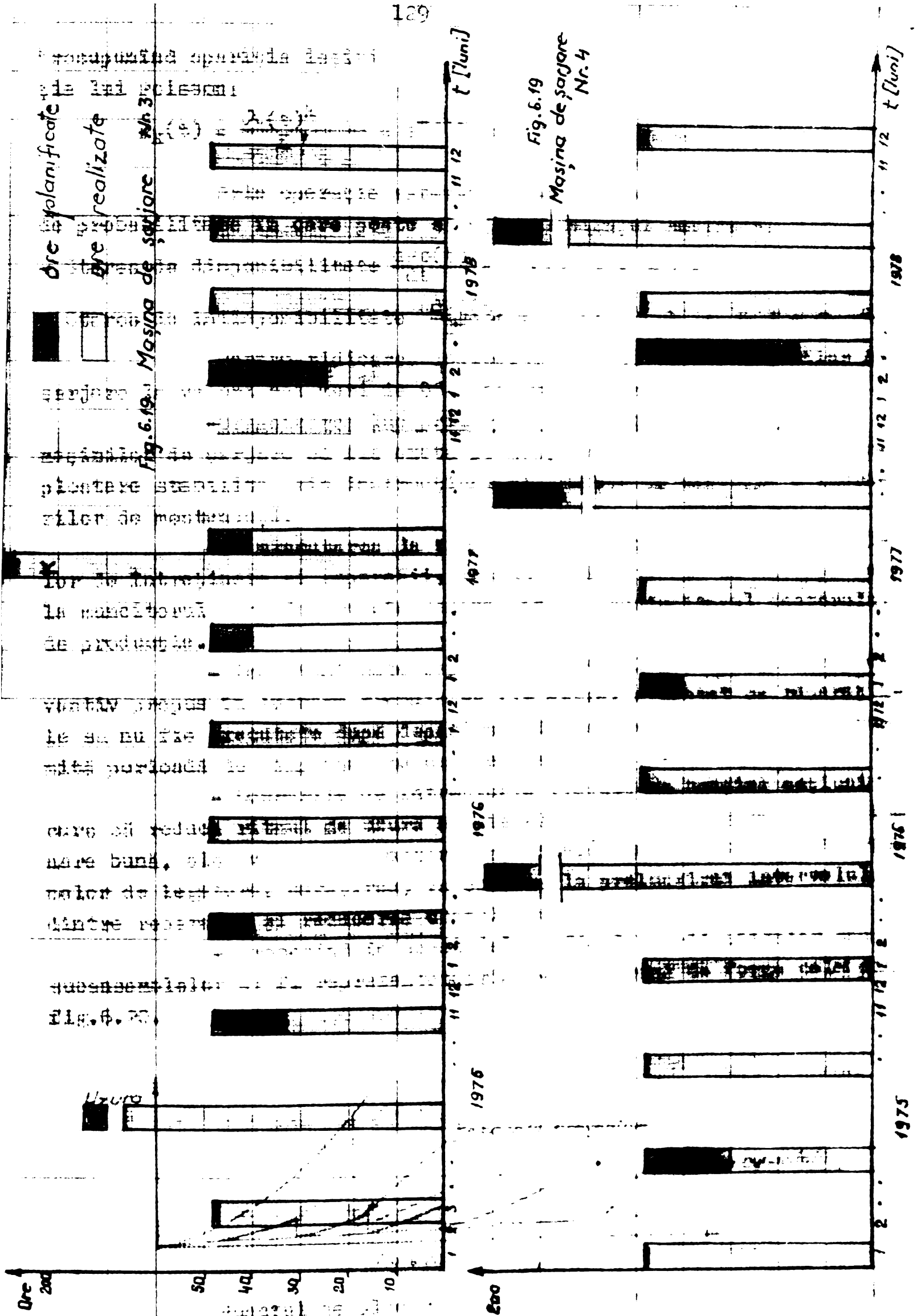


Fig. 6.18 Masina de sarjare Nr. 2



Presupunând apariția ieșirii din funcțiune (căderilor) dată de relația lui Poisson:

$$P_k(t) = \frac{\lambda(t)^k}{k!} = e^{-\lambda t} \text{ unde } k = 0, 1, 2, 3, \dots \quad 6.1$$

$\lambda$  - rata căderilor

Prin operația matematică se ajunge la următoarele stări de probabilitate în care poate să ajungă utilajul analizat:

- Starea de disponibilitate  $\frac{dP_0(t)}{dt} = P_0(t) (\lambda + \mu) + \mu \quad 6.2$

- Starea de indisponibilitate  $\frac{dP_1(t)}{dt} = P_0(t) (\lambda + \mu) - \mu \quad 6.3$

Pentru ridicarea indicelui de utilizare a mașinilor de șarjare la valori mai mari de 96 % se impun ca acțiuni:

- Organizarea lucrărilor de întreținere și reparații a mașinilor de șarjare să fie axată pe menținerea în bună stare de exploatare stabilite prin instrucțiuni și grafice de execuție a lucrărilor de mentenanță.

- De executarea la timp și în condiții optime a lucrărilor de întreținere și reparații, răspunderile trebuie să înceapă de la muncitorul care deservește mașina pînă la conducătorul sectorului de producție.

- Important este faptul ca sistemul de întreținere preventiv propus în lucrare trebuie să fie astfel orientat ca reparațiile să nu fie executate după depășirea limitei de uzură, ci cu o anumită perioadă de timp înainte ca aceasta să apară.

- Lucrările de întreținere trebuie să conțină acțiuni care să reducă ritmul de uzură al pieselor și să asigure o funcționare bună, ele avînd un caracter preventiv, (ungerea, strîngerea organelor de legătură, curățirea) va conduce la prelungirea intervalului dintre reparații și reducerea costului acestora.

- Procedînd în acest fel graficul uzurii pieselor sau subansamblelor ar fi reprezentate printr-o diagramă de forma celei din fig.6.20.

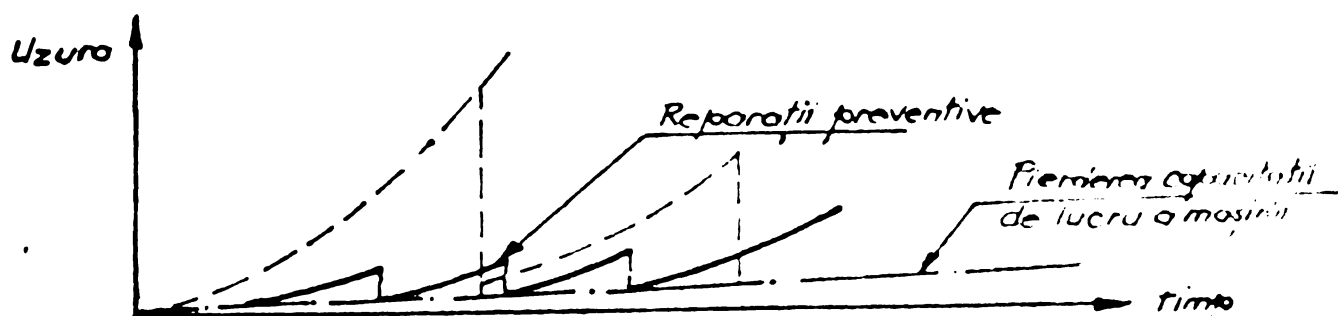


Fig. 6.20

Punctul de plecare privind începerea uzurii constituindu-l punerea în funcțiune a mașinei în stare nouă sau după reparație capitală.

Procedura de mentinere a mașinei la capacitatea de lucru admisă de condiții normale de lucru trebuie să fie efectuată prin reparații preventive planificate stabilite în raport cu durata de viață a pieselor din componența mecanismelor.

Rezultă că de modul de realizare a calității execuției lucrărilor de întreținere inclusiv întocmirea unor programe optime de reparații depind în principiu rezolvarea problemelor de natură economică a sectorului de întreținere.

Operațiile de mentenanță preventivă vor asigura o fiabilitate ridicată a mașinilor de șarjare prin faptul că nu se va ajunge la uzura maximă, iar piesele și subansamblele se vor menține la un nivel constant al ratei de defectare. Acest lucru reprezentat grafic se poate arăta printr-o diagramă ca cea din fig.6.21.

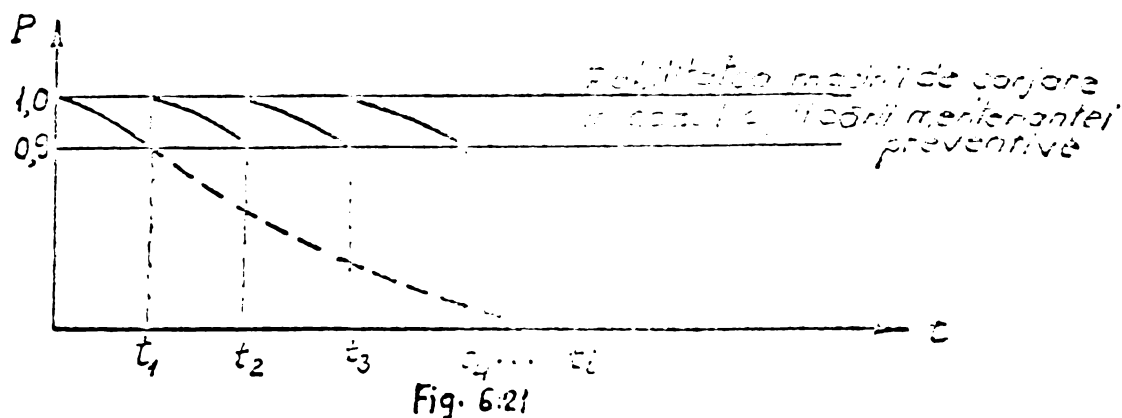


Fig. 6.21

Aspectele legate de mentenanță preventivă  $M_p$  și de reparațiile obținute  $R_0$  corelată cu pierderile de producție  $R_p$  pot fi reprezentate ca în fig.6.22, unde în abscisă este reprezentată disponibilitate  $A$  a mașinii în procente, iar în ordonantă cheltuielile aferente  $C$ .

Rezultă că valoarea optimă a disponibilității din punct de vedere economic este în punctul  $A_0$ , iar timpul  $t_1$  de intervenție preventivă trebuie astfel aleși încât intreruperile necesare pentru înlocuirea subansamblelor să fie cât mai rare, care să conducă la înlocuirea simultană a mai multor piese și subansamble cu fiabilități apropiate, chiar dacă nu sînt la epuizarea completă a caracteristicilor lor funcționale.

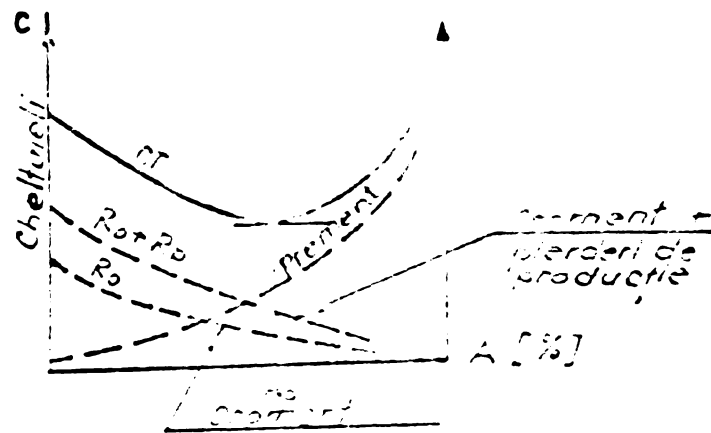


Fig. 6.22

In legătură cu cele prezentate se fac următoarele precizări și anume:

In analiza activității de întreținere și reparație a mașinilor de șarjare privind stabilirea timpului de bună funcționare a pieselor și subansamblelor din componența lor trebuie să se țină seama de:

- Starea de uzură a pieselor la diferite momente între reparații.
- Costul necesar întreținerii pentru asigurarea funcționării cu nominalizarea cauzelor și
- Costul opririlor și reparațiilor accidentale generate de: exploatare irațională, programul de întreținere aplicat și modul instruirii personalului de întreținere și a celui de deservire.

In general cauzele ieșirii din funcțiune pot fi evitate numai dacă se procedează la inițierea unor acțiuni privind:

- Descoperirea la timp a defectelor
- Aplicarea unor măsuri de prevenire
- Stabilirea momentelor de revizie și
- Inlocuirea imediată a pieselor cu stare de uzură peste limita admisă.

Deoarece aspectele sus menționate nu sînt respectate întocmai este necesar ca activitatea de mentinere și exploatare a mașinilor de șarjare să fie axate pe elemente noi care să asigure:

- un program de intervenție bine întocmit
- aplicarea măsurilor de prevenirea defecțiunilor și
- respectarea parametrilor tehnico-funcționali de către personalul de deservire.

Din acest punct de vedere se recomandă remedierea deficiențelor prin realizarea unor activități cu caracter: tehnic, organizatoric, economic și de conducere.

Cele cu caracter tehnic trebuind să vizeze:

- organizarea temeinică a activității de întreținere preventivă și corectivă
- planificarea și programarea lucrărilor de întreținere și reparații.
- elaborarea programelor de piese de schimb și
- organizarea activităților preventive

Organizatoric este necesar încadrarea cu personal competent cu stabilirea atribuțiilor pe domenii de lucru, asigurînd



astfel sarcini concrete de lucru pe fiecare om (adică cum, când și în ce fel se va acționa), iar cele cu caracter economic să poată stabili.

- Bugetul de cheltuieli, organizarea evidenței, analize periodice precum și un sistem de urmărire și raportare a deficiențelor apărute în perioada de funcționare.

Activitatea de conducere asigurând în final un sistem decizional și informațional asupra elementelor care trebuie corectate și aplicate la momentele de timp respective.

## CAPITOLUL VII

### 7.1. NECESITATEA REALIZĂRII UNUI SISTEM ÎN CONDUCEREA ACTIVITĂȚILOR DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII.

Unul din factorii care influențează în mod hotărâtor realizarea cantitativă la termenele stabilite, dar mai ales calitativă a planului producției fizice îl reprezintă starea de siguranță în funcționare a fiecărui utilaj tehnologic.

Urmare a uzurii în exploatare a acțiunilor corosive și erozive de lucru utilajul poate să ajungă în stare de nesiguranță în funcționare mai repede decât se apreciază.

În acest caz apar consumuri sporite de energie și combustibil și evident scade vizibil calitatea produselor.

Perpetuarea stării de nesiguranță în funcționare generează cel mai adesea în avarii care au în majoritatea cazurilor influență negativă asupra eficienței activității de producție și a cheltuielilor de întreținere.

Se cunoaște că întreținerea în stare de siguranță a utilajelor tehnologice reprezintă o componentă importantă a funcției de producție. Produsele metalurgice trebuie realizate în condiții de eficiență economică și în consecință și întreținerea, ca parte implicată a funcției producției, trebuie să se realizeze în condiții de economicitate.

Ca și în cazul proceselor de producție trecerea la o nouă calitate în conducerea activităților de întreținere și reparare, inclusiv asigurarea și fabricarea de piese schimb în secțiile și atelierele proprii se poate real efectua numai dacă actualul sistem de conducere liniar, discontinuu va fi înlocuit cât mai repede posibil cu un sistem cibernetic.

Noțiunea de întreținere trebuie să includă totalitatea activităților desfășurate. Acestea pot fi:

- preventiv prin inspecții și revizii iar
- corectiv care include toate tipurile de reparații

Punctul cheie al tuturor preocupărilor în conducerea activităților de întreținere trebuie să-l reprezinte cunoașterea foarte bine a stării de siguranță în funcționare a fiecărei componente din utilaj.

Probabilitatea de funcționare  $P_f(t)$  a utilajului într-un interval de timp „t” dat poate fi exprimat printr-o relație de formă:

$$P_f(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \dots P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_n(t) \quad 7.1$$

unde termenii relației reprezintă probabilitățile de funcționare a ansamblelor, subansamblelor sau pieselor din componența acestuia.

Noul sistem va trebui să prezinte o intensă circulație a experienței și practicii acumulate spre a oferi sferă largă cercetării și proiectării pentru a întreprinde măsuri constructive și funcționale în vederea îmbunătățirii fiabilității utilajelor care vor urma să fie fabricate.

Obiectivul prioritar pe care trebuie să-l aibe noul sistem de conducere, organizare cooperare trebuie să fie acela de urmărire a activității de întreținere-reparare asigurându-se astfel:

- creșterea optimă a timpului efectiv (TE) de funcționare la fiecare utilaj corelat cu economicitatea cheltuielilor de întreținere în condiții de siguranță în exploatare.

- să se abordeze sistematic modul de conducere al activităților de întreținere-reparații.

Din acest punct de vedere se impune:

- a) definirea obiectului fundamental inclusiv subsistemele
- b) proiectarea modulelor funcționale
- c) determinarea parametrilor
- d) definirea modului de autoreglare

Schema funcțională a concepției generale de abordare a sistemului este prezentată în fig.7.1

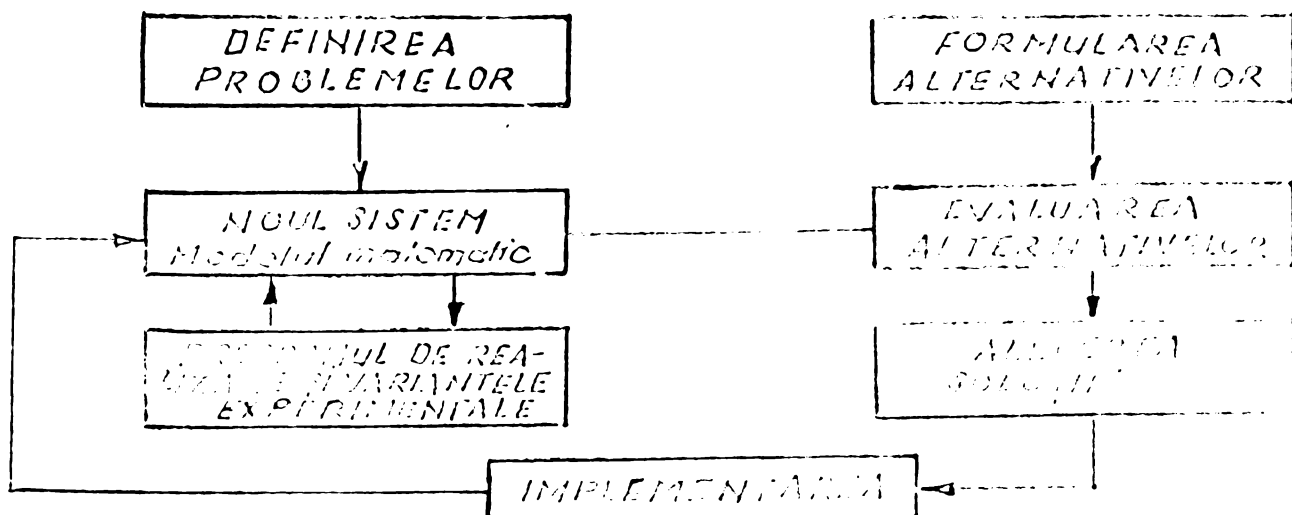


Fig.7.1

Modelul matematic funcțional al timpului efectiv de funcționare TE al utilajului va conține:

$$TE = TC - TO$$

Algoritmul de determinare al relației reprezentat grafic arată ca în fig.7.2

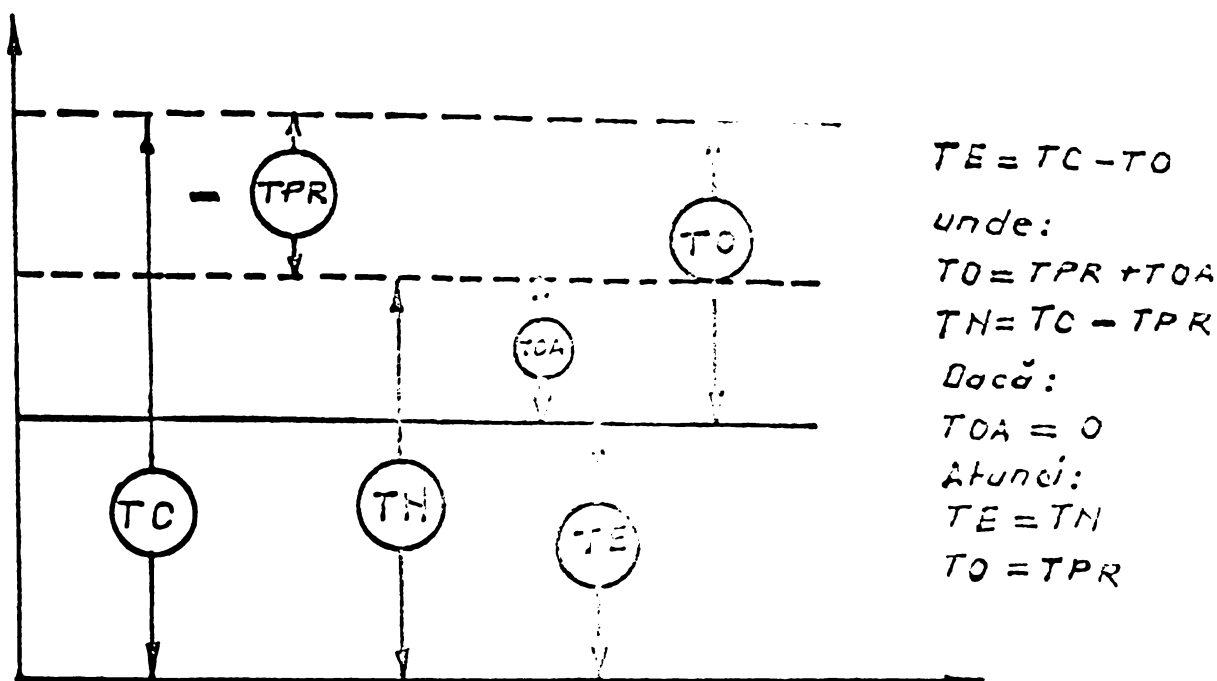


Fig.7.2

Faza I. Se indică timpul calendaristic pentru fiecare utilaj metalurgic util într-o anumită perioadă, lună trimestru, an, exprimat în ore-mașină.

Faza II. Se determină timpul planificat pentru revizii și reparații TPR, pentru fiecare utilaj planificat pe perioada dată exprimată în ore - mașină.

Faza III. Se determină timpul normal TN ca diferența dintre timpul calendaristic TC și cel planificat pentru revizie și reparații TPR adică:

$$TN = TC - TPR$$

Faza IV. Se înregistrează la fiecare utilaj duratele opririlor accidentale, indiferent de cauze exprimate în ore - mașină, rezultând timpul opririlor accidentale TOA.

Din schemă se observă că:

$$TE = TC - TO \text{ unde } TO = TPR + TOA$$

$$TN = TC - TPR \text{ sau } TN = TE + TOA$$

$$\text{Dacă } TOA = 0 \quad x \quad x \quad x \quad TE = TN$$

$$\text{iar } TO = TPR$$

în care:

TE - timpul efectiv de exploatare al utilajului

TC - timpul calendaristic într-o anumită perioadă

TO - timpul total al opririlor

TPR-timpul planificat pentru reparații

TOA-timpul opririlor accidentale

TN -timpul nominal

Faza V. Se determină timpul efectiv de funcționare pentru fiecare utilaj prin unul din următoarele procedee:

a) Din timpul total calendaristic TC se scade timpul total al opririlor TO aferent utilajului

$$TE = TC - TO$$

b) Din timpul nominal se scade timpul opririlor accidentale.

$$TE = TN - TOA$$

După cum se observă din grafic pentru ca timpul opririlor TO să fie minim este necesar reducerea la zero a timpului opririlor accidentale.

Cunoscând că fiabilitatea utilajului are de suferit de pe urma deselor demontări și remontări cu riscuri de noi defectări în perioada de reintrare în exploatare, se cere să se cunoască starea reală de uzură, respectiv nesiguranța și pe cât posibil fără oprire și demontare.

Acest lucru se poate realiza prin găsirea și introducerea unor mijloace de măsurare permanentă sau periodică a parametrilor de fiabilitate pentru cunoașterea stării generale a stării tehnice a utilajului. /62; 70; 71/

Faptul prezintă o deosebită importanță practică deoarece:

- motivează decizia de înlocuire a componentelor uzate sau chiar a utilajului;
- asigură condiții pentru optimizarea cheltuielilor cu întrețineri.

În analiza fiabilității componentelor utilajului pot fi folosite două metode: statistica și dinamica.

Metoda dinamică se folosește în cazul în care se fixează mărimea intervalului de funcționare fără defecțiuni sau condițiile de funcționare, folosind în acest caz elementele de bază ale proceselor aleatoare.

Metoda statistică este folosită în cazul când:

- funcționarea trebuie să se realizeze fără defecțiuni într-un anumit interval de timp dat,
- se indică condițiile de exploatare ale utilajului

Acesta este sistemul funcțional cerut în practică întrucât asigură prevenirea stărilor de nesiguranță respectiv, menținerea unei valori ridicate pe durata de exploatare care dă posibilitatea realizării calitative cu costuri minime a producției.

Fiabilitatea pe intervalul de timp „t” în condiții de exploatare dată, se determină utilizând formula probabilității totale:

$$R(t, \xi) = \sum_{i=1}^k E(H_i) \cdot H_i(t, \xi) \quad 7.2$$

unde:  $H_i(t, \xi)$  - probabilitatea ca utilajul aflat în condiții de exploatare să se găsească în starea „i” (de ex. în siguranță sau cu părți slăbite sau cu uzură avansată) în intervalul de timp „t”

t - intervalul de funcționare fără defecțiuni

k - Nr. de stări posibile ale utilajului

$E(H_i)$  - eficiența stării „i”

Stiut fiind că o mașină, un utilaj compus într-o mulțime de „n” componente fiecare având „i” stări posibile formând un sistem  $\underline{m}$ .

În acest caz stările posibile ale sistemului sînt determinate folosind relația:

$$m = i^n \quad 7.3$$

În practică se ia în considerare numai două stări: Starea de funcționare  $X_0$  respectiv probabilitatea de funcționare  $p_f$  și starea de defectare  $X_1$  respectiv probabilitatea de nefuncționare  $q_d$ .

După cum se cunoaște:

$$p_f = 1 - q_d \quad 7.4$$

Din prelucrarea datelor statistice rezultă în cazul mașinii de șarjare, probabilitatea de funcționare a celor 4 ansamble, se prezintă astfel:

$$\text{Ansamblul A} \dots \dots P_1(t) = 0,78$$

$$\text{Ansamblul B} \dots \dots P_2(t) = 0,86$$

$$\text{Ansamblul C} \dots \dots P_3(t) = 0,86$$

$$\text{Ansamblul D} \dots \dots P_4(t) = 0,81$$

Calculînd probabilitatea de funcționare a mașinii în intervalul de timp „t” se obține

$$P_f(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_3(t) \cdot P_4(t) \quad 7.5$$

$$P_f = 0,78 \cdot 0,86 \cdot 0,86 \cdot 0,81 = 0,47$$

Valoarea obținută reprezintă probabilitatea de funcționare a mașinii de șarjare determinată la nivelul stadiului de siguranță al mecanismelor ce o compun, siguranța stabilită pe baza

căderii pieselor și înlocuirii lor pe intervalul analizat și prezentat în cap.VI al lucrării.

În practică se merge pe ideea înlocuirii ansamblelor defectate cu ansamble de rezervă.

Probabilitatea de funcționare în acest caz se exprimă conform relației:

$$P_{fs}(t) = 1 - \left\{ 1 - [p_1(t) \cdot p_2(t) \dots p_n(t)] \right\}^{1+R} \quad 7.6$$

unde:

$n$  - este numărul componentelor

$R$  - numărul ansamblelor de rezervă (În cazul utilajelor metalurgice pentru un singur ansamblu de rezervă  $R = 1$ )

În exemplul considerat pentru ansamblul „A” cu probabilitate ceva mai mică rezultă că:

$$P_{fs}(t) = 1 - \left\{ 1 - [0,78 \cdot 0,86 \cdot 0,86 \cdot 0,81] \right\}^2 = 0,71$$

ceea ce constituie o situație acceptabilă nu însă cea mai avantajoasă soluție din punct de vedere al cheltuielilor legate de întreținere și reparare a mașinilor de garajare.

În activitatea de lucru al conducătorilor sectoarelor de întreținere trebuie să-i preocupe și asigurarea ansamblelor de rezervă pentru a preveni sau diminua timpul de oprire al utilajului prin înlocuirea modului defect cu altul de rezervă la timpul solicitat de starea de uzură al acestuia.

Urmărirea sistematică a evoluției uzurii utilajului a stării lui de siguranță în exploatare dă posibilitatea rezolvării acestei probleme complexe să fie făcută cu cheltuieli minime.

Cunoscând durabilitatea fiecărei piese sau subansamblu se pot determina în acest mod posibilitatea fundamentării programului de întreținere și a necesarului de piese de schimb.

După cum se confirmă din practica întreținerii instalațiilor și utilajelor evoluția consumului de piese funcție de durabilitate și timpul de funcționare în cadrul acestora, se prezintă ca în diagrame din fig. 7.3

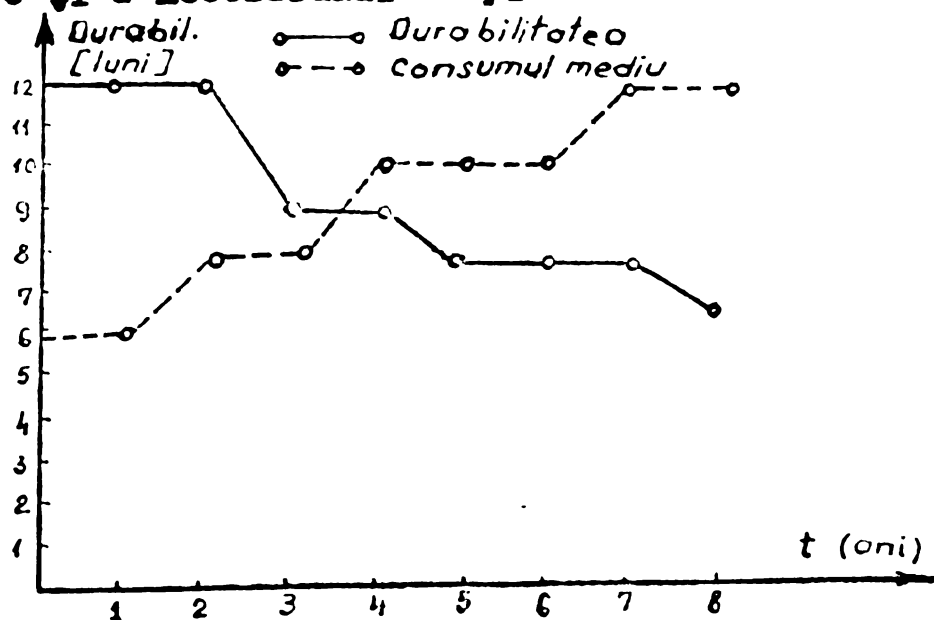


Fig. 7.3

Realitatea practică confirmă că în primii ani de exploatare sau după prima perioadă după restabilire a utilajului consumul de piese este scăzut, durabilitatea se menține la cota ridicată, iar pe măsură ce scade fiabilitatea consumul mediu crește și durabilitatea se reduce.

## 7.2. CONSIDERATII PRIVIND APLICAREA LUCRARILOR DE INTRETINERE (MENTENANTA) A INSTALATIILOR SI UTILAJELOR.

Caracteristicile principale ale întreținerii trebuie să fie aceea a asigurării funcționării continue până la momentul scoaterii din uz a piesei sau ansamblului respectiv.

Prin aplicarea corectă a măsurilor de întreținere procesul de dezvoltare a uzurilor fizice este întârziat (întreținere preventivă) iar prin recondiționarea componentelor care prezintă uzura crește durata de viață a acestora, conducând la reducerea cheltuielilor de producție, la asigurarea economicității funcționării și la creșterea gradului de siguranță. /7/

Lucrările de întreținere care se impun pentru asigurarea bunei funcționări se referă la verificările (preventive) care au ca scop stabilirea funcționării corecte a componentelor și evoluția uzurilor, precum și curățirea și ungerea pieselor în mișcare inclusiv înlocuirea pieselor cu grad de uzură înaintată.

Pentru evidențierea și urmărirea uzurilor este necesar a se proceda la întocmirea unor evidențe asupra evoluției uzurii.

Datele din evidența comportării evoluției uzurii se pot folosi în două scopuri și anume:

1. Asigurarea intervenției privind recondiționarea sau înlocuirea piesei (preventiv) astfel ca uzura piesei să nu producă și degradarea altor piese și să nu scoată agregatul din funcțiune.

2. Studiarea cauzelor uzurilor frecvente în scopul asigurării intervenției corective, cu eliminarea cauzelor și creșterea accesibilității pentru demontare și montare.

Oportunitatea soluțiilor corective trebuie determinată pe baza unui calcul economic care să țină seama de cheltuieli suplimentare (cu studiu, fabricarea pieselor etc.) precum și economiile aduse prin aplicarea unor soluții noi.

Evidența uzurilor trebuie să stea la baza politicii de întreținere furnizând date pentru stabilirea următoarelor elemente de plan ca:



a) Volumul cheltuielilor de întreținere și reparații determinate de:

- costul materialelor pieselor de schimb
- costul manoperei necesare
- costul întreruperii funcționării agregatelor,
- costul sculelor, dispozitivelor, utilajelor folosite

în procesul de întreținere.

b) Volumul cheltuielilor ce apar din cauza uzurilor care nu au fost eliminate.

Pentru ca aceste date să fie evidențiate se consideră necesar ca fișa tehnică a agregatului să cuprindă:

1. Denumirea - caracteristici
2. Nomenclatorul pieselor de schimb indicând materialele componente
3. Numărul de ore de funcționare limită pentru fiecare piesă,
4. Valoarea parametrilor care determină uzura
5. Lucrări de eliminare a uzurii
6. Indici economici (randament, consum specific, etc.)
7. Numărul pieselor de schimb folosite
8. Costul fiecărei piese de schimb
9. Manopera normată
10. Manopera realizată

Activitatea de întreținere și reparații este justificată din punct de vedere tehnic și economic, politica de întreținere variază de la o unitate la alta (deși există o singură reglementare) ca urmare a posibilităților de urmărire și evidențiere a uzurilor. Ținând seama de importanța și valoarea fondurilor fixe, precum și gradul de pericolitate pe care-l poate aduce lipsa întreținerii pentru agregat cit și pentru personalul de deservire se impune organizarea activității de întreținere pe baze științifice.

### 7.3. Model privind implementarea proiectării sistemului de întreținere preventivă. /68/

1. Prezentat la modul general acest sistem trebuie să

conțină:

- Intocmirea dosarului tehnic
- Planul general de amplasare a întreprinderii
- Nomenclatorul general al utilajelor
- Notița tehnică a utilajului
- Fișa istorică a defecțiunilor

**Planul de amplasare al utilajelor**  
**Mai pot exista :**

**Fişa de recepţie**  
**Rapoarte detaliate a defecţiunilor**  
**Fişa de control**

**2. Determinarea lucrărilor de întreţinere preventivă privind:**

**Stabilirea lucrărilor de ungere**  
**Tipizarea materialelor de ungere**  
**Tipizarea lucrărilor de ungere**  
**Simbolizarea lucrărilor de ungere**  
**Planul de ungere al maşinii**  
**Programul general de ungere**  
**Execuţia operaţiilor de ungere**  
**Controlul operaţiilor de ungere**

**3. Activitatea de inspecţii urmăreşte:**

**Clasificarea maşinilor după importanţa lor**  
**Nomenclatorul pieselor de schimb**  
**Tipizarea şi simbolizarea lucrărilor**  
**Proiectarea documentaţiei anexă**  
**(fişa de operaţii, planul de inspecţii, fişa tehnică)**

**Programarea inspecţiilor (zilnice, săptămânale, lunare, etc.) cu sau fără oprirea utilajului, perioada de execuţie, forţa de muncă şi aprovizionarea cu materiale.**

**Execuţia inspecţiilor**

**Controlul şi**

**Prelucrarea rezultatelor**

**Trecerea de la un sistem clasic de întreţinere caracterizat prin controale, reparaţii curente ( mijlocii) şi reparaţii capitale la sistemul de întreţinere preventiv atrage după sine modificări esenţiale în concepţia organizatorică. Procedul se impune cu toate că poate prezenta unele aspecte încă mai puţin bine documentate.**

**La CSR metoda aplicată la întreţinerea şi repararea utilajelor siderurgice se bazează pe sistemul de reparaţii cuprinzând gama lucrărilor ca: controale planificate, reparaţii curente, reparaţii generale şi reparaţii capitale ce implică o muncă laborioasă, nu este asigurată o ritmicitate a aprovizionării cu piese de schimb cît şi o siguranţă în exploatarea utilajelor.**

Plecând de la aceste considerente în cele ce urmează se arată importanța sistemului de întreținere preventivă. Deoarece sistemul nu este standardizat, deci nu există programe de întreținere preventive aplicabile general, se necesită studii de aplicare de la caz la caz în funcție de necesități și posibilități

Proiectarea sistemului de întreținere preventivă trebuie să se facă pe măsura fiecărei întreprinderi în colaborare strinsă cu toți factorii care concurează la realizarea procesului de producție, având în vedere următoarele: /20; 36; 45/

1. Existența unor instrucțiuni de lucru astfel întocmite încât să se poată stabili:

Ce facem, cum facem, metoda care trebuie aplicată utilajele, sculele necesare, precum și datele pentru fiecare operație în parte.

2. Programarea lucrărilor trebuie să includă momentul când trebuie realizată o anumită operație, lucrarea și cine trebuie să o facă.

3. Un sistem de informații în care să se evalueze defecțiunile, cauzele care le-a generat, materialele și timpul utilizat.

4. Analize informațiilor privind activitățile care vor servi la îmbunătățirea sistemului de întreținere preventivă.

#### Elaborarea sistemului de întreținere preventivă

La elaborarea unui sistem de întreținere preventivă trebuie să se plece de la cunoașterea echipamentului cu care este dotată întreprinderea și să se termine cu stabilirea metodelor de analiză a activității acestuia.

Scopul principal al întreținerii preventive poate fi stabilit prin asigurarea unor condiții optime de lucru și de utilizare a tuturor instalațiilor precum și îmbunătățirea lucrărilor de întreținere.

Aceste aspecte pot fi îndeplinite folosind inspecțiile periodice, evidența și analize cauzelor care au produs deranjamentele.

În schema reprezentată în fig.7.4 se arată obiectivele și scopul urmărit prin întreținere preventivă.

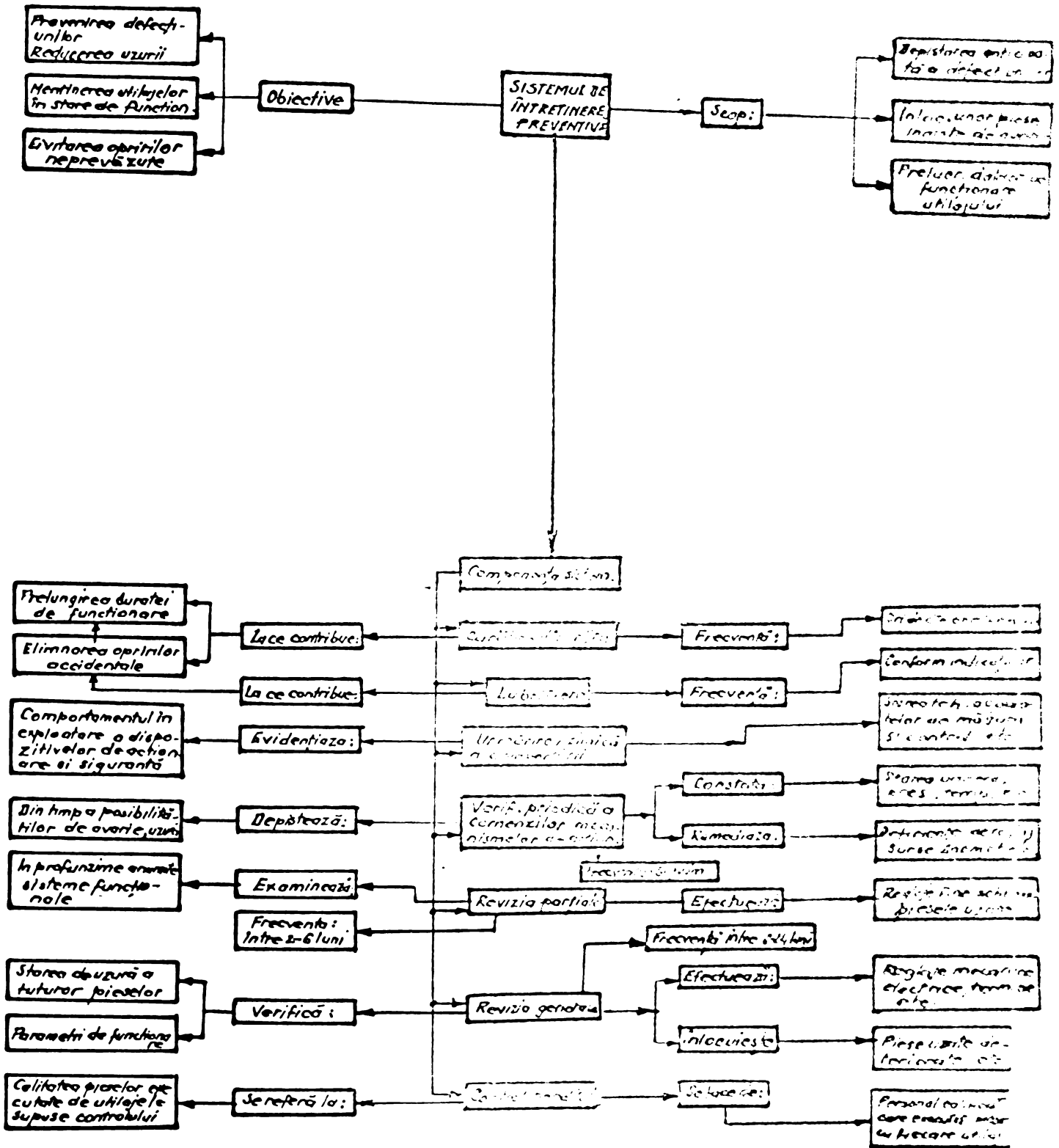


Fig. 7.4 SCHEMA SISTEMULUI DE ÎNTREȚINERE PREVENTIVĂ

CAPITOLUL VIII**8.1. IMPORTANȚA FOLOSIRII CALCULATORULUI ELECTRONIC PRIVIND ACTIVITATEA DE MENTENANȚA A INSTALAȚIILOR ȘI UTILAJELOR SIDERURGICE**

Sfera largă de probleme din domeniul întreținerii și reparării (mentenanței) utilajului siderurgic poate fi abordată și soluționată cu ajutorul calculatorului electronic, mijloc care a devenit un instrument de bază al specialiștilor și din acest domeniu foarte important.

Cadrul necesar aplicării corespunzătoare a activității de întreținere și reparații, trebuie asigurată de concepția cibernetică de conducere a procesului de producție din combinat, care aplicat va constitui un sistem sau hipersistem ce trebuie corelat cu obiectivele generale cu multiple implicații la nivel funcțional. Sistemul trebuie să asigure buna funcționare a proceselor de producție care menținut prin intermediul sistemului reparațiilor, va genera elementele necesare corectării sistemului productiv.

Sistemul de prelucrare automată a datelor destinate reparațiilor cuprind în principal cele mai importante etape ale lucrărilor care pot fi puse pe calculator, cum ar fi: planificarea lucrărilor de reparații, asigurarea cu materiale și piese de schimb, execuția și urmărirea lucrărilor de reparații și recepția lor.

Pregătirea lucrărilor de reparații constituie o activitate deosebit de importantă ce are drept scop asigurarea din timp a documentației tehnice, a materialelor și pieselor de schimb precum și a necesarului forței de muncă.

Pe baza informațiilor obținute din faza de pregătire cu ajutorul calculatorului se pot asigura informațiile necesare pentru desfășurarea în condiții normale a lucrărilor de execuție, urmărirea și recepție.

Adaptarea unui sistem de prelucrare automată a datelor destinate reparațiilor constituie la ora actuală o cerință obiectivă pentru toate întreprinderile industriale.

Prin aplicarea unui astfel de sistem se poate obține: scurtarea duratei de execuție a lucrărilor de reparații, utilizarea eficientă a resurselor, creșterea productivității muncii, ridicarea calității lucrărilor de reparații, constituind obiective care în final conduc la obținerea unei eficiențe economice a întregii activități de întreținere și reparații.

Realizarea acestor probleme impun ca factorii de decizie din întreprindere să acorde atenție cuvenită problemelor de întreținere și reparații a instalațiilor și utilajelor.

Conținutul informațional al activității de întreținere și reparații va cuprinde:

a) Planificarea reparațiilor, la care participă serviciul mecano-energetic, secțiile productive, secția mecano-energetică, atelierul de proiectare și conducerea întreprinderii.

Intre compartimente se va stabili un sistem de canale și fluxuri de informații care să asigure întocmirea de către serviciul mecano-energetic a planurilor de reparații, corelarea acestora cu planurile de producție de către secțiile de producție și aprobarea graficelor de oprire a secțiilor privind intrarea în reparații a utilajelor./30/

b) Pregătirea documentației tehnico-economice pentru reparații va trebui să conțină între altele: constatări asupra lucrărilor de executat, calcule estimative asupra costurilor lucrărilor și stabilirea necesarului pieselor de schimb, etc.

c) Recepția și urmărirea realizării planului de reparații prin care se finalizează execuția planului de reparații și raportarea statistică a realizărilor.

Sistemul actual privind modul în care de desfășoară această importantă și vastă activitate în domeniul întreținerii și reparațiilor din cadrul combinatului în prezent nu asigură o deplină desfășurare a acestor activități fiind necesare o serie de îmbunătățiri.

În această direcție se amintesc următoarele:

Culegerea, transmiterea și prelucrarea datelor se face în prezent descentralizat, folosindu-se un număr mare de purtători de informații, iar legăturile între diferitele compartimente nu au o reglementare privind necesitățile reale de informații ale fiecărui sector de activitate.

Sistemul informațional actual este deficitar prin aceea că nu se asigură o serie de informații utile activității de reparații, nu există personal anume destinat cu cercetarea și analiza cauzelor care au generat apariția defectiunilor astfel să se cunoască în mod științific cauza căderii instalațiilor și utilajelor.

Aceste deficiențe conduc la lipsa informațiilor necesare privind consumul real de piese de schimb pe fiecare tip de utilaje, a cauzelor care provoacă scoaterea prematură al acestora din funcțiune, etc.

Calitatea informațiilor vehiculate nu este satisfăcătoare astfel ca să permită o fundamentare științifică a deciziilor ce urmează a fi adoptate.

Lipsa unor metodologii și a unor criterii certe pentru determinarea stocului economic al pieselor de siguranță. Suplinirea lor se face prin aprecieri cu caracter subiectiv ceea ce conduce inevitabil fie la pierderi de producție datorită lipsei de stoc a pieselor necesare, fie la imobilizări de fonduri însemnate cauzate de stocuri supranormative.

Inexistența unor informații privind duratele reale de funcționare a pieselor și subansamblelor în condiții de uzură normală sau în cazuri de avarii face ca activitatea de cercetare și proiectare a utilajelor să fie lipsită de informații necesare privind comportarea acestora în funcționare.

Pe baza aspectelor relatate privind analiza actualului sistem informațional al activității de întreținere și reparații se impun noi criterii care să stea la baza elaborării unui sistem informațional îmbunătățit.

In scopul utilizării cât mai economice a mașinilor de mentinere în stare de funcționare a instalațiilor, a păstrării capacității permanente de producție și micșorării uzurii, se fac în mod constant revizii tehnice, operații de întreținere și ungere, controale preventive a stării utilajelor și înlocuirea planificată a pieselor supuse uzurii.

In vederea aplicării sistemelor automate de prelucrare a datelor în domeniul întreținerii și reparării utilajelor este necesar ca pe lângă eliminarea deficiențelor menționate să se codifice tipurile de intervenții care se execută: (Rt, RC1, RC2, RK) lucrările de întreținere, reparațiile accidentale, etc.

Folosirea calculatoarelor electronice în activitatea de mentenanță ridică probleme deosebite actualului sistem informațional din întreprinderile siderurgice și în mod deosebit în ceea ce privește culegerea informațiilor și prelucrarea acestora pentru a fi folosite pe calculator.

Informațiile referitoare la cunoașterea stării utilajelor din cadrul sectorului de întreținere trebuie să fie permanente complete cu date cu caracter economic cum ar fi: prețul utilajelor ansamblelor și a pieselor cu consum ridicat, valoarea pierderilor prin staționare, cheltuieli de depozitare, valoarea stocurilor pieselor de siguranță precum și cheltuielile cu forța de muncă.

Aceste informații vor folosi pentru fundamentarea economică a planurilor de reparații, a menținerii în stoc a unor materiale și piese de schimb și de siguranță, etc.

Sistemul automat de prelucrare a datelor destinate activității de întreținere și reparații va trebui să furnizeze informații cu maximum de operativitate atât pentru conducerea sectorului de întreținere și reparații cât și pentru conducerea întreprinderii respective.

## 8.2. ASPECTE PRIVIND ACTIVITATEA VIITOARE A SECTORULUI DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII

Pe baza celor prezentate în lucrare privind activitatea sectoarelor de întreținere și reparații cu corelarea problemelor legate de studiul comportării în exploatare a utilajelor siderurgice, studiul fiabilității, studiul uzurii și a factorilor care determină durata de serviciu a utilajelor, sînt argumente care atestă părerea unanimă a specialiștilor, că activitatea de întreținere și reparații trebuie reconsiderată sub toate aspectele sale.

Multitudinea de probleme specifice activității de întreținere-reparații sînt în prezent multe din ele operate prin introducerea tehnicii moderne de calcul. În cadrul Combinatului Siderurgic Reșița a luat ființă un centru puternic de calcul cu ajutorul calculatorului electronic fiind rezolvate o serie de probleme de producție cum ar fi:

- Planificarea reparațiilor utilajelor, mașinilor și instalațiilor.

- Lansarea tehnologiilor de fabricație
- Programarea producției la laminare
- Urmărirea fluidelor energetice și a energiei

electrice.

- Programarea producției de oțel
- Urmărirea producției și a consumurilor în sectorul

primar. În viitorii ani vor trebui soluționate matematic și o serie de fenomene ca:

- Stabilirea duratei de viață a utilajelor,
- Determinarea fenomenelor de uzură,
- Stabilirea stocului de piese de schimb,
- Calculul funcției de siguranță a pieselor și an-

samblelor din componența instalațiilor și utilajelor, durata lor de viață, etc.

Aceste aspecte în prezent sînt probleme de prim ordin pentru toate întreprinderile industriale și în mod deosebit pentru cele siderurgice.



x

x x

Din studiul efectuat și pe baza rezultatelor obținute reiese ca măsură importantă:

„Organizarea compartimentului de fiabilitate la CSB Combinatul Siderurgic Reșița face parte din unitățile economice de bază ale Ministerului Industrii Metalurgice.

Producția de bază a combinatului constă din fontă, oțel Siemens Martin și laminate de diferite profile.

Trecerea unor semifabricate dintr-un proces de fabricație în altul, precum și diversitatea sortimentală imprimă proceselor de producție o tehnicitate ridicată, solicită eforturi susținute în activitatea de organizare și conducere a producției.

Dezvoltarea combinatului în cincinșii 1976-1980 precum și în viitorul cincinal 1981-1985, urmează să se facă pe două căi:

1. Prin modernizarea sectoarelor existente cu dezvoltarea combinatului inclusiv obiectivele în curs de execuție exemplu fiind:

- Modernizarea laminorului de bandaje și
- Organizarea fabricației de produse laminate din oțeluri de rulmenți la laminorul 280 și 430 mm.
- Modernizarea fabricii de aglomerare și de dolomită

2. Prin construcția unor unități care au luat deja ființă și extinderea platformei industriale cum este:

- Laminorul degrositor și de semifabricate (bluming)
- Hala de pregătire a lingotierelor;
- Atelierul de confecționat material mărunț;
- Dezvoltarea ajustașului de țagle-țevi forjă de mare adâncime.

Nivelul tehnic al utilajelor și instalațiilor este pentru noile unități precum și modernizarea și dezvoltarea lor este în concordanță cu tot ce este mai nou în acest domeniu de activitate.

In acest sens odată cu dezvoltarea întreprinderii trebuie reorganizată și activitatea de întreținere și reparații, reasezată și perfecționată în mod continuu, astfel ca problemele compartimentului de fiabilitate să fie canalizată în următoarele direcții:

I. Cunoașterea nivelului de fiabilitate al pieselor și subansamblelor prin:

→ informații detaliate asupra defecțiunilor evidențiate pe fișa de urmărire după modelul propus în lucrare.

- urmărirea în exploatare în condiții de întreținere normală a instalațiilor și utilajelor.

II. Pentru ridicarea indicilor de fiabilitate trebuie să se acționeze în următoarele direcții:

- întocmirea de planuri și măsuri pentru creșterea fiabilității și realizării acestora și

- efectuarea unor programe de cercetare prin elaborarea unor lucrări având ca scop stabilirea soluțiilor optime de îmbunătățire a unor subansamble sau piese cu nivel de fiabilitate redusă.

Problema costului operațiilor de mentenanță și de exploatare a fost și rămâne una din problemele economice majore ale activității combinatului cum de altfel este pentru toate unitățile economice care au în dotare instalații și utilaje.

Cunoașterea probabilității funcționării fără defecțiuni în condiții de folosire determinată, prin folosirea statisticii matematice și a calculului probabilităților va permite estimarea numerică sau bună aproximativă obținerea fiabilității dorite a instalațiilor și utilajelor în funcțiune.

### 8.3. MODEL PRIVIND DETERMINAREA SIGURANȚEI ÎN FUNCTIONARE CU AJUTORUL CALCULATORULUI A INSTALAȚIILOR ȘI UTILAJELOR

Stabilirea fiabilității instalațiilor și utilajelor complexe constituie o necesitate din ce în ce mai acută în stadiul actual de dezvoltare tehnică, din cauza importantelor concluzii pe care unitățile economice le poate avea de pe urma determinării ei.

Referindu-mă la cazul studiat fiabilitatea - definită ca o probabilitate este - noțiunea - care calculată și aplicată în mod corespunzător dă cel mai concludent răspuns la problemele combinatului privind îmbunătățirea folosirii capacității de producție.

La determinarea fiabilității operaționale în exploatare privind aparatul de încărcare - de la furnal și a mașinilor de șarjare de la OSM la baza stabilirii ei a stat datele statistice și informațiile obținute în decursul timpului menționat în lucrare.

A rezultat cu această ocazie ca problemă importantă necesitatea ținerii unei evidențe stricte a defecțiunilor și a cauzelor care determină o exploatare necorespunzătoare cât și a unei intervenții la momentul oportun.

Pentru stabilirea siguranței în exploatare pe intervalul de timp de 11.100 ore corespunzătoare funcționării aparatului de încărcare fără oprirea furnalului, în vederea implimentării întreținerii preventive, se impune ca necesar cunoașterea duratei optime de funcționare a fiecărei componente în direcția stabilirii intervenției de reparare.

Plecând de la faptul că aparatul încărcare intră în exploatare la data  $D_1$  sau că a fost reparat capital la aceeași dată  $D_1$ , în practica întreținerii preventive se consideră că toate piesele componente la data  $D_1$  sînt în stare bună de funcționare și nu prezintă nici o defecțiune sau uzură.

Modul de stabilire a siguranței în funcționare nu presupune repararea sau înlocuirea după un anumit interval de funcționare dinainte stabilit, ci se ține seama de unele caracteristici cum ar fi:

- cunoașterea duratei de viață a pieselor;
- timpii optimi de funcționare a pieselor;
- natura defecțiunilor și
- modul întreținerii aplicate în timpul exploatării.

Având în vedere uzura limită a pieselor funcție de tipurile de uzuri care pot avea loc cum ar fi: uzuri dinamice, acestea fiind la rândul lor uzuri de contact, abrazive, corosive și oboseală precum și uzuri statice ca: coroziune chimică, termică și uzura de îmbătrânire inclusiv deteriorările și ruperile, acestea pot fi reduse de înlocuiri de piese în timp încadrând lucrările pe tipuri de reparații corespunzător timpilor de intervenții prevăzute.

Cunoscând statistic timpii de funcționare a pieselor s-a stabilit indicele de fiabilitate luând în considerare media timpului de bună funcționare a pieselor  $\lambda = \frac{1}{MTBF}$

Cunoscând ca valoarea unei reparații conform legislației în vigoare nu trebuie să depășească 60 % din valoarea utilajului în caz contrar utilajul se casează, urmează ca prin aplicarea sistemului de întreținere preventivă să se obțină mărirea duratei de viață și creșterea intervalelor dintre reparații.

Marja de siguranță " $\varepsilon$ " pe perioada de intervenție în cazul programului se determină în funcție de importanța utilajului în procesul de producție.

Cu marja de siguranță stabilită modelul întreținerii preventive poate fi folosit acordând pentru această marje de timp o valoare prestabilită, acest " $\varepsilon$ " putând avea chiar valoarea zero, datorită faptului că piesele analizate prezintă timpii de bună funcționare  $(\lambda_j)_{j=1 \dots r}$  multimpli a timpului minim de bună funcționare  $(\min. \lambda_j)_{j=1 \dots r}$ .

Matematic acest lucru poate fi reprezentat astfel:

Considerând:

$$t_r = t_{\max} = \text{reparație capitală}$$

unde:  $r$  = este numărul de piese din cadrul aparatului de încărcare

reiese că:

$$t_r : t_{r-1} = i_r - 1$$

$$t_{r-1} : t_{r-2} = i_r - 2$$

$$t_{r-2} : t_{r-3} = i_r - 3$$

$$\vdots$$

$$t_3 : t_2 = i_2$$

$$t_2 : t_1 = i_1$$

Pentru urmărirea modului de comportare în exploatare a ansamblurilor și pieselor componente aparatului de încărcare privind stabilirea perioadelor de intervenție s-a întocmit programul pe calculator BASIC HP - 2000.

Ca date pe calculator pentru stabilirea siguranței în exploatare s-au folosit următoarele elemente:

- codul ansamblului, subansamblului sau piesei;
- reperul defectat;
- codul defecțiunii;
- valoarea ansamblului, subansamblului sau piesei;
- codul cauzei;
- numărul de piese.

În fig. 8.1. se prezintă elaborarea schemei bloc care arată modul de obținere a siguranței în funcționare în condiții de exploatare.

Cu ajutorul calculatorului HP folosind limbajul de programare HP - 2000 s-a întocmit programele:

"PIESSES" fig. 8.2; "CALE" fig. 8.3; "DEF" fig. 8.4. și "ACTU" fig. 8.5.

Datele obținute de la calculator urmează să fie analizate și sistematizate sub formă de diagrame sau histograme periodice ce se vor trimite factorilor interesați începând cu conducerea și terminând cu secțiile productive și de întreținere.

În acest mod va crește posibilitatea efectuării de calcule pentru determinarea unor parametri de fiabilitate cum ar fi:

- media timpului de bună funcționare sau
- fiabilitatea  $R_t$  calculată pentru un anumit timp de ore funcționare a piesei sau subansamblului.

Calcululele vor fi efectuate adoptând repartiția căderilor de tip Weibull care se apropie cel mai mult de realitate și va permite o previziune a comportării utilajului și după perioada analizată chiar în situația în care nu vom avea de unde afla aceste date direct din exploatare.

SCHEMA BLOC PRIVIND REALIZAREA  
SIGURANȚEI ÎN FUNCȚIONAREA  
INSTALAȚIILOR ȘI UTILAJELOR

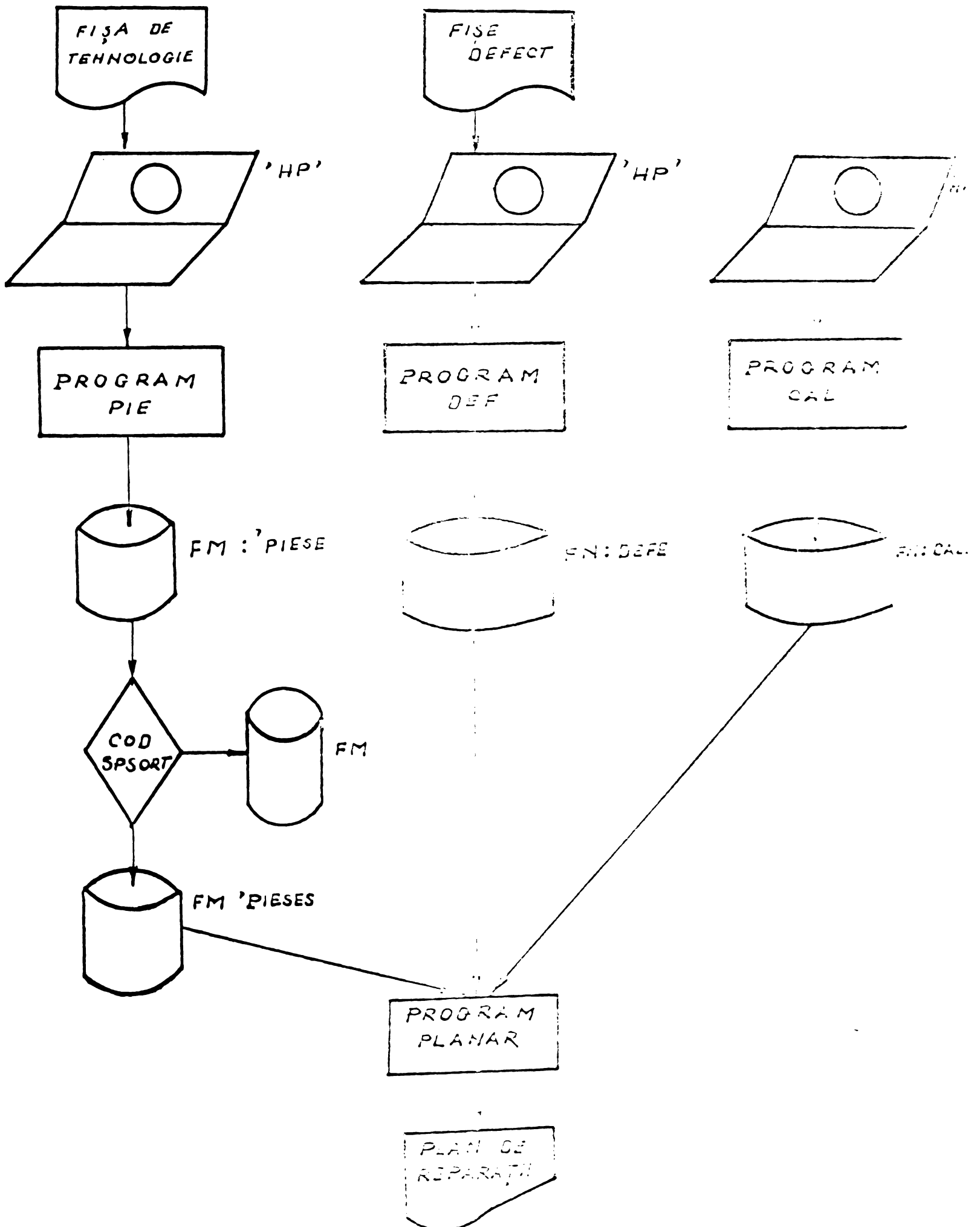


Fig. 8.1

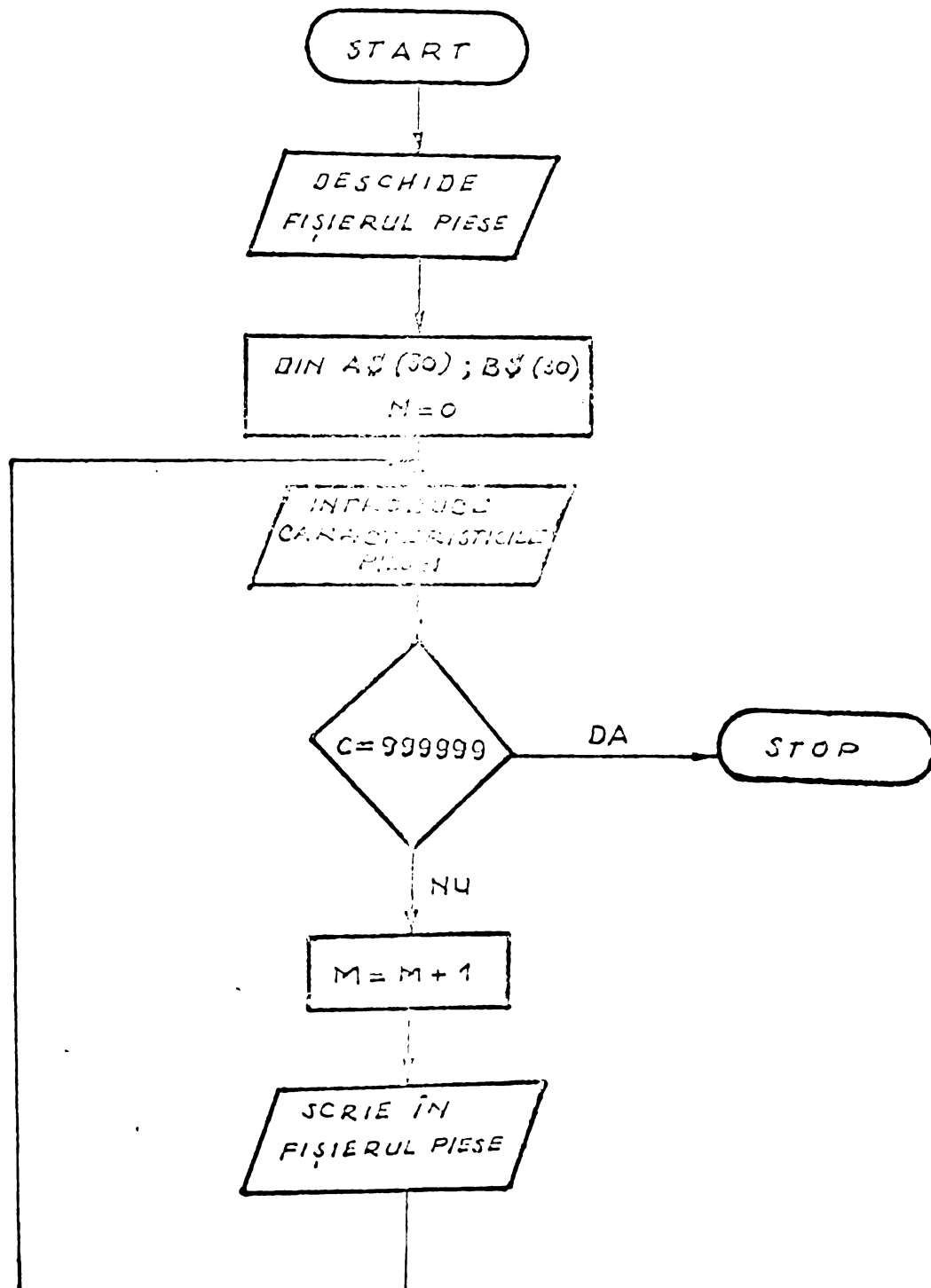
SCHEMA LOGICĂ DE REALIZARE A PROGRAMULUI  
"PIE"

Fig. 8.2

PIE

```
10  FILES  PIESE
20  DIM  A$(30),B$(13)
30  M=0
40  INPUT C,A$,B$,N,T,D,Y
45  IF C=999999. THEN 150
50  M=M+1
60  PRINT #1,M;C,A$,B$,N,T,D,Y
70  GOTO 40
150  END
```



SCHEMA LOGICĂ DE REALIZARE A  
PROGRAMULUI "CAL"

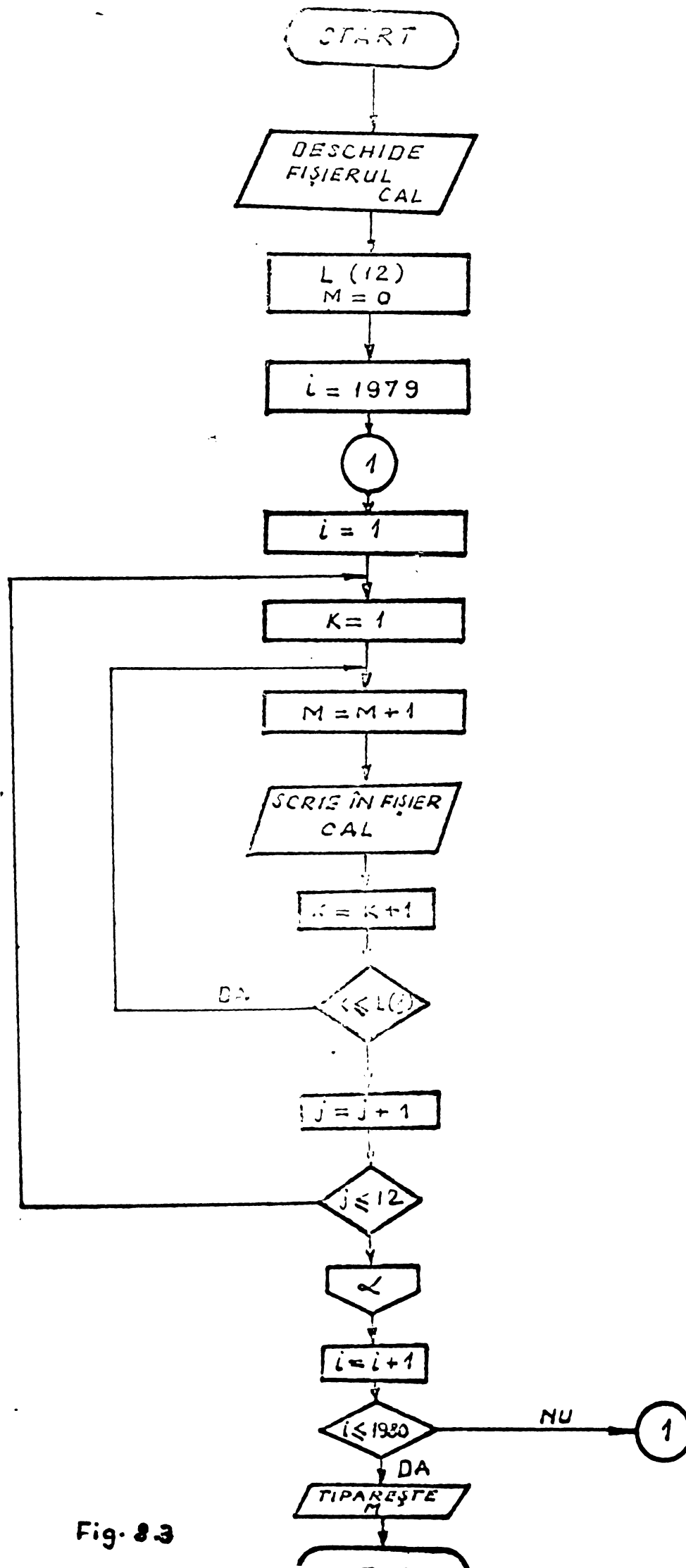


Fig. 8.3

CAL

```
10 FILES CALE
20 DIM L(12)
30 MAT L=ZER
40 MAT READ L
50 M=0
60 FOR I=1979 TO 1991
70 GOSUB 750
80 NEXT I
90 PRINT " M= ";M
100 GOTO 900
750 FOR J=1 TO 12
751 GOSUB 760
752 NEXT J
753 RETURN
760 FOR K=1 TO L(J)
761 K=M+1
762 PRINT #1,M;I,J,K
763 NEXT K
764 RETURN
765 DATA 31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,29,31
800 END
```

SCHEMA LOGICĂ DE REALIZARE A  
PROGRAMULUI „DEFECT”

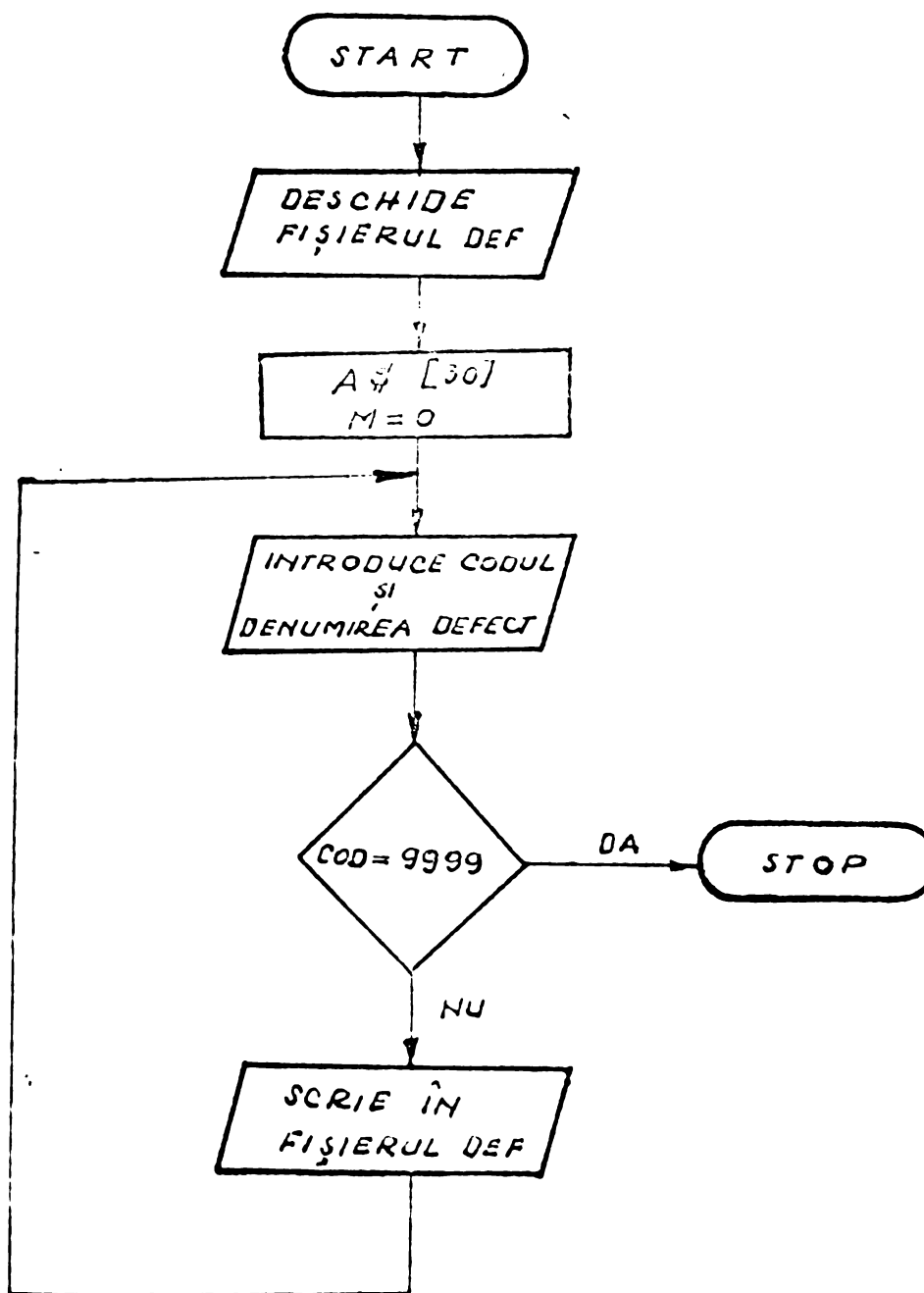


Fig. 8.4

DEFECT

```
10  FILES DEF
20  DIM A$(30)
30  M=0
40  INPUT A,A$
45  M=M+1
46  IF A=9999 THEN 100
50  PRINT #1,M;A,A$
60  GOTO 40
100 END
```

SCHEMA LOGICĂ A PROGRAMULUI  
"ACTU"

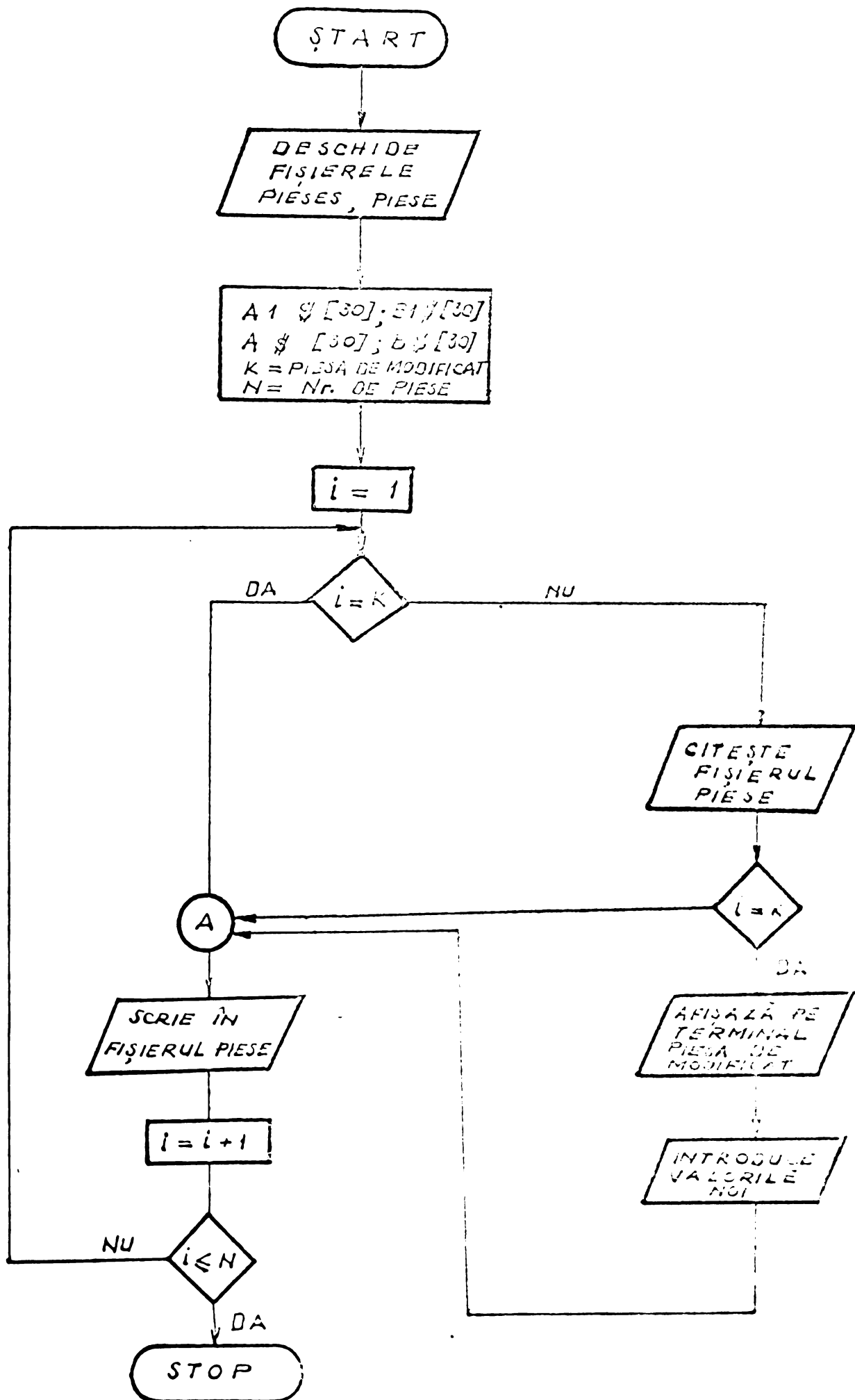
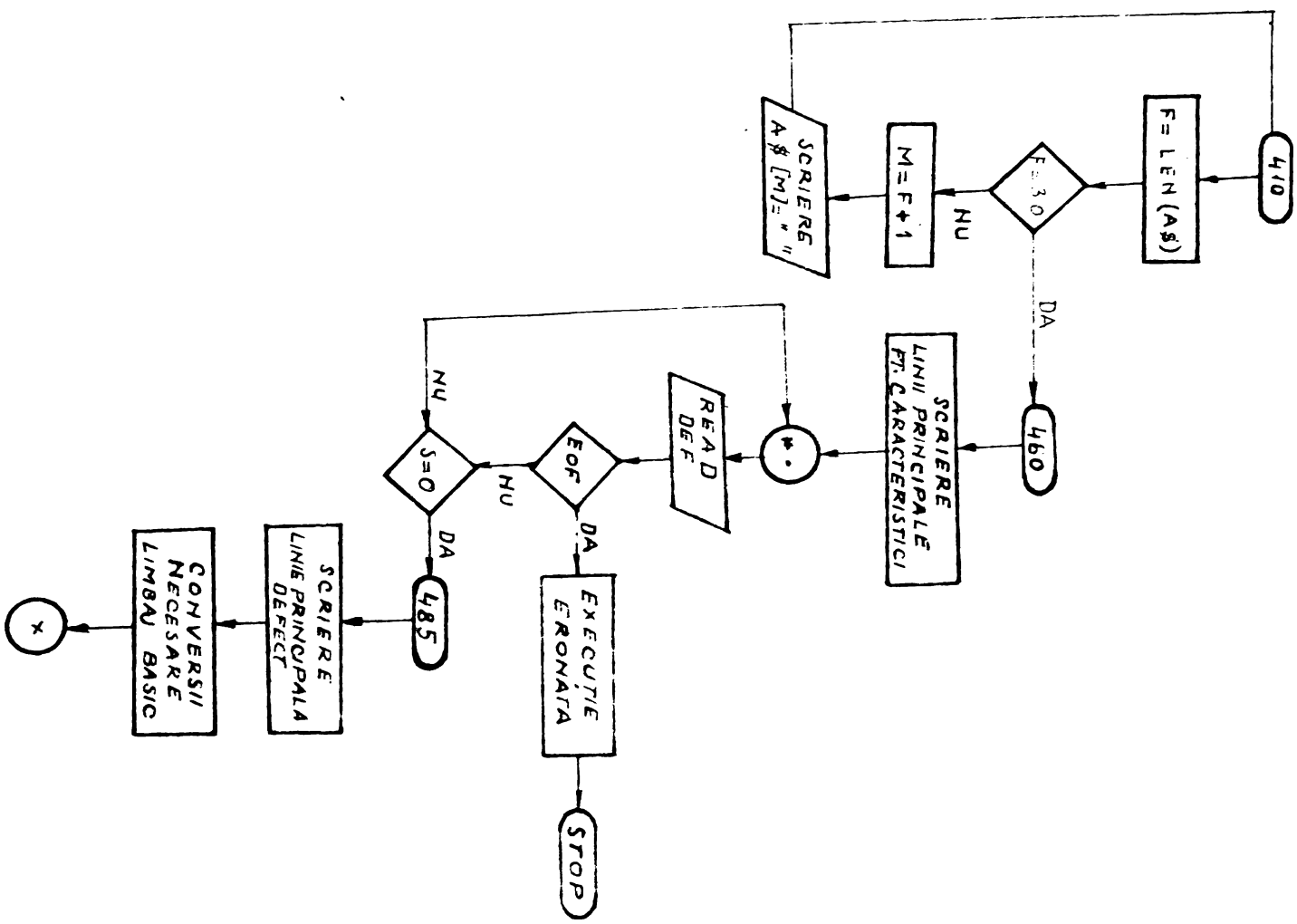
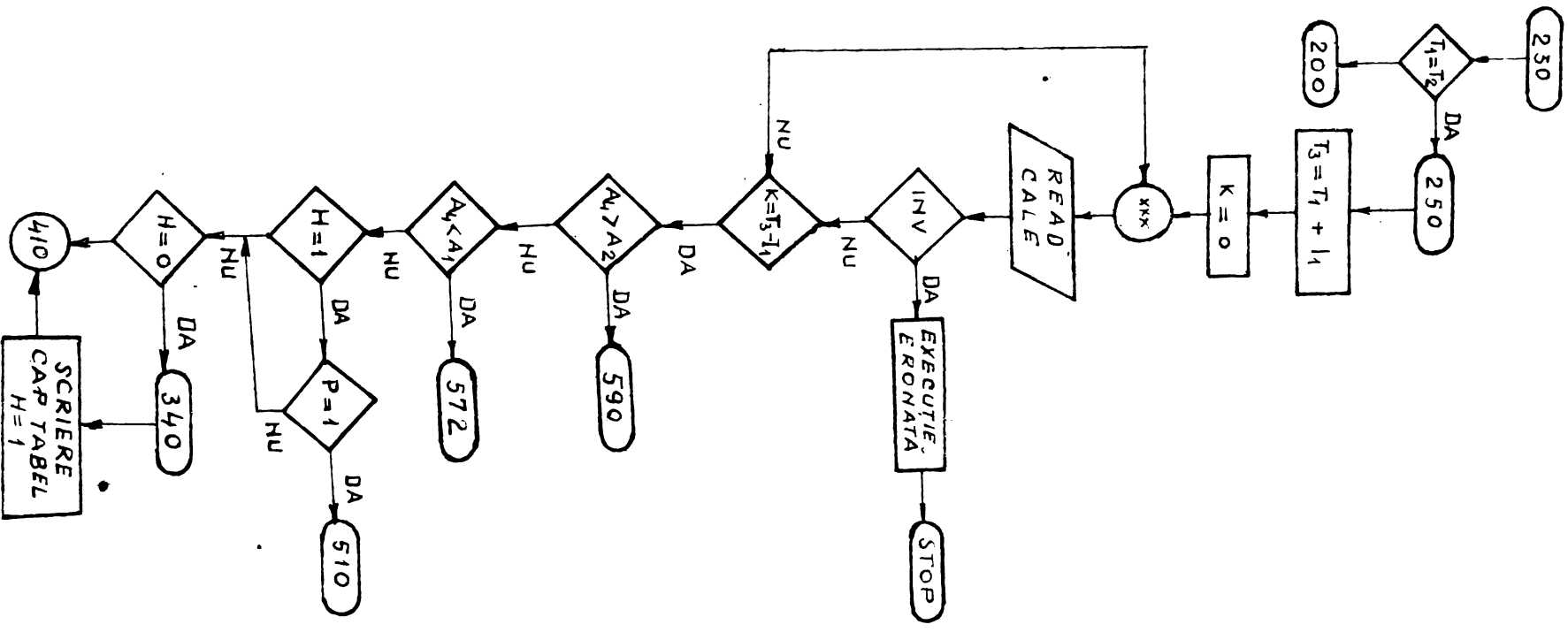
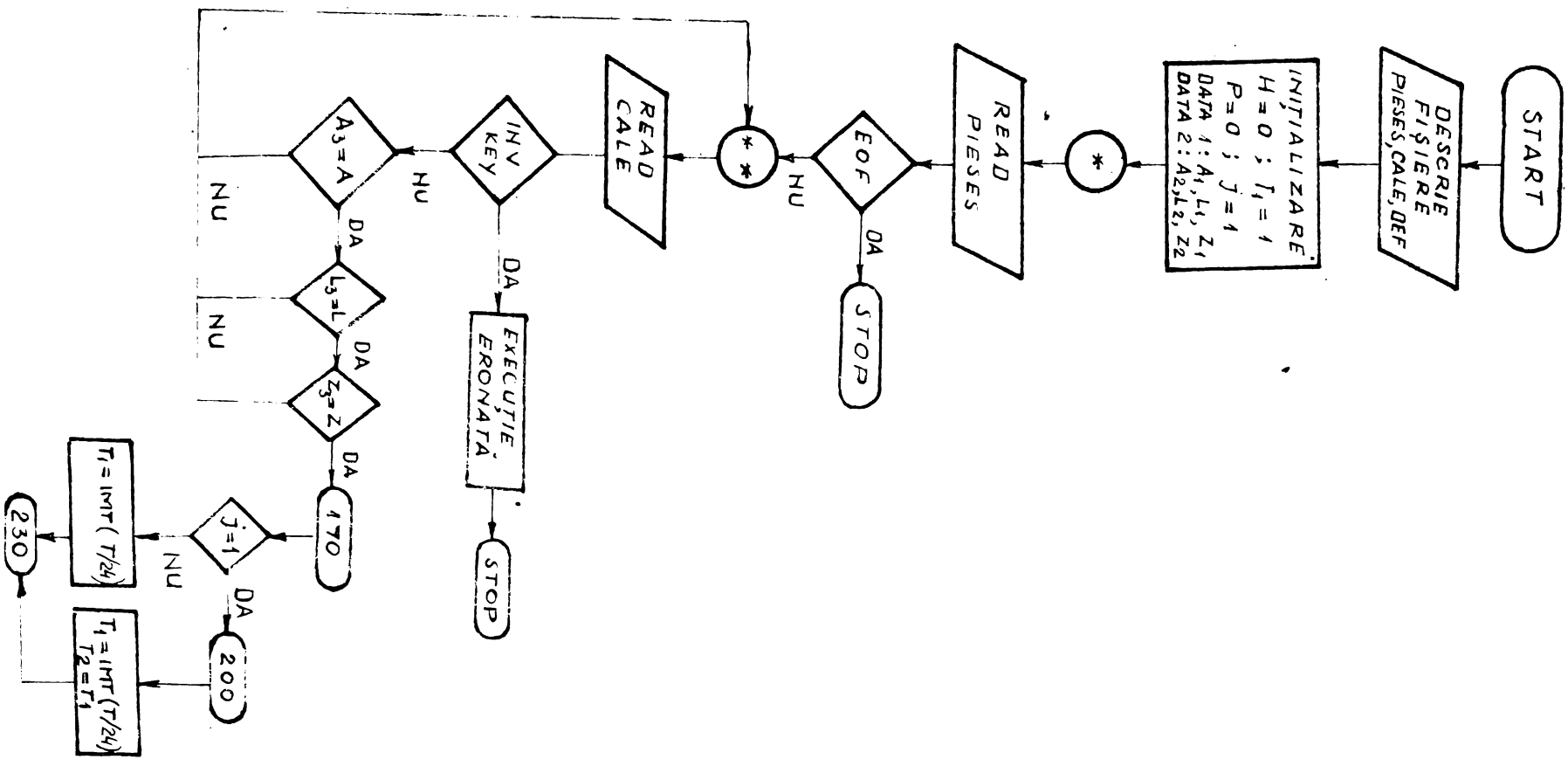


Fig. 8.5

ACTU

```
10 FILES PIESES,PIESE
20 DIM A$(30),B$(13)
21 DIM A1$(30),B1$(13)
30 FOR I=1 TO 150
31 IF I=60 THEN 35
32 GOTO 40
35 PRINT #2,60;C1,A1$,B1$,N1,T1,D1,V1
36 GOTO 150
40 READ #1,I;C,A$,B$,N,T,D,V
50 IF I=100 THEN 100
60 PRINT #2,I;C,A$,B$,N,T,D,V
70 GOTO 150
100 PRINT C,A$,B$,N,T,D,V
110 INPUT C,A$,B$,N,T,D,V
120 PRINT #2,I;C,A$,B$,N,T,D,V
150 NEXT I
160 END
```



#### 8.4. DESCRIERE PROGRAM PLANAR

Programul ce s-a elaborat pe calculatorul HP folosind limbajul de programare BASIC HP - 2000.

FISIERE INTRARE: PIESES, CALE, DEF

FISIERE IESIRE: IMPRIMANTA

Programul realizează elaborarea planului de reparații pe an, în funcție de funcționarea în bune condițiuni a fiecărei piese din cadrul ansamblului sau subansamblului respectiv.

Fișierele au fost create în limbaj BASIC tip 2000 și exploatate cu acest limbaj.

La programarea întreținerii preventive se pleacă de la o reparație capitală sau de la data punerii în funcție a utilajului (ansamblu, subansamblu).

Ca fixă este introdusă data de unde se începe algoritmul pentru stabilirea intervențiilor pentru repararea utilajului (ansamblu, subansamblu) care poate fi efectuat atât direct cit și secvențial.

Algoritmul calculează pentru fiecare piesă date când trebuie să intervenim pentru reparație, ținând seama de fiabilitatea utilajului.

Acest lucru se stabilește pe o perioadă dată inițial când se elaborează planul pe an.

Se observă că în planul anual din totalitatea pieselor din utilaj un număr mic de piese se repară sau se înlocuiesc în perioada respectivă, celelalte piese având o fiabilitate tehnologică diferită.

În cadrul programului când se afișează liniile principale se afișează și defectul care a cauzat sau va cauza intervenția pentru reparație.

Fișierul "DEF" este conceput în același fel ca și fișierul "CALE".

#### PROGRAMUL "PIE"

Limbajul de programare BASIC HP-2000

FISIER DE INTRARE: - DOC.CU PIESE

FISIER DE IESIRE: - PIESE

De pe documentul "Lista pieselor pe utilaj" se introduce pe terminal caracteristicile pieselor respective, piesă cu piesă.





După ce se introduc toate piesele se testează codul piese "999999" după care acestea se testează. Dacă codul piesei este "999999" programul se termină, iar dacă nu se reia ciclul.

Programul mai contorizează numărul de piese necesare în programul "ACTU", fișierul piesei este un fișier BASIC în acces discret.

### PROGRAMUL "DEFECT"

Limbajul de programare: BASIC HP-2000

Fișier de intrare Documentația cu defecte

Fișier de ieșire DEF

Din documentul "FISA DEFECT PIESA" se introduce pe terminal codul defectului și denumirea defectului.

Se testează dacă codul defectului este 9999. Dacă codul este verificat atunci se consideră terminată introducerea defectelor. Dacă nu ciclul se reia.

Programul mai contorizează numărul de înregistrări necesare în programul PLANAR.

Fișierul DEF este un fișier în acces discret BASIC.

### PROGRAMUL "CAL"

Programul are ca funcțiune creerea unui calendar pe o perioadă de 3 ani necesar în programul PLANAR.

El conține ca dată inițială data de 1979, cl, ol și controlează: Numărul de zile, din luna, apoi numărul lunilor și numărul anilor.

Fișierul este în acces discret de tip BASIC.

### PROGRAMUL "ACTU"

Limbaj de programare: BASIC HP-2000

Fișiere intrare: PIESSE

Fișiere ieșire: PIESSE

Programul "ACTU" are ca funcțiune punerea la zi, dacă actualizarea fișierului de piese, în cazul când se constată ca o anumită informație din cadrul înregistrării fișierului, creiat prin programul PIE nu este validă.

Programul are ca parametri viabili numărul piesei care vrem să o modificăm sau să o adăugăm.

Dacă dorim să introducem o nouă piesă atunci trebuie testat pe terminal numărul recordului (înregistrării) precum și carac-

teristicile piesei și apoi se introduce în fișier.

În caz că dorim modificarea unei înregistrări se testează numărul înregistrării de modificat, iar pe terminal apar caracteristicile piesei, care testează noile caracteristici.

Programul folosește fișiere BASIC în acces discret.

## C A P I T O L U L IX

### 9.1. EFICIENȚA ECONOMICĂ

Reducerea duratei de execuție a lucrărilor de reparații constituie una din măsurile care contribuie la creșterea gradului de utilizare a utilajelor folosite în procesul de producție.

Pentru realizarea acestui deziderat trebuie să fie aplicate o serie de măsuri dintre care se amintesc:

- Reducerea duratelor de execuție a lucrărilor.
- Reducerea duratelor de execuție a lucrărilor de reparații să fie făcute printr-o mai bună organizare pe baza măsurilor tehnice-organizatorice din sectorul respectiv și;
- Folosirea unor tehnologii moderne de lucru și control.

Economia realizată ca urmare a reducerii duratei de execuție a lucrărilor conduce la producție suplimentară care poate fi exprimată printr-o relație de forma:

$$E = P (D_n - D_e) C_r$$

unde:

P - este producția zilnică

$D_n$  - durata normată de execuție a lucrărilor de reparații în zile;

$D_e$  - durata efectivă în zile;

$C_r$  - economia realizată în lei/unitatea de produs a utilajului care se repară.

Aplicarea unor măsuri organizatorice privind pregătirea, executarea și recepția lucrărilor precum și asigurarea la timp cu cantități de piese și subansamble necesare, trebuie să fie făcută cu extinderea metodei de "reparații la cald" (fără opriri) a agregatelor cu funcționare continuă și cu asigurarea forței de muncă necesară. Acesta reprezintă o principală măsură care conduce la scurtarea duratei lucrărilor de reparații.

Între disponibilitatea efectivă a unei instalații sau utilaj și cheltuielile necesare pentru întreținere, trebuie să existe un anumit raport.

De aceea important lucru este necesitatea acțiunii de "Normare a disponibilității" creîndu-se astfel posibilitatea determinării optime de funcționare pentru fiecare ansamblu și piesă în parte și implicit determinarea ciclului de întreținere, precum și a cheltuielilor respective, asigurînd în acest mod o utilizare optimă a fondului de bază.

In realizarea optimizării disponibilității trebuie să existe indicii caracteristici pentru cheltuielile necesare fiecărui ansamblu luat separat, precum și peribadele de socatere din exploatare.

Prin introducerea și folosirea nomenclaturii uniforme obligatorie a subansamblelor și pieselor, se pot efectua studii comparative, realizându-se sistemul întreținerii preventive, astfel încât să existe posibilitatea prelucrării datelor cu ajutorul calculatorului electronic.

Instalația electronică de prelucrare a datelor va pune la dispoziție documentele de lucru necesare realizării lucrărilor de întreținere și reparații.

Apare deci necesitatea folosirii principiului reparației prin înlocuire, adică înlocuirea unor ansambluri complete cât mai mari, principiu valabil pentru toate tipurile de reparații (RC<sub>1</sub>, RC<sub>2</sub>, și RK).

Eficiența lucrărilor va fi sporită în cadrul combinatului când subansamblurile sau piesele componente înlocuite vor fi reparate în atelierul central cum este Secția de Reparații de Mașini și Agregate Siderurgice folosite mai în extenso față de cum se procedează în prezent în cadrul C.S.R.-ului.

## 9.2. APARATUL DE INCARCARE

Analiza efectuată în direcția depistării pieselor cu fiabilitate redusă a scos în evidență faptul că unele piese din cadrul aparatului de încărcare trebuiesc înlocuite din cauza expirării duratei de viață, lucru verificat de practica exploatării.

Având în vedere indicațiile date de secretarul general tov. Nicolae Ceaușescu la Congresul al XII-lea al P.C.R. cu privire la economisirea și valorificarea produselor, s-a căutat găsirea unor soluții privind revalorificarea unor piese care pot aduce economii însemnate pentru combinat. În acest context s-a trecut

la recondiționarea unor piese în special cele de greutate mare care înglobează material și manoperă multă în procesul de fabricare, în mod deosebit trebuie să constituie o sarcină permanentă pentru sectorul de producție și în general pentru combinat.

În cadrul studiului pe parcursul intervalului de timp la elaborarea lucrării, am întocmit studiu CSR Nr. 1019/1979 legat de posibilitatea măririi siguranței în funcționare și recondiționarea unor piese din cadrul aparatului de încărcare. Studiul prezentat în

Consiliul Tehnic C.S.R. a fost avizat favorabil pentru aplicarea măsurilor propuse după cum urmează:

1. Recondiționarea pîlniei dispozitivului de încărcare desen C.S.R. Nr. 3-3120 prezentat în fig. 9.1. a cărei greutate este de 14.500 kg.

Prin îndepărtarea unei porțiuni usate de oca. 500 ... 600 mm, completînd partea înlăturată cu un inel turnat sudat de restul pîlniei la dimensiunile din desenul inițial, pîlnia poate fi reutilizată în continuare pentru un nou ciclu de funcționare.

Costul de procurare a unei pîlnii este de 500.000 lei.

Economia obținută pentru două bucăți (cîte o bucată la fiecare furnal) va fi de:

$$E_t = 2 \times 500.000 = 1.000.000 \text{ lei}$$

2. Pregătirea subansamblelor (menționate în lucrare) care mai pot funcționa după recondiționare, în urma echipării lor cu piese noi, constituie module pregătite pentru reparația următoare reprezentînd economii însemnate în cadrul secției furnale.

3. Prin re proiectarea unor repere a fost îmbunătățită calitativ siguranța în funcționare, rezultînd scurtarea timpului de reparare (mentenanță).

Modificarea constructivă a clapelor de esapare gaze  $\varnothing$  400 mm desen CSR Nr. 3-3097 precum și a clapelor atmosferice  $\varnothing$  800 mm, prin intercalarea unei garnituri de cauciuc cu inserție de pînză rezistent la temperatură conform desenului ilustrat în fig. 9.2 și 9.3. păstrînd piesele existente s-au obținut următoarele avantaje:

- a - Îmbunătățirea calitativă în funcționare a clapelor,
- b - Scurtarea timpului de reparare de la 2 ore la oca. 30 minute,
- c - Economia de materiale, energie și manoperă,
- d - Utilizarea clapelor pentru mai multe cicluri de reparații.

Economia de materiale + manoperă se prezintă în prima fază astfel:

- Clapa de  $\varnothing$  400 mm:  $E = 2 \text{ buc.} \times 6720 \text{ lei/buc. (manoperă + materiale)} = 13.440 \text{ lei.}$

- Clapa de  $\varnothing$  800 mm:  $E = 2 \text{ buc.} \times 14400 = 28.800 \text{ lei.}$

Valoarea economiei totale:  $E = 42.240 \text{ lei,}$  valoare ce crește prin reutilizarea pieselor la mai multe cicluri de reparații în fazele următoare.

# Pilnie

Desen Nr. 3-3120

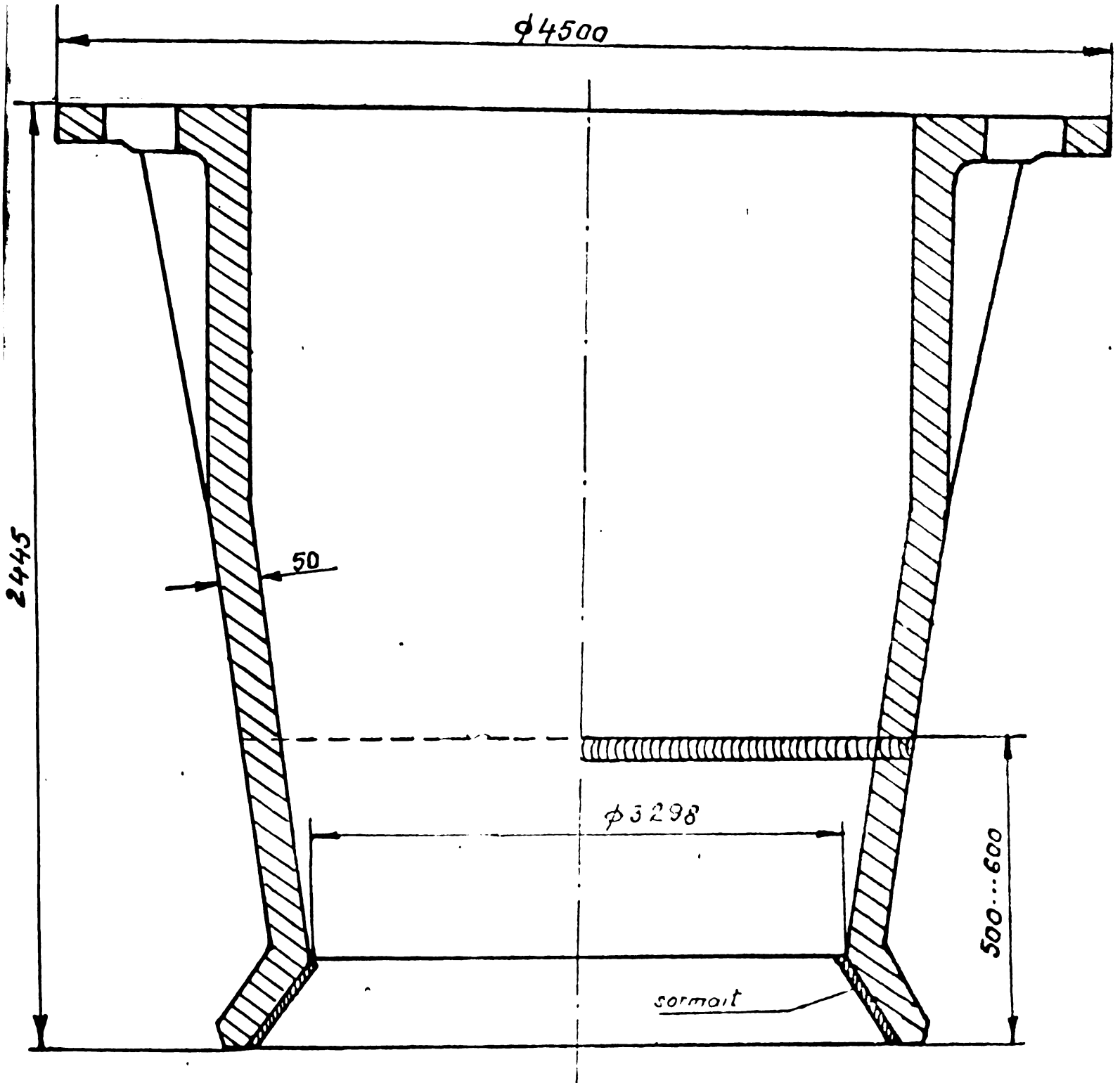


Fig. 9.1

Greutate : 14.500 kg

Material : OT.55-2

167  
Clapă de eşapare  $\phi 400$

Varianța veche

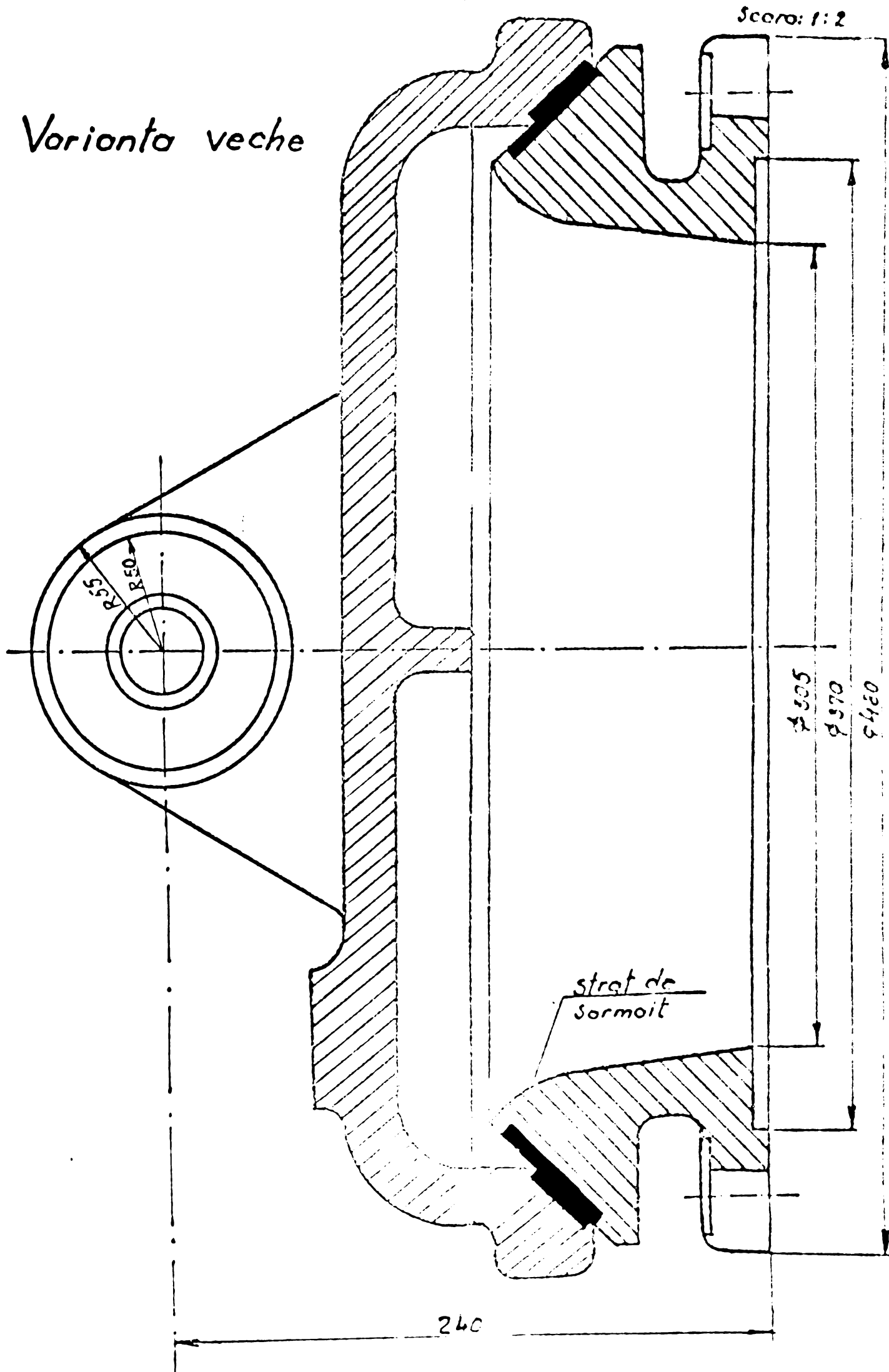


Fig. 9.2



Clapă de eșapare  $\phi 400$ 

Scara 1:2

Varianta nouă

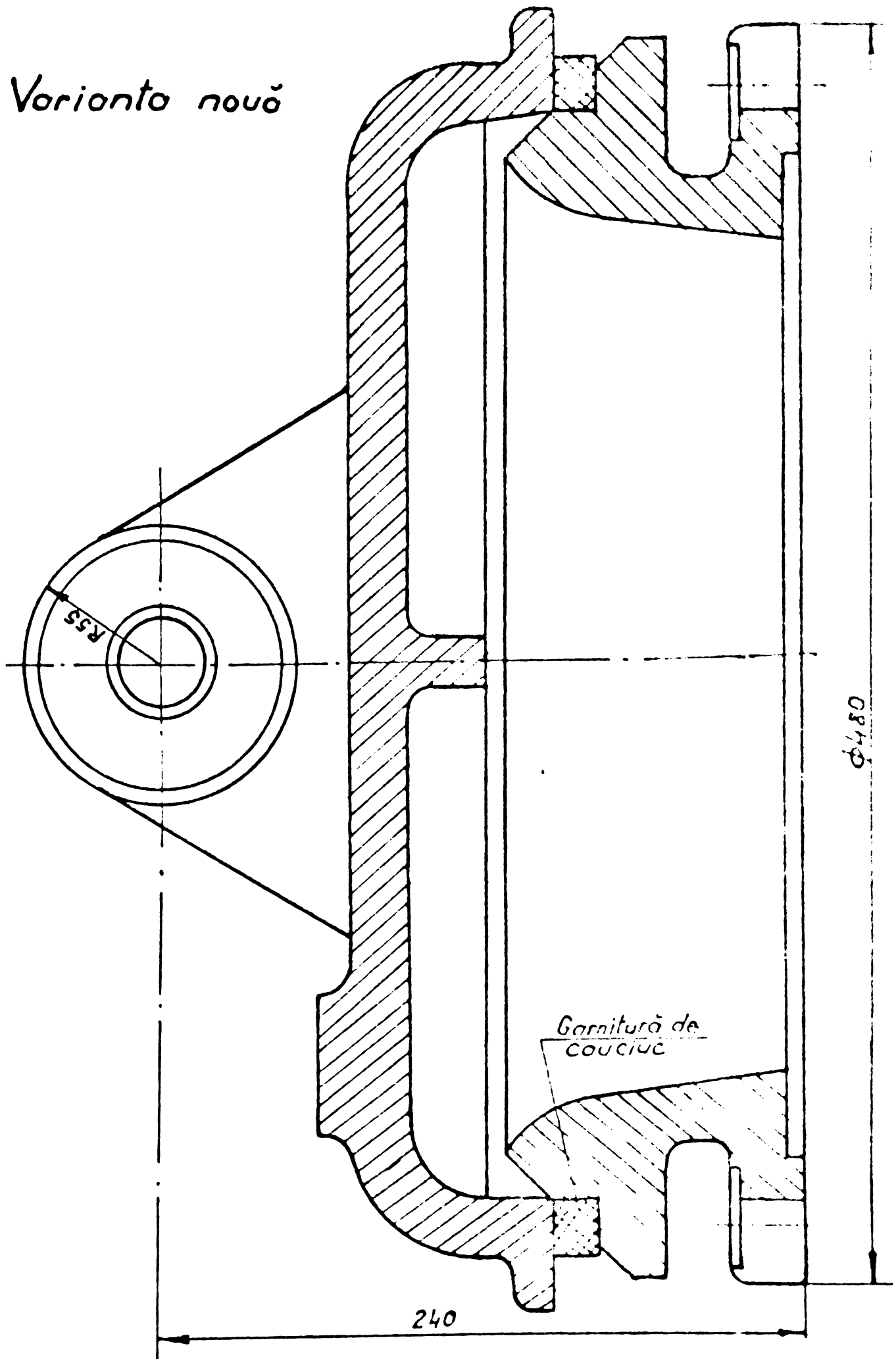


Fig. 9-3

### 9.3. MASINILE DE SARJARE

După cum a fost definit în lucrare întreținerea CROMENT se ocupă cu precădere pentru înlăturarea defectelor prin revizii și reparații. Operația de repunere în funcțiune a agregatului la caracteristicile inițiale reprezintă înlocuirea unor piese fie cu unele noi, fie cu altele reparate care în final conferă reviziei un caracter de reînnoire, antrenând odată cu acestea o serie de cheltuieli.

Din punct de vedere economic cunoașterea exactă a cheltuielilor care se constată cu ajutorul reviziei prezintă importanță sporită în funcționarea fără întreruperi.

După cum se remarcă din graficul fig. 5.23 aplicarea corectă a PREMENT-ului reduce cheltuielile CROMENT pe total operații, sursa principală a economiilor reprezentând-o reducerea întreruperilor în funcționare.

Pe baza studiului efectuat pe intervalul anilor 1975-1979, luând în considerare îmbunătățirile constructive făcute în urma re-proiectării unor repere din cadrul mașinilor de șarjare, unele din ele fiind efectuate de autor în perioada când luora în atelierul de proiectare documentații pentru reparații, a condus la obținerea unei economii prezentate în tab. 9.1. În tabelul 9.1. sunt prezentate principalele repere analizate.

Tabelul 9.1.

Nr. ord.	Denumirea piesei	Ciclu de înlocuire (luni)		vechi	noui	Gr. kg/buc.	Reducerea consumului		
		vechi	nou				Lei kg.	buc kg.	
1.	Bobina electromagnetului pentru frina mecanismului rotire.	0,25	-	192	0	4	99	192	768
2.	Pinion rotire I.	0,5	6	96	8	30,4	18	8	2675
3.	Pinion rotire II	0,5	6	96	8	37,5	18	88	3300
4.	Roată intermediară	3	12	16	4	45,3	18	12	543
5.	Grindă susț. braț	12	48	4	1	1500	18	3	4500
6.	Braț posterior	24	48	2	1	3500	18	1	3500
7.	Braț anterior	6	12	8	4	2900	18	4	11607
8.	Roți de rulare	6	24	32	8	420,6	18	24	10094
9.	Tija mecanism rulare	0,1	1	480	48	35,0	6	432	15120

Economia realizată a fost de 818.589,6 lei

Din datele prezentate în tab.9.2. asupra unor repere din componența mecanismelor mașinii de șarjare propuse pentru mărirea ciclului de înlocuire, luând ca bază de calcul cheltuielile în legătură cu materialul, manopere și regia rezultă pe una mașină de șarjare o economie de 157.202,91 lei. Având pentru mașini economia totală se ridică la  $E = 4 \times 157.202,91 = 628.811,64$  lei. Ținând seama și de economie rezultată pe baza îmbunătățirilor constructive efectuate conform tabelului nr.9.1. economie totală pe an la cele 4 mașini de șarjare va fi de:

$$E_t = 818.589,6 + 628.811,64 = 1.447.401,24 \text{ lei}$$

Prin aplicarea procedurii de întreținere preventivă și îmbunătățirile aduse la principalele piese și subansamble s-au obținut timpuri de staționare reduse în tabelul 9.3., numărul de intervenții într-un ciclu de reparații capitale rămânând aceeași ca în vechiul sistem.

Tabel 9.3

Tip indicator	Tipul reparației			
	RT	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	RK
Staționare în zile	S <sub>1</sub> '=0,25	S <sub>2</sub> '=1,25	S <sub>3</sub> '=4	S <sub>4</sub> '=7

Acțiunea de verificare și control ulterior a unor piese cu durate de funcționare fixată prin normativ poate fi prelungită de la 12 luni la 18 luni precizate în tabelul nr.9.2<sup>care</sup> va conduce la micșorarea consumului de piese.

În funcție de timpuri de staționare rezultă pentru timpul mediu anual la cele patru mașini de șarjare următoarea valoare dată de expresia:

$$S_{TR} = n \cdot \frac{n_1 \cdot S_1' + n_2 \cdot S_2' + n_3 \cdot S_3' + n_4 \cdot S_4'}{t} =$$

$$S_{TR} = 4 \cdot \frac{32 \times 0,25 + 12 \times 1,25 + 3 \times 4 + 1 \times 7}{4} = 42 \text{ zile/an}$$

Comparând timpul de staționare planificat pentru întreținerea și reparația în sistemul vechi cu timpul reieșit din sistemul de întreținere preventiv ce trebuie aplicat rezultă următoarea reducere a timpului de imobilizare a celor patru mașini de șarjare.

$$SR_p = 62,56 - 42 = 20,56 \text{ zile/an}$$

Prin aplicarea sistemului, timpul de staționare pentru remedierea unor defecțiuni accidentale este micșorat, eliminând la maxim staționarea cauzată de calitatea slabă a lucrărilor de întreținere și reparație.



Acest lucru este realizabil prin faptul că dezangajând pe timp de 20,56 zile/an cele 4 mașini de șarjare se preîntâmpină sau chiar elimină situația cazurilor de suprapunere a operațiilor de ajustare și încărcare a cuptoarelor astfel ca mașinile de șarjare să fie deservite în mod corespunzător fără să rezulte pierderi de producție.

### Concluzii.

Avantajele întreținerii PREMENT pot fi subliniate prin următoarele idei principale:

- reducerea și evitarea întreruperilor neprevăzute;
- înlocuirea reparațiilor provocate de uzuri cu aplicarea întreținerii programată eficientă;
- reducerea duratei reparațiilor și a cantității de piese de schimb;
- productivitatea ridicată și nivel sporit al siguranței în exploatare.

Rolul principal al sistemului de întreținere PREMENT rezidă deci în principal, în reducerea consumului de piese de schimb și la aprecierea momentului de înlocuire sau reparare al pieselor din componența mașinilor de șarjare.

Deși problemele întreținerii par la prima vedere de ordin secundar în procesul de producție, acestea reprezintă una din principalele căi pentru mărirea disponibilității mașinilor de șarjare cu efect economic de loc neglijabil pentru eficiența Combinatului.

Studiul C.S.R. Nr. 1128/79 cu titlul: Modul de stabilire al siguranței în funcționare și posibilitatea măririi disponibilității unor piese din componența mașinilor de șarjare de la OSM" întocmit și susținut de autor în cadrul Consiliului Tehnic Economic din CSR, a fost avisat favorabil privind aplicarea măsurilor propuse.

Generalizarea la nivelul combinatelor siderurgice precum și la nivelul întregii economii naționale problema stabilirii fiabilității și mentenabilității instalațiilor și utilajelor din dotare pe intervalul de timp aferent exploatării, va da posibilitatea obținerii unor producții suplimentare cu efecte economice deosebit de favorabile.

În acest fel vor fi traduse în fapte indicațiile date de secretarul general al P.C.R. tov. Nicolae Ceaușescu la finele anului 1981 producția industrială să fie realizată cu capacitățile

existente /3/.

Aplicarea măsurilor tehnico-organizatorice și în mod deosebit folosirea calculatoarelor electronice în activitatea de întreținere și reparații unde după cât se cunoaște unele centre au și trecut la rezolvarea lor prin aplicarea modelului programului prezentat în lucrare va permite obținerea siguranței în exploatare, a instalațiilor și utilajelor, va conduce în mod sigur la folosirea rațională a forței de muncă, la reducerea fondurilor mobilizate în stocuri a pieselor de schimb și a pieselor de siguranță, iar în final la creșterea generală a eficienței economice.

În aceste condiții se va putea conta pe o eficiență economică mult mai mare, fapt pentru care problema fiabilității și mentenabilității instalațiilor și utilajelor siderurgice sînt probleme esențiale pentru economia națională, iar lucrarea elaborată în acest scop aduce o modestă contribuție la aceste deziderate majore.

## CONCLUZII GENERALE ȘI CONTRIBUȚII

Prin lucrarea elaborată se aduce o modestă contribuție la posibilitățile de utilizare a noilor cuceriri ale științei și tehnicii în sectorul de activitate al exploatării și întreținerii instalațiilor și utilajelor din întreprinderile siderurgice.

Teza de doctorat se încadrează în acest sens în preocupările existente pe plan mondial privind perfecționarea continuă a activității de stabilire a siguranței și duratei de viață a instalațiilor și utilajelor în funcționare.

Îmbunătățirea acestei activități constituie una din căile principale prin care se asigură utilizarea certă a tuturor capacităților de producție prin creșterea întregii eficiențe economice.

Măsurile ce pot fi întreprinse în direcția stabilirii siguranței în funcționare, în concordanță cu tot ce este nou în acest domeniu, creează posibilitatea cunoașterii fiabilității instalațiilor utilajelor aflate în exploatare, sau cele care vor urma să fie fabricate.

După cum se menționează în literatura tehnică de specialitate în acest domeniu, se arată marea importanță ce se acordă problemelor de modelare matematică statistică combinată cu teoria probabilităților privind obținerea fiabilității și mentenabilității cu ajutorul calculatorului electronic.

Folosirea datelor statistice privind determinarea siguranței în funcționare testate cu ajutorul calculatorului HEWLETT PACKARD și FELIX C-256 pe programe scrise în limbaj BASIC și COBOL lucrarea evidențiază importanța întocmirii atât a planului de reparații cât și optimizarea evoluției stocului de piese de schimb și de siguranță.

Obiectivele principale ale lucrării au fost axate pe rezolvarea următoarelor probleme de care autorul și-a adus contribuții personale:

— Definierea și exprimarea defecțiunilor pe tipuri și cauze care apar în timpul funcționării aparatelor de încălzire de la furnele de 700 m.c. și a mașinilor de șarjare O.S.M.

— Stabilirea cauzelor care conduc la apariția fenomenelor de uzură.

— Importanța localizării defecțiunilor prin mentinerea agregatelor în exploatare pentru a fi destinate cât mai mult producției de fontă și oțel.

Posibilitatea măririi durabilității pieselor și subansamblelor prin recondiționarea și re folosirea lor, la reparațiile următoare.

- Utilizarea datelor statistice prin aplicarea matematicii statistice combinată cu calculul probabilităților pentru obținerea siguranței în exploatare.

- Importanța implementării unei evidențe stricte privind istoricul apariției defecțiunilor conform modelului prezentat în lucrare.

Realizarea siguranței în funcționare a instalațiilor și utilajelor în cazul efectuării reparațiilor prin folosirea datelor pe calculator testate pe programe în limbaj BASIC și COBOL.

Utilitatea și oportunitatea aplicării procedurii de întreținere preventiv în direcția măririi duratei de viață a utilajelor și instalațiilor între reparații.

În urma cercetării efectuate legate de tema lucrării au fost întocmite studii a căror tematică s-au menționat în capitolul IX, precum și întocmirea a trei dosare de inovație.

Propunerile de inovație se referă la recondiționarea pîlniilor de încărcare al aparatelor de încărcare precum și re-proiectarea constructivă a clapelor de eșapare gaze. Pe tema creșterii durabilității în exploatare s-a întocmit studiu privind reducerea consumului de bronz prin folosirea unor segmenti din bachelită în locul lagărelor de alunecare de la cajele de angrenare pentru Laminorul Duo 800.

Eficiența antecalculată în urma aplicării propunerilor de inovație și a studiilor efectuate, unele din acestea în curs de aplicare aduc anual o economie de cca 4.580.000 lei.

Consiliul Tehnico-Economic din combinat a dispus urmărirea aplicării măsurilor prevăzute în studii în cadrul sectoarelor de întreținere din secția furnale și secția oțelărie astfel să se asigure toate condițiile corespunzătoare respectării programelor de întreținere și reparații în vederea creșterii siguranței în exploatare a instalațiilor și utilajelor.

Prin aplicarea soluțiilor propuse se poate conta pe creșterea apreciabilă a eficienței activității de întreținere și reparații din combinat, creind astfel posibilitatea perfecționării tuturor laturilor acestei activități ca organizare, proiectare, tehnologie, etc.

Avînd în vedere importanța problemei tratate pe parcursul elaborării lucrării de un real folos a fost sprijinul dat de conducerea sectoarelor de producție inclusiv conducerea CSR pentru care îmi exprim mulțumirile euvenite.

Elaborarea tezei de doctorat a avut loc sub îndrumarea directă a tov.profesor Dr.emerit ing.Savii Gheorghe, căruia



fi port o vie și mare recunoștință pentru tot sprijinul dat.

Rămân deosebit de îndatorat conducătorului științific pentru care îmi exprim profunda gratitudine privind indicațiile primite, în perioada de pregătire și susținerea examenelor inclusiv susținerea referatelor, precum și pe perioada de întocmire și elaborare a lucrării.

MECANISMUL DE TRANSLATIE AL MASINILOR DE SARJANS

Denumirea operațiilor și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	R <sub>t</sub>	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
1. Verificarea roților de rulare	x	x	x	x	x	x
2. Demontarea roților de rulare				x	x	x
3. Repararea roților de rulare				x	x	x
4. Inlocuirea axelor roților de rulare					x	x
5. Inlocuirea bandajelor roților de rulare					x	x
6. Inlocuirea rulmenților roților de rulare					x	x
7. Schimbarea unsorii din carcasele rulm. roților				x	x	x
8. Verificarea coroanelor dințate de la roți	x	x	x	x	x	x
9. Inlocuirea coroanelor dințate de la roți					x	x
10. Inlocuirea bușelor de foarfecare				x	x	x
11. Stringerea șuruburilor de prindere a coroanelor dințate de la roțile de rulare		x	x	x	x	x
12. Asamblarea și montarea roților de rulare					x	x
13. Stringerea siguranțelor la axele roților de rulare			x	x	x	x
14. Verificarea ansamblului arborelui de antrenare			x	x	x	x
15. Demontarea ansamblelor arborelui de antrenare				x	x	x
16. Repararea ansamblelor arborelui de antrenare				x	x	x
17. Inlocuirea arborelor de antrenare					x	x
18. Inlocuirea pinioanelor de antrenare a roților					x	x
19. Verificarea rulmenților de sprijin ai arborelui					x	x
20. Inlocuirea rulmenților de sprijin ai arborelui					x	x
21. Demontarea capacelor și schimbarea unsorii din carcasele rulmenților de sprijin					x	x
22. Executarea stringerii șuruburilor la capacele de etanșare de la rulmenți de la roți rulare și arborele de antrenare		x	x	x	x	x
23. Verificarea reductoarelor de antrenare		x	x	x	x	x
24. Demontarea reductoarelor de antrenare				x	x	x
25. Repararea reductoarelor de antrenare				x	x	x
26. Demontarea capacului superior					x	x
27. Inlocuirea arborelui pinion treapta I-a ansamblat					x	x
28. Inlocuirea arborelui intermediar ansamblat				x	x	x
29. Inlocuirea arborelui treapta II-a ansamblat				x	x	x
30. Schimbarea unsorii din carcasele rulmenților reductori				x	x	x
31. Asamblarea și montarea celor trei arbori asamblați		x	x	x	x	x
32. Asamblarea carcasei superioare a reductorului cu cea inferioară				x	x	x

Denumirea operațiilor și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
33. Stringerea șuruburilor de asamblare a carcasei reductor			x	x	x	x
34. Montarea capacelor cutiilor de unsoare și asigurarea etanșietății reductorului				x	x	x
35. Inlocuirea uleiului în reductor	x	x	x	x	x	x
36. Verificarea etanșietății (remedieri) completări de ulei	x	x	x	x	x	x
37. Verificarea stării tehnice a frinei Ø300				x	x	x
38. Demontarea frinei și după verificare montarea ei				x	x	x
39. Repararea prin bușcare a articulațiilor defecte			x	x	x	x
40. Căptușirea cu ferodou a saboților			x	x	x	x
41. Asamblarea frinei				x	x	x
42. Repararea dispozitivului de acționare hidraulică a frinei și asigurarea etanșietății			x	x	x	x
43. Completarea cu ulei a dispozitivului de acționare frână				x	x	x
44. Verificarea stării tehnice a cuplajelor Ø 300	x	x	x	x	x	x
45. Inlocuirea șuruburilor de cuplaje elastice			x	x	x	x
46. Rectificarea ovalităților suprafeței cuplajelor de acționare a saboților de frână				x	x	x
47. Rectificarea găurilor șuruburilor de cuplaj Ø 300				x	x	x
48. Verificarea stării tehnice a cuplajelor rigide	x	x	x	x	x	x
49. Verificarea semicuplajelor-verificare-montare				x	x	x
50. Inlocuirea inelelor de etanșare a cuplajelor				x	x	x
51. Inlocuirea butucilor dințați ai cuplajelor					x	x
52. Inlocuirea semicuplajelor					x	x
53. Stringerea șuruburilor de asamblare			x	x	x	x
54. Montarea siguranțelor la șuruburile de asamblare a semicuplajelor			x	x	x	x
55. Verificarea clopotului de avertizare	x	x	x	x	x	x
56. Demontarea clopotului de avertizare	x	x	x	x	x	x
57. Repararea clopotului de amortizare după demontare				x	x	x
58. Verificarea instalației de ungere centrală			x	x	x	x
59. Demontarea instalației și curățirea pieselor				x	x	x
60. Demontare, reparare și înlocuire pompă manuală				x	x	x
61. Demontare, curățirea și montarea filtrelor			x	x	x	x
62. Demontarea curățirea-montarea distribuitorilor				x	x	x

Denumirea operațiilor și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
63.Verificarea-montarea-pompei de umplere				x	x	x
64.Alimentarea instalației de ungere cu ului			x	x	x	x
65.Probe de etanșare și remedierea pierderilor prin neetanșietăți		x	x	x	x	x
66.Verificarea tamponelor elastice-demontare montare	x	x	x	x	x	x
67.Demontarea și repararea tamponelor				x	x	x
68.Inlocuirea arcurilor spirale					x	x
69.Demontarea motoarelor electrice-verificare montare				x	x	x
70.Suflarea cu aer a motoarelor		x	x	x	x	x
71.Inlocuirea periilor colectoarelor				x	x	x
72.Repararea motoarelor electrice				x	x	x
73.Asamblarea cuplei pe motor				x	x	x
74.Montare-centrare motor-strângere guruburi				x	x	x
75.Verificarea stării tehnice apărătoare transmisii	x	x	x	x	x	x
76.Demontare, reparare apărători			x	x	x	x
77.Inlocuire apărători			x	x	x	x
78.Verificarea axelor de transmisii deplasare			x	x	x	x
79.Demontare axe, împănare cuplaje					x	x
80.Verificare limitatoare de cursă	x	x	x	x	x	x
81.Demontare tampoane, reparare și montare				x	x	x
82.Inlocuirea întrerupătoarelor electrice de la limitatoare				x	x	x
83.Probe de funcționare pe ansamblu mecanism	x	x	x	x	x	x

Denumirea operațiilor și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	RT	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	RK
1. Verificarea roților de rulare angrenate	x	x	x	x	x	x
2. Demontarea roților de rulare				x	x	x
3. Repararea roților de rulare				x	x	x
4. Inlocuirea bandajelor roților de rulare					x	x
5. Inlocuirea rulmenților roților de rulare					x	x
6. Schimbarea unsorii la rulmenți				x	x	x
7. Verificarea reductorului de antrenare			x	x	x	x
8. Demontarea reductorului de antrenare				x	x	x
9. Repararea preselor uzate				x	x	x
10. Demontarea capac superior reductor- verificare				x	x	x
11. Inlocuirea arborelui pinion treapta I- a ansamblat					x	x
12. Inlocuirea roții dințate treapta I-a pe arborele roții					x	x
13. Asamblarea arborilor în carcasa reductorului				x	x	x
14. Umplerea cutiilor cu vaselină-montare, capace				x	x	x
15. Asamblare carcasă superioară cu cea inferioară				x	x	x
16. Stringerea șuruburi de asamblare a reductorului			x	x	x	x
17. Inlocuire și completare ulei reductor			x	x	x	x
18. Verificarea etanșetății remedieri completare ulei	x	x	x	x	x	x
19. Stringerea șuruburilor de asamblare a capacelor de unsoare de la roțile de rulare	x	x	x	x	x	x
20. Verificarea stării tehnice a frânsei Ø 300	x	x	x	x	x	x
21. Demontare frână-verificare-montare				x	x	x
22. Repararea prin bucsare a articulațiilor uzate				x	x	x
23. Montare ferodou, saboți				x	x	x
24. Repararea dispozitivului de acționare hidraulică-etanșare				x	x	x
25. Completare cu ulei dispozitiv de acționare frână				x	x	x
26. Reglare frână	x	x	x	x	x	x
27. Verificare stare tehnică-cuplaje elastice Ø 300	x	x	x	x	x	x
28. Demontare cuplaj elastic Ø 300, inlocuire șuruburi uzate			x	x	x	x
29. Rectificarea ovalității cuplajelor a supraf. de acționare saboți				x	x	x
30. Rectificarea găurilor pentru șuruburile de cuplaj Ø 300				x	x	x
31. Verificarea roților de rulare libere	x	x	x	x	x	x
32. Demontarea roților și repararea lor				x	x	x
33. Inlocuirea axelor roților de rulare libere					x	x
34. Inlocuirea bandajelor					x	x
35. Inlocuirea rulmenților roților de rulare					x	x

./.

Denumirea operațiilor și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	ST	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	RK
36.Schimbarea unsorii din carcasele rulmenților roților				x	x	x
37.Asamblarea și montarea roților de rulare				x	x	x
38.Stringerea diferitelor șuruburi a capacelor de etanșare a roților de rulare libere			x	x	x	x
39.Verificarea instalației centrale-cărucior			x	x	x	x
40.Demontarea instalației de ungere-curățire				x	x	x
41.Verificare, demontare, curățire și montarea distribuitorilor				x	x	x
42.Inlocuirea uleiului în instalația de ungere			x	x	x	x
43.Proba de etanșare a instalației de ungere-cărucior	x	x	x	x	x	x
44.Verificarea tamponelor elastice	x	x	x	x	x	x
45.Demontare-reparare tamponi uzate-montare			x	x	x	x
46.Inlocuirea arcurilor spirale				x	x	x
47.Demontarea motorului electric-verificare-demontare			x	x	x	x
48.Curățire prin suflare a motorului electric				x	x	x
49.Inlocuirea periilor col ctoare				x	x	x
50.Repararea motorului electric				x	x	x
51.Montarea cuplei pe motor				x	x	x
52.Montarea și centrarea și stringerea șuruburilor				x	x	x
53.Verificarea limitatorilor de cursă	x	x	x	x	x	x
54.Probe de funcționare pe ansamblu mecanic	x	x	x	x	x	x

## MECANISMUL DE BASCULARE AL BRATULUI

## ANEXA I.c

Denumirea operației și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
1. Verificarea stării tehnice a motorului electric	x	x	x	x	x	x
2. Demontarea motorului electric			x	x	x	x
3. Inlocuirea periiilor colectoare				x	x	x
4. Repararea motorului electric				x	x	x
5. Montarea cuplei pe motor				x	x	x
6. Montarea motorului electric				x	x	x
7. Centrare motorului electric și strângerea șuruburilor				x	x	x
8. Verificarea stării tehnice a cuplajului Ø 400	x	x	x	x	x	x
9. Demontarea cuplajului elastic				x	x	x
10. Inlocuirea șuruburilor de cuplaj		x	x	x	x	x
11. Rectificarea ovalității suprafeței cuplajelor				x	x	x
12. Rectificarea găurilor pentru șuruburi				x	x	x
13. Verificarea stării tehnice a frânei Ø 400	x	x	x	x	x	x
14. Demontarea frânei				x	x	x
15. Repararea frânei prin bușarea articulațiilor				x	x	x
16. Căptușirea sabotilor cu ferodou			x	x	x	x
17. Asamblarea frânei				x	x	x
18. Repararea dispozitivului de acționare hidraulică frână				x	x	x
19. Completare cu ulei	x	x	x	x	x	x
20. Reglare frână	x	x	x	x	x	x
21. Verificarea reductor de basculare			x	x	x	x
22. Demontare reductor-verificare				x	x	x
23. Demontarea capacelor lagărelor arborelui melcat				x	x	x
24. Demontarea pompei de ungere a reductorului					x	x
25. Demontarea bușelor de fixare a rulmenților					x	x
26. Demontarea rulmenților verificare înlocuire					x	x
27. Demontarea arborelui melcat verificare-montare					x	x
28. Schimbarea unsorii rulmenților de sprijin				x	x	x
29. Verificare-demontare pompă de ungere				x	x	x
30. Montarea capacelor arbore melcat					x	x
31. Verificare capace lagăre și înlocuirea celor uzate					x	x
32. Demontarea -verificarea arbore cotit montare						x
33. Inlocuire rulmenți de sprijin						x
34. Rectificare fusuri arbore cotit						x
35. Inlocuirea rulmenților în lagărele de sprijin						x

## Continuare

Denumirea operaţiei şi felul lucrărilor executate	Frecvenţa operaţiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
36. Inlocuirea roţii melcate						x
37. Inlocuirea capacelor de la lagărul interior şi exterior						x
38. Inlocuirea unsoarii la lagărul arborelui cotit					x	x
39. Etanşarea lagărelor				x	x	x
40. Schibare ulei în reductor				x	x	x
41. Verificarea etanşietăţii, remediere				x	x	x
42. Verificare bielă elastică mecanism de basculare	x	x	x	x	x	x
43. Verificare suspensie bielă elastică	x	x	x	x	x	x
44. Inlocuire cuzineta bielă elastică arbore				x	x	x
45. Inlocuire şuruburi de asamblare capace				x	x	x
46. Verificare tije de ghidare arcuri				x	x	x
47. Verificare traverse inferioare şi superioare				x	x	x
48. Inlocuirea buşelor verticale de ghidaj pentru arcuri					x	x
49. Inlocuire ax longitudinală transversă superioară					x	x
50. Inlocuirea pene de fixare traverse					x	x
51. Reparare transversă inferioară prin buşare				x	x	x
52. Inlocuirea manşoanelor taler inferioare				x	x	x
53. Inlocuirea arcuri superioare şi inferioare tije de ghidare				x	x	x
54. Stringerea piuliţelor tijei de ghidare a arcurilor			x	x	x	x
55. Probă de funcţionare mecanism	x	x	x	x	x	x



## MECANISMUL DE ROTIRE AL BRATULUI

ANEXA I.d..

Denumirea operației și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	Z	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk
1. Verificarea stării tehnice a motorului electric	x	x	x	x	x	x
2. Demontarea motorului electric			x	x	x	x
3. Suflarea (curățirea) motorului electric				x	x	x
4. Inlocuirea periilor colectoare				x	x	x
5. Repararea motorului electric				x	x	x
6. Inlocuirea cuplei pe motor				x	x	x
7. Montarea motorului electric-centrare-strunjire-șuruburi de prindere				x	x	x
8. Verificarea stării tehnice a cuplajului elastic Ø 300	x	x	x	x	x	x
9. Demontarea cuplajului-inlocuire			x	x	x	x
10. Inlocuirea șuruburilor de cuplaj			x	x	x	x
11. Rectificare ovalități suprafeței cuplajului Ø 300				x	x	x
12. Rectificarea găurilor pentru șuruburile de cuplaj				x	x	x
13. Montarea cuplajului Ø 300				x	x	x
14. Verificarea stării tehnice a frinei Ø 300	x	x	x	x	x	x
15. Demontarea frinei				x	x	x
16. Repararea frinei, bușarea articulațiilor				x	x	x
17. Inlocuirea ferodouri la sabotii de frână			x	x	x	x
18. Asamblarea frinei			x	x	x	x
19. Repararea dispoz. de acționare hidraulică frână			x	x	x	x
20. Completare sau înlocuire ulei	x	x	x	x	x	x
21. Montarea frinei și a dispozitivului de acționare				x	x	x
22. Reglarea frinei	x	x	x	x	x	x
23. Verificarea reductorului de rotire I a brațului	x	x	x	x	x	x
24. Repararea reductorului de antrenare				x	x	x
25. Demontarea capcului superior al lagărului				x	x	x
26. Inlocuirea arborelui de intrare asamblat					x	x
27. Inlocuirea arborelui de ieșire				x	x	x
28. Umplerea cutiilor de unsoare cu vaselină				x	x	x
29. Montarea capace cutii cu unsoare				x	x	x
30. Asamblare carcasa reductor strângere șuruburi			x	x	x	x
31. Verificarea etanșietății, remedieri	x	x	x	x	x	x
32. Verificarea cuplajului dințat Ø 300	x	x	x	x	x	x

./.

Denumirea operației și felul lucrărilor executate	Frecvența operațiilor pe tipuri de lucrări					
	S	Rt	RC <sub>1</sub>	RC <sub>2</sub>	Rk	
33. Demontarea cuplaj dințat și înlocuirea celor uzați				x	x	x
34. Înlocuirea carcaselor dințate de pe butuci dințate				x	x	x
35. Strângerea șuruburilor de prindere celor două carcase			x	x	x	x
36. Verificarea reductorului de rotire	x	x	x	x	x	x
37. Demontare, reparare				x	x	x
38. Înlocuirea arborelui pinion de intrare					x	x
39. Înlocuirea arborelui pinion de ieșire asamblat					x	x
40. Înlocuirea roții dințate de pe brațul posterior					x	x
41. Asamblarea celor doi arbori asamblați				x	x	x
42. Umplerea cutiilor de unsoare cu vaselină				x	x	x
43. Montarea capacelor cutiilor de unsoare				x	x	x
44. Asamblare carcase reductor				x	x	x
45. Strângerea șuruburilor de asamblare		x	x	x	x	x
46. Înlocuirea uleiului în reductor				x	x	x
47. Verificarea etanșeității și completare cu ulei						
48. Înlocuirea braț posterior						x
49. Înlocuirea rulmentului de rotire a brațului				x	x	x
50. Ungerea rulmenților de la braț				x	x	x
51. Verificare, demontare, înlocuire braț posterior				x	x	x
52. Asamblare braț cu 24 șuruburi pe brațul posterior				x	x	x
53. Verificarea str. negrii brațului	x	x	x	x	x	x
54. Probe de funcționare ale mecanismului	x	x	x	x	x	x

## B I B L I O G R A F I E

1. Nicolae Ceaușescu - Raport la oel de al XII-lea Congres al B.C.R.
2. Nicolae Ceaușescu - Conferința pe țară a cadrelor de conducere din întreprinderi și centrale industriale și de construcții 17-19 decem.1972.
3. Nicolae Ceaușescu - Programul P.C.R. de făurire a societății multilateral dezvoltată și înaintarea României spre comunism Ed.Politicoă 1975.
4. Nicolae Ceaușescu - Raport la Conferința Națională a P.C.R. Ed. Politicoă 1977.
5. Baron, T - Calitatea și fiabilitatea produselor. Ed. Acad.RSR Buc. 1973.
6. Brana, C. - Caracteristicile și modul de determinare a fiabilității pentru sistemele de automatizare din exploatare. Calitatea producției și metrologiei Nr. 9/1972.
7. Carabulea, A.;  
Rușitoru, Gh. - Optimizarea conducerii sistemelor industriale. Ed.Did.și Pedag. Buc. 1976.
8. Ceaușu, I.  
Potireă, T. - Organizarea și conducerea activităților de întreținere și reparații.
9. Dumitrescu, P. - Siguranța în funcționare a echipamentelor tehnologice și mașinilor. Probleme actuale ale folosirii raționale a fondurilor fixe Nr. 2/1973.
10. Dunn, I. - Probleme ale lucrărilor de întreținere. Intreținerea și repararea mașinilor și utilajelor Nr. 8/1972.
11. Desbaiseille, G. - Exercices et problèmes de recherche operationnelle. Ed. Dunod Paris 1964.
12. Drujin, A. - Siguranța în funcționare a sistemelor. Ed.Tehnică Buc. 1968.
13. Goyot C. - Fiabilité et maintenabilite deux caracteristiques importantes pour les services de suport technique în travaux - methodes, Nr. 295/1973.
14. Gnedenko, B.W. - Metode matematice în teoria siguranței. Controlul statistic al calității mărfurilor. Academia de Studii Econom.Buc.1971

15. Gräbner, P.;  
Schusster, M. - Uzura și siguranța în funcționare a agregatelor de construcții și mașini de transportat. IDT Nr.3/1971
16. Gräbner, P.;  
Schusster, M. - Studii asupra comportării la uzură și la rupere a subansamblelor utilajelor folosite în construcții prin utilizarea teoriei fiabilității.  
Intreținerea și repararea mașinilor și utilajelor Nr. 7/1972.
17. Haiduc, I.;  
Pocinog, Gh. - Programarea lucrărilor de reparații cu ajutorul calculatorului electronic.
18. Hamelin, B. - Siguranța în funcționare. Din *Entretien et travaux Neufs*, Franța Nr. 239/1972.
19. Hubner, D. - Considerații cu privire la efectuarea rațională a întreținerii preventive. Intreținerea și repararea mașinilor și utilajelor Nr. 2/1972.
20. Hodgson,  
Charles Dennis - Din *lanung + Produktion* Elveția, 20 Nr.1/1972.
21. Iones, P.A. - Controlul întreținerii cu ajutorul calculatoarelor. In *Maintenance Engineering*, 9 Nr. 14/1970.
22. Iosefide, I. - Mărirea eficienței activității de reparații la utilajele siderurgice.
23. Juran, M.I. - Calitatea produselor. Ed. Tehnică Buc. 1973.
24. Jzowski, A. - Intocmirea planurilor de reparații cu ajutorul calculatoarelor numerice. Intreținerea și repararea mașinilor și utilajelor Nr. 3/1972.
25. Kolmogorov, A.N. - *Kibernetica* bașaia sovetskala Enciclopedia 51/1958.
26. Kubein, L;  
Brandt, O. - Recondiționarea organelor de mașini avariate. *Der Maschinenbau* 16, Nr.5/1967.
27. Locke, G.A.A. - Un sistem amplu de informare și control al întreprinderii.  
Din: *Pulp Paper*, Canada, 71, Nr.11, 5-19/1970. Intreținerea și repararea mașinilor Nr. 11/1970.

28. x x x - Legea Nr. 62 din 27 decembrie 1968 privind amortizarea fondurilor fixe.
29. x x x - Legea Nr. 14 din 22 oct.1971 cu privire la gospodărirea fondurilor fixe.
30. Marin, N. - Intreținerea și repararea utilajelor Buc. CEPECA - 1970.
31. Marin, N. - Eficiența economică a întreținerii preventive, Buc. CEPECA 1969.
32. Marx, D. - Elemente pentru modele de întreținere Din: Die Technik, R.D.G. 25, Nr.11/1970.
33. Metins, R.E. - Studarea de recondiționare Din: Iron and Steel Engineering SUA. Intreținerea și repararea mașinilor și utilajelor Nr.4/1972.
34. Mihoc, Gh.; Muja A.; Diateu, E. - Bazele matematice ale teoriei fiabilității Ed. Dacia Cluj Napoca 1976.
35. Mitrei, I. s.a, - Tehnologia recondiționării pieselor uzate. Ed. Tehnică Buc. 1968.
36. Morărescu Petre - Proiectarea sistemelor de întreținere preventivă. Buc. 1974.
37. Nănu, M. - Tehnologia materialelor.
38. Nies, H. - Studiul actual și tendințele de dezvoltare a lucrărilor de întreținere în uzinele siderurgice.  
In: Stal und Eisen RFG, 85 Nr.22/1965.
39. Nitu, V. - Fiabilitatea instalațiilor energetice Ed. Academiei RSR - Buc. 1973.
40. Niculescu, D. - Siguranța în funcționare a mașinilor aparatelor și instalațiilor tehnologice. Calitatea producției și metrologiei Nr.1/1972 și 11/1971.
41. Niculescu, D. - Fiabilitatea, Automatica Management calculatoare. Nr. 18-19 Ed.Tehnică Buc. 1975.
42. Niculescu, D. - Distribuția Weibull - Aplicații Automatica management calculatoare Nr.18-19 Ed. Tehnică Buc. 1975.
43. Oprean, A.; Drimer D. s.a. - Fiabilitatea mașinilor unelte.
44. Počinog, Gr, Haiduc, I. - Ergonomia în procesul de reparații a utilajului siderurgic.
45. Pruss, D. - Sectorul de întreținere și de reparații la uzinele siderurgice. Principii și metode de întreținere preventivă.

Din: Stahl und Eisen RFG, 84, Nr.13 și  
F7/1964.

46. Prenke, S.A. - Uzura și durabilitatea mașinilor unelte.  
Traducere din limba rusă IDT Buc. 1958.
47. Purcărete, Ctin - Sistemul informațional Editura Didactică  
și Pedagogică Buc. 1971.
48. Radoslav, I. - Organizarea și conducerea întreprinderi-  
lor de construcții vol.I Ed. I.P.P.  
Timișoara 1973.
49. Redeker, G. - Durata de funcționare a utilajelor și  
instalațiilor un criteriu important  
pentru planificarea întreținerii utilaje-  
lor. Din: Metallinternationale Zeitschrift  
für Technik und Wirtschaft R.F.G., 24,  
Nr. 8/1970.  
Intreținerea și repararea mașinilor nr.  
11/1970.
50. Renkes, D. - Organizarea și planificarea întreținerii  
în uzinele siderurgice Din: Stahl und  
Eisen RFG - 1969.
51. Savii, Gh. ș.a. - S.T.E. Intreprinderea de reparații utilaj  
minier.
52. Savii, Gh.;  
Haiduc, I. - Studiul posibilităților economisirii de  
materiale din cadrul uzinelor mecanice.
53. Savii, Gh. - Tehnologia construcțiilor de mașini.
54. Soboniak, W. - Organizarea lucrărilor de întreținere și  
de reparații.  
Din: Samorzad, Zarzadanie R.P.Polonă 16,  
Nr. 9/1971.
55. x x x STAS  
8174/1,2,3 - 77 - Fiabilitatea mentenabilitate disponibili-  
tate.
56. x x x STAS  
10307-75 - Fiabilitatea produselor industriale indi-  
catori de fiabilitate.
57. Späth, W;  
Greise, W. - Creșterea disponibilității instalațiilor  
din uzinele siderurgice luând în conside-  
rare durata de funcționare a elementelor  
constructive.  
Stahl und Eisen R.D.G. nr. 1/1972.
58. Tövisi, L. - Calculul fiabilității utilajelor indus-  
triale revista statistică Nr.6/1972.

59. Tövisi, L.; și Baron, T. - Determinarea parametrilor repartiției Weibull cu metoda celor mai mici patrate. Calitatea producției și metrologiei nr.3/1972.
60. Tomescu, C. - Metode pentru stabilirea duratei de funcționare a utilajelor în organizarea activității de întreținere a mașinilor și utilajelor IDT - 1971.
61. Tomescu, C. - Importanța economiilor de costuri și reparații în "Prevenirea avariilor la mașini și instalații" IDT 1970.
62. x x x - Revista metalurgia nr. 1/1980.
63. x x x - Reability Handbook Mc. Graw Hill 1966..
64. Vircolacu, s.a. - Mașini utilaje și instalații din industria metalurgică.
65. M.I.G. - Repararea mijloacelor de bază.
66. Werner, W. - Siguranța în funcționare și întreținere Din: Neue Hütte, R.D.Gerșană 17, Nr.3/1972.
67. Weiss, W.H. - Teoria și practica întreținerii în SUA. In Maintenance Engineering 13 Nr. 1/1969.
68. Winbusch, W.C. - Intreținerea preventivă. Din: The Britesh Foundryman, Anglia 63, Nr. 4/1970. Intreținerea și repararea mașinilor nr.8/1970.
69. x x x - Controlul statistic al calității marfurilor. Academia de studii Economice Buc. 1971.
70. x x x - Viața economică Nr. 40/1979 pag. 15.
71. Sichițiu D. - Necesitatea realizării unui nou sistem de conducere al activității de întreținere în asigurarea fiabilității utilajelor siderurgice. Sesiunea de comunicări Tehnico-științifice consacrate zilei Metalurgistului 19-20 sept. 80.