

MINISTERUL EDUCATIEI SI INVATAMINTULUI  
INSTITUTUL POLITEHNIC TRAIAN VUIA TIMISOARA  
FACULTATEA DE MECANICA

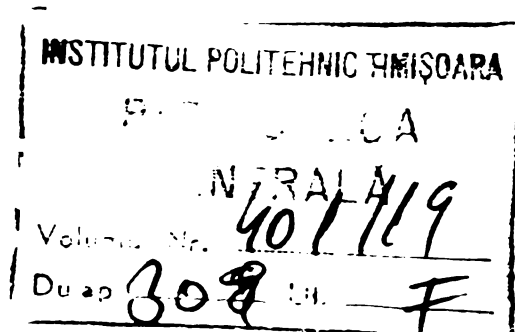
CERNEA NICOLAE

SUDAREA - MIJLOC DE MARIRE A MENTENABILITATII  
IN EXPLOATARE A PIESELOR LOCOMOTIVELOR DIESEL  
ELECTRICE SI ELECTRICE

TEZA DE DOCTORAT

CONDUCATOR STIINTIFIC,  
Prof.Dr.Doc.șt. VL. POPOVICI

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA



## C U P R I N S

	<u>Pag.</u>
<b>INTRODUCERE</b>	1
<b>PARTEA I-a</b>	
<b><u>CAP.1.-</u>    <b><u>-CONCEPTUL SISTEMIC IN ORGANIZAREA ACTIVITATII</u></b></b>	
<b><u>DE REPARATII A LDE.și LE.</u></b>	6
1.1.-        -Caracteristicile tehnice și părțile componente ale LDE. și LE.	6
1.1.1.-   -Locomotiva Diesel-electrică Co-Co de 2100 CP.	6
1.1.2.-   -Locomotiva electrică Co-Co de 5100 kW.	14
1.2.-        -Abordarea sistemică a activității de reparații a LDE.și LE.	19
1.3.-        -Strategia interioară și sistemele de întreținere și reparații ale LDE.și LE.	20
1.3.1.-   -Sistemul de întreținere corectivă	21
1.3.2.-   -Sistemul de întreținere preventiv-planificat	23
1.3.3.-   -Sistemul preventiv-planificat de revizii și reparații	23
1.3.4.-   -Sistemul de întreținere și reparații de tip paliativ	24
1.4.-        -Sistemul preventiv planificat de revizii tehnice și reparații ale LDE. și LE.	25
1.4.1.-   -Determinarea periodicității reviziilor și reparațiilor pe baza teoriei matematice a siguranței în funcționare	25
1.4.2.-   -Calculul practic și structura ciclurilor de reparație al LDE. și LE.	31
1.4.2.1.-Calculul practic pentru LDE.2100 CP.	31
1.4.2.2.-Structura ciclurilor de reparații	32
<b><u>CAP.2.-</u>    <b><u>-ORGANIZAREA SISTEMULUI DE INTRETINERE SI</u></b></b>	
<b><u>REPARATII A LDE. SI LE.</u></b>	34
2.1.-        -Sistemul de întreținere, preventiv-planificat	34
2.1.1.-   -Intreținerea preventivă-factor determinant în prelungirea ciclului de viață al LDE.și LE.	34
2.1.2.-   -Intreținerea preventivă și costurile	35
2.1.3.-   -Avantajele aplicării sistemului	35
2.1.4.-   -Organizarea întreținerii de tip preventiv-planificat	37
2.1.4.1.-Obiectivele sistemului	39
2.1.4.2.-Lucrări și operații specifice LDE.	39
2.2.-        -Sistemul de reparații al LDE. și LE.	42
2.2.1.-   -Obiectivele principale ale sistemului de reparații	42
2.2.2.-   -Structura de organizare a sistemului	43
2.2.3.-   -Lucrări și operații de bază	47

./.

	<u>Pag.</u>
2.2.4.-	-Aplicarea cercetării operaționale la reparațiile LDE. și LE. 49
2.2.4.1.-	-Definire și mod de cuprindere 49
2.2.4.2.-	-Aplicarea metodei drumului critic la R.G. a LDE. 51
<b><u>CAP.3.-</u></b>	<b><u>-UZURA AGREGATELOR SI PIESELOR COMPONENTE ALE LDE. SI LE.</u></b> 56
3.1.-	-Elementele definirii și clasificări ale uzurii 56
3.1.1.-	-Uzura normală de funcționare 56
3.1.1.1.-	Forme ale uzurii normale în funcționare 60
3.1.2.-	-Uzura de avarie 64
3.2.-	-Principalii factori care influențează uzura 64
3.2.1.-	-Calitatea suprafețelor prelucrate 64
3.2.2.-	-Calitatea materialelor, tratamentul termic și lubrefierea 65
3.3.-	-Limitele de uzură a pieselor 65
3.4.-	-Metode de măsurare a uzurii 65
3.4.1.-	-Metode di continue 65
3.4.2.-	-Metode continue 66
<b><u>PARTEA II-a</u></b>	
<b><u>CAP.4.-</u></b>	<b><u>-METODE SI PROCEDEE DE RECONDITIONARE A PIESELOR UZATE</u></b> 72
4.1.-	-Considerațiuni privind recondiționarea pieselor uzate 72
4.2.-	-Metode de recondiționare prin prelucrări mecanice și înlocuirea unei părți din piesă 75
4.2.1.-	-Recondiționarea prin prelucrarea la trepte de reparații 75
4.2.2.-	-Recondiționarea prin folosirea compensatoarelor 77
4.2.3.-	-Recondiționarea prin înlocuirea unei părți din piesă 79
4.3.-	-Metode de recondiționare prin încărcare folosind procedee de sudare și metalizare 79
4.3.1.-	-Încărcarea prin sudare în mediu de CO <sub>2</sub> a pieselor 81
4.3.1.1.-	Avantajele procedeuului 81
4.3.1.2.-	Fenomene metalurgice în arc 81
4.3.1.3.-	Caracteristica statică a arcului 83
4.3.1.4.-	Caracteristica sursei de încărcare 83
4.3.1.5.-	Tehnologia încărcării prin sudare în CO <sub>2</sub> 84
4.3.2.-	-Încărcarea vibroarc a pieselor 87
4.3.2.-1.	Cercetarea parametrilor procesului de încărcare vibroarc 87

		<u>Pag.</u>
4.3.2.2.-	-Considerațiuni practice privind aplicarea procedurii	100
4.3.3.-	-Încărcarea cu flacără oxiacetilenică folosind pulberi metalice	102
4.3.3.1.-	-Metode de încărcare cu pulberi metalice	103
4.3.3.2.-	-Încărcarea la cald cu flacără	104
4.3.3.3.-	-Încărcarea la rece cu flacără	107
4.4.-	-Alegerea procedurii rațional de recon- diționare. Variante economice	112
<b><u>CAP.5.-</u></b>	<b><u>-INSTALATII SI UTILAJE DE INCARCARE</u></b>	<b>114</b>
5.1.-	-Instalație de încărcare prin sudare în CO <sub>2</sub>	114
5.2.-	-Instalație de încărcare vibroarc	119
5.3.-	-Utilaje de încărcare cu pulberi	126
5.3.1.-	-Utilaje pentru încărcare la cald a pieselor	126
5.3.2.-	-Utilaje pentru încărcarea la rece a pieselor	130
<b><u>CAP.6.-</u></b>	<b><u>-CERCETARI PRIVIND DETERMINAREA CALITATII STRATURILOR DEPUSE PRIN SUDARE</u></b>	<b>133</b>
6.1.-	-Clasificarea defectelor depunerilor prin sudare	133
6.2.-	-Procedee de control nedistructiv ale depușurilor	135
6.2.1.-	-Controlul cu radiații penetrante	135
6.2.2.-	-Controlul ultrasonic	136
6.2.3.-	-Controlul cu pulberi magnetice	137
6.2.4.-	-Controlul cu lichide penetrante	137
6.3.-	-Alegerea tehnico-economică a proce- durii de control	138
6.4.-	-Controlul nedistructiv al depunerilor	139
6.4.1.-	-Controlul ultrasonic al pieselor în- cărcate cu pulberi metalice	139
6.5.-	-Examinări structurale privind calita- tea straturilor încărcate pentru recon- diționarea pieselor	142
6.5.1.-	-Analiza metalografică a pieselor încă- cate	143
6.5.2.-	-Măsurarea durității Vickers (HV <sub>5</sub> )	146
<b><u>CAP.7.-</u></b>	<b><u>- MENTENABILITATEA SI FIABILITATEA IN EXPLOATARE A PIESELOR LDE. SI LE.</u></b>	<b>149</b>
7.1.-	-Mentenanța	149
7.2.-	-Mentenabilitatea	152
7.2.1.-	-Ecuația mentenabilității	156
7.3.-	-Mentenabilitatea pieselor LDE.	157

		<u>Pag.</u>
7.4.-	-Menținabilitatea pieselor LE .	162
7.5.-	-Diagramele Pareto	164
7.6.-	-Calculul MTBF-valoarea punctuală	172
7.7.-	-Fiabilitatea LDE. și LE.	172
7.8.-	-Disponibilitatea LDE. și LE.	181
<b><u>CAP.8.-</u></b>	<b><u>-EFICIENȚA ECONOMICĂ A RECONDITIONĂRII</u></b>	
	<b><u>PIESELE DE SCHIMB UZATE</u></b>	<b>183</b>
8.1.-	-Calculul eficienței economice a recondiționării pieselor de schimb	183
8.2.-	-Reducerea costurilor de reparații a LDE. și LE.prin recondiționarea pieselor de schimb	190
<b><u>CAP.9.-</u></b>	<b><u>-CONCLUZII FINALE SI CONTRIBUTII ORIGINALE</u></b>	<b>196</b>
9.1.-	-Concluzii finale	196
9.2.-	-Contribuții originale	198
	-BIBLIOGRAFIE	200
	-NOTATII FOLOSITE	208
	-ANEXE	-

## INTRODUCERE

Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R. stabilesc ca obiectiv fundamental continuarea înlăptuirii prevederilor Programului partidului de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism. Dezvoltarea impetuoasă a tuturor ramurilor economiei noastre, a determinat sarcini sporite și pentru transporturi, ridicând probleme importante în ceea ce privește desfășurarea normală a aprovizionării industriei și agriculturii, repartizarea bunurilor materiale pe întreg teritoriu țării și dezvoltarea arănioasă a tuturor județelor.

Un rol de prim ordin în transporturi îl deține calea ferată, ale cărei sarcini de transport au crescut cu 49 % în 1975 față de 1970, iar la nivelul anului 1980 volumul de tone expediate va fi de peste două ori mai mare decât cel al anului 1970. În cincinalul următor, principalul mijloc de transport intern va continua să fie transportul feroviar, pentru care se prevede o creștere a volumului de mărfuri, ce urmează a fi vehiculat de 18-20 %.

Importanța deosebită pe care P.C.R. o acordă căilor ferate, reiese și din cuvântarea tovarășului Nicolae Ceaușescu la consfătuirea cu cadrele de bază din transportul feroviar, care între altele spus: "De buna funcționare a transportului feroviar depind : aprovizionarea cu materii prime și materiale a tuturor unităților economice, satisfacerea operativă a populației cu mărfuri, asigurarea circulației ireproșabile a cetățenilor. Se poate spune că astăzi calea ferată reprezintă principalul sistem circulatoriu al întregii țări".

La calea ferată română se desfășoară în prezent o vastă acțiune de reînnoștrare tehnică, în toate ramurile de activitate. Deosebit de semnificativă apare reînnoștrarea în domeniul remorcării trenurilor, domeniul în care a fost lichidată tracțiunea cu abur și s-a trecut la cea Diesel și electrică.

În acest scop în țară a fost creiată o puternică industrie de locomotive, care în prezent fabrică locomotive Diesel electrice de 2100 C.P., Diesel hidraulice de 1200 C.P., 800 C.P. și 400 C.P., locomotive electrice de 5100 kW. A început fabricația locomotivelor Diesel-electrice de 4000 C.P. Înnoștrarea parcului CFR. cu locomotive Diesel și electrice de puteri mari, cu performanțe tehnico-funcționale ridicate, va crea noi condiții pentru mărirea tonajului și sporirea vitezelor de circulație. Evoluția ponderii, tracțiunii Diesel și electrice în volumul total de trafic se poate urmări în tabelul alăturat, menționându-se faptul că creșterea ponderii acestora

are loc în condițiile măririi considerabile a traficului.

Sistemul de tracțiune	1960	1965	1967	1970	1980	1985
Tracțiunea cu abur, %	98,70	59,72	41,96	20,0	-	-
Tracțiunea Diesel, %	1,30	40,25	56,63	71,0	73,0	57,0
Tracțiunea electrică, %	-	0,03	1,41	9,0	27,0	43,0

Din volumul total de transport pe calea ferată, o pondere importantă o dețin locomotivele Diesel-electrice (L.D.E.) de 2100 C.P., care începând din anul 1960 se construiesc în țară pe baza licenței obținute de la consorțiul elvețian constituit din firmele Sulzer din Winterthur, Brown-Boveri din Baden și SLM. din Winterthur. L.D.E. cu viteza maximă de 100 km/h. este destinată remorcării trenurilor de marfă, fiind utilizată însă și la remorcarea în mod economic a trenurilor de călători. Pentru creșterea vitezelor maxime de circulație la trenurile de călători, în 1967 s-au făcut unele modificări care au permis ridicarea vitezei maxime la 120 km/h., un număr de LDE. fiind construite pentru această viteză.

În cei aproape 20 de ani de utilizare a LDE. de 2100 CP. s-a dovedit că acest mijloc de transport prezintă importante avantaje comparativ cu locomotivele cu abur, cum ar fi: viteză de circulație sporită, reză mare de acțiune, tonaje mărite cu 30-80 % și un parcurs mediu zilnic de pînă la 500 km. Pe baza avantajelor, s-a constatat că practic o asemenea locomotivă înlocuiește 3-4 locomotive cu abur.

Progresele continue ale electricității au constituit factorii determinanți în încercările de extindere a tracțiunii electrice și pe căile ferate magistrale. Tracțiunea electrică s-a dezvoltat cu pași rapizi, au apărut sisteme noi, s-au îmbunătățit radical parametrii, impunându-se mai ales pe liniile cu rampe mari și trafic intens. Se prevede pentru viitor, extinderea electrificării pe mai multe magistrale care traversează Carpații. Permanența locomotivelor electrice de 5100 kW. pe magistralele de fier ale țării a devenit o obișnuință.

Exploatarea și întreținerea tuturor acestor tipuri de locomotive moderne, prezintă o importanță deosebită asupra eficienței transportului pe calea ferată. Pe această bază, introducerea și aplicarea unor procedee tehnologice și mijloace de lucru moderne de mare productivitate în activitatea de reparații periodice a locomotivelor, capătă o mare semnificație. În ultimul timp, s-au intensificat preocupările pentru reducerea accentuată a consumurilor energetice, printr-o gamă largă de măsuri, între care și efectuarea la timp și la un înalt nivel calitativ a reparațiilor preventiv-planificate ale locomotivelor Diesel și electrice.

In sectorul de reparații al locomotivelor s-a impus abordarea sistemică în conducerea și organizarea activității de întreținere și reparații, pentru îmbunătățirea calității lucrărilor specifice, urmărindu-se reducerea prețului de cost prin reducerea consumului de metal, energie și combustibil. In acest sens, capătă o importanță tot mai mare acțiunea de recondiționare a pieselor de schimb de pe locomotivele aflate în reparație, prin aplicarea unor procedee moderne, de mare eficiență și productivitate.

Dintre procedeele de recondiționare studiate și aplicate o pondere importantă o dețin procedeele de încărcare prin sudare și conexiune sudării. Utilizarea acestor procedee este legată de progresele realizate în ultimele decenii în dezvoltarea tehnologiilor de sudare, de stăpânirea calculelor de rezistență și stabilirea caracteristicilor mecanice ale depunerilor prin sudare, diversificarea metodelor de control a calității straturilor de sudură, diversitatea materialelor de adaos și a echipamentelor de sudare și recondiționare.

Subliniind importanța acțiunii de recondiționare a pieselor uzate, tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta /4/ "trebuie să acordăm o atenție mai mare recondiționării subansamblelor mașinilor și utilajelor. Este necesar să stabilim și în această privință norme, asigurând recondiționarea pieselor de mai multe ori și re folosirea lor. Practic nu există subansamblu care să nu poată fi recondiționat și refolosit, cel puțin odată, de două ori. Aceaste duce la o mare economie de materiale, oțeluri, energie, muncă și ușurează soluționarea reală a problemelor aprovizionării".

In industria de material rulant în general, dar mai ales în cadrul organizat al sistemelor de reparații a vehiculelor feroviare, tehnologiile de reparație și de recondiționare a pieselor și agregatelor sînt folosite cu multă eficiență economică.

In teza de doctorat se studiază influența procedeeului tehnologic de recondiționare prin sudare a pieselor uzate de pe LDE. și LE. asupra obținerii unei mentenabilități ridicate în exploatare, problemele legate de organizarea sistemului de reparații, uzura pieselor, procedeele raționale experimentate și aplicate în producție, realizarea utilajelor specifice procedeelelor studiate, calitatea depunerilor prin sudare și eficiența economică a procedeelelor de recondiționare studiate.

Teza de doctorat este alcătuită din două părți și 9 capitole. In prima parte a tezei, cap.1 și 2 tratează conceptul sistemic al activității de reparații a L.D.F. și L.E., organizarea sistemelor de întreținere și reparație cu accent pe structura sistemelor, operațiile specifice și aplicarea cercetării operaționale în fluxul de



reparație. Cap.3 definește categoriile de uzură a agregatelor și pieselor, principalii factori care influențează uzura și metodele de măsurare a uzurii.

În partea a doua a tezei, care constituie contribuția originală a autorului, se tratează în 6 capitole probleme referitoare la experimentarea procedeeleor optime de încărcare a pieselor prin sudare, instalațiile de încărcare concepute și realizate, calitatea depunerilor și metodele de control folosite la încărcarea pieselor uzate, determinarea indicatorilor de fiabilitate și mentenabilitate în exploatarea a locomotivelor reparate, efectele economice ale procedeeleor de recondiționare în cadrul sistemului de reparație a LDE. și LE.

În cap.4 se prezintă metodele și procedeele de recondiționare a pieselor uzate, experimentarea și aplicarea celor mai economice și raționale procedee de încărcare prin topire cu arc electric și cu flacără oxiacetilenică. Tehnologiile de încărcare experimentate și aplicate se caracterizează prin originalitate, neexistând o experiență anterioară în practica de reparație a locomotivelor.

În cap.5 se prezintă instalațiile de încărcare în mediu de CO<sub>2</sub> și vibroarc experimentate și aplicate la încărcarea suprafețelor uzate ale pieselor, caracteristicile tehnice și părțile componente ale acestora. Cele două instalații de mare productivitate și eficiență economică se caracterizează prin soluții originale în ceea ce privește mecanismul de prindere și rotire a pieselor în procesul de încărcare prin sudare cu arc, dispozitivele de rotire și înclinare a capului de sudare. În final se prezintă utilajele folosite la încărcarea cu flacără folosind pulberile metalice de tip Castolin.

În cap.6 se studiază și se cercetează structura și proprietățile straturilor depuse prin sudare la cele mai reprezentative piese de pe LDE. și LE., se cercetează modificările în adâncime ale metalului de bază, duritatea pe generatoare și pe rază, formarea unor structuri fragile. Se prezintă cele mai eficace metode de control nedistructiv a calității straturilor încărcate.

În cap.7 se determină indicatorii de fiabilitate și mentenabilitate pentru LDE. care au efectuat RG-II în I.M.M.R. Craiova în perioada 1976-1977 și pe care s-au montat piese de schimb recondiționate prin procedee de sudare.

Eficiența economică a aplicării procedeeleor de recondiționare prin sudare a pieselor de schimb uzate se prezintă în cap.8. În cadrul acestui capitol este redată dinamica recondiționării pieselor, valoarea producției globale la indicatorul recondiționării, economiile de materiale și energie electrică obținute pe seama recondiționărilor.

În cap.9 se prezintă concluziile finale asupra unor probleme-

me privind aplicarea procedurii de încărcare prin sudare la repararea vehiculelor feroviare, a utilajelor și instalațiile din alte domenii economice. Partea a doua, se încheie cu contribuțiile originale ale autorului.

Rezultatele obținute de autor și concretizate în prezenta teză de doctorat sînt urmarea unei activități de cercetare a autorului desfășurată pe o durată de peste 4 ani sub îndrumarea sistematică și de înaltă competență a conducătorului științific, tovarășul prof.dr. doc. ing. Vladimir Popovici, căruia îi mulțumesc din toată inima.

Pentru efectuarea numeroaselor încercări și studii metalografice ale depunerilor prin sudare, am primit concurs din partea laboratorului de metalurgie fizică al Facultății de mecanică din Timișoara, prin tovarășul prof.dr.ing. M.Trușculescu căruia îi mulțumesc.

Mulțumesc tuturor colaboratorilor din cadrul colectivului de proiectare din I.M.M.R. Craiova pentru sprijinul și ajutorul efectiv acordat, precum și colectivului de oameni ai muncii din cadrul atelierului de recondiționări care m-au sprijinit la realizarea instalațiilor de recondiționare, la experimentarea și aplicarea tuturor tehnologiilor de recondiționare.

**PARTEA I-a**

## 1.- CONCEPTUL SISTEMIC IN ORGANIZAREA ACTIVITATII DE REPARATII A L.D.E. si L.E.

### 1.1.- Caracteristicile tehnice si partile com- ponente ale L.D.E. si L.E./50,91,95/

#### 1.1.1.- Locomotiva Diesel-electrică Co-Co 2100 CP.

In prezent transporturile feroviare din R.S.R. au în exploatare un număr însemnat de L.D.E., care contribuie la acțiunea de modernizare a transporturilor într-un ritm intens. Locomotiva se încadrează în condițiile de exploatare pentru un ecartament al liniei de 1435 mm, avînd o greutate în stare de serviciu (cu 2/3 combustibil) de 114 t, o putere a motorului Diesel de 2100 CP. și o viteză maximă de circulație de 120 km/h.(fig.1.1.)

Locomotivele de acest tip se construiesc la întreprinderea "Electroputere" Craiova după o licență elvețiană.

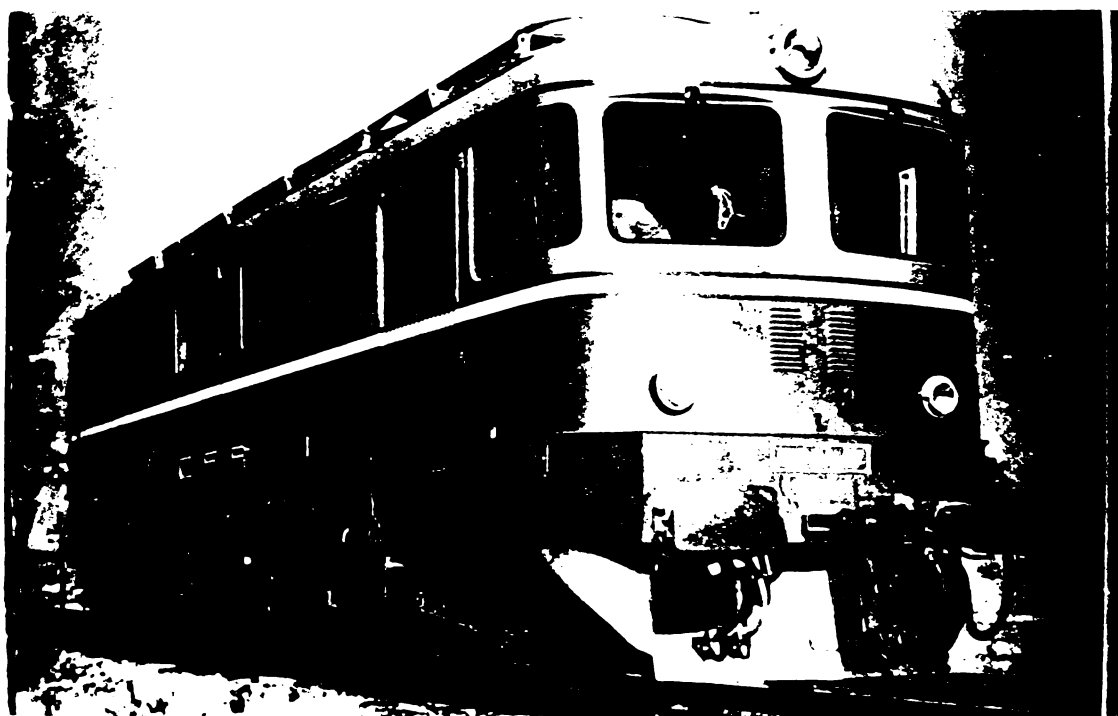


Fig.1.1. Vedere generală a L.D.E. Co-Co 2100 C.P.

Datele principale ale LDE. sînt următoarele:

Formula osiilor	Co-Co
Lungimea cu tamponne	17000 mm
Lungimea cutiei	15700 mm
Lățimea maximă	3000 mm
Înălțimea maximă deasupra șinei	4428 mm
Distanța între pivotii boghiurilor	9000 mm
Distanța dintre osiile extreme ale unui boghiu	4100 mm
Diametrul roților noi	1100 mm
Greutatea totală a locomotivei	114 t.
Sarcina pe osie	19 ± 3 % t

Forța de tracțiune în funcție de viteză este cea din diagrama alăturat (fig.1.2).

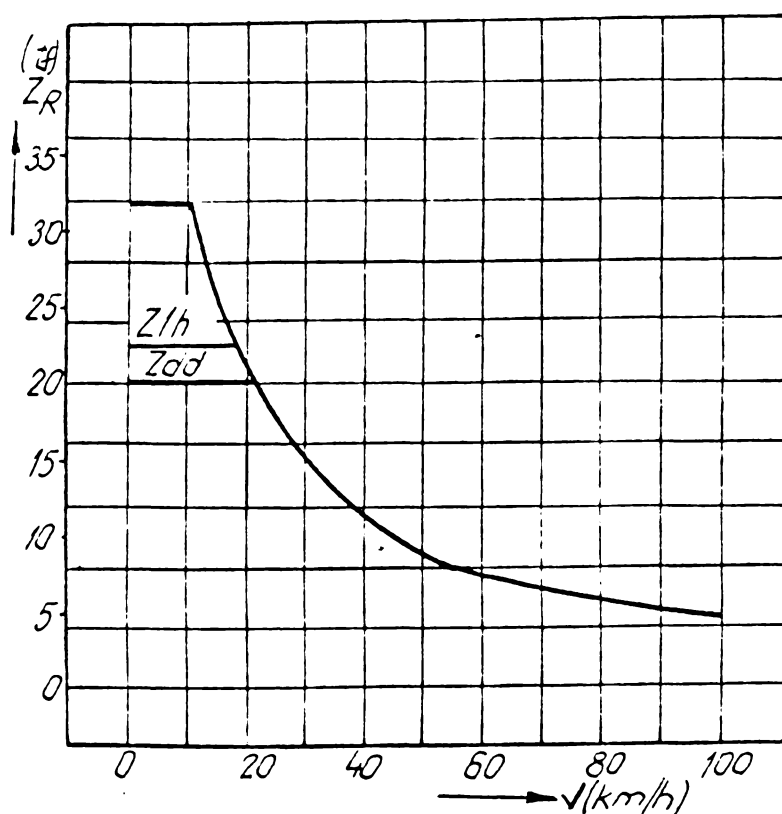


Fig.1.2. Diagrama  $Z_R = f(V)$ .  $Z_R$  = forța de tracțiune la obadă;  $Z_{lh}$  = forța de tracțiune în regim uniorar;  $Z_{dd}$  = forța de tracțiune în regim de durată;

Puterea motor Diesel în condiții UIO (736 mm. Hg; 20°C; și 70% umiditate relativă) - 2300 CP. la 750 rot/min.

Putere motor Diesel la 720 mm. Hg, + 35°C și 80% umiditate relativă - 2100 CP. la 750 rot/min.

Efortul de tracțiune la obadă cu bandajele semiuzate :

-la demaraj 32000 kgf

-regim uniorar

la 18,5 km/h 22500 kgf

-regim conti-

nuu la 21,5

km/h 20000 kgf

Viteza maxi-

mă 120 km/h.

Construcția locomotivei și amplasarea celor mai importante agregate sînt arătate în fig.1.3. Soluție adoptată asigură accesul la toate organele locomotivei și folosirea la maximum a spațiului disponibil.

Părțile principale ale L.D.E. sînt următoarele:

a) Partea mecanică

Partea mecanică a locomotivei se compune din două boghiuri cu formula osiilor Co-Co, legate între ele printr-o cuplă transversală, o cutie sudată și accesorii. Cărligele de tracțiune și tamponurile sînt fixate pe traversea frontală a șasiului, dimensionat corespunzător preluării și transmiterii forțelor de șoc.

- Boghiurile (fig.1.4.). Un boghiu ca ansamblu separat este o construcție sudată, avînd rama compusă din două profile dublu T legate între ele cu 4 grinzi cheson.

Rama boghiului se sprijină prin intermediul unor arcuri spirale pe balansiere fixate pe partea inferioară exterioară a cutiei de lagăr. În interiorul fiecărui resort sînt montate amortizoare cu tracțiune. Fiecare cutie de lagăr este ghidată în cîte două fusuri de ghidare cilindrice. Osile montate sînt echipate cu roți cu bandaje trase

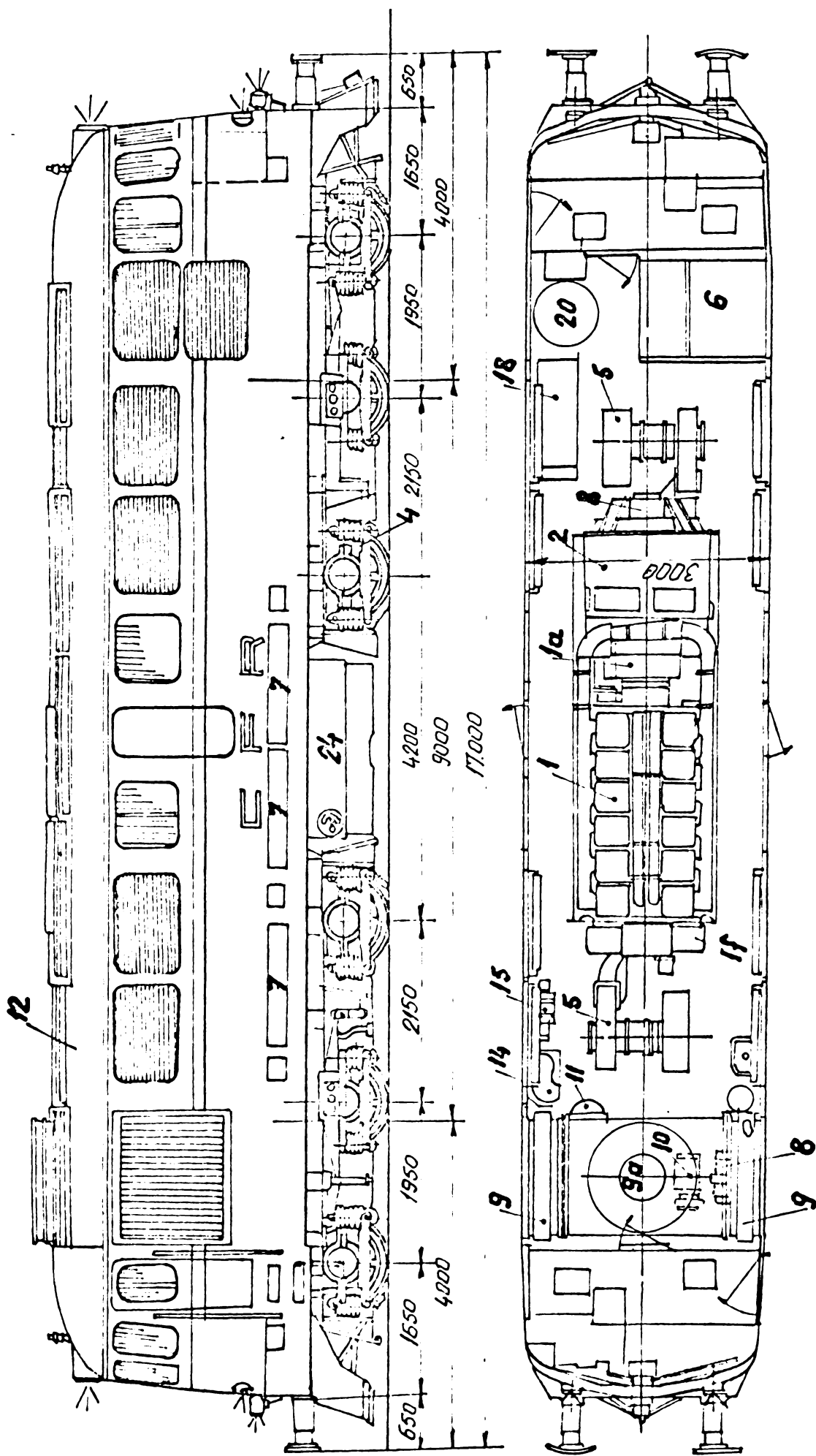


Fig. 13

1. motor diesel; 1a. turbosulfanta pentru supraalimentare; 1f. filtru pentru ulei de ungere;  
 2. generator principal; 3. generator auxiliar; 4. motor de tractiune; 5. grup motoventilator  
 pentru motoarele de tractiune; 6. bateria de acumulatori; 7. bateria de acumulatori;  
 8. grupul convertitor pentru iluminat; 9. radiator pentru racirea apei de racire; 9a. ven-  
 tilatorul instalatier de racire; 10. pompa pentru apa de racire; 11. racitor de ulei; 12. rezervor din oca-  
 peris; 14. agregat preincalz. apa si ulei; 15. pompa combust. si pompa suplim. ulei; 18. compresor de aer; 20. rezer-  
 vor principal de aer; 20. rezervor principal de combustibil

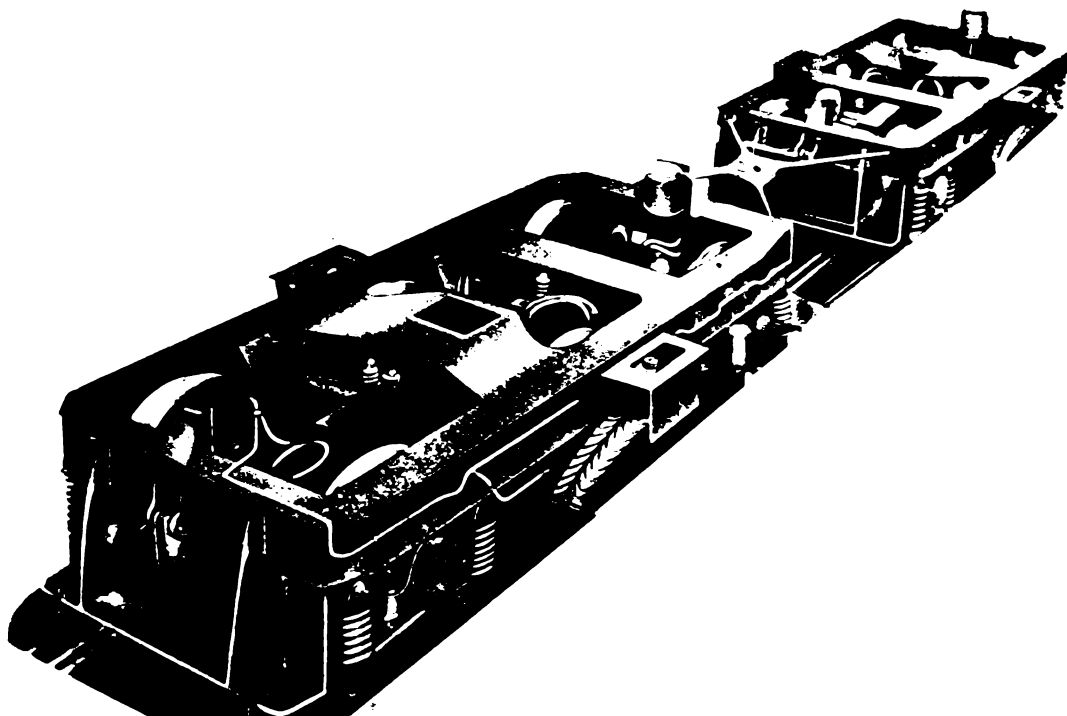


Fig.1.4. Vedere generală a boghiurilor L.D.F.

Iar pe cealaltă parte sînt suspendate elastic la rama boghiului prin resoartele clicoidale.

Fiecare pereche de roți motoare este cuplată printr-un angrenaj cu raportul 1: 4,6 cu motorul de tracțiune. Cele două boghiuri se cuplează între ele prin triunghiurile de legătură și cupla transversală.

Acost dispozitiv permite ca în curbe să se mențină în anumite limite presiunea de ghidare și unghiul de atac al trenului de roți conducătoare, fapt care are o influență favorabilă asupra uzurii buzei bandajului. Tot pentru evitarea uzurii buzei bandajelor, boghiurile sînt echipate cu un sistem special de ungere.

Cutia- Cutia locomotivei este o construcție sudată autoportantă în care elementele de rezistență sînt șasiul, pereții laterali și acoperișul.

Partea principală a cutiei este șasiul. El este construit din două longeroane profil I, legate între ele prin traverse sudate. Traversele principale au forme de chesoam în mijlocul cărora sînt sudați butucii în care se presează cei doi pivoti. Pe traversele frontale formate din plăci, se montează aparatele de legare, șoc și tracțiune. În interiorul șasiului sînt așezate lateral cutiile pentru bateria de acumulatori și nisiparnițele.

Cutia locomotivei are 8 ferestre cu jaluzele, echipate cu filtre de praf. Ușile de revizie din mijlocul pereților laterali, permit accesul din exterior în sala mașinilor. Pentru montarea și demontarea grupului Diesel-generator și a altor agregate importante, acoperișul cutiei este prevăzut cu capace demontabile.

La fiecare parte frontală, cutia are cîte un post de conduce-

la cold și se  
sprijină în cu-  
tiile de unsoa-  
re pe rulmenți  
pendulari cu  
role.

Motoarele de  
tracțiune - în  
execuție cu  
suspendie pe  
nas - se sprij-  
jină pe o par-  
te prin lagăre  
de alunecare  
direct pe osie,

re cu acces pe o ușă laterală. Două geamuri frontale asigură personalului locomotivei o bună vizibilitate.

Pe pupitrul postului de conducere sînt amplasate aparatele de comandă și supraveghere a funcționării locomotivei.

Posturile de conducere sînt separate de sala mașinilor prin pereți cu izolație fonică și printr-o ușă cu fereastra dublă. Ele au pereții și plafonul izolați cu material antifonic iar podeaua pardosită cu lignofoliu.

În sala mașinilor sînt amplasate, în afară de grupul Diesel-generator, instalația de răcire a apei și uleiului motorului Diesel, grupurile de ventilație ale motoarelor de tracțiune, pompa de ulei și combustibil, pompa de apă, grupul convertizor pentru instalația de iluminat de 24 V, blocul aparatelor electrice, compresorul de aer, etc.

Tot pe cutie sînt fixate diferite accesorii, tubulatura pentru ventilația motoarelor de tracțiune, canalele pentru cablurile electrice, conductele de aer și aparatura instalației de frînă, rezervorul de acoperiș, etc. Rezervorul principal de combustibil este fixat de scheletul metalic inferior și este plasat între cele două boghiuri.

Cutia locomotivei se sprijină pe ambele laturi ale boghiurilor pe arcuri cu foi, așezate în direcție longitudinală. Aceste arcuri sînt legate la capete prin balansiere transversale, suspendate de rama boghiului și se mențin în direcția longitudinală prin ghidaje.

Suspensia permite deviații laterale ale cutiei locomotivei pînă la  $\pm 30$  mm.

- Echipamentul de frînă. Locomotiva este prevăzută cu o instalație de frînă automată tip Knorr, frîna directă pentru locomotivă izolată tip Oerlikon, frînă de protecție antipatinaj tip BBC Charnilles și frînă de mîna amplasată în fiecare post de conducere.

Pe fiecare boghiu sînt așezați doi cilindri de frînă care acționează asupra timoneriei compensate a frînei. Fiecare roată este frînată de cîte doi saboți cu talpă dublă.

Aerul necesar instalației de frînă și pentru comanda aparatelor acționate pneumatice este furnizat de un compresor cu pistoane în două trepte, care lucrează cu răcire intermediară.

#### b) Partea termică.

- Motorul Diesel (fig.1.5) /29/. Sursa de energie a locomotivei este un motor Diesel tip 12-LDA-28, în 4 timpi, cu 12 cilindri așezați pe 2 linii, injecție directă, supraalimentat printr-o turbosuflantă care funcționează cu gazele de eșapament și construit pentru cuplare rigidă cu generatorul electric. Datele principale ale motorului Diesel sînt următoarele:



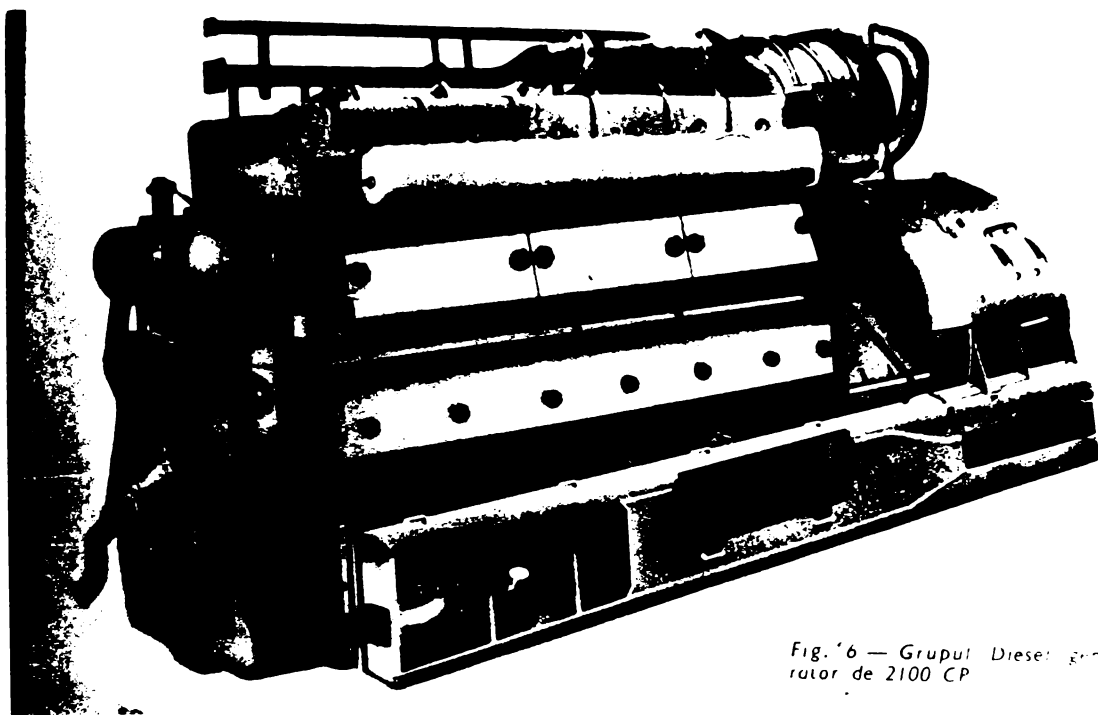


Fig. 1.6 — Grupul Diesel generator de 2100 CP

Fig. 1.5. Grupul Diesel generator de 2100 CP.

- Alezajul =  
280 mm; Cursa =  
360 mm; greutatea (fără apă și ulei) 21000 kg; putere de durată UIC - 2300 CP la 750 rot/min; -puterea la 720 mm. Hg. temperatura ambientă 35°C, umiditate relativă a aerului 80 % - 2100 CP. la 750 rot/min.

Consumuri garantate la pu-

terea nominală de 2300 CP la 750 rot/min. pe standul de probă: Combustibil : 173 gr/CP oră, la combustibil cu o putere calorică inferioară de cel puțin 10000 kcal/kg; ulei de ungere : 4,8 kg/h.

Cele două linii de câte 6 cilindri sînt așezate una alături de cealaltă. Fiecare linie posedă propriul său arbore cotit. Antrenarea generatorului principal, în raportul 1 : 1,437 se face prin intermediul unui angrenaj comun care sincronizează doi arbori cotiți. Motorul Diesel, angrenajul și generatorul principal fixat pe longeroanele prelungite ale carterului formează un bloc compact, care este fixat elastic, prin intermediul unor elemente de cauciuc, pe scheletul metalic inferior.

Grupul Diesel-generator poate fi comandat din fiecare post de conducere.

Maneta controlerului de comandă permite alegerea unui mare număr de viteze de rotație ale grupului Diesel-generator, cu ajutorul unui dispozitiv pneumatic care acționează asupra regulatorului motorului Diesel. Regulatorul de câmp, influențat de regulatorul motorului Diesel, reglează în mod automat excitația generatorului principal în așa fel, încît puterea motorului Diesel, la o viteză de rotație, dată, să rămână constantă indiferent de regimul de tracțiune.

Motorul Diesel este prevăzut cu următoarele dispozitive de siguranță:

- Protecția în cazul unei presiuni a aerului de supraalimentare necorespunzătoare. ./.

- Releele de oprire automată pentru cazul de scădere excesivă a presiunii apei de răcire sau a uleiului.

- Dispozitive de semnalizare optică în cazul creșterii temperaturii apei de răcire.

- Dispozitiv de protecție contra supraturațiilor.

- Un contactor de avarii care trece motorul la mers în gol, în cazul unor condiții de funcționare necorespunzătoare.

Pentru menținerea în anumite limite a temperaturii apei de răcire, independent de temperatura mediului ambiant, locomotiva este prevăzută cu un grup de răcire cu acționare hidraulică a ventilatorului. Grupul se compune din 2 radiatoare demontabile și un ventilator montat în acoperișul cutiei. Aerul de răcire este absorbit prin jaluzele reglabile montate în pereții laterali.

Uleiul de ungere este răcit, în care scop el trece printr-un schimbător de căldură, intercalat în circuitul apei de răcire.

Pentru cazul în care locomotiva rămâne iarna mult timp cu motorul oprit, pentru a se evita înghețarea apei și a înlesni pornirea motorului Diesel, locomotiva este prevăzută cu un agregat de încălzire tip Vapor cu o capacitate de 31500 kcal/h.

#### c) Partea electrică.

Transmiterea energiei de la motorul Diesel la cele 6 osii se face prin intermediul unui generator și a 6 motoare de tracțiune.

Motoarele de tracțiune sînt legate în trei grupe de câte două motoare în serie. Cele trei grupe se racordează în paralel la bornele generatorului principal, prin contactori de putere, relee maximale de curent și prin inversorul de mers.

Pentru ca puterea generatorului principal să se mențină la o valoare cît mai mică și în același timp puterea motorului Diesel să poată fi folosită total pînă la viteze ridicate, s-a prevăzut slăbirea cîmpului motoarelor de tracțiune. Slăbirea cîmpului se realizează în mod automat.

Pentru pornirea motorului Diesel, generatorul principal funcționează ca motor serie, alimentat de la o baterie de acumulare.

Grupul generator constă dintr-un generator principal de curent continuu cu 10 poli și un generator auxiliar de curent continuu cu 8 poli.

Datele grupului generator sînt:

Generatorul principal	
Funcționare unioară	2700 A, 500 V, 1080 r/min.
Funcționare de durată	2460 A, 550V, 1080 rot/min
Tensiunea maximă	930 V
Curentul maxim	3900 A

**Generator auxiliar****Puterea de durată****72 kW****Tensiunea****170 V**

Generatorul auxiliar este folosit pentru alimentarea excitației separate a generatorului principal, a circuitelor de comandă, la încărcarea bateriei de acumuloare, la antrenarea motorului pentru pompa de apă, pompa de ulei și combustibil, a compresorului de aer, a motoarelor pentru ventilația forțată de la motoarele de tracțiune și a motorului grupului convertizor pentru iluminat.

Grupul generator are un singur lagăr. Capătul liber al axului se sprijină prin flanșa cuplei de lagărul angrenajului de la motorul Diesel. Pentru transport se folosește un scut special, astfel conceput încât la montaj, la introducerea bolțurilor de cuplare, nu este nevoie de nici un dispozitiv suplimentar.

Motoarele de tracțiune sînt motoare de curent continuu cu 6 poli, cu suspensie pe nas. Cuplul se transmite de la pinionul motorului la osia motoare printr-o roată dințată prevăzută cu un sistem elastic între coroană și butuc.

**Date tehnice :**

Putere unioară	194 kW la 900A, 250V, 425 r/min
Putere de durată	200 kW la 820A, 275V, 495 r/min
Ventilație forțată	100 m <sup>3</sup> /min.
Turație maximă de serviciu	2300 rot/min.

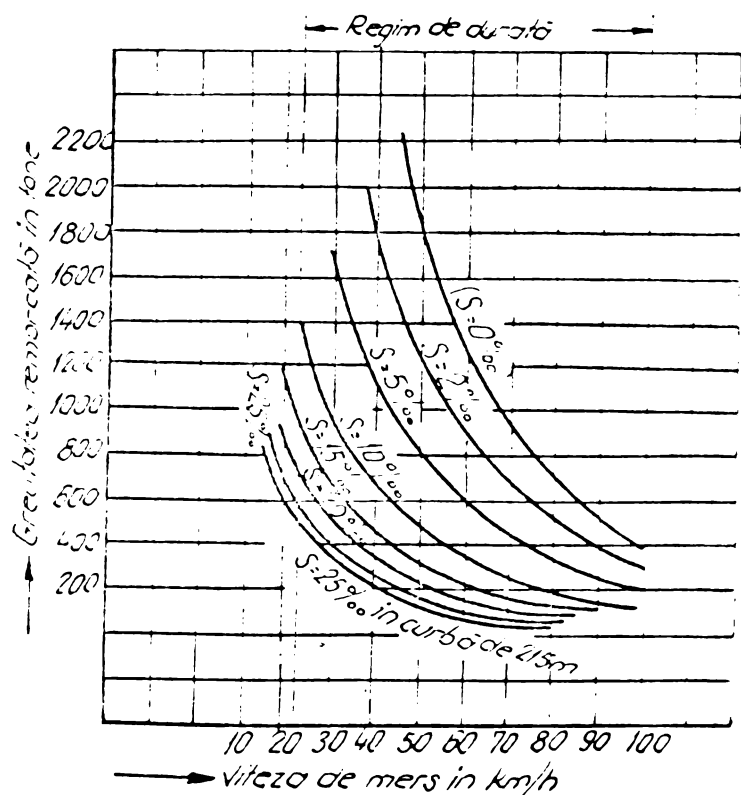
Circuitele de comandă sînt astfel concepute încît se poate realiza comanda a două locomotive dintr-un singur post de conducere, fiecare locomotivă fiind conectată la acest sistem de comandă printr-un întrerupător special.

Pornirea locomotivei și reglarea corespunzătoare a grupului Diesel-generator se obține după cum s-a arătat mai înainte, prin intermediul controlerului de comandă prin care se realizează trei trepte de pornire și 21 trepte de mers cu trecere continuă de la o treaptă la alta.

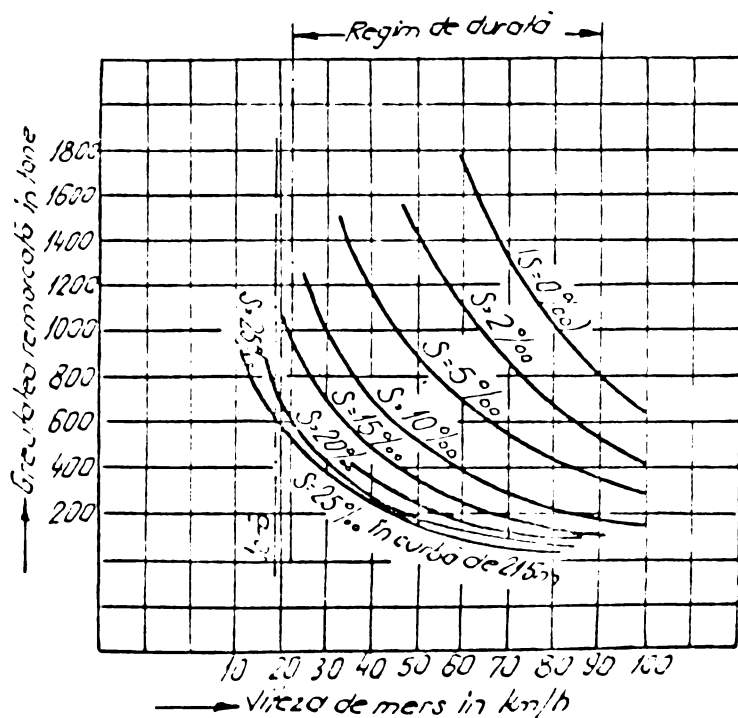
Un sistem simplu de protecție trece motorul Diesel în regim de mers în gol, în cazul în care temperatura apei de răcire sau temperatura uleiului de ungere este prea ridicată, nivelul apei de răcire este prea scăzut, presiunea în conducta principală de frînare este prea scăzută sau un grup de motoare de tracțiune este deconectat prin relee maximale de curent.

Performanțele L.D.E. In fig.1.6 și 1.7 sînt trasate curbele forței de tracțiune pentru diferite rampe în funcție de viteza de parcurs (trenuri de marfă și de persoane).

La puterea totală a motorului Diesel, pe pante de 25‰ la trenuri de marfă, locomotiva poate să circule cu o greutate remorcată de



**Fig.1.6. Forța de tracțiune în funcție de viteza de parcurs, pentru diferite rampe (S) la trenurile de marfă**



**Fig.1.7. Forța de tracțiune în funcție de viteza de parcurs, pentru diferite rampe, la trenurile de persoane**

**1.2.- Locomotiva electrică Co-Co 5100 kW, 25 kV-50 Hz (LE) /58,90/**

Locomotivele de acest tip se construiesc la întreprinderea "Electroputere" Craiova după o licență a firmei ASEA din Suedia. Ele

./.

cca. 600 t cu viteza de durată de cca. 22 km/h. În palier, la trenuri de călători având o greutate de cca. 630 t, se atinge viteza maximă de 100 km/h.

Performanțele constructive ale locomotivelor Diesel electrice Co-Co 2100 CP. asigură modernizarea și siguranța transporturilor pe căile ferate.

sînt destinate transportului trenurilor de marfă și de persoane.

Locomotivele electrice se încadrează în condițiile de exploatare pentru un ecartament al liniei de 1435 mm și o rază minimă a curbei în depou de 90 m, asigurînd o exploatare bună la temperatura minimă de  $-35^{\circ}\text{C}$  și maximă la umbră de  $+40^{\circ}\text{C}$ .

O vedere generală a L.E. se prezintă în fig.1.8.



Fig.1.8. L.E. 5100 kW

Date tehnice principale ale L.E. sînt următoarele:

-Formula osiilor Co-Co; lungimea peste tampoane cca 19800 mm; lățimea 3000 mm; distanța de la ciuperca șinei la marginea superioară a pantografului coborît

4500 mm; domeniu de lucru admis al pantografului sub tensiune (măsurat de la ciuperca șinei) 4850-6700 mm;

Distanța dintre centrele boghiurilor cca. 10.300 mm.

Distanța dintre osiile exterioare ale unui boghiu cca.

5.600 mm.

Diametrul roții(cu roți noi)

1.250 mm.

Diametrul roții(cu roți semiuzate)

1.210 mm.

Greutatea totală a locomotive:

cu balast

126 t.  $\pm 2\%$

fără balast

120 t.  $\pm 2\%$

Sarcina pe osie:

cu balast

21 t.  $\pm 2\%$

fără balast

20 t.  $\pm 2\%$

Viteza maximă :

Cu raport de transmisie  $i = 3,65$

120 km/h.

Cu raport de transmisie  $i = 2,74$

160 km/h.

Tensiunea nominală a liniei de contact

25 kV

Frecvența

50 Hz.

Tensiunea maximă

27,5 kV

Tensiunea minimă

19 kV

Tensiunea min.de scurtă durată

17,5 kV

./.

<b>Putere nominală conf.UIC-614/1967</b>	<b>5100 kW.</b>
<b>Forța de tracțiune în regim de durată</b> <b>cu bandaje semiuzate :</b>	
<b>a) Viteza max. 120 km/h.</b>	
Excitație 100% la 69,3 km/h.	26.500 kgf.
Excitație 50% la 90,5 km/h.	20.600 kgf.
<b>b) Viteză max. 160 km/h.</b>	
Excitație 100% la 92,5 km/h.	19.900 kgf.
Excitație 50% la 120,5 km/h.	15.400 kgf.
<b>Putere unioară la 25 kV (la osia</b> <b>motoarelor de tracțiune)</b>	<b>5.400 kW</b>
<b>Forța de tracțiune în regim unioară</b> <b>pentru bandaje semiuzate :</b>	
<b>a) Viteză max. 120 km/h.</b>	
Excitație 100% la 68 km/h.	28.500 kgf.
Excitație 50% la 87,5 km/h.	22.500 kgf.
<b>b) Viteza max. 150 km/h.</b>	
Excitație 100%, 90,5 km/h.	21.400 kgf.
Excitație 50%, 116,5 km/h.	16.900 kgf.
<b>Puterea nominală a transformatorului</b>	<b>5.790 kVA.</b>
<b>Forța de tracțiune la pornire:</b>	
<b>a) Viteza max. 120 km/h. (126 tf)</b>	<b>42.000 kgf.</b>
<b>b) Viteza max. 160 km/h. (120 tf)</b>	<b>31.500 kgf.</b>
Trepte ale graduatorului	40
Trepte de slăbire a cîmpului	3
<b>Randamentul între linia de contact și</b> <b>bandajul roții, în regim unioară cca.</b>	<b>0,84 %</b>
<b>Factor de putere în regim unioară cca.</b>	<b>0,83 %</b>

**Amplasarea celor mai importante agregate ale L.E. se prezintă în fig.1.9.**

#### **Performanțele L.E.**

In fig.1.10 se prezintă dependența dintre forța de tracțiune la obadă și viteza de parcurs (la 25 kV și viteza maximă de 120 km/h.)

Locomotiva fiind echipată cu frîna reostatică în fig.1.11 se prezintă efectele de frînare pentru viteza max. de 120 km/h.

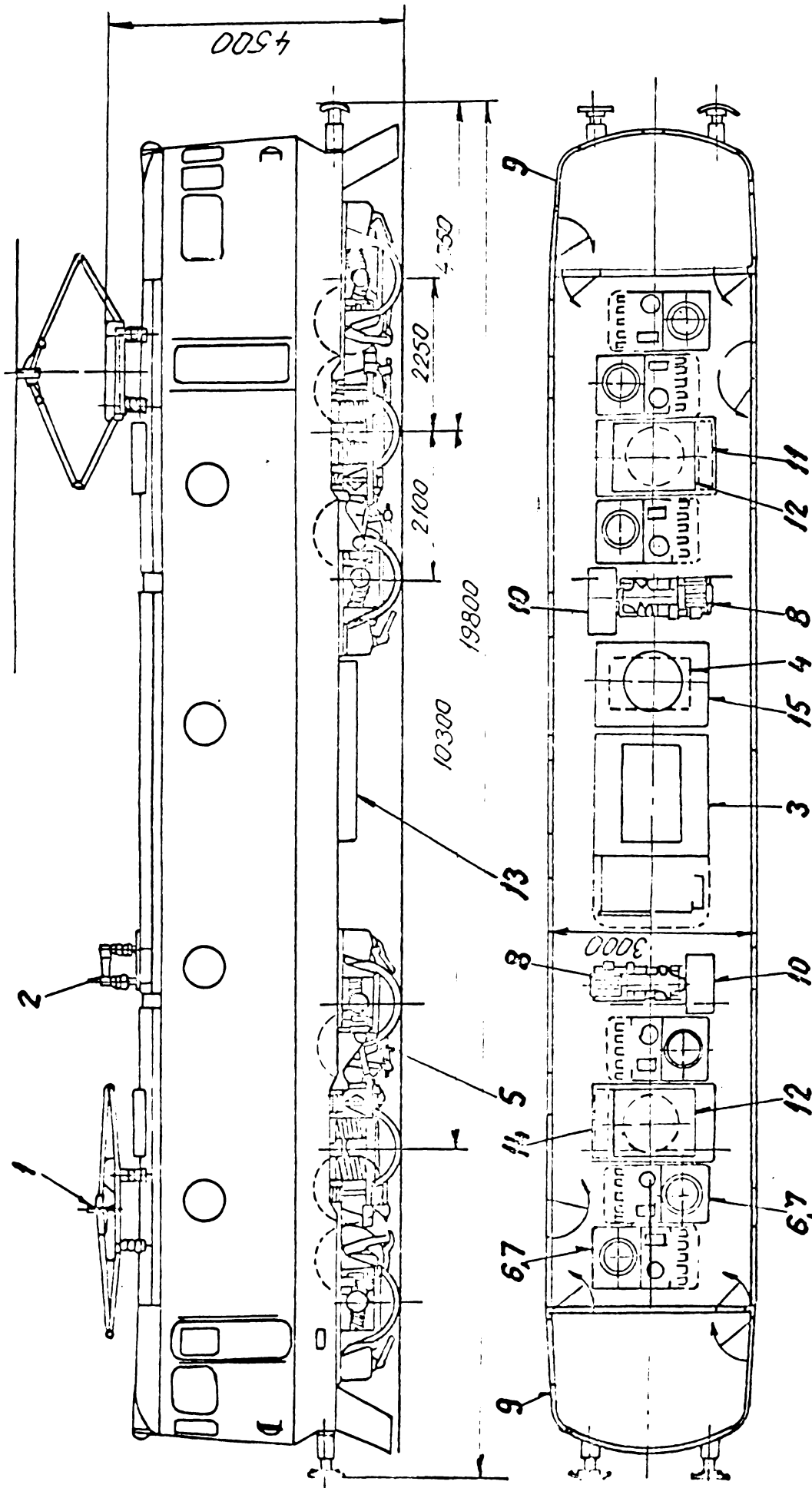
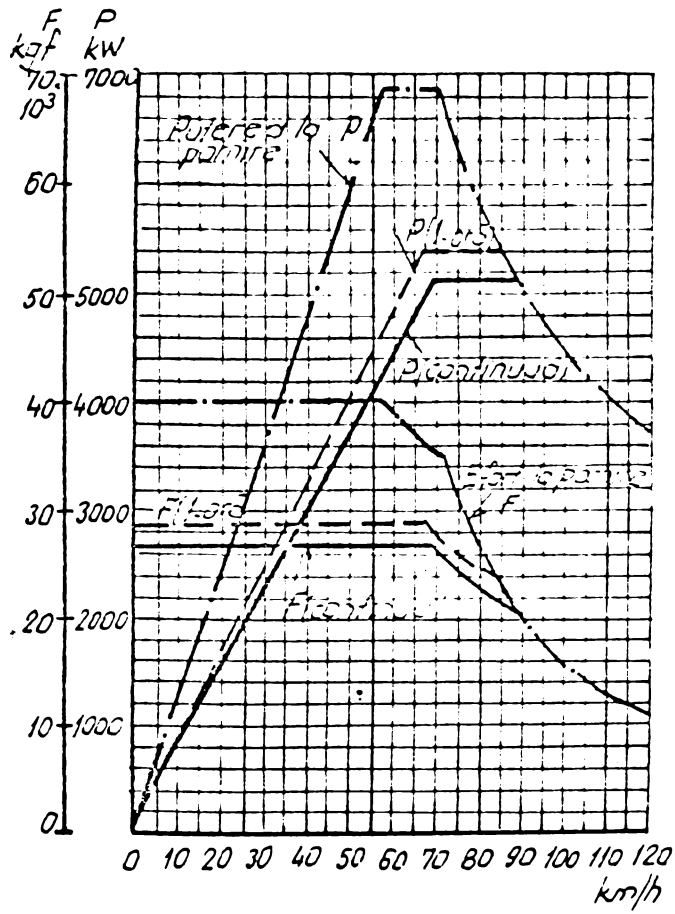


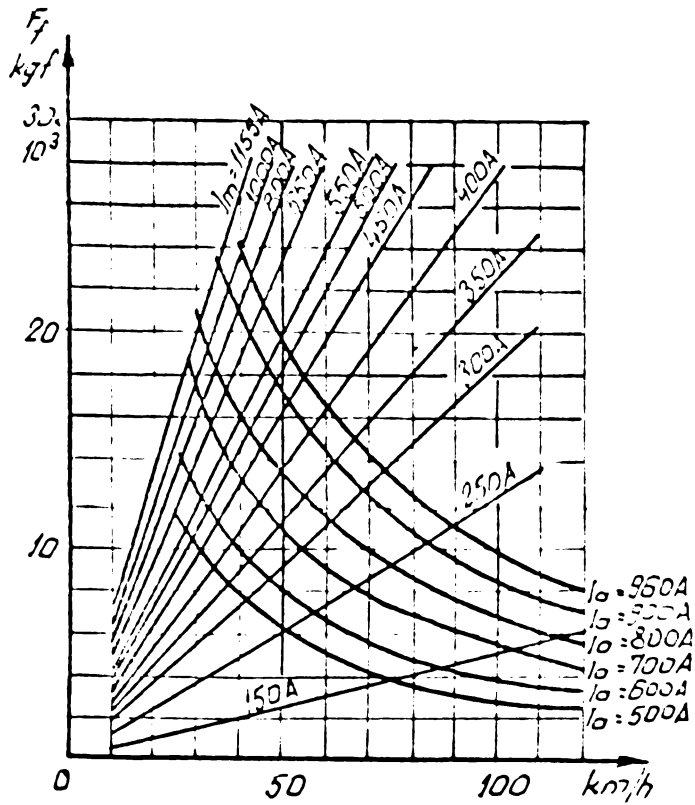
Fig. 1.9 Părțile componente ale LE 5100 kw

1. pantograf; 2. disjunctiv; 3. transformator de reglare pe înaltă tensiune; 4. reactor de ulei cu ventilator; 5. motor de tracțiune; 6. ventilator și aparate pentru motorul de tracțiune; 7. reactor de siliciu cu inst. de protecție; 8. compresor pentru frână; 9. post de conducere; 10. bloc aparate; 11. condensator de faze; 12. rezistență pentru instalația de frână; 13. cutia de acumulatori; 14. cab operatorie pt. frână;

401119  
300  
A



**Fig.1.10. Diagrama P, F = f(V) la pornire, regim uniorer și de durată**



**Fig.1.11. Diagrama rezistenței de frinare. F<sub>f</sub>=f(V)**  
 Motoare - 6 LJE I<sub>0</sub> ; Rezistența de frinare 0,42 ohmi pe fiecare motor; curent de frinare = 960 A.

./.



## 1.2.- Abordarea sistemică a activității de reparații a L.D.E. și L.E.

Creșterea continuă a complexității mijloacelor de transport feroviar, crearea de funcții multiple a acestora, au determinat un nou mod de abordare a problemelor de organizare a procesului de reparare a materialului rulant în general și a locomotivelor în special, și au impus apariția unei viziuni care să fie în măsură să mijlocească crearea de forme adecvate de organizare a muncii în vederea creșterii eficienței activității de reparații.

Conceptul de sistem este înțeles ca o mulțime structurată cu părți subordonate (activități, lucrări, operații) având fiecare legile sale proprii și care - împreună cu realitățile existente între ele - subordonează realizării obiectivelor urmărite pe ansamblul întreprinderii reparatoare.

Metodologia clasică /19/, tradițională, de cercetare și de analiză a procesului de muncă era descoperirea și separarea elementelor componente și stabilirea unor dependențe cauzale univoce. În aceste condiții, relația de interacțiune și de interdependență dintre diferitele elemente ale procesului de muncă nu numai că nu poate fi surprinsă, dar este inevitabil suprimată de îndată ce pe primul plan stă operația de disociere, delimitare și izolare. În realitate însă procesul de muncă este unitar; el rezultă din integrarea într-un sistem autoreglabil al elementelor sale componente (întreținere, reparație, efectuarea producției de bază, realizarea de SDV-uri, etc.), din care cauză sarcina cercetării trebuie să fie nu destrămarea acestei trăsături, ci surprinderea și explicarea ei. În acest context, interesul teoretic și practic al conceptului de sistem provine de la faptul că el pune accentul pe interacțiunea dintre componente, din care cauză unii autori subliniază - pe bună dreptate - că sistemul este o nouă atitudine în știință./39/.

Metoda de abordare sistemică, care caută să identifice relațiile dintre elementele componente ale procesului de muncă și legăturile acestuia cu mediul în care este plasat, constituie o direcție nouă și de maximă eficiență în studiul căilor de perfecționare a organizării producției și a muncii. Aceasta cu atât mai mult cu cât orice acțiune în direcția îmbunătățirii organizării științifice a muncii presupune studierea aprofundată a procesului de muncă în concepția sistemică.

Așadar, abordarea sistemică a activităților lucrărilor și operațiilor de reparație a LDE. și LE. constituie un instrument metodologic de analiză și de perfecționare a organizării producției și a muncii. Dar, pentru a-i atribui această dimensiune procesului de muncă

ce înglobează întreaga preocupare a domeniului de reparație al locomotivelor care fac obiectul activității din I.M.M.R.Craiova, trebuie luate în considerare unele caracteristici și metodologii de lucru adecvate specificului de reparație, precum și a unei organizări optime în funcție de complexitatea agregatelor din componența LDE. sau LE, gradul de uzură al acestora, sistemul de lucru adoptat, sarcinile formațiilor de lucru, caracteristica proceselor de lucru, modul de pregătire al intervențiilor - prin pregătirea acestora cu piese de schimb, formarea de echipe complete de lucru, organizarea ergonomică a muncii - precum și informarea la timp a conducerii cu desfășurarea acțiunilor în timp și spațiu.

### 1.3.- Strategia interioară și sistemele de întreținere și reparații ale LDE. și LE.

Pe măsura dezvoltării industriei și a introducerii unor forme organizatorice noi, sînt necesare modificări și în structura sistemelor de reparații. În acest scop, a fost elaborată o strategie proprie care cuprinde următoarele :

- Stabilirea sistemului și a planului de reparații a L.D.E. și L.E.;
- Stabilirea resurselor materiale în funcție de solicitări;
- Optimizarea planului de reparație cu resursele;
- Aplicarea unei politici de asigurare cu piese de schimb la timp, și de calitate prin asimilarea și recondiționarea acestora;
- Utilizarea unor metode avansate de muncă și de organizare a muncii;

Strategia interioară a oricărui sistem de reparație urmărește să acorde obiectului căruia i se aplică o cît mai mare disponibilitate, obiectiv final urmărit și în cazul reparațiilor LDE. și LE.

Disponibilitatea depinde de mai mulți factori, unii cuprinși în însăși produsul de reparat, alții exteriori acestuia /6/. Factorii principali care concurează la stabilirea disponibilității în general a unui produs se prezintă în schema din fig.1.12.

Fiabilitatea unui produs este un factor decisiv în ceea ce privește mărimea disponibilității. Firește, fiabilitatea realizată a produsului este rezultatul mai ales al activității compartimentului de concepție, dar în foarte mare măsură aceasta este și rezultatul modului în care beneficiarul exploatează și întreține produsul. Interruperile de funcționare (indisponibilitatea) au o durată care depinde de timpul necesar remedierilor, ca și de întârzierile ce pot apărea prin așteptare, lipsa de piese de schimb, și de utilaje, transport la și de la atelierele de reparații, etc. /104/

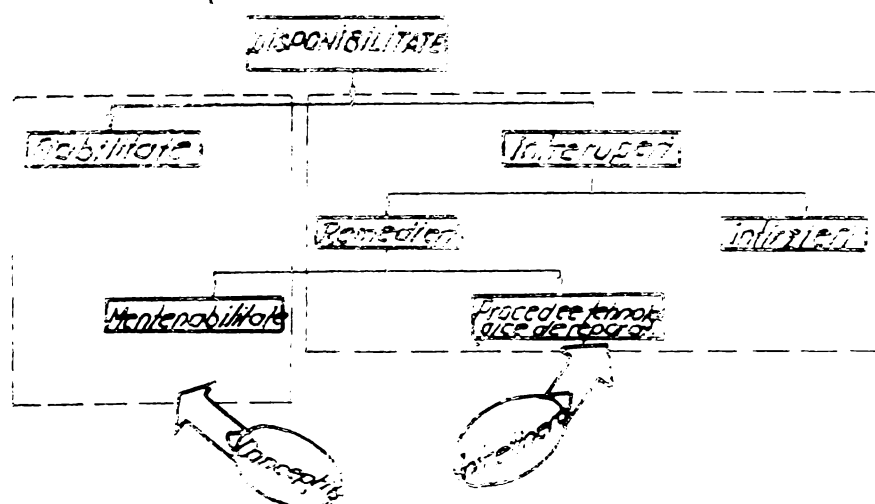


Fig.1.12. Factorii care stabilesc disponibilitatea

ce duratele de întrerupere a funcționării produselor, în cazul de față al LDE. și LE. Pentru rezolvarea acestei sarcini, strategia interioară a activității r de mentenanță și reparație adoptă următoarea configurație sistemică /75/ prezentată în fig.1.13.

### 1.3.1.- Sistemul de întreținere corectivă

Se definește ca fiind ansamblul de măsuri ce se iau în exploatarea LDE. și LE., care urmăresc să asigure :

- îmbunătățirea constructivă, prin re proiectarea unor piese sau subansambluri ce nu corespund exigențelor practice;
- îmbunătățiri funcționale, dacă din anumite considerente, utilajul proiectat funcționează sub parametrii proiectați;
- înlăturarea unor deficiențe ce țin de fiabilitate și mentenanță, care ies în evidență de obicei în perioada de garanție, dar și cu ocazia întreținerii și reviziilor periodice în exploatare;

În urma studierii acestor elemente se aduc îmbunătățiri constructive necesare, urmărindu-se : reducerea timpului de stagnare, în perioade de garanție, cât și după; eliminarea defecțiunilor repetate; reducerea timpului de demontare și montare; reducerea scumularilor de materii prime sau piese de schimb; eliminarea uzurii premature; reducerea cheltuielilor de întreținere și exploatare. Prin astfel de acțiuni corective se modifică starea generală a LDE. și LE, obținându-se performanțe superioare.

Întreținerea corectivă se aplică pe toată durata de garanție prevăzută de constructorul de locomotive și mai ales în perioada de punere în funcțiune, apoi, periodic pe baza rezultatelor obținute privind funcționarea și întreținerea a acestora. Această este posibil grație colaborării între furnizori și beneficiari, prin echipele

Mentenanabilitatea este dependentă de durata reparației produsului - și aceasta o calitate încorporabilă la nivelul concepției - precum și de procedeele tehnologice disponibile pentru reparații.

- Sarcina sistemului de reparație este deci acela de a reduce

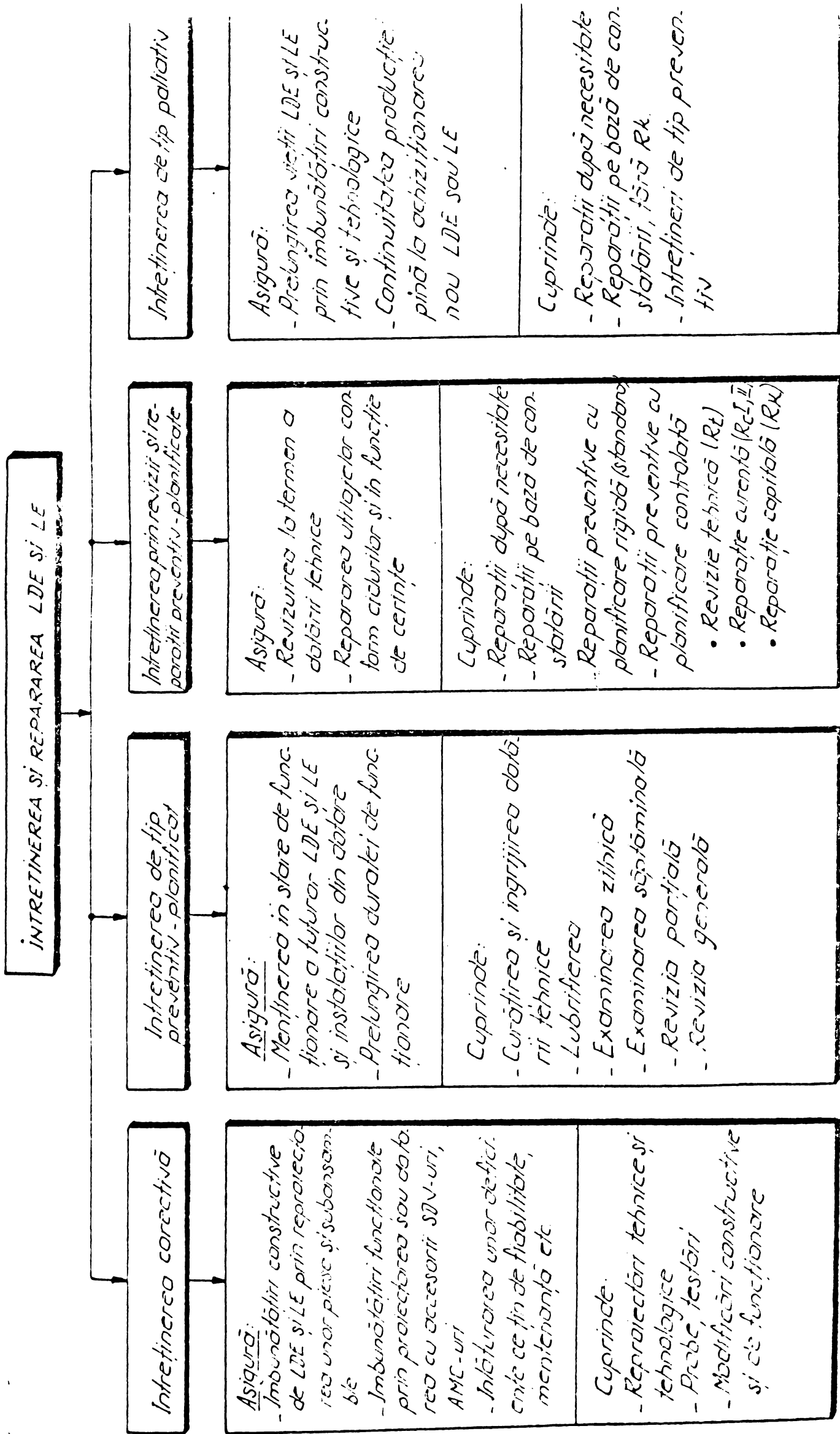


Fig. 1.13 Sisteme pentru intretinere și reparații LDE și LE

de service, informărilor date asupra comportării în exploatare a IDE. și LE., chiar după perioada de garanție.

### 1.3.2.- Sistemul de întreținere (mentenanță) preventiv-planificat

Întreținerea preventivă se definește ca fiind activitatea desfășurată, în cadrul întreprinderii, în scopul reducerii uzurii și a menținerii locomotivelor în condiții de bună funcționare. Acest sistem cuprinde următoarele operații :

- curățirea și îngrijirea;
- lubrifierea;
- urmărirea zilnică a comportării în exploatare;
- verificarea periodică a comenzilor, indicatorilor și mecanismelor de acționare;
- reviziile parțiale și generale;

De menționat este faptul că aplicarea acestui sistem preventiv impune înlăturarea oricărei defecțiuni atunci când se constată, fără a aștepta alte termene sau revizii.

Elaborarea unor programe de întreținere preventiv-planificată și folosirea corectă a acestora are un rol capital în reducerea consumului de piese de schimb și la aprecierea momentului exact de schimbare a elementelor principale. De aceea, aceste activități reprezintă măsuri de o importanță majoră pentru rentabilizarea fabricației și exploatării, mai ales în sectoarele economice unde lipsește experiența industrială și de exploatare.

### 1.3.3.- Sistemul preventiv-planificat de revizii tehnice și reparații

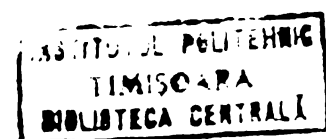
Prin sistem preventiv-planificat de revizii tehnice și reparații se înțelege totalitatea măsurilor tehnico-organizatorice folosite de întreprindere în vederea menținerii capacității de lucru a locomotivelor în condiții de siguranță în exploatare. Sistemul de revizii și reparații este conceput după cum urmează:

- reparații după necesitate fără o planificare prealabilă;
- reparații pe bază de constatări cu ocazia unor revizii;
- reparații preventive cu planificare rigidă (standard);
- reparații preventive cu planificare controlată;

Acest sistem are următoarele categorii de intervenții:

- revizia tehnică (RT);
- reparația curentă (RC);
  - de gradul I(RC1)
  - de gradul II(RC2)
- reparația capitală (RK);

./.



Denumirea categoriilor de intervenții corespund în nomenclatorul CFR. următoarelor categorii:

- RC1 este echivalentă cu reparația cu ridicarea de pe osii (RR);
- RC2 este echivalentă cu reparația generală (RG);
- RK - corespunde cu denumirea din nomenclatorul CFR(RK);

Intervențiile de grad superior (RG, RK) la LDE. și LE. se execută în I.M.M.R.Craiova, întreprindere prevăzută cu o dotare și organizare corespunzătoare, iar cele de grad inferior (RT, RR) se execută în unitățile de exploatare (depouri).

Efectuarea la timp și de bună calitate a tipurilor de reparații prezentate mai sus conduce la eliminarea avariilor, reducerea staționării pentru înlăturarea deficiențelor de funcționare. Acolo unde intervențiile se efectuează neglijent - folosind improvizația, piese și materiale, necorespunzătoare, fără a efectua probele de verificare - la scurt timp locomotivele înregistrează căderi în exploatare, dând naștere la pierderi mari, consumuri suplimentare de materiale și manoperă.

Pentru efectuarea în bune condiții a reparațiilor este necesară pregătirea cadrelor de specialitate pe meserii și ateliere, rezolvarea problemelor pieselor de schimb prin asimilarea și recondiționarea acestora, programarea în timp a lucrărilor de reparații și urmărirea derulării lor.

#### 1.3.4.- Sistemul de întreținere și reparații de tip paliativ

Sistemul de tip paliativ ameliorează pe moment o stare fără a suprima cauza acesteia. Cu alte cuvinte aduce o rezolvare temporară, de provizorat. Se aplică în cazul locomotivelor la care întreținerea preventivă nu este economică. Reprezintă deci, un compromis pentru menținerea în funcționare a locomotivelor o perioadă de timp cât mai mare pînă la înlocuirea acestora. De obicei nu se execută reparații mai importante, deoarece acestea nu sînt economice, locomotivele neputînd fi aduse la performanțele lor inițiale, avînd uzură fizică și morală înaintată.

Dacă cu ocazia reparațiilor, locomotivele sînt modernizate și acestora li se creează funcții noi, înainte de a porni aceste acțiuni se procedează la o analiză economică care evidențiază - printre altele - și următoarele aspecte :

- dacă valoarea de reparații și modernizare depășește cu mult valoarea de înlocuire;
- dacă locomotivelor li se pot aduce îmbunătățiri constructive prin modernizări care le pot face apte cerințelor calitative

și cantitative de exploatare, se întocmește proiect de modernizare.

Inlocuirea locomotivelor sau a unor părți componente ale acestora precum și modernizarea acestora se aplică de la caz la caz, în funcție de condițiile concrete existente și de eficiența economică recalculată.

#### 1.4.- Sistemul preventiv-planificat de revizii tehnice și reparații ale LDE. și LE.

##### 1.4.1.- Determinarea periodicității reviziilor și reparațiilor pe baza teoriei matematice a siguranței în funcționare

Locomotivele în exploatare, pentru a avea o stare tehnică bună și pentru a corespunde condițiilor de remorcare a trenurilor, se revizuiesc și se repară periodic după o anumită schemă care trebuie să fie permanent perfecționată, ținând pas cu îmbunătățirile aduse vehiculelor pe parcurs. Reviziile și reparațiile locomotivelor au drept scop să asigure preventiv remedierea defectelor ce se înviesc și în primul rând a uzurilor normale care se dezvoltă proporțional cu prestațiile.

Din aceste considerente, revizia sau reparația se execută după parcurgerea unui număr de kilometri sau ore de funcționare, sau, mai corect, după efectuarea unui număr de  $t$  km. Pentru stabilirea parcursurilor minime pentru reparații, rolul hotărâtor îl au uzurile pieselor și subansamblelor din componența LDE. și LE.

Reviziile și reparațiile se execută într-un ciclu periodic, preventiv, după o schemă în funcție de prestațiile efectuate, kilometrajul parcurs; de numărul de ore de funcționare sau de numărul de tone kilometri brute, remorcate.

Stabilirea schemei reviziilor și reparațiilor la locomotive, adică a periodicității retragerii planificate din serviciu (cu toleranță admisă) afară de cazuri de defectări accidentale, de fapt este evaluarea și prevederea la piesele și subansamblurile importante a creșterii uzurilor normale și producerii defectelor care pun în pericol siguranța funcționării locomotivei și chiar a circulației.

Această problemă, în general, este grea și complexă, care probabil că în viitorul nu prea îndepărtat va fi rezolvată de către instalațiile de control și de vigilență, dirijate de computerul de pe locomotivă. Dacă o locomotivă se retrage din serviciu înainte ca uzurile și alte defecte la piesele importante să atingă limitele admise, atunci se produc cheltuieli inutile la capitolul întreținere și reparații. În caz contrar, se poate aștepta la un refuz accidental de funcționare a unor piese cu consecințe grave.

Alegerea momentului sau a perioadei optime de retragere a

locomotivei pentru remedierea defectelor în diferite stadii de dezvoltare depinde de felul refuzului, precum și de periodicitatea reviziilor și reparațiilor din schema adoptată.

Schema periodicității reviziilor și reparației poate fi stabilită cu ajutorul următoarelor metode :

- metoda adoptării unei scheme, după alte administrații de căi ferate, pentru vehiculele similare sau echivalente din punct de vedere constructiv și tehnologic;

- metoda experimentării îndelungate cu vehiculele respective ;

- metoda bazată pe teoria matematică a siguranței, adică pe teoriile probabilității, și pe statistica matematică;

Prima metodă cu aplicare pînă acum aproape generală, s-a utilizat și de C.F.R. și pentru LDE. de 2100 CP.

Schema inițială s-a stabilit avînd în vedere exploatarea LDE. magistrale la alte administrații de căi ferate. Această schemă s-a dovedit corespunzătoare, cu toate că prestațiile între revizii și reparații s-au realizat, în general, cu depășire de circa 10-50 %. Schema periodicității în reparație în vigoare este dată în fig.1.14 și tabela 1.1.

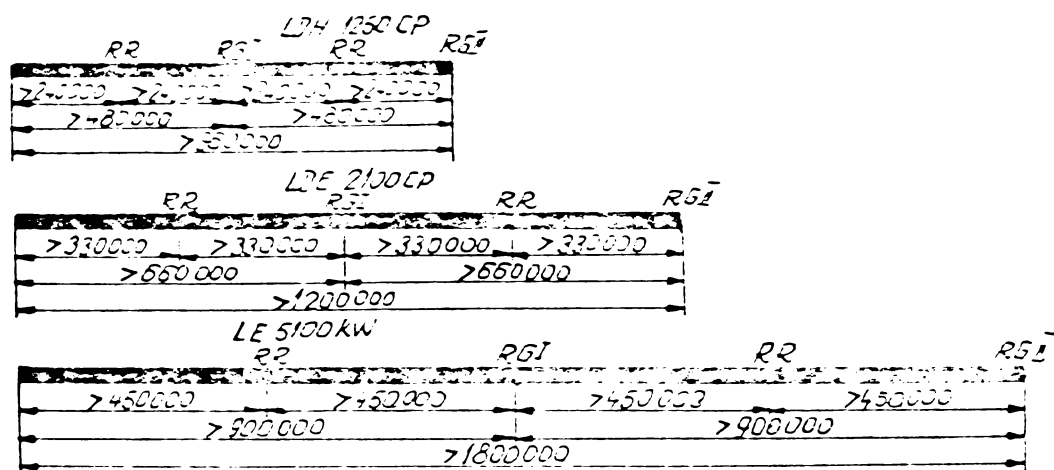


Fig.1.14. Schema reviziilor și reparațiilor periodice la locomotive diesel și electrice, adaptată la C.F.R. pentru locomotive LDE. 2100 CP, și LE.5100 kW. /74/

post factum și nu poate fi utilizată pentru tipuri noi de vehicule. De asemenea aplicarea ei cere mult timp de experimentare, circa 5-8 ani (cît durează un ciclu), și este costisitoare. În consecință, azi poate fi socotită ca metodă puțin eficientă.

A treia metodă permite întocmirea unei scheme de periodicitate de întreținere și reparație la vehiculele existente și la cele noi, cu o aproximație în limitele atinse și de celelalte metode.

A doua metodă asigură apropierea de realitate, în timp ce prima metodă are limite largi de încadrare. Schema rezultată din prima metodă ia ființă numai



**Tabela 1.1.**

**Prestațiile ce se efectuează de locomotivele diesel pentru reviziile și reparațiile prevăzute în schema adoptată de C.F.R.**

Nr. ord.	Denumirea reviziei sau reparației	Simbolul	Parcursul minim al locomotivei între reviziile și reparațiile periodice (km)	
			LDR.1250	LDE.2100.
1.	Revizia tehnică	RT.	10.000 D	16.500 D
2.	Revizia I	R1	30.000 D	33.000 D
3.	Revizia 2	R2	50.000 D	66.000 D
4.	Reparația cu ridicare	RR	240.000 D	330.000 D
5.	Reparația generală I	RG-I	480.000 U	660.000 U
6.	Reparația generală II	RG-II	960.000 U	1.200.000 U
7.	Reparația capitală	RK	-	1.800.000

**NOTA:** D - revizia se execută în depou; U-reparația se execută în uzina reparatoare

Teoria matematică a siguranței, după cum se știe, este o disciplină științifică nouă, care abordează legile generale de care urmează să se țină seama la : proiectarea mașinilor, experimentare, fabricație, reparație și exploatarea lor, în vederea obținerii unei eficiențe maxime, în urma folosirii lor.

Schema periodicității întocmită în felul acesta oferă o bună aproximație a :

- cunoașterii parametrilor, răspândirii defectelor în timp la diferite tipuri de mașini-locomotive;
- fixării judicioase a probabilității funcționării, în intervalul de timp  $t$  și  $t + \Delta t$ , a unui sistem fără refuz de serviciu;
- verificării și comparării cu rezultatele obținute, "post factum", și perfecționarea metodei;

La utilizarea metodelor matematice în teoria siguranței pentru întocmirea schemei, stă următorul raționament. /27,91/.

Considerând că de la punerea în funcțiune a unui element sau sistem până la defectare s-a scurs un timp  $T$  și funcția  $Q(t)$  reprezintă probabilitatea că în timpul  $t$  se va produce defectarea din diferite cauze cu diferite consecințe, atunci :

$$Q(t) = P(T < t). \quad (1.1)$$

Funcția  $Q(t)$  este probabilitatea defectării elementului până în momentul  $t$ .

Funcția  $P(t)$  se numește probabilitatea că în intervalul de timp  $m$  se va produce defectări sau funcția siguranței funcționării,

./.

și se poate scrie sub forma :

$$P(t) = 1 - Q(t) \quad (1.2)$$

Funcția  $P(t)$  poate fi cunoscută prin funcție  $Q(t)$ , și anume prin defectări neașteptate  $Q_n(t)$  și probabilitatea creșterii pericolului de defectare  $Q_c(t)$ .

De unde funcția  $P(t)$  poate fi prezentată sub forma produsului probabilității defectărilor, din care unele sînt neașteptate (accidentale), iar altele în continuă dezvoltare :

$$P(t) = [1 - Q_n(t)] \cdot [1 - Q_c(t)] \quad (1.3)$$

Această relație se mai poate scrie sub forma :

$$P(t) = P_n(t) \cdot P_c(t) \quad (1.4)$$

unde:

$$P_n(t) = 1 - Q_n(t) \quad (1.5)$$

$$P_c(t) = 1 - Q_c(t) \quad (1.6)$$

Funcția  $P(t)$  pentru :

$$t = 0, P(t) = 1 \quad (1.7)$$

$$t = +\infty, P(t) \rightarrow 0 \quad (1.8)$$

Funcția  $P_n(t)$  a fost stabilită teoretic pentru diferite domenii de aplicare și de către Weibull și apoi verificată experimental pentru multe sisteme și agregate :

$$P(t) = e^{-\lambda t^\alpha} \quad (1.9)$$

unde  $\lambda$  și  $\alpha$  sînt parametri. ( $\lambda = C \xi$  în intervalul II Fig 1.15).

Dacă  $\alpha = 1$ , funcția de repartiție Weibull este funcție exponențială /27/ :

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1.10)$$

Funcția siguranței, în cazul creșterii progresive a refuzului, dacă nu poate fi reprezentată nici sub forma exponențială și nici a funcției Weibull, de obicei corespunde legii normale :

$$P(t) = \frac{\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t-T_0}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt}{\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{T_0}{\sigma}}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt} \quad (1.11)$$

Dacă  $\sigma$  este mic față de  $T_0$ , atunci

$$P_c T_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{t-T_0}{\sigma}}^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (1.12)$$

unde  $\sigma$  reprezintă devierea de bază.

În vederea întocmirii schemei periodicității, se presupune că dacă un element (reper) a funcționat fără defectare pînă la momentul  $t$ , se pune problema, care va fi probabilitatea ca elementul să nu se defecteze pe intervalul  $t-t_1$ . Notînd cu  $P(t, t_1)$  această probabilitate, se face următorul raționament :

Dacă A este un eveniment ce se caracterizează prin aceea că elementul (reper) a funcționat în timp de  $0-t$ , și B evenimentu care de asemenea va funcționa în intervalul  $t-t_1$ , atunci probabilitatea condițională va fi :

$$P(t, t_1) = P(A/B) = \frac{P(A/B)}{P(A)} = \frac{P(t_1)}{P(t)} \quad (1.13)$$

$$Q(t, t_1) = 1 - P(t, t_1) = 1 - \frac{P(t_1)}{P(t)} \quad (1.14)$$

unde :

$$t_1 = t + \Delta t \text{ cînd } \Delta t \rightarrow 0$$

$$Q(t, t_1 + \Delta t) = 1 - \frac{P(t + \Delta t)}{P(t)} = \frac{P(t) - P(t + \Delta t)}{P(t)} = \frac{P(\Delta t)}{P(t)} = \frac{P'(t)}{P(t)}, \quad (1.15)$$

însemnînd prin:

$$\lambda(t) = -\frac{P'(t)}{P(t)} \quad (1.16)$$

atunci:

$$Q(t, t_1 + \Delta t) = \lambda(t) \quad (1.17)$$

unde  $\lambda(t)$  este o caracteristică a siguranței care se numește intensitatea refuzurilor sau probabilitatea ca elementul (reper) care a funcționat fără defecte pînă în momentul  $t$  să se defecteze în următoarea unitate de timp

$\lambda(t)$  reprezintă densitatea de repartiție de defectări la momentul  $t$  condiționat de faptul că elementul a funcționat fără defecțiuni pînă la acest moment.

Funcția  $\lambda(t)$  se mai numește și pericolul de defectare sau de refuz. În general, funcția  $P(t)$  se poate prezenta sub formula :

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (1.18)$$

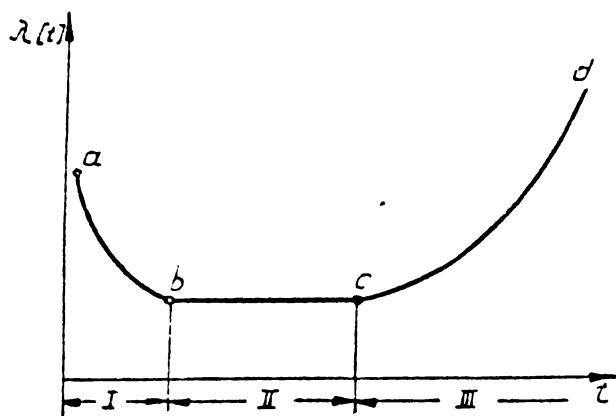
S-a constatat, din experiență, că pentru o largă clasă de elemente (repere) funcția :

$$\lambda(t) = \lambda = \text{const.} \quad (1.19)$$

De unde:

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (1.20)$$

Funcția  $\lambda(t)$  se reprezintă grafic în fig.1.15.



**Fig.1.15.** Curba intensității refuzurilor sau probabilitatea că un agregat (reper) ce a funcționat fără defecte pînă la momentul  $t$  să se defecteze la momentul  $t + \Delta t$  (curba cadă de baie)

normală. Defectele ce se ivesc în această perioadă de timp sînt mai mult de natură accidentală și de exploatare ( $\lambda = \text{constant}$ ). Faza III (c-d), funcționarea nesigură. În această fază, defectările cresc rapid atît din cauza acumulării uzurilor și corозиunilor, cît și din cauza oboselii și îmbătrînirii materialului. Variația defectărilor, după alura curbei din fig.1.15 a fost confirmată prin experiență la multe piese și agregate. În special variația funcției  $\lambda(t)$  după legea exponențială se verifică bine la agregatele din domeniul electronicii și la motoarele diesel. Firma Katerpillar (S.U.A.), urmărind un timp îndelungat comportarea în exploatare a motoarelor diesel, fabricate în uzinele sale, a ajuns la o alură a curbei asemănătoare curbei teoretice a pericolului de defectare. /91/.

Din examinarea curbei  $\lambda(t)$  fig.1.15 reiese că în cursul fazei III se produce retragerea locomotivei (mașinii) pentru remedierea defectelor, fiindcă funcționarea ei nu mai este sigură, iar dese intervenții locale în total costă mult.

Alegerea momentului de retragere (după kilometrajul sau ore de funcționare scontate) depinde de probabilitatea apariției unui număr mare de defectări la piesele importante pentru siguranța funcționării și circulației, datorită în special oboselii.

Plecînd de la premisa că orice mașină în special locomotivele în ansamblu trebuie să circule cu o probabilitate mare a siguranței funcționării, este necesar să fie stabilit prin calculul momentul optim pentru retragerea din serviciu pentru remediere, adică să fie determinat un punct ( $x$ ) sau un interval ( $y_2 - y_1$ ) de pe curba c-d (fig.1.15).

Această determinare este imperios necesar să fie rațională, adică probabilitatea producerii unui număr mic de defectări fără importanță majoră nu este recomandabil să determine retragerea din serviciu, fiindcă nu va fi atins scopul eficienței exploatarei.

./.

Această prezentare a curbei pericolului de defectare are trei perioade de probabilitate că agregatul (reperul) va putea la un moment dat să refuze funcționarea normală :

Faza I (a-b), corespunzătoare termenului de garanție. În această fază, defectările descresc rapid, fiind în majoritatea cazurilor mici abateri de la calitatea necesară a prelucrărilor și asamblărilor.

Faza II (b-c), funcționarea

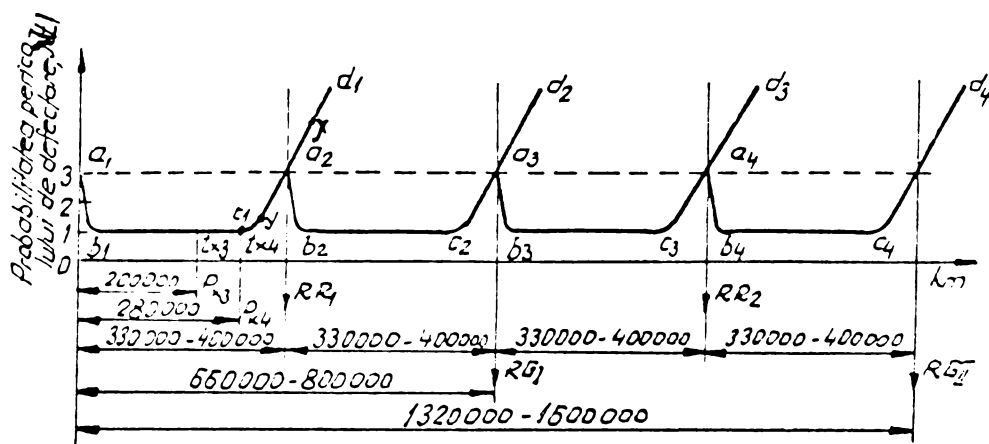


Fig.1.16. Schema periodicității reparațiilor la LDE. 2100 CP., pe baza probabilității apariției defectelor

ced în ordinea arătată în figură.

In timpul unui ciclu, probabilitatea defectărilor locomotivelor se repetă de patru ori, în următoarele intervale:

- de la construcție pînă la prima reparație cu ridicare ( $RR_1$ );
- de la prima reparație cu ridicare ( $RR_1$ ) pînă la reparația generală de ordinul I (RGI);
- de la reparația generală de ordinul I (RGI) pînă la reparația cu ridicare a doua ( $RR_2$ );
- de la reparația cu ridicare ( $RR_2$ ) pînă la reparația generală de ordinul II (RG II);

Schema propusă bazată pe funcția intensității refuzului de serviciu  $\lambda(t)$  este dată în fig.1.15.

Curba  $a_1 b_1 c_1 d_1 a_2 b_2 c_2 d_2 a_3 b_3 c_3 d_3 a_4 b_4 c_4 d_4$  a probabilităților apariției defectărilor din cauza uzurii, oboselii, îmbătrînirii, etc., indică momentul sau intervalul de prestații ( $y_2 - y_1$ ) cînd se impune retragerea locomotivei pentru reparația cu ridicarea (RR) sau generală (RG).

#### 1.4.2.- Calculul practic și structura ciclurilor de reparație al LDE. și LE.

##### 1.4.2.1.- Calculul practic pentru LDE. 2100 CP.

Pe baza criteriilor care stau la baza schemei de mai sus și ipoteza că probabilitățile defectării locomotivelor corespunde funcției  $\lambda(t)$ , care s-a verificat pentru multe mașini și agregate care intră în compunerea LDE, se propune ca schema de periodicitate a reparațiilor LDE. 060-DA să fie întocmită astfel (fig.1.16):

Schema pentru un ciclu este formată din patru intervale de prestații corespunzător succesiunii reparațiilor cu ridicare (RR) și reparațiilor generale (RG).

In fig.1.16 se propune, pe baza teoriei matematice de siguranță, schema de periodicitate a reparațiilor locomotivelor în general într-un ciclu care ține seama de defectările mai frecvente care se suc-

In fiecare interval de prestații, variația funcției intensității refuzului de serviciu urmărește curba din fig.1.15.

In perioada I - termenul de garanție - (fig.1.15) probabilitățile defectării din cauza montajului și a prelucrării unor reperi, scade repede după o curbă cu tangenta puțin oblică față de verticală.

In perioada II - funcționarea normală - în intervalul de la  $b-c$  când se efectuează prestațiile  $(x_2-x_1)$  km, probabilitățile defectărilor sînt constante -  $\lambda_0$ . In schema propusă  $\lambda_0=1$ , adică o defectare mai mare la 100.000 km parcurși. Această frecvență s-a observat la unele administrații de căi ferate străine. /91/.

In perioada III, în timpul accentuării apariției defectelor - de oboseală, de îmbătrînire și acumulării uzurilor, corodărilor - curba probabilităților crește mult.

Schema de periodicitate  $a_1b_1c_1d_1a_2b_2c_2d_2a_3b_3c_3d_3a_4b_4c_4d_4$  s-a propus în ipoteza că probabilitățile de apariție a defectelor urmează funcția intensității refuzului de serviciu  $\lambda(t)$  și are deosebită importanță pentru exploatarea locomotivelor de la trenuri cu viteze mari prin faptul că comparînd realitatea cu coordonatele funcției  $\lambda(t)$  pentru o prestație  $p_{x_3}$  după un timp  $t_{x_3}$ , de exemplu, dacă  $p_{x_3}=200000$  km, se poate face prognoza la ce se poate aștepta în privința siguranței de funcționare în timpul  $t_{x_4} > t_{x_3}$ .

Curba (fig.1.16) s-a construit în ipoteza probabilității  $\lambda_0 =$  constant,  $= 1$  la  $10^5$  km și  $d_1;d_2;d_3;d_4 = (2-3) \lambda_0$ .

Punctele  $d_1, d_2, d_3$  și  $d_4$  se definitivează în soluția optimă între cheltuielile defectărilor - în intervalul de la punctul  $c_1, c_2, c_3$  dau  $c_4$  și pînă la  $d_1, d_2, d_3$  sau  $d_4$  - și beneficiile care rezultă din mărirea prestațiilor peste punctul  $c_x(c_1, c_2, c_3, c_4)$ .

In concluzie, reviziile și reparațiile locomotivelor și în general ale diferitelor mașini trebuie să îndeplinească două condiții:

- să asigure funcționarea (circulația) regulată, fără refuz de serviciu cu o probabilitate în limite fixate;

- să fie eficiente pentru acest fel de mașini;

Îndeplinirea acestor condiții majore impune întocmirca schemelor raționale de periodicitate a reparațiilor într-un ciclu, mai ales pentru circulația cu viteze mari.

Ciclurile de revizii și reparații, întocmite pe baza probabilității defectărilor, vor trebui să fie urmărite, comparate și îmbunătățite pe parcurs, cu rezultatele obținute în exploatare.

#### 1.4.2.2.- Structura ciclurilor de reparații a LDE și LE.

Ciclurile de funcționare între două intervenții tehnice de același fel, se stabilesc în funcție de numărul de km.parcurși în ex-

ploatare sau după timpul de folosire. În conformitate cu prevederile normativului tehnic republican în vigoare pentru întreținerea și repararea mijloacelor de transport feroviar (cod.60), intervalul de funcționare se poate da și sub formă de fracție (numărătorul reprezintă timpul iar numitorul nr.km. pe care trebuie să-l parcurgă mijlocul de transport).

Introducerea în reparație se poate face când se îndeplinește una din condiții (de timp sau km), iar structura, felul și denumirea intervențiilor sînt diferențiate după natura sistemului de tracțiune.

Pentru mijloacele de transport feroviar care se repară de către I.M.M.R. Craiova, (LDE. și LE) structura ciclurilor de reparații prevăzută în normativul menționat se dă în tabela 1.2:

Tabela 1.2

Cod de clasificare	Denumirea tipului de vehicul	Durata de serviciu (ani)	Ciclul de reparație		
			RC.		RR.
			RR. ani/ mii km.	RG. ani/ mii km.	RR. ani
600.010	LDE. 2100 CP.	35	3/300	6/650	17,5
600.305	LE. 5100 kW.	40	5/480	10/960	20

## 2.- ORGANIZAREA SISTEMELOR DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII A L.D.E. ȘI L.E.

### 2.1.- Sistemul de întreținere preventiv-planificat

#### 2.1.1.- Intreținerea preventivă - factor determinant în prelungirea ciclului de viață a L.D.E. și L.E.

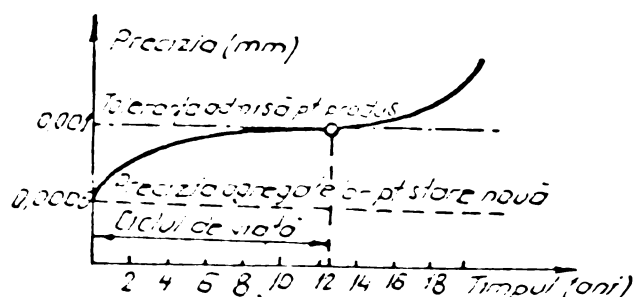
A întreține locomotivele în exploatare în mod corespunzător înseamnă a repara mai puțin, cheltuielile efectuate cu întreținerea fiind mult mai mici decât cele solicitate de reparații. La prima vedere aplicarea unui sistem de întreținere preventivă este mai costisitor decât folosirea sistemului clasic, dar efectele aplicării sistemului, materializate prin reducerea numărului de opriri accidentale și prelungirea vieții locomotivelor fac rentabilă aplicarea unui astfel de sistem. /64/.

Prevederea defectiunilor - cu o anumită probabilitate - permite cunoașterea înainte de apariția acestora ce piese trebuie înlocuite, creându-se posibilitatea dimensionării - conform necesarului - a stocurilor de piese de schimb, diminuându-se astfel imobilizările de fonduri bănești, spații de depozitare, etc.

Intreținerea în stare de funcționare a locomotivelor este condiționată și de folosirea lor rațională care presupune respectarea condițiilor prevăzute de instrucțiunile tehnice de exploatare a vehiculelor pe calea ferată /105/.

Opririle accidentale, uzurile premature aduc întotdeauna cheltuieli suplimentare, întârzieri în realizarea producției fizice, nerealizarea sarcinilor de transport, scurtarea ciclului de viață al acestora.

Dacă ne referim la aspectul preciziei în funcționare a unui agregat putem spune că aceasta variază în timp, că există niște limite de la starea nouă pînă la starea de uzură cînd precizia nu se mai asigură la piesele executate (fig.2.1.)



În ceea ce privește avantajele aplicării întreținerii preventive, urmărind fig.2.2 ne putem da seama că viața unui agregat se prelungeste cu aproape 6 ani în aceleași condiții normale de exploatare. /107/.

Fig.2.1. Ciclu de viață al unui agregat.



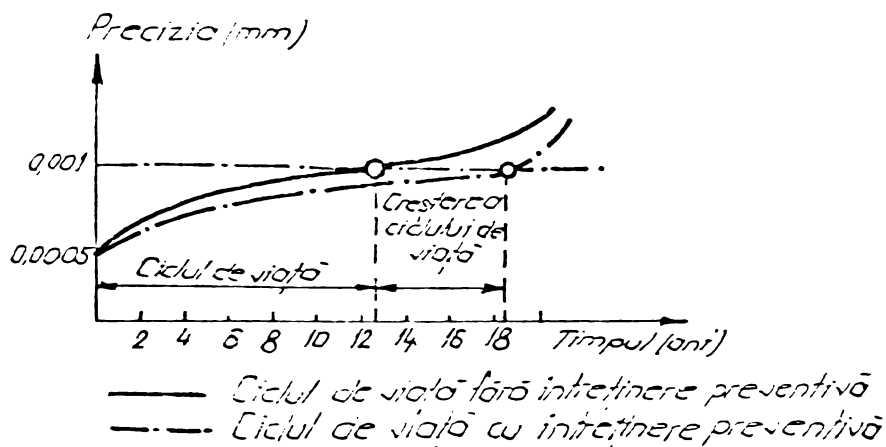


Fig.2.2. Prelungirea ciclului de viață al agregatelor prin efectuarea întreținerii preventive.

### 2.1.2.- Întreținerea preventivă și costurile în exploatare

Dacă pe baza unor date statistice ce se înregistrează în exploatare se efectuează o reprezentare grafică în care se ia pe ordonată costurile iar pe abscisă frecvența de execuție a operațiilor, constatăm că putem avea diferite situații, costurile pot crește sau pot scădea în funcție de întreținerea și reparațiile executate, de calitatea acestora și modul de exploatare (fig.2.3.) /6/.

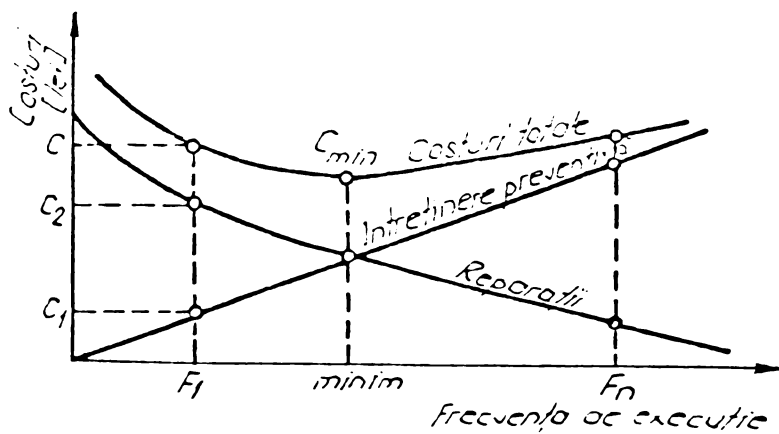
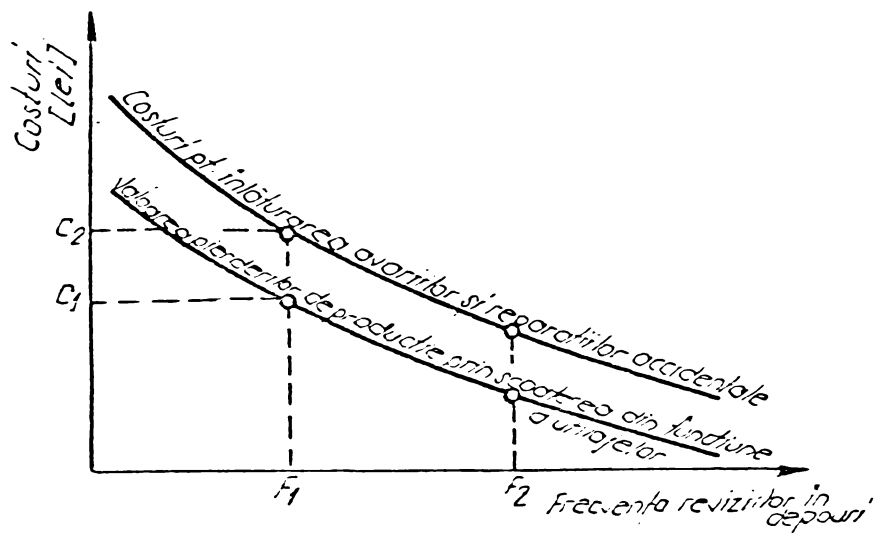


Fig.2.3. Costurile în funcție de frecvența de execuție a operațiilor  
mai mari (fig.2.4) /6/.

### 2.1.3.- Avantajele aplicării sistemului

Sistemul de întreținere de tip preventiv-planificat comportă lucrări specifice care depistează prin reviziile tehnice (RT, R1, R2 ce se execută în unitățile de exploatare) piesele sau subansamblele defecte și procedează la înlocuirea sau repararea lor, înainte de a se deteriora complet și în mod neașteptat. Se execută de asemenea în-



**Fig. 2.4. Valoarea pierderilor, funcție de frecvența reviziilor**

principal în:

- punerea în funcțiune și reglarea agregatelor cu recomandarea respectării întocmai a instrucțiunilor de reglare și exploatare;
- prevederea instrucțiunilor de manevrare-manipulare, de întreținere și exploatare de către personalul deservent;
- stabilirea perioadei de verificări parțiale (revizii ale subansamblelor și accesoriilor);
- stabilirea perioadei de verificări generale, când, cum, cu ce, de cine, ce parametri se urmăresc, unde se notează, unde se raportează, la ce folosesc;

Din cele de mai sus reiese faptul că la acest sistem de întreținere preventiv-planificat este necesară respectarea unui anumit program desfășurat pe baza instrucțiunilor de exploatare, întreținere și reparare. Totodată este necesară crearea unei importante baze de informații privind:

- evidența mijloacelor de transport din dotare;
- timpul de lucru și regimul de utilizare al locomotivelor;
- istoricul defecțiunilor pe genuri și tipuri de locomotive;
- frecvența defecțiunilor în exploatare;
- cauzele care au generat defecțiunile în exploatare;
- intervențiile și modificările survenite, etc.;

Fără aceste informații, acumulate și completate, în timp, un sistem de întreținere preventiv-planificat nu poate fi viabil.

Aplicarea întreținerii de tip preventiv-planificat a necesitat crearea unui compartiment de reparații bine organizat, care are

locuirea sistematică a anumitor piese a căror durabilitate este cunoscută statistic, evidențiindu-se folosirea acestora până la completa lor ieșire din serviciu.

Întreținerea de tip preventiv-planificat a LDE și LE constă în

ca sarcină remedierea defecțiunilor ivite în decursul reviziilor și a opririlor accidentale, care nu pot fi complet înlăturate.

Sistemul de întreținere de tip preventiv-planificat își găsește o largă aplicabilitate - fiind un sistem modern - întrucât depistează, printr-un program de verificări în scopuri preventive, defecțiunile ce pot apare datorită uzurii și nominalizează căile și metodele pentru eliminarea lor.

Sistemul de întreținere de tip preventiv-planificat prezintă o serie de avantaje de ordin tehnic, economic și de organizare, printre care se pot enumera :

- micșorarea numărului opririlor utilajelor prin diminuarea frecvenței apariției defectelor;
- înlocuirea reparațiilor care apar ca urmare a defecțiunilor (accidentelor) prin întreținerea programată de tip preventiv-planificat;
- cheltuieli cu reparațiile planificate mai mici, datorită faptului că unele reparații sînt executate înaintea apariției unei defecțiuni;
- descoperirea pieselor a căror întreținere este costisitoare, creînd posibilitatea studierii cauzelor care conduc la uzura acestora, cu posibilități de înlăturare a acestor cauze;
- diminuarea numărului de reparații importante și eliminarea repetării unor lucrări identice;
- asigurarea unei bune conservări a agregatelor;
- stabilirea cu mai mare precizie a necesarului de piese de schimb, deci diminuarea stocurilor;
- producție continuă de bună calitate și la termen;
- creșterea siguranței în exploatare a mașinilor și a N.T.S.M.;
- scăderea costului de întreținere a produselor;
- încărcarea mult mai constantă a forței de muncă;

#### 2.1.4.- Organizarea întreținerii de tip preventiv-planificat

Sistemul de întreținere preventivă deplasează întreținerile înainte de defectarea locomotivelor, accentul în acest sistem se pune pe prevenirea nu pe înlăturarea defecțiunilor acestora. Prevenirea defecțiunilor se face printr-o întreținere riguroasă efectuată la anumite intervale și cu operații bine precizate, așa cum sînt schițate în fig.2.5.

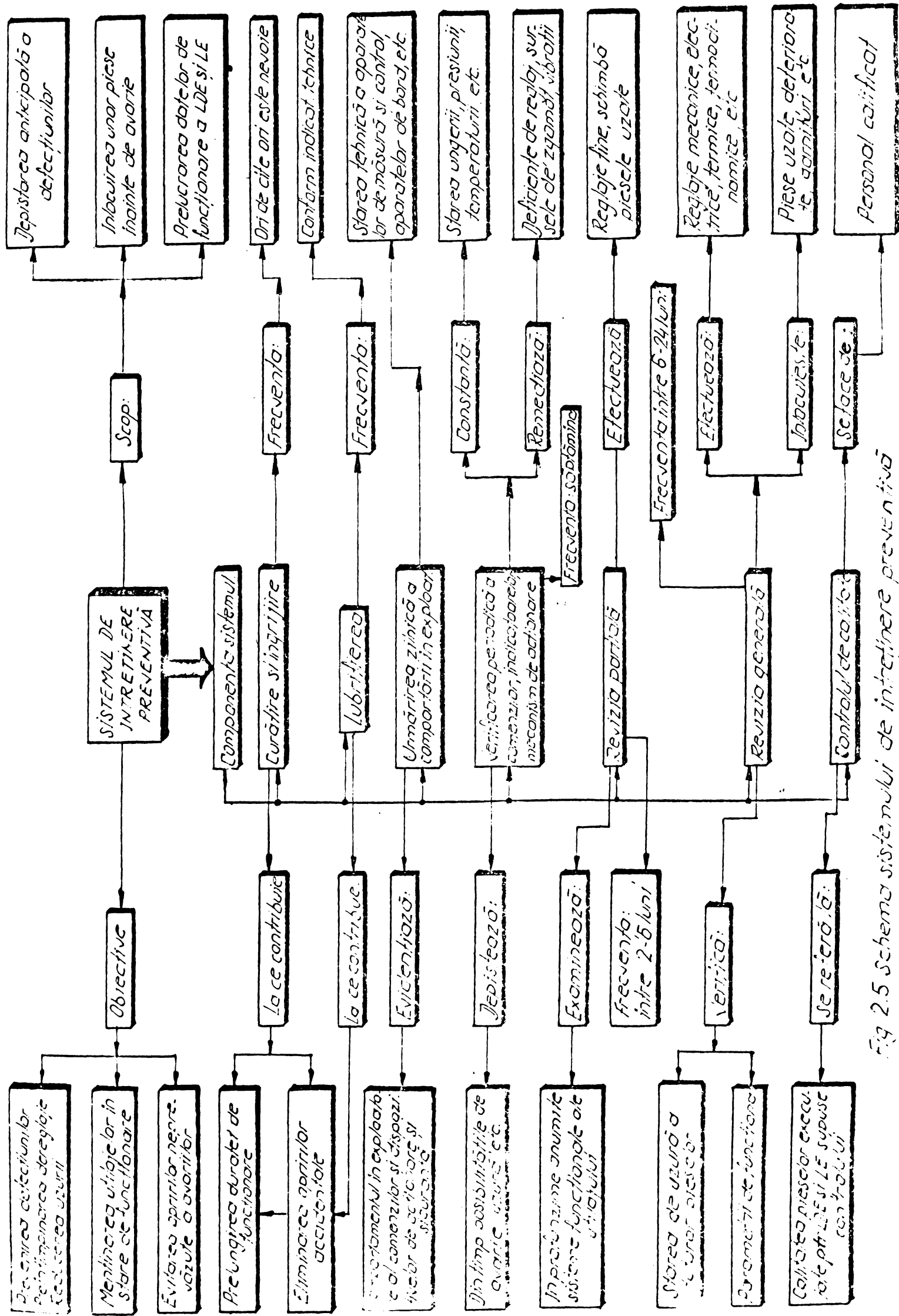


Fig. 2.5 Schema sistemului de intretinere preventivă

### 2.1.4.1.- Obiectivele sistemului

Principalele obiective ale sistemului sînt:

- evitarea îmbătrînirii și prelungirea duratei de viață prin verificări periodice, reglări, revizii parțiale și generale, modernizări, înlocuiri de piese cînd situația impune aceasta;
- menținerea randamentului la parametri dați de constructor cît și depășirea acestora prin mecanizări și automatizări;
- evitarea scoaterii accidentale din lucru prin înlocuirea din timp a pieselor uzate;
- reducerea costurilor prin repararea și înlocuire de piese din timp, cînd și cît trebuie, evitarea stocurilor de piese de schimb, materiale, etc.;

### 2.1.4.2.- Lucrări și operații specifice L.D.E.

/29.58.95.100/

La reviziile locomotivelor se prevăd în general următoarele lucrări:

Revizia zilnică (RZ) se face în depouri în scopul verificării și al ungerii unor ansambluri fără demontare de piese. Cu ocazia reviziei zilnice, se ia proba de ulei din baia de motor și se trimite pentru analiză la laborator. /15/.

Revizia tehnică (RT) este o revizie preventivă ce se execută la LDE. 2100 C.P. după efectuarea a 16.500 km, în circa 420 ore de funcționare. Această revizie are ca scop să revizuiască echipamentele de rulare, electric și termic, fără demontare, urmărind să asigure o bună funcționare a locomotivei pînă la următoarea revizie.

- La echipamentul termic și instalațiile auxiliare : înlocuirea elementelor filtrului de aer la turbosuflantă, revizuirea filtrelor fine pentru combustibil, curățirea centrifugelor de ulei, verificarea la stand a injectoarelor.

- La echipamentul mecanic și pneumatic : verificarea instalației de uns buza bandajului, revizuirea și ungera dispozitivelor de tracțiune și ciocnire; verificarea uzurii buzei bandajului; ungera aparatului de vitezometru.

- La echipamentul electric : curățirea mașinilor electrice prin suflarea cu aer comprimat; verificarea colectorului și a uzurii periiilor mașinilor electrice, etc.

Revizia 1 se execută după un parcurs de 33000 km în circa 840 ore de funcționare.

Scopul acestei revizii este de a asigura funcționarea în bune condiții și, în special, de a verifica agregatele principale fără demontare. Pentru aceasta se execută lucrări, afară de reparațiile

**efectuate la RT, la următoarele agregate:**

- la echipamentul termic și instalațiile anexe: în special filtre fine de ulei;

- la echipamentul mecanic și pneumatic, în special la partea de rulare;

- la echipamentul electric, în special controlul colectorului la motoarele electrice de tracțiune; la generatorul principal și auxiliar și al cablurilor de la aparate;

Revizia 2 se execută după un parcurs de 66.000 km în 1.680 ore de funcționare. Revizia 2 are ca scop executarea reviziei tehnice și verificarea părților principale ale motorului diesel, transmisiei electrice, părților de rulare, instalațiile anexe și aparatura de măsură,

Se execută următoarele lucrări mai importante:

- la echipamentul termic și instalații auxiliare : controlul jocului la supapele de admisiune și evacuare; înlocuirea uleiului; controlul releelor; revizuirea regulatorului de câmp și instalațiilor de combustibil;

- la echipamentul mecanic și pneumatic : controlul părții de rulare;

- la echipamentul electric : verificarea forței de apăsare a arcurilor de la perile mașinilor electrice și de asemenea a vitezometrelor;

Reparația cu ridicare (RR) are ca scop, după un parcurs de circa 330.000-400.000 km în circa 8.000-8.400 ore de funcționare, revizuirea întregii locomotive, cu recondiționarea sau înlocuirea acestor piese, care prezintă uzuri sau defecte care nu asigură o funcționare în deplină siguranță.

La RR se execută reparația locomotivei fără demontarea grupului motor-generator. În cazul când motorul diesel, generatorul principal sau motoarele de tracțiune etc. necesită reparații care nu se pot executa prin simpla înlocuire a piesei sau a reperului component defect cu piesă de schimb, atunci agregatul respectiv se înlocuiește cu unul din rezervă. Reviziile și reparațiile care se execută cu ocazia reparației cu ridicare sînt următoarele:

a) Se demontează la MD. și instalațiile auxiliare următoarele:

- capacele motorului; mecanismul de distribuție; injectoarele și pompele de combustibil; chiulasele, supapele de admisiune și evacuare; pistoanele motorului diesel, segmentii și bolțurile de piston; biețele și cuzineții superiori și inferiori ai biețelor; cămășile cilindrilor (se demontează cel puțin o cămașă dinspre partea apei, pentru controlul stării); lagărele arborilor cotiți (lagărele se demontează individual); lagărele angrenajelor, pompa de apă,

pompa de ungere și de combustibil; supapa de siguranță a sistemului de ungere sub presiune; generatorul tahometrului; compresorul; turbosuflantă; agregatul de încălzire de pe locomotivă (de tip Vapor);

Se verifică și se măsoară următoarele:

- mecanismul de distribuție (măsurarea se face după montare); cămășile cilindrilor (se măsoară nedemontate); pistoanele de la motor și segmentii (segmentii vechi se remontează după ce se curăță); arborii cotiți nedemontați, măsurându-se deflexiunea și uzura; cuzineții de bielă se înlocuiesc; angrenajele de sincronizare (care le nevoie se demontează); angrenajele de acționare a arborilor de comandă a distribuției; supapa de siguranță a instalației de ungere sub presiune;

Se repară sau se înlocuiesc următoarele:

- supapele de admisiune și de evacuare; inelele de cauciuc, tuburile de cauciuc și garniturile de etanșare (se înlocuiesc); injectoarele, iar după recondiționare se probează pe stand; aparatura electrică și pneumatică, iar după reparație se probează;

Se curăță: blocul cilindrilor și carterul, rezervorul de combustibil, filtrele de ulei, instalația de răcire și de aer, schimbătorul de căldură.

b) Se demontează la partea electrică :

- motoarele electrice de tracțiune, electromotoarele de la mașinile auxiliare din cutia locomotivei; generatorul principal și auxiliar (se demontează numai dacă se stabilește necesitatea acestei operații); rotoarele motoarelor electrice de tracțiune, se demontează din statoarele respective, se controlează și se repară; aparatura electrică, fără instalație (cabluri), care se demontează dacă are defecte;

Se repară : carcasa motoarelor electrice de tracțiune; se sudează găurile șuruburilor supralărgite sau având crăpături; se sudează crăpăturile în corpul carcasei și uzurile scaunelor capacelor și ale scuturilor cu rectificarea ulterioară a lor; polii principali și secundari; se repară prin înlocuirea totală sau parțială a izolației bobinelor; la rotor se înlocuiește : înfășurarea rotorului, pealele și colectorul (complet sau parțial); după reparație, atît bobinele polilor cît și rotorul se impregnează, rotorul se bandajează și după asamblare se probează; aparatura electrică se repară prin înlocuirea părților defecte (contacte, lamele, bobine, legături, etc.) și apoi se probează; în intervalul dintre două reparații generale, aparatura se înlocuiește, de obicei, în cea mai mare parte; bateria de acumulatori se înlocuiește;

c) Se demontează la partea mecanică următoarele: cutia

locomotivei, după ridicarea de pe boghiuri, se demontează tamponalele, cârligele de tracțiune, capacele de la acoperiș, ușile, filtrele de aer, etc.; boghiurile după decuplare se demontează complet; la osiile montate se demontează cutiile de osie cu lagărele cu rulmenți, etc.;

Se repară părțile următoare: cutia locomotivei, se verifică, se măsoară și se repară în locurile defecte, iar apoi se vopsește interior și exterior; boghiurile se măsoară, se repară, se vopsesc; osiile montate, se controlează, se repară și se reprofilează bandajele; suspensia, barele de frână, cutiile de osie cu lagăre cu rulmenți; se controlează și se repară; instalația de uns buza bandajelor și vite-sometrul, se controlează și se repară;

Locomotivele reparate execută parcursurile de probe prescrise.

## 2.2.- Sistemul de reparații al LDE. și LE.

### 2.2.1.- Obiectivele principale ale sistemului de reparații

În vederea asigurării unor condiții de eficiență optimă, obiectivele principale ale sistemului de reparație a L.D.E. și L.E., se consideră următoarele :

- producția întreprinderii să asigure menținerea în stare de funcționare a întregului parc de locomotive;
- limitarea la minimum a costurilor de reparație prin optimizarea operațiilor specifice activității;
- asigurarea unei calități a reparațiilor care să corespundă prescripțiilor din instrucțiunile CFR;

Luând în considerare factorii de acțiune proprii din întreprindere și stabilind forme de organizare a reparației pe baza teoriei siguranței în funcționare, realizarea obiectivelor principale ale activității de reparație a L.D.E. și L.E., au impus adoptarea următoarelor măsuri tehnico-organizatorice :

- stabilirea tipului de organigramă pe baza metodelor organizării industriale în scopul aplicării tehnologiilor specifice (fig.2.6);
- adoptarea pentru reparația locomotivelor a unei tehnologii avansate;
- organizarea secțiilor și a sectoarelor dotate corespunzător cu utilaje și mașini;
- organizarea formațiilor de lucru dotate cu accesoriile necesare, cu aparate de măsură și control, piese de schimb și materiale specifice;
- elaborarea pe baze științifice a unui program (instrucție) de reparat pentru fiecare tip de locomotive;



- aplicarea noutăților tehnice și de organizare în domeniul reparațiilor;

- culegerea și păstrarea unui volum de date și informații, care să permită calculul probabilistic pentru fiabilitatea locomotive-  
lor mentenanță și disponibilitatea acestora;

- stabilirea unui sistem de lucru și informare simplu care să corespundă și să cuprindă totalitatea acțiunilor ce se întreprind;

- actualizarea permanentă a documentației tehnice și păstrarea acesteia în stare corespunzătoare;

- aplicarea metodelor și a tehnicilor moderne de reparație și de recondiționare a pieselor;

- optimizarea aprovizionării cu piese de schimb în funcție de graficul de execuție al lucrărilor de reparație al locomotivelor;

- organizarea selecționării personalului, pregătirii și formării acestuia în conformitate cu cerințele producției și specificul reparațiilor;

- crearea unui sistem informațional rațional, simplu și eficace care să răspundă tuturor exigențelor privind starea tehnică și de intervenție pentru fiecare locomotivă;

Avantajele organizării sistemului de reparație al locomotive-  
lor în întreprindere specializată sînt următoarele:

- producerea și recondiționarea pieselor de schimb în condiții economice;

- organizarea în flux a lucrărilor de reparații;

- specializarea personalului pe specific de lucrări;

- asigurarea unei calități sporite a lucrărilor executate;

- reducerea duratei de reparații;

- productivitatea muncii ridicată;

- costuri de realizare mici, datorită mecanizării și automatizării lucrărilor;

### 2.2.2.- Structura de organizare a sistemului

O întreprindere mecanică de reparat locomotive este compusă - în general - din următoarele compartimente funcționare (fig.2.6):

- compartimentul tehnic, cuprinzînd : colectivul de proiectare, pregătirea și urmărirea producției precum și organizarea producției și a muncii;

- compartimentul comercial compus din serviciul de aprovizionarea materialelor și a pieselor pentru reparații precum și grupa de desfacere și transporturi;

- compartimentul financiar-contabil cu activitățile specifice cuprinzînd și analizele economice, controlul financiar intern, etc.;

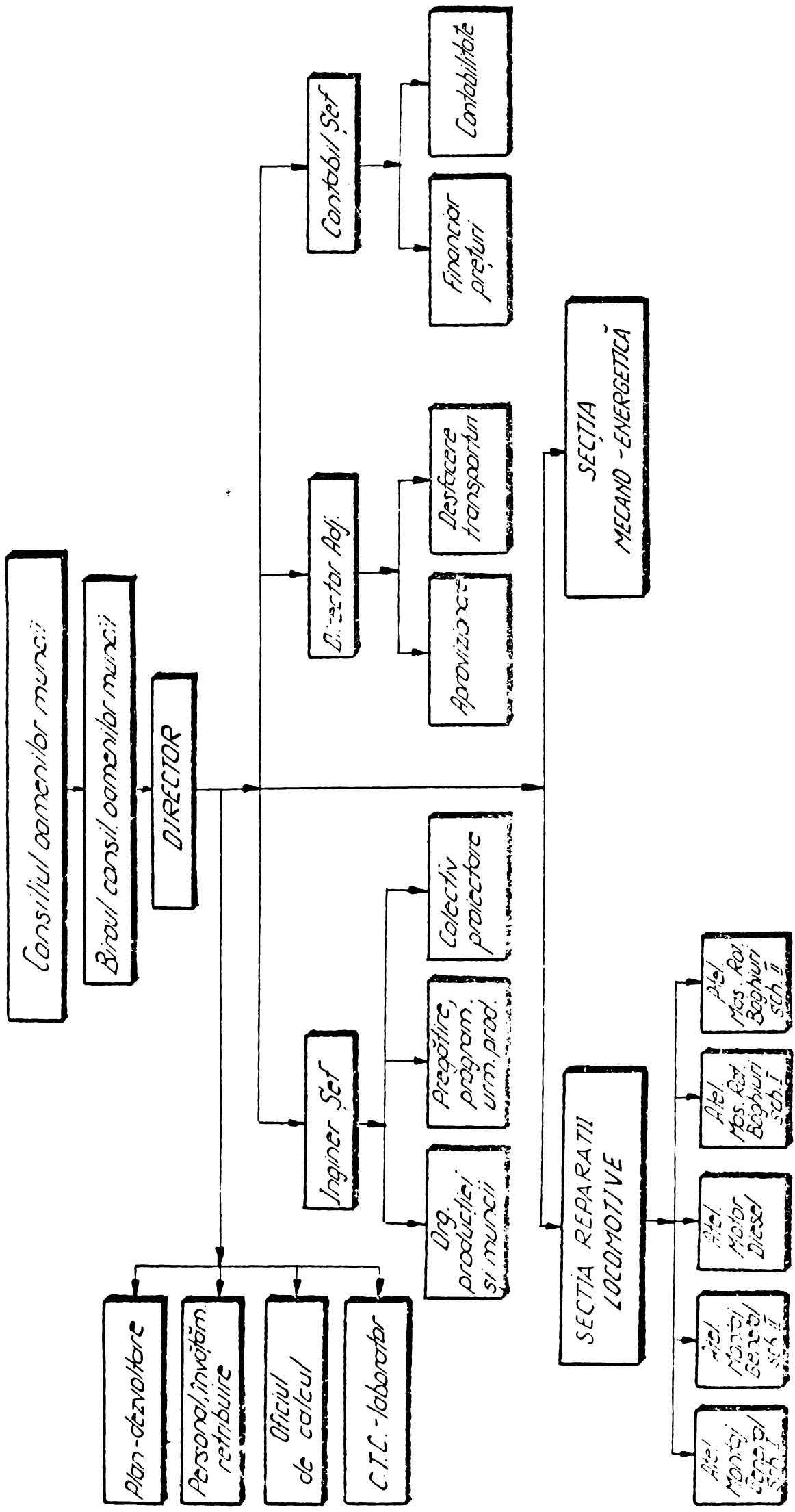


Fig 26 Organigrama întreprinderii LDE SILE

- compartimentul de planificare, care se ocupă de elaborarea planului anual și defalcarea lui pe trimestre și luni, raportează realizarea lui și a măsurilor tehnico-organizatorice;
- compartimentul control-tehnic preventiv;
- compartimentul de programare automată a datelor;
- compartimentul de personal, învățămînt și retribuire;

În cadrul structurii de organizare a întreprinderii un rol deosebit pentru activitatea de reparații îi revine secției de reparat locomotive, ale cărei principale relații sînt prezentate în fig.2.7.

Conform fig.2.7 între compartimente se stabilesc următoarele relații :

- 1) Transmite informări privind consumurile specifice de materiale, piese de schimb, documentații pentru reparații. Primește documentații și planurile aprobate.
- 2) Transmite dări de seamă statistice pentru activitatea specifică. Primește indicații de completare a dărilor de seamă.
- 3) Transmite propuneri de plan de reparații, norme de consum de piese de schimb, raportări. Primește planurile aprobate, norme de consum, indicații de lucru specifice.
- 4) Transmite informări asupra executării lucrărilor de reparații, stadiul contractării și aprovizionării cu materiale, SDV-uri, piese de schimb și utilaje pentru activitatea mecanică, programe de măsuri și propuneri de îmbunătățire a activității. Primește programe de măsuri avizate, hotărîri, decizii ale conducerii, alte dispoziții.
- 5) Transmite propuneri de plan cooperare în domeniul execuției pieselor de schimb, comenzi. Primește comenzi și contracte.  
Transmite informări operative privind activitatea secției, lucrări spre aprobare. Primește lucrările aprobate, indicații și dispoziții de lucru.
- 6) Transmite propuneri de plan reparații, informări privind realizarea indicatorilor de plan-producție la activitatea de reparații, teme, studii și proiecte pentru avizare în CTE. Primește planul de producție al întreprinderii pentru reparații, teme, studii și proiecte avizate,
- 7) Transmite necesarul de forță de muncă pe structuri, date privind fluctuația și starea disciplinară a personalului, programul pentru perfecționarea pregătirii profesionale a cadrelor proprii, informări asupra elaborării și aplicării studiilor de organizare a activității de personal. Primește indicații privind aplicarea sistemului de remunerare a muncii, programul de perfecționare a pregătirii profesionale a cadrelor, studii de organizare a muncii și personalului, specifice sectorului, norme și normative de personal.

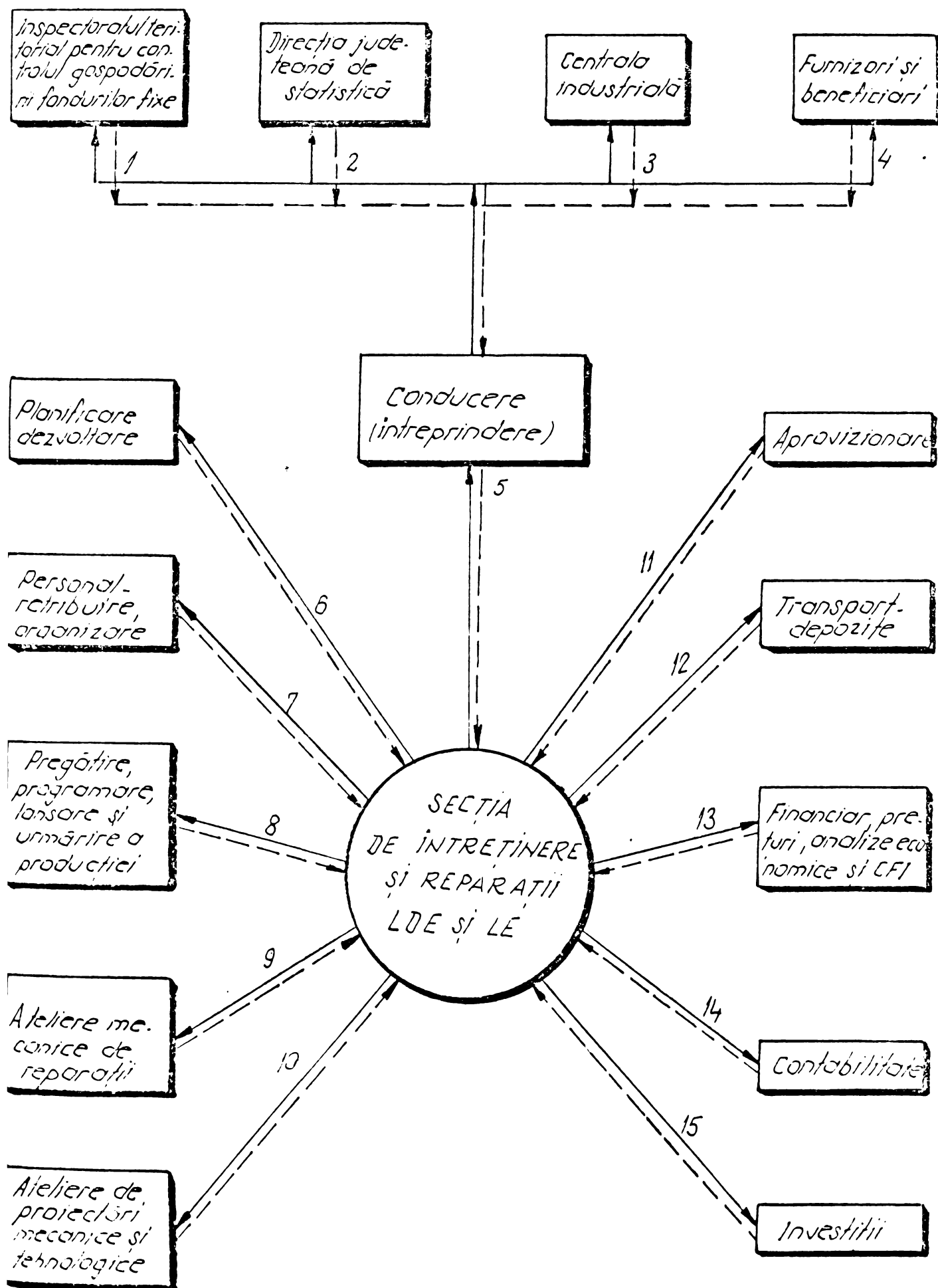


Fig. 2.7 Diagrama de relații pentru secția de întreținere și reparații LDE și LE

8) Transmite planul de producție decadal, lunar, trimestrial și urmărește realizarea zilnică, lansează documentele de producție.

9) Primește comunicări privind defecțiunile apărute, propuneri pentru opririle mașinilor, instalațiilor pentru revizii și reparații (utilaje din dotare).

10) Transmite teme de proiectare pentru piese de schimb și utilaje care urmează a le executa. Primește studii și proiecte pentru avize de specialitate și execuție, documentații elaborate.

11) Transmite propuneri pentru stabilirea necesarului de aprovizionat cu, lubrifianți, piese de schimb, materiale necesare lucrărilor de întreținere și reparații, fișe tehnice de import pentru aparate de măsură, etaloane. Primește informații asupra stadiului aprovizionării și asupra stocurilor de materiale și piese fără mișcare, sau cu mișcare lentă; informații privind fondul valutar al importurilor.

12) Transmite graficul de execuție al lucrărilor de reparații la unele mijloace de transport. Primește necesarul de reparații la mijloacele de transport.

13) Transmite contractele și comenzile pentru executarea de lucrări de către terți, în vederea angajării fondurilor necesare. Primește contractele și comenzile vizate.

14) Transmite comenzi și foi de constatare pentru piese de schimb confecționate, pentru întreținere și reparații, producția neterminată pe comenzi, documentația de casare a mijloacelor fixe, transformări de mijloace fixe. Primește situația producției neterminate ce depășește 90 zile, avizarea antecalculului pentru piesele de schimb confecționate în atelierele proprii sau în afară, comenzile cu regim ocazional, recalulate.

15) Transmite documentația avizată în vederea includerii în plan la poziția dotării și înlocuiri cu utilaje. Primește confirmarea de includere în planul de investiții, deschiderea finanțării pentru dotări și înlocuiri de utilaje de producție.

### 2.2.3.- Lucrări și operații de bază

Reparația generală (RG) a L.D.E. și L.E. se efectuează în întreprinderi specializate, pe baza unor norme tehnice interne (instrucții de reparat) /loo/ și a unor procese tehnologice care în mare parte sînt similare celor din fabricație, deosebindu-se de acestea prin următoarele:

- la reparație, o mică parte de subansamble, instalații ale locomotivelor după reparație rămîn în starea în care au venit în uzină, fiind numai demontate, verificare, curățite și montate;

- majoritatea pieselor și subansamblelor cu ocazia reparațiilor se recondiționează; ./.

- unele piese și subansamble se înlocuiesc;
- agregatele, subansamblele și piesele la care uzurile normale depășesc limitele admise, în intervalul dintre două reparații generale, trebuie să fie controlate la toate reviziile mari pentru a se preveni transformarea lor în uzuri anormale și cu consecințe grave;
- agregatele, subansamblele și piesele uzate se recondiționează la treapta de uzură următoare, dacă această lucrare este rentabilă;
- imobilizarea în reparație a locomotivelor se stabilește în funcție de : producția anuală și de durata lucrărilor; de demontarea și montarea locomotivei și a agregatelor care se înlocuiesc sau se recondiționează;

RG I se execută după un parcurs de peste 660.000 km al LDE și peste 900.000 km pentru LE, prin demontarea completă a acestora. În cazul când M.D., generatorul principal sau motoarele electrice de tracțiune au fost înlocuite sau recondiționate cu ocazia RR, atunci aceste agregate se repară numai prin înlocuirea cu piese de schimb a părților componente defecte.

RG II se execută după un parcurs dublu față de RG-I, iar lucrările care se execută cu ocazia RG-I și RG-II sînt următoarele:

a/ la M.D. și instalații auxiliare se demontează și se recondiționează capacele; carterul și blocul cilindrilor, arborii cotiți, lagărele și locașele de lagăr; cămășile cilindrilor și segmentii pistoanelor se înlocuiesc; chiulasele se recondiționează prin sudare; biețele în general se înlocuiesc la fiecare a doua RG; cuzineții biețelor se înlocuiesc sau se recondiționează; pompele de combustibil se demontează complet și se înlocuiesc, total sau parțial, piesele componente; injectoarele se înlocuiesc sau se recondiționează; mecanismul de distribuție și supapele de admisiune și de evacuare se înlocuiesc sau se recondiționează; instalațiile de ungere, de răcire și echipamentul de combustibil se recondiționează; pompele de apă și de ungere se recondiționează; aparatele de control și de comandă și instalațiile aferente în general se recondiționează; rezervoarele de combustibil, de ulei, dacă sînt corodate sau crăpate se înlocuiesc, în caz contrar se repară; compresorul se recondiționează cu înlocuirea : lagărelor, pistoanelor, segmentilor, biețelor, reductoarelor, supapeilor, etc.;

b/ Se demontează complet și se recondiționează la partea electrică următoarele:

- generatorul principal, generatorul auxiliar, motoarele electrice de tracțiune, electromotoarele mașinilor auxiliare prin înlocuirea în total sau în parte a bobinelor statorului, înfășu-

rării rotorului, colectorului, lagărelor de aşezare, lagărelor cu rulmenţi, etc.; instalaţia de forţă, de lumină şi comandă; aparatura electrică;

c) Se demontează şi se recondiţionează la partea mecanică următoarele: cutia locomotivei se măsoară, se demontează tablele exterioare şi interioare după nevoie, se repară scheletul superior şi inferior prin îndreptarea sau prin sudarea unor porţiuni noi; se depresează pivoţii, se înlocuieşte sau se repară dispozitivul de ridicat locomotive; se recondiţionează tamponanele şi cîrligele de tracţiune etc.; boghiurile se măsoară, se repară sau se sudează locurile defecte, se înlocuieşte ansamblul crapodinei; arcurile cu foi, arcurile elicoidale, se înlocuiesc sau se repară şi se etalonează; suspensia, barele de frînă, frîna automată se recondiţionează; osiile montate se controlează cu defectoscoapele şi se măsoară cu sau fără demontarea roţilor şi cu înlocuirea şi reprofilarea bandajelor.

După efectuarea reparaţiilor necesare se execută parcursurile de probă prescrise.

Reparaţia capitală (RK) se face în uzina de reparat locomotive o singură dată în viaţa industrială a locomotivei.

Toate aceste operaţii se execută după un flux tehnologic a cărui desfăşurare se prezintă în fig.2.8.

#### 2.2.4.- Aplicarea cercetării operaţionale la reparaţiile LDE. şi LE.

##### 2.2.41.- Definire şi mod de cuprindere

Pentru rezolvarea problemelor de organizare, devenite tot mai complexe ca urmare a aplicării în producţie a celor mai noi realizări ale revoluţiei tehnico-ştiinţifice contemporane, organizarea şi conducerea ştiinţifică foloseşte un aparat matematic modern şi mijloace de calcul perfecţionate.

Dezvoltarea în ritm vertiginos a unor noi ramuri şi activităţi, ca şi continua modernizare a celor vechi, a impus adaptarea de noi metode matematice şi mijloace de calcul, în vederea completării celor vechi, devenite insuficiente. Au apărut astfel, ca o necesitate impusă de practica organizării şi a conducerii ştiinţifice, cercetarea operaţională.

Cercetarea operaţională poate fi definită printr-un cadru, prin tehnicile utilizate şi prin instrumentele de calcul. Cadrul cercetării operaţionale este determinat de o anumită concepţie şi metodologie generală de studiu, aceasta permiţînd utilizarea unor tehnici ştiinţifice, numeroase şi variate, care sînt, în general, matematice. Din cadrul tehnicilor matematice, cercetarea operaţională fo-

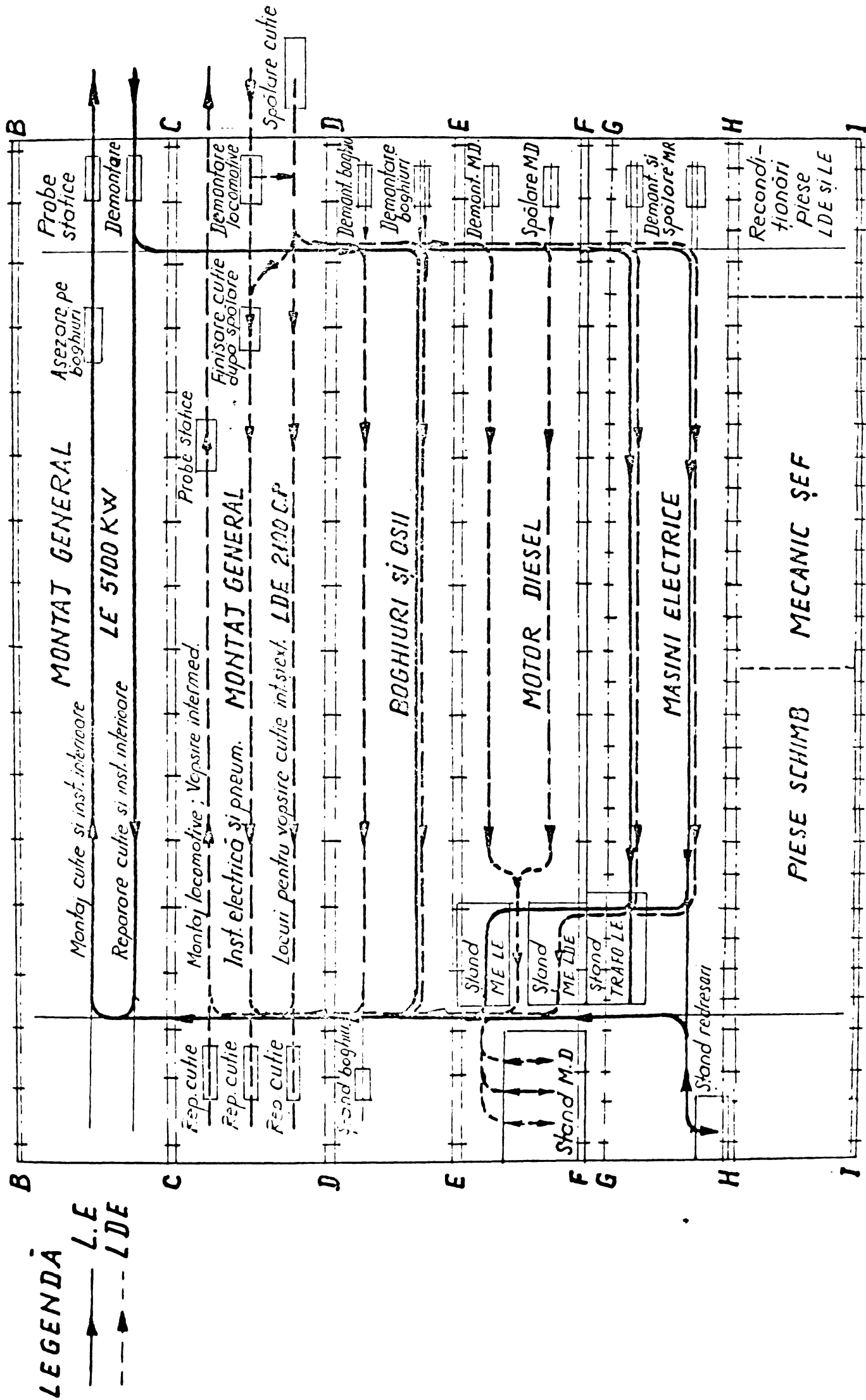


Fig. 2.8 Fluxul tehnologic pentru reparații LDE și LE



losește în mod curent teoria deciziei, teoria programării, teoria grafelor, teoria fenomenelor de așteptare și teoria uzurii, întreținerii și înlocuirii utilajelor. /34/.

O importanță deosebită în cercetarea operațională o are folosirea, în cadrul teoriei programării matematice, a programelor de ordonanțare, de programare liniară, de programare neliniară (pătratică, hiperbolică), de programare stohastică și programare dinamică, iar în cadrul teoriei fenomenelor de așteptare, a problemelor legate de firele de așteptare ș.a.

Instrumentele folosite de cercetarea operațională pot fi încadrate în două grupe și anume : a) instrumente matematice; b) alte instrumente.

Grupa instrumentelor matematice se poate divide și ea în două și anume: subgrupa instrumentelor clasice (din care fac parte, analiza matematică, calculul diferențial și integral, calculul probabilităților, analiza statistică, calculul aritmetic); subgrupa instrumentelor moderne (calculul matricial și vectorial, teoria mulțimilor, logica matematică, teoria grafelor, teoria proceselor stohastice).

Din grupa (b) fac parte calculatoarele electronice, tabele de numere aleatoare, precum și alte instrumente furnizate de diversele tehnologii sau științe.

În cele ce urmează se prezintă o aplicație a cercetării operaționale în întreținere și reparații.

#### 2.2.4.2.- Aplicarea metodei drumului critic la R.G. a L.D.E. /28/

În cadrul sistemului de reparație a L.D.E. se aplică metoda drumului critic care conduce la scurtarea duratei ciclului de reparație prin optimizarea proceselor tehnologice.

În exemplul următor, se va prezenta, cu ajutorul acestei metode avantajele reparației locomotivelor diesel în sistemul agregatelor și subansamblurilor de schimb, care duce la scurtarea substanțială a ciclului (imobilizării) de reparație.

Graficul de reparație a unei locomotive se compune din mai multe drumuri (fluxuri) de reparație : a agregatelor, ansamblurilor și subansamblurilor. În cazul tratat, reparația locomotivelor este prezentată prin recondiționarea următoarelor grupe :

grupa 1 - locomotiva; introducerea locomotivei în uzină și spălarea la exterior;

grupa 2 - cutia locomotivei; demontarea agregatelor, ansamblurilor, reparația cutiei, montajul general, probe de parcurs, vopsirea finală și predarea locomotivei;

grupa 3 - accesoriile cutiei locomotivei; demontarea, reparația și montarea accesoriilor (capace, cutii, lanternouri, ferestre, filtre de aer, dispozitive de cuplare, tamponațe și tracțiune);

grupa 4 - motorul diesel; demontare, recondiționare, încercări (rodaj și proba la reostat), vopsirea motorului diesel;

grupa 5 - generatorul principal și auxiliar, demontarea de la grupul motor-generator, reparație, încercări, montaj, proba la reostat cu motorul diesel;

grupa 6 - mașini auxiliare; demontare din cutie, recondiționare, încercări și montare (pompe, grup ventilator, schimbător de căldură, etc., fără electromotoarele respective);

grupa 7 - electroaparataj și electromotoarele mașinilor auxiliare; demontare, recondiționare și montare, precum și încercări;

grupa 8 - motoare electrice de tracțiune; demontare de la boghiuri, recondiționare, asamblare și încercări;

grupa 9 - boghiuri; demontare, recondiționare, asamblare, încercări și montare;

grupa 10 - suspensia cutiei și a boghiurilor; demontare, reparații, încercări și montare;

grupa 11 - frâna; demontare de la boghiuri, reparație, încercări și montare;

grupa 12 - osiile montate; demontare de la boghiuri, recondiționare și montare;

grupa 13 - cutii de osii cu rulmenți; demontare de la osiile montate, recondiționare și montare;

Graficul drumul critic s-a întocmit pentru grupele 1-13, pentru următoarele lucrări distincte (evenimente), care au fost însemnate cu numerele compuse din două cifre, din care prima indică grupa de agregate (ansambluri) și a doua cifră specificul lucrării.

Legenda lucrărilor care urmează a se efectua:

0.- Demontarea agregatului, ansamblului sau subansamblului de la cutia locomotivei.

1.- Transportul agregatului sau ansamblului de la cutia locomotivei la secția sau la atelierul specializat pentru reparație.

2.- Demontarea (ridicarea de pe osiile montate).

3.- Degresare, spălare (decapare).

4.- Măsurare, verificare, defectoscopie.

5.- Reparația cutiei sau agregatelor sau recondiționare prin înlocuire cu agregate, subansambluri sau ansambluri.

6.- Montajul general, asamblare (respectiv lăsarea pe osii montate).

7.- Încercări, rodaj, verificări, probe.

8.- Vopsire.

9.- Completări, recepția C.T.C. și a beneficiarului, predare.

Timpii pentru efectuarea acestor lucrări din graficul din fig. 2.9 vor fi  $t_0, t_1 \dots t_9$  între evenimente reprezentate prin cercuri, în care se trece numărul evenimentului respectiv.

De exemplu, demontarea motorului diesel din cutie - lucrarea  $t_0$  (40), va fi cuprinsă între evenimentul 20 - cutia locomotivei introdusă în hala montaj și evenimentul 40 - motorul diesel introdus în atelierul motor diesel.

Graficul drumului critic (fig.2.9) s-a întocmit în ipoteza că reparația locomotivei se realizează cu și fără utilizarea sistemului de lucru cu agregate, ansambluri sau subansambluri de schimb.

Sucesiunea tehnologică a evenimentelor și mărimea timpilor respectivi se dau în tabelul 2.1.

Drumul critic în cazul procesului de reparație a agregatelor și pieselor proprii, adică nu în sistemul cu agregate de schimb, este prezentat prin liniile (desenate cu linii groase) :  $L_1-10-20-50-51-52-53-54-55-56-57-58-46-47-48-26$  (MD) -  $26-27-28-29-L_p$ .

Durata (în ore) drumului critic este de :

$0-4-6-22-24-36-40-44-220-244-252-260-340-(8)-352(12)-362(10)-424(72-10) - 471(47) - 487(16) - 494(-7)$  ore. Adică drumul critic al procesului tehnologic de reparație al LDE. este de 494 ore sau de 31,8 zile lucrătoare a 16 ore/zi. Din graficul procesului, rezultă că drumul critic este determinat de durata reparației generatorului principal, de durata încercării la reostat a motorului diesel cuplat cu generatorul principal.

Durata procesului tehnologic de reparație a L.D.F. în sistemul cu agregate de schimb se micșorează substanțial prin faptul că cutia reparată nu trebuie să aștepte reparația motorului diesel și a generatorului principal. În acest caz, reparația este dată de "drumul critic II" :

$L_1-10-20-22-23-24-25-26$  (MD) -  $26-27-28-29-L_p$  cu durata de :

$0-4-6-22-30-34-98-108-170-217-233-240$ , ore, adică 240 ore sau 15 zile lucrătoare, a 16 ore/zi.

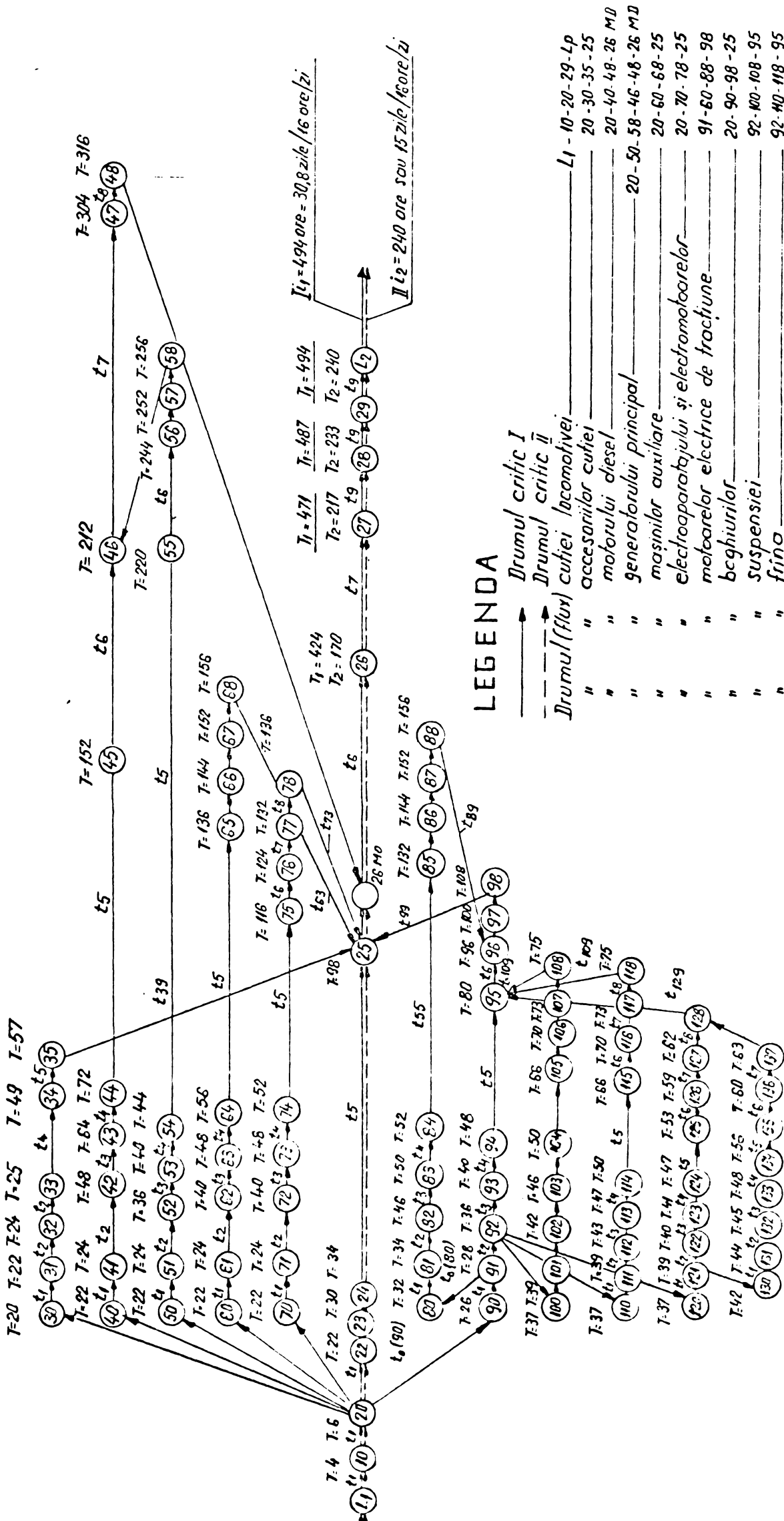


Fig.2.9 Graficul drumului critic pentru reparafia unei LDE 2100.C.P. (metoda PERT)

Evenimentul anterior	final grupa	Lucrarea	Timpul necesari pt. operatiile										Total t <sub>0-t9</sub>	Total t <sub>0-t9</sub>					
			t <sub>0</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>	t <sub>6</sub>	t <sub>7</sub>	t <sub>8</sub>	t <sub>9</sub>							
L <sub>1</sub>	10	1																	
10	20	2	Locomotiva-spalare în exterior															4	4
10	29	2	Cutia locomotivei - reparatie	3	2	16	8	4	64	72	47	16	7					240	240
20	30-39	3	Accesorile cutiei(capace, lanternouri, ferestre, filtre de aer, dispozitive de cuplare, tractiune și lagăre), reparatie	14	2	2	1	24	8	-	-	-	8				59	65	65
20	40-49	4	Motorul diesel - reparatie	16	2	24	16	8	80	72	80	12	10				320	326	326
20	50-59	5	Generatorul principal-reparatie	16	2	12	4	4	176	24	8	4	4				254	260	260
20	60-69	6	Masinile auxiliare(pompe, grup ventilator, schimbător de căldură, etc.) - reparatie	16	2	16	8	8	80	8	8	4	12				162	168	168
20	70-79	7	Electroaparatul și electromotoarele masinilor auxiliare - reparatie	16	2	16	8	4	64	8	8	4	12				142	148	148
20	80-89	8	Motoare electrice de tractiune-reparatie	4	2	12	4	2	80	12	8	4	4				132	160	160
20	90-99	9	Boghiuri - reparatie	4	2	8	4	8	32	16	4	8	4				90	112	112
20	100-109	10	Suspensia - reparatie	1	2	3	4	4	16	4	3	2	1				40	76	76
20	110-119	11	Frâna - reparatie	1	2	4	4	3	16	4	3	2	1				40	76	76
20	120-129	12	Osile montate - reparatie	1	2	-	1	1	6	6	6	3	3				29	65	65
20	130-139	13	Cutii de unsoare cu rulmenți-reparatie	3	2	-	1	3	6	6	3	-	3				27	66	66

### 3.- UZURA AGREGATELOR SI PIESELOR COMPONENTE ALE IDE. SI LE.

#### 3.1.- Elemente definitorii și clasificări ale uzurii

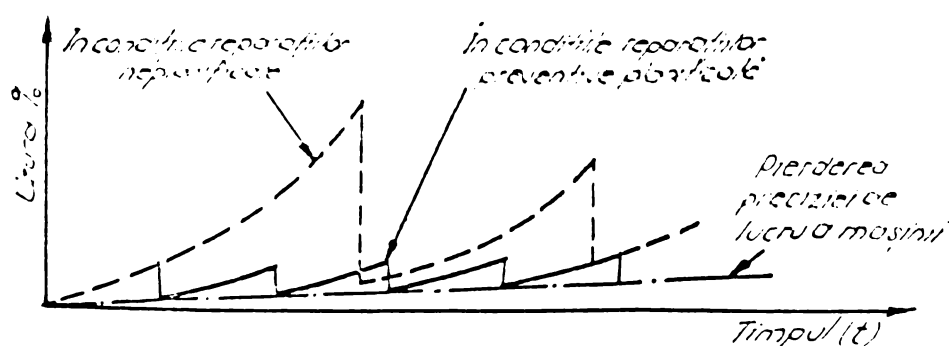
Uzura pieselor se definește ca o modificare treptată a dimensiunilor, în timpul exploatării, ca urmare a frecării suprafețelor de contact. Uzura se clasifică în două mari categorii și anume:

- uzură normală de funcționare;
- uzură accidentală sau uzură de avarie;

În fig.3.1 se prezintă aceste forme de uzură și caracteristicile acestora.

#### 3.1.1.- Uzura normală de funcționare

Uzura normală de funcționare este inevitabilă, fiind rezultatul acțiunii frecării, al căldurii, al fenomenelor chimice și electrochimice, ea fiind condiționată de calitatea materialelor, de felul prelucrării, tipul de reparații aplicat (fig.3.2) etc.



Este considerată normală, în condițiile respectării întreținerii prescrise și ale exploatării agregatelor conform normelor și parametrilor de utilizare.

Fig.3.2. *variației în timp a* Graficul uzurii pieselor unui subansamblu.

Limita uzurii normale se consideră a fi atinsă atunci când calitatea lucrului efectuat de către o mașină, un utilaj - începe să devină necorespunzătoare. Continuarea funcționării agregatului sau utilajului în această situație conduce la trecerea de la uzura normală la uzura accidentală.

Limita de uzură sau de exploatare a unui agregat sau utilaj este determinată de rapiditatea desfășurării procesului de uzură a organelor sale.

Uzura este dată de curba  $U_t$  (fig.3.3). Uzura normală, conform acestei figuri, este dată de relația :

$$u_2 = u - u_1 \quad (3.1)$$

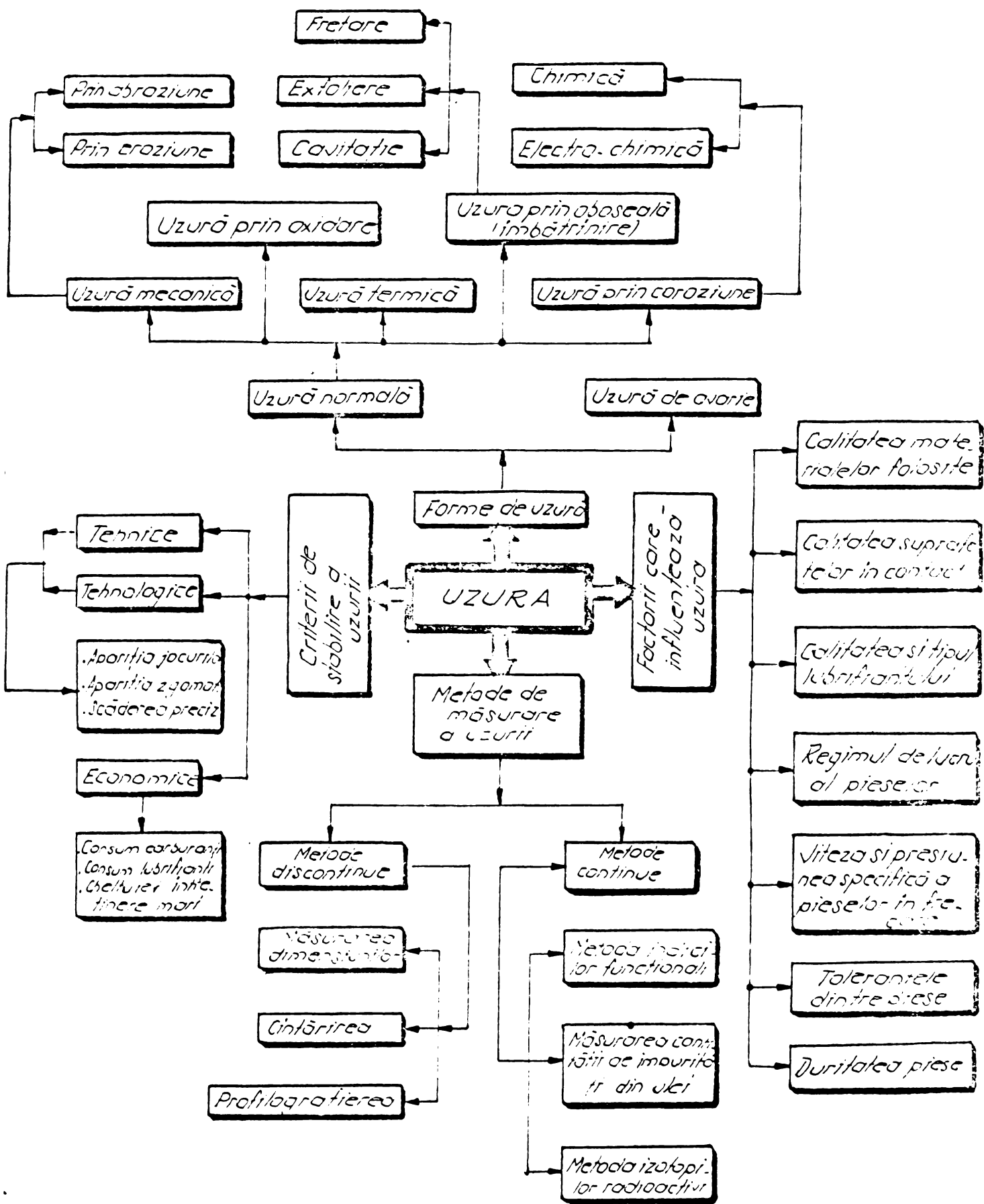


Fig. 3.1 Schema bloc a uzurii pieselor și subansamblelor.

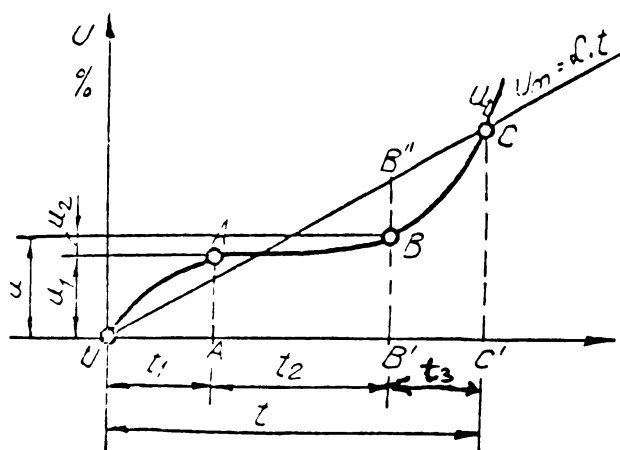


Fig.3.3. Representarea grafică, în timp, a uzurii.

în care:

- $u$  - reprezintă valoarea uzurii admise maxime în exploatare;
- $u_1$  - valoarea uzurii corespunzătoare perioadei de rodaj;
- $u_2$  - valoarea uzurii normale în perioada de exploatare;

Intensitatea uzurii se poate determina cu relația :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u_2}{t_2} \text{ sau } \operatorname{tg} \alpha = \frac{u - u_1}{t - (t_1 + t_3)} \quad (3.2)$$

în care:

- $\operatorname{tg} \alpha$  - reprezintă intensitatea uzurii și depinde de mai mulți factori și anume: rugozitatea suprafețelor, efortul de apăsare a celor două suprafețe în contact, viteza de deplasare, lubrifiere, etc.;
- $t_2$  - reprezintă timpul de exploatare normală a agregatului sau utilajului;
- $t_1$  - reprezintă timpul de efectuare a rodajului;
- $t$  - reprezintă timpul maxim de exploatare;

Deoarece curba  $U_t$  este incomodă la folosirea în calcule este convenabil să se utilizeze dreapta  $U_m$  (OC), definită de ecuația :

$$t = \frac{u}{\operatorname{tg} \alpha} + \left( t_1 - \frac{u_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (3.3)$$

de unde se pot trage următoarele concluzii:

- dacă unghiul  $\alpha$  este mic, timpul  $t$  va fi mare;
- termenul  $t_1 - \frac{u_1}{\operatorname{tg} \alpha}$  caracterizează perioada de rodaj;
- dacă timpul de efectuare al rodajului,  $t_1$ , are o valoare mare, iar uzura, după efectuarea rodajului,  $u_2$ , o valoare mică, timpul maxim de exploatare normală va crește.

Pentru fiecare fel de piesă, organ sau element care intră în schemele cinematice ale LDE. și LE. vom avea uzuri reprezentate prin drepte cu coeficienți unghiulari,  $\alpha$ , diferiți. Acești coeficienți pot fi definiți în toate cazurile prin formulele date mai sus./91/.

Piese care intră în componența unui agregat pot fi grupate în trei categorii (fig.3.4) din punct de vedere al uzurii care apare și anume :



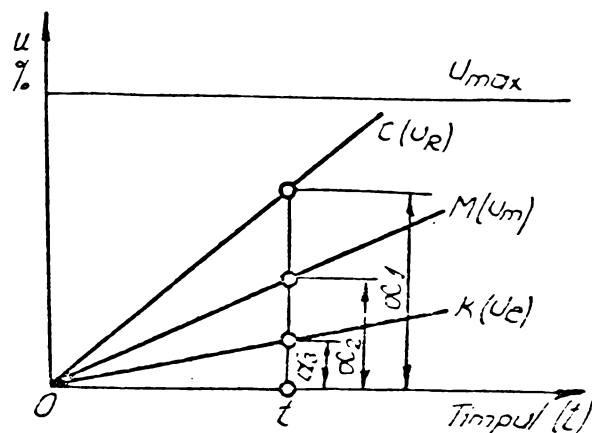


Fig. 3.4. Forme de uzuri întâlnite în funcționarea pieselor

-uzură cu caracter rapid

$(U_r = \alpha_1 \cdot t)$ , dreapta OC;

-uzură cu caracter mijlociu

$(U_m = \alpha_2 \cdot t)$ , dreapta OM;

-uzură cu caracter lent

$(U_l = \alpha_3 \cdot t)$ , dreapta OK;

În fig. 3.4 paralela  $U_{max}$ , la axa absciselor reprezintă, în unități convenționale, uzura maximă admisibilă care ar corespunde unui grad de precizie minimal stabilit dinainte, pe ba-

za corelației dintre precizie și uzură.

De menționat este faptul că uzurile parțiale ale elementelor pe categorii se pot însuma aritmetic, dând o uzură totală rezultantă. Acest lucru este arătat în fig. 3.5 în care:

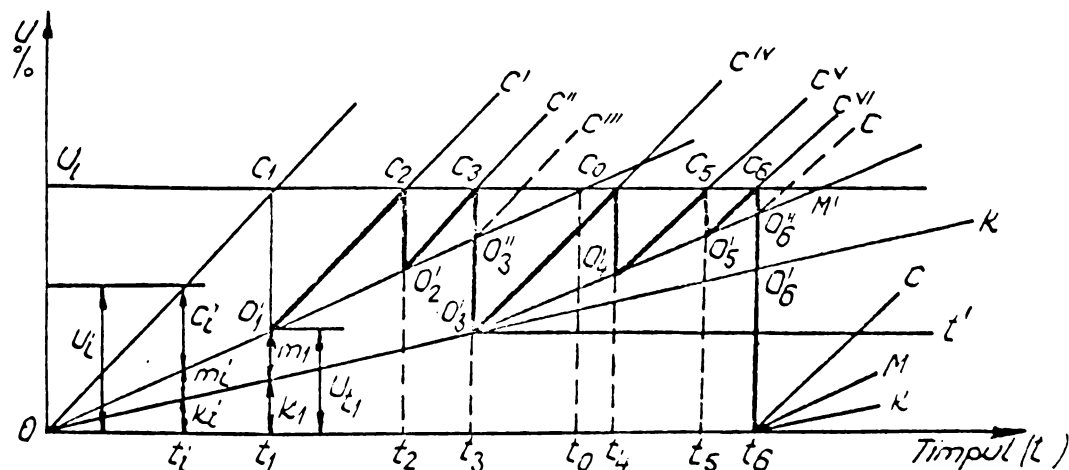


Fig. 3.5. Insumarea uzurilor părților componente ale unui agregat

reprezintă suma uzurilor totale cu caracter rapid.

Uzura totală a unui agregat la timpul  $t_1$  va fi :

$$U_1 = K_1 + M_1 + C_1 \quad (3.4)$$

Continuând să lucreze pînă la limitele de toleranțe admise, uzura totală se va atinge la timpul  $t_1$ , uzura limită admisibilă cînd agregatul va trebui să fie scos din serviciu pentru reparații, care să înlătore uzurile apărute și să-i restabilească precizia prescrisă.

Cu ocazia opririlor la timpurile  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_4$  și  $t_5$  se înlătură uzurile de la piesele cu uzură rapidă, iar reparațiile efectuate corespund unei reparații curente de gradul I (RR).

./.

-dreapta OK

reprezintă

suma uzurilor totale a tuturor elementelor cu uzură lentă;

-dreapta  $O_1$

reprezintă suma uzurilor totale cu caracter mijlociu;

-dreapta OC

Cu ocazia opririi la timpul  $t_3$  se înlătură uzurile de la piesele cu uzură rapidă și mijlocie ceea ce corespunde unei reparații curente de gradul II.(R.G.).

În momentul  $t_6$  este convenabil să se înlătore absolut toate uzurile apărute pînă la acea dată, ceea ce corespunde unei reparații capitale.(R.K.)

Din momentul  $t_6$  toate fazele operațiilor se repetă și pentru acest motiv intervalul 0 la  $t_6$  a căpătat denumirea de ciclu./91/.

Componența unui ciclu,adică precizarea categoriei fiecărei reparații și precizarea succesiunilor - ambele determinate de considerațiile de mai sus - poartă denumirea de structura ciclurilor.

Pe baza asemănării triunghiurilor din fig.3.4 și făcînd o serie de calcule matematice se pot determina atît intervalele de la 0 la  $t_1$ ;  $t_1-t_2$ ;  $t_2-t_3$ , cît și intervalele parțiale 0- $t_3$  și  $t_3-t_6$  cu totalul lor 0- $t_6$ , avînd forma :

$$0t_1 = \frac{u_1}{k_3+k_2+k_1} \quad (3.5)$$

$$0t_3 = \frac{u_1}{k_3+k_2} \left[ 1 - \left( \frac{k_1}{k_3+k_2+k_1} \right)^3 \right] \quad (3.6)$$

$$0t_6 = \frac{u_1+C_3O_3}{k_3+k_2} \left[ 1 - \left( \frac{k_1}{k_3+k_2+k_1} \right)^3 \right] \quad (3.7)$$

La anumite scări segmentale  $C_1O_1$ ;  $C_3O_3$ ;  $C_6t_6$  pot reprezenta volumul reparațiilor, durata de imobilizare în reparații sau costul reparațiilor, elemente de bază pentru elaborarea normativelor tehnice de întreținere și reparații.

### 3.1.1.1.- Forme ale uzurii normale de funcționare

Uzura normală îmbracă mai multe forme și anume :

- uzura mecanică
- uzura termică;
- uzura prin coroziune
- uzura prin oxidare
- uzura prin oboseală

Uzura mecanică este rezultatul direct al frecării suprafețelor a două piese. Uzura mecanică duce la schimbarea formei volumului și greutateii pieselor, fără să producă vreo modificare a proprietăților fizico-chimice ale materialului pieselor în frecare. După modul de producere uzura mecanică este de două feluri :

./.

- uzură prin abraziune
- uzură prin eroziune

Uzura prin abraziune se caracterizează prin apariția unor deformații microplastice și prin tăierea unor straturi subțiri metalice, de către particule dure abrazive, care se află între suprafețele de frecare. Din punct de vedere al intensității, uzura prin abraziune depinde de proprietățile fizico-chimice ale materialelor din care sînt fabricate piesele, de însușirile particulelor abrazive, de viteza de alunecare și de presiunea în timpul frecării. Ca fenomen fizic, abraziunea poate fi considerată ca un proces de așchiere, putîndu-i-se aplica legile acestui proces.

În urma unor cercetări privind procesul de așchiere prin pilire, R.T.Spurr și T.P.Newcombe au stabilit următoarea relație prin care se poate determina volumul de uzură  $V$  : /74/

$$V = \frac{k \cdot F}{E} \operatorname{tg} \theta$$

în care:

- $k$  - este o constantă ce caracterizează materialul;
- $F$  - forța normală;
- $E$  - modul de elasticitate al materialului;
- $\theta$  - unghiul de atac al particulei abrazive (comparativ cu unghiul de atac al cuțitului);

Această relație este interesantă prin aceea că atrage atenția asupra rolului determinant al modului de elasticitate și al factorului geometric.

În cazul uzurii prin abraziune, este de presupus că la numărător va interveni diametrul particulelor, precum și duritatea acestora. Uzura abrazivă depinde de o serie de factori, care sînt extrem de greu de prins într-o expresie matematică.

Procesul de uzură mai poate fi studiat comparîndu-l cu un proces de prelucrare mecanică, la care există o egalitate între energia consumată și uzura produsă.

Uzura prin eroziune se produce datorită contactului direct al suprafețelor în frecare, adică atunci cînd pelicula de lubrifiant este întreruptă sau nu s-a format deloc.

Întreruperea peliculei de lubrifiant devine posibilă din cauza neregularităților de pe suprafețele în frecare, producîndu-se contacte locale în care crește mult presiunea și deci temperatura, ceea ce duce la suduri locale și apoi la ruperea lor. De asemenea, datorită coeziunii moleculare, se produce transferul particulelor de material de pe o suprafață pe cealaltă.

Particula de ulei nu se formează la pornirea agregatului, cînd

din cauza greutății uleiul a fost îndepărtat dintre piese sau când, fiind prea viscos, nu poate fi împins de dispozitivul de ungere la suprafețele de frecare.

**Uzura termică.** În cazul vitezelor și presiunilor mari, suprafețele în frecare se încălzesc puternic. Datorită căldurii care se produce în straturile superficiale ale pieselor, are loc o modificare microstructurală, care schimbă proprietățile mecanice ale metalelor, provocând înmuierea, strivirea sau griparea suprafețelor.

În funcție de temperatura produsă prin frecare, au loc în piesele în contact fenomene ca: recristalizarea, revenirea, călirea și chiar topirea.

**Uzura prin coroziune.** Coroziunea este un proces de degradare a suprafețelor metalice sub acțiunea mediului înconjurător, care poate fi de natură chimică sau electrochimică. Degradarea variază de la formarea unei pelicule superficiale de coroziune pînă la atacul în profunzime și distrugerea pieselor metalice.

Uzura prin coroziune poate fi de două feluri:

- de natură chimică
- de natură electrochimică

Coroziunea de natură chimică este provocată de procesele chimice care au loc pe suprafețele pieselor sub acțiunea gazelor uscate sau lichidelor. Tot o coroziune chimică este aceea cauzată de diferite lichide ca: apa, soluțiile apoase de săruri, diferiți acizi și substanțe alcaline. În urma reacției chimice, pe suprafața metalului se formează o peliculă, de care depinde foarte mult înaintarea în profunzime a coroziunii. Dacă pelicula rezultată este fără pori, aceasta va proteja metalul, împiedicînd pătrunderea reacției chimice spre interior. O astfel de peliculă formează aluminiul, cuprul, bronzul, etc. Dacă, din contră, pelicula formată este poroasă și nu are aderență față de suprafața metalului, ea va permite pătrunderea treptată a reacției chimice în profunzime. O asemenea coroziune se produce la oțel.

Coroziunea electrochimică este determinată de formarea de pile electrice locale, produse pe suprafața metalului în prezența unei soluții apoase de săruri bune conducătoare de electricitate (electrolitii).

Intensitatea coroziunii este determinată, de asemenea, de temperaturile înalte, de compoziția metalului și de rezistența sa la oxidare, precum și de calitatea suprafețelor metalice. Astfel, o suprafață netedă se corodează foarte încet în contact electrolitic cu o suprafață rugoasă, din același metal, care se corodează foarte repede. De asemenea, coroziunea este influențată și de starea de tensiune.

ne internă. De exemplu, dacă piesele sînt supuse unei tensiuni de întindere, coroziunea va fi mai intensă.

Combaterea coroziunii chimice și electrochimice constituie o problemă industrială importantă și se face prin : depunerea de oxizi (de exemplu, protecția aluminiului printr-un strat de oxid de aluminiu), depunerea unui strat de fosfat (tratarea suprafeței oțelului cu soluții pe bază de acid fosforic), depunerea unei pelicule organice (lacuri, vopsele), depunerea de pelicule metalice rezistente la coroziune (nichel, crom, pe suprafețe de oțel sau argint, pe suprafețe de cupru), depunerea unei pelicule de smalt, etc.

Uzura prin oxidare este determinată de pătrunderea oxigenului în stratul superficial al metalului, de formarea în metal a unei soluții solide de oxigen și a combinațiilor lui chimice.

Uzura prin oxidare are loc prin două faze. În prima fază, prin pătrunderea oxigenului în stratul superficial al metalului se produc particule mobile. Pe suprafața metalului apare o structură nouă, care constituie soluții solide de oxigen în metal. Aceste particule se distrug continuu, desprinzîndu-se sub formă de pulbere. În a doua fază apare o altă structură, care reprezintă oxizi de metal ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), caracterizată printr-o duritate mare și o fragilitate ridicată. În acest caz, suprafețele de frecare se uzează datorită formării și erodării continue a stratului fragil.

Rezistența metalelor la uzura prin oxidare se mărește odată cu creșterea limitei lor de curgere.

Uzura prin oboseală este determinată de acțiunea sarcinilor variabile asupra pieselor. Această uzură apare sub următoarele trei forme :

- fretarea;
- exfolierea suprafețelor;
- uzura prin cavitație;

Uzura prin fretare este determinată de distrugerea suprafețelor metalice datorită suprapunerii efectelor de alunecare și oxidare. Ea are loc atunci cînd între două piese în contact strîns, apar totuși deplasări nedorite.

Uzura prin exfoliere se caracterizează prin desprinderea unor straturi superficiale foarte subțiri (de ordinul milimicronilor) de pe suprafețele metalice. Exfolierea apare, în special, la piesele care prezintă tensiuni remanente sau la materialele friabile.

Uzura prin cavitație este provocată de sarcinile ciclice care acționează pe suprafețele metalice ce lucrează în mediu lichid (pompele, turbinele, etc.)

### 3.1.2.- Uzura de avarie

Uzura de avarie reprezintă o creștere intensivă a uzurii normale, ca urmare a dereglării funcționării agregatelor, a nerespectării regimului de exploatare, de întreținere și reparații, etc.

Uzura de avarie se caracterizează prin pierderea calităților pe care trebuie să le aibă un sistem tehnic (aparat, mașină, organ de mașină, etc.) pentru a satisface cerințele necesare în condiții normale de lucru.

Uzura de avarie apare în două faze și anume:

-în prima perioadă de funcționare, în care are loc un proces de deteriorare;

-în a doua perioadă de funcționare, în care apar deformații permanente sau distrugerea pieselor în frecare;

### 3.2.- Principali factori care influențează uzura

Uzura pieselor depinde de calitatea suprafețelor prelucrate, a materialelor folosite și a lubrifițiilor, de viteza și presiunea specifică a pieselor în frecare, de jocurile dintre piese și regimul de exploatare. În cele ce urmează se vor trata câțiva din factorii enumerați mai sus, socotiți cei mai principali.

#### 3.2.1.- Calitatea suprafețelor prelucrate

Uzura și rezistența la oboseală a pieselor depind de modul prelucrării lor (de gradul de finețe). Prin prelucrare se produc schimbări și modificări în structura straturilor superficiale ale metalelor. Straturile modificate sînt formate din cristale fărîmîțate, astfel încît se schimbă proprietățile mecanice ale acestor straturi, devenind mai dure și mai rezistente (se ecrusează).

Finețea prelucrării se realizează prin diferite metode: strunjire fină cu cuțite cu plăcuțe dure, rectificare, lustruire, etc. Oricît de precisă ar fi însă metoda de prelucrare folosită, suprafețele obținute vor prezenta unele asperități. Înălțimea asperităților suprafețelor (rugozitatea) se micșorează prin rodaj, apărînd noi rugozități, cu o formă nouă, a căror direcție este în sensul mișcării pieselor în frecare. După rodaj se realizează o rugozitate optimă, care nu depinde de rugozitatea inițială (după prelucrare).

S-a constatat că, în condiții normale de frecare (pr siune mică și ungere corespunzătoare), este indicat ca urmele de prelucrare să coincidă cu direcția mișcării pieselor. În consecință, se va alege metode de prelucrare care să asigure această cerință. În schimb, în condiții grele de frecare, este indicat ca urmele de prelucrare să

se încrucișese cu direcțiile mișcării pieselor. La presiune mare și ungere necorespunzătoare, finețea prelucrării are un rol negativ, suprafețele fine uzându-se mai repede.

### 3.2.2.- Calitatea materialelor, tratamentul termic și lubrifierea

Viteza de uzură depinde într-o mare măsură de calitatea materialelor și de tratamentul termic folosit la fabricarea pieselor.

Duritatea și durabilitatea suprafețelor supuse frecării influențează direct asupra rezistenței la uzură.

Creșterea calității suprafețelor se obține prin:

- tratamente termice și termochimice (cementare, niturare, cianurare, călire superficială cu curenți de înaltă frecvență, recoacere, normalizare);
- bombardare cu alică (ecruisare);
- calibrarea (roluirea) găurilor bușelor, trecând prin ele bile călite;
- stanțare sau matrițare (în loc de turnare sau laminare);
- acoperiri galvanice;
- încărcare prin sudare;

### 3.3.- Limite de uzură ale pieselor

Limita de uzură a unei piese o constituie, în condiții normale de exploatare, apariția jocului maxim admis. La această limită, exploatarea în continuare, a mașinii nu mai este permisă. Utilizarea în continuare a mașinii sau utilajului cu jocuri maxime duce la apariția uzurilor de avarie, la creșterea consumurilor de lubrifianți.

Limita de exploatare a pieselor de mașini și utilaje se poate stabili după următoarele criterii de bază: criteriul tehnic, criteriul tehnologic (de funcționare) și criteriul economic.

La stabilirea limitei de uzură a pieselor se va avea în vedere unul din aceste criterii, celelalte două servind drept criterii ajutătoare sau de verificare. De exemplu, la mijloacele de transport criteriul tehnic se aplică la organele transmisiei, criteriul tehnologic la roțile dințate (atunci când regimul de funcționare normal se schimbă), iar criteriul economic la motor, pe baza consumurilor de combustibil și lubrifianți.

### 3.4.- Metode de măsurare a uzurii

#### 3.4.1.- Metode discontinue

Metoda măsurării dimensiunilor. Măsurătorile se pot face cu micrometre de exterior, cu micrometre de interior sau cu comparatoare cu cadran, precizia măsurătorilor variind între  $\pm 10 \mu$  și  $\pm 2 \mu$ .

La utilizarea acestei metode trebuie avut în vedere ca măsurătorile să se efectueze în raport cu o bază fixă.

Aprecierea uzurilor prin această metodă nu se face decît aproximativ, deoarece cu sporatură ca micrometre și comparatoare cu cadran, două măsurători nu se suprapun, în general, pe aceleași puncte. De asemenea, apar o serie de erori determinate de caracterul micro-suprafețelor, de diferența de temperatură dintre piesă și instrumentul de măsură, de neuniformitatea apăsării instrumentului de măsură, etc.

**Metoda cîntării.** Această metodă constă în stabilirea diferenței dintre greutatea inițială și cea finală (după un anumit timp de funcționare) a piesei considerate, determinîndu-se astfel uzura globală în greutate sau uzura relativă în procente. Determinarea uzurii liniare este posibilă numai în ipoteza unei repartizări uniforme a uzurii pe suprafața de lucru a pieselor, ceea ce în cele mai multe cazuri nu corespunde realității.

Aplicarea acestei metode este indicată la piesele la care determinarea uzurii prin micrometrare nu este satisfăcătoare și care au uzuri sensibile din punct de vedere gravimetric.

**Metoda profilografierii.** Această metodă constă în ridicarea profilogramei suprafeței de lucru a uneia sau mai multor secțiuni dintr-o piesă cu ajutorul unui profilograf mecanic sau electric.

Metoda poate fi aplicată în două variante:

-prin ridicarea unei singure profilograme (pentru aceeași secțiune), în cazul cînd baza de măsurare este reprezentată de o suprafață neuzată a piesei;

-prin ridicarea a două profilograme (pentru aceeași secțiune), în cazul cînd se trasează un riz transversal față de secțiunea profilografiată și a cărei adîncime maximă formează baza de măsurare.

Uzura este determinată de distanța dintre cele două profilograme ridicate, înainte și după funcționarea piesei considerate.

### 3.4.2.- Metode continue

**Metoda indicilor funcționali.** Metoda constă în aprecierea uzurii diverselor organe în timpul funcționării ansamblurilor pe baza indicilor de lucru (de exemplu, puterea la motoarele termice). Aplicarea acestei metode dă rezultate satisfăcătoare numai în cazul unor agregate simple. În cazul unor mașini complexe, utilizarea indicilor funcționali pentru determinarea uzurii întregii mașini dă numai aprecieri calitative.

**Metode izotopilor radioactivi./91/. Cercetarea uzurii piese-**



ler de mașini în prezent se face cu ajutorul izotopilor radioactivi prin: introducerea izotopului în aliajul piesei ce se examinează, la elaborarea și turnarea lui; prin grefarea, pe corpul piesei, a unor plăcuțe sau cepuri martori, care se confecționează din același aliaj ca și piesa, conținând în plus izotopul radioactiv adecvat; prin activizarea suprafeței care se uzează prin expunerea la bombardamentul cu neutroni; prin difuzia izotopilor sau prin depunerea, pe care electro-litică, a atomilor marcați pe piesă. Cercetările se execută cu izoto-pi, având perioadă scurtă de înjumătățire a intensității radioactive.

Determinarea uzurii normale a cămășilor cilindrilor, pistoane-lor și segmentilor se face, de obicei, prin grefarea unor cepuri-mar-tori. Pe măsură ce piesa se uzează în locul cercetat, materialul în -depărtat este antrenat de către uleiul de ungere, mărindu-i în felul acesta radioactivitatea. Măsurarea cu contoare a variației radioacti-vității uleiului permite cercetarea uzurii normale.

Folosindu-se instalația din figura 3.6, în segmentul de com-presiune al motorului, s-au grefat 14 bucăți cepuri de  $\varnothing$  0,8 mm. din  $Zn^{65}$ . Variația uzurii se interpretează după variația radioactivității uleiului, care se măsoară cu contorul, după numărul de impulsuri înre-gistrate pe minut. Uleiul din motorul diesel 1 parcurge conductele pînă la filtrele 6 și 7 prin acțiunea pompei de ulei 4; controlul curge-rii uleiului se face cu manometrul 3. Uleiul din filtre conținând izo-topi acționează asupra contoarelor Geiger Müller 8 care, prin cablu-rile 10, transmit impulsurile amplificate cu amplificatorul 12, la aparatele de înregistrare automată a impulsurilor 13 și 14. Cercetarea

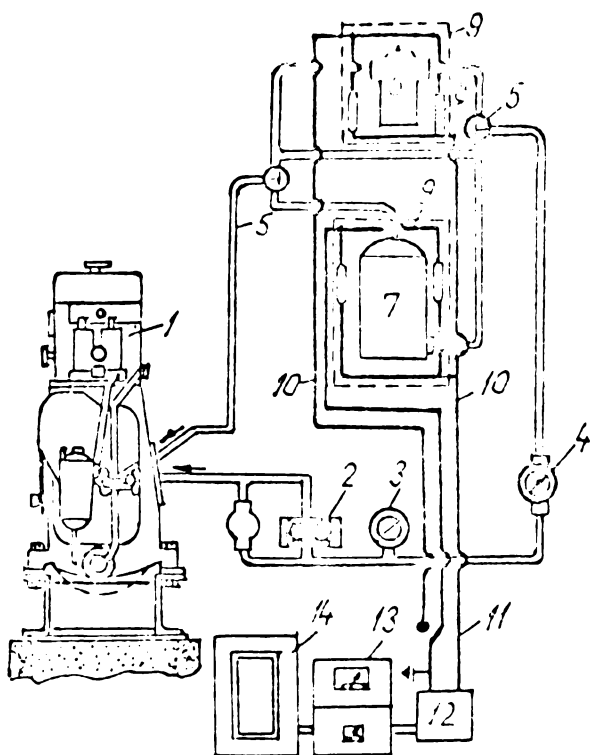


Fig.3.6. Schema unei instalații de laborator pentru cercetarea motorului diesel cu metoda izotopilor radioactivi(M.I.R.) :

1-motorul diesel; 2-pompă de ulei; 3-manometru; 4-conductorul de ulei; 5-robinet cu 3 căi; 6 și 7 - filtre; 8 - contorul Geiger-Müller; 9-protecția din plumb; 10-cablu; 11-întrerupător; 12-amplificator; 13 și 14 - înregistratoare automate

uzurii cămășilor cilindrilor și a rodării segmentului făcându-se la diferite turații ale motorului, mărimea radioactivității uleiului poate fi prezentată prin diagrama indicată în figura 3.7.

În decurs de 20 h după perioada de rodaj și după schimbarea uleiului, motorul avînd turația de 1750 rot/min, creșterea uzurii segmentului a fost uniformă, fiind reprezentată de o linie, dreaptă, înclinată sub unghiul  $\alpha$ , avînd  $\text{tg} = 0,10$  (fig.3.7.).

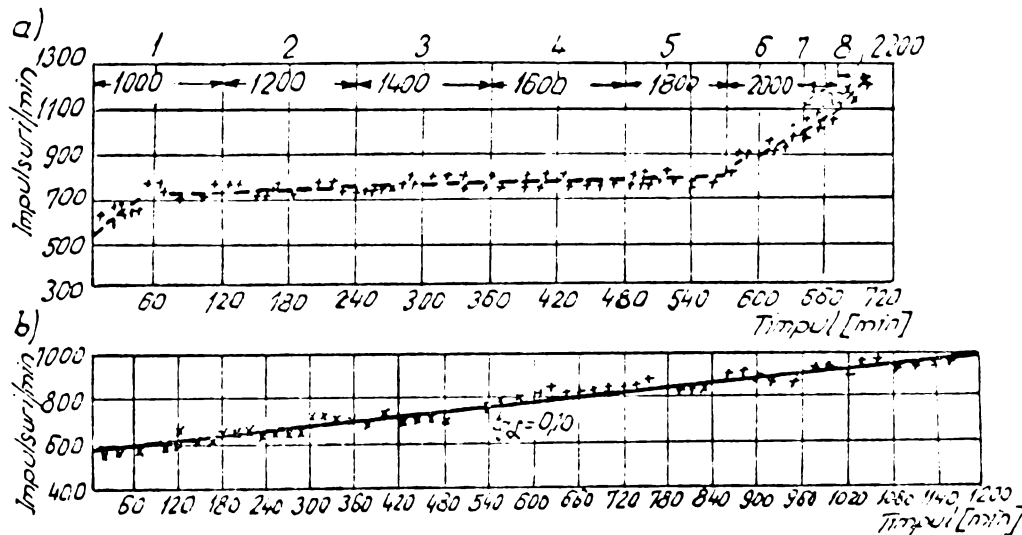


Fig.3.7. Diagrama rodajului unui motor, stabilită în urma cercetării cu izotopi radioactivi

Uzura cuzinetelor captușiți cu material de antifricțiune se cercetează prin introducerea, în timpul elaborării, a izotopilor radioactivi,  $\text{Sn}^{114}$ ,  $\text{Sn}^{113-123}$ ,  $\text{Sb}^{124}$ , etc.

Pe măsură ce cuzineții se usează, radioactivitatea uleiului crește. La cercetarea uzurii prin metoda izotopilor radioactivi se pot detecta cantități de material uzat de ordinul  $10^{-5}$  g, de asemenea se pot detecta uzuri de  $0,03 \dots 0,015$  mg/h, respectiv  $0,1 \dots 0,01$   $\mu\text{m}$  uzură/h.

Cu ajutorul izotopilor radioactivi se poate face, de asemenea, cercetarea concomitentă a uzurii cămășilor cilindrilor și a segmentelor. Astfel, la un motor cu ardere internă, segmentul de sus al unui piston a fost expus timp de 1275 h acțiunii de neutroni în reactorul cu  $1 \times 10^{13}$  neutroni/cm<sup>2</sup>S, ceea ce a avut drept rezultat formarea izotopului radioactiv  $\text{Fe}^{59}$ , cu perioada de înjumătățire de 45 zile și activitatea la început de  $76 \mu\text{Curie}$ .

La segmentul respectiv dintr-un alt motor expus timp de 870 h acțiunii neutronilor în reactor, cu  $1,7 \times 10^{13}$  neutroni/cm<sup>2</sup>S, s-a format izotopul radioactiv  $\text{Fe}^{59}$  cu activitatea de  $85 \mu\text{Curie}$ .

La cămașa cilindrului celui de-al doilea motor turnat dintr-un aliaj ușor, expusă timp de 163 h în reactor, la acțiunea neutronilor cu  $2,5 \times 10^{12}$  neutroni/cm<sup>2</sup>S, s-a format izotopul  $\text{Ir}^{192}$ , cu perioada de înjumătățire de 74 zile și activitatea de  $376 \mu\text{Curie}$ .

Cercetarea uzurii segmentului și a cămășii cilindrului s-a făcut concomitent, datorită faptului că energia razelor gama la  $\text{Fe}^{59}$  este de  $1,1-1,3$  MeV, iar la  $\text{Ir}^{192}$  de  $0,32$ ,  $0,48$  și  $0,6$  MeV. Această diferență de energie permite, prin deosebirea spectrului emisiunii fiecărui izotop, să fie stabilită uzura separat pentru segment și cămașă.

In figura 3.8 se arată o instalație de laborator pentru cercetarea uzurii la motoare diesel.

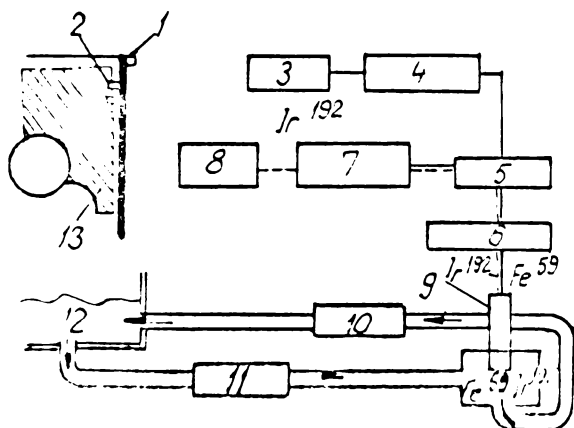


Fig.3.8. Schema instalației pentru cercetarea concomitentă a uzurii segmentului și a cămășii cilindrului

Metoda analizei spectrografice a uleiului. Defectele la motoarele diesel în exploatare - provenite din uzurile normale, și accidentale - pot fi urmărite și după felul cum se prezintă uleiul din baia motorului, după un timp de funcționare. De asemenea, după conținutul de corpuri străine aflate în ulei se poate determina, cu precizie suficientă, felul de reparație viitoare a unor agregate și deci a întregii locomotive diesel. În S.U.A., pe linia Roch-Ailand, se practică de peste 20 ani, cu rezultate bune, cercetarea gradului de uzură a pieselor motorului și aprecierea anticipată după analiza spectrografică a stării motorului și în consecință a felului de reparație care va fi necesară.

La intrarea locomotivei diesel pentru revizie periodică zilnică în depoul de reședință, se iau probe de ulei din baia motorului, care se trimit pentru analiză la laboratorul central de spectrografie.

Pe baza documentației strânse și prelucrate de laboratorul central și a cercetării buletinelor de analiză spectrografică a uleiului care s-a utilizat la fiecare locomotivă, se poate stabili gradul de uzură a cămășilor cilindrilor, segmentilor, pistoanelor și lagărelor, lipsa de etanșeitate între blocul și cămășile cilindrilor, starea filtrelor de ulei, etc. Experiența și justa interpretare a buletinelor de analiză spectrografică dă posibilitatea întrevederii stării de uzură a motorului. De exemplu, un procent mare de siliciu indică pătrunderea prafului în motor și în consecință pot fi semnalate uzuri importante ale pieselor motorului.

Căile ferate britanice execută analiza uleiului centralizat în laboratoarele sale din Derby și Micswell cu spectrorafele cu cuarț

și cu citire directă, care analizează simultan 11 elemente diferite aflate în ulei uzat. Principiul de funcționare a aparatului se bazează pe producerea unui arc electric între un electrod de grafit ascuțit la capăt și o roată de grafit, care se învârtă într-un mic rezervor conținând uleiul luat din carterul motorului diesel cercetat.

Radiațiile emise de particulele diferitelor metale aflate în pelicula de ulei, ce aderă de roata în mișcare, sînt trecute printr-o fantă îngustă în spectrograf, echipat cu o prismă din cuarț. Prisma refractă lumina și separă radiațiile emise de diferitele metale din ulei. Radiațiile după aceea trec prin altă fantă, așezată paralel cu cea de intrare. Ambele fante ocupă poziții care permit selecționarea radiațiilor caracteristice fiecărui metal. În spatele acestor fante sînt așezate dispozitivele fotoelectrice care măsoară intensitatea radiațiilor sub forma unei tensiuni electrice, care indică concentrația diferitelor particule metalice din ulei. Se detectează Fe, Al, Si, Cr, Pb, Ca, Na, precum și elemente aditive din ulei Ba, Ca, Zn și Pb. Concentrația elementelor din ulei, de obicei, este sub 0,01 %, iar a elementelor aditive între 0,5...0,05 %. Starea motorului diesel se apreciază după rezultatele analizei spectrografice.

Căile ferate britanice, după experiențele făcute în decurs de cîteva ani asupra a 50.000 de mostre și comparate cu starea motoarelor cu ocazia reparației, au ajuns la interpretarea justă a indicațiilor spectrografului.

Sporirea concentrației de Fe indică uzura exagerată a cămășilor și a segmentilor. În general, conținutul mare de Fe de  $2 \cdot 10^{-6}$  -  $200 \cdot 10^{-6}$  ppm (părți pe milion) sau 2 - 200 g/t este asociat cu un procent mare și de alte metale.

Concentrația de Al este de obicei de  $20 \cdot 10^{-6}$  și mai ales depășirea acestei limite semnaleză griparea pistoanelor. De asemenea, conținutul mare ( $2 \cdot 10^{-6}$ ) de Si indică starea nesatisfăcătoare a filtrelor. Cromul apare în ulei ca o consecință a uzurii segmentilor cromati și a cămășilor (în cazul cînd sînt cromate).

Dacă apa de răcire conține ca inhibitor de coroziune cromati de sodiu, atunci concentrația normală a Cr este mai mare.

Apariția în spectru a Cu și Pb semnaleză defecte la cuzineții motorului, care pot prezenta trei situații anormale : a) numai conținutul de Pb este ridicat; b) numai conținutul de Cu este ridicat; c) conținutul de Pb și Cu este mare;

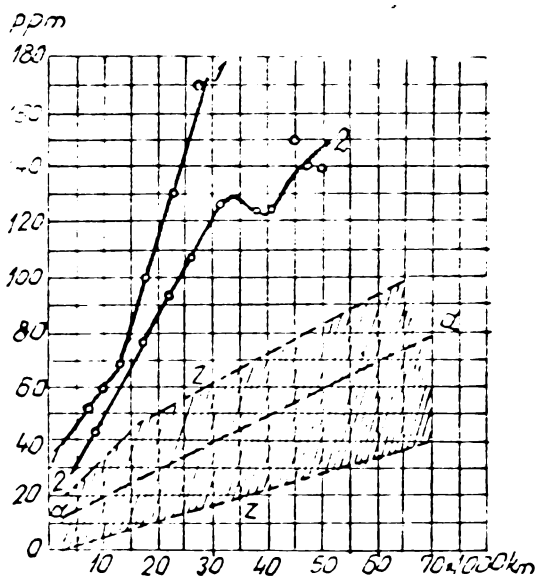
În cazul a) stratul de glisare este șters, în cel de la b) este probabil uzat mult corpul din bronz și în cazul c) sînt uzate atît stratul de glisare cît și corpul din bronz.

Pătrunderea apei de răcire în uleiul de ungere se cunoaște

după dispersarea componentelor ei.

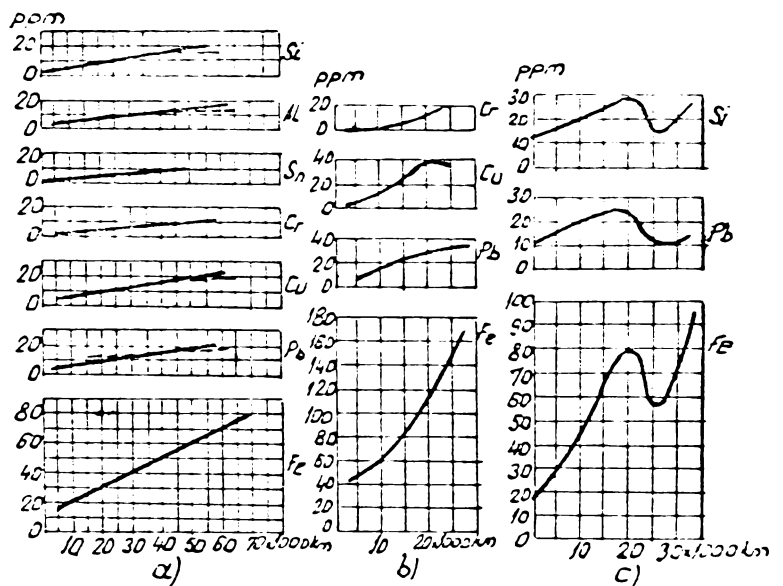
Institutul de Cercetări și proiectări tehnologice în transporturi, în colaborare cu depourile de exploatare, în anii 1966, 1967 și 1968 a efectuat numeroase experimentări în vederea stabilirii creșterii normale și anormale a conținutului în ulei luat din baia motorului a elementelor : Fe, Cr, Al, Cu, Pb și Sn, Si, în funcție de kilometrajul efectuat /15/.

Rezultatele studiului făcut sînt curbele de concentrație normale și anormale a elementelor. Conținutul de Fe în ulei se prezintă în figura 3.9 și anume : concentrația Fe normală, curba a-a de concentrație medie normală, precum și curba l de concentrație anormală stabilită la LDE. 177, în perioada 19.5-1.7 - 1967 și curba 2 de concentrație anormală de la LDE. 002 în perioada 9.2-14.6-1968.



**Fig.3.9.**Curbele de concentrație normală și anormală ale fierului(Fe) în funcție de kilometrajul parcurs:

Z-Z-zona de concentrație normală; a-a-curba de concentrație medie normală; l-l-curba de concentrație anormală(locomotiva 177); 2-2-curba de concentrație anormală (locomotiva 062).



**Fig.3.10.**Curbele medii de concentrație a elementelor de uzură.

-p.p.m-părți pe milion sau gr/t.

În figura 3.10 a se dau curbele medii normale de concentrație ale elementelor de uzură: Si, Al, Sn, Cr, Cu, Pb, Fe, în funcție de km; în figura 3.10 b se dau curbele de concentrație anormală stabilite la LDE. seria 177, iar în figura 3.10 c aceleași curbe stabilite la LDE. 080.

**PARTEA II-a**

#### **4.- METODE SI PROCEDEE DE RECONDITIONARE A PIESELOR UZATE**

##### **4.1.- Considerațiuni privind recondiționarea pieselor uzate**

Modificările ce survin în timpul exploatării pieselor degradează, în special, suprafețele de lucru ale acestora. În urma uzării, pierderile de metal ale piesei sînt foarte mici, comparativ cu restul piesei. Pentru a reduce consumul de metal necesar executării pieselor de schimb, precum și pentru economisirea timpului necesar prelucrării lor, prezintă interes deosebit în foarte multe situații, recondiționarea pieselor uzate. Folosirea la reparații a unor piese recondiționate, în locul pieselor noi, aduce o scădere mare a prețului de cost al reparațiilor și deci economii însemnate.

Tehnica dispune în prezent de un număr important de metode și procedee de recondiționare a pieselor uzate, iar progresul în problema metodelor de recondiționare are următoarele direcții principale de orientare:

- introducerea metodelor și a procedeelor cu o productivitate mai ridicată în comparație cu cele clasice;
- folosirea unor materiale de adaos care să asigure structurilor depuse proprietăți mecanice avantajoase;
- tendința spre o cît mai mare mecanice a diferitelor metode;
- obținerea unor efecte economice optime în alegerea diferitelor metode și procedee de recondiționare a pieselor;

Metodele de recondiționare se perfecționează și se dezvoltă continuu, fapt care confirmă interesul permanent ce se acordă introducerii lor în procesul de reparație a pieselor și agregatelor.

Prin proces de recondiționare se înțelege ansamblul măsurilor tehnologice care pe lîngă redarea formelor inițiale ale piesei și înlăturarea uzurilor prezentate, sub formă de lipsă sau discontinuitate a metalului, permite și obținerea dimensiunilor nominale (inițiale). În cazul sudării, acest proces se bazează pe aplicarea unui strat pe suprafața piesei uzate care compensează pierderile ivite prin uzare.

Agregatele și subansamblele de pe LDF. și LE. sînt construite din materiale cu dimensiuni și tratamente diferite, lucrînd în condiții de exploatare variate.

In general, sortimentele pieselor ce se recondiționează cuprînc

mai mult de o sută de repere, ceea ce ilustrează eficiența economică de necontestat a reparațiilor prin aplicarea unor metode moderne de recondiționare.

Trebuie avute în vedere, totodată, economiile de metale ferose și neferose obținute prin evitarea fabricării de piese noi, eliberarea capacităților productive ale uzinelor constructoare de piese de schimb. Alegerea celor mai raționale metode de recondiționare depinde de o serie de factori, care condiționează utilizarea aplicării lor din punct de vedere tehnologic și economic.

Cei mai importanți factori care trebuie luați în considerare sînt : forma geometrică a piesei, gradul de uzură, metalul de bază al piesei, proprietățile mecanice ale acoperirii și influența lor asupra metalului de bază, condițiile uzinale, efectele economice.

Acești factori condiționează, deasemeni volumul recondiționării, obligativitatea folosirii unor dispozitive speciale, posibilitatea mecanizării procedurii, etc.

Procedeele de recondiționare aplicate se deosebesc între ele prin proprietățile straturilor depuse (duritate, aderență, rezistență la uzură, prelucrare, etc.). De aceea alegerea unei anumite metode de recondiționare trebuie să fie precedată de o analiză a condițiilor de funcționare în exploatare a pieselor, de rolul lor funcțional, importanța și asigurarea siguranței în exploatare (deci și a siguranței circulației).

Rentabilitatea recondiționării pieselor uzate constă în alegerea metodei care să asigure piesei recondiționate o rezistență la uzură și la sollicitări dinamice cel puțin egală cu cea a piesei noi, să asigure durata de funcționare prevăzută în ciclul de funcționare și un preț de cost mai mic decît al piesei noi.

Cheltuielile pentru întreținere constau dintr-o parte însemnată cerută de reparații și înlocuiri, precum și dintr-o parte, mai puțin evidentă, provocată de indisponibilități, de eficiențe reduse, de utilizări incomplete. Aria cheltuielilor pentru întreținere poate fi atacată prin : procedee tehnologice noi, în domeniul reparațiilor, cu costuri reduse și durate de aplicare mai scurte; îmbunătățirea obiectelor (mașini, echipamente, instalații, etc.); îmbunătățirea organizării și conducerii activităților de întreținere./6/.

Reparațiile - preventive și corective - au devenit în ultimii ani obiectul unei atenții deosebite cu scopul de a reduce costurile și timpul de imobilizare a obiectului supus reparațiilor.



De cele mai multe ori procedeele tehnologice de reparații folosite sînt învechite, cu rezultate incerte în ceea ce privește calitatea reparației și costisitoare. Astfel de situații au generat convingerea că este preferabil să se folosească metoda înlocuirii elementelor sau agregatelor ce și-au pierdut calitățile necesare, sau prezintă defecțiuni, cu altele noi. De aici s-a născut o politică nejudicioasă a pieselor de schimb : s-au organizat stocuri mari de piese de schimb, immobilizînd valori materiale extrem de mari. Înlocuirea unei piese deteriorate cu alta nouă din magazie a devenit o operație ce încă mai pare nu numai normală, ci chiar rentabilă. Din păcate, se înlătură în cea mai mare parte a cazurilor piese ce mai pot fi folosite printr-o reparație foarte puțin costisitoare și cu un timp de imobilizare în multe cazuri chiar mai redus decît cel pretins de înlocuire.

Trebuie recunoscut că această situație a fost cultivată cu multă grijă de fabricanții pieselor de schimb, care au realizat beneficii enorme din comerțul cu piese de schimb. Se cunosc multe exemple în care prețul produsului realizat din piese de schimb este de cîteva ori mai mare decît al produsului cumpărat montat. Se știe de asemenea că cei mai mulți constructori recomandă numai înlocuirea, declarînd-o simplă și comodă, iar nu de puține ori se pronunță împotriva reparației. Firește, nu se spune nimic despre cît costă recomandarea făcută.

În realitate, există extrem de numeroase cazuri în care procedee tehnologice moderne de reparații pot fi utilizate cu rezultate tehnice și economice net superioare.

O importanță deosebită o are problema discutată pentru multe din țările în curs de dezvoltare, deoarece fondurile limitate pentru achiziționarea pieselor de schimb duc la perturbări grave de producției. În orice caz, imobilizarea unor fonduri prea mari în piese de schimb reduce posibilitățile de utilizare eficientă a resurselor valutare. Staționarea prea îndelungată a pieselor de schimb în magazine provoacă pierderi totale prin perimarea acestora atunci cînd obiectul întreținerii este modificat constructiv, în vederea modernizării sale.

Cheltuielile mari de devize pentru achiziționarea de piese de schimb de la furnizori externi pot fi evitate măcar parțial dacă personalul de întreținere este antrenat în producția acestor piese în perioadele de așteptare, adică în timpul cînd activitățile directe ale întreținerii nu le consumă întreg timpul de lucru.

Firește, toate acestea nu sînt valabile absolut, în orice caz, dar este o problemă de mare răspundere aceea de a examina fiecare caz concret în parte în lumina celor arătate. Calculul costurilor poate dovedi, de cele mai multe ori, că și metode nu prea strălucite din punct de vedere tehnic sînt totuși economiceste avantajoase, de pildă:

realizarea unei piese de schimb, prin eforturi proprii, cu durată de serviciu - din motive de materiale, tehnologice, etc. - mai redusă decât a piesei importate poate fi acceptată față de cheltuielile de de-vize pentru import, măcar într-o primă fază, pînă la elaborarea unei piese de schimb calitativ similare.

Acest mod de a privi problema stocării pieselor de schimb în contrast cu organizarea reparațiilor eficiente își arată superioritatea absolută atunci cînd, din diferite motive, importul sau pur și simplu cumpărarea pieselor de schimb devin imposibile.

În fine, *literatura* arată că, în medie, cheltuielile anuale pentru stocarea pieselor de schimb reprezintă cca. 33% din costul acestora, ceea ce înseamnă că, în medie, prețul pieselor de schimb ținute în stoc timp de trei ani se dublează față de valoarea lor inițială. /6/

În cele ce urmează se încearcă o exemplificare a căilor principale, specifice sistemului terotehnic, de creștere a eficienței economice prin aplicarea procedeeleor de recondiționare.

Cele mai importante metode de recondiționare cu aplicabilitate la reparația LDE. și LE. sînt următoarele : recondiționarea prin prelucrare la trepte de reparații, prin folosirea compensatoarelor, prin înlocuirea unei părți din piesă, prin încărcare folosind procedee de sudare și conexe, acoperiri electrolitice, și deformații plastice. Dintre aceste metode un loc important îl ocupă cele de încărcare prin procedee de sudare și conexe, considerate ca fiind procedee ce asigură o mărire a mentenabilității în exploatare a pieselor recondiționate. /6/.

#### 4.2.- Metode de recondiționare prin prelucrări mecanice și înlocuirea unei părți din piesă

##### 4.2.1.- Recondiționarea prin prelucrarea la trepte de reparații

Metoda treptelor de reparații, aplicată în special la piesele de bază ale motorului diesel (cilindrii, arbori cotiți, bolțuri, etc.) constă în prelucrarea piesei uzate la o anumită dimensiune, păstrîndu-se însă toleranțele de fabricație. /63/. Prelucrarea pieselor la dimensiuni dinainte stabilite dă posibilitatea să se asigure interschimbabilitatea pieselor la trepte de reparații. Datorită acestui fapt cheltuielile de reparații pot fi micșorate substanțial.

Determinarea treptei de reparații. În cazul arborilor uzura se manifestă sub trei forme și anume :

- uzură uniformă a circumferinței fusurilor, cu păstrarea găurilor de centrare;

- uzura neuniformă a circumferinței fusurilor, păstrîndu-

du-se însă găurile de centrare; de exemplu, fusurile paliere de la arborele cotit;

- uzura neuniformă a circumferinței fusurilor cu schimbarea găurilor de centrare;

Treptele de reparații se calculează cu următoarele relații:

In primul caz :

$$d_1 = d_n - 2(u_r + a_r) \quad (4.1)$$

In al doilea caz:

$$d_1 = d_n - 2(u_{rmax} + a_r) \quad (4.2)$$

In al treilea caz:

$$d_1 = d_n - (u_{dmax} + 2a_r) \quad (4.3)$$

in care:

$d_n$  este diametrul nominal al arborelui;

$d_1$  - diametrul arborelui la prima treaptă de reparație;

$u_r$  - uzura radială;

$u_{rmax}$  - uzura radială maximă;

$u_{dmax}$  - uzura maximă diametrală :  $u_{dmax} = d_n - d_u$ , în care  $d_u$  este diametrul arborelui uzat;

$a_r$  - adaosul de prelucrare pe rază;

La recondiționarea pieselor prin prelucrare la trepte de reparații, în toate cele trei cazuri dimensionarea piesei este micșorată cu o anumită valoare. Această valoare reprezintă intervalul dintre treptele de reparații și se notează cu  $i_r$ .

Pentru primul caz și al treilea  $i_r = u_{dmax} + a_d$ , adică intervalul dintre treptele de reparații este egal cu suma uzurilor pe diametru plus adaosul de prelucrare pe diametru.

Pentru cazul al doilea este necesar să se cunoască uzura radială maximă  $u_{rmax}$  și atunci  $i_r = 2u_{rmax} + a_d$ , adică este egal cu de două ori uzura radială maximă plus adaosul de prelucrare pe diametru.

Deci pentru toate cazurile :

$$\begin{aligned} d_1 &= d_n - i_r, \\ d_2 &= d_1 - i_r = d_n - 2i_r, \\ &\dots \dots \dots \\ d_q &= d_n - q \cdot i_r \end{aligned} \quad (4.4)$$

Numărul treptelor de reparații este dat de formula :

$$n_r = \frac{d_n - d_{min}}{i_r} \quad (4.5)$$

Pentru suprafețe interioare (lagăre, cilindri, etc.) dimensiunile de reparații vor fi:

$$D_1 = D_n + i_r \quad (4.6)$$

./.

$$D_2 = D_1 + i_r = D_n + 2i_r \text{ etc.} \quad (4.7)$$

iar :

$$n_r = \frac{D_{\max} - D_n}{i_r} \quad (4.8)$$

Piese reprezentative recondiționate prin această metodă se prezintă în tabela 4.1.

#### 4.2.2.- Recondiționarea prin folosirea compensatoarelor

Această metodă este aplicată foarte des în practica reparațiilor. Ea constă în introducerea unei piese noi, care trebuie să compenseze atât uzura rezultată în timpul funcționării cât și materialul înlăturat prin prelucrări mecanice necesare restabilirii formei geometrice a pieselor cu care aceasta lucrează în cadrul mecanismului.

Bucșele de compensare trebuie să aibă o grosime mai mare decât suma dintre valoarea uzurii și a materialului eliminat prin prelucrare. Grosimea minimă care trebuie aleasă și care este impusă de fenomenul de strivire ce are loc prin presare, este de 2-2,5 mm. Pentru asigurarea unei presări corecte este absolut necesar ca gaura sau axul pe care se presează compensatorul să fie prelucrat prin șlefuire, asigurându-se o suprafață cât mai netedă. Dacă pe suprafețele de contact, urmele de prelucrare sînt mari, în timpul presării acestea se rup, iar strîngerea se micșorează, neasigurându-se o îmbinare corespunzătoare.

La executarea compensatoarelor trebuie să se țină seama de materialul din care este făcută piesa de bază, de caracterul ajustajului, de dimensiunea la care se recondiționează piesa de bază și de adaosul de material necesar finisării. De obicei, compensatorul se execută din același material din care este executată piesa de bază. Totuși, în unele cazuri, se pot folosi și alte materiale, cu condiția ca acestea să nu periclitizeze buna funcționare a asamblării.

Compensatoarele se montează, de obicei, prin strîngere, astfel că trebuie avută în vedere mărimea forței necesare presării lor. Forța de presare  $P$  se determină cu ajutorul relației /46/ :

$$P = f \cdot d \cdot L \cdot p \text{ (kgf)} \quad (4.9)$$

în care:

$f$  - este coeficientul de frecare dintre cele două piese;

$d$  - diametrul pieselor în contact, în mm;

$L$  - lungimea de presare, în mm;

$p$  - presiunea de strivire de pe suprafețele în contact, în  $\text{kgf/mm}^2$ ;

Presiunea de strivire se determină prin relația :

$$p = \frac{S \cdot 10^{-3}}{\left[ \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right] \cdot d} \quad (\text{kgf/mm}^2) \quad (4.10)$$

în care:  $S$  - este strîngerea calculată, în  $\mu\text{m}$ ;

$E_1$  și  $E_2$  - modulul de elasticitate al materialului piesei, respectiv al compensatorului, în  $\text{kgf/mm}^2$ ;

$$C_1 = \frac{d_0^2 + d_1^2}{d_0^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{d_2^2 + d_1^2}{d_2^2 - d_1^2} - \mu_2 \quad (4.11)$$

în care:  $d_0$  - este diametrul exterior al compensatorului ce se presează în  $\text{mm}$ ;

$d_1$  - diametrul interior al compensatorului, în  $\text{mm}$ ;

$\mu_1$  și  $\mu_2$  - coeficienții lui Poisson pentru piesă și compensator (pentru oțel,  $\mu = 0,3$  și pentru fontă  $\mu = 0,25$ );

$d_2$  - diametrul exterior al piesei, în  $\text{mm}$ ;

Pentru asigurarea îmbinării, precum și pentru mărirea siguranței strîngerii, în unele cazuri se prevăd știfturi de fixare sau puncte de sudură, în funcție de condițiile de lucru ale pieselor.

În general, pentru obținerea unei strîngerii corespunzătoare, presarea compensatorului se face la cald. La bușarea cilindrilor, aceștia se încălzesc (piesa exterioară), iar la bușarea axurilor, fusurilor, etc. se încălzesc bușele de compensare. Temperatura de încălzire a pieselor este de  $100-150^\circ\text{C}$ , și, de obicei, se realizează în băi de ulei sau cu dispozitive electrice. Pentru cazurile cînd sînt necesare temperaturi mai mari de  $400^\circ\text{C}$ , se folosesc cuptoare de încălzire sau arzătoare cu flacără.

Temperatura de încălzire a piesei se determină cu relația:

$$t = \frac{\delta_s + \delta_j}{\alpha \cdot d \cdot 10^3} + t_m \quad (4.12)$$

în care:

$\delta_s$  - reprezintă strîngerea maximă a ajustajelor, în  $\mu\text{m}$ ;

$\delta_j$  - jocul minim necesar la montaj, în  $\mu\text{m}$ ;

$\alpha$  - coeficientul de dilatare a piesei prin încălzire;

$d$  - diametrul articulației, în  $\text{mm}$ ;

$t_m$  - temperatura mediului ambiant, în  $^\circ\text{C}$ ;

Pentru asigurarea strîngerii dintre piese se poate folosi și metoda de răcire a piesei interioare. Aceasta se face în băi cu aer lichid, la o diferență de temperatură de  $200^\circ\text{C}$  (sau în băi cu carbon solid și alcool, cu o diferență de temperatură de  $100^\circ$ ). /46/.

Temperatura pînă la care trebuie răcită piesa interioară se determină după formula :

$$t = \frac{\delta_s + \delta_j}{\alpha' \cdot d \cdot 10^3} + t_m \quad (4.13)$$

în care  $\alpha$  este coeficientul de contracție a piesei interioare, prin răcire.

Imbinarea pieselor prin strângere, cu ajutorul încălzirii sau răcirii, este mult mai rezistentă decât prin presare, deoarece asperitățile de pe suprafața pieselor nu sînt distruse și valoarea strîngerii nu se micșorează.

Avantajele metodei de recondiționare prin folosirea compensatoarelor constau în aceea că asigură reparației o calitate corespunzătoare, creează posibilitatea recondiționării pieselor cu uzură mare fără a fi nevoie de utilaje de atelier speciale, iar piesele costisitoare pot fi refolosite. Totuși, această metodă nu poate fi extinsă la toate piesele, deoarece se micșorează rezistența la oboseală, se mărește costul reparației, prelucrarea suprafețelor de contact trebuie efectuată la o clasă de precizie ridicată, transmiterea căldurii devine necorespunzătoare din cauza spațiilor de aer care se formează între suprafețele de contact, etc.

În anexa 4.2 se prezintă cele mai reprezentative piese de pe L.D.E. și L.E. care se recondiționează prin metoda compensatoarelor.

#### 4.2.3.- Recondiționarea prin înlocuirea unei părți din piesă

Metoda constă în înlocuirea unei părți a pieselor, care în urma solicitărilor mai severe în timpul funcționării decât restul piesei, este expusă unei uzuri accentuate. Aplicarea acestei metode permite realizarea de economii prin evitarea înlocuirii piesei întregi. Principial, metoda este identică cu cea a compensatoarelor; deosebirea constă în faptul că la această categorie de recondiționare se înlocuiesc părți mai importante din piesă, în multe cazuri, proiectate chiar de constructor, în așa fel încît înlocuirea să se poată efectua ușor. Asemblarea părții ce se înlocuiește se face prin înșurubare, strîngere, sudare, etc. Exemplele practice ale metodei cu aplicații la repararea pieselor de pe LDE. și LE. se prezintă în anexa 4.3.

#### 4.3.- Metode de recondiționare prin încărcare folosind procedee de sudare și metalizare

Dintre procedeele tehnologice moderne pentru reparare se prezintă în continuare cele ce se bazează pe tehnica sudurii. Aceste metode se adresează numărului celui mai mare de obiecte diferite de întreținere și cunoaște astăzi aplicații în toate ramurile industriale. Avantajul economic direct al procedeelelor este cel ce decurge din faptul că reparația prin sudare a unei piesă costă mai puțin decât prețul unei piese de schimb. Procedeele tehnologice de întreținere prin sudare permit realizarea unor economii de-a dreptul spectaculoase./6/.

Comparativ cu alte metode de recondiționare a pieselor, procedeele de sudare mai prezintă următoarele avantaje:

- a) realizarea straturilor de protecție antiuzură numai în locurile de solicitare;
- b) utilizarea unor metale de bază economice;
- c) posibilități de utilizare pe șantiere;
- d) depunerea unor aliaje rezistente la uzare;

Toate aceste avantaje, fac ca procedeele de sudare și în special procedeele moderne să le revină un rol însemnat în recondiționarea pieselor uzate de pe LDE. și LE.

În fig.4.1 se prezintă procedeele de recondiționare prin sudare care se aplică frecvent în cadrul sistemului de reparații a LDE. și LE, iar lista pieselor reprezentative care se recondiționează prin aceste procedee se prezintă în anexa 4.4.

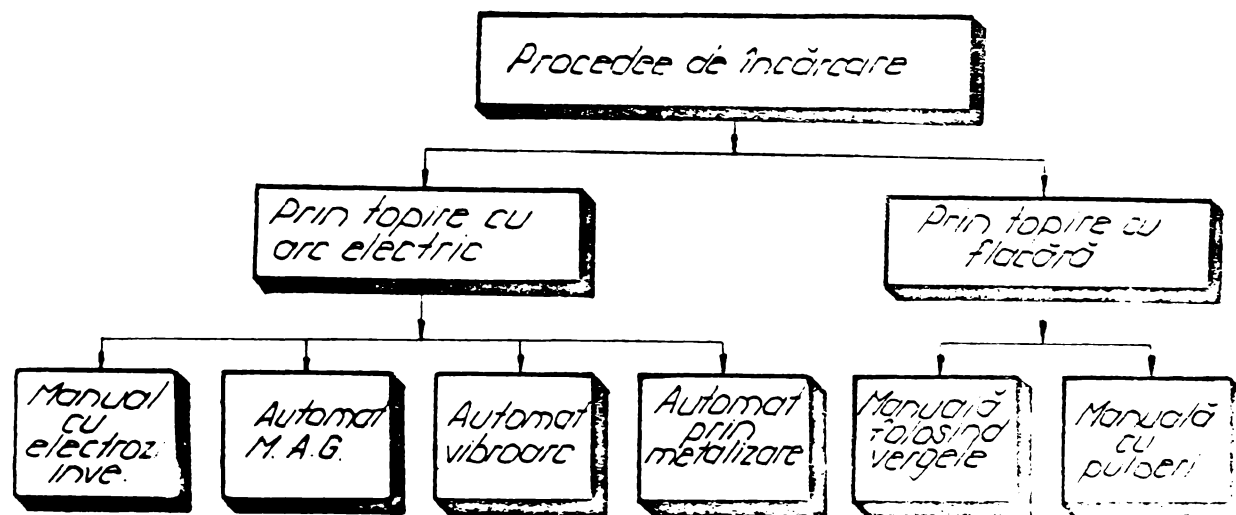


Fig.4.1 - Procedee de încărcare

Dintre aceste procedee, în teza de doctorat s-au studiat și experimentat parametrii procesului de încărcare MAG, cu arc vibrator și cu pulberi metalice, procedee de mare productivitate și pentru a căror aplicare s-au realizat instalații automate de încărcare. Procedeele studiate și experimentate s-au aplicat în premieră în cadrul sistemului de reparații a LDE. și LE. /47,66/.

Se menționează că și procedeul de încărcare prin sudare manuală cu arc electric folosind electrozi înveliți se aplică la un număr însemnat de piese uzate confecționate din oțeluri cu conținut redus de carbon, fonte și metale neferoase (anexele 4.4 și 8.2).

În literatura de specialitate /7,46,47/ sînt prezentate aspectele metalurgice ale încărcării prin sudare manuală cu arcul electric, aliajele metalice folosite la încărcare și încercările pieselor încărcate. Procedeul este foarte bine cunoscut și aplicat la recondiționarea pieselor uzate în toate ramurile industriale, existînd în acest scop un sortiment variat de electrozi fabricați în țară./84/.

#### 4.3.1.- Încărcarea prin sudare în mediu de CO<sub>2</sub> a pieselor

##### 4.3.1.1.- Avantajele procedurii

Avantajele nete ale acestui procedeu, comparativ cu încărcarea manuală cu arc electric folosind electrozi înveliți, sînt: productivitate a muncii mai mare; reducere a prețului de cost al pieselor recondiționate; sensibilitate mică față de prezența oxizilor pe suprafața pieselor ce se recondiționează, posibilitatea de încărcare a pieselor cu diametru mic (sub 40 mm), controlul vizual al stabilității arcului în tot timpul operației de încărcare; mecanizarea operației de încărcare; îmbunătățirea condițiilor de muncă ale sudorului; deservirea instalațiilor de personal cu încadrare tarifară mai mică.

Procedeu de încărcare în mediu de CO<sub>2</sub> se folosește în deosebi la recondiționarea pieselor de schimb confecționate din oțeluri carbon sau oțeluri slab aliate cu conținut scăzut de carbon.

Experiența practică de cca șapte ani de aplicare a procedurii în I.M.M.R.Craiova, arată că se pot obține rezultate foarte bune în special la încărcarea acelor piese care prezintă uzuri pe suprafețe exterioare sau interioare în alezaje adînci.

În același timp, pentru piesele de revoluție cu diametru mai mic de 40 mm, nu se necesită amenajarea unor susținătoare și a unei răcirii exterioare. La încărcarea în mediu de CO<sub>2</sub> deformațiile și contracțiile sînt mult mai reduse comparativ cu alte procedee de încărcare cu arc electric. Avantajele multiple pe care le oferă acest procedeu productiv, a condus la aplicarea lui în procesul de reparație al locomotivelor, realizîndu-se în acest scop o instalație automată de încărcare prin sudare în mediu de CO<sub>2</sub>.

##### 4.3.1.2.- Fenomene metalurgice în arcul electric

La sudarea în mediu de CO<sub>2</sub>, datorită vitezei mari de înaintare și de topire a sîrmei, temperatura unei picături de metal topit variază în limite largi, de la temperatura de topire la cea de vaporizare./38/.

Natura și volumul reacțiilor chimice care au loc în arcul electric vor fi în consecință foarte diferențiate, în funcție de poziția considerată în arc. Acestea pot fi grupate astfel:

- disocierea bioxidului de carbon;
- oxidarea elementelor componente;
- reducerea oxizilor;



Bioxidul de carbon se disociază în oxid de carbon și oxigen atomic după formula :



Gradul de disociere este în funcție de temperatura din arc. Atît oxidul de carbon cît și oxigenul atomic rezultat din disocierea bioxidului de carbon, au o acțiune oxidantă asupra elementelor componente ale metalului topit provenit din sîrma de adaos și din metalul de bază.

Compușii rezultați din disocierea bioxidului de carbon, precum și din reacțiile de oxidare și de reducere, ies din zona reacțiilor în aer (CO), sau trec în zgură (MnO, SiO<sub>2</sub>) favorizînd desfășurarea în continuare a reacțiilor, în sensul oxidării carbonului, siliciului și manganului, de unde rezultă o micșorare a acestor elemente în metalul depus cu procedeul CO<sub>2</sub> (tabela 6.6).

Reacțiile metalurgice care au loc în picătura de metal topit sînt reprezentate în fig.4.2./3B/.

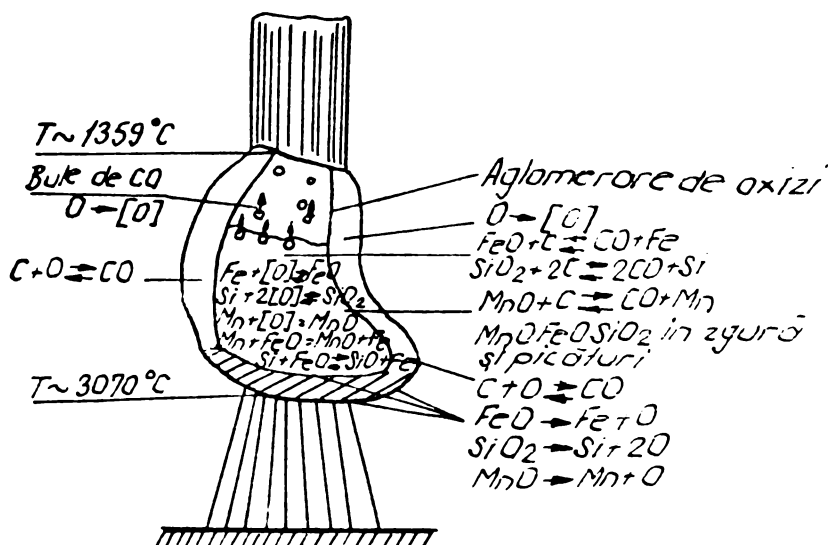


Fig.4.2 - Reprezentarea schematică a reacțiilor metalurgice

Transferul metalului topit prin spațiul arcului electric de la sîrmă la piesa de încărcat, se face în următoarele variante/79/:

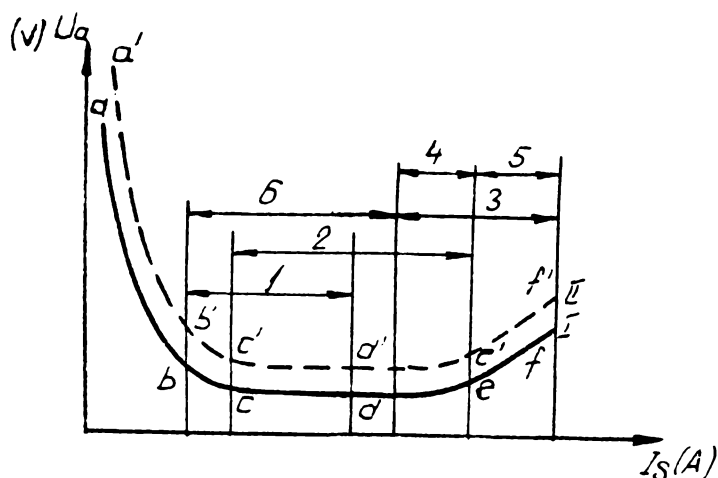
- trecerea în arc scurt, caracteristică încărcării cu curenți relativ mici și care se aplică în cazurile cînd deformațiile pieselor încărcate trebuie să fie mici. Transferul de metal topit se face în perioadele în care capătul sîrmei face contact cu bala de sudură, deci arcul electric este scurtcircuitat. Această variantă de trecere a picăturilor prin arc este caracteristică și pentru încărcarea MAG și vibroarc a pieselor uzate de la LDE și LE. cu folosirea polarității inverse;

- trecerea cu spray, la care picăturile topite din sîrma de sudură sînt foarte mici și formează un jet continuu de la sîrmă spre piesă, fără scurtcircuitarea arcului electric. (lungimea arcului

relativ constantă). Desprinderea picăturii topite din capul electrodului se face prin acțiunea forțelor de strângulare a picăturii care iau naștere ca urmare a valorii ridicate a curentului.

#### 4.3.1.3.- Caracteristica statică a arcului

Caracteristica arcului electric reprezintă dependența dintre valorile stabile ale intensității de curent și ale tensiunii arcului, pentru o lungime constantă a acestuia (fig.4.3.)



Tensiunea arcului este alcătuită din suma tensiunilor celor trei zone : anodică, catodică și coloana arcului. Dependența fiecăreia din aceste componente ale tensiunii arcului în funcție de curent, determină forma caracteristicilor statice a arcului.

Fig.4.3.-Caracteristica statică a arcului

Încărcarea cu electrod fuzibil neînvelit în mediu de gaze protectoare, se face cu o mare densitate de curent, ceea ce are ca efect o modificare substanțială a caracteristicii statice a arcului, care va avea o formă ascendentă (ramura e,f). Forma urcătoare a caracteristicii statice a arcului se explică prin creșterea densității în zona catodică și a tensiunii catodice./65/.

Ramura (a,b) a caracteristicii nu asigură o ardere stabilă a arcului și practic nu se utilizează. Încărcarea în atmosferă de gaz protector cu electrozii neînveliți se face în zona 3. Zona 3 prezintă subzonele 4 și 5 - folosite pentru încărcarea cu sîrmă grosă și respectiv subțire. Încărcarea manuală cu electrozi înveliți se face cu densitate mică de curent, corespunzătoare intervalului 1. Încărcarea automată și semiautomată sub strat de flux se face în intervalul 2, cu densități normale în electrod.

Porțiunea 6 se folosește la sudarea în mediu de gaz protector cu electrod nefuzibil. Caracteristicile statice I și II din fig. 4.3 sînt ridicate pentru două lungimi de arc  $l_1$  și  $l_2$ , unde  $l_2$  este mai mare decît  $l_1$ .

#### 4.3.1.4.- Caracteristica sursei de încărcare

Sursele de încărcare în mediu de  $CO_2$  trebuie ca, în afară de îndeplinirea condițiilor cerute oricărei surse de curent, să satisfacă și cerințele ce rezultă din particularitățile acestui procedeu.

La încărcarea în mediu de  $\text{CO}_2$  stabilitatea arcului electric este asigurată dacă sursa are o caracteristică externă rigidă (orizontală) sau ușor urcătoare . /65,68,72/. (fig.4.4).

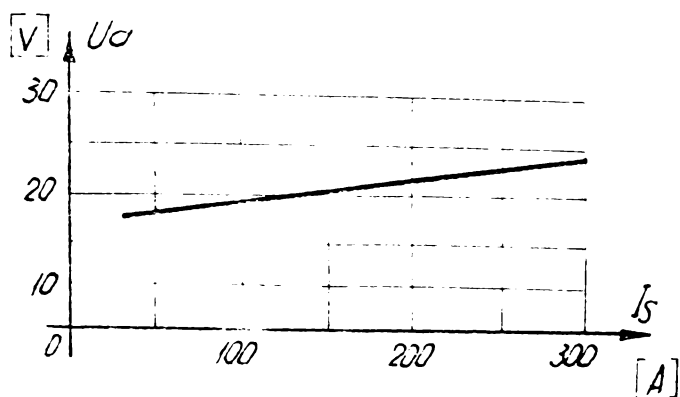


Fig.4.4 - Caracteristica externă a sursei

#### 4.3.1.5.- Tehnologia încărcării prin sudare în $\text{CO}_2$ a pieselor

Parametrii regimului de încărcare se stabilesc în funcție de dimensiunile geometrice ale pieselor de încărcat, de caracteristicile instalației de încărcare și de gradul de uzură al pieselor.

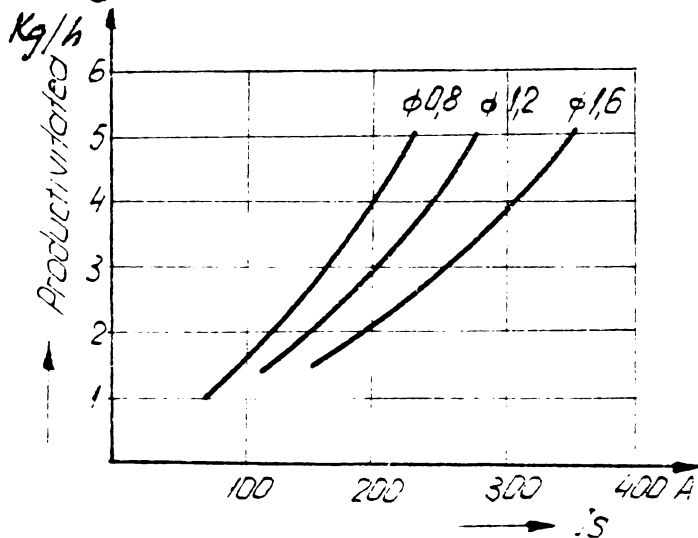
Procesul tehnologic general de recondiționare prin încărcare, cuprinde mai multe operații și faze, iar respectarea strictă a acestuia, conduce la obținerea unor depuneri de calitate și un randament sporit. Înainte de încărcare piesele se vor curăți de grăsimi, umezeală, oxizi, praf sau alte corpuri străine. Oxizii se îndepărtează prin răzuire și curățire la luciu metalic cu peria de sîrmă. Unsurile se înlătură prin degresarea pieselor în soluție fierbinte la  $80-90^{\circ}\text{C}$  de sodă calcinată 3%. Experiența IMAR-Craiova arată că rezultate bune se obțin și prin degresare cu o soluție de clorură de metilen, petrosulfoniu, motorină și săpun pastă. Piese care nu pot fi curățite prin spălare se introduc într-un cuptor și se încălzesc la  $200-300^{\circ}\text{C}$  pentru îndepărtarea urmelor de ulei.

O atenție deosebită se va acorda controlului și trierii pieselor. Controlul constă în măsurarea uzurii, controlul eventualelor deformări (încovoieri, răsuciri), depistarea fisurilor sau crăpăturilor. După control, piesele se triază pe baza prevederilor instrucției de reparat a pieselor de material rulant./100/.

O productivitate ridicată a procedurii și o calitate superioară a depunerii s-a obținut prin alegerea judicioasă a factorilor care influențează încărcarea și anume: diametrul sîrmei de adaos, natura și intensitatea curentului electric, tensiunea arcului, polaritatea, turația pieselor, viteza de înaintare a sîrmei și diametrul

piesei de încărcat. În vederea alegerii regimurilor optime de încărcare a pieselor cilindrice, s-au efectuat studii pentru stabilirea influenței parametrilor de încărcare pentru fiecare piesă, în funcție de forma geometrică, gradul de uzură și poziția suprafeței de încărcat. Influența diametrului sârmei electrod asupra productivității la încărcare este redată în fig.4.5.

S-a constatat că la aceeași valoare a curentului, cantitatea de metal topit într-o oră, crește odată cu micșorarea diametrului sârmei./23/. Sârmele cu diametru mic (0,8-1,2 mm) înlesnesc o amorsare ușoară și o bună stabilitate a arcului, motiv pentru care acestea se folosesc la încărcarea pieselor uzate de la LDE. și LF.



Experimentările au arătat că la creșterea tensiunii arcului se influențează nefavorabil procesul încărcării deoarece micșorează numărul scurtcircuității arcului electric și deci sporește dimensiunile picăturii de metal topit./23/.

Fig.4.5-Dependența dintre productivitate și diametrul sârmei

Influența vitezei de înaintare a sârmei în funcție de curent și diametrul sârmei este redată în fig.4.6. Creșterea vitezei de înaintare a sârmei cere o mărire a curentului. La o viteză constantă de înaintare a sârmei, curentul crește odată cu diametrul sârmei./23/.

Alegerea corectă a regimului de încărcare (diametrul sârmei, tensiunea arcului, viteza de încărcare, pasul depunerii, etc.) depinde de diametrul piesei. În tabela 4.1 se dau regimurile folosite la încărcarea pieselor cilindrice cu diametrul mai mic de 40 mm, recondiționate frecvent prin încărcare în mediu protector de CO<sub>2</sub>.

Tabela 4.1.

Diametrul piesei (mm)	Grosimea stratului de pus (mm)	Diametrul sârmei (mm)	Curentul de încărcare (A)	Tensiunea (V)	Viteza de avans a sârmei (m/h)	Lung. liberă (mm)	Viteza de încărcare (m/h)	Pasul depunerii (mm)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,8	0,8	75	17	175	10	20-25	1,5
15	0,8	0,8	80	17	190	10	20-25	1,5
20	0,8-1,0	0,8	85	18	200	10	20-25	1,5
25	0,8-1,0	0,8	90	18	235	10	20-25	1,5

./.

INSTITUTUL POLITEHNIC  
TIMIȘOARA  
CENTRAL

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,0	0,8	90	18	200	10	20-25	1,5
35	1,0	0,8	95	18	150	10	20-25	1,5
40	1,0	0,8	90	18	200	10	20-25	1,5

Fig.4.6.

Procedeeul se aplică la recondiționarea pieselor de material rulant confecționate din oțeluri cu conținut scăzut de carbon. Cele mai reprezentative piese care au fost experimentate și care se recondiționează sînt suportul și butonul bieletă de la LDE., piesa intermediară și flanșa de fixare de la motorul Diesel de pe LDE. Parametrii regimului de încărcare pentru reperiile suport și buton bieletă sînt cei cuprinși în tabela 4.1 iar marca sîrmei folosite este S11 M2S-STAS.1126-76-cu diametrul de 0,8 mm.

care a dat cele mai bune rezultate la încărcare. Parametrii regimului de încărcare au fost obținuți după o serie de experimentări asupra depunerilor, iar pentru reperiile din anexa 4.1 al căror diametru exterior de încărcare este de cca 160 mm, s-a lucrat următorul regim tehnologic de recondiționare: sîrmă marca S11 M2S- $\varnothing$  1,2 mm; curent de încărcare - 120A; tensiunea arcului 19V; debit  $CO_2$  10 l/min; viteza de avans a sîrmei-154 m/h; lungimea capătului liber 10 mm; polaritatea inversă; turația piesei 0,4 rot/min; pasul depunerii - 2 mm.

A fost determinată și pătrunderea în metalul de bază la încărcarea MAG și vibroarc. (fig.4.7) a pieselor reprezentative examinate pentru fiecare procedeu.



Fig.4.7-Pătrunderea la încărcarea MAG(a) și vibroarc(b)

Se constată o pătrundere medie de (0,65mm) la încărcarea cu procedeul MAG față de procedeul vibroarc(0,52 mm).

Pierderea masivă la uzare abrazivă a pieselor încărcate prin procedeele aplicate în cadrul sistemului de reparații a LDE și LE.

nu a fost determinată din lipsă mașinilor specializate de încercare. Comportarea la uzare în exploatare a suprafețelor pieselor recondiționate prin procedeele aplicate-comparativ cu piesele noi a fost analizată după un parcurs de cca. 600.000 km. al LDE și LE. reparate în IMNR. Craiova, găsind că au avut la parcursurile o comportare echivalentă mai bună decât suprafețele pieselor noi.

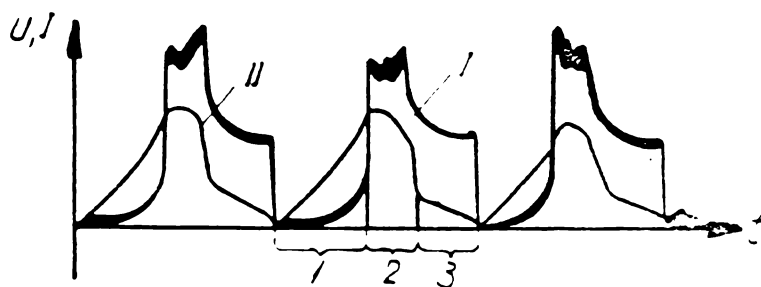
#### 4.3.2.- Încărcarea vibroarc a pieselor

##### 4.3.2.1.- Cercetarea parametrilor procesului de încărcare cu arc vibrator

Parametrii de bază ai încărcării cu electrod vibrator sînt: tensiunea medie a arcului, curentul de sudare mediu, puterea medie a arcului, frecvența descărcărilor și raportul între durata ciclului impulsului tensiunii și durata de descărcare a arcului. /60,106/.

Productivitatea procesului, calitatea încărcării și cantitatea pierderilor de metal prin ardere și stropire se determină prin valorile acestor parametri. Posibilitatea stabilirii unui procedeu sigur de reglare a parametrilor amintiți ale procesului de încărcare și stabilirea valorilor lor optime are o mare importanță practică.

În procesul încărcării pieselor cu electrod vibrator, se observă o alternanță a descărcărilor electrice și a scurtcircuitelor circuitului de sudare, prin formarea contactului între electrod și piesă. În baza cercetărilor efectuate la Institutul Politehnic din Celeabinsk (U.R.S.S.), rezultă că cea mai mare cantitate de căldură (82-94,3%) se produce în perioada descărcării arcului electric. În fig.4.8 este reprezentată oscilograma reală, a tensiunii (curba I) și a intensității de curent (curba II) în cazul încărcării cu curent continuu.



Dacă privind oscilograma (fig.4.8) se observă că, în decursul unei perioade de vibrație a electrodului apar: perioada de scurtcircuit 1, perioada de descărcare electrică 2 și perioada de mers în gol 3. În momentul întreruperii circuitului la înde-

Fig.4.8.

părtarea electrodului de piesă, curentul micșorându-se induce tensiunea electromotoare de autoinducție, care coincide ca direcție și sens cu tensiunea sursei de curent, mărinđ tensiunea între electrod și piesă, ceea ce creează condiții favorabile pentru amorsarea arcului. Crescând distanța între electrod și piesă, curentul scade, iar descărcarea electrică dispore și începe perioade de mers în gol.

Dacă inductanța circuitului este prea mare variația curentului este încetinită și influențează negativ autoreglarea, frînând acest proces.

Raportul între durata perioadelor luate separat, depinde de mai mulți factori : de caracteristicile sursei de alimentare cu curent și de parametrii circuitului electric, de viteza de avans a sârmei - electrod și de amplitudinea de vibraire a ei, de consumul lichidului și a-m.d. Astfel, în experiențele efectuate cu ocazia ridicării oscilogramelor din fig.4.8 durata descărcărilor electrice a fost de  $6,5 \cdot 10^{-1} - 2,3 \cdot 10^{-3}$  secunde și ocupă 7-21 % din timpul unui ciclu (perioada de vibrație). Durata mersului în gol ocupă 29,5-64%, iar a scurtcircuitelor 35-50 %. Caracterul de arc a descărcărilor, ce se produc, se confirmă prin durata lor relativ mare (totdeauna nu mai puțin de  $10^{-4}$  sec) de valoarea tensiunilor în momentul descărcărilor caracteristice descărcărilor sub forma de arc, și legat de durata intervalului de descărcare, prin caracterul de încălzire a electrodului și a piesei./31/.

Particularitățile procesului cu arc vibrator determină necesitatea respectării cât mai stricte a parametrilor regimului de lucru. Regimurile cele mai stabile de încărcare se obțin la valori medii ale tensiunii 15-20V, adică aproape la jumătate din tensiunea arcului  $U_a$ .

Metodica de determinare a parametrilor optimi ai regimului încărcării automate cu arc vibrator, este publicată în Buletinul Institutului Politehnic din Celeabinsk nr.33 anul 1965./31/. Metoda propusă este însă extrem de complicată pentru a avea aplicabilitatea practică în condițiile de producție.

Urmare acestei situații, unii autori<sup>/31/</sup> au recurs la trasarea unor nomograme pentru determinarea valorilor optime a parametrilor regimului de sudare cu arc vibrator.

În fig.4.9 este prezentată schema de variație a curentului și tensiunii (oscilogramă teoretică).

Perioada de mers în gol este exprimată prin (fig.4.9):

$$t_0 = t_c - (t_k + t_a) \quad (4.15)$$

(adică normal :  $t_c = (t_k + t_a)$ )

Curentul de sudare este:

./.

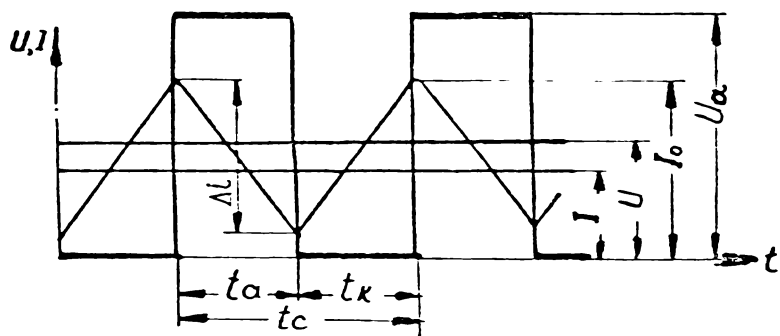


Fig. 4.9.

$$I_{\text{m}} = \frac{1}{R}(E - U_a \frac{t_a}{t_c}) \quad (4.46)$$

unde:

$E$  = f.e.m. a sursei de curent;

$U_a$  = tensiunea arcului

Din relația (4.26) putem avea raportul  $\frac{t_a}{t_c}$  prin ajutorul unor transformări :

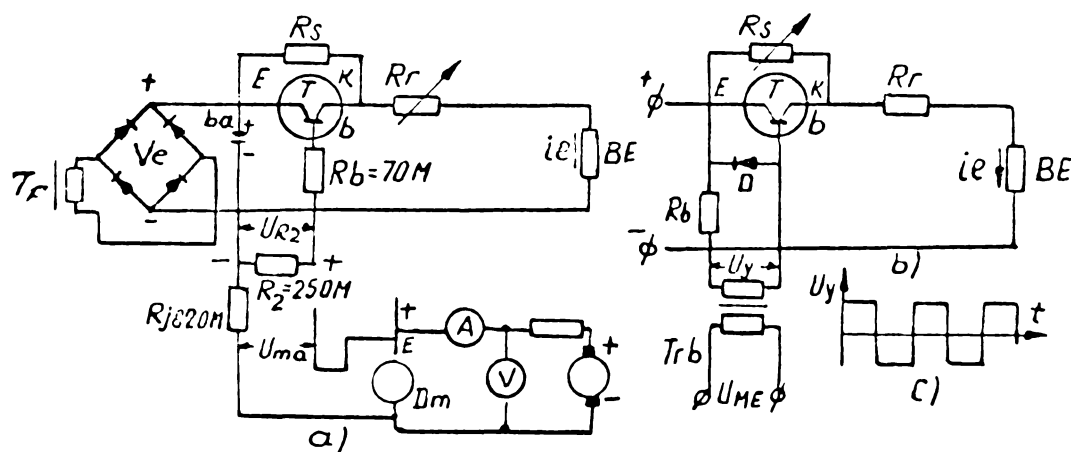
$$\frac{t_a}{t_c} = \frac{U}{U_a}$$

unde  $U$  - tensiunea medie (de lucru);

iar valoarea medie  $E_m$  are expresia :

$$E_m = \frac{U_a + 0,5R \cdot I_{\text{max}}}{2}$$

Stabilirea unei metode simple și eficiente de reglare a parametrilor procesului de încărcare, și stabilirea rapidă a valorilor lor optime are o mare importanță practică./31/.



a) schema de reglare cu sursă de curent în circuitul de comutare;

b) schema circuitului de comutare cu trimiterea semnalelor de

Fig.4.10. Schema de reglare a parametrilor procesului de încărcare cu arc vibrator

comandă prin transformator; c) graficul impulsurilor de comandă obținute la înfășurarea secundară a transformatorului; E,K - emițător-colector;

Schema de reglare a parametrilor a încărcărilor prin arc vibrator (fig.4.10) constă din două părți : schema excitației generatorului și schema de comutare. Schema de excitație cuprinde : transformatorul  $T_r$ , redresor  $V_e$ , reostatul de reglare  $R_r$  și înfășurarea de excitație BE a generatorului. In cazul descris, aceste elemente fac parte dintr-un generator al convertizorului tip PSG-500 (U.R.S.S.).Schema

./.



de conectare este alcătuită din trioda T, reostatul suplimentar  $R_g$ , sursa de curent continuu  $B_a$  și rezistențele  $R_0, R_1$  și  $R_2$ . La descărcarea arcului o parte a tensiunii  $U_{ma}$  între electrozii E și  $D_m$  asupra (intervalului baza - emițător) triodei T. În acest caz trioda T este închisă și curentul de excitație i trece printr-o rezistență suplimentară  $R_g$ . La producerea scurtcircuitului tensiunea între electrozi se apropie de zero și intervalul baza - emițător se află sub tensiunea  $U_{Ba}$ . Ca urmare trioda T este deschisă și curentul de excitație trece prin intervalul emițător - colector și rezistența  $R_r$ .

Prin variația rezistenței reglabile  $R_g$  se ajunge la schimbarea corespunzătoare a curentului de excitație în perioadele de descărcare a arcului. Întrucât tensiunea generatorului este direct proporțională cu curentul de excitație este posibil ca prin variația valorilor rezistenței  $R_g$  să reglăm valoarea tensiunii la bornele generatorului în perioadele descărcărilor arcului într-un interval destul de mare.

Neajunsul acestei scheme de conectare (fig.4.10 a) este prezența sursei de alimentare  $B_a$ , care complică schema și reduce siguranța de funcționare.

În schema perfecționată (fig.4.10 b), pentru obținerea impulsurilor dirijate al tensiunii  $U_y$  este folosit transformatorul  $T_r$ . Conectarea tensiunii  $U_{ma}$  la transformator, la ieșirea din transformator se obțin impulsuri de tensiune  $U_y$  reprezentarea lor grafică este arătată pe fig.4.10 c. Dacă se conectează transformatorul  $T_{rb}$  astfel, ca în timpul descărcării arcului la baza tranzistorului se introduce un impuls pozitiv, iar în perioada scurtcircuitului negativ, atunci funcționarea schemei va fi analoagă cu funcționarea schemei după fig.4.10a

Parametrii transformatorului  $T_{rb}$  și rezistențele  $R_b$  se alege în condițiile de asigurare a curentului necesar prin baza tranzistorului în perioadele când este deschis. În schema (v.fig.4.10 b) este utilizată dioda D, care protejează intervalul baza - emițător la acțiunea impulsului de polaritate pozitivă.

Cercetările au stabilit că valoarea rezistenței circuitului înfășurării de excitație, în perioadele descărcării arcului, produce o importantă influență asupra parametrilor de bază a procesului de sudare cu arc vibrator: tensiunea arcului ( $U_a$ ), curentul de descărcare-sudare ( $I_a$ ), puterea arcului (descărcării) ( $P_a$ ), durata descărcării ( $t_a$ ), raportul între plinul și golul impulsurilor  $t_c/t_a$  și numărul de descărcări pe secundă.

Parametrii indicați la rîndul lor, determină caracteristicile tehnologice ale procesului: productivitatea, finețea suprafeței încărcate, arderea adausurilor de aliere și pierderile metal lui prin ardere și stropire.

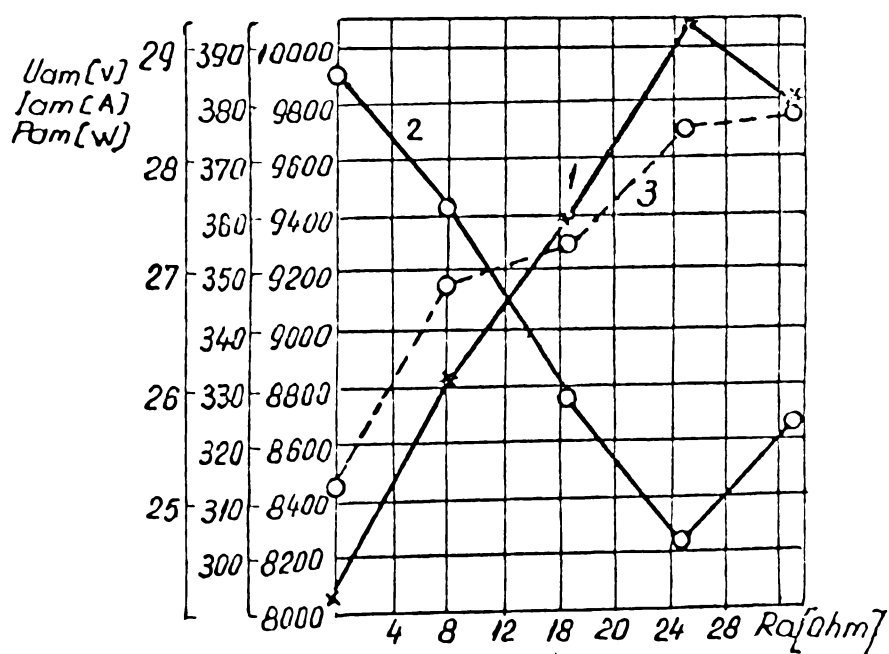
Prin introducerea rezistenței  $R_a \neq 0$ , în funcționarea schemei de excitație a generatorului participă tranzistorul introdus în circuitul lui.

În același timp se ridică stabilitatea procesului, se îmbunătățește finețea suprafeței încărcate și scad pierderile de metal prin ardere și stropire.

Printr-o serie de oscilograme ridicate, s-a stabilit dependența între parametrii de bază a procesului vibroare funcție de rezistența  $R_a$ . /31/.

Cu creșterea lui  $R_a$  de la 0 pînă la 33 ohmi durata descărcărilor arcurilor scade, durata scurtcircuitelor crește, iar raportul  $t_a/t_c$ , raportul invers a golurilor impulsurilor tensiunii, scade de la 0,96 pînă la 0,6 - 0,69.

La creșterea lui  $R_a$  de la zero pînă la 25 ohmi,  $I_a$  creștea de la 294 pînă la 394 A,  $U_a$  a scăzut de la 28,8 pînă la 24,6 V, iar puterea medie ( $P_a$ ) a descărcării creștea de la 8450 pînă la 9700 W (fig. 4.11).



1.  $I_a$  (med) =  $f_1(R_a)$ ;
2.  $U_a$  (med) =  $f_2(R_a)$ ;
3.  $P_a$  (med) =  $f_3(R_a)$ ;

Fig.4.11. Influența rezistenței asupra curentului, tensiunii și puterii descărcării arcului. Existenta legăturii între rezistența înfășurării excitației, în perioadele descărcării arcului, și golurile între impulsurile tensiunii va da posibilitatea la depunere să se stabilească cu ușurință valorile optime ale raportului  $t_c/t_a$ . Arderea elementelor de aliere crește cu creșterea timpului cît picătura metalului electrodului rămîne în atmosfera arcului. Cu creșterea golurilor între impulsuri, scade durata de descărcare a arcului și timpul cît picătura rămîne în atmosferă. De aceea, valoarea optimă a golurilor se consideră valoarea cea mai mare a lui  $t_c/t_a$  care asigură o stabilitate înaltă a procesului.

Dintr-un număr mare de oscilograme a procesului vibroare prin ajutorul statisticii matematice a fost stabilită legătura între pute-

rea arcului (descărcării arcului) și golurile între impulsurile tensiunii. Legătura constă în aceea că, puterea descărcării crește cu creșterea golurilor ceea ce se confirmă și prin rezultatele obținute printr-o serie de cercetări./53,76,106/.

Viteza de topire a sîrmei crește proporțional cu creșterea puterii medii a descărcării arcului. Prin urmare schema de reglare, prezentată poate în acelaș timp să asigure arderea minimă a elementelor de aliere, și o productivitate maximă a procesului în condițiile date de încărcare.

Scăderea pierderilor de metal, cu creșterea lui  $R_g$  (fig.4.12) la utilizarea tensiunilor înalte de mers în gol (în experiențele executate  $U_0 = 26$  V și mai mult) are un caracter pronunțat. La un  $U_0 = 24$  V și mai mică, dependența pierderilor de la valoarea rezistenței  $R_g$  are un caracter mai puțin pronunțat (fig.4.12, curba 2).

Prin ajutorul fotografierii rapide a procesului cu arc vibrator s-a constatat că descărcarea arcului se naște de fiecare dată în timpul ruperii punții metalului lichid, care unește electrozii. Rupe-rea punții este însoțită de stropirea metalului, care alcătuiește partea cea mai importantă din totalul pierderilor. Pierderile prin stropire pot fi micșorate prin reducerea curentului în momentul ruperii punții metalului lichid. Introducerea rezistenței în circuitul înfășurării de excitație, în momentul producerii descărcării arcului, duce la o reducere în salturi a curentului între electrozi, iar ca rezultat se reduce stropirea.

Cu creșterea tensiunii de mers în gol, cresc pierderile metalului electrodului. Pare, că prin aceasta se explică creșterea influenței valorii lui  $R_g$  asupra pierderilor metalului, la trecerea de la tensiuni joase de mers în gol, către cele mai mari (v.fig.4.12 curbele 1 și 2).

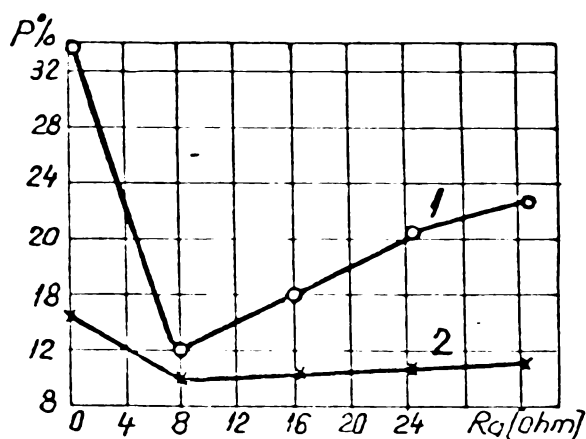


Fig.4.12. Influența rezistenței ( $R_a$ ) asupra mărimii pierderilor de metal ( $P$ )

./.

În concluzie, schema studiată și experimentată asigură reglarea parametrilor procesului cu arc vibrator, într-un interval suficient de larg, cu pierderi mici de energie electrică, ce sînt proprii reglării prin ajutorul rezistenței de șhuntare și cade necesitatea folosirii unor reostate cu rezistență ohmică mică, calculate pentru o funcționare de lungă durată la curenți mari de sudare.

Schema permite ca în timp rapid să se stabilească parametrii optimi ai procesului, ce asigură productivitatea maximă în condițiile date de încărcare, o bună finete a suprafeții încărcate, și pierderile minime de metal prin ardere și stropire.

Procesul de încărcare în principal se caracterizează prin intensitatea și felul curentului, valoarea tensiunii și a inductanței circuitului, oscilația vibrației și viteza de avans a sârmei - electrod viteza și pasul încărcării, grosimea stratului metalului încărcat (depus), consumul lichidului (soluție-emulsie) de răcire, etc.

Felul curentului se alege în funcție de utilajul existent. Prioritate are curentul continuu de la un generator sau redresor. În acest caz, încărcarea se face cu polaritatea inversă, întrucât aceasta reduce stropirea metalului depus și evident îmbunătățește calitatea depunerii.

Intensitatea curentului se determină prin diametrul sârmei-electrod și prin viteza de avans a ei la încărcare. La un regim stabilit în timpul descărcării de impuls ea depinde la fel și de frecvența de vibrație a electrodului, valoarea rezistenței electrice a circuitului, mai ales de rezistența între electrod și piesa ce se încarcă și legat de aceasta, cu tensiunea pe electrozi. Curentul pentru încărcare poate fi determinat și după valoarea densității lui. Densitatea de curent în medie se ia de 60-75 A/mm<sup>2</sup> pentru sârma electrod cu diametru pînă la 2 mm. și de 50-70 A/mm<sup>2</sup> pentru sîrmă-electrod cu diametru mai mare de 2 mm. Pentru avansuri mari a sârmei-electrod, este necesară și densitatea mai mare a curentului./31/.

Tensiunea pe electrozi la încărcare, poate fi în limitele de la 5 pînă la 30 V. Micșorarea tensiunii de obicei duce la reducerea stabilității procesului de încărcare, la apariția perioadelor de mers în gol, reducerea pătrunderii de topire a metalului de bază.

Cercetările precum și experiența în producție au stabilit, că încărcarea cu un strat din metal de grosime pînă la 1 mm. se recomandă tensiunea pe electrozi în limitele de 12-15 V, iar pentru grosimi mai mari de 1 mm - în limitele de 15-20 V. Uneori această tensiune întrucîtva se mărește cu scopul obținerii unui proces mai stabil de încărcare.

Inductanța circuitului de sudare depinde de un șir de factori, de exemplu în funcție de vibrarea electrodului, de tensiunea între electrod și piesă de felul curentului, etc. La încărcarea cu curent continuu sau curentul redresat inductanța circuitului este minimă, însă pe deplin suficientă pentru stabilitatea procesului de încărcare.

Inductanța introdusă în circuit este reglabilă (de obicei prin schimbarea reluctanței magnetice-variația întrefierului) sau prin variația spirelor înfășurării miezului inductanței.

În circuitul de sudare, alimentat de un generator de sudare de curent continuu, este necesar să fie introdusă o rezistență suplimentară, din cauză că generatoarele posedă o mare inductanță.

Amplitudinea vibrației sârmei-electrod depinde de diametrul sârmei-electrod și de tensiunea pe electrozi.

Cu cât diametrul sârmei-electrod este mai mare și tensiunea mai mare, cu atât amplitudinea vibrației crește. De obicei mărimea ei este cuprinsă în limitele de la 0,75 până la 1,0 diametru al sârmei-electrod. Creșterea amplitudinii reduce timpul descărcării electrice; electrodul se răcește mai bine; scade grosimea metalului depus. Reducerea amplitudinii mărește timpul scurtcircuitului circuitului de sudare, se observă deranjarea procesului de încărcare. Toate acestea se referă la una și aceeași frecvență de oscilație a sârmei-electrod.

Viteza de avans a sârmei-electrod depinde în primul rând de grosimea stratului metalului de depus, și este legată de diametrul sârmei-electrod, cu tensiunea și densitatea curentului de încărcare. La o tensiune joasă pe electrozi cu diametrul de 1,6-2,0 mm. încărcarea se execută cu viteza de avans 50-70 cm/min. La o tensiune mai mare de 15 V viteza de avans în funcție de densitatea de curent crește până la 90-150 cm/min.

Reducerea vitezei de avans a sârmei-electrod duce la formarea pe cusătură depusă a unor goluri la încărcări a unor porțiuni izolate și rebutarea lucrării. Creșterea vitezei de avans mărește durata scurtcircuitului în circuitul de sudare; capătul electrodului se încălzește rapid și în bucăți mici cade pe suprafața de încărcat, fără să ajungă la topire. Aceasta cauzează înrăutățirea sensibilă a calității depunerii.

Viteza depunerii (încărcării) se determină în funcție de grosimea cerută (necesară) a stratului depus și se reglează în limitele posibilităților procedurii de încărcare. Viteza depunerii se calculează cu relația :

$$v = \frac{0.785 \cdot d^2 \cdot w \cdot k}{f \cdot s} \quad (4.17)$$

unde :  $v$ - viteza de încărcare în mm/s;

$d$ - diametrul sârmei-electrod în mm;

$w$ - viteza de avans a sârmei-electrod în mm/s;

$k$ - coeficientul de trecere a metalului de pe sîrmă-electrod în metalul încărcat;  $k=1-p$ , unde  $p$ -pierderile de metal prin ardere și stropire, exprimate în părți față de greutatea metalului sârmei-electrod topit;

$f$ - grosimea stratului metalului încărcat în mm;

$s$ - pasul încărcării în mm/turație (cazul se referă la încărcarea unei piese cilindrice);

Numărul de turații a piesei se calculează cu relația :

$$n = \frac{60 \cdot v}{(D+2f)} \quad (4.13)$$

unde  $D$  - este diametrul piesei ce se încarcă în mm.

Înlocuind pe  $v$  prin expresia din relația (4.27), obținem:

$$n = \frac{15 \cdot d^2 \cdot w \cdot k}{(D+f) \cdot f \cdot s} \quad (4.19)$$

Valoriile medii ale vitezei de încărcare se află între 5 până la 20 mm/s la grosimile stratului de încărcare de la 1 la 3 mm.

Pasul încărcării este legat de lățimea cusăturii ce se depune, care la rândul său depinde de valoarea tensiunii pe electrozi, de diametrul electrodului, de densitatea curentului, de viteza de răcire a metalului încărcat. Practic, este stabilit că este recomandabil ca să se adopte mărimea pasului, egală cu 1,2-1,5 din diametrul sârmei-electrod când tensiunea pe electrozi este de 12-15 V și de 1,5-2,0 diametru la o tensiune de 15-20 V.

Cu creșterea pasului se îmbunătățește adâncimea de topire a metalului de bază, însă în acest caz poate să se înrăutățească acoperirea reciprocă a straturilor (suprapunerea) metalului depus și acuratețea suprafeții încărcate după prelucrarea mecanică.

Grosimea stratului de încărcat se determină prin mărimea uzurii a suprafeței de lucru al piesei și de posibili tăștile procedului aplicat.

Procedeul de încărcare cu arc vibrator dă posibilitatea încărcării unor straturi de metal cu grosimi de la zecimi de mm. până la 3-3,5 mm. Pentru prelucrarea mecanică se dă un adaos de 0,6-1,2 mm. pe  $p$  parte.

Consumul lichidului de lucru în timpul încărcării determină nu numai gradul de protejare a metalului topit contra oxigenului și azotului din aer și stabilitatea procesului de încărcare, ci și mai ales viteza de răcire a metalului încărcat și a celui de bază. De viteza de răcire a metalului depinde duritatea lui, posibilitatea apariției (nașterii) crăpăturilor și formarea porilor în stratul depus. De aceea, consumul lichidului de lucru variază în limite destul de largi. În cazul încărcării pieselor din oțeluri cu carbon ridicat și mijlociu, precum și aliate, el este de 0,3-0,5 l/min; pentru oțeluri cu carbon puțin acest consum poate ajunge la 1/min. și mai mult.

Alegerea regimului de încărcare de obicei începe prin a cunoaște grosimea stratului de metal necesar de depus precum și din datele condițiilor tehnice sau din fișele tehnologice. După aceea se alege tipul și diametrul sârmei-electrod. Tipul (marca) sârmei-electrod se alege în funcție de duritatea ce trebuie să aibă metalul încărcat, iar diametrul ei funcție de grosimea stratului depus.

După aceea se stabilește viteza de avans cea mai potrivită a sârmei-electrod, felul, și valoarea curentului de sudare, tensiunea pe electrozi; se determină pasul încărcării. Apoi se determină viteza încărcării, turația piesei și consumul lichidului de lucru. Toate aceste date se introduc într-o fișă tehnologică.

Pentru cazurile normale (obișnuite) cu regimuri obișnuite la încărcare cu arc vibrator, pierderile de metal a sârmei-electrod, prin ardere și stropire sînt de 11-15 %, coeficientul de topire 9-12 g/Ah, coeficientul de încărcare (depunere) 8-10 g/Ah, cantitatea de metal topit 1,45-1,75 kg/h, iar a celui încărcat 1,20-1,50 kg/h, coeficientul de trecere a carbonului în metalul încărcat 0,45-0,55, a mangamului 0,45-0,60.

Revenind asupra sârmei-electrod diametrul ei depinde de grosimea stratului de depus, puterea sursei de curent precum și de construcția capului automat de încărcare. Pentru grosimea stratului pînă la 1 mm. se alege sârma-electrod cu diametru de 1,6 mm; pentru grosimea de 2 mm. sârma-electrod de 2,5 mm. și pentru grosimi mai mari de 2 mm. diametru 2-3 mm.

Sursa de alimentare cu curent a arcului cu tensiunea de lucru de 12 V dă posibilitatea utilizării sârmei-electrod cu diametru de 2 mm. Pentru acest diametru sînt calculate majoritatea din capetele automate de încărcare. De diametrul sârmei-electrod depinde regimul de încărcare, productivitatea încărcării, dimensiunile zonei de influență termică și tensiunile interne remanente.

În ce privește frecvența și măsurarea amplitudinii vibrației electrodului, experiența a arătat că cea mai bună depunere calitativ se realizează la o frecvență a vibrațiilor cuprinse între 50 și 60 întreruperi/s. Scăderea frecvenței sub 40 întreruperi/s duce la încălzirea piesei și la arderea mai puternică a elementelor de aliere.

În ceea ce privește amplitudinea, s-a constatat că stabilitatea maximă a metalului se obține la valori ale amplitudinii cuprinse între 1,0 și 1,7 mm.

În cazul unor electrozi cu diametrul cuprins între 1,5 și 2 mm. a rezultat că limitele optime ale vibrațiilor amplitudinii sînt date de relația  $(0,7 - 1,2) d_e$ .

Asupra stabilității arcului și a stropirii metalului și asupra aderenței metalului depus exercită influență importantă, unghiurile pe care sârma le face cu suprafața piesei ce se încarcă.

În fig.4.13 unghiul  $\alpha$  dintre electrod și direcția de avans al acestuia în general nu trebuie să fie mai mare de  $90^\circ$ , mai mic de  $65^\circ$ . Pentru asigurarea unei bune aderențe se recomandă ca acest unghi să fie cuprins între  $80$  și  $70^\circ$ . O mai mare importanță o reprezintă

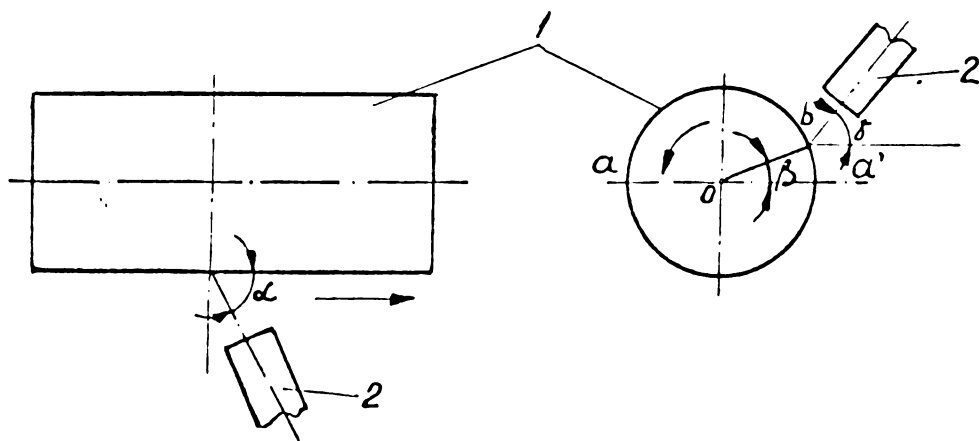


Fig.4.13. Schema de poziționare a electrodului (2) față de piesă (1).

Unghiul  $\beta$  este de cca.  $40^\circ$  și  $45^\circ$ .

Cunoscând valorile teoretice ale parametrilor cercetați pe baza unor scheme electrice și în funcție de tipul utilajului existent, s-au experimentat practic pe un număr de 6 tipuri de epruvete numerotate de la I la VI, valorile parametrilor pentru diferite calități de materiale de adaos și diferite medii de răcire și protecție. Depunerile s-au făcut pe bare din OLC.45 cu dimensiunile de  $\varnothing 30 \times 300$ . Rezultatele experimentărilor practice se prezintă în tabela 4.2. Se constată că procesul de încărcare în principal se caracterizează prin intensitatea curentului, valoarea tensiunii, vibrația și viteza de avans a sârmei, pasul încărcării, grosimea stratului încărcat, consumul lichidului de răcire, etc.

Aspectul exterior uniform al depunerilor, duritatea uniformă și o calitate superioară se constată la depunerile cu sîrmă calitate S11 M2S cu  $\varnothing 1,2$  mm., protecția arcului cu  $CO_2$  și răcirea cu emulsie de apă și 15% glicerină tehnică. (Tabela 4.2).

Diversitatea materialelor de depunere, a mediului de răcire și de protecție și a regimurilor de încărcare permit alegerea celor mai optime parametrii de recondiționare și extinderea procedurii cu arc vibrator la recondiționarea pieselor de material rulant uzate.

unghiul  $\beta$  dintre planul orizontal  $a-a'$  ce trece prin axa piesei și dreapta ce unește centrul cercului  $O$  cu punctul  $b$  de contact al electrodului cu piesa. În general valoarea unghiului



Nr. Nr.	Material	Diam. (mm)	Frecv. (Hz)	Curent de incalzire (A)	Tens. av. (V)	Debit CO2 (l/min)	Tura depun. (mm)	Lichid răcire	Lichid protecie	Amplitud. (mm)	Gros. strat (mm)	Duritate	OBS.				
0	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.	I	1	S11M2S	1,2	70	105	16	1,5	15	7	2,4	H <sub>2</sub> O+15 %glic.	-	1,7	1,5	43	Aspect uniform
2.	I	2	OS08	1,2	55	105	16	1,5	15	7	2,4	"	-	1,7	1,7	40	Aspect poros
3.	I	3	Ru12	1,6	55	110	15	1,5	15	7	2,4	"	-	1,7	2,5	43	Aspect poros și neuniform
4.	I	4	Ru12	1,6	60	110	15	1,2	15	7	2,4	"	-	1,7	1,75	45	Aspect puțin poros
5.	II	1	Ru12	1,6	55	110	15	1,0	15	4	1,95	"	-	1,7	2,5	41	Aspect neuniform
6.	II	2	Ru12	1,6	55	110	15	1,0	15	4	1,95	"	-	1,7	2,5	41	"
7.	II	3	Ru12	1,6	55	110	15	1,2	15	4	1,95	"	-	1,7	2,5	42	Aspect uniform
8.	II	4	Ru1-2	1,6	55	110	15	1,2	15	6	2,0	"	-	1,7	1,7	42	Aspect puțin uniform
9.	II	5	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	6	2,0	"	-	1,7	1,7	42	"
10.	II	6	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	4	2,3	"	-	1,7	2,5	43	Aspect uniform
11.	III	1	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	4	2,3	"	-	1,7	2,3	40	Aspect neunif.
12.	III	2	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	4	2,3	"	-	1,7	2,0	40	Aspect unif.

./.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
13. III	3	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	7	2,3	H <sub>2</sub> O+15 %glic.	-	1,7	2	40	Aspect neuniform
14. III	4	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	-	7	2,3	"	H <sub>2</sub> O+15 %glic.	1,7	2	40	-idem-
15. IV	1	S11M2S	1,2	60	105	16	1,5	-	7	2	"	"	1,7	2	41	Aspect uniform
16. IV	2	OSC8	1,2	70	105	16	1,5	-	7	2	"	"	1,7	1,5	42	-idem-
17. IV	3	OSC8	1,2	70	105	16	1,5	-	7	2	"	"	1,7	1,6	43	Aspect neuniform
18. V	1	OSC8	1,2	70	105	16	1,5	-	7	2	H <sub>2</sub> O+15 %glic. 5% NO <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O+15 %glic.	1,7	1,5	43	Aspect uniform
19. V	2	OSC8	1,2	70	105	16	1,5	-	7	2	"	"	1,7	1,5	43	Aspect neuniform
20. V	3	S11M2S	1,2	70	105	16	1,5	15	9	2	"	"	1,7	1,4	40	-idem-
21. VI	1	S11M2S	1,2	70	105	16	1,5	15	9	2	"	"	1,7	1,25	29	Aspect uniform
22. VI	2	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	9	2	"	"	1,7	1,5	45	-idem-
23. VI	3	Ru1-2	1,6	80	110	15	1,2	15	9	2	"	"	1,7	1,5	41	Aspect poros

#### 4.3.2.2.- Considerațiuni practice privind aplicarea procedurii

Încărcarea exterioară și interioară a pieselor cilindrice, precum și a canelurilor se execută cu instalații amenajate la strunguri. Se pot folosi strunguri vechi, care să nu aibă bătăi mai mari de 0,1 mm. Pentru recondiționarea pieselor de material rulant, strungurile trebuie transformate pentru obținerea unei turații a universalului între 0,5-20 rot/min. Deoarece turația minimă a strungurilor în mod obișnuit este de 10-20 rot/min. pentru reducerea turației se folosește un reductor cu melc, avînd raportul de transmitere 1: 30 - 1:40 sau motoare electrice de antrenare cu turație reglabilă.

Pentru circulara emulsiei de răcire se poate folosi instalația de răcire a strungurilor (rezervorul, pompa, conductele, filtrul).

În timpul încărcării, piesa se răcește cu o soluție avînd 4-6% sodă calcinată ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) și apă sau cu o soluție de glicerină tehnică în proporție de 15-20 %. Soluția de sodă apără piesa de coroziune în timpul încărcării. În cazul răcirii cu apă în loc de soluție cu sodă, suprafața încărcată se acoperă cu rugină. Pentru a reduce cantitatea microfisurilor, se recomandă răcirea cu emulsie de glicerină tehnică.

Lichidul de răcire este depozitat într-un rezervor de 30-40 l. sau în rezervorul corespunzător al strungului, de unde este antrenat de o pompă și trimis spre piesă și spre dăza electrodului. În timpul lucrului lichidul se impurifică treptat cu ulei luat de pe strung, precum și cu stropi metalici. Pentru curățirea emulsiei de particulele metalice, trebuie ca rezervorul să dispună de un vas pentru depuneri (decanator), iar la o lună emulsia trebuie schimbată. De asemenea, se recomandă ca atunci cînd se observă pete de ulei deasupra emulsiei acestea să se elimine.

Jetul de apă nu trebuie să cadă direct în zona arcului sau în zona băii de sudură, deoarece în acest caz se înrăutățește stabilitatea arcului și calitatea metalului depus. În mod obișnuit, jetul emulsiei de răcire trebuie dirijat în partea de jos a piesei, în planul arcului.

Răcirea piesei nu trebuie să fie exagerată. În cazul cînd se folosește o tensiune de 16-22 V, trebuie folosit un debit de 0,2-1,0 l/min, iar la tensiuni superioare se recomandă majorarea debitului de răcire. Pentru ca răcirea să nu influențeze asupra stabilității arcului, se folosește uneori și răcirea din mai multe părți. Schimbînd locul de cădere a emulsiei de răcire pe piesă, se influențează asupra durității metalului depus. Cea mai mare duritate se obține atunci cînd emulsia cade pe cordoanel sudat și în zona din apropierea arcului. În cazul folosirii răcirii de jos în sus a piesei, duritatea metalului

depus scade, însă scade și cantitatea de fisuri de pe suprafața recon-  
diționată.

În timpul încărcării, pe fața frontală a diuzei cad stropi me-  
talici putând astupa orificiul de ieșire a sârmei. Răcirea diuzei, eli-  
mină acest pericol. La unele tipuri de instalații, răcirea diuzei se  
face prin picurare, iar la altele tubul de conducere a apei are un ori-  
ficiu pe unde circa 10% din debitul emulsiei de răcire cade pe diuză,  
răcind-o.

Vibrarea electrodului exercită o influență mare asupra stabi-  
lității procesului. Reglarea vibrării constă în menținerea amplitudi-  
nii și frecvenței între anumite limite. Corectitudinea funcționării  
vibratorului se apreciază după zgomotul făcut. Când funcționează nor-  
mal se aude un zumzet continuu caracteristic. Mărimea amplitudinii se  
măsoară cu comparatorul, așezând tija acestuia pe diuza electrodului  
și învârtind manual excentricul. Amplitudinea diuzei trebuie controla-  
tă la începutul fiecărei zile de lucru, deoarece din cauza trepidațiilor  
lor, ea se schimbă în procesul de lucru.

Stabilitatea funcționării vibratorului este influențată și de  
variațiile tensiunii din rețea. Aceste variații fac ca vibratorul să  
nu lucreze la regim constant, fapt ce provoacă instalabilitatea arcu-  
lui și, în consecință, o depunere necorespunzătoare.

Amplitudinea mai mică de 1 mm. face să se lipească o cantita-  
te mare de stropi metalici de diuză, iar o amplitudine de peste 2,5 mm.  
face să se uzeze mai puternic piesele capului vibrator. Sârma electrod  
intră în vibrație prin faptul că trece prin diuza calibrată, cu un joc  
mic (0,1-0,3 mm). În cazul când jocul depășește 0,5 mm. vibrația du-  
zei se transmite defectuos la sîrmă, ceea ce se reflectă negativ asu-  
pra calității metalului depus.

Piese înaintea de a fi încărcate, trebuie să fie curățate de  
rugină și de impurități, cu perii metalice sau cu hîrtie abrazivă. Re-  
zultatele bune se obțin folosind curățirea cu jet de nisip. Uneori se  
folosește curățirea prin strunjire sau rectificare (în special când  
piesele au ovalități).

Dacă bătaia piesei fixate între vîrfurile de centrale ale  
strungului este mai mare decît 0,5 mm. se recomandă, de asemenea,  
strunjirea sau rectificarea ei pînă la eliminarea bătaii.

Înainte de recondiționare, găurile și canelele pieselor tre-  
buie să fie astupate cu dopuri de grafit, cupru sau oțel. Dopurile se  
recomandă să aibă guler de 1 mm, peste suprafața piesei.

La prinderea piesei în strung se recomandă a se asigura un  
bun contact între piesă și strung; în acest scop piesa trebuie bine  
strînsă în universal, sau între chernere. Pregătirea pentru lucru a

strungului și a capului de sudură implică timp. Din această cauză, pentru a se lucra cu productivitate ridicată, trebuie pregătită înainte de începerea lucrului o cantitate mare de piese de același tip, care să fie încărcate în serie.

Grosimea stratului depus depinde în primul rând de corelația dintre avansul longitudinal al căruciorului strungului, deci al capului vibrator, și viteza de încărcare (viteza de rotație a piesei).

În general, trebuie să se caute a se depune pe piesă un strat cât mai subțire, pentru a avea un adaos de prelucrare cât mai mic. Sârma la începutul încărcării trebuie să se afile la 1-2 mm. de marginea piesei, pentru a nu depăși limitele suprafeței care trebuie încărcată.

Calitatea reconstrucțiilor executate prin încărcare cu arc vibrator este determinată de stabilirea corectă a parametrilor regimului de lucru.

Piese reprezentative ce se reconstrucționează prin acest procedeu se prezintă în anexa 4.4. Procedul vibroarc se aplică frecvent la reconstrucționarea arborilor rotoarelor motoarelor electrice auxiliare de pe LE. iar materialul de bază al acestor repere are calitatea OLC.45 - STAS.880-60.

Parametrii regimurilor de încărcare vibroarc a acestor piese se prezintă în tabela 4.3.

Tabela 4.3.

Diam. pie- sei (mm)	Diam. sâr- mei (mm)	Cu- rent de în- cărc. (A)	Tens. arc (V)	Vite- za de avans a sâr- mei (m/ min)	Tura- ția pie- sei (rot/ min)	Avans lon- git. cap (mm/ rot)	Frec- vența vibra- țiilor (Hz)	Ampli- tudi- nea vibra- ției (mm)	Debit gaz prot. (l/ min)	Debit li- chid de răci- re (l/ min)	Gros. strat depus (mm)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	1,0	85	19	1,1	8	2	70	1,5	16	0,5	1,3
20	1,0	90	19	1,2	7	2	70	1,5	15	0,5	1,5
30	1,2	95	18	1,3	3,5	2	70	1,6	15	0,6	1,8
40	1,2	105	17	1,5	2,5	2	70	1,6	14	0,8	2,0
50	1,2	120	17	1,6	2,0	2	70	1,6	17	0,8	2,1

Piese reconstrucționate prin încărcarea vibroarc au în general o secțiune circulară care permite prinderea și rotirea în instalația automată, adaptată acestei tehnologii.

#### 4.3.3.- Încărcarea cu flacără oxiacetilenică folosind pulberi metalice

#### 4.3.3.1.- Metode de încărcare cu pulberi metalice

Tehnica sudării și procedeele conexe ne pune la îndemână o diversitate de metode de pregătire a suprafețelor prin recondiționare între care și încărcarea prin sudare cu flacără. /6,7/.

O importanță practică deosebită prezintă încărcarea cu flacără oxiacetilenică la cald folosind pulberi metalice și metalizarea cu flacără oxiacetilenică (încărcarea la rece). În cazul acestor procedee, metalul de adaos se prezintă sub formă de pulberi metalice pe bază de Ni, NiCr, CoCr+NiW, (de tip stelit) și CoCr + NiMo (rezistente la coroziune). Pulberile metalice au o formă sferică cu dimensiuni foarte mici, între 0,005-0,015 mm./98/.

Depunerile cu pulberi metalice asigură realizarea unei structuri controlate, prezintă o durată de serviciu maximă în raport cu un tip de uzură identificat, cu stăpânirea deosebită și sensibilă a influenței condițiilor de depunere./93/.

Mărirea rezistenței la uzură a depunerilor cu pulberi metalice a fost posibilă prin adăugarea unor carburi de Wolfram la care cobaltul îndeplinește rolul liantului. Aceste elemente adoptate la fiecare aliaj intervin în baia de metal fuzionat sub formă de adăuse judicioase dozate care provoacă formarea și repartiția controlată de carburi complexe stabile. Pulberile conțin elemente sinergice obținute în momentul elaborării acestora. Aceste elemente favorizează mulara și difuziunea metalului de adaos în metalul de bază, permițând formarea unor constituenți duri și compleși.

În ultimii ani, în diverse ramuri industriale se constată o extindere considerabilă a utilizării încărcărilor de protecție anti-uzură efectuată cu ajutorul aliajelor micropulverizate. Fenomenul se explică prin mai multe considerente, dintre care enumerăm : /93/

- se realizează depuneri foarte subțiri (în jur de 1/100 mm) sau mai groase (2-3 mm) cu mare rapiditate și precizie în orice poziție;
- se elimină în multe situații necesitatea uzinării stratului depus;
- marea varietate de aliaje complexe, elaborate pentru a rezista la o diversitate largă de solicitări ca : frecare, abraziune, coroziune, oxidare la cald, etc.;
- posibilitatea de a efectua într-un timp foarte scurt și cu mijloace restrânse o încărcare a pieselor de rotație;
- înlocuirea pieselor masive din oțeluri speciale cu oțeluri ieftine încărcate cu aliaje adoptate scopului propus, fără a aduce modificări asupra rezistenței, și fiabilității piesei sau ansamblului din care face parte;

Aceste considerente îndeamnă întreprinderile de a efectua din ce în ce mai frecvent încărcări de protecție antiuzură, fie preventiv, fie cu ocazia reparației după ce organul de mașină s-a uzat. Această măsură aduce importante economii de materii prime, prelungind durata de serviciu a organelor de mașini, diminuând frecvența opririlor în producție.

Dintre procedeele de încărcare cu flacără, o importanță practică deosebită o prezintă procedeul la rece. Metalizarea cu pulberi reprezintă un element de legătură între pulverizarea metalelor și sudare, deoarece pe de o parte se obțin straturi cu o grosime uniformă, adezive, legate prin difuziune, iar pe de altă parte, nu se produce o amestecare cu materialul de bază, ca în cazul sudării prin încărcare.

Încărcarea cu pulberi a luat o mare amploare în ultimul timp datorită îmbunătățirii tehnologiei de fabricare a pulberilor de diferite tipuri, fiind utilizată de firme renumite, cu o îndelungată experiență în domeniu sudării, și anume: "Castolin-Eutectic" din Elveția, "Metallisation Limited" din Anglia, "Société Nouvelle de Metallisation" din Franța, "Wall Coemonoy" din S.U.A., etc.

Acest procedeu se poate aplica cu succes în domeniul reparațiilor la recondiționarea pieselor uzate prin readucerea dimensiunilor lor la cota nominală, sau în domeniul fabricației când este necesar ca stratul superficial al piesei să aibă calități deosebite de cele ale metalului de bază ca : rezistență la temperatură, la coroziune, la uzură, aspect decorativ, etc.

#### 4.3.3.2.- Încărcarea la cald cu flacără oxiacetilenică

În practica industrială, flacăra oxiacetilenică se folosește la încărcarea prin sudare la recondiționarea părților uzate sau la execuția pieselor noi confecționate din oțel, fontă, bronz, etc.

Procedeul prezintă avantajul că prin folosirea unei flăcări ușor carburante, se pot obține topiri superficiale pe adâncimi foarte reduse de cca 0,02 mm., excesul de  $C_2H_2$  carburează ușor suprafața oțelului și coboară temperatura de topire a acestuia cu 100-150°C fără ca topirea să se producă în adâncime./44/.

Deși productivitatea operației de încărcare cu flacără oxiacetilenică este de max. 1,8 kg/h. față de alte procedee, procedeul are multiple aplicații, realizând topiri superficiale, cu depuneri foarte subțiri de 0,8 mm. astfel încât chiar cu primul strat se obțin caracteristici necesare condițiilor grele de exploatare. Se obține de asemenea un procent minim de amestec al metalului de bază în încărcătură, de numai 1%, ceea ce nu se poate obține cu nici-un alt procedeu.

Chiar la grosimi minime de încărcare se obțin straturi cu durități mari. Incărcarea cu flacără la cald ridică două probleme importante :

- alegerea materialelor de adaos astfel încât metalul depus să corespundă cât mai bine la solicitări;

- folosirea unei tehnologii care să asigure o bună legătură între metalul depus și cel de bază, respectiv o geometrie și o structură potrivită a depunerilor;

Cerința principală a încărcării este aceea ca participarea metalului piesei să fie cât mai mică, astfel ca compoziția chimică a metalului depus să se păstreze în depunere./7/.

La Institutul Castolin- Eutectic, după mulți ani de cercetări, s-au pus la punct și două procedee special destinate încărcărilor de protecție antiuzură cu ajutorul aliajelor micropulverizate, permițând soluționarea optimă a numeroaselor probleme tehnice. Aceste două procedee, cunoscute deja la nivel mondial, sînt procedeul la cald Eutalloy și procedeul la rece Rototec.

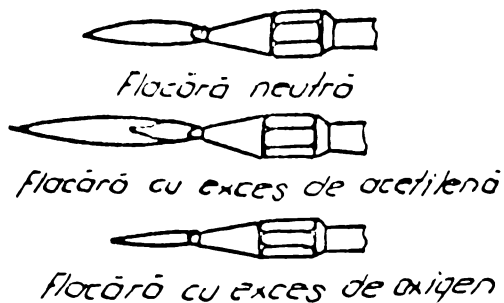
Cu procedeul Eutalloy se efectuează încărcări antiuzură a pieselor noi sau uzate cu ajutorul aliajelor micropulverizate și a unei aparaturi cu flacără oxiacetilenică adecvate./99/.

Aliajele micropulverizate utilizate la acest procedeu aderă la nivel molecular la metalul de bază după procedeul tehnic al proiectării pulberii și fuzionarea acestuia în mod simultan./98/.

Aliajele sînt constituite din particule sferice cu o mărime granulometrică astfel aleasă încît să se obțină o depunere adecvată. Gama aliajelor utilizate la acest procedeu este cunoscută sub numele de Eutalloy seria 10.000. După specificul aplicației și tipul de încărcare, se disting trei tipuri de arzătoare Eutalloy./98/.

Tehnologia încărcării la cald.

În funcție de valoarea raportului  $O_2/C_2H_2$  se obțin trei tipuri de flacări oxiacetilenice, prezentate în fig.4.14.



În timpul încărcării, flacăra se dirijează sub un unghi de  $30-60^\circ$  față de piesa ce se încarcă, iar vârful nucleului se ține la o distanță de 1-3 mm. față de piesă.

După încălzirea piesei de încărcat la o temperatură de topire a stratului superficial, se acționează asupra pîrghiei care deschide o supapă ce dă posibilitatea

Fig.4.14.Diverse tipuri de flacări oxiacetilenice

ca pulbera dintr-un rezervor să fie aspirată de jetul de oxigen, trecută prin flacără și apoi depusă în stare topită pe suprafața pie-



sei. Încărcarea se face în straturi cu grosimea de la 0,1 mm. pînă la grosimi impuse de uzura piesei.

Manevrele care se execută la încărcarea folosind procedeul la cald cu pulberi metalice sînt următoarele:

- fixarea la arzător a diuzei recomandate pentru piese cu grosime mică, medie și mare;
- aprinderea flacării și reglarea acesteia în funcție de tipul aliajului folosit la recondiționarea (neutră sau cu exces de acetilenă);
- preîncălzirea piesei la o temperatură ce depinde de condițiile de încărcare, de dimensiunile pieselor și de aliajul utilizat;
- încărcarea propriuzisă cu pulberi metalice a piesei, prin topire locală superficială a suprafeței urmată de depunerea unei doze de aliaj sub formă de pulbere;
- depunerea aliajului în doze și fuziunea acestuia prin apropierea vârfului suflaiului de piesă (se continuă pînă la încărcarea întregii suprafețe uzate);

Gazele folosite la încărcare au presiunea de lucru pentru oxigen de 0,4-0,5 daN/cm<sup>2</sup>, iar pentru acetilenă de 2 daN/cm<sup>2</sup>.

Cele mai importante operații ale procesului de încărcare la cald cu pulberi metalice sînt: pregătirea suprafeței; preîncălzirea piesei; încărcarea propriuzisă; preluorarea finală a stratului depus;

Pregătirea suprafeței constă în îndepărtarea stratului subțire de oxizi și a impurităților (praf, scorii, umezeală, unsoare). Se folosește peria de sîrmă sau alte mijloace de curățenie mecanică precum și prin degresare și decapare cu tricloretilenă sau clorură de metelin. Uneori pentru curățirea suprafețelor se utilizează un arzător de sudare cu care se ard complet petele de grăsime.

- Preîncălzirea suprafețelor se face cu arzătorul de încărcare la o temperatură corespunzătoare pentru realizarea unor condiții optime de topire ușoară a stratului superficial și depunerea pulberilor. Ea depinde de calitatea metalului de bază supus încărcării.

- Încărcarea propriuzisă urmează imediat după realizarea preîncălzirii la valoarea optimă, avînd două faze importante: topirea superficială locală, și depunerea unei anumite doze de pulbere;

La trecerea prin flacăra oxiacetilenică a particulelor individuale de pulbere se încălzesc pînă aproape de punctul de topire, iar topirea lor se face pe suprafața piesei. În funcție de necesități, stratul de metal depus poate avea grosimea cuprinsă între 0,05 și 6 mm. Parametrii procesului de încărcare cuprind: reglarea flacării oxiacetilenică; presiunea gazelor de lucru; antrenarea pulberii metalice; grosimea stratului de metal depus;

- Prelucrarea finală a stratului depus se face în scopul obținerii unei suprafețe curate, la dimensiunile corespunzătoare rolului func-

țional (dimensiuni nominale). Operația se execută prin rectificare, strunjire, supernetezire cu sau fără lichid de răcire.

În tabela 4.4 se dau principalele aliaje de tip Eutalloy care se folosesc la încărcare prin procedeul la cald, proprietățile, caracteristicile și aplicațiile acestora la recondiționarea pieselor de pe LDE și LE. În anexa 4.4 se prezintă cele mai reprezentative piese care se recondiționează curent prin acest procedeu.

#### 4.3.3.3.- Încărcarea la rece cu flacără oxiacetilenică (Rototec)

Procedeul este destinat pentru a permite depuneri la rece pe piese metalice de formă circulară confecționate din oțeluri tratate și netratate termic, aliaje ale cuprului și aluminiului, în scopul protecției zonelor supuse la uzură, a măririi rezistenței și durabilității în exploatare a pieselor. (Se pot realiza și depuneri pe piese cu suprafețe plane).

Spre deosebire de procedeele la cald, procedeul Rototec pune în evidență o tehnică de acoperire care nu necesită o operație de fuzionare ulterioară a depunerii. Efectiv temperatura piesei care se înmagazinează pe durata întregii operații nu depășește 200-250<sup>o</sup>C și în consecință nu apar modificări structurale și nici deformări ale piesei încărcate.

Fixarea metalului depus pe metalul de bază la acest procedeu se realizează printr-un aliaj micropulverizat special (Xuper Bond) care asigură o aderență foarte sigură.

Între constituenții aliajului pe parcursul proiectării acestuia are loc o reacție exotermă, ce provoacă o încălzire ridicată a acestora și care se suprapune peste încălzirea provocată de trecerea prin flacără. Particulele foarte calde aderă la metalul de bază realizând o legătură structurală prin microdifuziune.

Peste acest strat intermediar, se proiectează aliajele de protecție antiuzură care completează tehnica depunerii la rece și permite a se efectua îmbrăcarea circulară (Roto Coating) de calitate excepțională cu caracteristici bine definite ce corespund aplicațiilor specifice. Gama aliajelor utilizate pentru acest procedeu este cunoscută sub numele de Rototec seria 19.000.

În tabela 4.5 se prezintă caracteristicile tehnice principale ale procedurii la rece Rototec.

#### Tehnologia încărcării la rece.

Procedeul tehnologic de încărcare cu pulberi la rece se compune din următoarele operații principale :

- Controlul pieselor în scopul de a determina uzurile și deformările

Proprietățile, caracteristicile și aplicațiile aliajelor Eutalloy  
prin procedeu la cald

Alia- jul	M.B.	Proprietățile										Aplicațiile										Caracteristicile depunerilor										Tipul fiacș- răii
		Fonta	Guajalej	Oteluri	Oteluri Inox.	Duritate	dăm/mm2.	Compozitia aliajelor	Incarcari multiple	Imbinari	Incarcari specifice	Rezist. la abraz.	Supr. rugosa-	Frezare Me- tal-metal	Prelucra- bile	Tenace	Duritate la cald	Rezist. la cald	Rezist. la cald	Rezist. la coroziune	Rezist. la gou	Prelucrare prin pol- sare										
BoroTec 10009	X	-	X	X	X	HRC.55-62	- Cr/Ni	-	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	X	neutră								
CobaltTec 10091	X	-	X	X	X	HRC.46-52	- Co	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	exces de acetil.									
TungTec 10112	X	-	X	X	X	HRC.57-64	Cr/Ni/ WC	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	neutră									
CuproTec 10180	-	X	-	-	-	HB.190	30 Cu/P	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	exces de acetil.									
Bronzo Chrom 10185	X	-	X	X	X	HRC.36-42	- Ni	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	neutră									
NiTeo 10224	X	-	X	X	X	HB.200	50- 55 Ni	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	"									
ChromTec 10680	X	-	X	X	X	HB.200	50- 55 Ni	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	"									

X aplicații posibile  
- aplicații neindicate

Tabela 4.5

Aplicațiile principale	Aliaje recomandate	Caracteristicile principale ale depunerilor
Arbori purtători de rulmenți, arbori în general	Rototec LubroTec 19.985	Reziliență și rezistență la frecare. Uzinabilitate ușoară cu scule tăietoare. HB = 130-160
Pistoane pentru pompe și mașini hidraulice, axe cu came	Rototec DuroTec 19.910	Duritate ridicată HB = 360 Calitate ridicată a suprafeței după rectificare
Pistoane de compresor, pivoți, palete.	Rototec DuroTec 19.850	Rezistență ridicată la uzură prin frecare.
Cilindri de antrenare, piese din aluminiu	Rototec Diamax. 19.112	Rezistență ridicată la abraziune.

(încovoieri, răsuciri, etc.) pentru piesele care au funcționat în condiții grele se face un control defectoscopic cu ultrasunete sau feroflux, pentru depistarea fisurilor./46/.

- Pregătirea suprafețelor este una dintre cele mai importante operații, deoarece de calitatea efectuării ei depinde aderența stratului metalic depus. Pregătirea se face în funcție de tipul piesei, prin sablare sau prelucrare mecanică; prelucrarea mecanică prin rectificare trebuie să se facă prin îndepărtarea unui strat cât mai mic în scopul reducerii consumului de pulberi necesar la depunerea unui nou strat. Unele piese se pot pregăti prin filetare, iar geometria vîrfurilor sculei așchietoare (cuțit) va trebui să fie ca în fig.4.15.

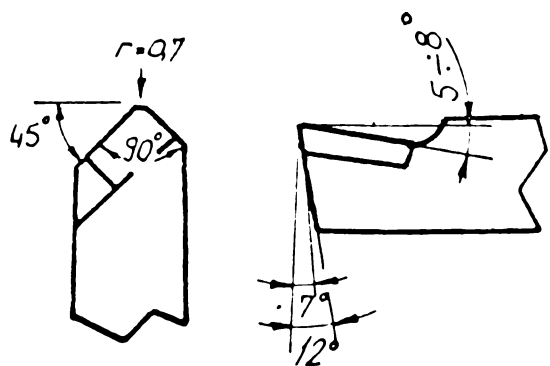
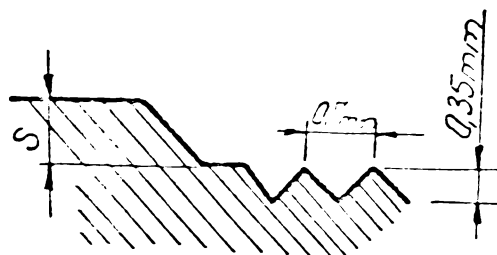


Fig.4.15. Geometria sculei.

Suprafața de acroșare realizată cu această sculă va avea pasul și adâncimea ca în fig. 4.16.



$s = \text{strat superficial obosit}$

Fig.4.16. Dimensiunile suprafeței pregătite pentru acoperire

Procedeeul cel mai modern, dar și cel mai costisitor de pregătire constă în aplicarea unui strat de molibden, cu o grosime cuprinsă

între 0,03 - 0,05 mm. Cu excepția pieselor de cupru, și a aliajelor, lui, stratul intermediar de molibden realizează o aderență foarte bună. /7/.

- Degresarea suprafeței de încărcat cu ajutorul solventilor.

- Izolarea orificiilor, canalelor și a porțiunilor din suprafață care nu trebuie încărcate. Aceste zone se ung cu o pastă specială, care rezistă la temperatura de 3500-4000°C.

- Montarea piesei pe strungul sau dispozitivul de încărcare construit în acest scop. Piesa trebuie să se rotească cu o viteză cuprinsă între 10 și 20 rit/min.

- Preîncălzirea piesei cu ajutorul pistolului de încărcare.

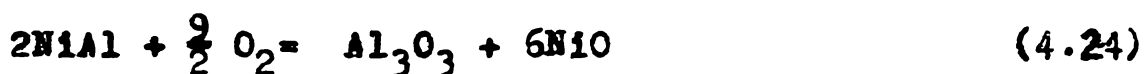
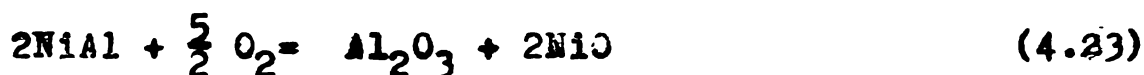
- Încărcarea propriuzisă are două feze importante, și anume:

- încărcarea de aderență cu un strat foarte subțire (cca. 0,1 mm) pe toată suprafața piesei, folosind pulberea adecvată;

- încărcarea de uzură cu pulberea indicată fiecărei piese, realizându-se unul sau mai multe straturi în funcție de necesitate. Se recomandă ca grosimea maximă a stratului depus pe piesele de recondiționat să nu depășească 3 mm;

La trecerea prin flacără, particulele se încălzesc, depunându-se apoi în stare plastică pe suprafața pieselor.

În flacără au loc și o serie de reacții chimice exoterme cu degajare mare de energie și căldură. De exemplu la trecerea pulberii metalice Ni-Al în stratul tampon au loc reacțiile:



Această proprietate deosebită a materialelor de adaos a dat posibilitatea aplicării la rece a straturilor metalice cu o aderență foarte bună la metalul de bază la temperaturi cuprinse între 60-250°C. Randamentul de pulverizare depinde de tipul pistolului, variind între 3-7 kg/h - pulbere.

Pulberea metalică folosită pentru acoperire poate fi adusă în flacără prin antrenarea de către amestecul oxiacetilenic dintr-un rezervor de material plastic sau prin "cădere" procedeu folosit la metoda Castolin RW.

Gazele folosite la încărcare, au presiunea de lucru : pentru

oxigen  $p = 4 \text{ daN/cm}^2$  și pentru acetilenă  $p = 0,4 - 0,7 \text{ daN/cm}^2$ . Cercetările efectuate au stabilit că randamentul depunerii pulberilor exoterme depinde de diametrul piesei așa cum se arată în fig.4.17

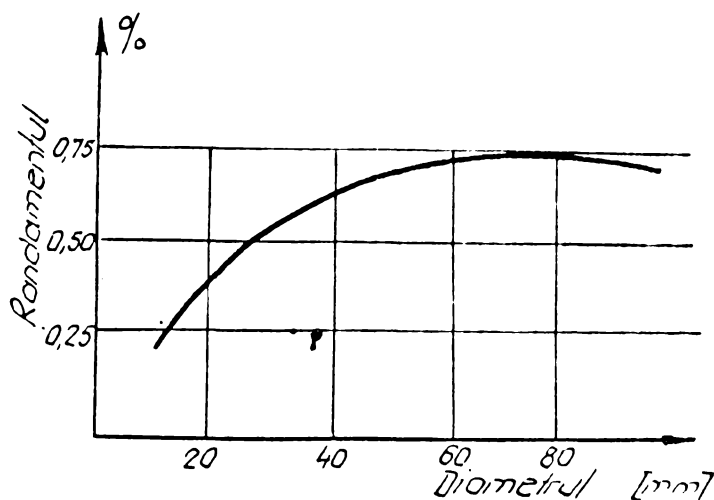


Fig.4.17. Randamentul depunerii pulberii Durotec 19.91o. /98/.

suprîncălzirile. - Rectificarea de eboșare, folosind piatra de rectificat de tip E-24K. - Rectificarea finală a pieselor la cota nominală utilizînd piatra de rectificare E-6o-M.

Variația durității straturilor cu temperatura și a rezilienței pieselor încărcate prin pulverizare la rece se dau în fig.4.18 și fig.4.19. /98/.

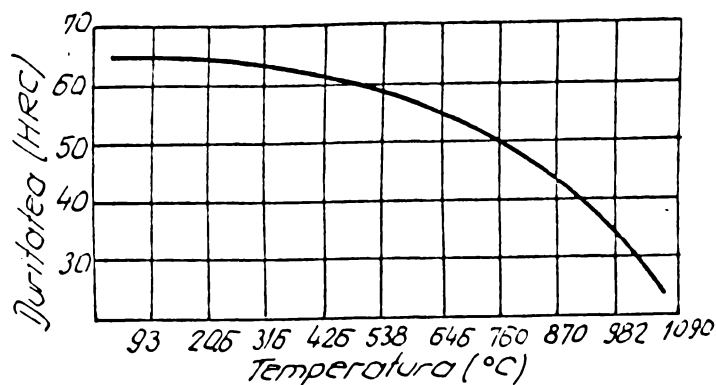


Fig.4.18. Duritatea straturilor cu temperatura de încălzire

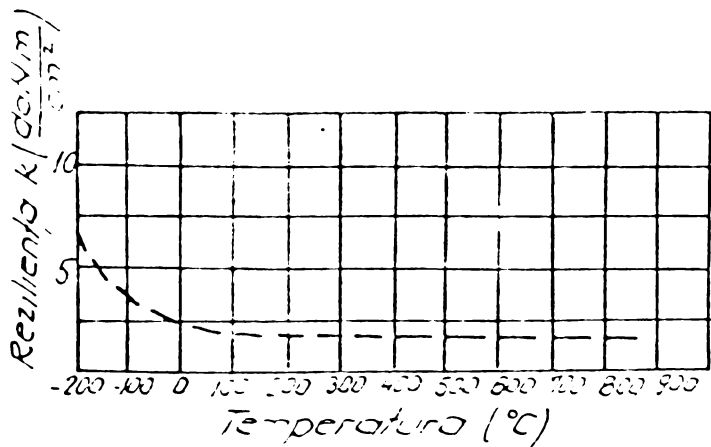


Fig.4.19. Scăderea rezilienței cu temperatura de încălzire ./.

- Demontarea piesei din dispozitiv; - Răcirea în camere închise a pieselor, lipsite de curenți de aer, fără a fi necesar să se efectueze tratamente termice.

- Controlul calității depunerii. Se face o verificare exterioară pentru a se depista locurile încărcate cu o grosime mai mică, exfolierile, sulfurile, porii,

In general, straturile metalice, au o foarte bună rezistență la compresiune, dar o slabă rezistență la tracțiune, încovoiere și oboseală. Pentru a se realiza depuneri cu o rezistență mecanică mărită, este necesar ca aderența să fie foarte bună, stratul foarte compact și omogen pentru a preveni distrugerea lui.

In procesul de reparații a locomotivelor se aplică și alte procedee de recondiționare prin sudare. Cele mai reprezentative piese de schimb recondiționate prin procedee de sudare se prezintă în anexa 4.4. Se menționează că de la debutul acțiunii de recon-

diționare și pînă în prezent au fost elaborate și aplicate în producție un număr de 210 tehnologii de recondiționare dintre care se aplică curent un număr de 144 tehnologii (126 la LDE. și 18 la LE).

Față de diversitatea mare a pieselor de schimb și de numărul mare de bucăți care se recondiționează lunar (cca.4300) s-a trecut la organizarea unui atelier specializat în cadrul secției de reparații. Pentru recondiționare piesele au fost clasificate pe clase și grupe de recondiționare conform anexei 4.5, iar în anexa 4.6 se prezintă fluxul general de recondiționare. Linii tehnologice de pregătire a pieselor pentru recondiționare și de încărcare prin procedee de sudare conform clasificării se prezintă în anexele 4.7—4.10.

Obținerea unei înalte eficiențe economice prin recondiționarea și refolosirea pieselor uzate, constituie obiectul unor măsuri și acțiuni practice. Se preconizează extinderea gamei de repere ce se pot recondiționa prin procedee moderne de sudare de mare productivitate, folosind în acest scop instalațiile din dotare.

#### 4.4.- Alegerea procedurii rațional de recondiționare.

##### Variante economice

Din cercetările efectuate, a rezultat că pentru fiecare metodă de recondiționare există o variantă optimă, care trebuie aplicată întotdeauna după regimul stabilit.

La alegerea procedurii de recondiționare, în afară de satisfacerea condițiilor tehnice, trebuie să se țină seama și de eficiența economică a acestuia. Calcularea eficienței economice se face cu ajutorul relației :

$$P = S + C_m + C_r \quad (4.25)$$

în care:

P este prețul piesei recondiționate;

S - retribuția lucrătorilor productivi;

$C_m$  - costul materialelor consumate pentru recondiționarea piesei;

$C_r$  - cheltuielile de regie;

Manopera lucrătorilor productivi se determină prin relația:

$$S_1 = t_n \cdot S_0 \cdot K_t \quad (4.26)$$

în care:

$t_n$  este norma de timp pentru recondiționarea piesei, în h;

$S_0$  - retribuția orară a muncitorului, în lei;

$K_t$  - coeficientul tarifar după tipul întreprinderii de reparații;

Costul materialelor consumate pentru recondiționarea unei piese se determină cu relația :

$$C_m = n_0 \cdot C_0 - C_d \cdot n_d \quad (4.27)$$

în care:

./.

$n_0$  este norma de consum a materialelor principale, necesare pentru recondiționarea piesei respective, în kg, l, m, etc.;

$C_0$  - costul unității de materiale principale consumate, în lei;

$C_d$  - costul unității de deșuri valorificabile, în lei;

$n_d$  - norma de deșuri valorificabile, în kg, l, m, etc.;

Cheltuielile de regie  $C_r$  sînt stabilite pe întreprindere din acestea repartizîndu-se un anumit procent, după valoarea lucrării.

Eficiența recondiționării pieselor depinde și de capacitatea de producție a sectorului respectiv din întreprinderea de reparații. Dacă  $N$  este planul anual de recondiționare de piese, atunci costul recondiționării unei piese este dat de relația :

$$P = S + C_m + \frac{C_r}{N} \quad (4.28)$$

Dacă se consideră costurile pentru recondiționarea unei piese prin două procedee tehnologice diferite, se pot scrie următoarele relații:

$$P_1 = S_1 + C_{m1} + \frac{C_{r1}}{N} \quad (4.29)$$

$$P_2 = S_2 + C_{m2} + \frac{C_{r2}}{N} \quad (4.30)$$

De exemplu, recondiționarea după primul procedeu va fi mai avantajoasă dacă :

$$P_1 < P_2, \text{ adică}$$

$$S_1 + C_{m1} + \frac{C_{r1}}{N} < S_2 + C_{m2} + \frac{C_{r2}}{N} \quad (4.31)$$

sau planul de producție va fi :

$$N > \frac{C_{r1} - C_{r2}}{(S_2 + C_{m2}) - (S_1 + C_{m1})} \quad (4.32)$$

În același fel se pot analiza două cîte două procedee tehnologice din care se va alege procedeul cel mai rațional pentru întreprinderea de reparații respectivă.



## 5.- INSTALAȚII ȘI UTILAJE DE ÎNCĂRCARE

În cadrul acțiunii de experimentare a procedeelor de recondiționare au fost realizate instalații automate de încărcare prin sudare în mediu de  $\text{CO}_2$  și de încărcare prin sudare cu arc electric vibrator. Instalațiile se folosesc la recondiționarea pieselor de schimb de pe LDE. și LE., contribuind la creșterea productivității muncii și la îmbunătățirea condițiilor de muncă în sectorul de profil din cadrul întreprinderii. Cu ajutorul acestor instalații, încărcarea prin sudare în mediu protector de  $\text{CO}_2$  a devenit un proces normal de recondiționare a pieselor de schimb.

### 5.1.- Instalație de încărcare în mediu de $\text{CO}_2$

Instalația (fig.5.1) se folosește la încărcarea pieselor uzate de formă cilindrică cu uzuri exterioare, piesele fiind confecționate din oțel carbon și slab aliat.

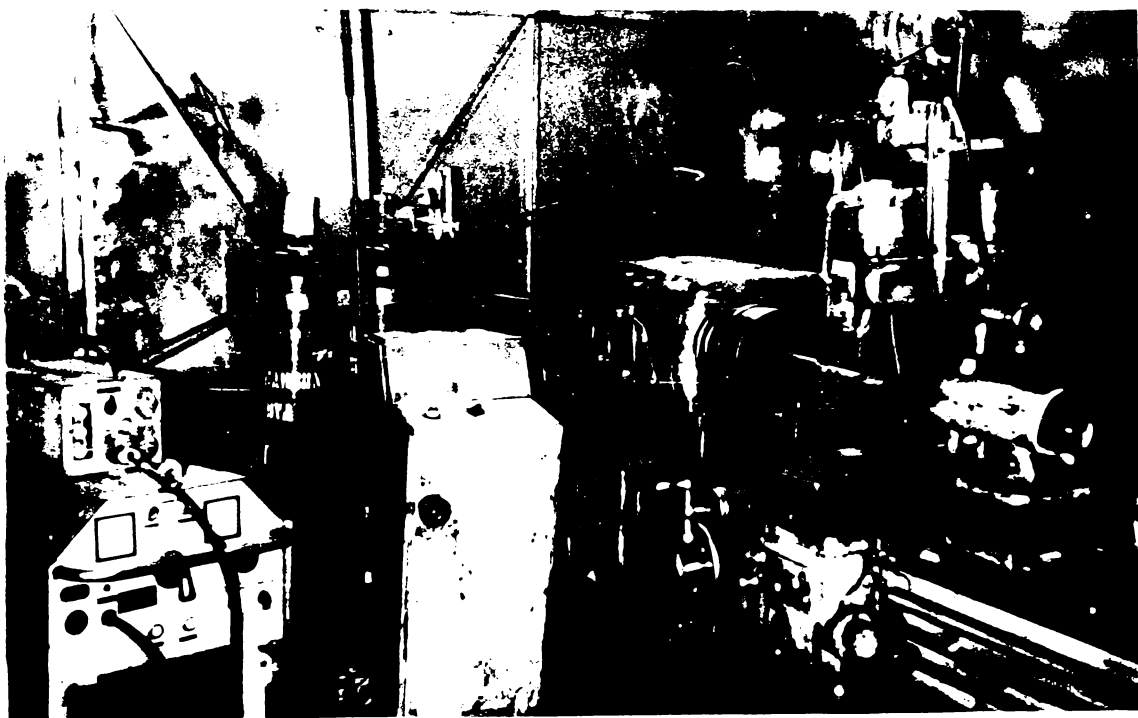


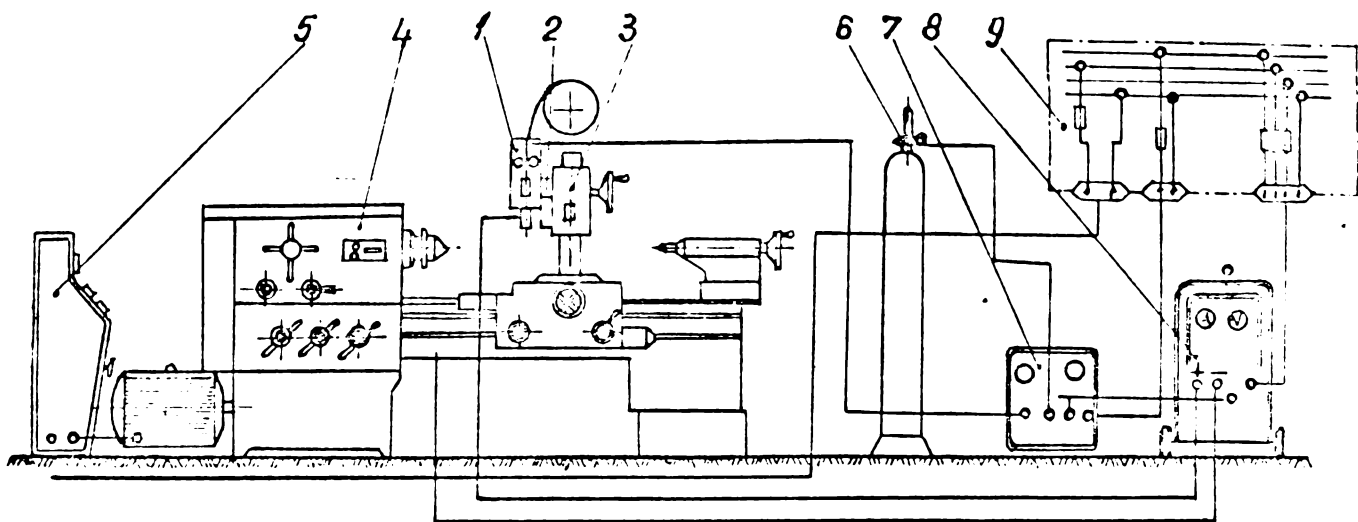
Fig.5.1. Vedere generală a instalației de încărcare în mediu de  $\text{CO}_2$

Părțile componente ale acestei instalații se prezintă în fig.5.2.

- Capul de încărcare se compune dintr-un mecanism de avans a sârmei și un ajutoraj de construcție specială fixat rigid de mecanismul de avans prin intermediu unei plăci de fixare.

Mecanismul de avans are în componența sa un electromotor de cc.alimentat de la un redresor montat în pupitru de comandă la tensiunea de 26 V. Prin intermediu unui reductor cu turația reglabilă în trepte, se acționează rola de antrenare a sârmei. Mecanismul mai cu-

./.

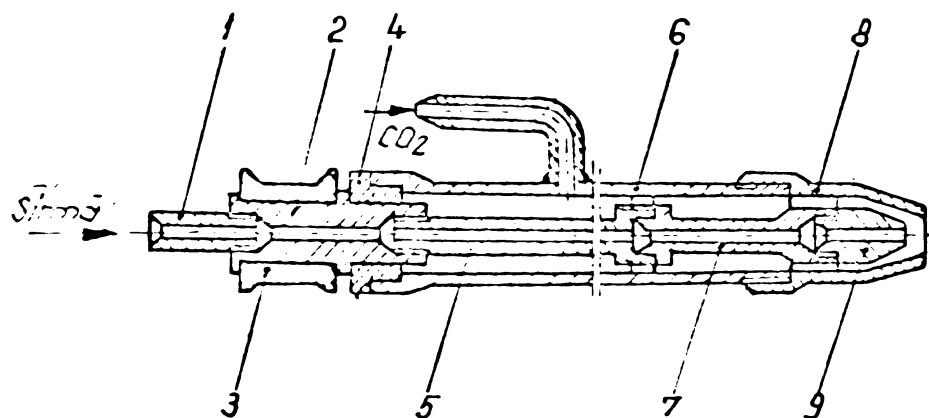


**Fig.5.2. Instalația de încărcare în mediu de  $\text{CO}_2$  a pieselor /22/.**  
 1-cap de încărcare în  $\text{CO}_2$ ; 2-dispozitiv de înclinare; 3-dispozitiv de ridicare a capului; 4-dispozitiv de fixare și rotire (SN.400x750 cu motor de c.c.pentru acționare); 5-pupitru de comandă al dispozitivului de fixare; 6-reductor și încălzitor de gaz; 7-panou de comandă al capului; 8-redresor RSC-400A; 9-distribuitor

prinde anexele de alimentare și comandă, electrovalva și racordul de gaz. Variația vitezei de înaintare a sârmei se realizează prin roți dințate de schimb între limitele 78-615 m/h, cu ajutorul a 20 trepte de reglare.

Mecanismul se montează în poziție verticală pe dispozitivul de înclinare la  $45^\circ$  al instalației.

Ajutajul capului de încărcare are rolul de a conduce gazul de protecție spre zona de încărcare și de a asigura legătura electrică între sursa de sudare și sârma de încărcare, prin intermediul unor semimanșoane montate la ieșirea sârmei din mecanismul de avans. În fig. 5.3 se prezintă o secțiune prin ajutaj și părțile componente ale acestuia /22/.



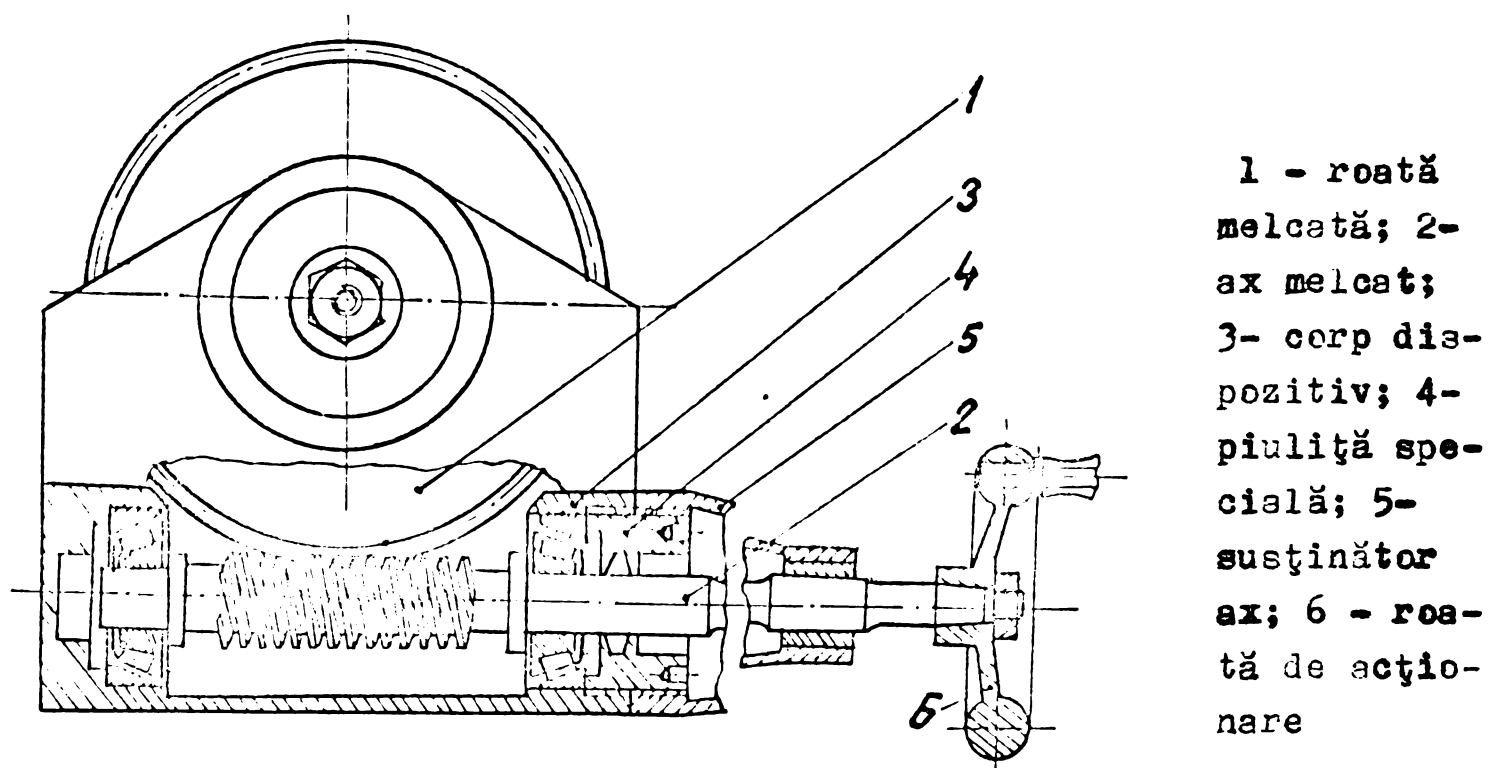
1-ghidaj Cu; 2-ghidaj 1Am; 3-semimanșon Am; 4-izolație; 5-ghidaj 2 Am; 6-cămașe; 7-ghidaj 3 Am; 8-diuză exterioră; 9 - diuză interioară

**Fig.5.3. Ajutaj  $\text{CO}_2$**

- Dispozitivul de înclinare la  $45^\circ$  a capului de încărcare se

./.

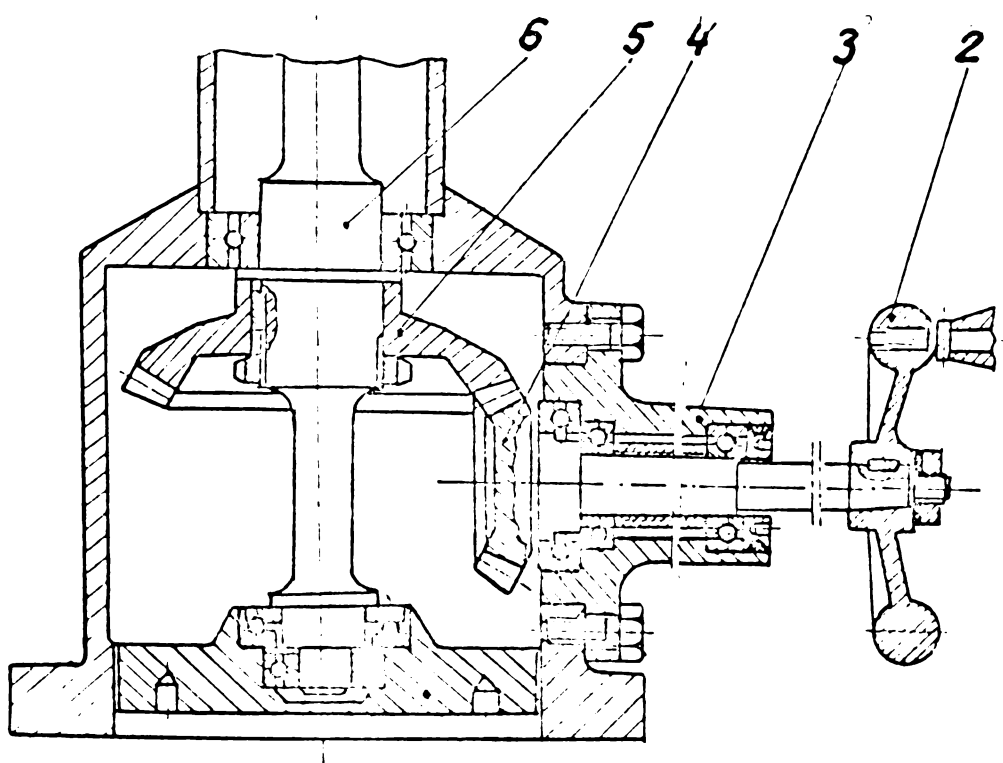
montează la rîndul său pe un dispozitiv de ridicare pe verticală. El servește la înclinarea în poziția cerută de procesul de încărcare al pieselor uzate. Părțile componente ale acestui dispozitiv se prezintă în fig.5.4.



1 - roată melcată; 2 - ax melcat; 3 - corp dispozitiv; 4 - piuliță specială; 5 - susținător ax; 6 - roată de acțiune

Fig.5.4. Dispozitiv de înclinare la  $45^\circ$  a capului de încărcare

• Dispozitivul de ridicare a capului se montează pe căruciorul strungului folosit ca dispozitiv de prindere și rotire al pieselor în procesul de încărcare. În fig.5.5 se prezintă o secțiune longitudinală în partea inferioară a dispozitivului și părțile componente ale acestuia.



1 - suport inferior; 2 - mâner de acțiune; 3 - suport orizontal; 4 - roată dințată 1; 5 - roată dințată 2; 6 - ax filetat;

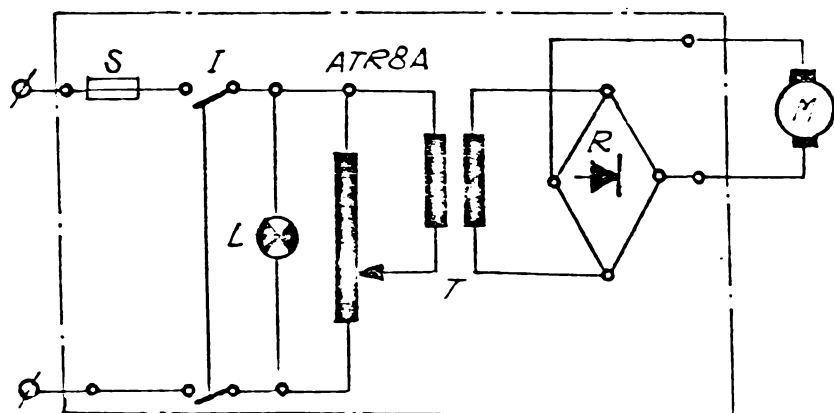
-Dispozitivul de fixare și de rotire a pieselor este un strung paralel  $\varnothing 400 \times 1500$  mm. (propus pentru casare) la care

Fig.5.5. Dispozitiv de ridicare pe verticală a capului de încărcare în  $CO_2$  a pieselor

s-au făcut modificări corespunzătoare. Antrenarea acestuia se face cu un motor electric de c.c. tip LDE. cu puterea de 2,1 kW. Pe o transversală a căruciorului se montează dispozitivul de ridicare și de înclinare a capului, asigurându-se prin mișcarea longitudinală a căruciorului toate gradele de libertate impuse prin tehnologia de recondiționare a diferitelor piese uzate cu diametre diferite/23/.

Viteza de rotație a pieselor în timpul procesului de încărcare poate fi reglată continuu în intervalul de la 0,5 - 2,5 rot/min. prin modificarea tensiunii de alimentare a motorului și prin intermediul treptelor cutiei de viteze a strungului. În vederea încălzirii suprafețelor exterioare ale pieselor, acestea se fixează între vîrfuri iar capul de încărcare se înclină corespunzător.

Pupitrul de comandă al dispozitivului de fixare și rotire asigură alimentarea motorului electric (M) de antrenare și se compune din următoarele părți: redresor seleniu (R); transformatorul de tensiune 110/30 V (T); autotransformatorul (ATRB), lampa semnalizare (L); întrerupătorul (I) și siguranța fuzibilă (S) fig.5.6.



- Butelia de gaz cuprinde anexe: debitmetru, încălzitorul și uscătorul de gaz, reductorul de presiune. Debitmetrul se montează direct pe reductorul de presiune al buteliei de CO<sub>2</sub>. Gazul care se scurge spre capul de încărcare ridică bila la o înălțime care

este funcție de cantitatea de gaz ce trece prin tubul gradat în l/min. Funcția de debitmetru poate fi îndeplinită și de un manometru etalonat în l/min. montat pe partea de joasă presiune a reductorului de presiune /65/.

Încălzitorul de gaz se compune dintr-o spirală de încălzire alimentată din pupitrul, o spirală prin care trece gazul de încălzit și un corp de susținere al întregului ansamblu. Dispozitivul se intercalează în traseul gazului, imediat după ieșirea din reductorul de presiune. Un alt mod constă dintr-o rezistență electrică de 70-80 W alimentată de la tensiune joasă, care se montează direct pe gâtul reductorului de presiune /65/.

Uscătorul de gaz se compune dintr-un tub de oțel cu dimensiuni

nile de 50x150 mm, umplut cu silicagel sau altă substanță higroscopică. La cele două capete ale tubului se montează câte o placă de oțel prevăzută cu găuri de  $\varnothing$  2 mm. și o placă de pîslă, care protejează intrarea silicagelului în conductele de  $O_2$ .

- Panoul de comandă al capului de încărcare, asemănător celui folosit la semiautomatul de sudare tip SACO-1, este constituit dintr-un transformator coborîtor de tensiune (de la tensiunea rețelei la tensiunea de comandă), redresor de mică putere pentru alimentarea circuitelor de comandă, comutator de alimentare și inversare de sens, buton și contactor de comandă./65/.

- Sursa de sudare (redresor RSC.400A) este o sursă statică de curent continuu, de fabricație "Electrotehnica" București. Redresorul este format dintr-un transformator trifazat cu cinci trepte de tensiune în secundar. Înfășurarea primară este legată în stea, iar treptele în secundar se obțin prin mutarea stelei cu ajutorul unui comutator principal de 400 A. Reglarea fină a curentului și a tensiunii de încărcare, se face cu ajutorul unui amplificator magnetic tip derivație comandat prin intermediul unui preamplificator magnetic cu miez toroidal. Redresarea se face cu o punte trifazată cu diode de siliciu ventilate. Transformatorul auxiliar furnizează tensiune printr-un contactor comandat odată cu un alt contactor ce alimentează sursa de la rețea./68/.

Comanda pornire-oprire se face local de pe redresor. În timpul procesului de încărcare treapta de lucru se alege astfel încît tensiunea de lucru convențională  $U_a = 14 + 0,05 \cdot I_S$  să se găsească pe domeniul de reglare al aparatului. De exemplu, pentru  $I_S = 200$  A,  $U_a = 14 + 0,05 \cdot 200 = 24$  V. Această tensiune se poate obține pe treapta a doua de reglare brută și cu potențiometrul de reglaj fin pe o poziție intermediară oarecare. Curentul necesar încărcării este determinat de viteza de avans a sîrmei (la viteze mari curentul este mare și invers). Alimentarea circuitelor electrice de la rețea se face prin intermediul distribuitorului 9 (fig.5.2.)

Piese de schimb de pe LDE. și LE. care prezintă uzuri interioare, se pot recondiționa prin încărcare într-un dispozitiv adecvat (fig.5.7). Antrenarea, dispozitivului și mișcarea de rotație a pieselor fixate pe flanșa acestuia, se realizează cu ajutorul axului principal antrenat de strung.

Mișcarea de rotație a pieselor se realizează într-un plan orizontal, iar prin înclinarea corespunzătoare a capului de încărcare se poate realiza încărcarea disferitelor piese de dimensiuni mici cu uzuri interioare.

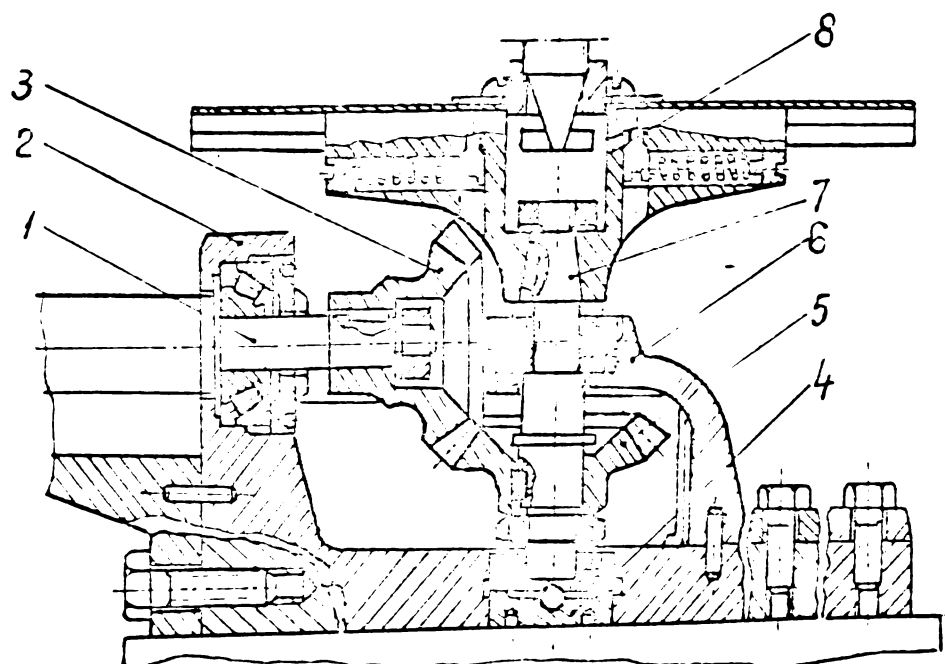


Fig.5.7. Secțiune longitudinală prin dispozitivul de prindere și rotire în plan orizontal a pieselor cu uzuri interioare

Țară), adaptînd corespunzător un strung vechi propus pentru casare și prin dotarea acestuia cu dispozitive care să asigure toate gradele de libertate pentru capul de încărcare, s-a reușit realizarea unei instalații automate de încărcare prin sudare în mediu de  $CO_2$  a pieselor usate de pe LDE. și LE. Rezultatele economice obținute în producție prin folosirea acestei instalații, o recomandă pentru aplicarea și în alte sectoare economice în acțiunea de recuperare și re folosire a pieselor usate.

## 5.2.- Instalație de încărcare vibroare

Instalația automată realizată în DMMR.Craiova folosește pentru vibrarea afului un sistem mecanic și servește la încărcarea suprafețelor cilindrice exterioare și interioare, a suprafețelor plane și în adîncimi, folosind protecția în atmosferă de gaze.

O vedere de ansamblu a instalației vibroare în timpul funcționării se prezintă în fig.5.8.

Părțile componente ale acestei instalații se prezintă în fig.5.9.

- Dispozitivul de fixare în poziția de încărcare, de rotire a pieselor și pentru avansul longitudinal al capului a fost realizat dintr-un strung vechi de tip SN 320x750 mm, la care s-au făcut modificările impuse de gabaritul și forma pieselor care se recondiționează în mod frecvent. Motorul electric de acționare al strungului a fost înlocuit cu un motor electric de c.c. tip LDE. 200 C.P., de la antrenarea pompei auxiliare de ulei și combustibil a motorului Diesel de pe locomotivă /22/.

./.

1 - ax principal orizontal; 2-suport special; 3-roată dințată 1; 4-piuliță specială; 5-roată dințată 2; 6-suport; 7-ax vertical; 8 - flanșe orizontală;

Folosind o sursă de sudare de tip RSC.400 A, părți componente din semiautomatul de tip SACO-1 (produse în



Fig.5.8. - Instalația vibroarc

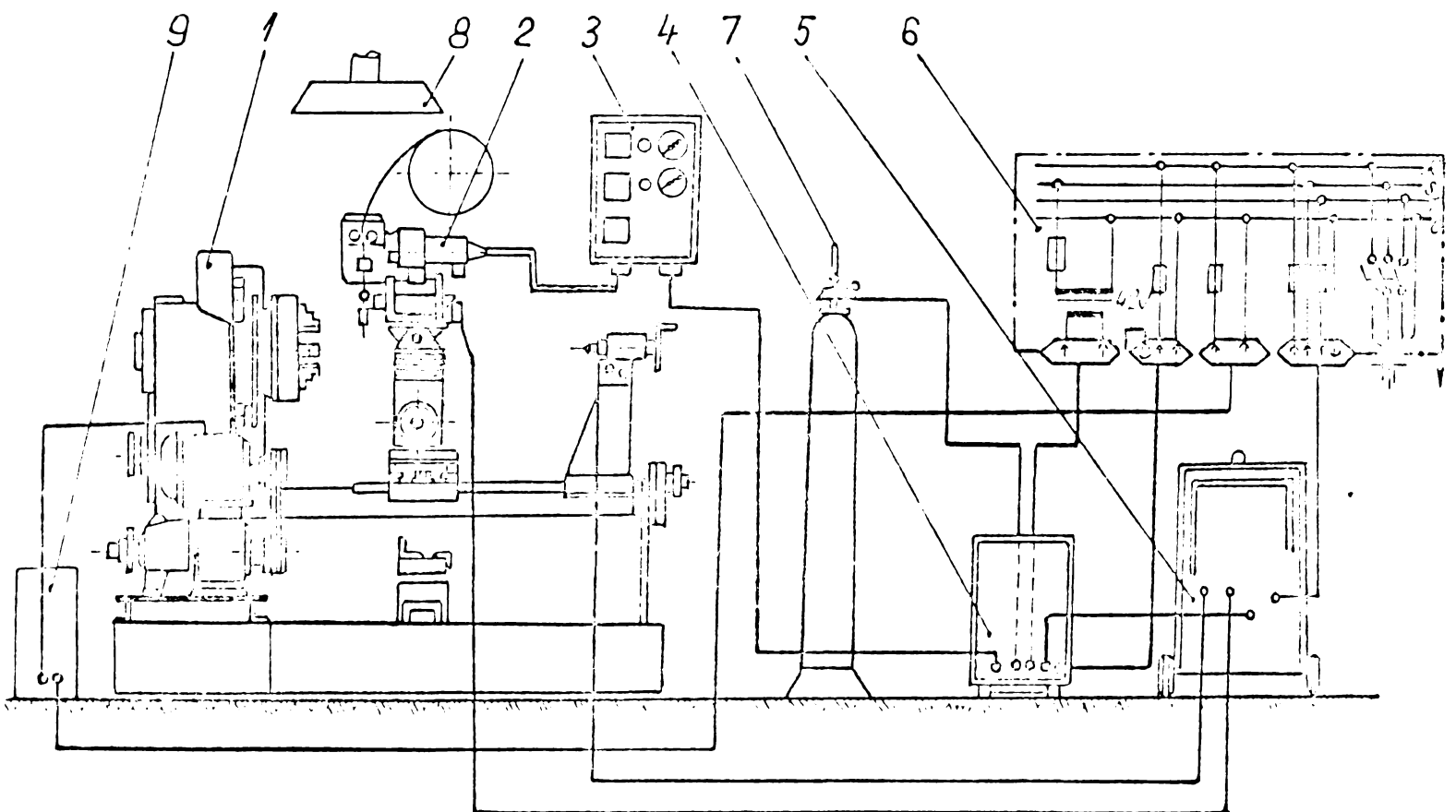


Fig.5.9. 1-dispoz.de fixare în poziție și de rotire(strung SN.38ox75o cu motor de c.c.ptr.acționare); ca-cap de sudare NVE-3ol; 3-cutia de comandă; 4-panou de comandă; 5-sursă de sudare kV-200 A; 6-distribuator; 7-reductor și încălzitor de gaz; 8-cutie ptr.ventilație locală; 9-pupitru de comandă ptr.disp.de prindere și rotire a pieselor;

Motorul electric de c.c. se alimentează de la rețea prin intermediul unui pupitru de comandă (poz.9 din fig.5.9), a cărei schemă electrică este identică cu cea din fig.5.6.

Modificările și adaptările efectuate pentru realizarea instalației de încărcare s-au făcut în scopul satisfacerii următoarelor

./.

condiții tehnice : reglarea continuă a turației în intervalul 0,5-25 rot/min. pentru atingerea vitezei periferice optime la încărcare; reglajul se realizează cu ajutorul ATR-8A cât și a cutiei de viteze a SN; realizarea pasului de încărcare corespunzător fiecărui diametru de piesă; închiderea perfectă a circuitului electric la încărcare în timpul rotirii pieselor; colectarea lichidului de răcire, filtrarea și reutilizarea acestuia.

- Capul de încărcare vibroarc este de tipul NVE-301 /31/, cu următoarele caracteristici tehnice: curent de încărcare-max.300 A, tensiunea arcului - max.20 V; intervalul de viteze pentru avansul sârmei 0,4-2,0 m/min; frecvența vibrațiilor 25-100 Hz; motor electric pentru avansul sârmei de tip VK3K8A cu un curent de excitație de 24 V; motor electric de antrenare a vibratorului de tip PK 267 cu o turație max. 6000 rot/min, diametrul sârmei de aport 1-1,6 mm; tensiunea de alimentare de 220 V, 50 Hz; puterea absorbită de la rețea 300 VA; greutatea maximă 34 kg; dimensiuni de gabarit 625x845x500 mm.

Capul de încărcare vibroarc cu schema electrică în fig.5.10, formează un ansamblu *compus* din următoarele părți:

-mecanismul de alimentare cu sîrmă; mecanismul de vibrare al sârmei; coloana de manipulare; ajutorul pentru sîrmă; tamburul de sîrmă; ecranul de protecție;

Mecanismul de alimentare a sârmei, în principiu este constituit dintr-un motor electric (M1) reglabil continuu și un reductor format din trei perechi de roți dințate, o transmisie cu melc, rolă de alimentare și de presare. Mecanismul de vibrare, compus dintr-un motor electric (M2) cuplat elastic cu arborele unui excentric fixat pe rulmenți cu bile, pe arbore se găsește o bușe a cărei excentricitate poate fi modificată între 0-1 mm. Pe bușe se găsește un butuc cu lagăr oscilant, care se leagă la capătul ajutorului pentru sîrmă prin intermediul unui reazim elastic.

Mecanismul de alimentare a sârmei și mecanismul de vibrare, se cuplează cu coloana de manipulare, avînd posibilitatea ca întreg ansamblu să se ridice la înălțimea dorită, să se basculeze și să se rotească la 360°. Ghidarea sârmei spre locul de încărcare se realizează cu ajutorul unor ajutoaje adaptate pentru diferite regimuri de recondiționare.

Funcționarea părții electrice a automatului se poate urmări în fig.5.10. Acționînd asupra întrerupătorului principal II, lampa de control L semnalizează racordul la rețea al automatului. Transformatorul T1 prezintă trei înfășurări secundare. Una dintre înfășurări (35V) este racordată la redresorul de seleniu D1 care alimentează excitația motorului de antrenare a mecanismului de avans al sârmei



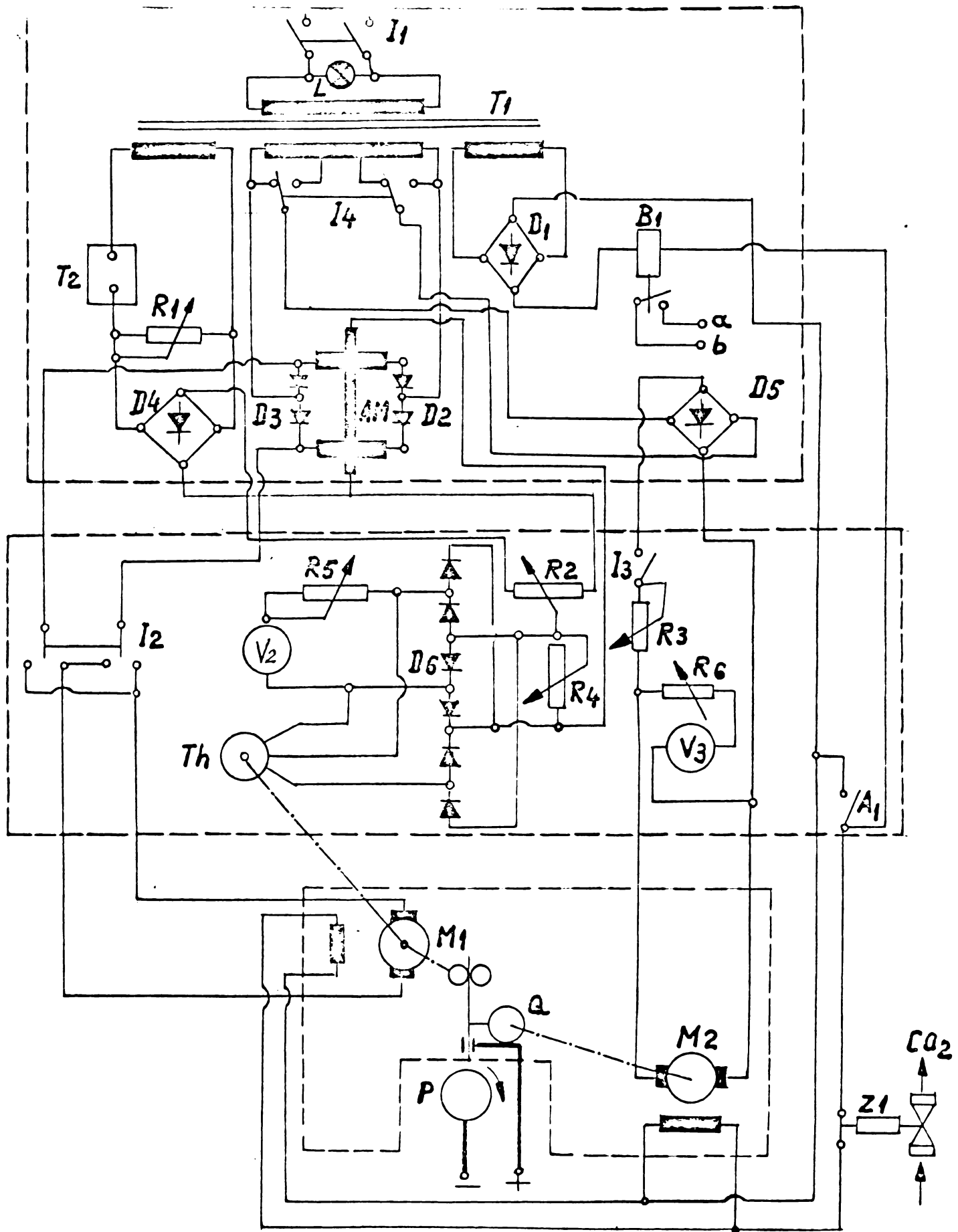


Fig. 5.10 Schema electrică a automatului de încărcare cu arc electric vibrator tip NVE-301

AM — amplificator magnetic;  
 A1 — întrerupător basculant;  
 B1 — releu auxiliar;  
 D1-D6 — redresoare;  
 I1-I4 — întrerupătoare;  
 M1-M2 — motoare electrice;  
 L — Lampă control;  
 R1-R6 — rezistențe variabile;

V2 — frecvențmetru  
 V3 — voltmetru  
 Th — tahogenerator  
 Z1 — electrovalvă CO<sub>2</sub>  
 Q — vibrator mecanic  
 P — piesa de încărcat  
 T1 — transformator pr.  
 T2 — transductor de curent.

M1 și circuitul bobinei releului auxiliar B1, în circuitul căreia se află întrerupătorul basculant A1, montat pe pupitrul de comandă. De la altă înfășurare secundară (de 150 V) prin intermediul unor prize se pune sub tensiune redresorul D5 care alimentează motorul vibratorului M2, anclanșat de comutatorul I3 montat pe pupitru. Tensiunea variabilă este transmisă amplificatorului magnetic AM care alimentează (în același sens) redresorul D2 și D3 iar prin comutatorul reversibil I2 se alimentează rotorul motorului M1.

Tensiunea celei de-a treia înfășurări secundare este stabilizată de transductorul T2, iar D4 redresează tensiunea care este reglată inițial cu ajutorul rezistenței R1. Tensiunea reglată cu potențiometrul R2 este comparată cu tensiunea de pe rezistența R4. Tensiunea rezistenței R4 este transformată prin redresorul D6 spre generatorul tahometrului montat pe axul motorului M1. Diferența tensiunii stabilizate de potențiometrul R2 și a tensiunii din generatorul tahometrului este transformată pe bobinajul de comandă al transductorului care permite trecerea unei cantități mai mari sau mai mici de energie electrică în rotorul motorului M1, care se rotește mai repede sau mai încet.

Partea electrică a automatului de încărcare vibroarc asigură următoarele funcții:

- reglarea fără trepte a mecanismului de avans al sârmei;
- reglarea fără trepte a frecvenței vibrațiilor;
- întreruperea tensiunii din sîrmă, astfel încît la manipularea pieselor de încărcat să nu se producă - scurtcircuitări;
- introducerea sursei de încălzire a reductorului de presiune în procesul încărcării sub gaz de protecție;
- cuplararea pompei pentru lichidul de răcire;

Cutia de comandă a automatului este parte componentă a părții electrice și pe care sînt concentrate toate elementele necesare verificării și comandării procesului de încărcare vibroarc.

Pe partea stîngă a cutiei de comandă sînt dispuse aparatele de măsură. Aparatul V3 măsoară frecvența vibrațiilor produse de ajutaaj, direct în Hz. Alături de acesta se află un întrerupător I3, necesare anclanșării vibratorului precum și butonul rezistenței de reglare R3 a frecvenței acestuia. Voltmetru V2 măsoară tensiunea automatului de încărcare. Prin intermediu unui întrerupător aflat alături de voltmetru se anclanșează sursa de curent, iar cu potențiometrul R2 se reglează viteza mecanismului de alimentare. Aparatul de măsură Th, indică viteza avansului sârmei în m/min. Alături de acesta se află întrerupătorul I2 pentru selecția direcției avansului sârmei. În partea inferioară a cutiei se află prizele de racord, la capul de sudare și

panoul de comandă.

- Panoul de comandă cuprinde toate elementele funcționale ale părții electrice a capului de încărcare vibroarc (releul B1; redresoarele D1-D5; rezistența R1; întrerupătorul I4; transformatorul T1; transductorul de curent T2; lampa de control L). Toate elementele funcționale sînt grupate pe un panou perpendicular (releu, rezistențe și redresoare) iar în partea de jos se află transformatorul de alimentare, amplificatorul magnetic și transductorul de curent.

Pe punctul exterior se află întrerupătorul basculant pentru decuplare și o lampă de control, care semnalizează cuplarea.

- Sursa de sudare de tip KV-200A /31/ are următoarele caracteristici tehnice : tensiunea de alimentare 3x380 V, 50 Hz; tensiunea de mers în gol - 26 V; curent nominal-200 A; puterea absorbită - 290 VA; randament 86 %; dimensiuni de gabarit 615x1015x740 mm; greutatea max. 190 kg.

Părțile componente ale sursei de încărcare vibroarc, se prezintă în fig.5.11.

Elementele componente ale sursei sînt montate într-o carcasă prevăzută cu două roți și un opritor care ușurează transportul. În partea inferioară a carcasei se află transformatorul principal, redresorul, întrerupătorul general, bobina de aplatizare, transformatorul de adaptare, ventilatorul, elementele de dirijare și semnalizare a procesului de sudare.

Curentul de sudare se reglează cu ajutorul unui schimbător cu 16 poziții în domeniu de la 50-200 A și tensiunea de 13-26 V (fig. 5.12.)

- Instalația de încărcare vibroarc cuprinde și un distribuitor electric pentru alimentarea de la rețea a capului de încărcare, a dispozitivului de fixare și rotire a pieselor, a sursei de sudare și a panoului de comandă.

- Pentru dozarea exactă și verificarea debitului de gaz protector se folosește un reductor de presiune prevăzut cu un preîncălzitor electric.

- Gazele rezultate din procesul de încărcare sînt îndepărtate cu ajutorul unei cutii de ventilație locală. Instrucțiunile de folosire a părții mecanice și electrice ale instalației, întreținerea și exploatarea automatului de încărcare, reviziile periodice, lista pieselor de schimb ale instalației și măsurile de tehnica securității muncii, s-au stabilit prin norme tehnice interne odată cu punerea în funcțiune a instalației de încărcare /67/.

Avînd în vedere avantajele pe care le oferă aplicarea prac-

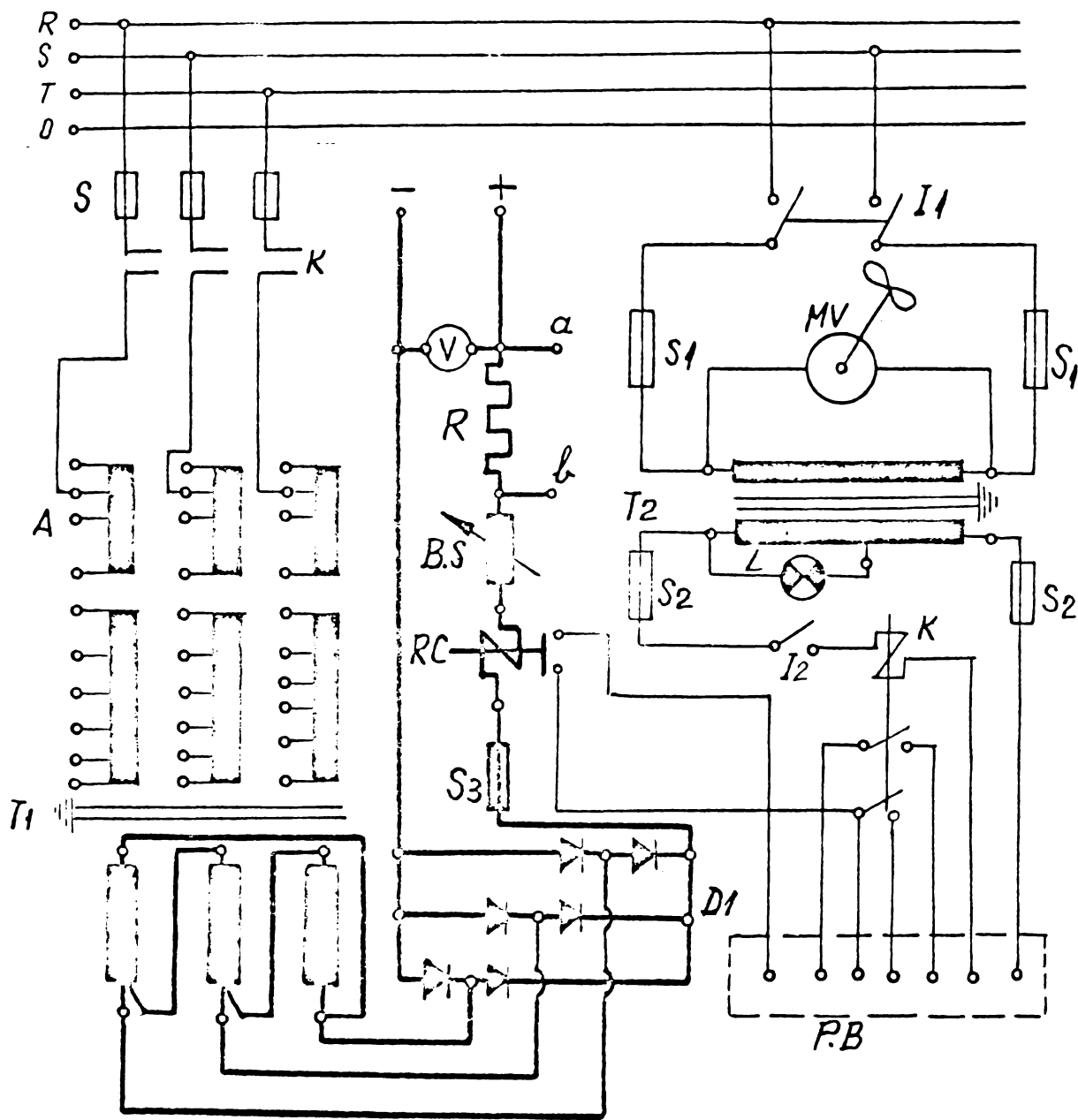


Fig.5.11 Schema electrică a sursei de sudare KV200 A.

*T<sub>1</sub>* — transformator de alimentare;  
*D<sub>1</sub>* — redresor de sudare;  
*L* — lampă control;  
*MV* — motor ventilator;  
*K* — contactor  
*RC* — releu curent  
*A* — comutator triplu transf. *T<sub>1</sub>*

*T<sub>2</sub>* — transformator;  
*S* — sigurante fuzibile;  
*B.S* — bobină de self;  
*V* — voltmetru;  
*I<sub>1</sub>* — intrerupător;  
*R* — rezistența sarcină;  
*PB* — placă de borne

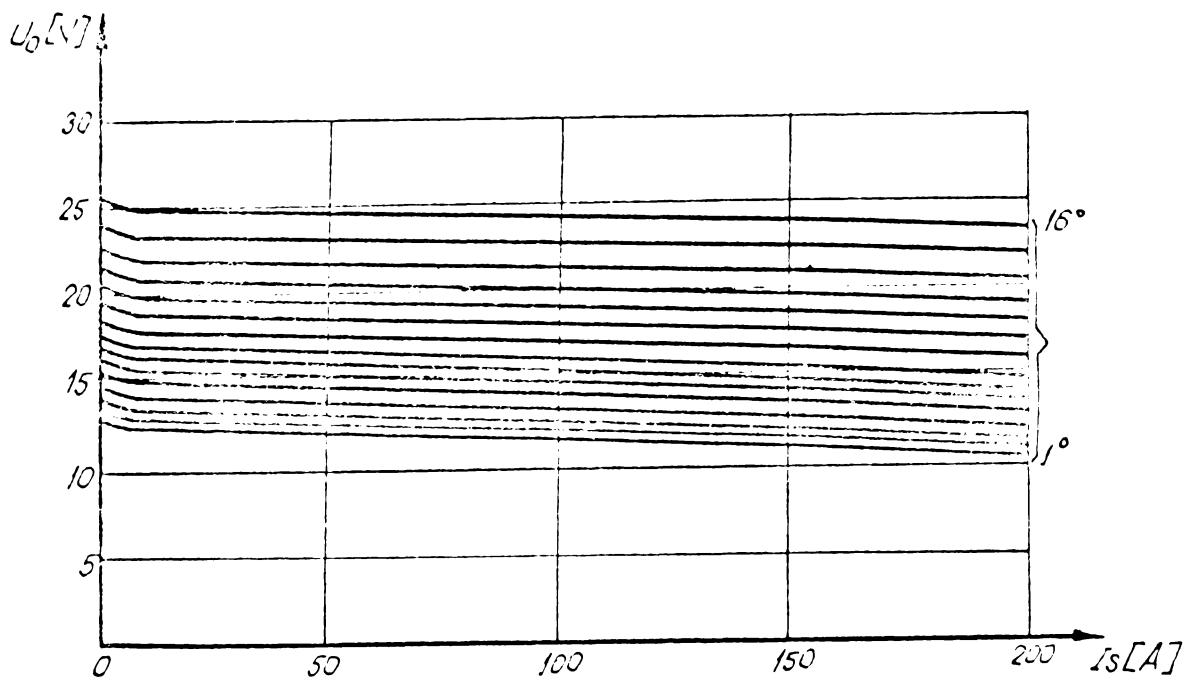


Fig.5.12. Caracteristica exterioară a sursei kV 200

### 5.3.- Utilaje de încărcare cu pulberi metalice

#### 5.3.1.- Utilaje pentru încărcarea la cald a pieselor

Dintre procedeele de sudare și conexe pe care tehnica sudării le pune la îndemână, o importanță practică deosebită o prezintă încărcarea cu flacără oxiacetilenică la cald folosind pulberi metalice. Un post de încărcare cu flacără la cald se compune din (fig.5.13) :

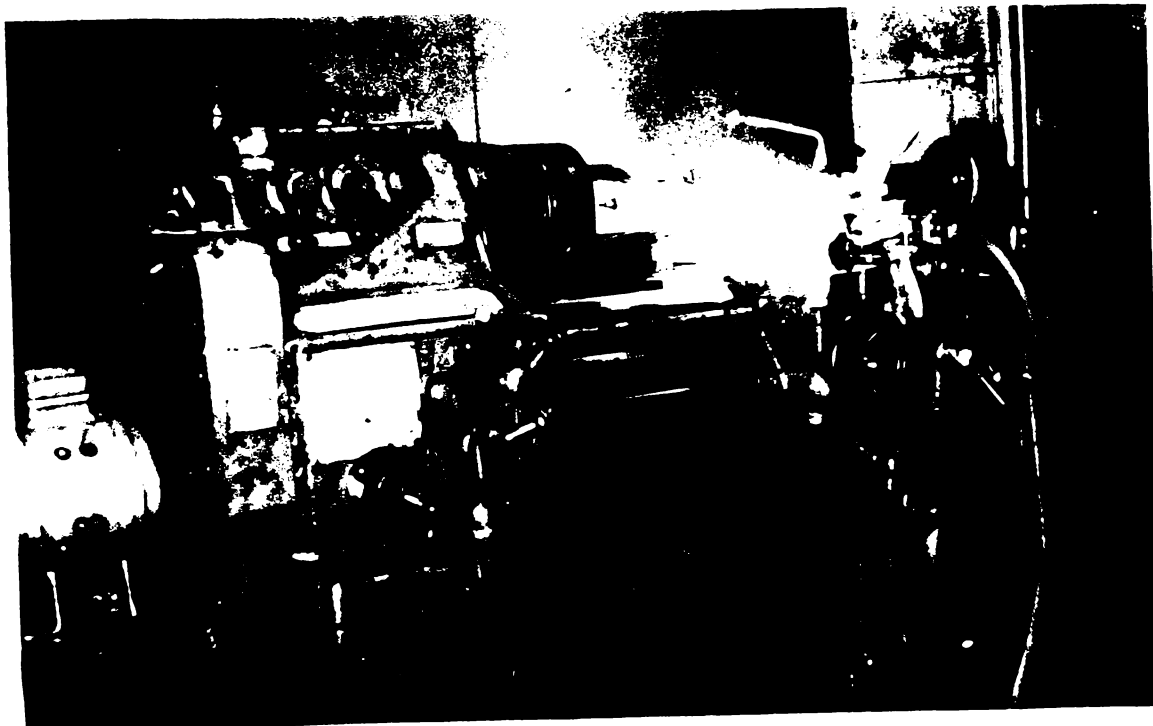


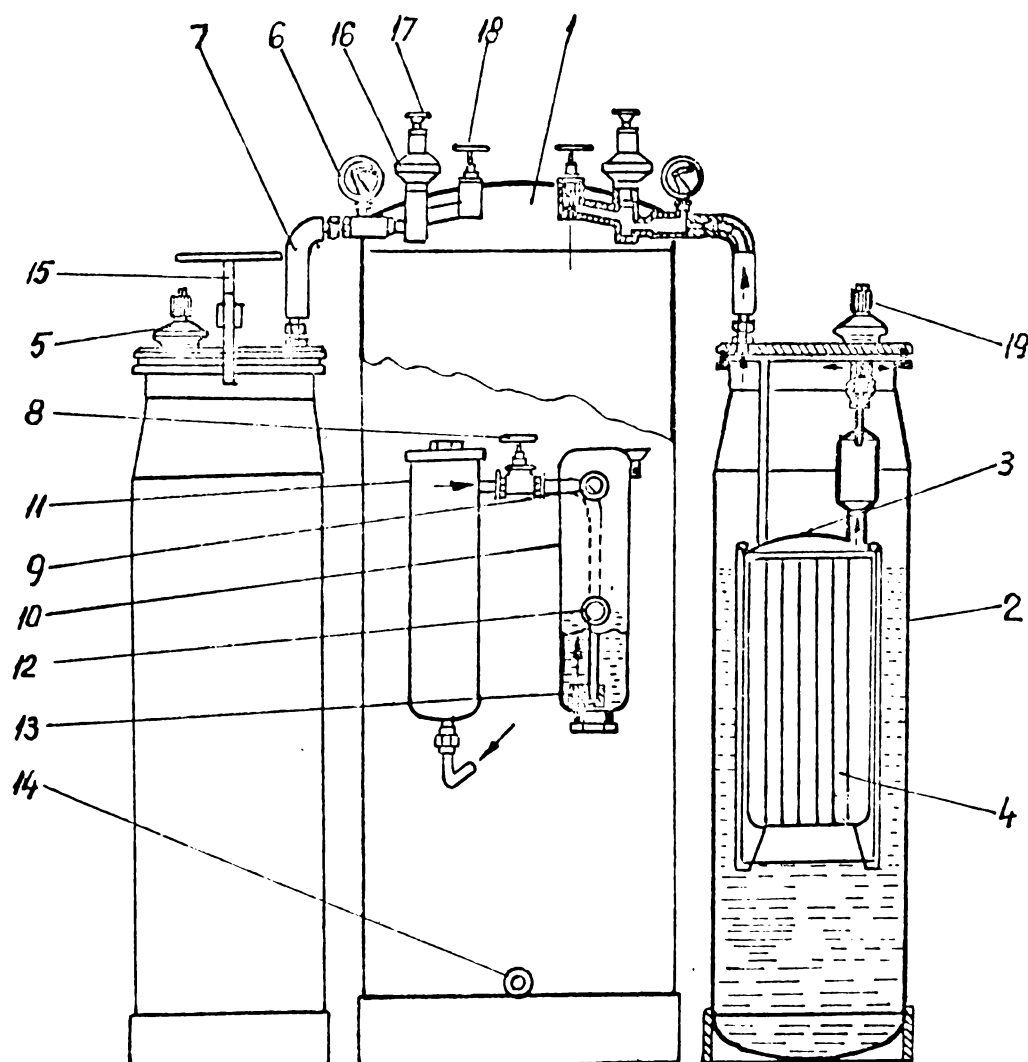
Fig.5.13. Vedere generală a unui utilaj de încărcare cu pulberi metalice

-generator de medie presiune sau butelie de acetilenă; -arzător special de încărcare cu pulberi metalice; -butelie de oxigen cu reductor de presiune; -tuburi de presiune pentru gaze și anexe;

- Un tip de generator de acetilenă folosit precum la lucrările de încărcare cu flacără atât la rece cât și la cald, este gene-

ratorul de medie presiune produs de firma Gloor-Triumpf din Elveția. (fig.5.14).

Presiunea nominală a acestui generator se poate regla în intervalul 0,1-0,5 daN/cm<sup>2</sup>, în funcție de cerințele regimului de încărcare cu flacără.



1-gazometru;  
2-generator;  
3-clopot; 4-coș de carbid;  
5-regulator de presiune; 6-manometru; 7-conducta de conectare; 8-robinetul prizei de gaz; 9-tubulatura prizei de gaz; 10-rezervor de apă; 11-epurator de gaz; 12-tubulatura nivelului de apă; 13-supapă de reținere; 14-tub pentru apă de condens; 15-etriet de închidere; 16-supapă de siguranță;

Fig.5.14. Părțile componente ale generatorului de medie presiune (tip Gloor Triumph)

17-levier de descărcare a supapei hidraulice de siguranță; 18-robinet de oprire; 19-piuliță de reglare a presiune;

La punerea în funcțiune se desface etrierul 15 și se scoate clopotul 3, se umple generatorul 2 cu apă pînă la nivelul de marcaj. Se umple coșul 4 cu carbid de granulația I și se remontează coșul în clopotul generatorului 3. Se pune piulița de reglaj a presiunii 19 spre în sus, se reconectează conducta 7, se fixează etrierul de închidere 15, se deschide robinetul de oprire 18 și se învîrte piulița 19 de reglaj a presiunii pînă în poziția cea mai de jos.

gazeificarea începe imediat și aparatul este astfel gata de a fi utilizat. Dacă presiunea gazului se ridică foarte mult, ea poate fi reglată ușor operînd o ușoară dare înapoi a piuliței 19 de reglare.

Robinetul de oprire 18 al gazometrului rămâne deschis pînă la epuizarea completă a gazului.

Cele două generatoare lucrează independent. Cînd un generator este în funcțiune, al doilea încărcat se ține în rezervă. Este foarte important ca piulița de reglaj 19 a generatorului de rezervă să fie rotită cît mai sus, astfel ca formarea acetilenei să fie exclusă. Robinetul de oprire 18 al generatorului de rezervă rămîne în acest timp deschis, astfel ca acetilena care ar putea să se formeze să se poată evacua în gazometrul 1. Manometrul arată la timpul potrivit prin scăderea presiunii, momentul punerii în funcțiune al celui de-al doilea generator. Umplerea cu carbid proaspăt și apă trebuie să se facă la generatorul care nu lucrează, în timp ce al doilea este în serviciu. La prima punere în funcțiune, se va lăsa evacuarea timp de cinci minute a unei cantități de acetilenă, după care se va face aprinderea.

Prin reglarea piuliței 19 spre în jos, regulatorul de presiune 5 se deschide, aerul se evacuează iar apa pătrunde în clopotul 3 al generatorului 2, procesul de gazeificare începe. În timp ce priza de acetilenă este întreruptă și presiunea de reglare de cca. 0,5 daN/cm<sup>2</sup> este atinsă, regulatorul se închide, gazele care se produc în continuare refulează apa de pe carbid, apărînd gazeificarea.

Prin conducta de recordare 7, gazul trece din generator în gazometrul 1 și de acolo prin epuratorul 11, robinetul prizei de acetilenă 8 și rezervorul de apă 10 de unde prin tubulatura prizei de acetilenă 9 este trimisă spre arzător.

Arzătoarele folosite la lucrările de încărcare la clad cu flacără oxiacetilenică trebuie să asigure<sup>o</sup> depunere rapidă și cu precizie a cantității de pulbere metalică /98/.

Cele mai utilizate arzătoare în acest scop sînt cele livrate de firma elvețiază Castolin-Eutectic. Arzătoarele se numesc Eutalloy și se construiesc în trei modele (variante). Modelul A - utilizat la încărcări ale pieselor de dimensiuni mici și care necesită o mare precizie; modelele B - pentru aplicații generale pe piese mici și mijlocii; modelul C - pentru piese de dimensiuni mari, fiind răcit cu apă.

La toate tipurile de arzătoare, vehicularea aliajelor o face amestecul gazos de oxigen și acetilenă, în flacără acesta devine păstos, iar prin proiectarea pe suprafața de încărcare aderă la acesta. Se procedează apoi la fuziunea stratului depus, repetîndu-se operația simultană de proiectare și fuziune din aproape în aproape.

Dintre acestea, cea mai largă utilizare o are modelul B, care se pretează bine la toate lucrările curente de atelier, în cazurile care nu cer condiții speciale. Are o construcție robustă și este foarte ușor de mînuit. Cele trei lănci (tije arzătoare), îi asigură un vast domeniu de utilizare, permițînd execuția ușoară de încercări cu o

precizie mare a pieselor cilindrice sau plate, de mare sau mică secțiune.

Arzătorul Eutalloy, model B (fig.5.15) este cromat la exterior și are lungimea de 490 mm.

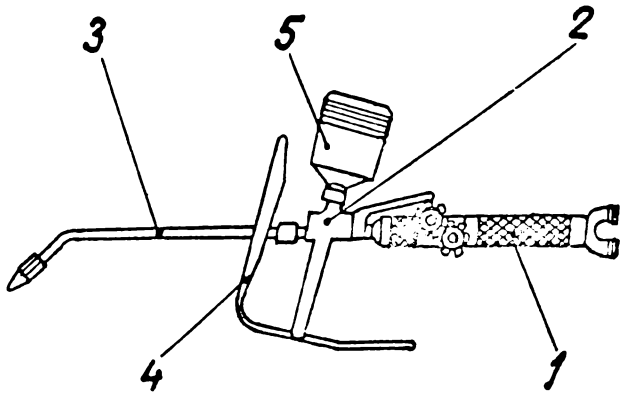


Fig.5.15. Arzătorul Eutalloy model B (ansamblu)

teții în muncă.

Dispozitivul de alimentare cu pulbere cuprinde și un amestecător care permite un dozaj precis al pulberilor. Construcția amestecătorului permite intrarea într-o valvă de alimentare a pulberii, iar prin acționarea unui levier se asigură și dozarea precisă a cantității de pulbere. Când levierul este în jos, valva de alimentare se deschide, oar datorită unei închideri baionetă, modulul poate fi fixat pe arzător cu o singură mișcare.

Cele trei lance ușor schimbabile (arzătoare) având numerele 45, 48 și 53 sînt confecționate dintr-un aliaj care posedă o bună conductibilitate termică, asigurînd posibilitatea de disipare rapidă a căldurii care provine din radiația flacării.

Un ecran din aluminiu protejează modulele din material plastic și mîna sudorului împotriva radiațiilor de căldură de la piesa de încărcat. Se obțin în acest mod condiții de muncă optime cît și un suport pentru arzător în timpul întreruperii operației de încărcare.

**Modul de utilizare a arzătorului Eutalloy model B :**

- se racordează furtunele de acetilenă și oxigen prin intermediu unor nipluri de racord;
- după felul operațiilor de încărcare se alege arzătorul corespunzător;
- se introduce modulul în adaptorul dispozitivului și se răsucește spre dreapta cu  $90^{\circ}$ ;
- presiunea gazelor se reglează în funcție de numărul arzătorului și felul operației conform tabelii 5.1 :



Tabela 5.1

Arzător nr.	Felul operației de încărcare	Pres.acetil. (daN/cm <sup>2</sup> )	Pres.O <sub>2</sub> (daN/cm <sup>2</sup> )
53	Încărcări fine pe piese de grosime mică	0,4	2
48	Încărcări fine pe piese cu grosime mijlocie	0,5	2
45	Încărcarea unei cantități mari de pulbere pe piese mari	0,5	2

- se aprinde arzătorul, deschizând mai întâi robinetul de oxigen, după care se reglează flacăra;

- piesa de încărcat se preîncălzește la 400-500°C și se aplică un strat subțire de aliaj pe părțile de încărcat;

- suprafața piesei se încarcă prin apăsări scurte și reetate pe levierul de alimentare, pulbera este aspirată de către jetul de oxigen, trecută prin flacăra și apoi depusă în stare topită pe piesă încălzită;

- stingerea flăcării se face prin manevrarea robinetilor în ordine inversă aprinderii;

- Buteliile de oxigen și reductoarele de presiune sînt de tipul celor utilizate la operațiile de sudare, tăiere și lipire cu flacăra oxiacetilenică. Parametrii principali, forma, dimensiunile, materialele, verificarea și încercarea acestora corespunde standardelor în vigoare (STAS.744B-66).

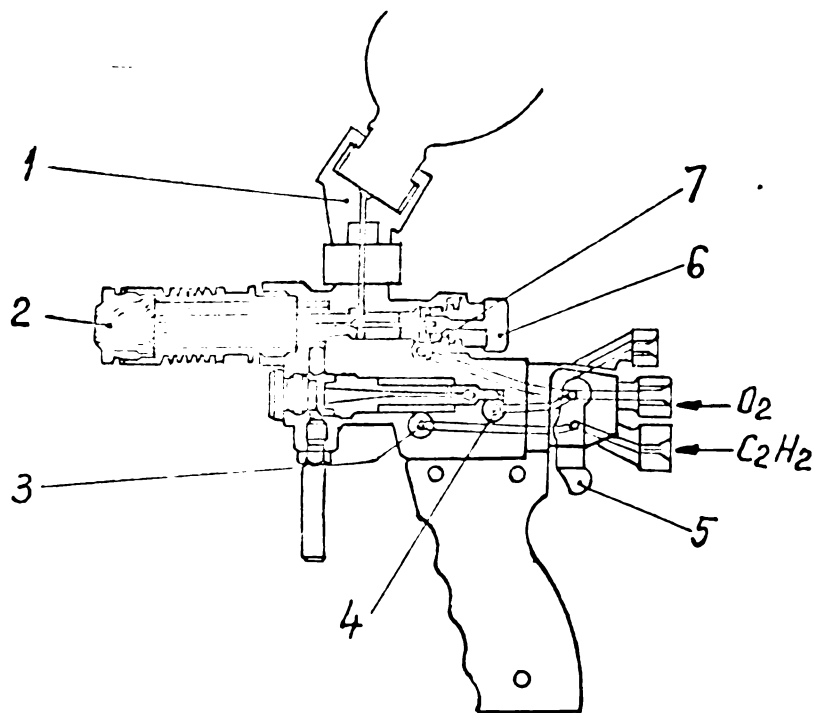
- tuburile de presiune pentru gaze sînt tuburi de cauciuc cu inserție, din clasa G conform STAS.263-61;

### 5.3.2.- Utilaje pentru încărcarea la rece a pieselor

Pentru încărcarea la rece cu flacăra se folosesc utilaje care au în componența lor generatoare de acetilenă de medie presiune (min. 7 bar) sau butelii de acetilenă, butelii de oxigen, reductoare și tuburi de presiune cu aceleași dimensiuni și caracteristici ca și cele folosite la lucrările de, încărcare la cald a pieselor.

Spre deosebire de încărcarea la cald, se utilizează în acest caz o trusă specială cu arzător adecvat /93/. Firma elvețiană Castolin-Intectic a elaborat și pus la punct un sistem utilizînd tehnici din cele mai avansate în materialul de construcție a arzătoarelor în condiții de deplină securitate. Unul dintre acestea este și arzătorul Castoloy (fig.5.16).

Se menționează că acest arzător face parte dintr-o trusă spe-



1-port mo-  
dul orien-  
tabil; 2-  
diuză de  
pret.; 3-  
reglarea  
flacării  
(acetilenă)  
4-reglarea  
flacării  
(O<sub>2</sub>); 5-  
vană de în-  
chidere ra-  
pidă; 6-

Fig.5.16. Părțile componente ale unui arzător Rotoloy

reglarea debitului de aliaj; 7-reglarea gazului de transport; cială, în componența căreia mai intră o apărătoare de protecție, un suport de lucru pe mașini unelte, ochelari de protecție, curățitor de duze și diverse chei.

Cu ajutorul acestui arzător se pot realiza încărcări de protecție antiuzură pe piese noi sau uzate prin tehnica proiectării urmata de fuziune. Pulberile (aliaje micropulverizate) se introduc direct în flacără prin cădere, flacăra le topește și le proiectează pe suprafața piesei de încărcat. În funcție de mărimea diuzei de pulverizare aleasă, debitul aliajului proiectat cu acest arzător variază între 5,5 kg/h. și 15 kg/h. Arzătorul este echipat cu un sistem de închidere instantanee a gazelor, iar injectoare de construcție specială permit evitarea întoarcerii flacării.

La punerea în funcțiune, zăvorul (vana) de închidere de siguranță se mută în poziția "înainte" deschizând admisia gazelor, robinetul de reglaj al oxigenului se deschide cu o jumătate de rotație, iar robinetul de acetilenă se pune în poz. N (flacără reducătoare). Presiunea de funcționare a manometrului se reglează la 0,7 daN/cm<sup>2</sup> pentru acetilenă și 4,0 daN/cm<sup>2</sup> pentru oxigen.

După aprindere se obține o flacără dorită lăsând deschis la max. reglajul oxigenului și rotind robinetul de reglaj al acetilenei pentru aducerea acestuia în următoarele poziții:

N - flacără neutră (100% acetilenă) și raportul  $\frac{O_2}{C_2H_2} = 1$

R - flacără carburată (110% acetilenă) -  $\frac{O_2}{C_2H_2} < 1$

O1 - flacără oxidantă (85% acetilenă) -  $\frac{O_2}{C_2H_2} > 1$

./.

**O<sub>2</sub> - flacără foarte oxidantă (70% acetilenă)**

In mod obișnuit cu acest arzător se efectuează încărcări exterioare pe piese în rotație și pe suprafețe plane mari. Pentru a se efectua încărcări de protecție în interiorul diferitelor piese sau în zone de acces dificile se pot folosi prin adaptare la arzător unele accesorii speciale cum sînt prelungitoarele cu jet deviat sau lancele speciale de fuziune, care permit extinderea utilizării procedurii de încărcare la rece la aplicații rămase pînă acum fără soluții.

**CAP.6.- CERCETARI PRIVIND DETERMINAREA CALITATII**  
**STRATURILOR DEPUSE PRIN SUDARE**

**6.1.- Clasificarea defectelor depunerilor prin**  
**sudare**

Ridicarea nivelului tehnic și calitativ al produselor și îmbunătățirea continuă a tehnologiilor de recondiționare prin procedee de sudare și conexe a pieselor de schimb, are un rol esențial în creșterea eficienței activității economice a întreprinderilor de reparații. Diversificarea metodelor și procedeele de recondiționare a pieselor și subansamblelor, a impus creșterea exigenței controlului tehnic de calitate, cât și folosirea celor mai moderne metode de control defectoscopic./32/.

Defectele încărcărilor prin sudare reprezintă abateri de la calitate, a căror existență și mărime trebuie să fie riguros determinate, ele afectând caracteristicile mecanice ale pieselor recondiționate./46/. Defectele de suprafață pot fi depistate ușor, în timp ce defectele ascunse pot fi detectate numai prin metode de control nedistructiv. Admiterea sau respingerea unui defect se reglementează în conformitate cu normele tehnice interne care se referă la încărcarea și controlul depunerilor, caracteristicile constructive, condițiile funcționale și importanța pieselor și subansamblelor recondiționate pentru siguranța circulației (cazul pieselor de material rulant)./100,48,49/.

Depistarea și remedierea unor defecte de depunere, poate însuma multe ore de manoperă în atelier, astfel încât cunoașterea și aplicarea măsurilor de prevenire, constituie o preocupare de cea mai mare importanță pentru toți factorii care contribuie la realizarea unor depuneri prin sudare de calitate./50/. Există o mare diversitate de defecte, unele comune, altele specifice diferitelor metode și procedee de recondiționare prin sudare.

Clasificarea defectelor din îmbinările sudate prin topire este dată în STAS. 7084/1-73, neexistând însă o reglementare la nivel național asupra defectelor caracteristice depunerilor prin sudare la recondiționarea pieselor de schimb.

În prezenta lucrare prezentăm o clasificare a defectelor depunerilor prin sudare în mediu de CO<sub>2</sub> și la încărcarea cu pulberi metalice, depistate cu ocazia experimentării tehnologiei de recondiționare a pieselor uzate de pe L.D.E. și L.E. (tabela 6.1).

Tabela 6.1

Simbol	Denumire defect	Descriere defect	Cauzele apariției defectului
0	1	2	3
1.1.	Depunere neuniformă	Depunere neregulată pe lățimea și grosimea rîndurilor care formează un strat	Variația parametrilor tehnologici ai regimului de încărcare, prezența unor trepidații, încovoieri ale pieselor
1.2.	Crater final	Adîncitură în metalul de bază la extremitatea rîndului depus.	Apare la întreruperea bruscă a procesului de încărcare sau cînd nu se realizează o depunere inițială, pe care să se întrerupă procesul de depunere.
2.1.	Incluziuni gazoase (pori)	Goluri în metalul depus sau la suprafața sa.	Degajarea gazelor în cursul răcirii metalului depus. Gazele ( $N_2, H_2$ ) provin de la petele de ulei, grăsimi, vopsea sau umiditate existente pe piesă. În cazul folosirii sîrmelor cu un conținut mic de Mn și Si, la încărcarea în $CO_2$ apar gaze sub formă de CO.
2.2.	Incluziuni nemetalice (zgură)	Părți nemetalice rămase în depunerea prin sudare.	Apar în cazul cînd fluiditatea metalului topit este redusă, sau cînd stratul depus anterior nu este curățat la luciu metalic.
2.3.	Fisuri	Discontinuități produse prin ruperi locale în metalul de bază, în metalul depus sau în zona influențată termic, de diferite dimensiuni și în diferite direcții la așezare.	Se datoresc efectului de contracție la răcire; a tensiunilor proprii, a solicitărilor variabile, a șocurilor, concentratorilor de tensiuni, fenomenelor de coroziune, etc. Tendința de fisurare crește la oțelurile greu sudabile.
2.4.	Lipsă de aderență	Lipsă de topire între metalul de bază și metalul depus prin topirea sîrmei sau a pulberilor.	Apare la topirea insuficientă a sîrmei sau a pulberilor cînd se folosește un regim tehnologic necorespunzător cînd nu se degresează și nu se curăță suprafețele.
2.5.	Nepătrundere între rînduri	Lipsă de topire între rîndurile circ-	Apare la depunerea circulară cînd pasul

0	1	2	3
		culare ale metalului depus. După prelucrare, piesele prezintă denivelări sau impurități circulare la marginea rîndurilor. Poate fi parțială sau totală.	Apare la depunerea circulară cînd pasul depunerii este prea mare sau cînd valorile parametrilor tehnologici de încărcare nu sînt corelate în funcție de dimensiunile, geometrice ale pieselor.
2.6.	Nepătrundere între straturi	Lipsă de topire între straturile succesive la încărcările de grosime mare. Poate fi parțială sau totală.	Se constată la piesele care nu au fost curățite la luciu metalic după fiecare strat sau cînd nu se respectă valorile parametrilor tehnologici de încărcare.
2.7.	Scurgere de metal topit.	Metalul topit se scurge peste metalul de bază netopit.	Nerespectarea parametrilor tehnologici de încărcare în mediu de CO <sub>2</sub> (curent, tensiune, viteză de avans sîrmă, turație).
3.1.	Structură necorespunzătoare	Structura columnară se caracterizează prin orientarea unidimensională a cristalelor. Structura grosieră are cristale de dimensiuni mari; structură superficială de călire cu duritate mare.	Viteză mică de răcire a depunerilor cu volum mărit de metal topit; supraîncălzirea metalului depus; viteză mare de răcire sau agent de răcire necorespunzător la încărcarea vibroarc.
3.2.	Caracteristici mecanice necorespunzătoare	Duritatea stratului depus prin sudare are valori mai mici decît cele ale pieselor noi, cu efecte negative asupra rezistenței la uzură în exploatare.	Alegerea necorespunzătoare a metalului de adaos, folosirea unui lichid de răcire necorespunzător la încărcarea vibroarc sau nerespectarea parametrilor regimului de încărcare.
3.3.	Compoziție chimică necorespunzătoare	Depuneri cu compoziție chimică diferită față de cea prescrisă. Metalul depus este saturat în O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> .	Lipsa de pregătire a suprafețelor de încărcat, folosirea unor materiale de adaos necorespunzătoare.

## 6.2.- Procedee de control nedistructiv ale depunerilor

Pe baza cercetărilor și ale experimentărilor practice, s-a constatat că cele mai eficace procedee de control nedistructiv ale depunerilor prin sudare sînt următoarele:

### 6.2.1.- Controlul cu radiații penetrante

Razele X și  $\gamma$  sînt folosite pentru detectarea și identificarea defectelor interioare din stratul de metal depus. (fig.6.1).

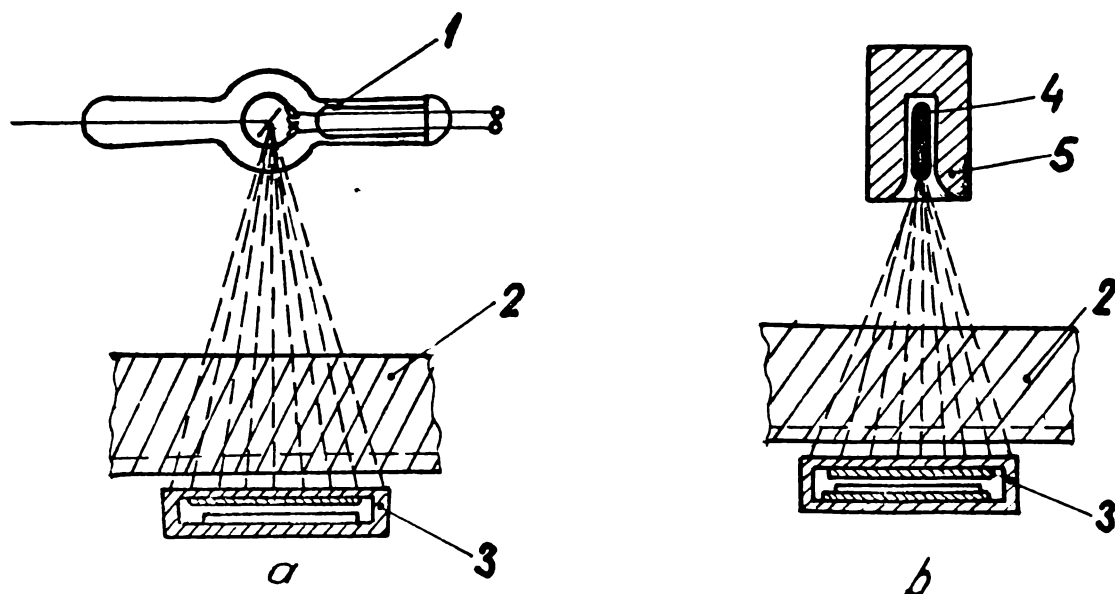


Fig.6.1. Principiul controlului cu radiații

a.-cu radiații X; b-cu radiații gama; 1-tub Röntgen; 2-piesă recondiționată; 3-film; 4-sursă de radiații gama; 5-container;

Prin această metodă se controlează piese recondiționate cu depuneri interioare și pe suprafețe plane cum sînt : carcasele M.T., corpurile de pompă ulei; ghidaje; scuturi, etc. La examinarea defectelor cu ajutorul radiațiilor X se folosește o instalație de tip Super Liliput 200(RPU) respectiv GDP-6 (RSR) pentru controlul cu radiații gama. Metodele de examinare cu radiații asigură o precizie mare în control, dar verificările fiind scumpe se execută numai prin sondaje pe anumite zone ale depunerilor./48/.

#### 6.2.2.- Controlul ultrasonic

Procedeul capătă în ultimii ani o răspîndire din ce în ce mai mare /49/ iar pentru detectarea defectelor din depunerile prin sudare se folosește metoda ecoului (impuls reflectat) cu ajutorul palpatoarelor cu unde superficiale (fig.6.2).

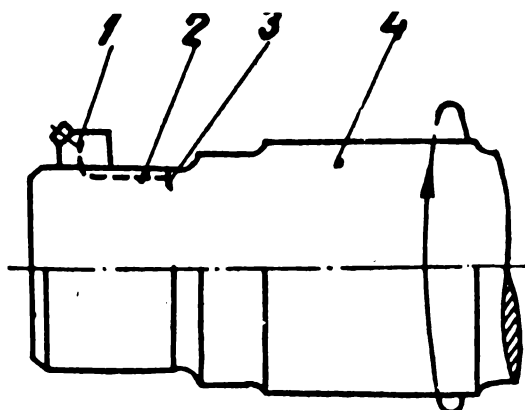


Fig.6.2. Examinarea cu unde superficiale a depunerilor prin sudare la un arbore de motor electric. 1-palpator pentru unde superficiale; 2-unde superficiale 3-fisură; 4-capăt arbore recondiționat;

Aparatura de control ultrasonic folosită curent în procesul de reparație și recondiționare a pieselor de material rulant este de tipul USIP 10%-Krautkrämer (RFG), DI-22 și DI-4T (RFP).

Cele mai reprezentative piese și subansamble care se controlează prin metoda ultrasonică sînt : osiile montate LDE. și LE; supra-

pe M.D.; arbori rotoare motoare electrice; axe diferite; roți dințate, etc.

### 6.2.3.- Controlul cu pulberi magnetice :

Procedeul permite depistarea defectelor superficiale ale depunerilor prin sudare pe suprafețele exterioare ale pieselor magnetizabile. (fig.6.3.)

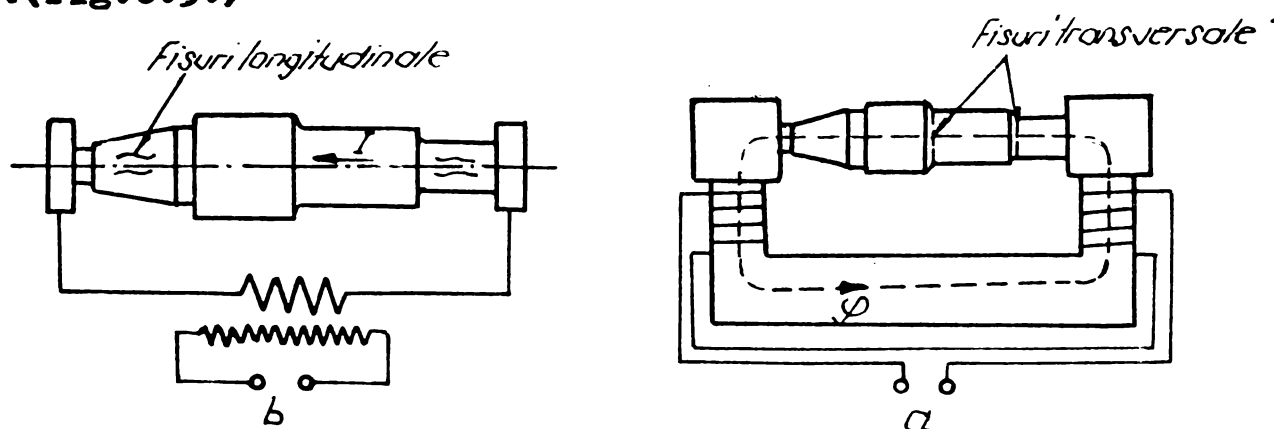


Fig.6.3. Controlul magnetic al depunerilor cu defecte superficiale

a-flux magnetic de c.c.; b-flux magnetic de c.a.monofazat

Pentru controlul magnetic în I.M.M.R. se folosește un defecoscop universal tip PU (RDG), care permite magnetizarea longitudinală, circulară și demagnetizarea pieselor după control. Aparatul permite examinarea pieselor de formă circulară sau cu forme neregulate cum sînt : arbori cotiți; arbori de reglaj; tije de tampon; șuruburi pentru frîna de mîină; tije aparat de tracțiune; traverse diverse, etc.

### 6.2.4.- Controlul cu lichide penetrante

Metoda permite punerea în evidență a defectelor superficiale ale depunerilor prin sudare, a pieselor uzate, produse finite, etc. prin fenomenul pătrunderii capilare a unui lichid cu capacitate mare de umezire.

Sensibilitatea metodei colorării depinde de compoziția colorantului și de condițiile controlului (pregătirea minuțioasă a suprafeței). În fig.6.4 se arată diagrama capacității de detectare a fisurilor în raport de lățimea lor /57/.

Folosind produsul cu denumirea comercială Spotcheck(S.U.A.), se examinează prin metoda colorării - în conformitate cu prevederile instrucției în vigoare /100/ - un număr însemnat de piese de schimb de pe L.D.E. și L.E. recondiționate prin încărcare folosind procedee de sudare.



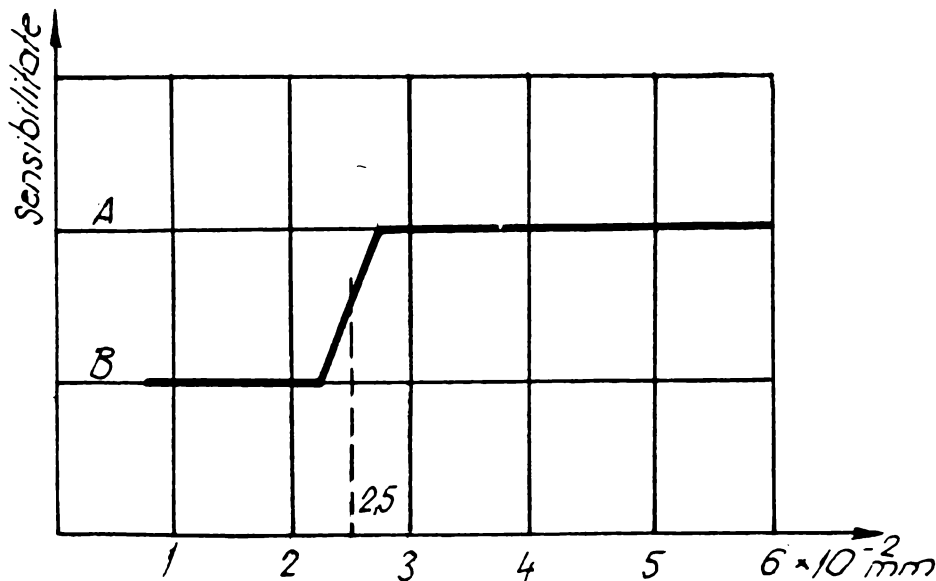


Fig.6.4. Variația sensibilității funcție de lățime.

linia A-sensibilitatea la care fisurile se descoperă;

linia B - sensibilitatea la care nu se descoperă fisurile

### 6.3.- Alegerea tehnico-economică a procedului de control

Alegerea adecvată a procedului de control nedistructiv al depunerilor se face ținând seama de grosimea stratului depus, de procedeul tehnologic de încărcare, de rolul funcțional al piesei, forma geometrică a piesei și calitatea metalului de bază. În tabela 6.2 se dau criteriile de bază care au permis orientarea asupra alegerii tehnico-economice a procedului de control, iar în tabela 6.3 caracteristicile principale ale procedeelor de control al depunerilor prin sudare la recondiționarea pieselor uzate de pe LDE. și LE.

Tabela 6.2

Procedeu de control defectoscopic	Domeniul de aplicare al procedului	Eficiența controlului	Costul controlului	Viteza de control
<b>Radiații penetrante</b>	Se aplică la piese confecționate din materiale diferite	Mare-la piese cu suprafețe plane. Mică-la piese de formă circulară.	Ridicată	Mică
<b>Ultrasonie</b>	Limitat la piese confecționate din materiale cu conductibilitate sonică mare.	Depinde de experiența și practica operatorului	Scăzut	Mare
<b>Magnetic</b>	Limitat la piese executate din materiale feromagnetice	Mare-pentru defecte superficiale. Mică-pentru defecte de adâncime	Scăzut	Mare
<b>Lichide penetrante</b>	Se aplică pieselor confecționate din materiale diferite	Numai pentru defecte superficiale cu lățimea mai mare de 0,25 mm.	Scăzut	Mare

Procedeul de control	Caracteristicile principale ale procedului de control nedistructiv
Radiații X	Instalații semimobile. Permite controlul depunerilor de grosime mare pe piese din oțel și aluminiu. Sensibilitatea la detecție 1-3%. Nu sesizează fisuri, crăpături fine, lipsa de aderență, decât dacă acestea sînt cuprinse în planul de iradiere. Control costisitor. Aprecierea defectelor se face prin extrapolarea röntgenogramei.
Radiații gama (izotopi)	Instalații mobile mici, robuste și independente de rețeaua electrică. Sensibilitate mai mică (4-5%). Permite controlul grosimilor mari. Timp de expunere lungi. Pericol de iradiere.
Ultrasonic cu unde superficiale	Procedeu ieftin și rapid. Sensibilitate foarte mare, evidențiază chiar segregatii, incluziuni de zgură, etc. Accesul dintr-o singură parte. Concluziile asupra formei, poziției, mărimii defectului se pot trage prin explorarea semnalelor de pe tubul catodic. Cere experiență și practică îndelungată. Limitat la grosimi mici.
Magnetic (feroflux)	Instalații simple și deservire ușoară. Procedeu ieftin. Aplicabil doar la materiale feromagnetice. Sensibil pentru fisuri și crăpături superficiale.
Lichide penetrante	Procedeu simplu, ieftin. Limitat la controlul superficial al defectelor. Sensibilitate mică.

#### 6.4.- Controlul nedistructiv al depunerilor

##### 6.4.1.- Controlul ultrasonic al pieselor încărcate cu pulberi metalice

Controlul aderenței stratului depus prin pulverizare folosind flacăra oxiacetilenică, s-a efectuat cu ajutorul defectoscopului ultrasonic USIP low prin examinarea cu unde plane pe suprafața piesei încărcate. Înainte de încărcare piesele se supun operației de pregătire a suprafețelor prin sablare cu corindon în scopul realizării unei rugozități favorabile unei bune aderențe a stratului depus. Variația gradului de rugozitate s-a realizat prin patru sablări diferite obținute prin modificarea parametrilor tehnologici de sablare (fig.6.5).

Controlul ultrasonic se execută ținînd cont de faptul că prin pulverizare se obține o aderență ca urmare a difuziei metalului de adaos peste metalul piesei recondiționate, iar zona de legătură nu trebuie să indice vreun ecou. Trebuie să existe o continuitate în metal care să permită transmiterea fără obstacole a energiei ultrasonice.

Înainte de examinare s-a executat un etalon cu ajutorul căruia s-a obținut o oscilogramă de referință.

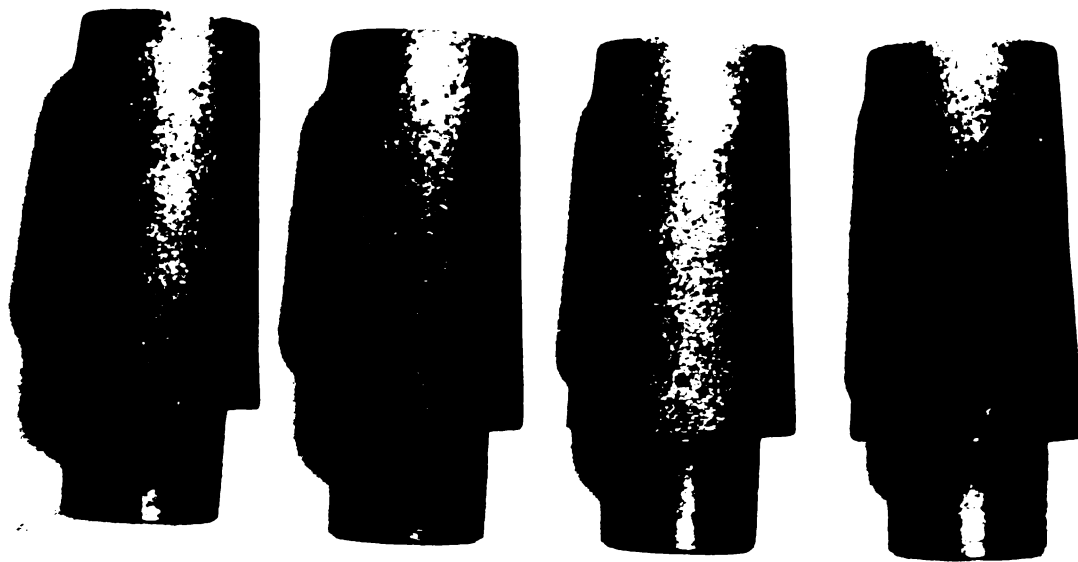


Fig.6.5.- Macrostructura suprafețelor sablate

a-o cursă rapidă; b-o cursă normală; c-o cursă rapidă și una normală;  
d- două curse normale

Examinarea celor două direcții (a și b) arătate în fig.6.6 a permis obținerea unor ecouri la distanță corespunzătoare diametrelor controlate, diferențiate însă ca amplitudine.

Fig.6.6 - Schema de control cu ultrasunete.

Diferențierea este determinată ca acolo unde sablarea nu este corespunzătoare, neaderența manifestată mai ales prin porozitate, diminuează

energia ultrasonice reflectată.

În tabelă 6.4 se arată rezultatele măsurărilor efectuate și regimul folosit la examinare.

Tabela 6.4

Varianța de corindonare	Examinarea poz.a(fig.6.6) Regim de examinare: -distanța de iradiere = 100mm. -frecvența = 2M Hz. -amplificare = 80 dB	Examinare poz.b(fig.6.6) Același regim
1	Amplitudinea ecoului = 16mm.	Amplitudinea ecoului = 28mm.
2	Amplitudinea ecoului = 28mm.	Amplitudinea ecoului = 28mm.
3	Amplitudinea ecoului = 56mm.	Amplitudinea ecoului = 35mm.
4	Amplitudinea ecoului = 56mm.	Amplitudinea ecoului = 34mm.

Forma oscilogrammei obținute este prezentată în fig.6.7.

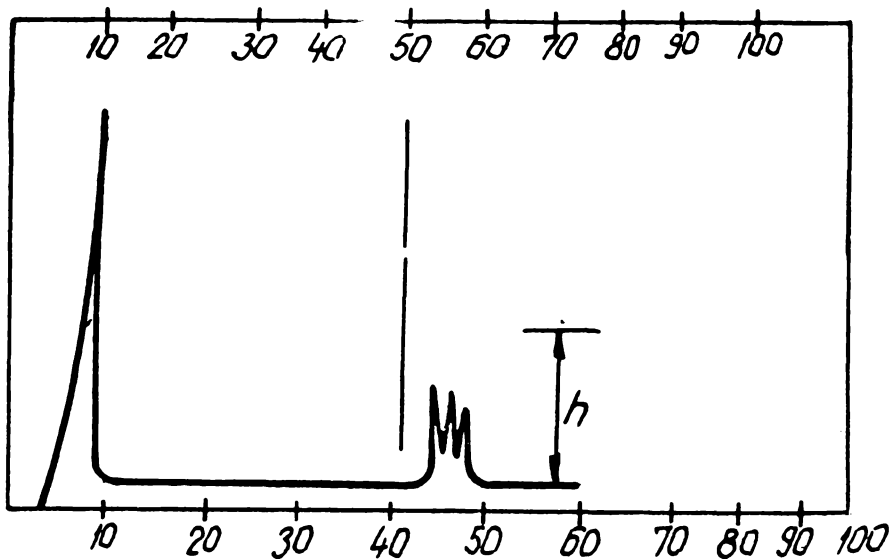


Fig.6.7 - Oscilogramă controlului ultrasonic.

Oscilograma se caracterizează printr-un ecou de fund cu ramificații, care semnifică aderența prin pulverizare. Între cele patru variante de pregătire, care la rândul lor au de-

terminat gradul de aderență, s-a înregistrat la același regim de iradiere o distanță  $h$  (amplitudine) diferită, cu atât mai multe cu cât gradul de adeziune este mai evident.

Valoarea acestei distanțe citită pe oscilograf a fost prezentată în tabela 6.4. Din această tabelă rezultă că regimurile cele mai corespunzătoare de sablare sînt 3 și 4 care asigură o transparență ultrasonică maximă în timpul controlului.

Probele controlate cu defectoscopul ultrasonic au fost secționate transversal și analizate microscopic la mărimea 100:1 atât în stare neatacată cât și în stare atacată. După cum era de așteptat, s-au identificat diferențieri nete între proba cu grad de sablare corespunzător și proba sablată necorespunzător. În fig.6.8 se arată microstructura probei în stare neatacată. Se remarcă o aderență perfectă între materialul de bază și cel depus prin pulverizare, fără defecte în zona de legătură.



Fig.6.8 - Microstructura probei sablate corespunzător. Nu același lucru se identifică în cazul probelor la care zona de legătură este caracterizată prin prezența a numeroase defecte, care reprezintă o

lipsă de legătură între cele două straturi datorită sablării (fig.6.9).



Fig.6.9 - Microstructura probei sablate necorespunzător

regimul de lucru, amplitudinea pe care trebuie s-o aibă ecoul de fund.

Metodologia de control se poate aplica în mod asemănător și la piesele recondiționate prin metalizare în arc electric.

#### 6.5.- Examinări structurale privind calitatea straturilor încărcate pentru recondiționarea pieselor

Examinarea structurală a straturilor încărcate prin procedeele de sudare în mediu de  $CO_2$  și cu arc electric vibrator, s-a efectuat asupra unor piese reprezentative și cu serie anuală de recondiționare mare./67/. Dintre piesele recondiționate prin încărcare în mediu de  $CO_2$  se prezintă în continuare examinarea depunerii pe suportul bieletă de la boghiul LDE. 2100 C.P. ale cărui dimensiuni se dau în fig. 6.10.

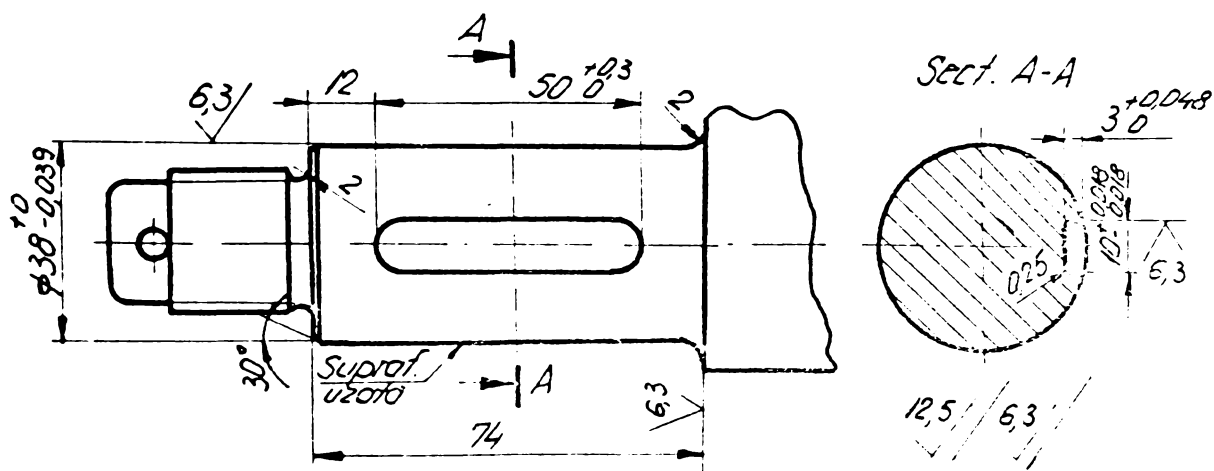


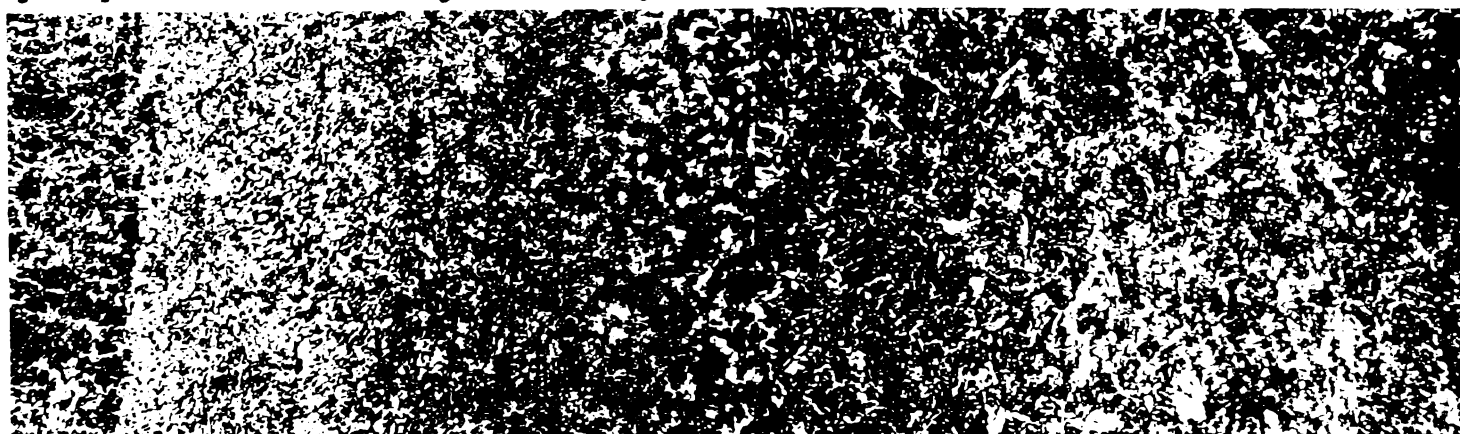
Fig.6.10 - Suport bieletă LDE.

Piesa recondiționată este confecționată dintr-un oțel având următoarea compoziție chimică: C=0,22 %; Si = 0,3 %; Mn = 0,6 %; S = 0,025%; P = 0,025 %, iar încărcarea s-a făcut cu sîrmă S11 M2S a cărei compoziție chimică este dată în STAS. 1126-76 (tabela 6.6).

### 6.5.1.- Analiza metalografică a pieselor încărcate

Probele metalografice au fost prelevate din zonele încărcate, pregătite conform prevederilor STAS.4203-74 și analizate metalografic optic și electronic. La analiza metalografică electronică s-a folosit replica dublă de acetat de celuloză - carbon umbrită cu crom. Analizele s-au efectuat în diferite zone ale probelor de la margine (M.D.) și pînă la centru (M.B.)

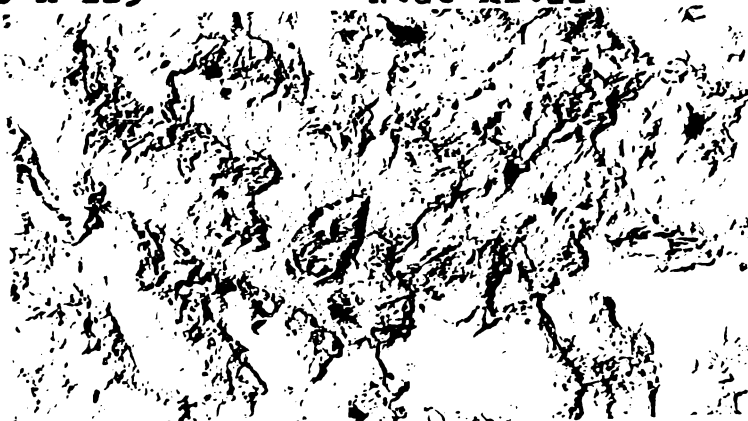
În fig.6.11 se prezintă structura depunerii pe suportul bietă, la care se constată că stratul depus nu prezintă microfisuri, porozități, crateră sau alte defecte caracteristice depunerilor prin sudare. Analiza microscopică atestă în metalul depus o structură formată din bainită, perlită și cantități mici de ferită, la care grăunții prezintă tendință de creștere columnară.



MO x 125

Atac nital

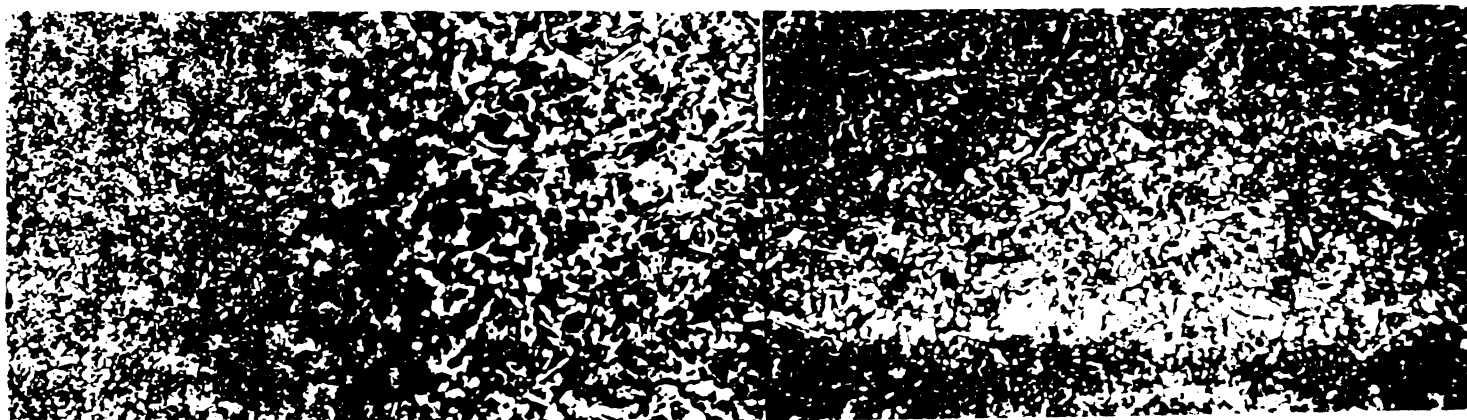
MO x 500



ME x 5000

Fig.6.11 - Microstructura depunerii

În ZIT se constată o structură sorbito-troostitică cu separări fine (fig.6.12.)



MO x 125

Atac Nital

MO x 500

Fig.6.12.- Microstructura ZIT

INSTITUTUL POLITEHNIC  
TIMIȘOARA  
BIBLIOTECA CENTRALĂ

Corespunzător conținutului de 0,25 % C, metalul de bază prezintă o structură ferită - perlitică (fig.6.13).

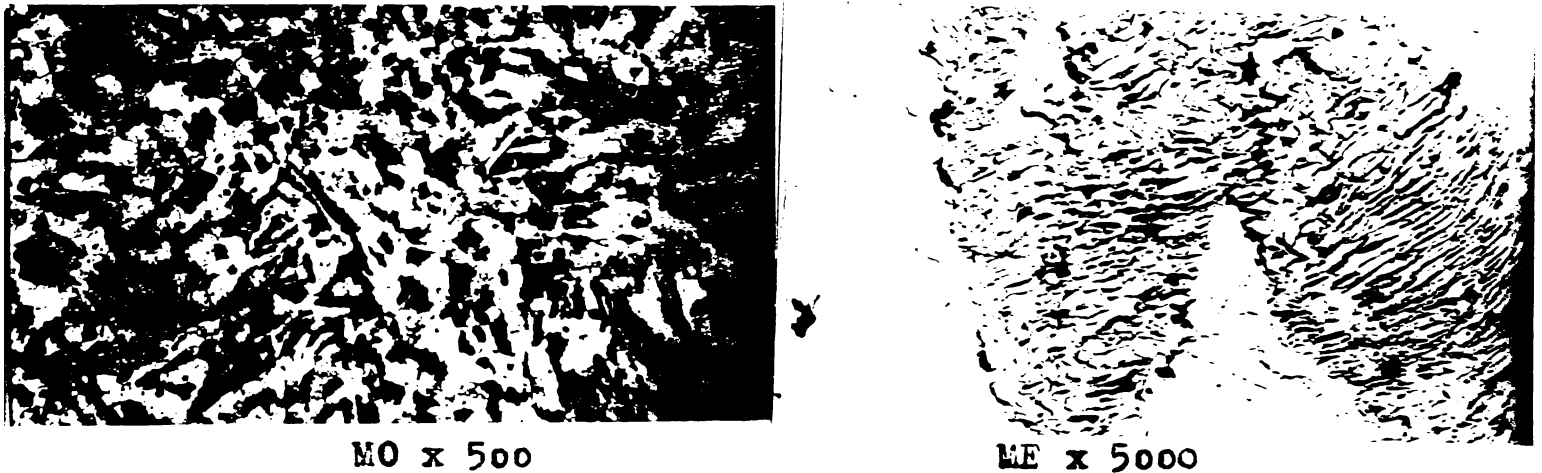


Fig.6.13 - Microstructura M.B.

Dintre piesele recondiționate prin procedeul vibroarc se prezintă examinarea calității depunerii la recondiționarea arborilor de la rotoarele motoarelor electrice auxiliare de la L.E.5100 kW, confecționați din oțel cu următoarea compoziție chimică : C-0,44%; Si-0,35 %; Mn-0,70%; S-0,02%; P-0,02%. Încărcarea s-a făcut cu sîrma marca S11M2S, iar desenul unei părți a arborelui recondiționat se prezintă în fig.6.14:

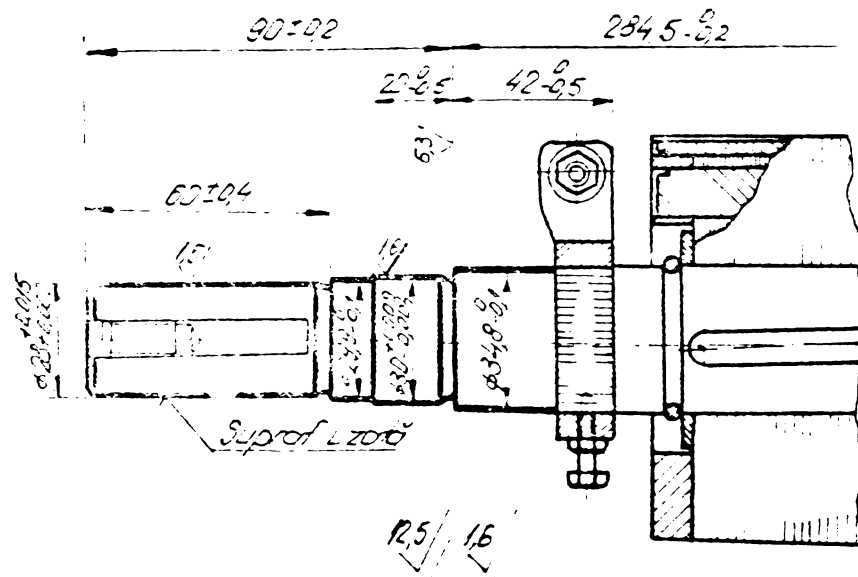


Fig.6.14 - Partea de antrenare a arborelui rotor motor electric

În continuare se prezintă microstructurile obținute la încărcarea vibroarc a arborelui rotor motor electric, auxiliar de la L.E. 5100 kW. În metalul depus se evidențiază o structură orientată columnar, cu formații de troostită și bainită mixtă (fig.6.15).

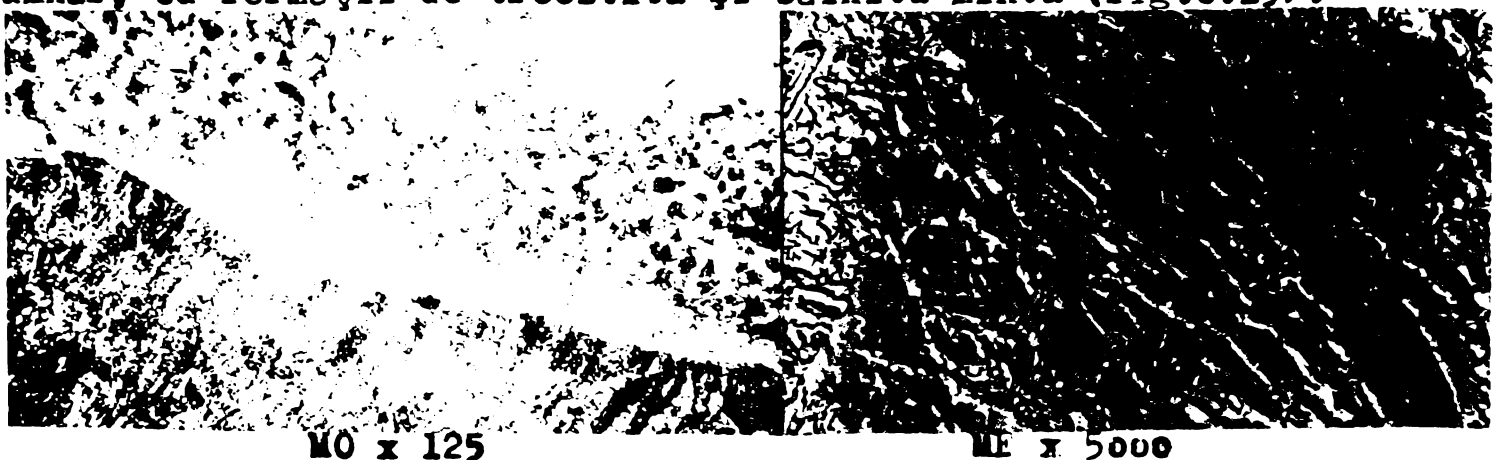


Fig.6.15 - Microstructura depunerii

Structura ZIT este ferito-perlitică spre metalul depus și troostitică spre metalul de bază. (fig.6.16).

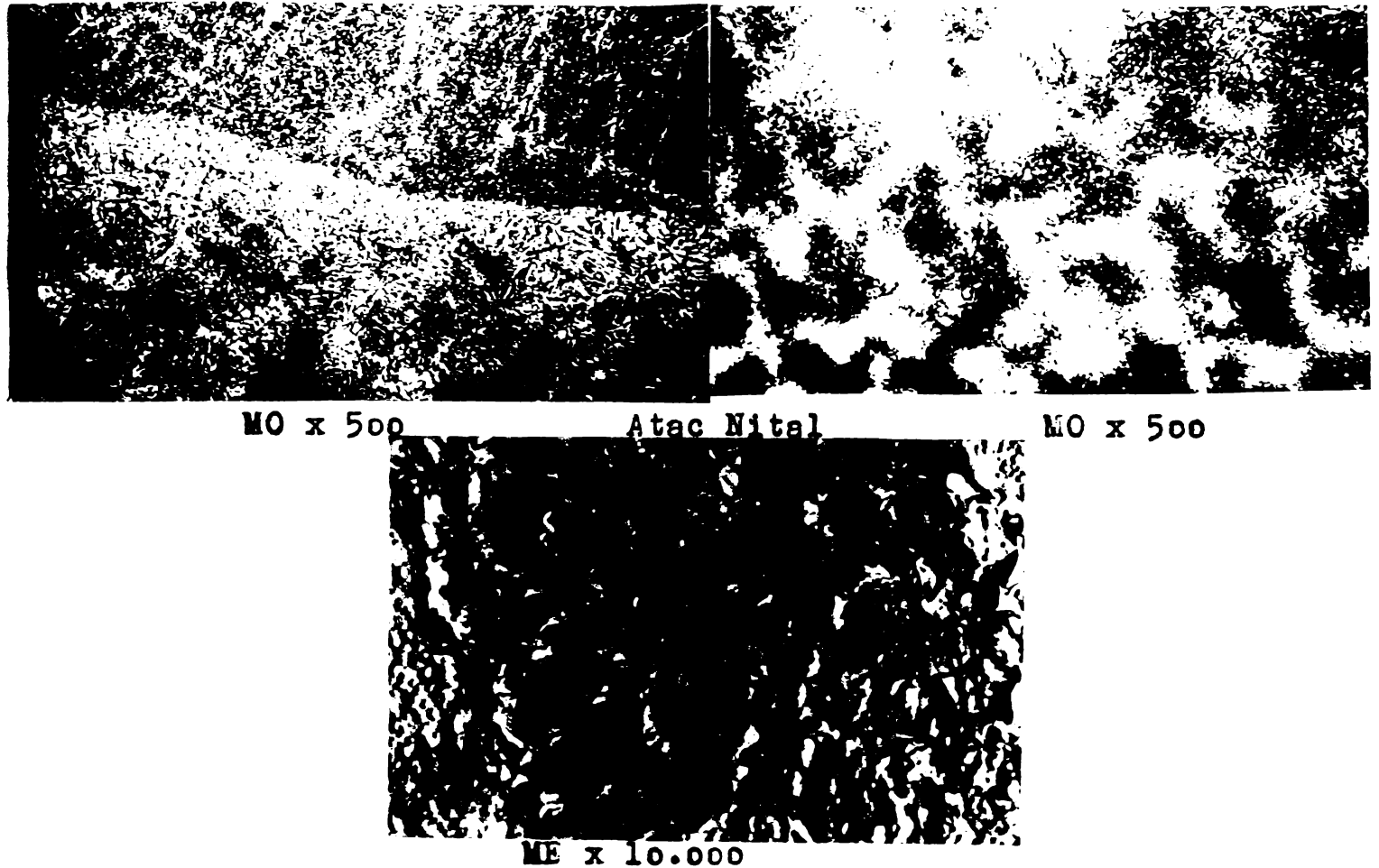


Fig.6.16 - Microstructura ZIT

În fig.6.17 se arată structura ferito-perlitică a metalului de bază cu tendință de separare sub formă de rețea a feritei.

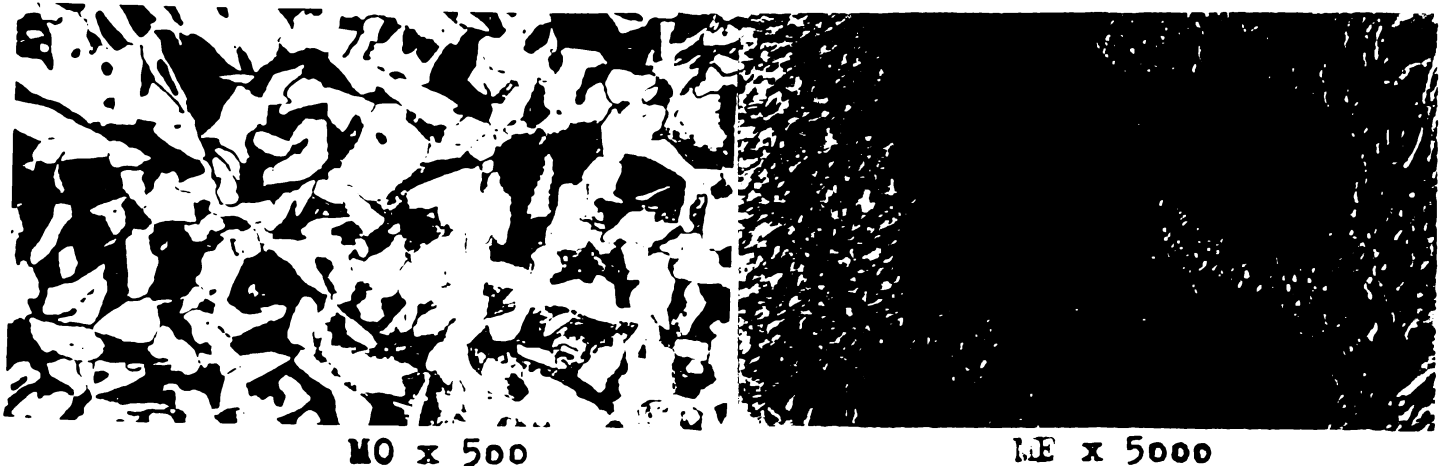


Fig.6.17 - Structura metalului de bază

Examinările structurale ale pieselor recondiționate prin încărcare automată în mediu de  $CO_2$  și vibroarc atestă o calitate corespunzătoare a depunerilor prin sudare. Se pune în evidență omogenitatea structurală a straturilor depuse și o restrângere a ZIT la încărcarea cu arc electric vibrator. Se constată că procedeele tehnologice folosite pentru recondiționare asigură o calitate corespunzătoare pieselor. Transformările care se produc în ZIT aduc modificări favorabile perlitului de la o formă lamelară grosieră către o formă globulară.



### 6.5.2.- Măsurarea durității Vickers (HV5)

Pentru a se evidenția duritatea metalului depus (MD), a zonei influențate termic (ZIT) și a metalului de bază (MB), s-au făcut măsurători de duritate prin metoda Vickers (HV5) și măsurători de duritate cu sarcini mici (HV 0,5) pe diferite secțiuni ale probelor prelevate din piesele reprezentative recondiționate. Măsurătorile de duritate s-au efectuat pe cel puțin două direcții. În tabela 6.5 se prezintă valorile durităților probelor măsurate prin metoda Vickers (HV5) cu pas constant.

Tabela 6.5

Nr. crt. recondiționate	Denumirea piesei	Zona cercetată	Diagonala urmei (mm)	Duritatea HV5
1.	Suport bieletă boghiu LDE.2100 CP.	MD.	0,213/0,213	204
		ZIT.	0,222/0,224	187
			0,219/0,221	192
		MB.	0,243/0,245	156
			0,242/0,244	157
			0,246/0,248	152
2.	Arbore rotor motor electric auxiliar LE.5100 kv.	MD.	0,168/0,168	329
			0,167/0,167	333
		ZIT.	0,185/0,185	271
			0,207/0,207	216
		MB.	0,223/0,225	185
			0,234/0,236	168

Variația durității HV5 în secțiunea probelor recondiționate prin încărcare în mediu de CO<sub>2</sub> (1) și vibroare (2) se prezintă în fig.6.18.

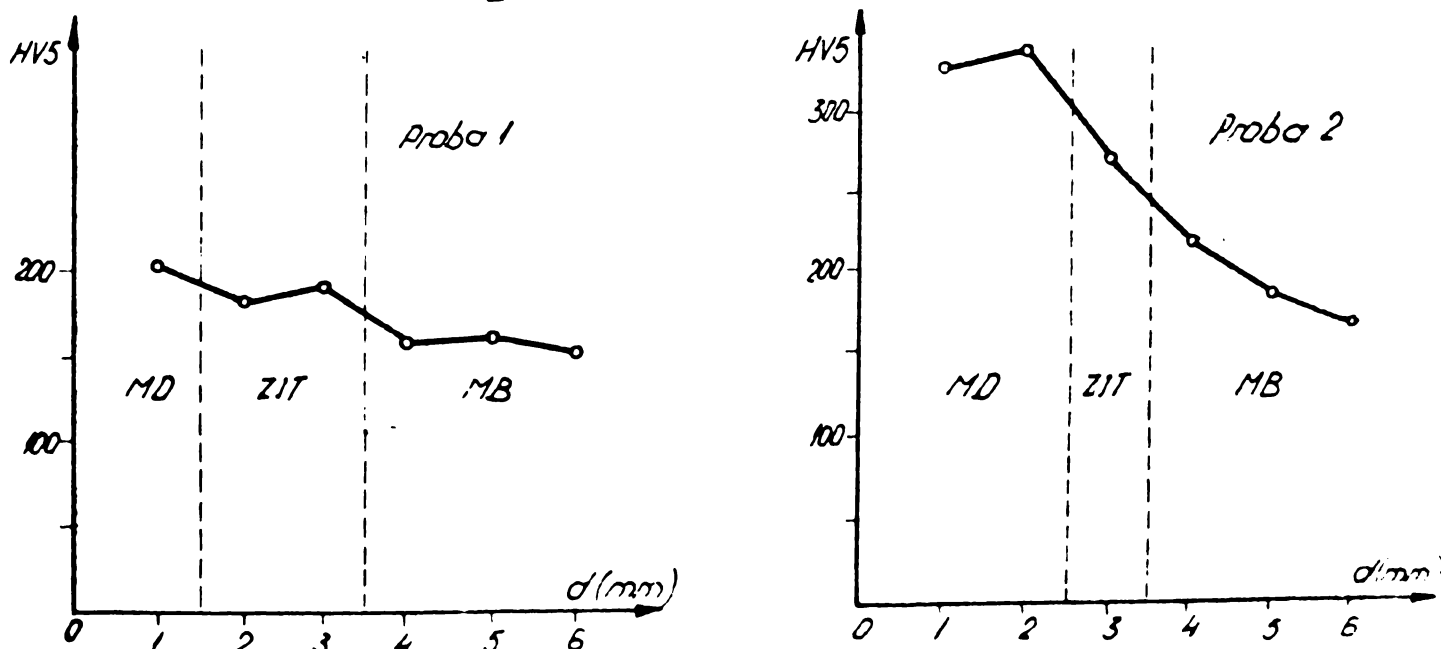


Fig.6.18 - Variația durității HV5

Tot prin metoda Vickers (HV5) s-au efectuat măsurători în diferite zone ale pieselor recondiționate, iar pe baza valorilor determinate s-au construit histogrammele din fig.6.19.

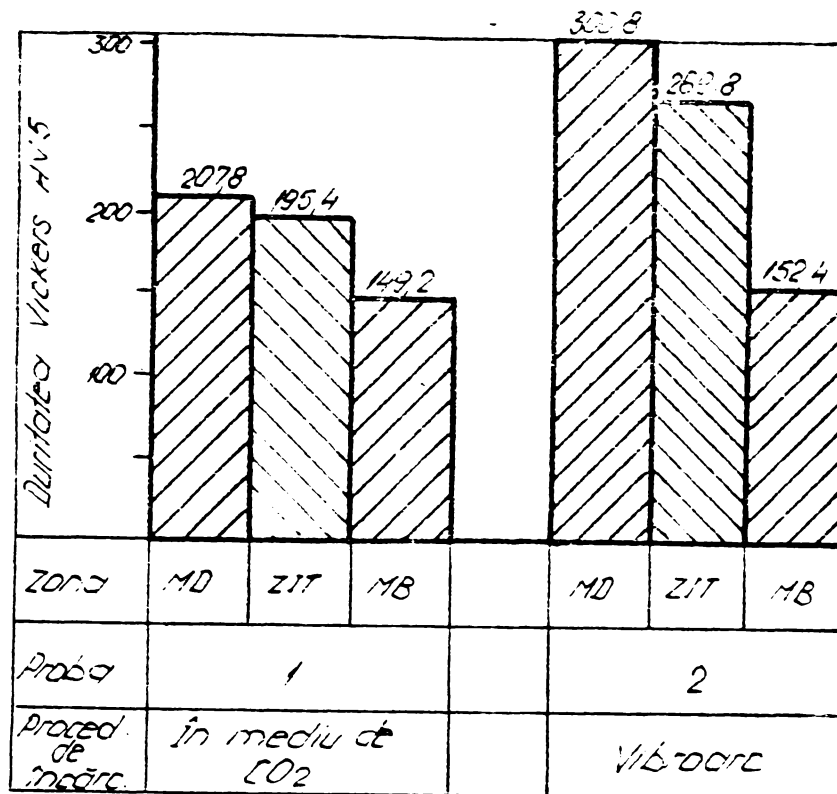


Fig.6.19 - Histogramele durităților HV5

Rezultatele măsurătorilor de duritate HV5 în diferitele zone ale pieselor recondiționate prin procedeul MAG și vibroarc arată că, duritatea este inferioară valorii de 350 HV5. Microstructurile obținute și duritățile din diferite zone confirmă alegerea corespunzătoare a parametrilor regimurilor de încărcare și a procedeele aplicate.

Rezultatele măsurătorilor de duritate prezintă valori uniforme ale acestora de-a lungul generatoarei pieselor și mai mari în comparație cu duritatea miezului care a rămas nemodificată. Această constatare dovedește practic avantajul procedeeului vibroarc aplicat la recondiționarea pieselor uzate de la LDE și LE.

Pentru piesele reprezentative examinate a fost determinată și compoziția chimică a metalului după prin procedeele MAG și cu arc electric vibrator precum și a depunerii pe suprafețele pieselor încărcate. În tabela 6.6 se prezintă valorile determinate ale compoziției chimice precum și cele recomandate de STAS. 1126-76 pentru sârma marca S11 M2S folosită la încărcare.

Tabela 6.6

Nr. crt.	Natura determinării	Proced. aplicat	Compoziția chimică %				MB.
			C	Mn	Si	Altele	
0	1	2	3	4	5	6	7
1.	Compos. sârmei marca S11M2S-STAS.1126-76	-	max. 0,11	1,80-2,20	0,65-0,90	Cr. mx. 0,2 Ni. mx. 0,3 P= mx. 0,03 S= mx. 0,03	-
2.	Compoziția M.D. cu procedeu CO <sub>2</sub>	-	0,09	1,25	0,61	-	-

./.

0	1	2	3	4	5	6	7
3.Compoziția depunerii pe suprafața piesei	MAG.	0,19	1,45	0,54	-	OLC.25	
4.Comp.depunerii pe supr.piesei	Vibroarc	0,23	1,14	0,44	-	OL.60	

La încărcarea MAG și vibroarc se constată o creștere a conținutului de C în depunerile prin sudare pe suprafețele pieselor examinate. Creșterea se datorește conținutului mai ridicat în C a M.B. (OLC.25 și OL.60). Datorită fenomenelor metalurgice din arcul electric, conținuturile în Mn și Si a depunerilor pe suprafețele uzate ale pieselor sînt mai mici decît cele ale M.A.(sîrma S11M2S).

## CAP.7.- MENTENABILITATEA SI FIABILITATEA IN EXPLOATARE A PIESELOR LDE. SI LE.

### 7.1.- Mentenanța

Mentenanța reprezintă ansamblul tuturor acțiunilor tehnice și acțiunilor organizatorice care le sînt asociate, efectuate în scopul menținerii sau restabilirii unui dispozitiv în stare de a-și îndeplini funcția specificată /103/. Mentenanța cuprinde operațiile de întreținere și de reparație ale unui produs.

Mentenanța se traduce și prin condiții de acces la diferitele elemente ale produsului, de interschimbabilitate, de stocaj de piese, mod de întreținere, etc.

Definiția apriorică a unei bune mentenanțe este dificil de dat, dar experiența în acest domeniu este adesea cel mai bun ghid. Se poate spune totuși că politica de mentenanță presupune respectarea principiilor următoare:

- reperatele produsului să fie ușor accesibile;
- să existe piese de schimb;
- să existe mînă de lucru calificată (service);

Mentenanța are în general scopul de a menține, de a regăsi sau de a ameliora fiabilitatea inițială a produsului.

Întreținerea, reviziile și reparațiile care se efectuează pe tot parcursul vieții unui dispozitiv sînt informații ce atestă mentenanța. Aceste informații sînt colectate fie de specialiștii furnizorilor, fie de ai beneficiarilor, cu ocazia intervențiilor ce se fac.

Aplicarea unei politici corespunzătoare în domeniul mentenanței poate duce la o fiabilitate funcțională ridicată. Obligația pentru asigurarea mentenanței revine utilizatorului, dar furnizorul este obligat să recomande politica care trebuie aplicată de către acesta. Există două forme de mentenanță care pot fi aplicate și anume:

1) Mentenanța preventivă sau planificată, care are scopul de a menține echipamentul în condiții de funcționare normale prin asigurarea înlocuirii sistematice a componentelor înainte de ieșirea acestora din funcțiune și include acțiuni de revizie periodică, reglaje, etc.

2) Mentenanța corectivă cu caracter neplanificat, care are scopul de a reduce utilajul în stare de funcționare, la parametri normali proiectați, prin efectuarea unor operații de eliminare a defecțiunilor ce au apărut din diverse cauze.

Indicatorii de fiabilitate și mentenanță permit evaluarea disponibilității utilajelor, mașinilor, echipamentelor și instalațiilor.

Disponibilitatea este întotdeauna mai mică decât unitatea, din cauza mentenanței, când utilajul în cauză nu funcționează. Timpul de nefuncționare sau inactivitate este format din timpul necesar pentru mentenanță, timp pierdut datorită deficiențelor organizatorice și timpul cât utilajul este în rezervă. Dar timpul pentru mentenanță are la bază o serie de timpi pentru verificări, localizări, defecte, pregătire intervenției, procurare piese de schimb, efectuarea reparațiilor propriuzise și a probelor ce trebuie făcute. In fig.7.1 se prezintă structura acestui timp.

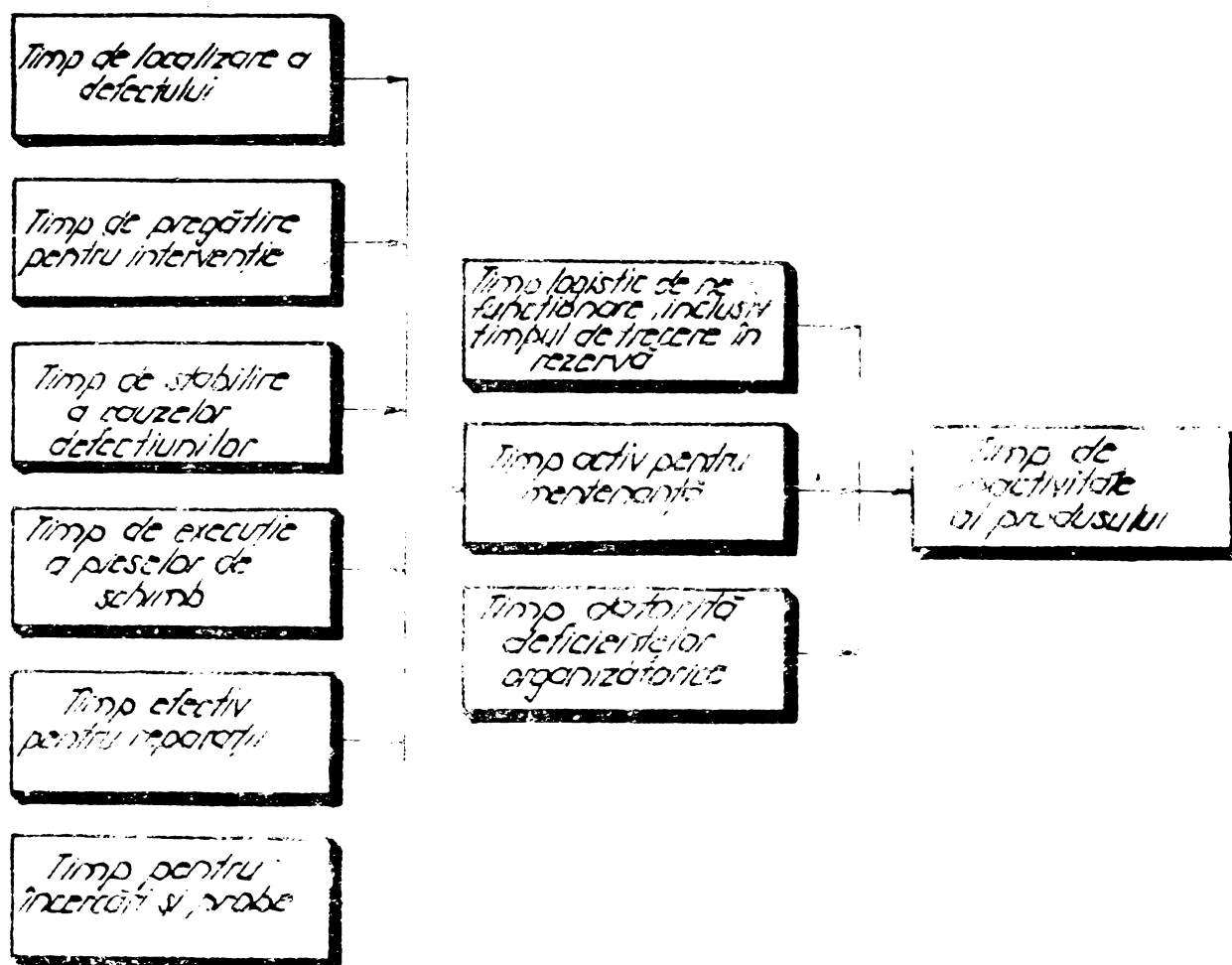


Fig.7.1 - Structura timpului de mentenanță pentru un produs

Repartițiile de probabilitate pentru acești timpi pot fi obținute prin înregistrarea datelor din exploatare și pot fi folosite pentru luarea măsurilor organizatorice în vederea reducerii valorii medii și a dispersiilor acestora. Repartiția de probabilitate a timpului de mentenanță depinde atât de măsurile organizatorice luate de utilizator (beneficiar), cât și de fiabilitatea și mentenabilitatea produselor realizate prin proiectarea corespunzătoare și fabricație conformă cu documentațiile tehnice.

Ceea ce interesează din punct de vedere economic este ca o locomotivă să aibă un timp de imobilizare pentru revizii și reparații cât mai redus și aceasta se obține prin proiectarea unei fiabi-

lități și a unei mentenanțe ridicate, prin reducerea timpului activ pentru mentenanță. Recondiționarea pieselor de schimb folosind procedee de sudare elimină timpul de execuție al pieselor și deci scade timpul de inactivitate al LDE. și LE. Reducerea treptată a imobilizării medii în reparații a locomotivelor la IMR. Craiova, s-a obținut și pe seama eliminării timpului de execuție a unor piese de schimb care în prezent se recondiționează.

Un program de mentenanță bine conceput în exploatare prezintă următoarele avantaje:

- cheltuieli de întreținere reduse;
- reducerea numărului de opriri ale producției;
- diminuarea numărului de avarii;
- diminuarea numărului de reparații;
- gestionarea rațională a pieselor de schimb;

Mentenanța include și mijloace moderne de investigație și testare pe baza metodelor statistice. De asemenea, în ipoteza unui palier constant, caracteristica  $\lambda(t)$  din fig.1.15, este influențată între alți factori și de mentenanță.

Pentru a crește durata de viață utilă a unui dispozitiv este necesar să se ia în considerație următoarele măsuri:

- a) în etapa tinereții (rodajului):
  - control de calitate superior;
- b) în etapa maturității:
  - asigurarea efectuării operațiilor de mentenanță prescrisă (curățire, ungere, etc.);
- c) în etapa bătrâneții:
  - înlocuirea preventivă cunoscând legile de uzură;
  - înlocuirea elementelor cu caracteristici degradante;

În fig.7.2 este redată influența diferiților factori asupra duratei de viață utilă în ipoteza unui palier constant al caracteristicii  $\lambda(t)$ .

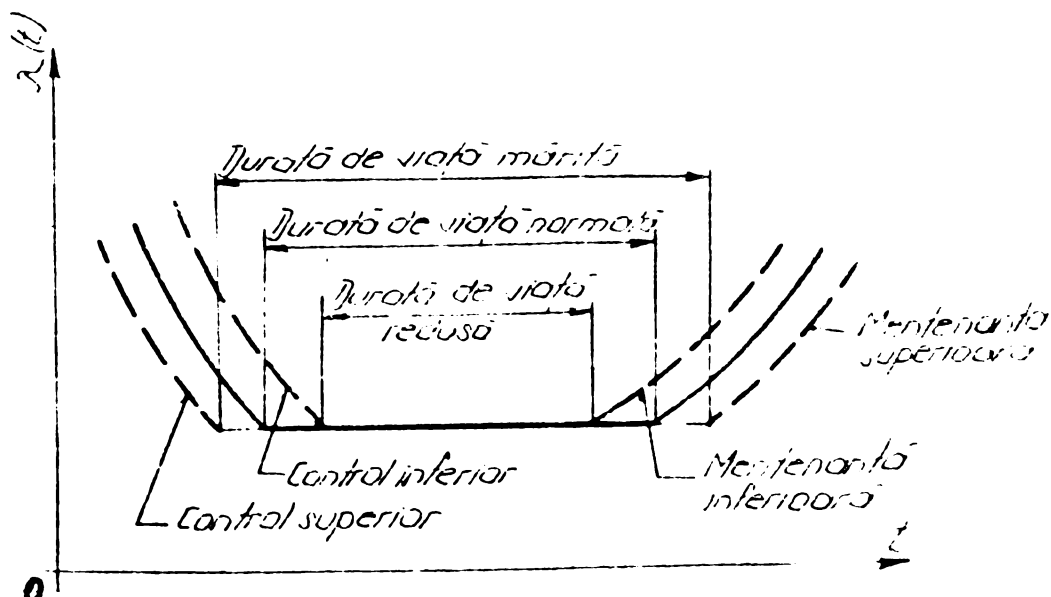


Fig.7.2.

## 7.2.- Mentenabilitatea

Mentenabilitatea reprezintă proprietatea unui dispozitiv, exprimată prin probabilitatea ca acesta să poată fi supravegheat, întreținut și reparat într-o anumită perioadă de timp /103/. Ea face legătura între fiabilitate și mentenanță și a fost inițiată de mentenanța corectivă. Mentenabilitatea este o însușire calitativă a unui produs privită din punctul de vedere al întreținerii și reparării și prezintă următoarele aspecte:

- aspectul calitativ - mentenabilitatea reprezintă aptitudinea produsului de a putea fi supravegheat, întreținut și reparat într-o anumită perioadă de timp și în condițiile date;

- aspectul cantitativ - mentenabilitatea este caracteristica unui produs exprimată prin probabilitatea - atunci când apare un defect - ca acest produs să fie repus în stare de funcționare, în limitele de timp specificate când lucrarea este efectuată în condițiile date conform metodelor prescrise;

Caracteristica de mentenabilitate include cinci elemente principale: - noțiunea de probabilitate; definiția stării de funcționare; limitele timpilor specificați; condițiile date și metodele prescrise;

Mentenabilitatea este privită ca o calitate a trăsăturilor și caracteristicilor combinate ale construcției unui echipament care permite realizarea întreținerii de către personalul cu calificare medie în condițiile ambiante în care este destinat să funcționeze. Mentenabilitatea (M) este probabilitatea ca un dispozitiv să fie readus la eficiența sa operațională într-o perioadă de timp dată când acțiunea de întreținere se desfășoară conform procedurilor prescrise.

Noțiunea de acțiune de întreținere este o expresie generală care este folosită pentru a descrie orice tip de activitate de întreținere fie că implică o mentenanță preventivă sau o reparație.

Ca și în cazul siguranței în exploatare, mentenabilitatea este o probabilitate statistică. Diferența esențială dintre cele două noțiuni este aceea că în cazul mentenabilității sîntem interesați în probabilitatea de a stabili un dispozitiv care s-a defectat (sau care are o funcționare anormală) deci de a-l readuce într-o perioadă de timp dată la eficiența sa operațională, în timp ce siguranța în funcționare vizează numai probabilitatea de supraviețuire a unei instalații în funcționare, în raport cu timpul. Probabilitatea de supraviețuire este maximă când media de timp între defectări este mare, sau coeficientul de defectare este mic. Mentenabilitatea este maximă când media de timp afectat acțiunilor de întreținere (MTR) este mică și viteza de desfășurare a acțiunii de întreținere este rapidă ( $\mu$ ).

Indiferent de cauza defectărilor dacă ținem evidența timpu-

lui de întrerupere a funcționării, putem calcula ușor durata medie a acțiunii de întreținere (MTR) și viteza de desfășurare a acțiunii de întreținere ( $\mu$ ).

Mentenabilitatea fiind o caracteristică a sistemelor reparabile, succesiunea stărilor de funcționare și de reparare se prezintă în diagrama din fig.7.3.

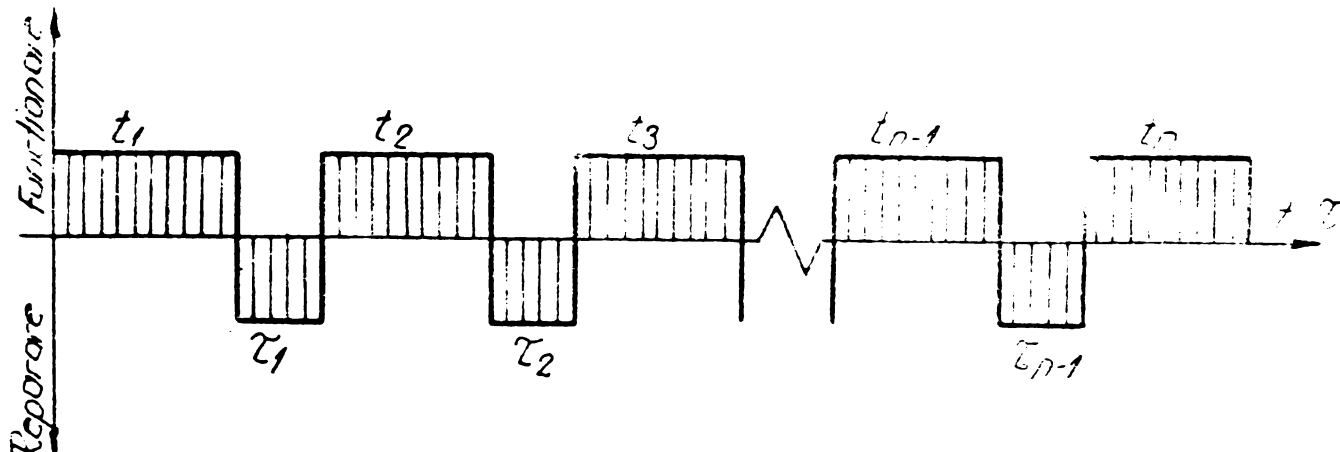


Fig.7.3.

Durata de funcționare s-a notat cu  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , iar durata reparațiilor cu  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ .

Durata medie a acțiunii de întreținere (MTR) este calculată ca raportul dintre durata totală a acțiunii de întreținere și numărul de operațiuni de întreținere.

$$\text{MTR} = \frac{\text{timpul total afectat întreținerii (în ore)}}{\text{numărul de operațiuni de întreținere}} \quad (7.1)$$

Viteza desfășurării este calculată ca reciprocă a duratei medii de întreținere și se exprimă în funcție de numărul de acțiuni de întreținere pe oră, prin relația:

$$\mu = \frac{1}{\text{MTR}} \quad /8/ \quad (7.2)$$

Factorii ce influențează mentenabilitatea pot fi clasificați în factori de construcție și factori de instalare.

Printre factorii tipici ce țin de construcție amintim: siguranța în funcționare, complexitatea, interschimbabilitatea, înlocuirea (substituția), vizibilitatea și configurația.

Factorii ce țin de instalare sînt legați mai mult de elementul uman (personal) ce răspunde de echipamentul respectiv, dar și de mediul în care se face instalarea. Sumar, putem enumera printre aceștia: experiența, instruirea, îndemnarea (competența), supravegherea personalului de întreținere și tehnicile folosite pentru întreținere.

Din analiza factorilor de mai sus se pot face unele predicții legate de mentenabilitate. Cu toate acestea, deoarece mulți dintre factorii enumerați n-au putut fi încă măsurați și exprimați în cifre (matematic) nu este posibilă precizarea întocmai a importanței lor pentru mentenabilitate.



Mentenabilitatea poate fi prevăzută teoretic în timpul fazei de proiectare a utilajului și se poate estima un an mit timp total, care apoi se defalcă pe componente. Practic, verificarea se face prin măsurarea și cronometrarea perioadei utilizate pentru efectuarea operațiilor de mentenanță ale elementelor componente.

Metodele de distribuire și prevedere a mentenabilității se perfecționează continuu. Aceste metode se deosebesc mult între ele. De exemplu, o metodă folosită pentru a face previziuni asupra unui proiect nou constă în extrapolarea experienței acumulate în trecut în legătură cu mentenabilitatea unor echipamente similare. O altă metodă defalcă lucrările de mentenanță pe elemente de execuție și folosește datele din trecut privind aceste elemente pentru a determina un timp de mentenabilitate pentru reparația totală. Acest procedeu este analog cu cel folosit pentru a prevedea timpul necesar în producție, pe baza timpilor normați. O altă metodă de previziune a mentenabilității utilizează o listă de control pe baza căreia se înregistrează caracteristicile principale ale unui sistem, iar aceste înregistrări se introduc apoi într-o ecuație de regresie.

S-au făcut eforturi pentru a demonstra mentenabilitatea într-o manieră similară cu fiabilitatea./32/. Astfel, unui utilaj i se produc defecte care apoi se repară potrivit normelor de mentenanță prevăzute, folosind personal de calificare medie. Timpii de reparații se înregistrează într-o schemă de acceptare-respingere cu ajutorul căreia se stabilește dacă condiția de mentenabilitate a fost satisfăcută. O determinare mai timpurie se poate realiza în faza de model a produsului, prin simulare. Un program riguros de mentenabilitate, pentru un produs impune participarea mai multor compartimente, cum sînt: proiectarea, fabricația, compartimentele de întreținere și de reparație, precum și cele de service.

Există numeroase probleme care necesită acțiuni de proiectare și re-proiectare, și de aceea multe întreprinderi și-au creat un organism pentru mentenabilitate din care fac parte proiectanți, ingineri și tehnicieni din compartimentul de întreținere și reparații, care pun în discuție și reduc timpul de staționare prin conceperea unei mentenanțe ridicate, a organizării științifice a acesteia. Pe această bază, în fig.7.4 se propune schema de organizare a compartimentului de mentenabilitate în cadrul sistemului de reparații al LDE și LE. în I.M.M.R. Craiova.

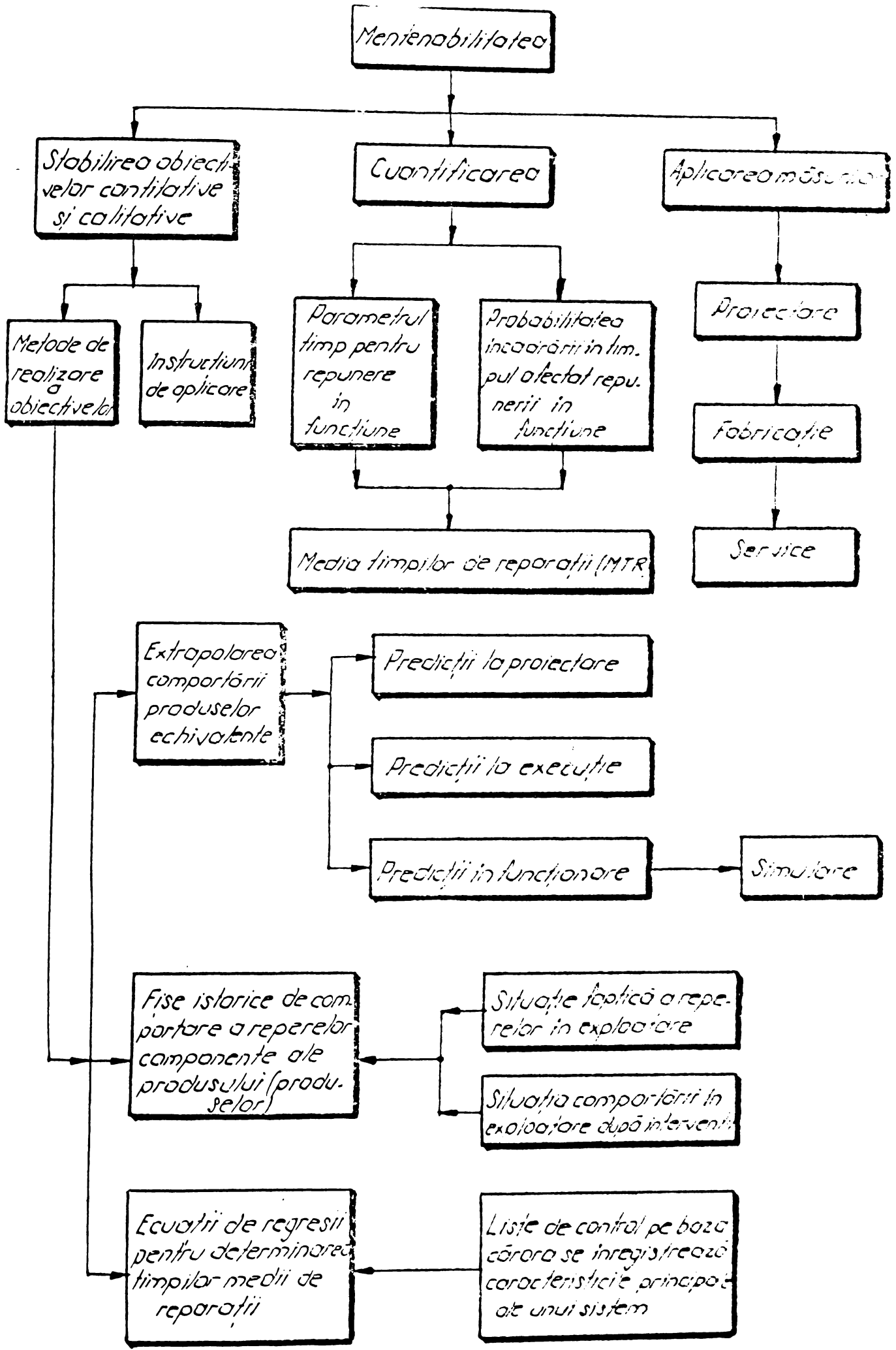


Fig. 7.4 Organizarea menținabilității în întreprindere

### 7.2.1.- Ecuația mentenabilității

Mentenabilitatea (M) are expresia:

$$M(\tau) = (1 - e^{-\mu\tau}) \quad /117/ \quad (7.3)$$

cu valori extreme  $M(0) = 0$  și  $M(\infty) = 1$

Dacă  $\mu = \frac{1}{MTR}$ , ea poate fi scrisă astfel:

$$M(\tau) = (1 - e^{-\frac{\tau}{MTR}}) \quad /117/ \quad (7.4)$$

În ambele cazuri, termenul al II-lea al parantezei reprezintă probabilitatea de a nu avea loc nici-o mentenanță într-un interval permis de timp  $\tau$  și prin urmare  $1 - e^{-\mu\tau}$  trebuie să fie egal cu probabilitatea de executare a operației în acest timp.

Maximul timpului disponibil  $\tau$  este numit restricție de timp afectată întreținerii. El nu trebuie confundat cu timpul de misiune  $T$  care comparativ cu  $\tau$  este foarte mare.

Valoarea lui  $\tau$  este apreciată arbitrar ca o cerință a misiunii. În esență, valoarea lui  $\tau$  este intervalul maxim admisibil după apariția unei întreruperi, pe durata căruia este obligatorie executarea unei reparații sau a unei intervenții de întreținere. Cu alte cuvinte este intervalul de timp admisibil pentru reparație. Numărul acestor intervale de timp, într-o misiune cu o durată de  $T$  ore va fi deci egal cu nr. de întreruperi sau nr. de incidente ce reclamă o intervenție de întreținere.

Astfel, dacă numărul mediu de întreruperi dintr-o misiune cu o durată de  $T$  ore este  $\lambda T$ , nr. de reparații care nu se pot executa la timp va fi  $\lambda T e^{-\mu\tau}$  și nr. de reparații realizate  $\lambda T (1 - e^{-\mu\tau})$ . Acesta este motivul principal pentru care s-a denumit expresia  $1 - e^{-\mu\tau}$  - mentenabilitate, deoarece reprezintă probabilitatea nr. de întreruperi ce nu pot fi remediate în timpul  $\tau$ .

Analizând ecuațiile mentenabilității ne convingem că din punct de vedere intuitiv ele sînt corecte, deoarece cu cît nr. de operații de întreținere efectuate într-un interval de timp  $\tau$  este mai mare, cu atît mai mare va fi mentenabilitatea. Ecuația  $M(\tau) = (1 - e^{-\mu\tau})$  verifică această concluzie. În mod similar, cu cît timpul mediu afectat întreținerii este mai mic cu atît este mai mare mentenabilitatea.

Pentru cazul nostru - al reparațiilor prompte ale locomotivelor, durata restricției perioadei de întreținere este dictată de cerințele misiunii și a siguranței circulației. Aceste cerințe vizează și precizează deobicei proporția de întreruperi în intervalul  $T$ , întreruperi ce trebuie să fie redresate în intervalul  $\tau$ . Cu alte cuvinte, pentru a putea considera o misiune reușită, o proporție

prevăzută de întreruperi nu trebuie să depășească inte valul  $T$  afectat reparațiilor. Aceste cerințe pot să nu fie totdeauna în acord cu considerentele de ordin economic, deoarece o mentenabilitate mai bună este mai costisitoare.

Cheltuielile de mentenabilitate cresc rapid pe măsură ce  $T$  devine mai mic pentru că sînt necesare piese de schimb mai scumpe și personal de bună calificare.

În cazul nostru, cînd se asigură recondiționarea pieselor uzate și defecte la un preț mai mic față de piesele noi, nu se mai pune problema pieselor scumpe și deci mentenabilitatea crește mult iar persoana care face aceste recondiționări se specializează mai ales că tehnologiile se aplică în serie.

Dacă se ține seama de anumite situații speciale, de mărirea cu mai multă promptitudine a siguranței circulației, poate fi necesară realizarea mentenabilității cerute prin mărirea restricției timpului afectat întreținerii. Această soluție poate fi folosită și pentru acele operațiuni de mentenanță care nu au o natură critică cum ar fi înlocuirea unor piese defecte ce nu sînt locomotivele din parametrii funcționali dar care, după un număr de km. parcursi cu aceste piese defecte, ar conduce la uzarea sau defectarea altor dispozitive sau piese. Dacă  $T$  este mai mare atunci durata opririi (nefuncționării) sau a reparației este mai mare; totuși, proporția de dispozitive ce se pot remedia pentru o anumită mentenabilitate o egalează pe cea pentru  $T$  mai mic și  $\mu$  mai mare. Astfel, observăm că mentenabilitatea este o funcție a produșilor lui  $T$  și  $\mu$  și de aceea cînd acești produși sînt egali pentru dispozitive diferite, mentenabilitățile lor sînt de asemenea egale.

În prelucrarea datelor privind comportarea în exploatare a pieselor de la LDF. și LF. ne vom folosi de aceste ecuații ale mentenabilității.

### 7.3.- Mentenabilitatea pieselor LDF.

Datele tehnice privind comportarea în exploatare a pieselor LDF., au fost prelucrate statistic pe două eșantioane. Primele eșantioane sînt constituite din LDF. care deserveșc regionala CFR. Craiova și care nu au în componența lor piese de schimb recondiționate, celelalte eșantioane sînt constituite din LDF. care au în componența lor piese recondiționate, prin încărcare folosind procedee de sudare și conexe sudării și care deserveșc aceeași regională.

În calculele de determinare a mentenabilității în exploatare a LDF. și LF. s-au considerat piesele recondiționate prin procedeele de sudare și conexe, deoarece acestea au o pondere numerică

și valorică de peste 62 % față de celelalte procedee de recondiționare folosite în cadrul sistemului de reparații din I.M.R. Craiova (tabela 8.5 din teză).

Pentru cele două eșantioane de câte 30 LDE. alegem un nr. de 23 piese reprezentative (tabela 7.1).

Tabela 7.1

Nr. ord.	Piessle de schimb urmărite în exploatare	Cod piesă nerecondiționată	Cod piesă recondiționată	Defect apărut în exploatare
1.	Suport bieletă	A1	B1	uzură accentuată
2.	Buton bieletă	A2	B2	" "
3.	Suștinător sabot	A3	B3	uzură+deformare
4.	Roată dințată z-71	A4	B4	uzură interioară
5.	Conductă eșapare	A5	B5	fisuri
6.	Corpul supapelor	A6	B6	uzurp+ruperi
7.	Scut amortizor	A7	B7	fisuri
8.	Roată dințată z-10	A8	B8	uzură a fusurilor
9.	Conductă supraalimentare	A9	B9	uzur exterioră
10.	Ax rotor motor tracțiune	A10	B10	" "
11.	Portperii	A11	B11	dislocare metal
12.	Cuzinet palier I	A12	B12	uzură+tasare plan separație
13.	Cuzinet palier II	A13	B13	" " "
14.	Ax rotor motor ventilație	A14	B14	uzură exterioră
15.	Ax rotor motor pompă apă	A15	B15	" "
16.	Ax rotor motor compresor	A16	B16	" "
17.	Carcasă M.T.	A17	B17	uzură locaș de fixare a scuturilor
18.	Scut parte colector	A18	B18	uzură locaș rulm.
19.	Roată dințată z-20	A19	B19	uzură a fusurilor
20.	Roată dințată z.16	A20	B20	" "
21.	Corp pompă aux.combustibil	A21	B21	dislocare material
22.	Capac contor ulei	A22	B22	uzură
23.	Taler tampon plat și bombat	A23	B23	uzură canale limitatori

Cele 30 LDE. care reprezintă eșantionul de calcul au fost puse în urmărire de la repunerea în funcțiune pînă la efectuarea unui nr. de cel puțin 300.000 km. parcursi. Datele privind comportarea pieselor au fost culese pe formulare speciale "Raport de urmărire în exploatare" pe baza cărui după centralizarea frecvenței căderilor, s-a întocmit tabela 7.2.

Tabela 7.2

ESANTIONUL 1				ESANTIONUL 2			
Frecvența apariției	Cod piesă urmărită	Durata fiecărei intervenții de întrețin. (ore)	Produsul coșoanelor 1 și 3	Frecvența apariției	Cod piesă urmărită	Durata fiecărei intervenții de întrețin. (ore)	Produsul coșoanelor 1 și 3
o	1	2	3	o	1	2	3
7	A1	72	504	o	B1	-	-
10	A2	72	720	o	B2	-	-
13	A3	48	864	o	B3	-	-
2	A4	168	336	o	B4	-	-
12	A5	24	288	1	B5	16	16
3	A6	72	216	o	B6	-	-
1	A7	192	192	o	B7	-	-
4	A8	48	192	o	B8	-	-
1	A9	24	24	o	B9	-	-
2	A10	240	480	o	B10	-	-
7	A11	24	168	o	B11	-	-
16	A12	72	1152	2	B12	48	96
20	A13	72	1440	1	B13	48	48
1	A14	48	48	o	B14	-	-
1	A15	48	48	o	B15	-	-
2	A16	48	96	o	B16	-	-
1	A17	336	336	o	B17	-	-
1	A18	96	96	o	B18	-	-
4	A19	48	96	o	B19	-	-
6	A20	48	144	1	B20	30	30
1	A21	24	24	o	B21	-	-
2	A22	24	48	o	B22	-	-
1	A23	24	24	o	B23	-	-
Nr. total de apariții:		Durata totală de intervenț.	Nr. total de ore afect. în-țreținer.	Nr. total de apariții		Durata totală de intervenț.	Nr. total de ore afect. în-țreținer.
123	-	1872	7536	5	-	142	190

Cu ajutorul datelor din tabela 7.2 putem calcula, separat pentru fiecare eșantion MTR și  $\mu$ .

Eșantionul 1

$$MTR_1 = \frac{7536}{123} = 61,268 \text{ ore}$$

$$\mu_1 = \frac{1}{MTR_1} = 0,0163 \text{ intervenții de întreținere pe oră}$$

Inlocuind în ecuația 7.3 pentru valori ale lui  $\tau$  de 1 oră; 10 ore; 100 ore; 1000 ore; vom obține următoarele:

$$M_1(1 \text{ oră}) = 1 - e^{-1(0,0163)} = 1,6 \%$$

$$M_1(10 \text{ ore}) = 1 - e^{-10(0,0163)} = 15 \%$$

$$M_1(100 \text{ ore}) = 1 - e^{-100(0,0163)} = 80,4 \%$$

$$M_1(1000 \text{ ore}) = 1 - e^{-1000(0,0163)} = 99,9 \%$$

Concluzia pe care o putem desprinde este aceea că pentru o anumită valoare a lui  $\mu$ , mentenabilitatea crește exponențial odată cu timpul. Acest lucru pare să fie logic, avînd în vedere că, cu cît timpul disponibil pentru o intervenție de întreținere este mai mare cu atît este mai mare probabilitatea de a realiza o mai bună intervenție.

Totuși în prezent, în practică nu se pot acorda totdeauna pentru întreținere perioade lungi deoarece acest lucru ar afecta nefavorabil dezideratele misiunii.

De aceea, în special în acele cazuri cînd siguranța în funcționare este mică este foarte important să se găsească modalitățile și mijloacele de a îmbunătăți mentenabilitatea.

Deoarece mentenabilitate este constantă pentru anumite valori ale lui  $\tau$  și  $\mu$ , ea ne furnizează un indiciu bun cu privire la probabilitatea de a restaura piesa la eficiența sa operațională într-o anumită limită de timp. Astfel, dacă este dorită păstrarea unui  $M$  constant, produsul  $\mu\tau$  trebuie să fie de asemenea constant. Aceasta înseamnă că pentru cerințele misiunii, cu cît  $\tau$  devine mai mic,  $\mu$  trebuie să crească dacă trebuie menținut raportul constant.

Păcînd o conversie a orelor în km. rezultă că o LDF. a parcurs în medie 20 km/oră. Raportînd la ecuațiile precedente, avem:

$$M_1(1000 \text{ km}) = 1 - e^{-1000(0,000316)} = 1 - 0,442 = 55,7 \%$$

$$M_1(2000 \text{ km}) = 1 - e^{-2000(0,000316)} = 1 - 0,195 = 80,4 \%$$

$$M_1(3000 \text{ km}) = 1 - e^{-3000(0,000316)} = 1 - 0,086 = 91,3 \%$$

$$M_1(5000 \text{ km}) = 1 - e^{-5000(0,000316)} = 1 - 0,016 = 98,3 \%$$

$$M_1(10000 \text{ km}) = 1 - e^{-10000(0,000316)} = 1 - 0,0003 = 0,9997$$

unde:

$$MTR_1 = 1225,36 \text{ km } (61,268 \times 20)$$

./.

$$\mu_1 = \frac{1}{MTR} = 0,000816 \text{ intervenții de întreținere pe km.}$$

### Esantionul II

$$MTR_2 = \frac{190}{5} = 38 \text{ ore}$$

$$\mu_2 = \frac{1}{MTR_2} = 0,026 \text{ intervenții de întreținere pe oră}$$

Inlocuind în ecuația mentenabilității pentru timpii de 1 oră; 10 ore; 100 ore; 1000 ore; obținem:

$$M_2(1 \text{ oră}) = 1 - e^{-1(0,026)} = 2,5 \%$$

$$M_2(10 \text{ ore}) = 1 - e^{-10(0,026)} = 22,8 \%$$

$$M_2(100 \text{ ore}) = 1 - e^{-100(0,026)} = 92,5$$

$$M_2(1000 \text{ ore}) = 1 - e^{-1000(0,026)} = 99,9 \%$$

Făcînd și la acest esantion conversia orelor în km, rezultă din analiza celor 30 de locomotive că, în medie, o locomotivă a parcurs 24 de km/oră. Vom obține pentru mentenabilitate următoarele valori :

$$M_2(1000 \text{ km}) = 1 - e^{-1000(0,001)} = 63,1 \%$$

$$M_2(2000 \text{ km}) = 1 - e^{-2000(0,001)} = 86,4 \%$$

$$M_2(3000 \text{ km}) = 1 - e^{-3000(0,001)} = 95,0 \%$$

$$M_2(5000 \text{ km}) = 1 - e^{-5000(0,001)} = 99,3 \%$$

$$M_2(10000 \text{ km}) = 1 - e^{-10000(0,001)} = 99,99 \%$$

pentru  $MTR_2 = 912 \text{ ore}$  ( $38 \text{ ore} \times 24 \text{ km/oră}$ )

$$\mu_2 = \frac{1}{912} = 0,001 \text{ intervenții de întreținere pe oră}$$

Analizînd și comparînd cele 2 esantioane constatăm următoarele:

- la LDE. pe care s-au montat piese de schimb recondiționate prin încărcare aplicînd procedee de sudare, M.T.R. e te aproximativ jumătate față de LDE. pe care nu s-au montat asemenea piese;

- mărirea mentenabilității în exploatare a pieselor LDE. din esantionul 2 față de piesele esantionului 1, prin reducerea nr. de defectări (căderi) și a timpului de indisponibilitate.



### 7.4.- Mantenabilitatea pieselor LF

Pentru LF. de 5100 kW am alcătuit două eşantioane de 24 locomotive de la depoul Braşov puse în funcţiune începînd cu anul 1975 (cele din al 3-lea eşantion) şi începînd cu 1977 (cele din eşantionul 4). Aceste locomotive au realizat parcursuri de minim 300.000 km. În urma centralizării datelor căderii r şi a mentenanţei aplicate, se pot face, pe subansambele, respectiv pe piese calcule de determinare a ratei defectărilor şi a mentenabilităţii în exploatare (tabelă 7.3 şi 7.4).

Tabela 7.4

ESANTIONUL 3				ESANTIONUL 4			
Frecvenţa apariţiei	Cod piesă urmărită	Durata fiecărei intervenţii de întret. (ore)	Produsul coanelor 1 şi 3	Frecvenţa apariţiei	Cod piesă urmărită	Durata fiecărei intervenţii de întret. (ore)	Produsul coanelor 1 şi 3
1	2	3	4	1	2	3	4
5	C1	24	120	-	D1	-	-
3	C2	96	288	-	D2	-	-
7	C3	24	168	-	D3	-	-
3	C4	24	72	1	D4	16	16
2	C5	24	48	1	D5	8	8
3	C6	24	72	-	D6	-	-
5	C7	24	120	2	D7	16	36
Nr. total de apariţii	To-tal	Durata totală de intervenţii	Nr. total de ore afect. în-ţreţiner.	Nr. total de apariţii	To-tal	Durata totală de intervenţii	Nr. total de ore afect. în-ţreţinerii
28	7	240	888	4	6	40	60

Tabela 7.3

Nr. crt.	Piese de schimb urmărite în exploatare	Cod piesă nerecond.	Cod piesă recon-dit.	Defecte apărute în exploatare
1.	Ghidaj aparat tracţiune	C1	D1	uzură în zona de frecare
2.	Bridă suspensie osie	C2	D2	uzură laterală
3.	Arbore rotor AMV-1	C3	D3	uzură pe arbore
4.	Arbore rotor AMV-2	C4	D4	" "
5.	Arbore rotor compr.	C5	D5	" "
6.	Contact fix EF-100 L	C6	D6	flamare plăcuţe contact
7.	Contact mobil EF-100 L	C7	D7	" " "

Esantionul 3

$$MTR_3 = \frac{888}{28} = 91,7 \text{ ore}$$

$$\mu_3 = 0,031 \text{ intervenții pe oră}$$

Inlocuind în ecuația mentenabilității, obținem:

$$M_3(1 \text{ oră}) = 1 - e^{-1(0,031)} = 3,0 \%$$

$$M_3(10 \text{ ore}) = 1 - e^{-10(0,031)} = 26,6 \%$$

$$M_3(100 \text{ ore}) = 1 - e^{-100(0,031)} = 95,4 \%$$

$$M_3(1000 \text{ ore}) = 1 - e^{-1000(0,031)} = 99,99 \%$$

Făcînd conversia orelor în km, cu specificația că o locomotivă din esantionul 3 a făcut în medie 17,5 km/oră, rezultă că:

$$M_3(1000 \text{ km}) = 1 - e^{-1000(0,0018)} = 83,4 \%$$

$$M_3(2000 \text{ km}) = 1 - e^{-2000(0,0018)} = 97,2 \%$$

$$M_3(3000 \text{ km}) = 1 - e^{-3000(0,0018)} = 99,5 \%$$

$$M_3(5000 \text{ km}) = 1 - e^{-5000(0,0018)} = 99,99 \%$$

unde:

$$MTR_3 = 554 \text{ km. (31,7 ore} \times 17,5 \text{ km/oră)}$$

$$\mu_3 = \frac{1}{554} = 0,0018 \text{ intervenții/km.}$$

Esantionul 4

$$MTR_4 = \frac{60}{4} = 15 \text{ ore}$$

$$\mu_4 = \frac{1}{15} = 0,066 \text{ intervenții pe oră}$$

Inlocuind în ecuația mentenabilității, obținem:

$$M_4(1 \text{ oră}) = 1 - e^{-1(0,066)} = 6,0 \%$$

$$M_4(10 \text{ ore}) = 1 - e^{-10(0,066)} = 48,0 \%$$

$$M_4(100 \text{ ore}) = 1 - e^{-100(0,066)} = 99,8 \%$$

$$M_4(1000 \text{ ore}) = 1 - e^{-1000(0,066)} = 99,99 \%$$

Tinînd seama că LE. din esantionul 4 a parcurs în medie aproximativ 20 km/oră rezultă că:

$$M_4(1000 \text{ km}) = 1 - e^{-1000(0,003)} = 95,0 \%$$

$$M_4(2000 \text{ km}) = 1 - e^{-2000(0,003)} = 99,7 \%$$

./.

$$M_4(3000 \text{ km}) = 1 - e^{-3000(0,003)} = 99,98 \%$$

$$M_4(5000 \text{ km}) = 1 - e^{-5000(0,003)} = 99,99 \%$$

unde:  $MTR_4 = 300 \text{ km}$  (15 ore x 20 km/oră)

$$\mu_4 = \frac{1}{300} = 0,0033 \text{ intervenții de întreținere/km.}$$

Analizând valorile calculate ale mentenabilității în exploatare ale pieselor LE, se constată că la eșantionul 4 MTR a scăzut la jumătate față de eșantionul 3, iar mentenabilitatea s-a îmbunătățit considerabil, prin folosirea în cadrul sistemului de mentenanță al LE. a pieselor de schimb recondiționate prin procedee de sudare.

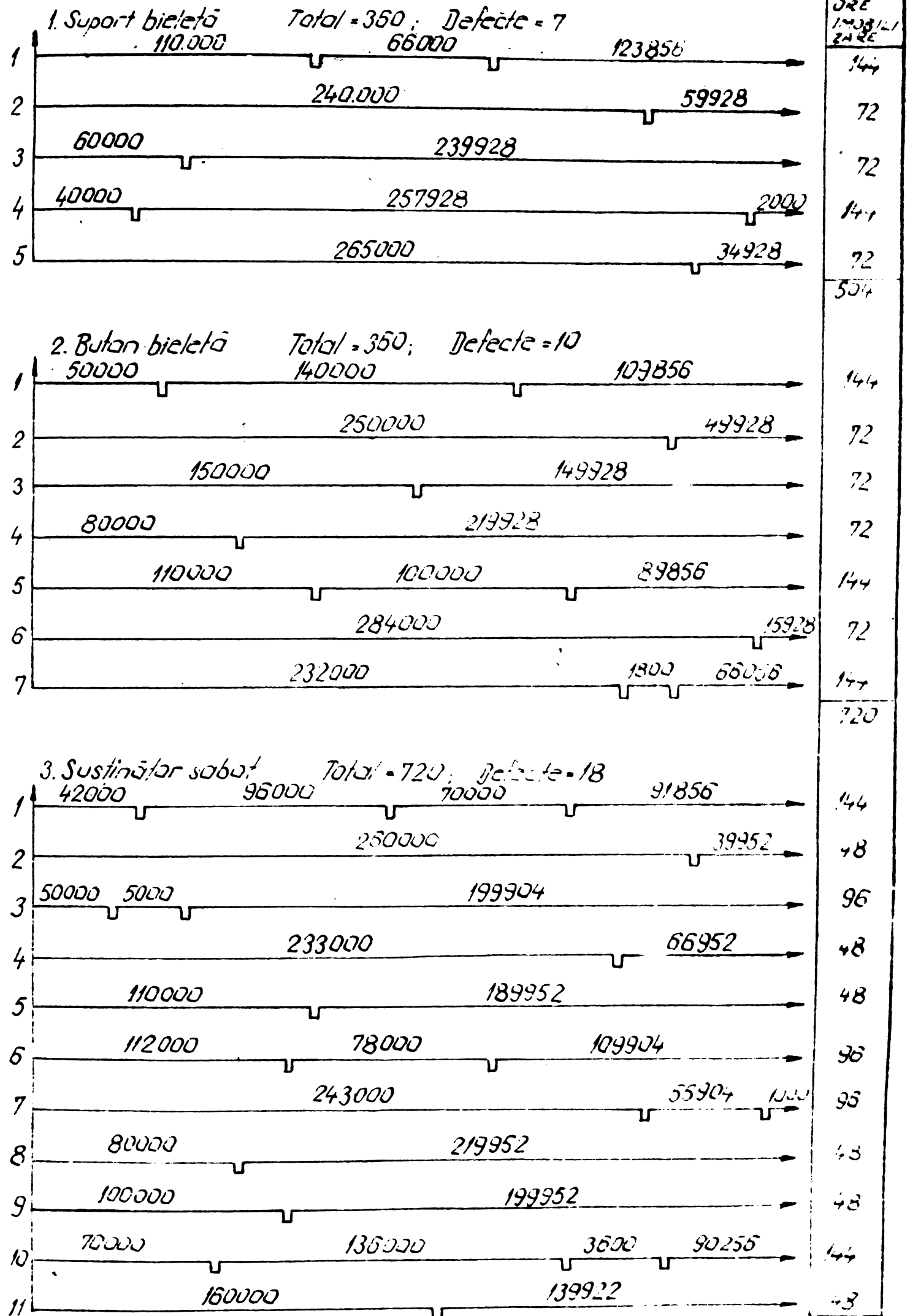
### 7.5.- Diagramele Pareto

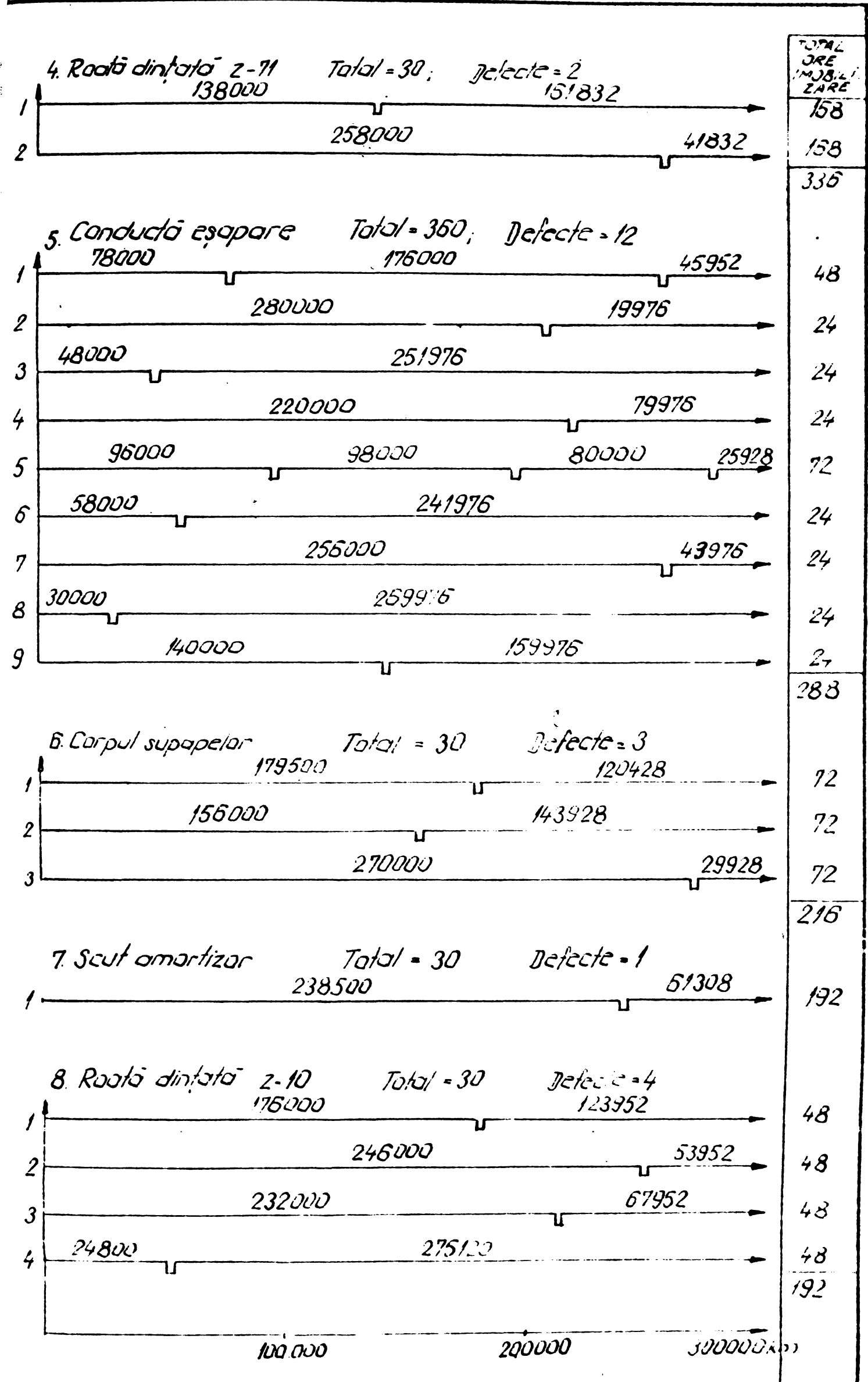
Urmărirea în exploatare a celor 4 eșantioane a permis serbarea sub formă statistică a defectării ivite la un interval de 30000 km. parcurși de la repunerea în funcțiune după efectuarea RG. a LDE. și LE. (histogramele 1-4).

Pentru fiecare eșantion, s-a calculat procentul de imobilizare a fiecărui tip de piesă din totalul orelor de imobilizare al eșantioanelor urmărite.

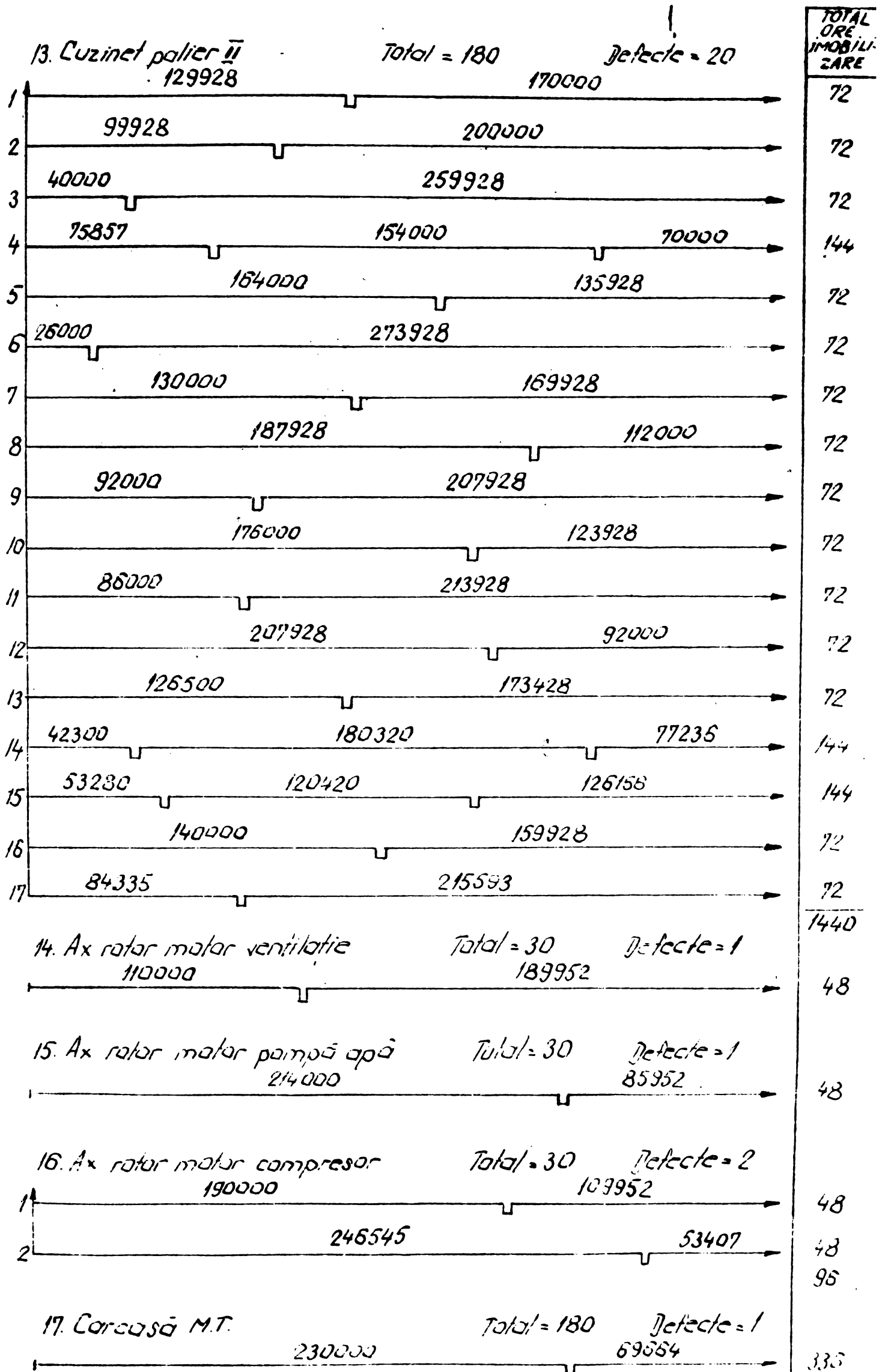
<u>Eșantionul 1</u>		<u>Eșantionul 3</u>	
$A_{13} = 19,09 \%$	$A_{11} = 2,22 \%$	$C_2 = 32,72 \%$	
$A_{12} = 15,27 \%$	$A_{20} = 1,90 \%$	$C_3 = 19,09 \%$	
$A_3 = 11,45 \%$	$A_{27} = 1,27 \%$	$C_1 = 13,63 \%$	
$A_2 = 9,54 \%$	$A_{18} = 1,27 \%$	$C_7 = 13,63 \%$	
$A_1 = 6,71 \%$	$A_{19} = 1,27 \%$	$C_4 = 8,18 \%$	
$A_{10} = 6,36 \%$	$A_{14} = 0,63 \%$	$C_6 = 8,18 \%$	
$A_4 = 4,45 \%$	$A_{22} = 0,63 \%$	$C_5 = 5,45 \%$	
$A_{17} = 4,45 \%$	$A_{15} = 0,63 \%$		
$A_5 = 3,81 \%$	$A_9 = 0,31 \%$		
$A_6 = 2,86 \%$	$A_{21} = 0,31 \%$		
$A_7 = 2,54 \%$	$A_{23} = 0,31 \%$		
$A_8 = 2,54 \%$			
	<u>Eșantionul 4</u>		<u>Eșantionul 2</u>
$D_3 = 60 \%$		$B_2 = 50,52 \%$	
$D_1 = 26,66 \%$		$B_3 = 25,26 \%$	
$D_2 = 13,33 \%$		$B_4 = 15,78 \%$	
		$B_1 = 8,42 \%$	

### HISTOGRAMA (EȘANTIONUL 1)





		Total =	Defecte =	TOTAL JRE IMOBILIZARE
9. Conductă supralimentare 270000		60	1	
1	29976			24
10. Ax rolar malar de tractiune 250000		360	2	
1	49760			240
2	27760			240
11. Partperie		720	7	
1	128000	171976		24
2	168000	131976		24
3	90000	209976		24
4	234000	65976		24
5	36000	240000	23952	48
6	114000	185976		24
				158
12. Cuzinet palier I 58000		180	16	
1	270328			72
2	148000	151928		72
3	168000	131928		72
4	40000	250928		72
5	98000	201928		72
6	250300	49628		72
7	96000	84000	173856	144
8	282000	17328		72
9	180000	119928		72
10	83200	210850	5826	144
11	138500	161428		72
12	182343	117585		72
13	192430	107493		72
14	150000	149928		72
				152



TOTAL ORE MOBILIZARE

18. Scut parte colector Total = 180 Defecte = 1  
 270438 29466

19. Roata dintata z=20 Total = 30 Defecte = 4  
 232000 67976  
 196000 103976  
 264057 35919  
 234430 65546

20. Roata dintata z=16 Total = 30 Defecte = 6  
 182000 117976  
 222000 77976  
 262485 37491  
 204000 95976  
 246400 53576  
 268805 31171

21. Corp pompa aux. combust. Total = 30 Defecte = 1  
 218485 81491

22. Capac racitor ulei Total = 30 Defecte = 2  
 232424 67552  
 282100 17876

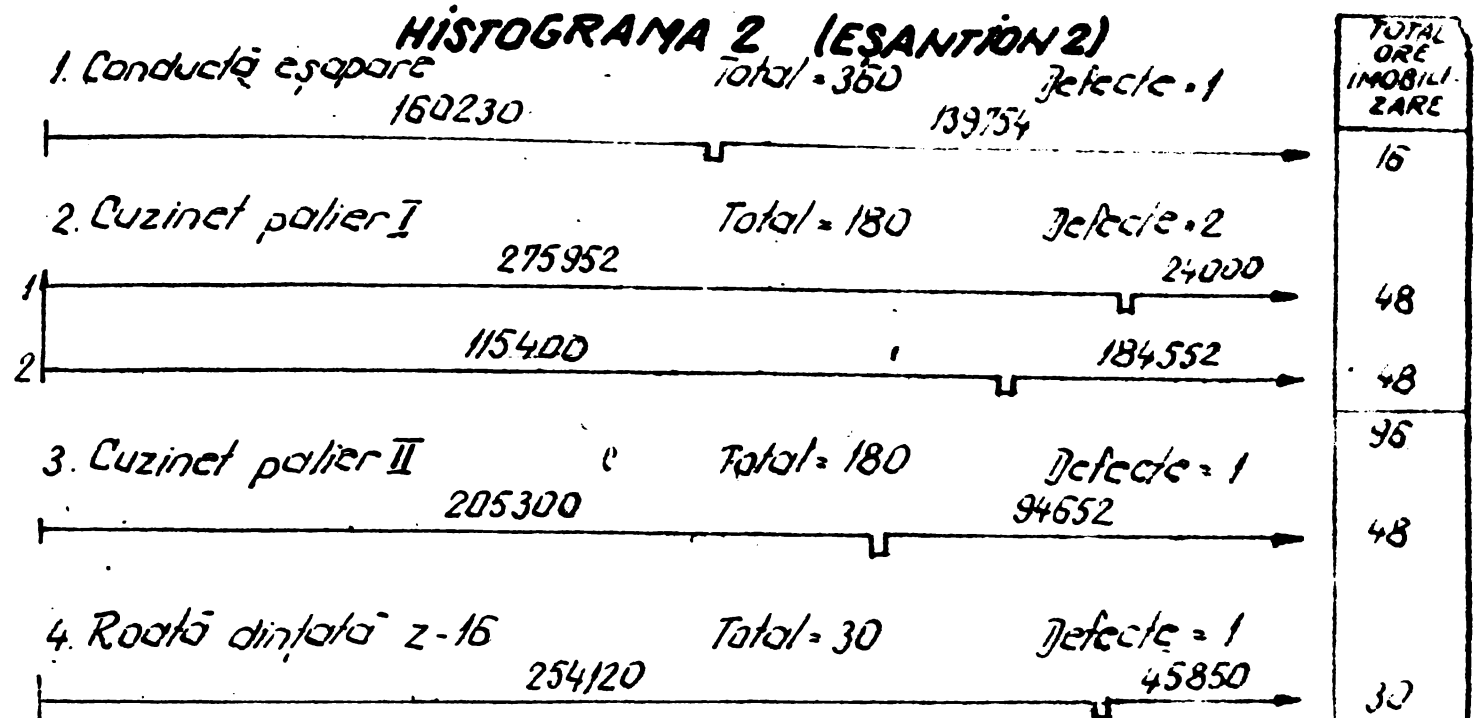
23. Taler tampon plat si bombat Total = 120 Defecte = 1  
 221120 78856

96  
 24  
 24  
 24  
 24  
 96  
 24  
 24  
 24  
 24  
 24  
 24  
 24  
 144  
 24  
 24  
 24

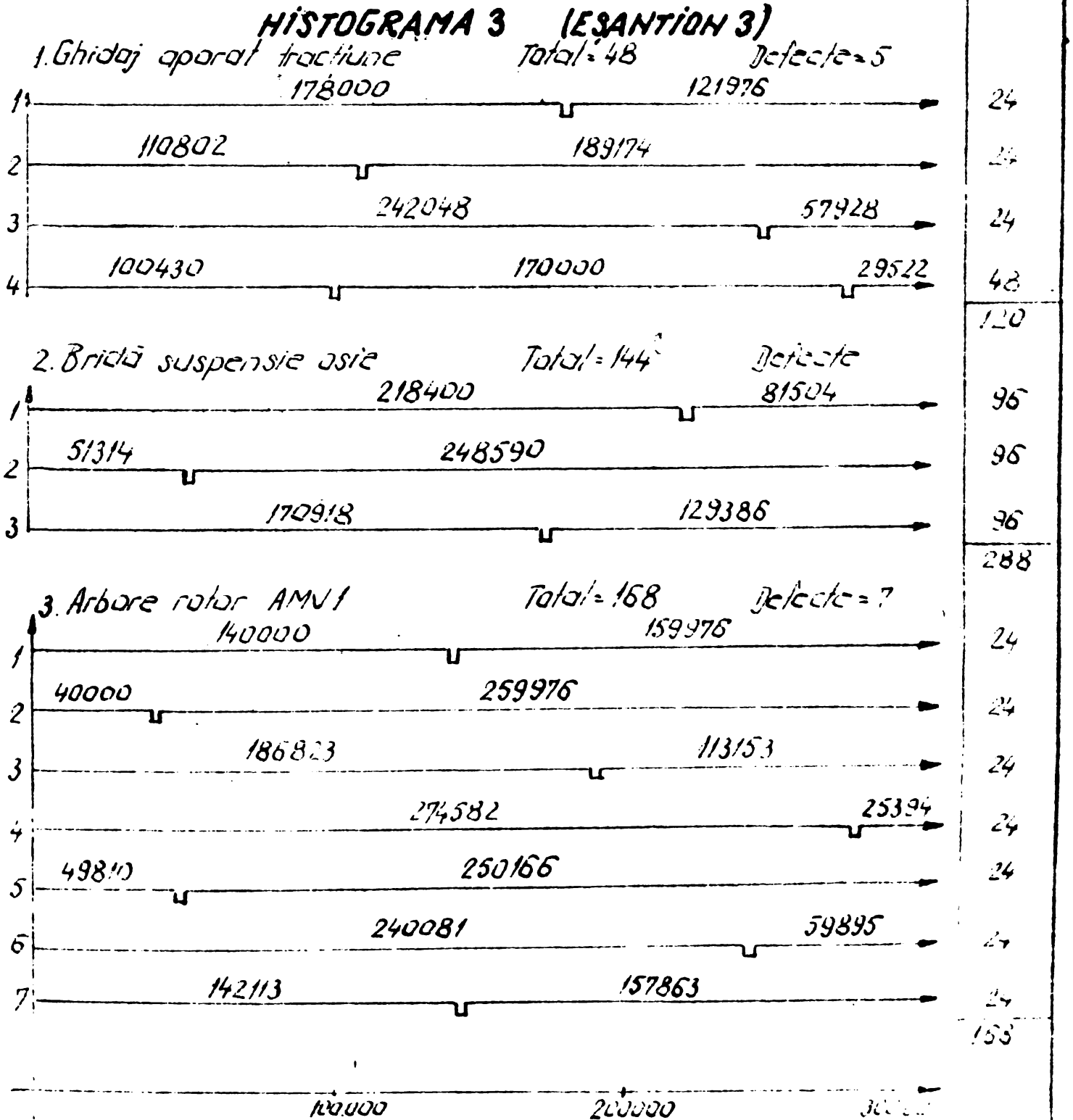
100000 200000 300000 m

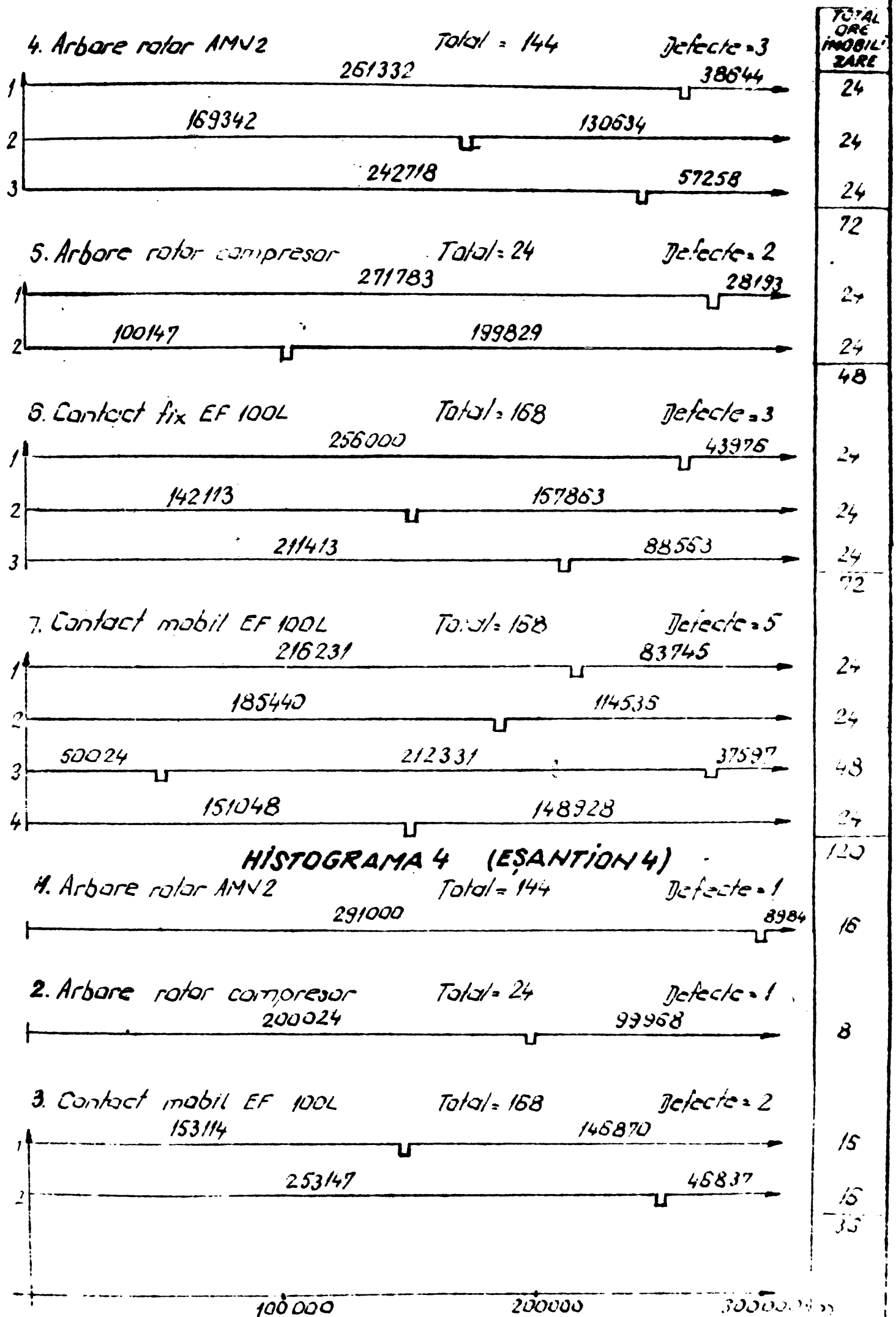


### HISTOGRAMA 2 (ESANTION 2)



### HISTOGRAMA 3 (ESANTION 3)





In funcție de ponderea orelor de imobilizare pentru fiecare eșantion se trasează distribuțiile din fig.7.5 - 7.8.

Din analiza ponderii orelor de imobilizare a eșantioanelor 1 și 3, se constată că trecerea la acțiunea de recondiționare a pieselor a redus numărul tipurilor de defectări și cel al defectărilor pe tip. Pentru eșantioanele 2 și 4 se necesită îmbunătățirea tehnologiilor de recondiționare a pieselor care au o pondere mare de defectare.

### 7.6.- Calculul MTBF - valoarea punctuală

Valoarea punctuală a MTBF se determină cu ajutorul histograamelor 1 - 4. Relația de calcul pentru eșantioanele analizate este următoarea:

$$MTBF = \frac{tf}{n} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_k + (n-k)T}{n} \quad /8/ \quad (7.5)$$

unde:  $tf$  - timpul de funcționare al tuturor pieselor din eșantion;

$n$  - numărul total de piese din eșantion;

$k$  - nr.de piese defecte din eșantion;

Calculând MTBF pentru fiecare tip de piesă din eșantion, obținem în final valoarea medie a MTBF pentru fiecare eșantion:

$$MTBF_1 = \frac{\sum_{i=1}^{23} MTBF_i}{23} = 299.688 \text{ km.}$$

$$MTBF_2 = \frac{\sum_{i=1}^{23} MTBF_i}{23} = 299.999 \text{ km.}$$

$$MTBF_3 = \frac{\sum_{i=1}^7 MTBF_i}{7} = 299.988 \text{ km.}$$

$$MTBF_4 = \frac{\sum_{i=1}^7 MTBF_i}{7} = 299.999 \text{ km.}$$

Se constată că pentru acele eșantioane la care s-au montat piese recondiționate prin procedee de sudare, MTBF crește simțitor. Procedeele de recondiționare sînt utile și fiabile în exploatare, confirmînd interesul practic care li se acordă acestora.

### 7.7.- Fiabilitatea LDF. și LB.

Fiabilitatea este proprietatea unui dispozitiv care este exprimată prin probabilitatea ca acesta să îndeplinească o funcție impusă în condiții prescrise în cursul unei perioade de timp dată. In definirea noțiunii de fiabilitate, trei elemente sînt predominante și anume:

-probabilitatea,element necesar datorită variabilității producției industriale;

-îndeplinirea unei anumite funcții;

-durata de funcționare;

./.

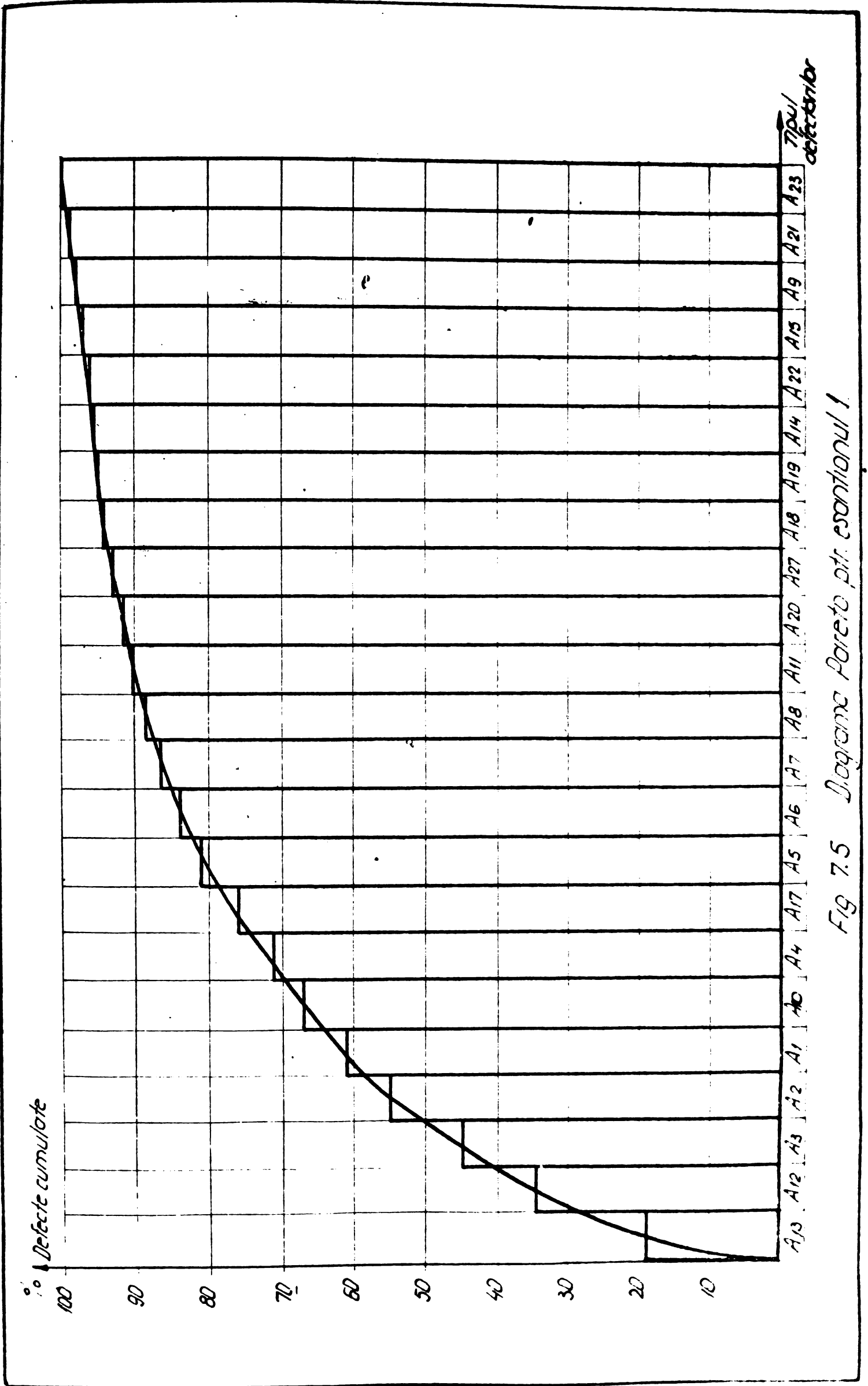


Fig 7.5 Diagrama Pareto ptr. esantionul 1.

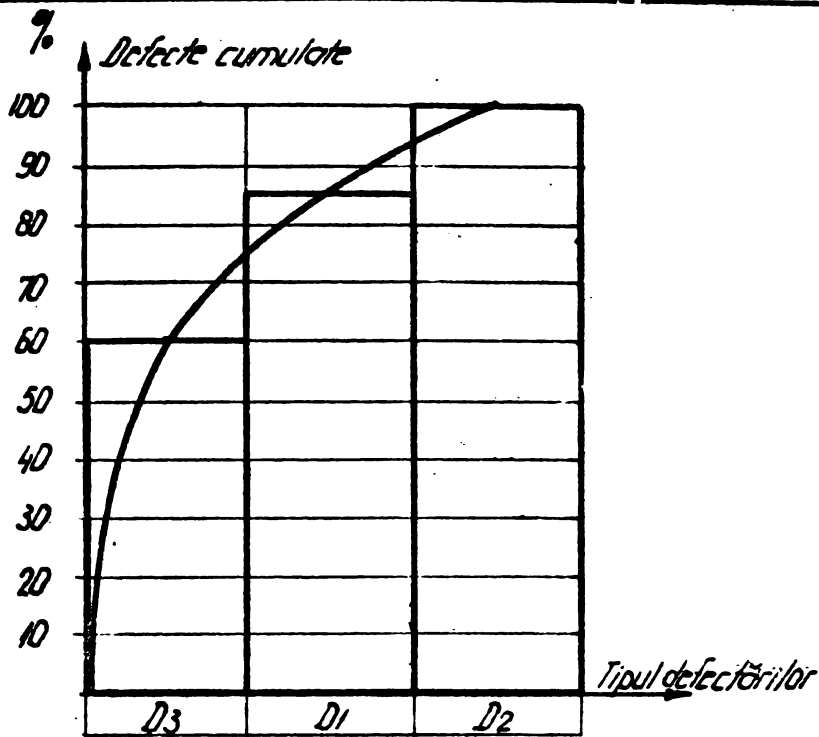


Fig. 7.8 Diagrama Pareto ptr. eșantion. 4

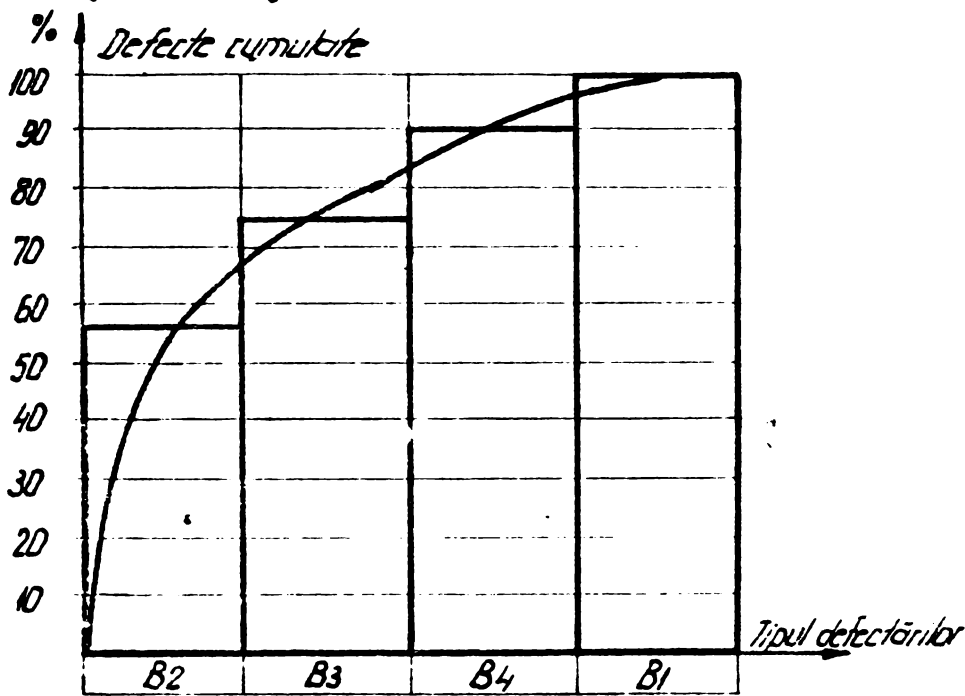


Fig. 7.6 Diagrama Pareto ptr. eșantion. 2

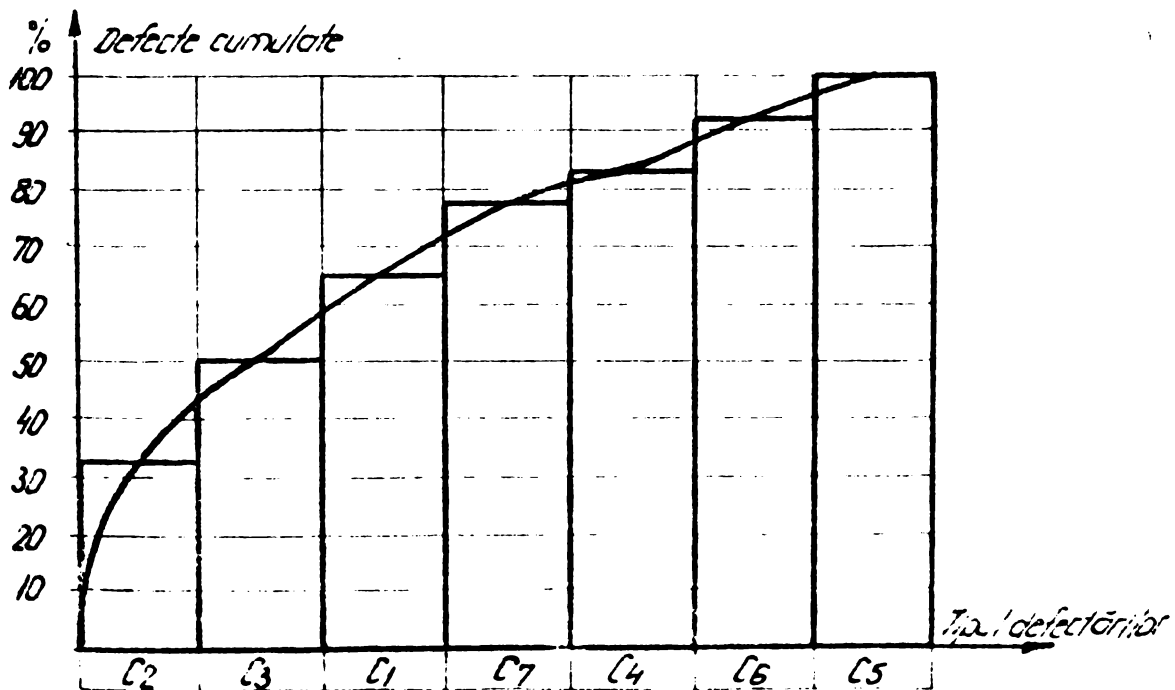


Fig. 7.7 Diagrama Pareto ptr. eșantion. 3

LDE. și LE. sînt produse de complexitate, care conțin elemente mecanice, pneumatice, electrice, electonice, etc. ceea ce impune tratarea fiabilității din mai multe puncte de vedere. Pe de altă parte, datorită cerințelor impuse oricărui vehicol de cale ferată, fiabilitatea acestuia trebuie determinată prin prisma aptitudinii funcționale și prin siguranța funcțională. Probabilitatea de defectare aferentă siguranței funcționale trebuie să fie mai mică decît probabilitatea de defectare aferentă aptitudinii funcționale. Dintre toate categoriile de fiabilitate, cea în exploatare (operațională) este indicatorul cel mai important al calității oricărui produs. Pe baza unui studiu, autorul a determinat indicatorii de fiabilitate ale cărui obiective principale a fost:

- estimarea pe cale operațională a indicatorilor de fiabilitate pentru LDE. care au efectuat RG. și pe care s-au montat piese recondiționate;

- stabilirea statistică a defectologiei pe tipuri de defecte și structuri constructive, urmărindu-se acele structuri care includ piese recondiționate;

- stabilirea de măsuri corective pentru ameliorarea disponibilităților și cheltuielilor legate de comportarea LDE. reparate;

Studiul a fost elaborat pe baza datelor statistice strînse, pentru un lot de 29 LDE. care deservesc regionala CFR. Craiova. Determinarea indicatorilor s-a făcut cu considerarea următoarelor ipoteze:

- locomotiva este un produs în restabilire;
- defectele apărute sînt independente;
- clasificarea defectelor s-a făcut după criteriul de gravitate (defecte majore și minore);

Analizînd construcția LDE. se constată că schema blocurilor funcționale poate fi reprezentată ca o schemă logică de fiabilitate avînd elementele structurale conectate în serie (fig.7.9):

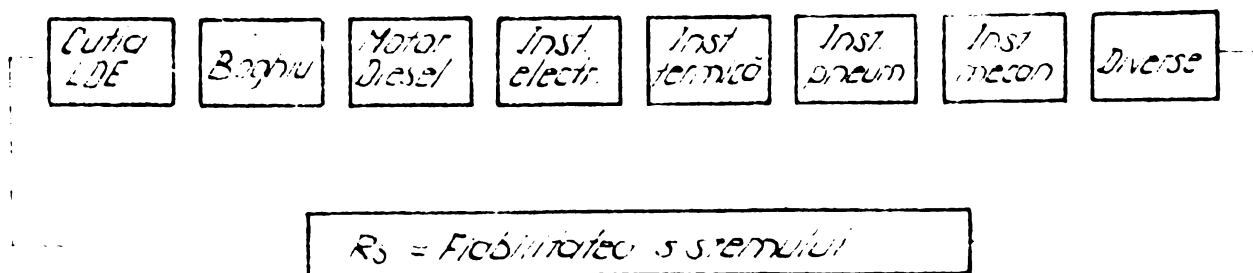


Fig.7.9.

Lotul de LDE. care reprezintă eșantionul de calcul a fost pîs în urmărire de la repunerea în funcționare și pînă la efectuarea unui număr de 300.000 km. iar datele au fost culese pe formulare tip.

Luîndu-se în considerare primele defectări majore pentru fiecare LDE., s-au întocmit inventarul defectelor apărute pe blocurile funcționale și s-au reprezentat graficele de defectare. Se menționează

că prima de ectare majoră a intervenit în exploatarea LDF. la piesele ce nu au fost recondiționate.

Esti area indicatorilor de fiabilitate prin metoda parametrice, s-a făcut cu ajutorul rețelei probabilistice Weibull, iar identificarea modului de repartiție a timpului de funcționare cu ajutorul testului Kolmogorov-Smirnov. S-au obținut următoarele valori ale parametrilor Weibull:

Pentru prima defectare :  $\beta = 0,8; \eta = 2,4 \cdot 10^5; \gamma = 0$  (fig.7.10)

Pentru cea de-a doua defectare:  $\beta = 3,4; \eta = 4,5 \cdot 10^5;$   
 $\gamma = 1,2 \cdot 10^5$  (fig.7.11).

Pentru simplificarea calculului de estimare operațională a indicatorilor cu parametrii  $\beta, \eta, \gamma$ , s-a notat cu indicele 1 indicatorii corespunzători primei defectări, iar cu indicele 2 pentru cea de-a 2-a defectare. Corespunzător datelor estimate s-au obținut următoarele valori:

a) Funcția de repartiție a timpului de funcționare:

$$F(t) = 1 - \exp. \left[ - \left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (7.6)$$

$$F_1(t) = 1 - \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5}{2,4 \cdot 10^5} \right)^{0,8} \right] = 1 - 0,303 = 0,697$$

$$F_2(t) = 1 - \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5}{4,5 \cdot 10^5} \right)^{3,4} \right] = 1 - 0,454 = 0,546$$

b) Densitatea de probabilitate a timpului de funcționare:

$$f(t) = \frac{\beta (t - \gamma)^{\beta - 1}}{\eta^\beta} \cdot \exp. \left[ - \left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (7.7)$$

$$f_1(t) = 0,8 \frac{(3 \cdot 10^5)^{0,2}}{(2,4 \cdot 10^5)^{0,8}} \cdot \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5}{2,4 \cdot 10^5} \right)^{0,8} \right] = 0,962 \cdot 10^{-6} \text{ ore}^{-1}$$

$$f_2(t) = 3,4 \frac{(3 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5)^{2,4}}{(4,5 \cdot 10^5)^{3,4}} \cdot \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5}{4,5 \cdot 10^5} \right)^{3,4} \right] =$$

$$= 0,290 \cdot 10^{-5} \text{ ore}^{-1}$$

c) Funcția de fiabilitate:

$$R(t) = \exp. \left[ - \left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (7.8)$$

$$R_1(t) = \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5}{2,4 \cdot 10^5} \right)^{0,8} \right] = 0,302$$

$$R_2(t) = \exp. \left[ - \left( \frac{3 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5}{4,5 \cdot 10^5} \right)^{3,4} \right] = 0,453$$

d) Rata de defectare:

$$s(t) = \frac{\beta (t - \gamma)^{\beta - 1}}{\eta^\beta} \quad \text{./.} \quad (7.9)$$

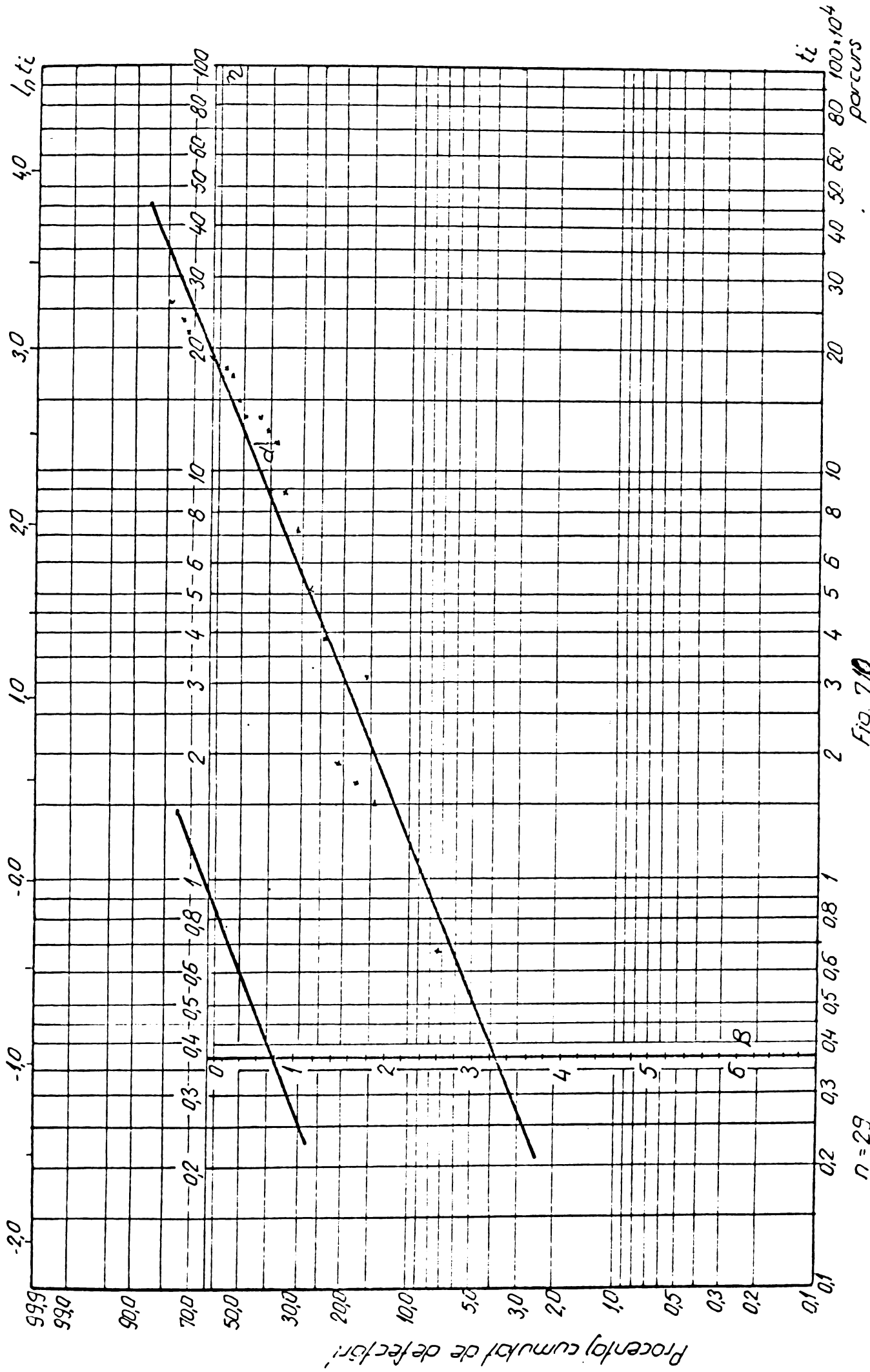


Fig. 710  
 Retea probabiliticã Weibull  
 Valori estimate:  $\gamma = 0$ ;  $\eta = 240.000$ ;  $\beta = 0,8$

$n = 29$   
 $r = 24$



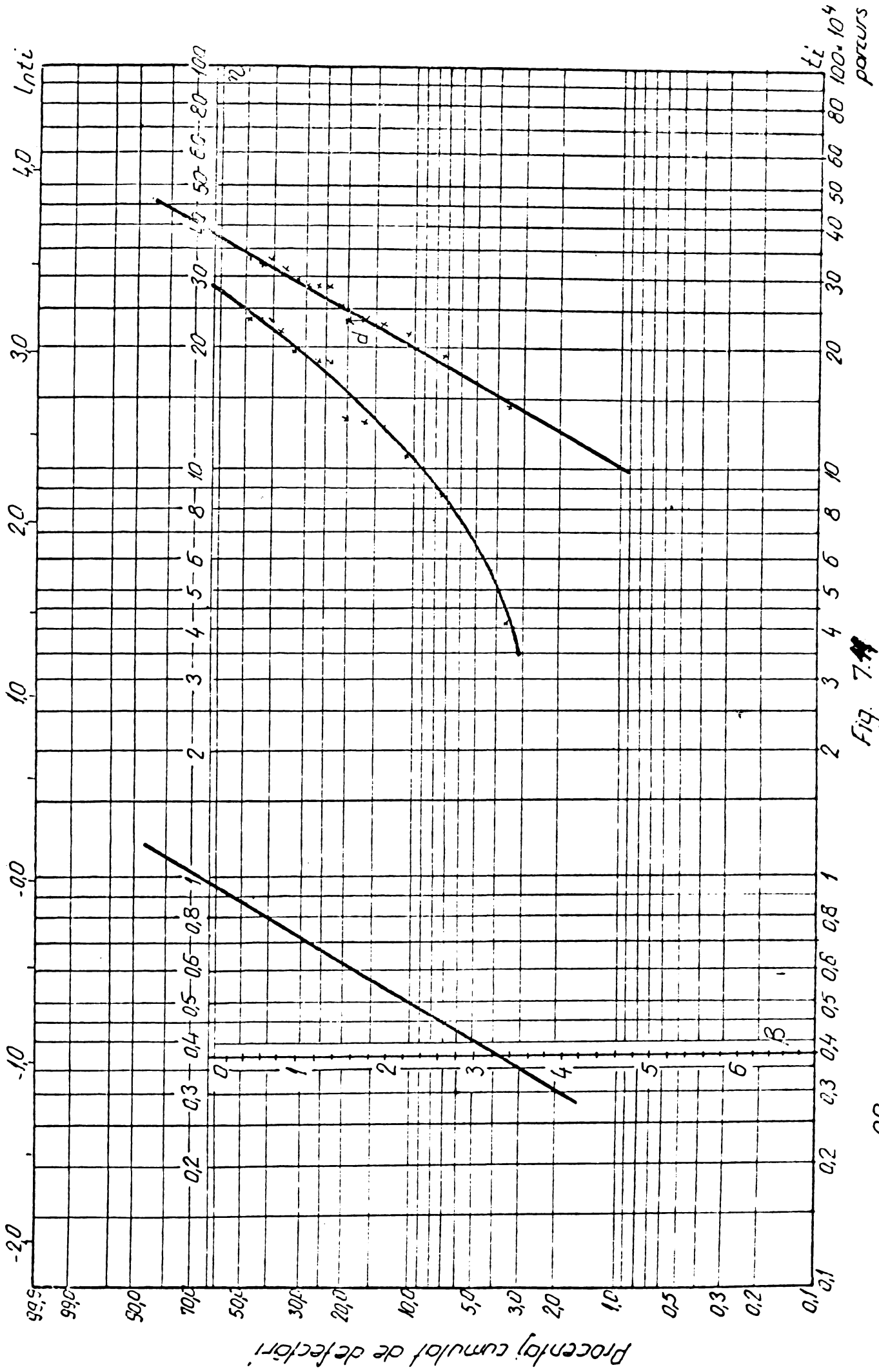


Fig. 7.4  
 Rețea probabilistică Weibull  
 Valori estimate:  $\gamma = 120.000$ ;  $\eta = 450.000$ ;  $\beta = 3,4$   
 $n = 29$   
 $r = 14$

$$z_1(t) = \frac{0,8(3 \cdot 10^5)^{-0,2}}{(2,4 \cdot 10^5)^{0,8}} = 3,18 \cdot 10^{-6} \text{ ore}^{-1}$$

$$z_2(t) = \frac{3,4(3 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5)^{2,4}}{(4,5 \cdot 10^5)^{3,4}} = 6,41 \cdot 10^{-6} \text{ ore}^{-1}$$

e) Media timpului de bună funcționare:

$$m = \gamma + \eta \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \quad (7.10)$$

unde:  $\Gamma$  = funcția Euler de speța 1 / ln2/

$$m_1 = 2,4 \cdot 10^5 \Gamma\left(\frac{1}{0,8} + 1\right) = 2,4 \cdot 10^5 \Gamma(1,25) = 2,26 \cdot 10^5 \text{ ore}$$

$$m_2 = -1,2 \cdot 10^5 + 4,5 \cdot 10^5 \Gamma\left(\frac{1}{3,4} + 1\right) = 2,85 \cdot 10^5 \text{ ore}$$

f) Dispersia timpului de funcționare:

$$D = \eta^2 \left[ \Gamma\left(\frac{2}{\beta} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{\beta} + 1\right) \right] \quad (7.11)$$

$$D_1 = (2,4 \cdot 10^5)^2 \left[ \Gamma\left(\frac{2}{0,8} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{0,8} + 1\right) \right] = 1,059 \cdot 10^{11} \text{ ore}^2$$

$$D_2 = (4,5 \cdot 10^5)^2 \left[ \Gamma\left(\frac{2}{3,4} + 1\right) - \Gamma^2\left(\frac{1}{3,4} + 1\right) \right] = 1,66 \cdot 10^{10} \text{ ore}^2$$

g) Abateres medie pătratică:  $\sigma = \sqrt{D}$  (7.12)

$$\sigma_1 = \sqrt{1,059 \cdot 10^{11}} = 3,25 \cdot 10^5 \text{ ore}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{1,66 \cdot 10^{10}} = 1,29 \cdot 10^5 \text{ ore}$$

h) Cuantila timpului de funcționare pentru probabilitatea

$1 - F = 0,37$  este:

$$t_p = \gamma + \eta \sqrt{\ln \frac{1}{1-F}} \quad (7.13)$$

$$t_{1F} = 2,4 \cdot 10^5 \sqrt{0,8 \ln \frac{1}{0,37}} = 2,37 \cdot 10^5 \text{ ore}$$

$$t_{2F} = -1,2 \cdot 10^5 + 4,5 \cdot 10^5 \sqrt{3,4 \ln \frac{1}{0,37}} = 3,29 \text{ ore}$$

Estimarea cu ajutorul metodelor neparametrice a limitelor de încredere pentru un anumit interval, s-a realizat prin stabilirea în prealabil a timpului (T) de oprirea experimentului, cunoașterea funcției (F) de repartiție a defectelor și a numărului (n) de locomotive reprezentând eșantionul de experimentat care este de tip trunchiat fără înlocuire.

În funcție de km. parcurși pentru prima și a doua defectare, s-au întocmit tabelele 7.5 și 7.6 (cunoaștându-se valorile F, n, N, și  $\Delta n$ ).

Tabela 7.5

Nr. crt.	Intervalul (km)	$\Delta n$	$\sum \Delta n$	$F = \frac{\sum \Delta n}{n}$	N	$R = \frac{N}{n}$	$\lambda = \frac{\Delta n}{N \cdot \Delta t}$
1.	0-30.000	6	6	0,206	23	0,793	$8,68 \cdot 10^{-6}$
2.	30.000-60.000	2	8	0,275	21	0,724	$3,17 \cdot 10^{-6}$
3.	90.000-120.000	1	9	0,310	20	0,689	$1,66 \cdot 10^{-6}$
4.	90.000-120.000	1	10	0,344	19	0,695	$1,75 \cdot 10^{-6}$
5.	120.000-150.000	3	13	0,448	16	0,551	$6,24 \cdot 10^{-6}$
6.	150.000-180.000	2	15	0,517	14	0,482	$4,75 \cdot 10^{-6}$
7.	180.000-210.000	1	16	0,551	13	0,445	$2,56 \cdot 10^{-6}$
8.	210.000-240.000	4	20	0,689	9	0,510	$14,8 \cdot 10^{-6}$
9.	240.000-270.000	2	22	0,758	7	0,241	$9,51 \cdot 10^{-6}$
10.	270.000-300.000	2	24	0,827	5	0,172	$13,3 \cdot 10^{-6}$

Tabela 7.6

Nr. crt.	Intervalul (km)	$\Delta n$	$\sum \Delta n$	$F = \frac{\sum \Delta n}{n}$	N	$R = \frac{N}{n}$	$\lambda = \frac{\Delta n}{N \cdot \Delta t}$
1.	0-30.000	0	0	0	29	1	0
2.	30.000-60.000	1	1	0,03	28	0,96	$1,19 \cdot 10^{-6}$
3.	60.000-90.000	0	1	0,03	28	0,96	0
4.	90.000-120.000	1	2	0,06	27	0,93	$1,23 \cdot 10^{-6}$
5.	120.000-150.000	4	6	0,20	23	0,79	$5,79 \cdot 10^{-6}$
6.	150.000-180.000	0	6	0,20	23	0,79	0
7.	180.000-210.000	1	7	0,24	22	0,76	$1,51 \cdot 10^{-6}$
8.	210.000-240.000	4	11	0,38	18	0,62	$7,39 \cdot 10^{-6}$
9.	240.000-270.000	3	14	0,48	15	0,52	$6,66 \cdot 10^{-6}$
10.	270.000-300.000	0	14	0,48	15	0,52	0

Pe baza acestor date se trasează funcția de fiabilitate (fig.7.12) și intensitatea de defectare (fig.7.13).

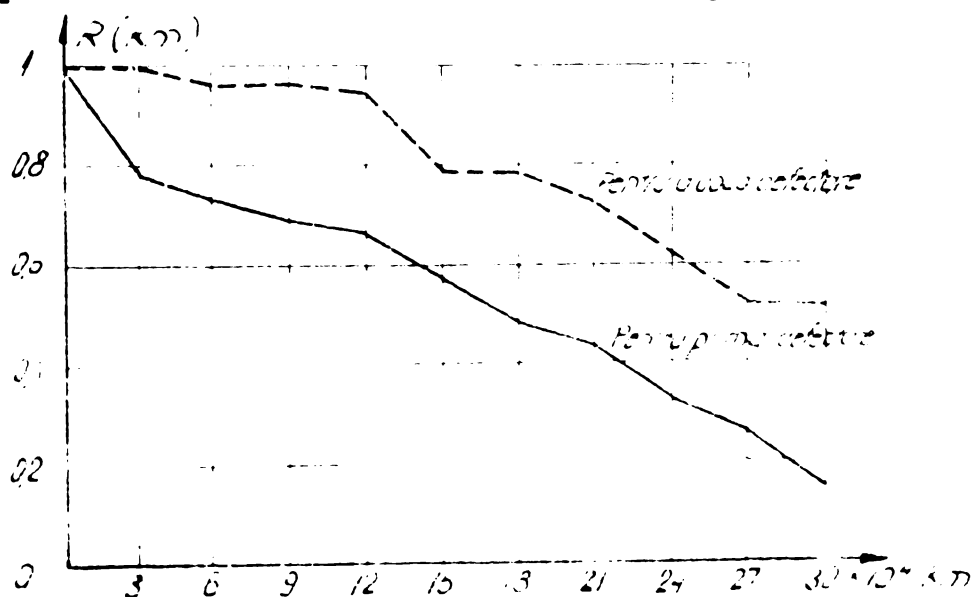


Fig. 7.12 Funcția de fiabilitate

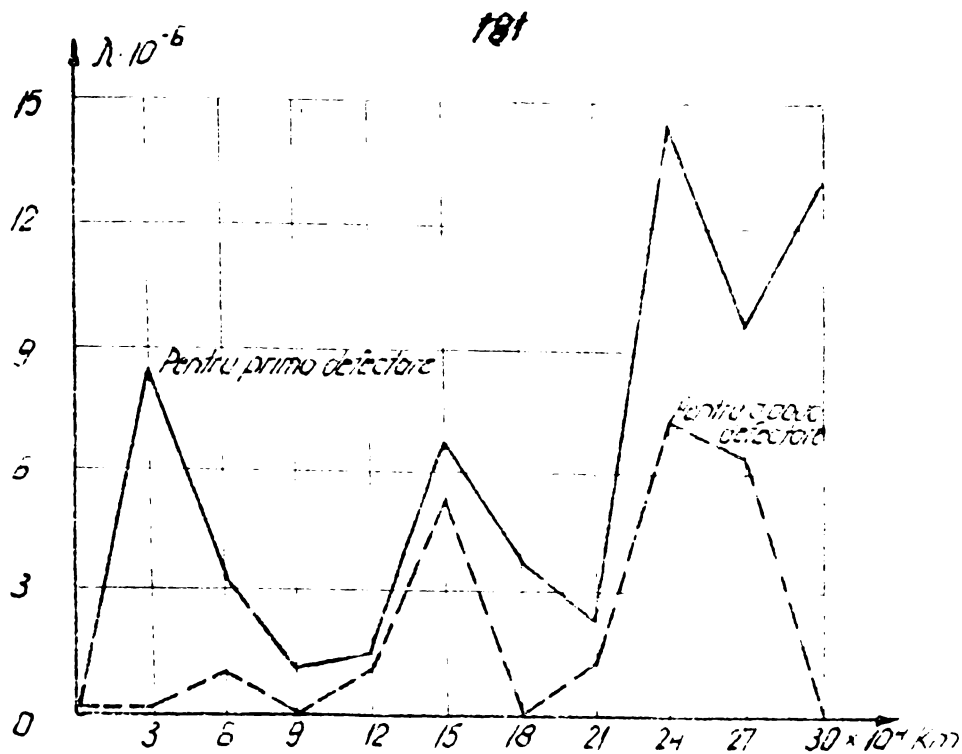


Fig. 7.13 Intensitatea de defectare

Aplicarea în exploatare a unui sistem de mentenanță corespunzător pentru LDE. și LE., contribuie la menținerea în timpul  $T$  a unui nivel de fiabilitate funcțională ridicată. În fig.7.14 se prezintă comparația între nivelele de fiabilitate pentru o mentenanță corespunzătoare (curba DMN) și necorespunzătoare (curba DFFGH).

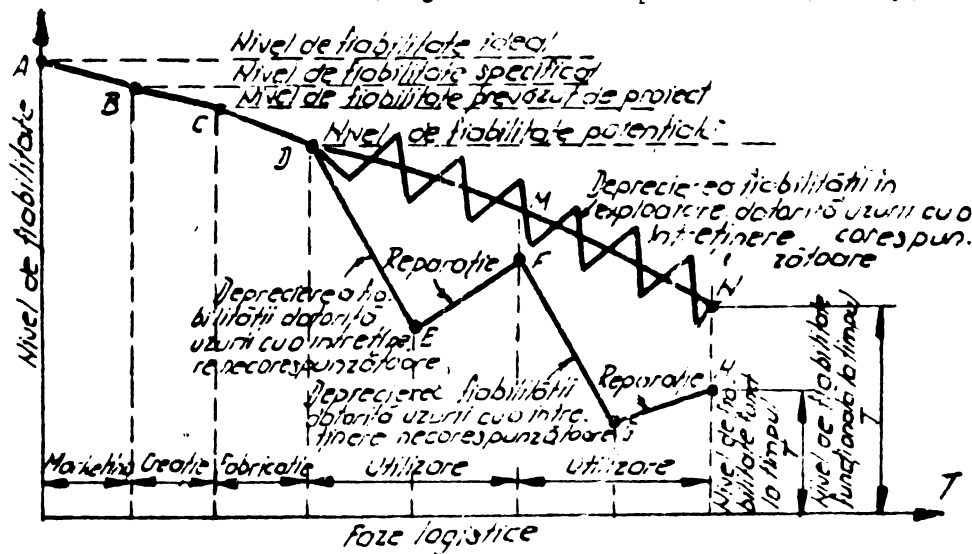


Fig.7.14.

### 7.8.- Disponibilitatea LDE. și LEg

Reprezintă aptitudinea unui dispozitiv sub aspectele combinate de fiabilitate, mentenabilitate și deorganizare a acțiunilor de mentenanță de a-și îndeplini funcția specificată, la un moment dat sau într-un interval dat /104/.

Un produs poate să-și îndeplinească misiunea pentru care a fost creat, adică poate fi disponibil dacă este fiabil și are o mentenabilitate corespunzătoare. Disponibilitatea constituie forma cea mai complexă de manifestare a calității produselor în procesul exploatării întrucât cuprinde atât fiabilitatea cât și mentenabilitatea (fig.7.15).

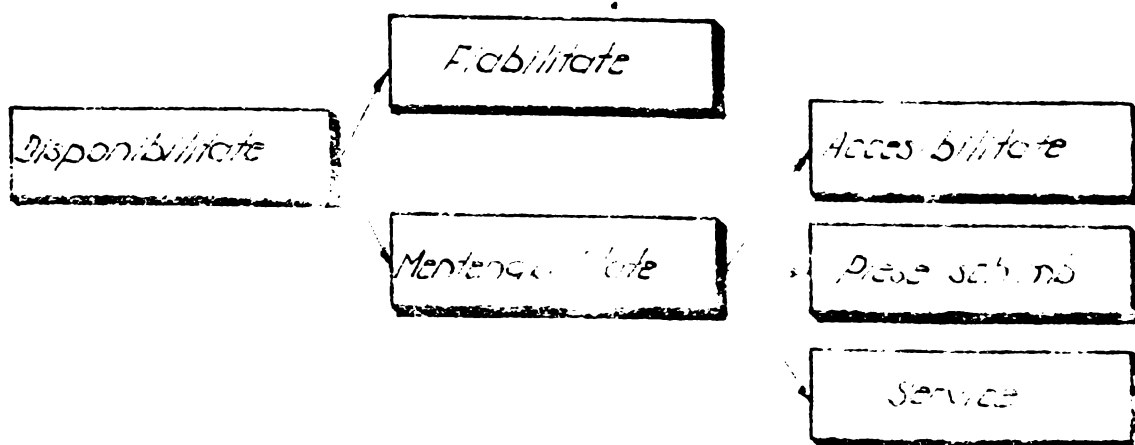


Fig.7.15

Din această figură rezultă că disponibilitatea produselor este rezultatul a două evenimente:

-cel de bună funcționare (cît mai mare) care depinde de fiabilitate;

-cel de reparare în termen (cît mai scurt) care depinde de menteneabilitate;

Legătura dintre cele 3 concepte : disponibilitate, fiabilitate și menteneabilitate se poate exprima prin relația :

$$D(t) = R(t) + [1 - R(t)] M(\tau') / 8/ \quad (7.14)$$

în care:  $M(\tau')$  - este media timpilor de reparații

Ca indicator statistic pentru exprimarea disponibilităților se utilizează coeficientul de disponibilitate - D care se obține cu relația :

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} /116/ \quad (7.15)$$

Corespunzător celor 4 eșantioane, cu ajutorul acestei relații se determină următoarele valori ale disponibilității LDF și LF:

$$D_1 = 0,99592 = 99,5 \%$$

$$D_2 = 0,99696 = 99,6 \%$$

$$D_3 = 0,99815 = 99,8 \%$$

$$D_4 = 0,99900 = 99,9 \%$$

Se constată că există diferențe însemnate între disponibilitățile eșantioanelor, LDF, și LF, care au <sup>în</sup> componentă piese recondiționate, care prezintă o disponibilitate mărită la 300.000 km. parcurși. Se impune în continuare aplicarea la DMR. Craiova a unor acțiuni practice pentru sporirea numărului de piese recondiționate în deosebi prin procedee de sudare care s-a dovedit că asigură în exploatare și o eficiență economică ridicată.

**CAP.8.- EFICIENȚA ECONOMICĂ A RECONDITIONĂRII**  
**PIESELOR DE SCHIMB UZATE**

**8.1.- Calculul eficienței economice a recondiționării**  
**pieselor de schimb**

În anexa 4.4 sînt prezentate piesele de schimb reprezentative ale L.D.E. și L.E. care se recondiționează prin procedee de sudare. Dintre acestea în calculul de eficiență economică vom considera numai pe cele care au o serie <sup>mare de recond</sup> și care înainte de a fi recuperate prin recondiționare se executau din semifabricate laminate sau turnate, în atelierele proprii prin operații de prelucrări mecanice. Caracteristicile tehnice, seriile de înlocuire, cheltuielile de producție și energia electrică care se consumă în procesul de execuție a pieselor de schimb noi, se arată în tabela 8.1. Prețul de producție al pieselor noi s-a stabilit prin calculație de preț pe baza documentației tehnice de execuție și al proceselor verbale de omologare a tehnologiei de fabricație. (conform normelor în vigoare).

Urmărindu-se obținerea în procesul de reparație a L.D.E. și L.E. a unei eficiențe economice ridicate, a economisirii metalului și energiei electrice, s-a trecut la acțiunea de recuperare și recondiționare a pieselor și subansamblelor uzate, la refolosirea lor în activitatea de reparații.

Au fost aplicate în acest scop cu bune rezultate metode și procedee de mare eficiență, între acestea de bază fiind procedeele de încărcare prin sudare, care au și ponderea cea mai însemnată. În <sup>(tab. 8.5)</sup> tabela 8.2 se prezintă comparativ cheltuielile de producție în procesul de recondiționare, consumul tehnologic de material de adaos și energia electrică consumată în procesul de recondiționare a pieselor reprezentative și cu serie mare de recondiționare prin procedee de sudare.

Prețul de producție al pieselor recondiționate, se calculează, pentru fiecare cu ajutorul unor formulare tipizate. Pentru exemplificare în anexa 8.1 se arată antecalculația de preț (pe formular tipizat cod.25-1-2) a suportului bieletă (poz.12 din tabela 8.2) care se recondiționează frecvent prin încărcare automată în mediu protector de CO<sub>2</sub>. Materialele directe pentru recondiționare prevăzute în fișa tehnologică de recondiționare și retribuția directă a muncitorilor care execută operația se introduc pe desfășurătorul din anexa 8.1, acestea împreună cu celelalte articole de calculație, respectiv cheltuielile de regie și beneficiul, conduc la determinarea prețului de producție pentru fiecare piesă recondiționată. Diferența între prețul de producție al piesei noi și cel al piesei recondiționate, reprezintă

**Date tehnico-economice privind înlocuirea pieselor usate pe piese noi confecționate**  
**Tabela B.1**

Nr. Codul ert. piesei	Denumirea piesei care se înlocuiește	Seria lunară de în- locuire (buc)	Seria anua- lă de înlocuire (buc)	Prețul Total de pro- ducție a pie- sei noi lei	Total chelt. anua- le pt. exeo. pieselor noi (lei)	Greutatea netă a pie- sei (kg)	Consum de ener- gie electrică (kWh)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. 3.205.002	Sustînător sabot stînga-dreapta	176	2.112	310	54.560	654.720	3,40	7.180	36	76.032
2. 4.100.097	Pană superioară stînga-dreapta	150	1.800	213	31.950	384.400	1,64	2.952	31	55.800
3. 4.210.005	Sustînător conductă de presiune	200	2.400	46	9.200	110.400	0,40	960	23	55.200
4. 4.401.001	Suport distribuție	140	1.680	529	74.060	880.720	6,50	10.920	18	30.240
5. 8.305.001	Ansamblul tampon	100	1.200	561	56.100	673.200	154,0	184.800	73	87.600 <sup>184</sup>
6. L2-518	Ghidaș aparat de tracțiune LB.	28	336	525	14.700	176.400	6,80	2.284	36	12.096
7. 5.020.001	Carcasă MT.-LDB.	10	120	12.340	123.400	1.480.800	600,-	72.000	246	29.520
8. 6.902.051	Corp pompă auxili.	15	180	1.680	25.200	302.400	6,80	1.224	23,4	4.212
9. 2.385.001	Capac nisiparniță	60	720	144	8.640	103.680	2,20	1.584	12,5	9.000
10. 4.210.071	Capac chiuleasă	24	288	770	18.480	221.760	7,60	2.188	4,15	1.195 <sup>2</sup>
11. 4.800.727	Capac filtru	40	480	107	4.280	51.360	1,50	720	3,4	1.632
12. 3.143.005	Suport bieletă MT.-LDB.	30	360	575	17.250	207.000	6,3	2.268	16	5.760
13. 3.143.005	Buton bieletă MT.	30	360	110	3.300	39.600	2,10	756	12	4.320
14. 4.810.003	Conductă supraali- mentare M.D.	48	576	644	30.912	370.944	8,20	4.723	26	14.976

/.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15. 4.810.015	Flange pentru conducera de supraalimentare	40	480	76	3.040	36.480	3,60	1.728	6	2.880	
16. 4.406.001	Arbore intermediar	22	264	115	2.530	30.360	1,48	390	9	2.376	
17. 6.902.023	Roatã dînyatã s.16	16	192	345	5.520	66.240	2,80	537,6	35	6.720	
18. 6.902.033	Roatã dînyatã s.20	16	192	1.840	29.440	353.280	3,70	710,4	37	7.104	
19. P.36.167	Arbori rotoare motoare electrice auxili.LB.	30	360	2.560	76.800	921.600	9,6	3.456	56	20.160	
20. 5.020.059	Ax rotor MF-LDB.	80	960	2.600	208.000	2.496.000	93,0	89.280	86	82.560	
21. 5.096.004	Ax rotor motor electr. ventilatie forțatã LDB.	10	120	4.610	46.100	553.200	15,90	2.028	34	4.080	
22. 5.092.021	Ax rotor motor el.com-presor LDB.	11	132	8.000	88.000	1.056.000	20,50	2.706	39	5.148	
23. 5.093.003	Ax rotor motor el.pom-pã apã LDB.	10	120	3.000	30.000	360.000	8,80	1.056	32	3.840	
24. 5.105.003	Ax rotor motor el.pom-pã ulei LDB.	11	132	860	9.460	113.520	1,70	620	36	4.752	
25. 2.550.115	ROLã ridicãtoare	40	480	114	2.000	24.000	2,20	1.056	3,2	1.536	
26. 5.020.114	Support portperie	60	720	555	33.300	399.600	1,90	1.368	32	23.040	
27. 5.020.223	Guzinet palier	125	1.500	8.725	1.090.625	13087.500	42,2	63.300	86	129.000	
28. 4.701.001	Roți dînyate de la pompa pr.de ulei	12	144	1.500	18.000	216.000	7,3	1.051	63	9.072	
29. 3.502.166	Ax mecanism una busa bandej	20	240	40	800	9.600	1,6	384	14,5	3.480	
30. 4.701.003	Roatã dînyatã s-71	10	120	1.840	18.400	220.800	25,0	3.000	57	6.840	

./.



-----  
**Datele tehnico-economice privind recuperarea prin recondiționare a pieselor uzate**  
 -----  
**Tabela 8.2.**

Nr. crt. piesă	Cod piesă	Denumirea piesei recuperate prin recondiționare	Seria lunară de recondiționare (buc)	Seria anuală de recondiționare (buc)	Prețul de producție lunar (lei)	Total chelt. lunare pt. recondițion. (lei)	Total chelt. anuale recon-dit. (lei)	Greutatea metalului depus (kg)		Consum de energie electrică (kWh)	
								3	4	5	6
1.	3.205.002	Suținător sabot stînga-dreapta	176	2.112	77	13.552	162.624	0,250	528	5,4	11.404,8
2.	4.100.097	Penă superioară stînga-dreapta	150	1.800	53	7.950	95.400	1,0	1.800	5,1	9.180
3.	4.210.005	Suținător conductă de presiune	200	2.400	14	2.800	33.600	0,120	188	3,5	8.400
4.	4.401.001	Support distrib.	140	1.680	85	11.900	142.800	0,250	420	2,7	4.536
5.	8.305.001	Ansamblul tampon	100	1.200	86	8.600	103.200	5	6.000	10,9	13.080 <sup>186</sup>
6.	L2-518	Ghidej aparat de tracțiune LE.	28	336	85	2.380	28.560	4	1.344	5,4	1.814,4
7.	5.020.001	Carcasă MT-LDE.	10	120	1.912	19.120	22.944	12	1.440	37	4.400
8.	6.902.051	<del>Corp</del> pompă auxili.	15	180	336	5.040	60.480	0,400	72	3,5	630
9.	2.385.001	Cepac nisiparniță	60	720	43	2.580	30.960	0,050	36	2	1.440
10.	4.210.071	Cepac chiulasă	24	288	192	4.608	55.296	0,300	86,4	0,8	230,4
11.	4.800.727	Cepac filtru	40	480	32	1.280	15.360	0,050	24	0,6	288
12.	3.143.005	Support bieletă MT.	30	360	89	2.670	32.040	0,160	57,6	2,17	781,2
13.	3.143.005	Buton bieletă MT.	30	360	89	2.670	32.040	0,160	57,6	2,17	781,2
14.	4.810.003	Conductă supraalimentare MD.	48	576	132	6.336	76.032	0,400	230	3,9	2.246,4
15.	4.810.015	Flanșe pt. conducte de supraaliment.	40	480	23	920	11.040	0,200	9,6	0,9	432

/.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16.	4.406.001	Arbore intermediar	22	264	38	836	10.032	0,050	13,2	1,4	369,6
17.	6.902.023	Roată dințată z-16	16	192	103	1.648	19.776	0,100	19,2	5,3	1.017,6
18.	6.902.033	Roată dințată z-20	16	192	368	5.880	70.560	0,100	19,2	5,4	1.036,8
19.	P.36.167 P.32.105	Arbori rotoare me- toare electrice auxiliare LE.	30	36	896	26.880	322.560	0,200	7,2	8,4	302,4
20.	5.020.059	Ax rotor MT-LDE.	80	960	650	52.000	624.000	1,0	960	17,2	16.512
21.	5.096.004	Ax rotor motor electr. ventil.fortată LDE.	10	120	1.152	13.824	165.888	0,500	60	5,3	636
22.	5.092.021	Ax rotor motor el. compresor LDE.	11	132	1.600	17.600	211.200	0,500	66	5,4	712,8
23.	5.093.003	Ax rotor motor el. pompa apă LDE.	10	120	750	7.500	90.000	0,500	60	5,3	636
24.	5.105.003	Ax rotor motor el. pompa ulei LDE.	11	132	215	2.365	28.380	0,500	66	5,4	712,8
25.	2.550.115	Rollă ridicătoare	40	480	34	1.360	16.320	0,150	7,2	0,5	240
26.	5.020.114	Suport portperie	60	720	138	8.280	99.360	0,250	180	5,1	3.672
27.	5.020.223	Cuzinet palier	125	1.500	1.352	166.296	1.995.552	10	15.000	22,5	33.750
28.	4.701.001	Roți dințate de la pompa pt.de ulei M.D.	12	144	300	3.600	43.200	0,150	21,6	9	1.296
29.	3.502.166	Ax mecanism unu buse bandaj	20	240	12	240	2.880	0,200	48	1,9	456
30.	4.701.003	Roată dințată z=71	10	120	368	3.680	44.160	0,250	30	8,3	996

./.

in mod evident așa cum reiese din antecalculația de preț economiile la cheltuielile materiale.

Norma de consum a materialelor directe folosite în procesul de recondiționare se stabilește prin calcule pe baza formulelor din literatura de specialitate /38,43,50,79/, avându-se în vedere gradul de uzură, lungimea porțiunii uzate și adăosul minia de prelucrare după încărcare. Astfel, pentru încărcarea suportului **Mielată**, greutatea sârmei topite se determină cu relația :

$$G_{st} = \frac{100 \cdot G_d}{100 - p} \quad (8.1)$$

unde :  $G_d = V_d \cdot \gamma = A_d \cdot l_d \cdot \gamma = \frac{\pi}{4} (d_i^2 - d_o^2) \cdot l_d \cdot \gamma$   
 -  $p = \sum p = 12\%$  (pierderi prin atropire și capete tăiate)

Materialele de adăos cele mai uzuale folosite la operațiile de încărcare prin sudare sînt : sîrme SLM2S - STAS.1126-71;  $CO_2$  cu puritatea 99,8 %; electrozi de încărcare STAS.7241-65; vergele pentru lipire tare - STAS.204-69; carbid tehnic STAS.102-60; oxigen industrial STAS.2031-64; pulberi metalice diverse (import), etc. Pentru toate aceste materiale se folosesc prețurile republicane în vigoare.

Consumul de energie electrică necesar la execuția nouă a unei piese de schimb se calculează tot pe baza datelor din fișa tehnologică de execuție a piesei, în care sînt prevăzute pentru diversele operații tehnologice mașinile unelte folosite, parametrii regimurilor de așchiere și norma de timp aferentă fiecărei operații.

Energia electrică consumată în procesul de recondiționare se stabilește cu relația :

$$W = W_i + W_p \quad (8.2)$$

unde :  $W_i = \frac{U_n \cdot I_n \cdot t_n}{1000 \cdot \eta \cdot 60}$  (energie consumată la încărcare)

$W_p$  - (energie consumată pentru prelucrări mecanice pe mașinile unelte din dotare)

În tabelul 8.3 se prezintă efectele economice ale recondiționării prin procedee de sudare a celor mai reprezentative piese de schimb de pe LDE și LE. Pentru unele din aceste piese în anexa 8.2 se prezintă fotografiile care evidențiază zonele uzate, încărcate prin diferite procedee și prelucrate apoi la cotele nominale în vederea re-folosirii. Eficiența economică a fost calculată la nivelul anului 1979, an în care s-a obținut la I.M.M.R. Craiova pe seama recondiționărilor prin diferite procedee și metode o producție globală la indicatorul recondiționări piese schimb de 72 milioane lei. După cum se observă, în graficul din fig.8.1 valoarea producției globale a recondiționării

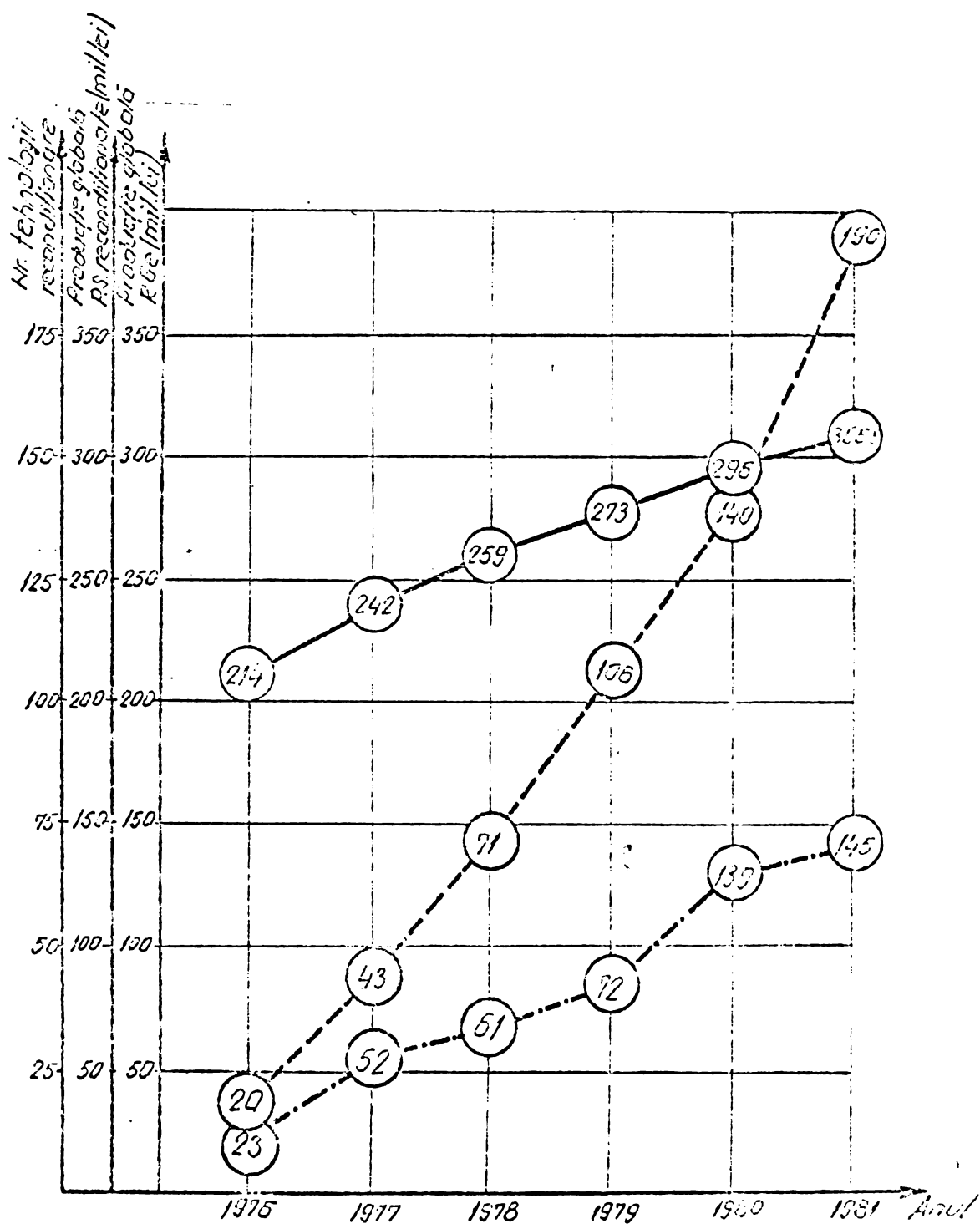


Fig. 8.1 Dinamica recondiționării pieselor de schimb de la LDE 2100 CP și LE 5100 kW în cîmpul 1975-1980 și perspectiva 1981 la IMM R Craiova

LEGENDA

- Productia globală RGe (mil. lei)
- - - Productia globală PS recondiționate (mil. lei)
- · - · Nr. tehnologii recondiționare aplicate

pieselor a crescut de la an la an, urmînd ca în anul 1980 această să crească considerabil. Aplicarea în producție a studiilor și cercetărilor privind extinderea gamei de piese recondiționate a condus la obținerea în semestrul I al acestui an a unei producții de 68 milioane lei (indicatorul producției globale piese schimb recondiționate) și a unei economii de metal de 566 to., existînd garanții ca planul și angajamentul asumat să fie realizat integral

### 8.2.- Reducerea costurilor de reparație a L.D.F. și L.E. prin recondiționarea pieselor de schimb

Dezvoltarea în ritm înalt a activității economice a întreprinderii, impune găsirea de soluții care să aibă ca efect lărgirea continuă a bazei interne de piese de schimb și materiale, gospodărirea cu maximă eficiență și atragerea în fluxul de reparații a tuturor materialelor și pieselor re folosibile, a acelora rezultate din dezmembrarea fondurilor fixe în scopul reducerii efective a cheltuielilor materiale, a diminuării eforturilor valutare și corespunzător a creșterii eficienței economice.

Întreprinderea dispune de importante resurse metalice rezultate din însăși procesele de producție, recuperarea și utilizarea lor integrală ca urmare a recondiționării diverselor piese rezultate din demontări, au condus în mod efectiv pe de o parte la reducerea costurilor totale și materiale, iar pe de altă parte ca efect al acestor reduceri, la creșterea producției nete.

Pentru a demonstra rezervele existente în întreprindere și modul în care, ele, au contribuit la reducerea costurilor de producție și în special a celor materiale - în condițiile în care volumul recondiționărilor a crescut de la o perioadă la alta - s-a întocmit tabela 8.4, luîndu-se ca bază modul în care recondiționările au condus la reducerea cheltuielilor materiale, a creșterii producției nete și productivității muncii pentru sortimentul RG.LDE. 2100 C.P.

- Din analiza datelor prezentate, rezultă o reducere a costurilor materiale pe cincinalul 1976-1980 cu circa 16 % într-un ritm mediu anual de 3,2 % și ca efect a acestor reduceri a crescut producția netă cu 16 % în același ritm mediu anual, iar rentabilitatea cu 54,4 %, ritmul mediu anual fiind de 11 %.

Realizarea indicatorilor de eficiență a fost posibilă ca urmare creșterii ponderii recondiționărilor în prețul de producție de peste 217 % într-un ritm mediu anual de 43 %, greutatea specifică a ponderii recondiționărilor situîndu-se la nivelul anilor 1977-78-79.

**Eficiența economică a recondiționării pieselor reprezentative, economiile anuale  
de metal și energie electrică**

**Tabela B.3**

Mr. Denumirea ort. piesei	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Total chelt. anuale ptr. exec. pie- noi (lei)	Total chelt. anuale pt. re- cond. piese (lei)	Eficiența economică anuală (lei)	Greut. totală netă a piese- lor noi (kg)	Greut. totală a met. de tal (kg)	Econo- mia anuală de ener- gie elec- trică (kWh)	Calitatea meta- lului recupe- rat	Econo- mia anuală de ener- gie elec- trică (kWh)	
1. Sustinător sabot stînga-dreapta	654.720	162.624	492.096	7.180	528	6.652	OL.42-LK STAS.500/2-68	64.722	
2. Pană superioară stînga-dreapta	384.400	95.400	289.000	2.952	1.800	1.152	OL.70 STAS.500/2-68	46.620	
3. Sustinător conduc- tă presiune	110.400	33.600	76.800	960	188	772	OL.37-1n STAS.500/2-68	46.800	
4. Suport distribu- ție	880.720	142.800	737.920	10.920	420	10.500	FO-20 STAS.568-67	25.704	
5. Ansamblul tampon	673.200	103.200	570.000	184.800	6.000	184.200	OL.42-LK STAS.500/2-68	74.520	
6. Ghidaj aparat de tracțiune	176.400	28.560	147.840	2.284	1.344	940	OT.50-1 STAS.600-65	10.282	
7. Carcasă MT-LDE.	1.480.200	22.944	1.457.856	72.000	1.440	70.560	OT.50-1 STAS.600-68	25.120	
8. Corp pompă auxil.	302.400	60.480	241.920	1.224	72	1.152	FO-20 STAS.568-67	3.582	
9. Cepec nisiparniță	103.680	30.960	72.720	1.584	36	1.548	ATS1-12 STAS.201/2-71	7.560	
10. Cepec chiulnă	221.760	55.296	166.464	2.108	86,4	2.101 <sup>6</sup>	ATS1-12 STAS.201-2-71	965	

./.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11. Ceper filtru	51.360	15.360	36.000	720	24	696	ATS-12 STAS.291/2-71		1.344
12. Suport bieletă MT.	207.000	32.040	174.960	2.268	57,6	2.210,4	OLC.25 STAS.880-66		4.979
13. Buton bieletă MT.	39.600	32.040	7.560	756	57,6	698,4	OLC.25 STAS.880-66		3.539
14. Conductă supraalimenterare M.D.	370.944	76.032	294.912	4.723	230	4.493	OL.37-1n STAS.500/2-68		12.730
15. Flanșe pentru conducte de esapare M.D.	36.480	11.040	25.440	1.728	9,6	1.718,4	OL.37-1n STAS.500/2-68		2.448
16. Arbore intermediar	30.360	10.032	20.328	390	13,2	376,8	OLC.25 STAS.880-66		2.006
17. Roetă dințată z=16	66.240	19.776	46.464	537,6	19,2	518,4	13CM-35 STAS.791-63		5.702
18. Roetă dințată z=20	353.280	70.560	282.720	710,4	19,2	691,2	13CM-35 STAS.791-63		6.067
19. Arbori rotoare mot. electrice aux.IE.	921.600	322.560	599.040	3.456	7,2	3.448,8	OLC.45 STAS.880-66		19.858
20. Ax rotor MT-LDE.	2.496.000	624.000	1.872.000	89.280	960	88.320	OLC.45 STAS.880-66		66.048
21. Ax rotor motor el. ventil. forțată LDE.	553.200	165.888	387.312	2.028	960	1.068	OLC.45 STAS.880-66		3.444
22. Ax rotor motor el. antr. compresor LDE.	1.056.000	211.200	844.800	2.706	66	2.640	OLC.45 STAS.880-66		4.435
23. Ax rotor motor el. pompă apă LDE.	360.000	90.000	250.000	1.056	60	996	OLC.45 STAS.880-66		3.204
24. Ax rotor motor el. pompă ulei LDE.	113.520	28.380	85.140	620	66	554	OLC.45 STAS.880-66		4.039
25. Rolă ridicătoare	24.000	16.320	7.680	1.056	7,2	1.048,8	Am.58 STAS.95-67		1.296

./.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
26. Suport portperie	399.600	99.360	300.240	1.368	180	1.188	Bz.14T STAS.197-68	19.368		
27. Cuzinot palier	13.087.500	1995.552	11.091.948	63.300	15.000	48.300	Bz.14T STAS.197-68	95.250		
28. Roți dințate de la pompa pt.ulei	216.000	43.200	172.800	1.051	21,6	1.029 <sup>4</sup>	30MOCM-20 STAS.791-63	7.776		
29. Ax mecanism. uns buza bendaș	9.600	2.880	6.720	384	40	336	OLC.45 STAS.880-66	3.024		
30. Roată dințată z=71	220.800	44.160	176.640	3.000	30	2.970	13CM-35 STAS.791-63	5.844		
<b>TOTAL (1979)</b>	<b>20.935.320</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>442.870</b>	<b>-</b>	<b>578.276</b>				



Astfel la nivelul tuturor sortimentelor de plan, volumul recondiționărilor s-a regăsit în creșterea producției nete și a productivității muncii în medie cu peste 13,9 %, respectiv 8,5 %. Dinamica recondiționării pieselor de schimb pe cincinalul 1976-1980 fiind re-dată în tabela 8.4.

Tabela 8.5

Ponderea tehnologiilor de recondiționare aplicate în 1979

Nr. art. de schimb LDE și LF.	Metoda de recondiționare a pieselor de schimb de la LDE și LF.	Nr. de tehnologii aplicate	Pondere tehn. (%)	Nr. de piese recond. (buc.)	Ponderea pieselor recondiționate	Prod. glob. piese recondiț. (mii lei)
0	1	2	3	4	5	6
1.	Incărcare prin procese de sudare și conexe	57	54,8	32.535	62,1	48.655
2.	Inlocuirea unei părți din piesă	15	14,4	6.130	11,7	9.150
3.	Folosirea compensatoarelor	17	16,4	8.032	15,3	10.260
4.	Prelucrări mec. la trepte de reparații	10	9,6	61	0,1	2.210
5.	Acoperiri electrolitice	5	4,8	5.643	10,3	2.370
TOTAL:		104	100,0	52.401	100,0	72.645

Ponderea tehnologiilor de recondiționare aplicate în 1980

0	1	2	3	4	5	6
1.	Incărcarea prin procese de sudare și conexe	80	56,80	45.829	63,90	93.497
2.	Inlocuirea unei părți din piesă	20	14,20	6.624	9,20	15.350
3.	Folosirea compensatoarelor	22	15,60	9.982	13,90	19.760
4.	Prelucrări mecanice la trepte de repar.	14	9,90	83	0,10	5.288
5.	Acoperiri electrolitice	5	3,50	9.231	12,90	5.217
TOTAL:		141	100,0	71.749	100,0	139.112

OBS: Ponderea se păstrează și în anii 1976, 1977, 1978.

**Dinamica reducerii opsturilor de reparatii la RG.LDE.2100 GP. Tabela nr.8.4**

Nr. INDICATORI crt.	U/M.	Ani					1980 prelim.	Indicii în lanț - %			
		1976	1977	1978	1979	1980		1976	1977	1978	1979
1. Nr. buo. RG. LDE.	nr.	134	143	153	165	37	100	106,7	114,1	123,1	129,9
2. Preț producție	lei	945.000	945.000	945.000	945.000	945.000	100	100,0	100,0	100,0	100,0
3. Costuri, din care:	lei	871.200	770.270	750.7320	751.230	749.200	100	88,4	87,3	86,2	86,0
- materiale	lei	587.700	551.400	541.670	532.270	531.000	100	93,8	92,1	90,6	90,3
4. Volum recondiț.	lei	55.750	81.270	99.220	120.060	121.000	100	145,7	177,9	215,3	217,0
5. Productia netă	lei	357.300	393.600	403.330	412.730	414.000	100	110,2	112,9	115,5	115,9
6. Productiv. - netă	lei/L	59.550	65.600	67.220	68.788	69.000	100	110,1	112,8	115,5	115,8
7. Chelt. 1000 lei	lei	855,6	815,1	805,0	795,0	792,8	100	95,3	94,0	92,9	92,7
-din care: mater.	lei	621,9	583,5	573,2	563,2	561,9	100	93,8	92,2	90,6	90,4
8. Pondere recond.	%	5,9	8,6	10,5	12,7	12,8	100	145,7	177,9	215,3	217,0
în preț prod.	%	16,9	22,7	24,2	25,8	26,1	100	134,3	143,2	152,7	154,4
9. Rentabilitate											
Realizarea indicatorilor de plan pe cincinalul 1976-1980 cu reșisiră influenței condiționărilor de piese de schimb											
1. Prod. marfă	mil lei	285.022	306.704	331.480	356.330	408.000	100	107,6	116,3	125,0	143,1
2. Prod. netă	"	97.535	121.056	133.481	143.472	165.200	100	124,1	136,9	147,1	169,4
3. Productivitate	lei/lucr.	64.338	79.850	82.907	86.953	91.780	100	124,1	128,8	135,1	142,7
4. Chelt. 1000 lei	lei	886,1	771,7	782,6	771,0	759,5	100	87,1	88,3	87,0	85,7
-din care: mater.	"	657,8	605,3	603,5	596,8	575,0	100	92,0	91,7	90,7	87,2

## CAP.9.- CONCLUZII FINALE SI CONTRIBUTII ORIGINALE

### 9.1.- Concluzii finale

Teza de doctorat cuprinde rezultatele studiilor și cercetărilor făcute de autor pe o perioadă de cca 12 ani în problema recuperării și recondiționării prin sudare a pieselor uzate de pe LDE. și LE. conceperea și realizarea unor instalații de încărcare prin sudare, experimentarea și optimizarea regimurilor de încărcare, cercetarea calității straturilor încărcate pentru recondiționare, elaborarea unui studiu de fiabilitate și mentenabilitate a LDE. pe care s-au montat componente recondiționate.

Pe baza lucrării expuse, a studiilor și a cercetării practice efectuate și a rezultatelor bune se pot trage următoarele concluzii și recomandări:

9.1.1.- Cu privire la procedeele de recondiționare și reparare a pieselor uzate de la LDE. și LE, se menționează că alegerea celor mai adecvate procedee este condiționată de respectarea unor factori care determină oportunitatea aplicării acestora în procesul de reparație și întreținere preventivă. Experimentarea procedeelelor pe baza factorilor prezentați în cuprinsul tezei, au permis autorului să aplice practic unele procedee productive la recondiționare prin sudare a pieselor uzate de la LDE. și LE., procedee care asigură pieselor încărcate o calitate corespunzătoare și o mărire a mentenabilității în exploatare a pieselor. Pe baza rezultatelor practice obținute, se recomandă ca procedeele de încărcare MAG, cu arc electric vibrator și cu pulberi metalice, care au fost cercetate și aplicate în procesul de reparații a LDE. și LE. de către autor, să fie generalizate și la alte întreprinderi cu profil similar, în depourile de exploatare feroviară precum și în alte ramuri industriale.

9.1.2.- Cu privire la mecanizarea operațiilor de încărcare pentru recondiționarea pieselor prin procedeele aplicate, se prezintă în cuprinsul tezei conceperea și realizarea unei instalații de încărcare în mediu de CO<sub>2</sub> prin folosirea unor soluții originale, adaptarea corespunzătoare a unui cap automat de încărcare vibroarc la un strung vechi și perfecționarea sistemului de reglare a turației în funcție de dimensiunile geometrice ale pieselor încărcate. Perfecționările instalațiilor experimentale și verificările practice privind siguranța acestora în funcționare, au permis dotarea sectorului de profil din cadrul I.M.M.R. Craiova cu utilaje specifice pentru recondiționarea prin sudare a pieselor.

Rezultatele tehnice și economice obținute prin folosirea instalațiilor le recomandăm pentru aplicare și în alte sectoare industriale, unde vor contribui la creșterea productivității muncii și îmbunătățirea calității depunerilor prin sudare.

9.1.3.- Cu privire la cercetarea calității depunerilor prin sudare, din cuprinsul tezei rezultă că în faze de experimentare practică a tehnologiilor de recondiționare a pieselor au fost depistate și clasificate defectele specifice acestor depuneri. Cercetările efectuate pentru determinarea calității straturilor depuse, au permis autorului să stabilească criteriile tehnico-economice de alegere a procedeelor, de control nedistructiv la încărcarea prin sudare a pieselor uzate. Procedeele de control cercetate și folosite în I.M.M.R.Craiova se recomandă pentru aplicare și în alte sectoare de întreținere și reparații a utilajelor.

9.1.4.- Cu privire la fiabilitatea și mentenabilitatea L.D.E. în exploatare, teza își aduce contribuția la elaborarea unui studiu în care s-a urmărit de către autor estimarea pe cale operațională a indicatorilor de fiabilitate și mentenabilitate a LDE. care au efectuat RG.II și pe care s-au montat piese de schimb recondiționate, stabilirea statistică a defectologiei pe tipuri de defecte, creșterea mentenabilității în exploatare a LDE. reparate prin reducerea timpului activ de mentenanță ca urmare a recondiționării pieselor. Pe baza studiului practic de fiabilitate și mentenabilitate, se menționează că aplicarea procedeelor de recondiționare prin sudare în cadrul sistemului de reparații al L.D.E. au condus la creșterea disponibilității locomotivelor în exploatare.

9.1.5.- Cu privire la eficiența economică a acțiunii de recondiționare a pieselor uzate de la LDE. și LE. în cuprinsul tezei se arată influența aplicării procedeelor de recondiționare la reducerea costurilor de producție și în special a celor materiale, la creșterea productivității muncii și realizarea indicatorilor de eficiență economică a întreprinderii. Autorul prezintă dinamica reducerii costurilor de reparație în cincinalul 1976-1980, realizarea indicatorilor de plan cu regăsirea influenței recondiționării pieselor de schimb.

Realizările economice deosebite obținute prin aplicarea în cadrul sistemului de reparații a procedeelor de sudare prezentate, aliniază conținutul tezei la cerințele actuale ale activității practice de reparație a locomotivelor în I.M.M.R.Craiova.

## 9.2.- Contribuții originale

Din cuprinsul tezei de doctorat rezultă următoarele contribuții originale :

9.2.1.- Studii și cercetări privind stabilirea soluțiilor și a tehnologiilor de reparare prin sudare a unor componente de la LDE. și LE. Elaborarea tehnologiilor de încărcare prin sudare a cca. 200 componente de la LDE. și LE., proiectarea dispozitivelor și elaborarea studiilor tehnico-economice de aplicare.

9.2.2.- Conceperea și realizarea unei instalații automate de încărcare prin sudare în mediu de CO<sub>2</sub> a pieselor uzate de pe LDE. și LE. cu soluții originale în ceea ce privește dispozitivul de prindere și de rotire a pieselor, pupitrul de comandă și schema electrică de comandă.

9.2.3.- Adaptarea unui cap automat de încărcare de tip NVE-301 la un dispozitiv de fixare în poziție a pieselor.

9.2.4.- Perfecționarea sistemului de răcire și amediu-lui de răcire, folosind o soluție de glicerină 15-20 % cu apă.

9.2.5.- Studiarea, experimentarea și aplicarea procedurii de încărcare prin sudare MAG. cu vibrarea și fără vibrarea arcului, la recondiționarea unor componente uzate de pe LDE. și LE.

9.2.6.- Cercetări privind optimizarea regimurilor de încărcare pentru fiecare piesă în funcție de forma geometrică, metalul de bază și rolul funcțional al acestora.

9.2.7.- Stabilirea metodologiei de lucru pe calculator a consumurilor de materiale, a manoperei pe meserii și încărcarea utilajelor.

9.2.8.- Elaborarea unui studiu de fiabilitate și menținabilitate a locomotivelor din exploatare care au efectuat RG.II în I.M.M.R. Craiova și pe care s-au montat componente recondiționate prin procedee de sudare.

9.2.9.- Cercetări experimentale în legătură cu posibilitățile de identificare a defectelor din depunerile prin sudare cu ajutorul ultrasunetelor, clasificarea defectelor depunerilor prin sudare și stabilirea criteriilor tehnico-economice de alegere a celui mai adecvat procedeu de control nedistructiv.

9.2.10.- Cercetarea structurală a depunerilor prin sudare pentru stabilirea calității straturilor încărcate la recondiționarea pieselor uzate de la LDE. și LE.

Pentru viitor se consideră necesar să fie rezolvate următoarele probleme:

- Continuarea cercetărilor și experimentărilor procedeelor de încărcare MAG. cu vibrație și fără vibrație arcului în vederea perfecționării pe mai departe a procedeelor și a tehnologiilor de încărcare la recondiționarea diferitelor piese uzate.

- Continuarea cercetărilor pentru omologarea și asimilarea unor capete automate și instalații de încărcare prin sudare vibroarc, pentru extinderea procedurii la recondiționarea pieselor uzate în sectoarele de întreținere și reparație a mașinilor, agregatelor, instalațiilor, etc. și în alte ramuri industriale.

- Extinderea procedurii vibroarc pentru încărcarea cu sîrmă-electrod cu pulberi metalice și electrod bandă.

- Cercetarea și asimilarea pulberilor metalice folosite la încărcările cu flăcără oxiacetilenică, în scopul reducerii efortului valutar și creșterea eficienței economice a acțiunii de recuperare și refolosire a pieselor uzate.

- Continuarea cercetărilor și elaborarea unor normative tehnice de calitate privind clasificarea defectelor din depunerile prin sudare, a influenței acestora asupra calității încărcărilor și a celor mai eficiente procedee de control defectoscopic nedistructiv.

- Continuarea cercetărilor pentru determinarea pierderilor masice la uzare abrazivă a pieselor recondiționate prin încărcare folosind procedee de sudare și conexe; cercetarea rezistenței la uzare pe mașini de încercat, ar contribui la eliminarea măsurilor care se iau în exploatare pentru determinarea proprietăților de frecare metal pe metal a pieselor încărcate (măsurarea uzurii după un parcurs echivalent cu cel al pieselor noi).

- Realizarea celor arătate mai sus și eventual a altor probleme care nu au fost menționate, vor permite o largă răspîndire în diferite ramuri industriale a procedeelor de încărcare de mare productivitate și eficiență, vor contribui la economisirea resurselor materiale, la reducerea consumurilor energetice și la obținerea unei înalte eficienței economice.

B I B L I O G R A F I E

- x x x** - Directivele Congr.al XII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la Dezvoltarea Economico-Socială a României în cincinalul 1981-1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990, București, Editura politică, 1979.
- CEAUSESCU, N.** - Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român. București, Editura politică, 1979.
- 1.- x x x** - Programul P.C.R. de fărîrire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism. București, Editura politică, 1975.
- 2.- CEAUSESCU, N.** - Expunere la Congresul Consiliilor oamenilor muncii din industrie, construcție și transporturi. București, Editura politică, iunie 1977.
- 3.- CEAUSESCU, N.** - Cuvîntare la consfătuirea cu cedrele de conducere din industrie, construcții, transporturi și agricultură. București, Editura politică, martie 1979.
- 4.- CEAUSESCU, N.** - Cuvîntare la Plenara comună a C.C. a P.C.R. și Consiliului Suprem al Dezvoltării Economice și Sociale a României. București, Ed. politică, iulie 1979.
- 5.- ALAIS, H.** - Procédés de soudage à l'arc plasma. Tiré à part du Bulletin 35, Genève, 1967.
- 6.- ARAMA, C.** - Terotehnica. București, Ed. Tehnică, 1976.
- 7.- AVRAM, I. și SALAGEAN, T.** - Procedee conexe sudării. București, Ed. Tehnică, 1968.
- 8.- BARON, T.** - Calitatea și fiabilitatea. București, Ed. Didact. și Pedag., 1976.
- 9.- BERTODO, R.** - Design of Large Diesels for Operational Reliability. Londra, Proc. 1970-71. Vol. 185, 31/71 I. Mech. E.
- 10.- BISIKER, I. ș.a.** - Role of analysis in commercial vehicle maintenance. In. FISITA XIV Congress, Londra, 1972.
- 11.- BLACKMAN, W.** - Maintenance and repair of military vehicles. In FISITA XIV Congress, Londra, 1972.
- 12.- BOARNA, C. ș.a.** - Procedee neconvenționale de sudare. Timișoara, Ed. Facla, 1980.
- 13.- BRADFIELD, H.** - Vehicle whole life cost prediction a purchase strategy. In FISITA XIV Congress, Londra, 1974.
- 14.- BRATESCU, O.** - Fizica plasmelor. București, Ed. Did. și Pedag., 1970.

- 15.- BRATESCU, V. ș.a. - Aplicarea analizei spectrografice a uleiului de ungere la urmărirea uzurii pieselor motorului LDE. București, Revista Căilor Ferate, 5, 1957.
- 16.- BUFFA, E. - Conducerea modernă a producției, Vol. I, II. (trad. din literatura americană). București, Ed. Tehnică, 1978.
- 17.- BUTY, L. - De l'influence de l'Après-vente sur la conception des véhicules. In: Ingénieurs de l'automobile, nr. 5, 1967.
- 18.- CEAUSU, I. - Organizarea și conducerea activităților întreprinderii. In: Revista de informatică, 1, 1975.
- 19.- CEAUSU, I. ș.a. - Organizarea și conducerea activităților de întreținere și reparații. București, Ed. Tehnică, 1980.
- 20.- CERNEA, N. - Reglementări privind repararea prin sudare a motoarelor diesel de pe LDE. In: Cursuri de perfecționare în domeniul sudării, vol. 10, 1971 - sub coordonarea prof. dr. doc. ing. Vl. Popovici.
- 21.- CERNEA, N. - Soluții constructive menite să îmbunătățească rezistența îmbinărilor sudate ale LDE. accidente în exploatare. In: Lucrările sesiunii "Rezistența îmbinărilor sudate, vol. II", Institut. Politehn. Iași, 1973.
- 22.- CERNEA, N. - Instalație de încărcare prin sudare, în mediu de CO<sub>2</sub> a pieselor uzate de pe L.D.E. și L.E. In: "Lucrările sesiunii tehnico-științifice a IPTV. Timișoara, 1979.
- 23.- CERNEA, N. - Tehnologia de încărcare prin sudare în mediu de CO<sub>2</sub> a pieselor de pe LDE. și LE. In: Lucrările sesiunii tehnico-științifice a I.P.T.V. Timișoara, 1979.
- 24.- CRAIU, V. - Verificarea ipotezelor statistice. București, Ed. Did. și Pedag., 1972.
- 25.- DRUJININ, G.V. - Siguranța în funcționare a sistemelor. București, Ed. Tehnică, 1968.
- 26.- ESIBIAN, E. - Plasma-Arc Equipment, MIR Publishers, Moscow, 1973.
- 27.- GHEDENKO, B.V. ș.a. - Metode matematice în teoria siguranței. București, Ed. Tehnică, 1968.
- 28.- GROSU, I. - Metoda drumului critic. București, C.E.P.E.C.A., 1973.
- 29.- HOANGA, V. - Motoare Diesel de tracțiune feroviară. Edit. I.P. Timișoara, 1972.
- 30.- ISAC, C. ș.a. - Cartea tehnică a LDE. vol. I, II. București, CDPT-M.F.Tc., 1973.



- 31.- **IVANCEENKO, A.** - Studii și cercetări asupra încercării pieselor cu vibrație și aplicațiile industriale ale procedurii. I.P.T.V. Timișoara, Teză de doctorat, 1974.
- 32.- **JURAN, M.F.,  
GRYNA, P.M.** - Calitatea produselor. București, Ed. Tehnică, 1973.
- 33.- **JARDINE, A.** - Maintenance, replacement and reliability-Londra-New York, Ed. Pitman, 1973.
- 34.- **KAUFMANN, A.** - Metode și modele de cercetări operaționale. București, Ed. Științifică, 1967.
- 35.- **KIBBLEWHITE, G.** - British Railways diesel electric locomotives-reliability and cost maintenance. In: The Reliability of Diesel Engines and its Impact on cost, Londra, I.Mech. E., 1972.
- 36.- **KOONTZ, C.** - The evolution of a customer conscious concept of reliability. In: The Reliability of Diesel Engines and its Impact on cost, Londra, I.Mech. E., 1972.
- 37.- **Kazakov, N.F.** - Difuzionaria svarka materialelor. Moskva, Mașinostroenie, 1976.
- 38.- **LUPESCU, I. ș.a.** - Sudarea sub strat de flux, în baie de zăură și în medii de gaze protectoare. București, Ed. Tehnică, 1968.
- 39.- **MALITA, M.** - Aurul cenușiu, vol. III; Cibernetică și sisteme. Cluj, Ed. Dacia, 1973.
- 40.- **MARIN, N.** - Eficiența economică a întreținerii preventive. București, CEPECA, 1969.
- 41.- **MARCU, V.** - Metalizarea prin pulverizare. București, Ed. Academiei, 1963.
- 42.- **MANGIUREA, O. și  
RANCU, N.** - Siguranța în funcționare a produselor electrotehnice, analizate prin metode statistico-matematice. București, Ed. Tehnică, 1965.
- 43.- **MIKLOSI, C. ș.a.** - Sudarea metalelor. București, Ed. Tehnică, 1965.
- 44.- **MIKLOSI, V. ș.a.** - Sudarea prin topire a oțelurilor aliate. București, Ed. Tehnică, 1970.
- 45.- **MIHOC, Gh. și  
PIRESCU, D.** - Statistică matematică. București, Ed. Did. și Pedag., 1966.
- 46.- **MITROI, C. ș.a.** - Tehnologia recondiționării pieselor uzate. București, Ed. Tehnică, 1968.
- 47.- **MOCANU, D.R.** - Perspectivele aplicării procedurilor noi de sudare la reparațiile materialului rulant. București, Revista Căilor Ferate, 8, 1965.

- 48.- MOCANU, D.R. - Examinarea sudurilor cu ajutorul razelor gama. București, Probleme feroviare, 1956.
- 49.- MOCANU, D.R. ș.a. - Controlul sudurilor cu ajutorul ultrasunetelor. București, I.D.T., 1965.
- 50.- MOCANU, D.R. și BUGA, M. - Calculul prețului de cost al îmbinărilor sudate. București, Probleme feroviare, 1956.
- 51.- MORARASCU, P. - Activitatea de întreținere și reparații. București, CEPECA, 1969.
- 52.- MORARESCU, P. - Proiectarea sistemelor de întreținere preventivă. București, CEPECA, 1974.
- 53.- MULLER, W. - Zur Messung der schweisdaten beim Impulslichtbogenschweissen. Revista "Schweisstechnik" (RDG) nr. 7, 1970.
- 54.- NADASAN, St. ș.a. - Incercarea metalelor. București, Ed. Academiei, 1966.
- 55.- NADASAN, St. ș.a. - Oboseala metalelor. București, Ed. Tehnică, 1962.
- 56.- NANU, A. - Tehnologia materialelor. București, Ed. Did. și Pedag., 1972.
- 57.- NAZAROV, S.T. - Defectoscopia nedistructivă a metalelor (traducere din limba rusă). București, Ed. Tehnică, 1964.
- 58.- NEGREANU, A. - Curs de locomotive și automotoare electrice și diesel. Timișoara, Litogr. I.P., 1956.
- 59.- NICOLAEV, G.A. ș.a. - Specialnîie metodî svarki. Moskva, Mașinostroenie, 1975.
- 60.- PATCHEVICI, I.R. - Nacotorîe voprosî primeneniea vibrodugovoi naplavchi. Revista "Automaticescaea Svarca" nr. 12, 1966.
- 61.- PAMASKO, H. ș.a. - Anwendung des Kurz sprüh und pulsierenden Lichtbogens beim W.I.G. und MAG-Schweissen. Revista "Praktiker" nr. 7, 1971.
- 62.- POLLARD, A. și ROVOIRE, C. - Fiabilité et statistique previsionnelles, la methode de Weibull. Editions Eyrolles, 1971.
- 63.- POPESCU, C. - Uzuri la locomotive diesel. București, CDPT.-MTTc., 1968.
- 64.- POPOVICI, E. - Organizarea științifică a reparației locomotivelor în sistemul lucrului cu agregate de schimb. București, Revista Căilor Ferate, 3, 1969.
- 65.- POPOVICI, Vl. și IVANCENKO, A. - Utilajele sudării electrice. București, Ed. Did. și Pedag., 1968.
- 66.- POPOVICI, Vl. și CERNEA, N. - Recondiționarea prin sudare a unor componente de la LDF și LE. In: Lucrările sesiunii de comunicări tehnice ale IPTV. Timișoara, 1979.

- 67.- **POPOVICI, Vl. și CERNEA, N.** - Cercetări experimentale privind calitatea straturilor încărcate pentru recondiționarea unor piese din industria materialului rulant. In: *Metaliurgia*, 3, 1980.
- 68.- **POPOVICI, Vl.** - Tendințe noi în modernizarea și construcția surselor pentru sudarea în mediu de CO<sub>2</sub>. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării. Vol. I, 1971, idem. 20.
- 69.- **POPOVICI, Vl. și SARLAU, C.** - Influența impurităților din CO<sub>2</sub> și a curenților de aer asupra calității sudurii. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării. Vol. 5, 1971, idem 20.
- 70.- **POPOVICI, Vl. și MILOS, L.** - Organizarea și dotarea locului de muncă al sudorului. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării, vol. 11, 1973, idem 20.
- 71.- **POPOVICI, Vl.** - Schema de organizare și tendințe noi în construcția secțiilor de structuri sudate. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării, vol. 11, 1973, idem 20.
- 72.- **POPOVICI, Vl. și NEGOITESCU, S.** - Unele particularități ale surselor pentru sudarea în mediu de gaze protectoare. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării. Vol. 5, 1971, idem 20.
- 73.- **POPOVICI, Vl.** - Tendințe noi în construcția utilajelor de sudare sub flux, în mediu de gaze protectoare și baie de zgură. Cursuri de perfecționare în domeniul sudării, vol. 1, 1971, idem 20.
- 74.- **POTIRCA, T.** - Organizarea și conducerea activității de întreținere și reparații. București, C.D.I.-M.A.G.F., 1975.
- 75.- **RADUCU, V.** - Întrebări și răspunsuri privind organizarea întreprinderii. București, Ed. politică, 1978.
- 76.- **RIKALIN, N.N.** - Rasciotî teplovîh proteosov pri svarche Moscva, Ed. Maghiz, 1971.
- 77.- **RUMSISKI, L.Z.** - Prelucrarea matematică a datelor experimentale (traducere din limba rusă). București, Ed. Tehnică, 1974.
- 78.- **RUSSU, C.** - Abordarea sistemică a întreprinderilor socialiste. București, Revista Economică, 5, 1975.
- 79.- **SALAGEAN, T.** - Sudarea cu arc electric. Timișoara, Ed. Facia, 1977.
- 80.- **SALAGEAN, T.** - Fenomene fizice și metalurgice la sudarea oțelurilor cu arc electric. București, Ed. Academ. 1963

- 81.- SALAGEAN, T. - Sudarea: materiale, procedee, echipamente, Construcția de mașini, 5, 1975.
- 82.- SEFERIAN, D. - Metallurgie de la sudură. Paris, Durod, 1959.
- 83.- SMITH, A.A. - Characteristics of the schart circuiting CO<sub>2</sub> shielded Arc. Revista "British Welding Jurnal" nr.11, 1963.
- 84.- SURGEAN, I. - Electrozi, fluxuri și sîrme de sudare. Timișoara, Ed. Facla, 1976.
- 85.- SONTEA, S. și CERNEA, N. - Posibilități de economisire a metalului prin recondiționarea pieselor din industria de material rulant. Sesiune de comunicări a I.I.S. Pitești, 1979.
- 86.- SARLAU, C. - Sudarea verticală cu arc în mediu de bioxid de carbon cu adaos de oxigen și argon cu formarea dirijată a cusăturii. I.P.T.V. Timișoara, Teză de doctorat, 1970.
- 87.- TEODORISCU, T.T. și a. - Imbinări sudate. București, Ed. Tehnică, 1967.
- 88.- TIRON, T. - Teoria erorilor de măsurare și metoda celor mai mici pătrate. București, Ed. Tehnică, 1972.
- 89.- TRUSCULESCU, M. - Studiul metalelor. București, Ed. Didact. și Pedag. 1971.
- 90.- TURBUT, Gh. - Locomotive electrice, vol. I. București, CDPT.-MTTc., 1971.
- 91.- TIGHILIU, M. și a. - Locomotive diesel, vol. I, II. București, CDPT-MTTc. 1972,
- 92.- VAS, A. și a. - Aplicațiile industriale ale plamei termice. Timișoara, Ed. Facla, 1979.
- 93.- WASSERMAN, R. - How to save millions by reducing inventories of spare parts. Ed. Castolin-Futectic, New-York, 1971
- 94.- WUICH, W. - Perkussionsschweissen. Revista "Schweiss-technik" nr.10, 1971.
- 95.- ZAGANESCU, I. - Locomotive și automotoare cu ardere internă. București, Ed. Didact. și Pedag., 1968.
- 96.- ZAMFIR, Gh. - Mecanizarea și automatizarea recondiționării pieselor uzate de la tractoare și automobile în URSS. București, Inst. Doc. Tehnică, 1965.
- 97.- ZAMFIR, Gh. și a. - Cercetări privind stabilirea parametrilor de lucru la încărcarea pieselor prin vibrocontact. In: Studii și cercetări privind mecanizarea agriculturii, 2, 1965.

- 98.- x x x - Lutte contre l'usure dans l'industrie par l'entretien preventif par soudage. Leusanne, Institut Castolin-Eutectic, Symposium industriel transports Roumanie, 1976.
- 99.- x x x - Preventive maintenance. Technical and economic aspects of preventive maintenance welding. Leusanne, Institut Eutectic-Castolin, 3, 1974.
- 100.- x x x - Instrucția de reparat LDE. 2100 CP. București, CDPT-MTTC., 1972.
- 101.- x x x - Metoda conducerii sistemice. București, Ed. Stiințifică, 1974.
- 102.- x x x - STAS. 10.307-75-Fiabilitatea produselor industriale. Indicatori de fiabilitate.
- 103.- x x x - STAS. 8174/2-77 - Mentenabilitate. Terminologie.
- 104.- x x x - STAS. 8174/3-77 - Disponibilitate. Terminologie.
- 105.- x x x - Instrucția de exploatare pentru LDE. de 2100 C.P. București, Ed. M.T.Tc., 1961.
- 106.- x x x - Spravocinic, Naplavca metallov. Moscow, Ed. Maşinostroenie, 1966.
- 107.- x x x - L'entretien et les reparations dans les pays en voie de développement. Rapport du Colloque tenu à Duisburg (RFA) et organisé par l'ONUDI. Nations Unies, New York, 1972.
- 108.- x x x - Tehnologia de recondiționare a semicuzineților radiali la motorul Diesel. Referat tehnic I.S.I.M. Timișoara, 1980.
- 109.- x x x - Studii de fiabilitate. ICPTCM. București, 1973-1975.
- 110.- x x x - Analiza fiabilității în sectorul transportului; importanța acesteia pentru activitățile de întreținere, cercetare și dezvoltare. Standardisierung, R.D.G. nr. 1/2, 1972.
- 111.- x x x - Culegere de referate de la Simpozionul privind fiabilitatea în transporturile feroviare. Praga, aprilie, 1975.
- 112.- CERNEA, M. - Materialele folosite și uzura pieselor de la LDE și LE în exploatare. Referatul Nr. 1 prezentat în cadrul activității de doctorand. Timișoara, IPTV. Fac. de Mecanică, sept. 1977.

- 113.- CERNEA, N. - Incărcarea prin sudare în CO<sub>2</sub> a pieselor uzate de la locomotive. Idem 112. Timișoara, IPTV. Fac. de Mecanică, febr. 1978.
- 114.- CERNEA, N. - Recondiționarea prin încărcare vibroarc a pieselor uzate de la locomotive. Idem 112. Timișoara, I.P.T.V. Fac. de Mecanică, sept. 1978.
- 115.- CERNEA, N. - Incărcarea pieselor cu pulberi metalice cu flacără oxiacetilenică. Idem 112. Timișoara, IPTV. Fac. de Mecanică, ianuarie, 1979.
- 116.- PANAITI, V. - Statistica tehnică și fiabilitate. Partea II-a. Inst. Politehnic, București, 1978.
- 117.- CALABRO, S.R. - Reliability principles and practices. Mc. Graw-Hill Book Company, New York, 1972.

NOTATII POLOSITE

- A** = suprafață (arie);  
 = amper;  
 = tip de defect;
- B** = lățimea băii de sudură;  
 = constantă;
- C** = cost materiale de recondiționare;  
 = carbon;
- D** = diametru;  
 = disponibilitate;  
 = dispersia timpului de funcționare;
- E** = modul de elasticitate;  
 = f.e.m. a sursei de încărcare;
- F** = forță normală;  
 = forță de tracțiune;  
 = funcție de repartiție a timpului de funcționare;
- G** = greutate;
- H** = adâncimea de topire;
- HRC** = duritate Rockwell pe scara C;
- HV<sub>10</sub>** = duritate Vickers cu 10 kgf;
- I** = curent electric;
- I<sub>s</sub>** = curent de sudare (încărcare);
- J** = joule;
- K** = coeficient;  
 = constantă de material;
- L** = lungimea de presare;
- L** = lungimea băii;
- LDE** = locomotivă Diesel electrică Co-Co de 2100 CP.,  
 seria 060-DA;
- LE** = locomotivă electrică Co-Co de 5100 kW, seria  
 060-EA;
- MD** = motor Diesel tip 12-LDA-28 de la LDE;
- MT** = motor diesel de tracțiune de la locomotivă;
- MTRF** = media timpului de bună funcționare;
- MTR** = media timpului de reparație;
- N** = plan anual de recondiționare;
- OL** = oțel carbon laminat;
- OLC** = oțel carbon de calitate;
- P** = forță de presare;

- = preț piesă recondiționată;
- = putere;
- P<sub>a</sub>** = puterea arcului electric;
- R** = funcția de fiabilitate;
- = rezistență electrică
- = rază;
- R<sub>a</sub>** = rezistența electrică a arcului;
- R.C.** = reparație curentă;
- R.G.** = reparație generală;
- R.R.** = reparație cu ridicarea de pe osii;
- R.K.** = reparație capitală;
- R.T.** = revizie tehnică;
- S** = strângere;
- = retribuție orară;
- = pantă;
- T** = timp;
- = temperatură în °C;
- U** = tensiunea electrică;
- = uzură;
- U<sub>a</sub>** = tensiunea arcului;
- UIC** = Union Internationale des Chemins de Fer
- V** = volt;
- = volum de uzură;
- W** = energia electrică consumată;
- Z** = rata de defectare;
- = axă de coordonate;
- = forța de tracțiune la obadă a LDE;
- X** = axă de coordonate;
- Y** = axă de coordonate;
- a** = adaos de prelucrare;
- d** = diametru;
- = distanță;
- de** = diametrul electrozilor;
- e** = baza logaritmilor naturali;
- exp.** = exponențială;
- f** = coeficient de frecare;
- = frecvență;
- = densitatea de probabilitate în funcționare;
- g** = gram;
- = accelerația gravitațională;
- h** = oră;



- = supraînălțarea depunerii;
- i** = interval între treptele de reparații;
- = raport de transmisie;
- k** = constantă;
- = coeficient;
- l** = lungimea arcului electric;
- ld** = lungimea depunerii;
- ln** = logaritm natural;
- log** = logaritm zecimal;
- m** = metru;
- = media timpului de funcționare;
- = masa;
- n** = normă de consum materiale;
- = populația de produse;
- p** = presiune de strivire;
- = pierderi;
- = perimetru;
- ppm** = părți pe milion
- r** = rază;
- S** = grosimea stratului superficial obosit;
- = pasul încărcării;
- = grosimea stratului de metal depus;
- t** = tonă;
- = timp;
- = temperatură în °C;
- t<sub>s</sub>** = timp de sudare;
- u** = uzură;
- v** = viteză;
- w** = viteza de avans a sârmei electrod;
- z** = axă de coordonate;
- x** = axă de coordonate;
- = lungime;
- y** = axă de coordonate;
- α** = parametru;
- = coeficient unghiular;
- = coeficient de dilatare;
- = unghi;
- χ<sub>t</sub>** = coeficient de topire;
- χ<sub>d</sub>** = coeficient de depunere;
- β** = parametru de formă;
- = unghi;

- $\gamma$  = greutate specifică;
  - = unghi;
- $\delta$  = parametru de fiabilitate;
  - = strângerea ajustajului;
- $\varepsilon$  = alungirea specifică;
- $\mu$  = coeficient;
  - = rata reparațiilor;
  - = mili (a mia parte dintr-o unitate);
- $\eta$  = randament;
  - = parametru de fiabilitate;
- $\sigma$  = parametru;
  - = abatere medie pătratică;
- $\sigma_r$  = rezistența la rupere;
- $\sigma_c$  = limita de curgere;
- $\tau$  = timp;
- $\alpha$  = unghiul de atac al particulelor abrazive;
- $\lambda$  = parametru;
  - = rata defectărilor;
- $\Gamma$  = funcție Euler de speșea 1;

A N E X E

**PIESE REPREZENTATIVE DE PE LDE. CARE SE RECONITIONEAZA**

**ANEXA 4.1**

**PRIN METODA TREPTELOR DE REPARATII**

Mr. Denumirea ort. piesei	Cod	Desen	Diametrul nominal	Treapta I-a	Diametrul la: Treapta II-a	Treapta III-a	Preluarea mo- oanică prin:
	2	3	4	5	6	7	8
1. Arborele cotit al motorului Diesel	4.301.000	D.102-68	Ø205 <sup>-0</sup> 0,04	Ø204 <sup>-0</sup> 0,04	Ø202 <sup>-0</sup> 0,004	Ø200 <sup>-0</sup> 0,04	rectificare
2. Cămaşa cilindrului de la motorul Diesel	4.200.042	D.201-98/1	Ø280 <sup>+0</sup> 0,052	Ø280,5 <sup>+0</sup> 0,052	Ø281 <sup>0</sup> 0,052	-	alesare+ honuire
3. Piston motor Diesel 12-LDA-28	4.304.040	D.104-04	Ø279,4 <sup>+0</sup> -0,05	Ø279,9 <sup>+0</sup> -0,05	Ø280,4 <sup>-0</sup> 0,05	-	Execuţie nouă
4. Arbore turbosuflantă de alimentare a MD.	4.600.012	D.001-10	Ø65 <sup>-0</sup> -0,01	Ø64,8 <sup>-0</sup> -0,01	Ø64,6 <sup>-0</sup> -0,01	Ø64,4 <sup>-0</sup> -0,01	rectificare
5. Lagăr axial pentru turbosuflantă	4.600.026	D.320-00	Ø65 <sup>+0</sup> 0	Ø64,8 <sup>+0</sup> 0	Ø64,6 <sup>+0</sup> 0	Ø64,4 <sup>+0</sup> 0	alesare
6. Lagăr radial pentru turbosuflantă	4.600.032	D.300-00	Ø70 <sup>+0</sup> 0	Ø69,8 <sup>+0</sup> 0	Ø69,6 <sup>+0</sup> 0	Ø69,4 <sup>+0</sup> 0	alesare
7. Arbore cotit pentru compresor LDE.	7.001-021	D.102-34	Ø58 <sup>-0</sup> -0,013	Ø57,75 <sup>0</sup> -0,013	Ø57,5 <sup>0</sup> -0,013	-	rectificare
8. Cilindru joasă pre- siune compres.LDE.	7.001.002	D.303-17	Ø125 <sup>+0</sup> +0,010	Ø125,5 <sup>+0</sup> +0,010	Ø126 <sup>+0</sup> +0,010	-	alesare+ honuire
9. Cilindru înaltă pre- siune compres.LDE.	7.001.003	D.303-18	Ø100 <sup>+0</sup> +0,020	Ø100,5 <sup>+0</sup> +0,020	Ø101 <sup>+0</sup> +0,020	-	alesare+ honuire

**PIESELE REPREZENTATIVE DE PE LDE.SI LE.CARE SE  
RECONDITIONEAZA PRIN METODA COMPENSATOARELOR**

<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumirea piesei re- condiționate</b>	<b>Cod piesă</b>	<b>Desen</b>	<b>Dimensiunile bușei compensatoare</b>
1.	Scut motor el.pentru antrenare compresor LDE.	5.096-015	D.202-79	Presare bușe Ø109/Ø98/x37
2.	Scut motor el.pentru ventilație MT.-LDE.	5.090.007	LD-043	Presare bușe Ø107/Ø98x30
3.	Balancier superior boghiu LDE.	3.037.001	D.101-15	Presare bușe cu gu- ler Ø91/Ø71x36
4.	Bară amortizor sus- pensi osie LDE.	3.031.003	D.201-12	Presare bușe Ø48,5/Ø35x19
5.	Taler superior sus- pensi boghiu LDE.	3.031-001	D.101-11	Presare bușe Ø50,5/Ø35x31
6.	Butuc rezervor com- bustibil(acoperiș)	6.925.021	L3-133	Presare bușe Ø42xØ32x23
7.	Corp supapă reținere instalație pneumatică	7.005.001	L2-152	Fretare bușe Ø41xØ30x10 din OL.50
8.	Scut carcasă motor electric ventilație motoare de tracțiune LE.	-	P.37.078	Presare bușe Ø78/Ø70x22 din OL.50
9.	Scut carcasă motor electric ventilație blocuri redresare LE.	-	P.35987	Presare bușe Ø106/Ø98x26,5 din OL.50
10.	Scut carcasă motor electric antrenare com- presor LE.	-	P.11430	Presare bușe Ø130xØ118x44 din OL.50
11.	Bară tracțiune LE.	-	D.208-64	Presare bușe Ø57/Ø50x20 din OLT.35

ANEXA 4.3PIESE REPREZENTATIVE DE PE LDE.SI LE.CARE SE RECONDITIONEAZA  
PRIN METODA INLOCUIRII UNEI PARTI DIN PIESA

Nr. crt.	Denumirea piesei recondiționate	Cod	Desen	Partea din piesă care se înlocuiește
1.	Traversă aparat de tracțiune	8.300.004	L2-35	Se înlocuiesc plăcuțele de uzură din oțel manganos.
2.	Tija aparatului de tracțiune	8.300.014	L2-36	-idem-
3.	Capac chiulasă	4.210.071	D.101-99	Se înlocuiește zona centrală uzată cu o bușe care se sudează pe contur.
4.	Piston motor diesel	4.304.000	D.104-04	Inlocuirea gulerului uzat cu altul nou care se fretează și se prelucrează la dimensiunile nominale
5.	Bucse transmisie regulator mecanic	4.502.003	D.302-57	Inlocuire plăcuțe dure uzate
6.	Ghid supapă admisie-evacuare	4.210.021	D.302-42	Inlocuire ghid uzat și presare în chiulasă
7.	Suport distribuție motor diesel	4.401.001	D.201-75	Inlocuire zonă uzată prin adaos sudat
8.	Teavă tije distribuție	4.401.050	D.206-56/ I	Se înlocuiește zona uzată cu țevă OLT.35
9.	Bară cuplă transv. LE.	-	D.208-41	Inlocuire parte uzată, sudare și cromare
10.	Capac superior cilindru de frână	7.049.010	FK.89-10-01	Se înlocuiește bușa Ø92,5x20
11.	Cot eşapare motor diesel	6.922.020	D.102-68	Se înlocuiește elementul elastic
12.	Taler arc boghiu LDE.	3.142.004	D.301-38	Inlocuire țevă uzată
13.	Cutie angrenaj LDE.	3.900.021	D.001-41	Se înlocuiesc seminelele uzate
14.	Triunghi față cuplă transversală I,II,III,IV.	3.077.001	D.001-06	Se înlocuiește zona deformată

**PIESELE DE SCHIMB REPREZENTATIVE, CARACTERISTICILE TEHNICE SI  
PROCEDURELE DE INCARCARE PRIN SUDARE FOLOSITE LA RECONDITIONA-  
REA ACESTORA**

Pe baza unor studii și experimentări practice au fost aplica-  
te în procesul de RR. și RG. a LDE. și LE., la recondiționarea pieselor  
uzate următoarele procedee de recondiționare prin sudare:

**1.- Procedee prin topire cu arc electric**

**1.1.- Incărcarea manuală cu electrozi metalici înveliti**

Tabela 1

Nr. crt.	Cod	Denumirea pie- sei recondi- ționate	Materialul de bază din care este executată piesa	Uzuri sau defecte caracte- ristice	Bucăți	
					pe lo- co- mot.	re- con- di- țion.
0	1	2	3	4	5	6
1.	3.200.004	Ghidaj suspensie sabot	OL.42-1K STAS.500/2-68	Uzură accen- tuată la Ø60	24	6
2.	3.205.002 3.205.003	Suținător sabot stg.-drpt.	OL.42-1K STAS.500/2-68	Uzura bulonu- lui pe teată lungimea	24	4
3.	4.100.097	Pană superioară stînga-dreapta	OL.70 STAS.500/2-68	Uzură a fețe- lor laterale	14	3
4.	4.210.055	Suținător con- ductă de pre- siune	OL.37-1n STAS.500/2-68	Uzura canalu- lui de susți- nere a con- ductei	12	3
5.	8.305.001	Taler tampon	OL.32-1K STAS.500/2-68	Uzuri și gri- paje în cana- lele de ghiare	4	1
6.	8.305.004	Limitator roti- re	OL.37-1n STAS.500/2-68	Uzuri și gripa- je pe fețele laterale	8	2
7.	L2-518	Ghidaj aparat de tracțiune	OT.50-1 STAS.600-65	Uzură în loca- șul de ghidare	2	2
8.	BL.201-05	Bridă de la sus- pensiă osiei	R2.STAS. 2883/2-70	Uzura în inte- riorul bordu- rii	8	5
9.	5.020.001	Carcasă motor de tracțiune	OT.50-1 STAS.600-65	Uzură pe fețe- le laterale și interioare	6	0,1
10.	5.020.014	Scut parte co- lector motor de tracțiune	OT.50-1 STAS.600-65	Uzură interioa- ră la cotele de presare rul- ment	6	0,1
11.	4.600.010	Coroană cu aju- taje	Fo-20 STAS.568-67 și X5CrNi 189 (import)	Ruperi ale pa- letelor direc- toare	1	0,1

0	1	2	3	4	5	6
12.	6.902.051	Corp pompă auxiliară combustibil	Fc-20 STAS.568-67	Uzură la Ø45x 35 mm.	1	0,1

1.2.- Incărcarea manuală

Tabela 2

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Mat.de bază din care este confecț.piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți	
					pe re-loc.	re-cond.
0	1	2	3	4	5	6
1.	2.385.001	Capac nisipar	ATSi-12 STAS.201/2-71	Uzură sau rupe-ri ale urechilor de prindere	8	3
2.	P-32596	Capac lampă semnalizare	AT.Si-12 STAS.201/2-71	Ruperi ale găurilor de prindere	4	1
3.	4.708.035	Corpul supapei	AT.Si-12 STAS.201-2-71	Uzura canalului pentru garnitură	1	0,1
4.	6.521.003	Cazan interior agregat vapor	X5CrNi-189 W-4301	Fisuri sau crăpături	1	0,1
5.	6.922.020	Piesă de dilatație cot eșapare mot.Diesel	X5CrNi-189 (import)	Fisurarea elementilor de dilatare	1	0,1
6.	4.800.727	Capac filtru	AT-Si-12 STAS.201/2-71	Uzură la gaura capacului	1	0,1

1.3.- Incărcarea automată în mediu protector de CO<sub>2</sub> cu electrozi fuzibili

Tabela 3

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Materialul de bază din care este confecț.piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți	
					pe re-loc.	re-cond.
0	1	2	3	4	5	6
1.	3.143.005	Suport bieletă pt. suspensia motor tracțiune	OLC.25 STAS.880-66	Uzură pe circumferință la Ø 38 mm.	12	2
2.	3.143.007	Buton bieletă pt. suspensia motor electric de tracțiune	OLC.25 STAS.880-66	Uzură pe circumferință la Ø38 mm.	12	2
3.	3.001.206	Saibă pentru roata montată	OL.37-1n STAS.500/2-68	Uzură interioară la Ø 175 mm.	12	6
4.	4.810.003	Piesă intermediară eșapare motor Diesel	OL.37-1n STAS.500/2-	Uzură la Ø162mm. pe lung.de 37mm.	2	0,5



0	1	2	3	4	5	6
5.	4.810.015	Flanșe ptr.conducta de supraalimentare motor	OL.37-1n STAS.500/2-68	Uzură interioară la $\varnothing$ 177 mm.	2	0,5
6.	8.220.005	Carcasă superioară frână	OL.42-1K STAS.500/2-68	Uzură circulară la interior $\varnothing$ 56 mm.	2	0,1
7.	8.220.003	Surub frână de mână	OL.42-1K STAS.500/2-68	Uzură pe suprafața de contact cu carcasa	2	0,1
8.	Bf1-18050	Suport cu ax scaun conductor	OL.37-1n STAS.500/2-68	Uzură la $\varnothing$ 30 mm	2	2
9.	3.010.008	Guler pentru lagărul osiei	R2.STAS. 2883/2-70	Uzuri și gripage la $\varnothing$ 207 mm.	12	1
10.	4.406.001	Arbore intermediar	OLC.25 STAS.880-66	Uzură la $\varnothing$ 36 mm.în zona de antrenare	1	0,2

1.4.- Incărcarea automată în arc electric vibrator cu protecție de CO<sub>2</sub>

Tabela 4

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Materialul de bază din care este confecț.piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți	
					pe re-com. diț.	re-con. diț.
0	1	2	3	4	5	6
1.	4.403.001	Arbori de reglaj	OL.42-1K STAS.200/2-68	Uzură la $\varnothing$ 25 mm.	2	0,3
2.	6.902.023	Roată dințată de la pompa aux.de ungere	13-CN-33 STAS.791-63	Uzură în zona de antrenare la $\varnothing$ 25 mm.	1	0,1
3.	6.902.053	Roată dințată de la pompa aux.de combustibil	13-CN-33 STAS.791-63	Uzură în zona de antrenare la $\varnothing$ 20 mm.	1	0,1
4.	6.521.000	Arbore pompă de apă agregate Vapor	13-C-130 STAS.3583-64	Uzură la $\varnothing$ 16 mm.	1	0,1
5.	P.36167	Arbore rotor mașini electrice răcire motoare de tracțiune	OLC.45 STAS.880-60	Uzură la $\varnothing$ 30 mm.	6	2
6.	P.32-405	Arbore rotor mașini electrice aux.răcire blocuri de redresoare	OLC.45	Uzură la $\varnothing$ 45 mm.	6	2
7.	P.34921	Arbore rotor electric antrenare compresor	OLC.45 STAS.880-60	Uzură la $\varnothing$ 50 mm.	6	2

1.5.- Incărcarea automată prin metalizare

Tabela 5

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Materialul de bază din care este confecț. piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți	
					pe re- lo- com. diț.	re- con- diț.
0	1	2	3	4	5	6
1.	5.020.059	Ax rotor motor electric de tracțiune	OLC.45 STAS.880-60	Gripare în zona pinionului de antrenare a roții motoare	6	0,1
2.	5.096.004	Ax rotor motor electric antrenare compresor	OLC.45 STAS.880-60	Gripare în zona de sprijin a lagărelor	1	0,1
3.	5.093.003	Ax rotor motor electric pompă de apă	OLC.45 STAS.880-60	Gripare în zona de sprijin a lagărelor	1	0,01
4.	5.105.003	Ax rotor motor electric pompă de ulei și combustibil	OLC.45 STAS.880-60	Gripaje în zona de sprijin a lagărelor	1	0,01
5.	7.001.021	Arbore cotit pentru compresor	OLC.45 STAS.880-60	Ovalizarea fusului la $\varnothing$ 58 mm.	1	0,01

2.- Procedee prin topire cu flacără oxiacetilenică2.1.- Incărcarea manuală folosind vergele metalice

Tabela 6

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Materialul de bază din care este confecț. piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți	
					pe re- lo- co- di- mot. țion.	re- con- di- țion.
0	1	2	3	4	5	6
1.	2.550.115	Roată ridicătoare	Am.58 STAS.95-67	Uzuri și gripaje la $\varnothing$ 60mm.	2	2
2.	5.020.114	Suportți portperie	OLC.15 STAS.880-66	Uzură la $\varnothing$ 24 mm.	12	0,2
3.	5.020.223 5.020.260	Cuzinet palier	Bz.14-T STAS.197-68	Uzuri în planul de separație și pe guler	6	2
4.	L3-1630	Piuliță stelată	Am.58 STAS.95-67	Uzuri pe fețele laterale	6	2
5.	5.309.1388	Contact fix contactor EF.100L și EF.200 L.	CuE 1/2 t. STAS.270-62	Uzura plăcuțelor de contact	21	7
6.	5.309.1388	Contact mobil contactor EF.100 L și 200 L.	CuE 1/2 t. STAS.270-62	Uzura plăcuțelor de contact	21	7

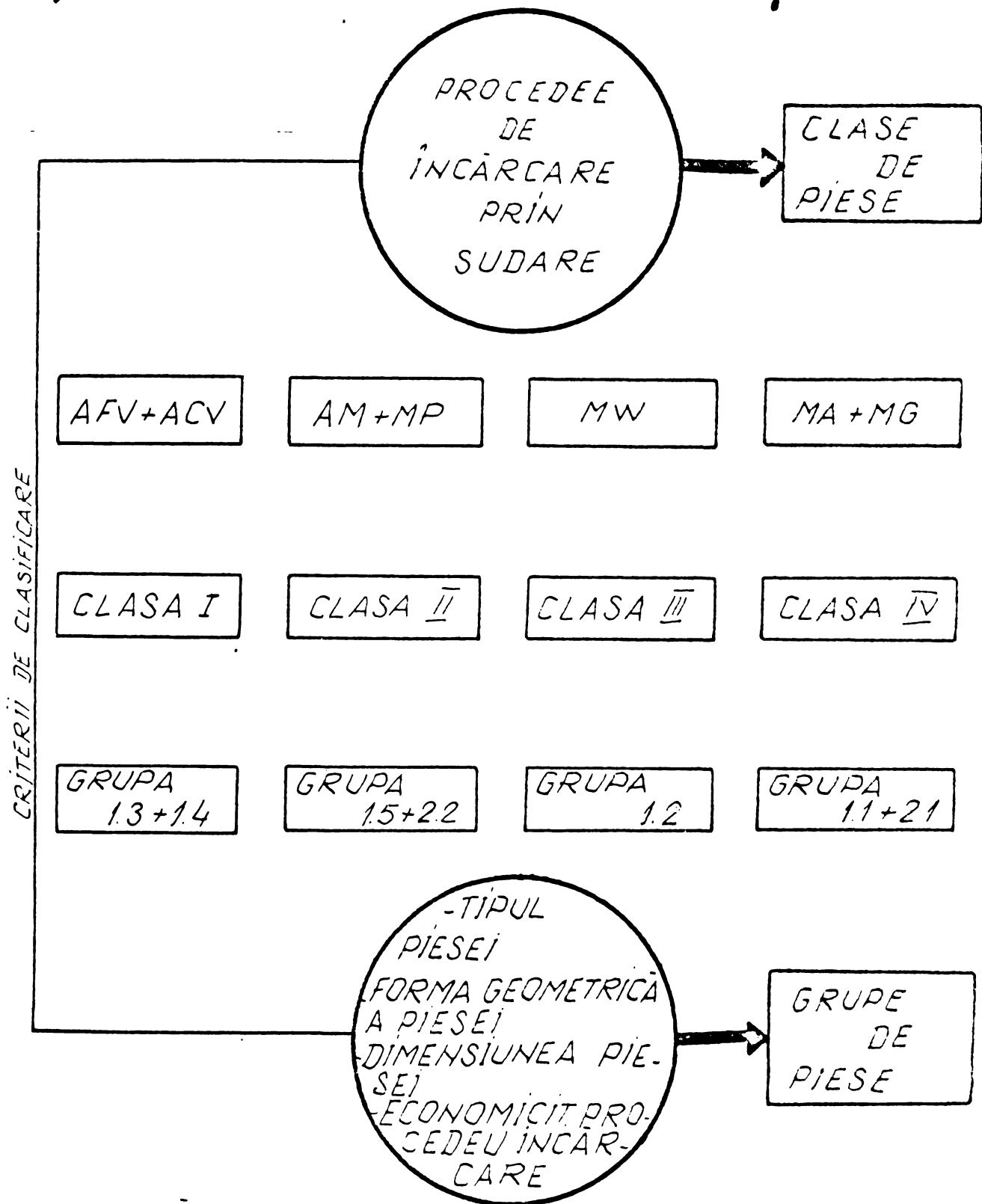
0	1	2	3	4	5	6
7.	4.100.067	Capac filetat G2-1/2"	Am.58 STAS.95-67	Deteriorarea exagonului la S=27	1	0,2

2.2.- Incărcarea manuală prin depunerea pulberilor metalice  
de tip Castolin

Tabela 7

Nr. crt.	Cod	Denumirea piesei recondiționate	Materialul de bază din care este confecț. piesa	Uzuri sau defecte caracteristice	Bucăți pe re- lo- co- di- mot. țion.
0	1	2	3	4	5 6
1.	4.701.001	Roți dințate de la pompa principală de ungere a motorului Diesel	30MoCH 20-1 STAS.791-63	Uzura fusurilor metalizate	2 0,1
2.	4.201.020	Ventil de admisie și evacuare	H.3 (import)	Uzură în zona de contact cu scaumul chiu-lasei	24 0,2
3.	4.210.021	Bucse de conducere	28MoCA69 STAS.791-63	Incărcare la Ø38 ptr. compensarea uzurii alezaj.	24 0,2
4.	3.201.002	Bucșe	Bz.14T STAS.197-68	Uzură interioară la Ø 90 mm.	24 8

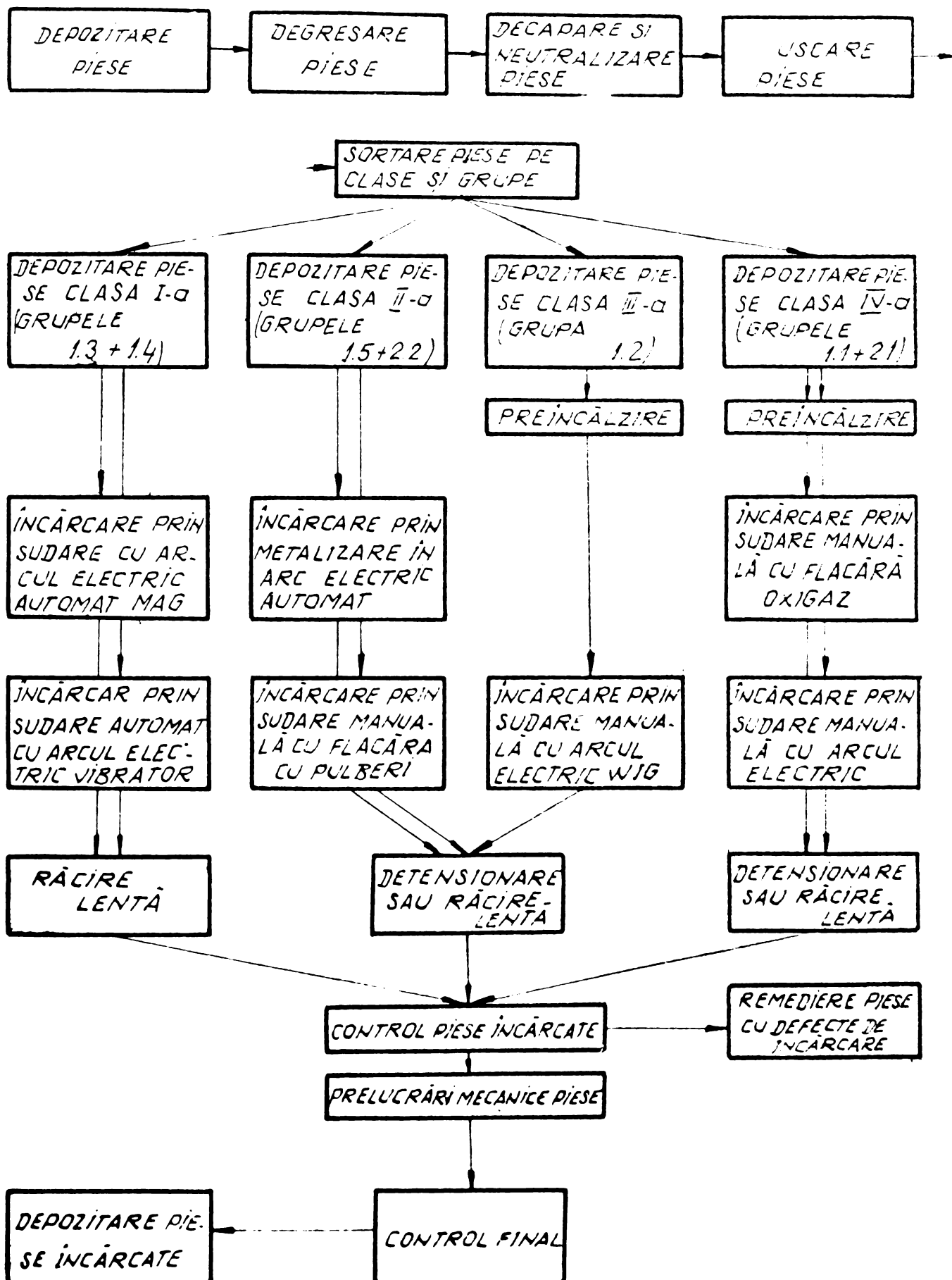
# CLASIFICAREA PIESELOR PE CLAS. SI GRUPE IN VEDEREA RECONDITIONĂRII



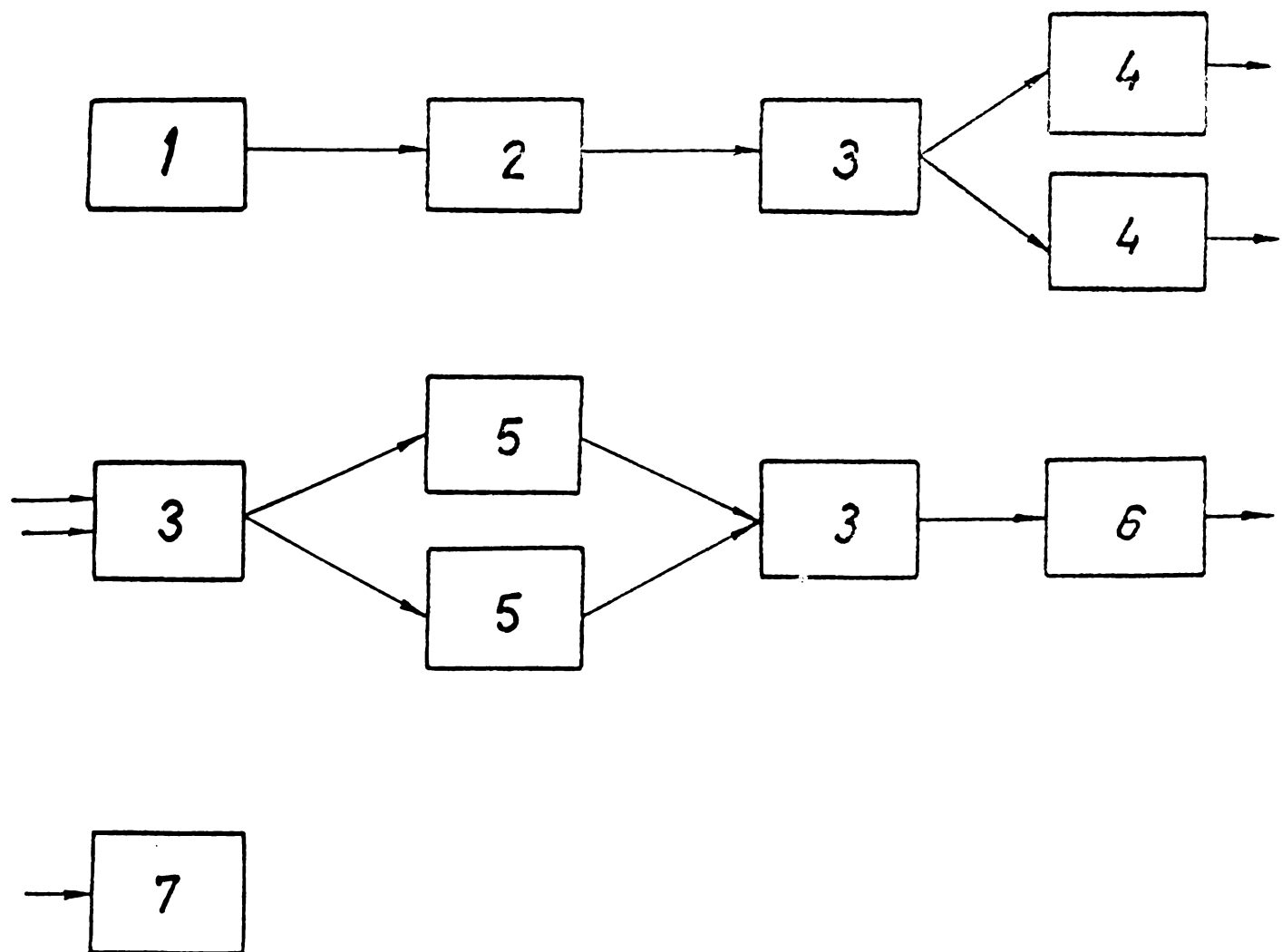
## LEGENDĂ:

- AFV - procedeu de încărcare prin sudare cu arc electric automat
- ACV - procedeu de încărcare prin sudare automată cu arc electric vibrator
- AM - procedeu de încărcare automat prin metalizare în arc electric
- MP - procedeu de încărcare manuală cu flacără folosind pulberi metalice
- MW - procedeu de încărcare prin sudare manuală WIG.
- MA - procedeu de încărcare prin sudare manuală cu arc electric
- MG - procedeu de încărcare prin sudare manuală cu flacără oxigen
- 1.3; 1.4; 1.5; 2.2, - clasificare conform anexei 4.4
- 1.2; 1.1; 2.1 - clasificare conform anexei 4.4

# FLUX TEHNOLOGIC GENERAL DE RECONDITIONARE A PIESELOR UZATE



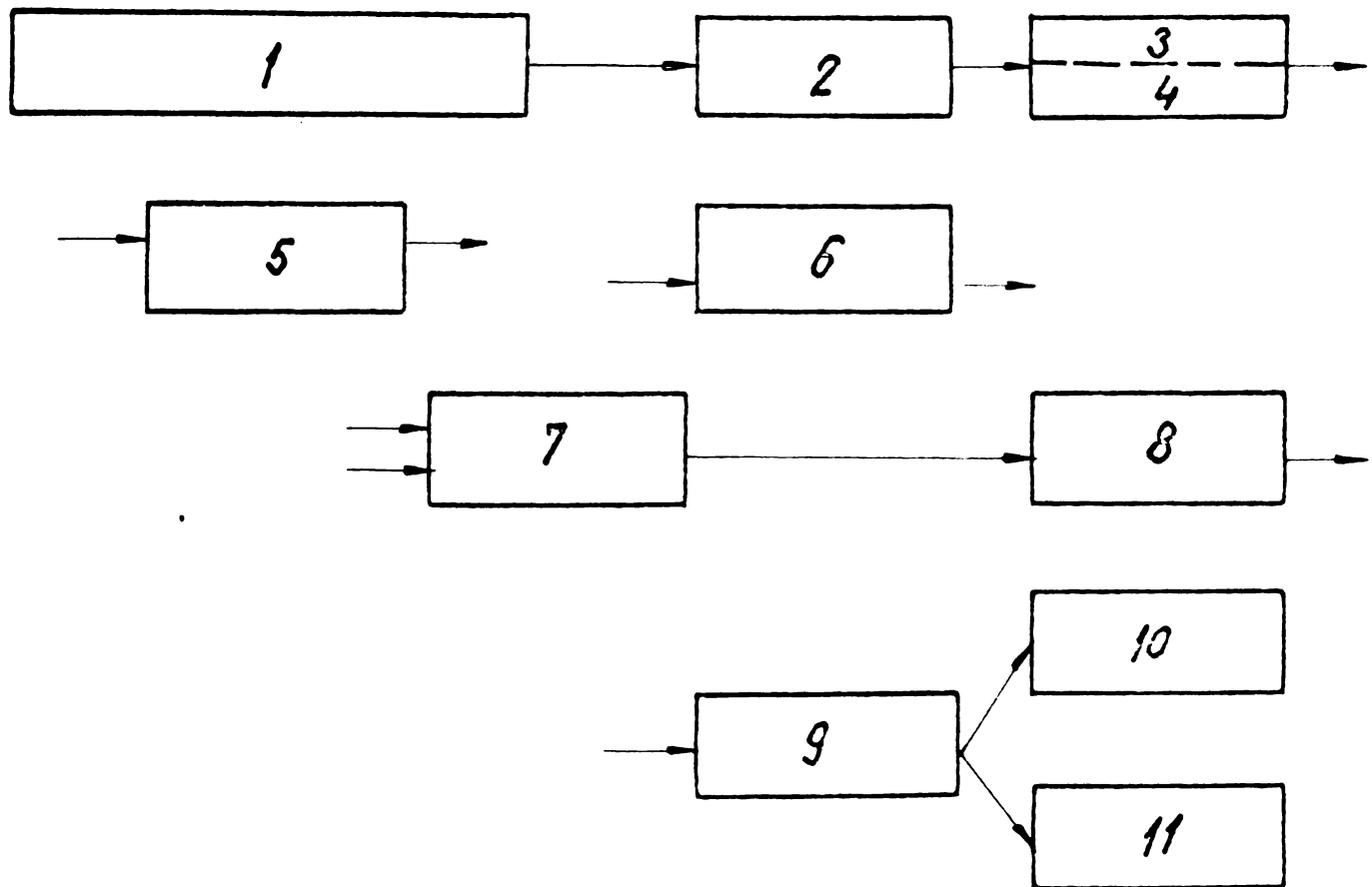
## LINIE TEHNOLOGICĂ GENERALĂ DE PREGĂTIRE PIESE PENTRU RECONDIȚIONARE



### LEGENDA:

- |   |                                   |     |   |
|---|-----------------------------------|-----|---|
| 1 | Spațiu depozitare piese pe palete | Buc | 1 |
| 2 | Instalație degresare              |     | 1 |
| 3 | Bazin spălare                     |     | 3 |
| 4 | Bazin decapare                    |     | 2 |
| 5 | Bazin neutralizare                |     | 2 |
| 6 | Camera uscare cu aeroterme        |     | 1 |
| 7 | Spațiu sortare piese              |     | 1 |

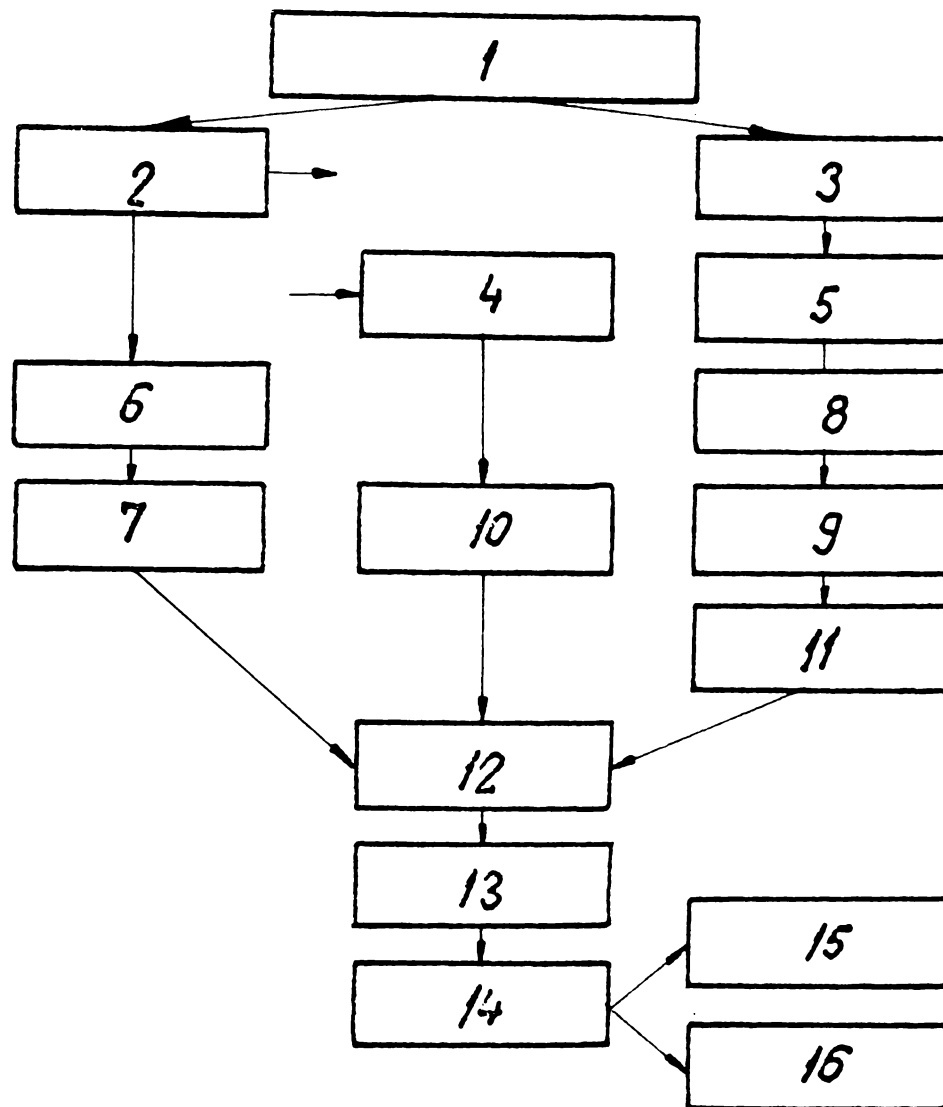
## LINIE TEHNOLOGICĂ DE ÎNCĂRCARE PRIN SUDARE A PIESELOR DIN CLASA I-a (grupele 1.3 + 1.4)



### LEGENDA:

- 1 - Linie tehnologică generală de pregătire piese
- 2 - Spațiu depozitare piese sortate în grupe
- 3 - Polizor fix
- 4 - Polizor portabil
- 5 - Instalatie de încărcare în mediu de CO<sub>2</sub>
- 6 - Instalatie de încărcare cu arc vibrator
- 7 - Atelier prelucrări mecanice
- 8 - Punct control defectoscopic nedistructiv
- 9 - Punct control final
- 10 - Spațiu depozitare piese încărcate
- 11 - Spațiu depozitare piese cu defecte de încărcare în vederea remedierii

LINIE TEHNOLOGICĂ DE ÎNCĂRCARE PRIN SUDARE  
A PIESELOR DIN CLASA II-a (grupele 1.5+2.2) ȘI  
CLASA III-a (grupa 1.2)

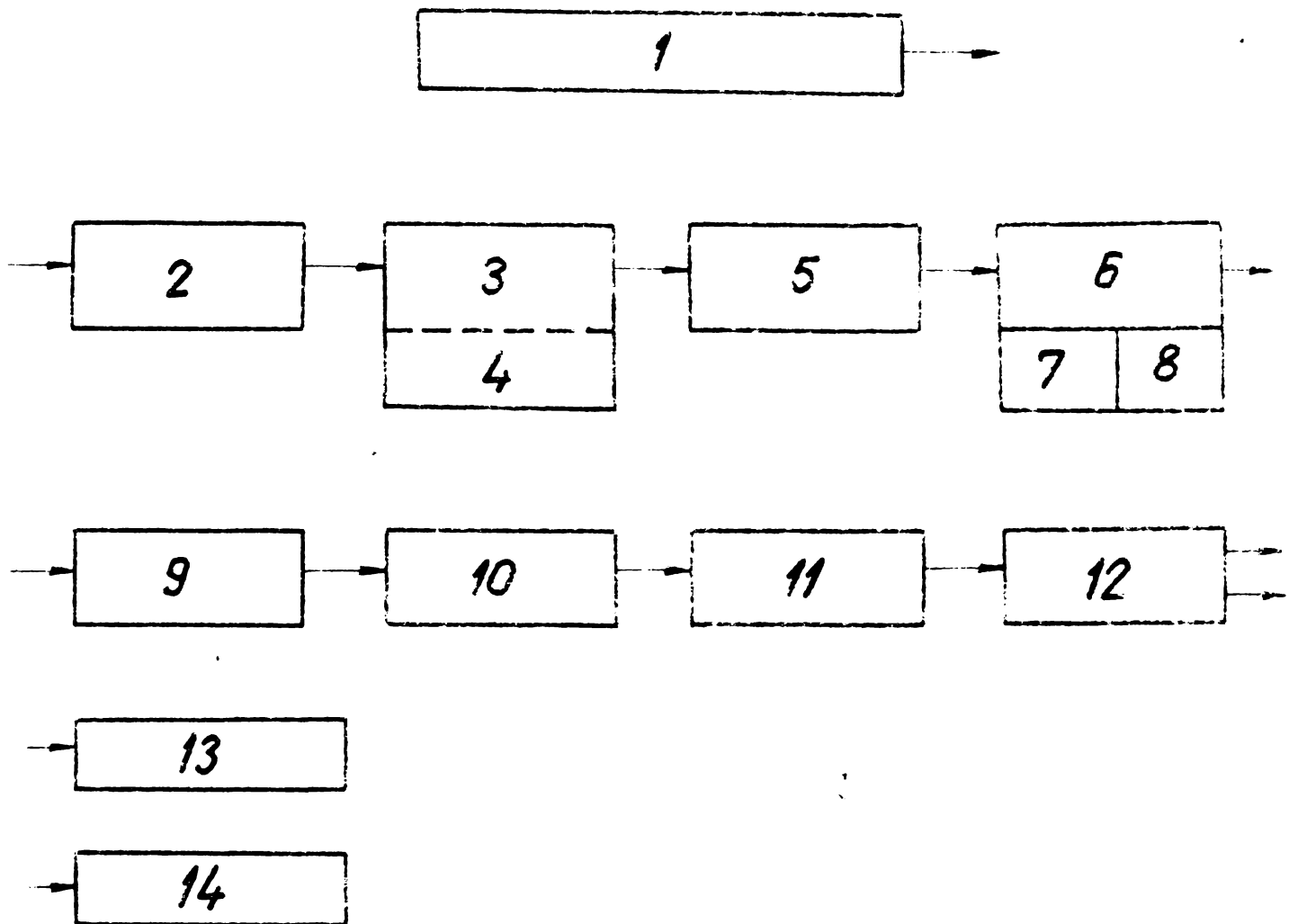


### LEGENDA

1. Linie tehnologică generală de pregătire piese
2. Spațiu depozitare piese sortate în grupele 1.5+2.2
3. Spațiu depozitare piese sortate în grupa 1.2
4. Pulizor portabil
5. Cuptor preîncălzire
6. Dispozitiv de pregătire prin sablare și corindonare
7. Instalatie de metalizare cu arc electric
8. Instalatie de sudare ISA 300
9. Masă pentru sudare manuală
10. Utilaje de încărcare cu pulberi metalice
11. Cuptor - defensionare și răcire lentă
12. Punct control defectoscopic nedistructiv
13. Atelier prelucrări mecanice
14. Punct control final
15. Spațiu depozitare piese încărcate
16. Spațiu depozitare piese cu defecte de încărcare în vederea remedierii



## LINIE TEHNOLOGICĂ DE ÎNCĂRCARE PRIN SUDARE A PIESELOR DIN CLASA IV<sup>a</sup> (grupele 1.1+2.1)



### LEGENDĂ:

- 1 Linie tehnologică generală de pregătire piese
- 2 Spațiu de depozitare piese sortate în grupe pe pereți
- 3 Polizor fix
- 4 Polizor portabil
- 5 Cuptor preîncălzire
- 6 Masa de sudare manuală
- 7 Sursa CSC 315
- 8 Sursa CSC 500
- 9 Cuptor de relaxare și răcire lentă
- 10 Punct control cu lichid penetrant
- 11 Atelier prelucrări mecanice
- 12 Punct control final
- 13 Spațiu de depozitare piese încărcate
- 14 Spațiu de depozitare piese cu defecte de încărcare în vederea remedierii

Denumirea produsului nou:  
Suport bieleță reconșionat

Denumirea produsului etalon:  
Suport bieleță

ANTECALCULATIA DE PREȚ  
(pentru produsul nou și corelarea  
cu produsul etalon, pe bază de  
costuri)

Nr. R.133 Data: ...

Rentabilitatea medie pe  
...

Articole de calculație	Produs etalon (actualizat)		Produs nou		reșiduu din CC2)
	%	Lei/UM	%	Lei/UM	
Materii prime și materiale directe, din care:	x		x	5,055	x
- semifabricate și servicii din cooperare				-	-
- mat. prime și materiale din import				-	-
cheseuri recuperabile (se scad)	x		x	-	x
Contribuții directe	x		x	24,40	x
Impozit și C.A.S. pentru contribuții directe				8,23	
				-	
Cheltuieli cu funcționarea și întreținerea utilajelor				-	
Chelt. generale ale secției			83,2%	21,20	
I. COST DE SECȚIE	x		x	55,94	x
Cheltuieli generale ale întreprinderii			4,20%	2,81	
II. COST DE UZINA	x		x	68,75	x
Cheltuieli de desfacere				-	
Cheltuieli cu activitatea de „SERVICE”				-	
III. COST COMPLET DE PRODUCTIE	x		x	68,75	x
Subansamble exceptate de la calculul venit. net cuprins în prețul de producție)	x		x	-	x
COST COMPLET DE PRODUCTIE minus subansamblele exceptate de la calculul VENITULUI NET)	x		x	-	x
IV. VENIT NET cuprins în preț. de producție), din care:				-	
- prelevarea din valoarea producției nete	x	x	x	-	x
Cheltuieli contabilitare:	x		25%	24,21	
V. NET DE PRODUCTIE (costul)	x	68	x	68,75	x
Impozit pe circ. mărfurilor				-	
VI. NET DE LIVRARE	x		x	-	x
Costul (costul comercial)				-	
VII. PREȚ CU AMANUNTUL	x		x	-	x

CC) 25-1-2  
Forma: A4

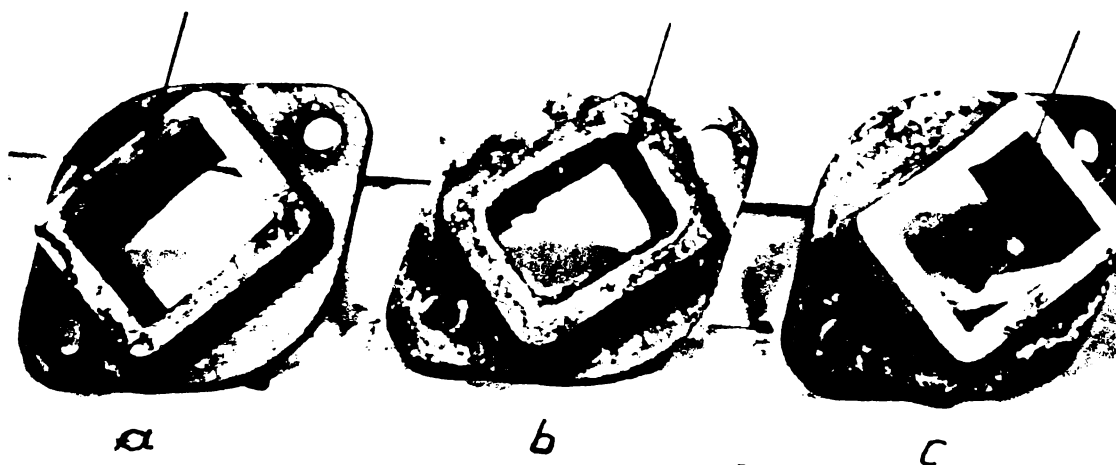
*B. Desfășurătorul de materii prime și materiale directe*

Denumirea	Cod	U.M.	Prețul unitar (Lei)	Temeiul legal al prețului	Costuri pentru produsul etalon pe U.M.		Costuri pentru produs nou pe U.M.		
					Consum specific	Valoarea	in cond. întreprinderii producătoare		costuri specifice
							consum specific	valoarea	
îrmă SIM2S	-	lei	5,115	-	-	-	0,154	0,238	-
CO <sub>2</sub> (gaz)	-	lei	0,0113	-	-	-	450	5,025	-
<i>Total</i>								5,923	
<i>Cheltuieli apr. 2,5%</i>								0,132	
								<u>6,055</u>	

*C. Desfășurătorul retributiei directe*

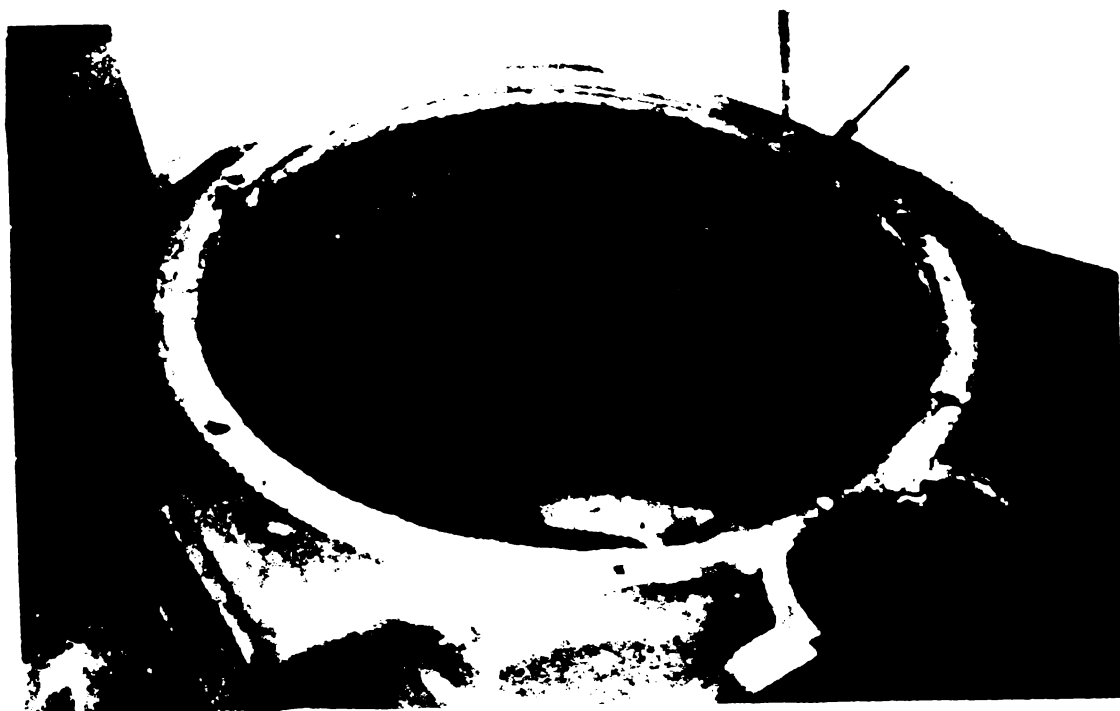
Secția (operația) care participă la realizarea produsului	Produs etalon					Produs nou			
	Ore	Tarif mediu Lei/oră	Valoarea	Cheltuieli comune ale secției		Ore	Tarif mediu Lei/oră	Valoarea	Costuri specifice
				%	Valoarea				
Secția I	-	-	-	-	-	2	12 <sup>20</sup>	24,40	-
Impozit 16,5%	-	-	-	-	-	-	-	4,03	-
<i>Total</i>								28,43	
<i>CAS 15%</i>								4,25	
<i>Total</i>								<u>32,68</u>	

Fotografiile pieselor reprezentative de pe L.D.E. și L.E. care se recondiționează prin procedee de sudare și conexe sudării.

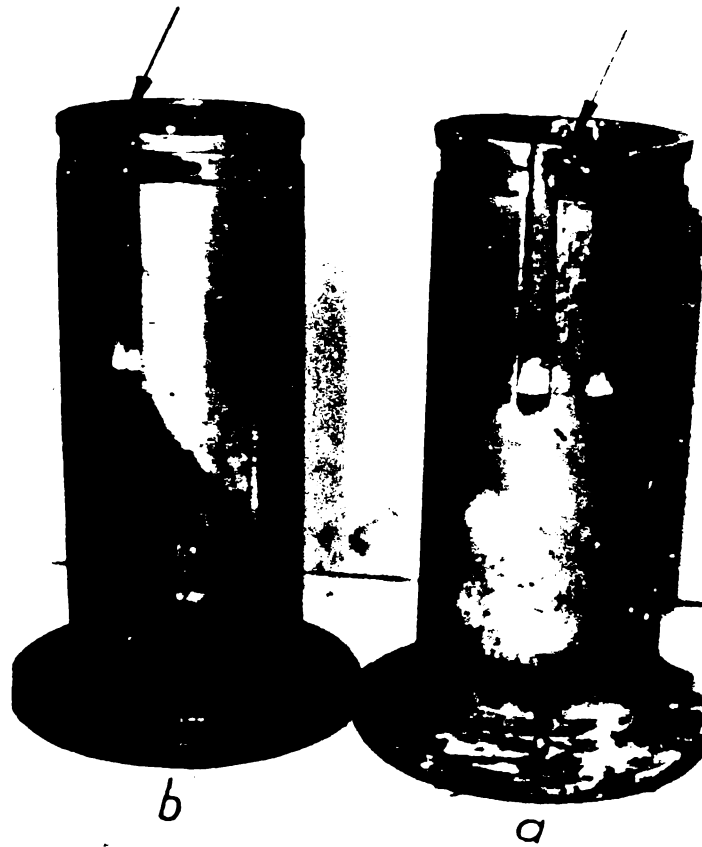


- Ghidaj aparat de tracțiune LE. recondiționat prin încărcarea suprafețelor uzate în exploatare.

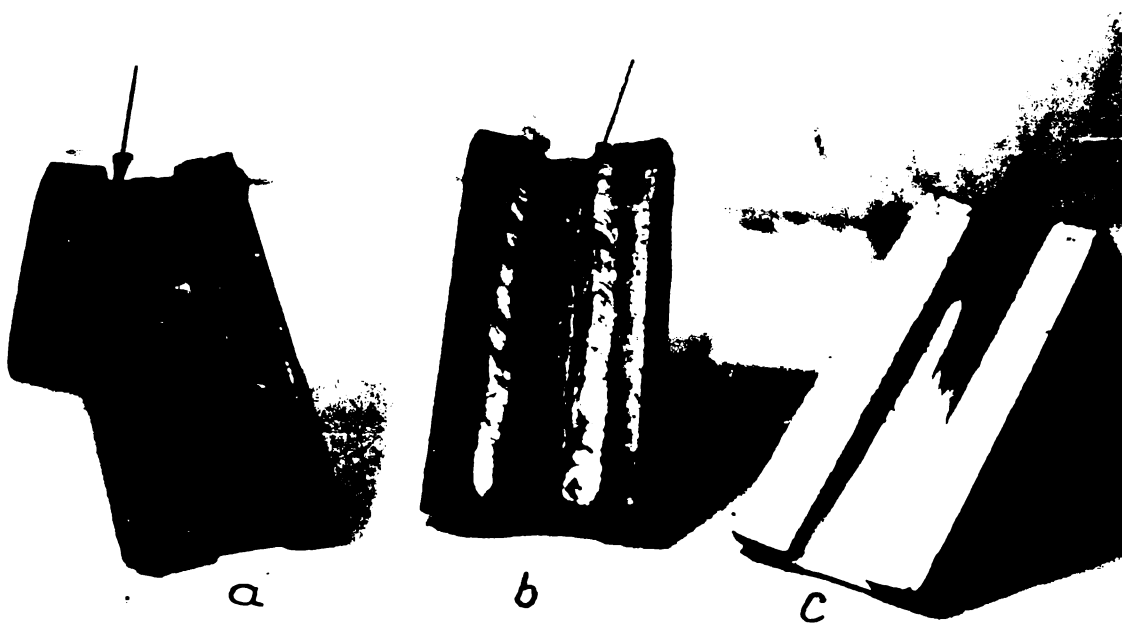
a - uzat; b - încărcat; c - prelucrat.



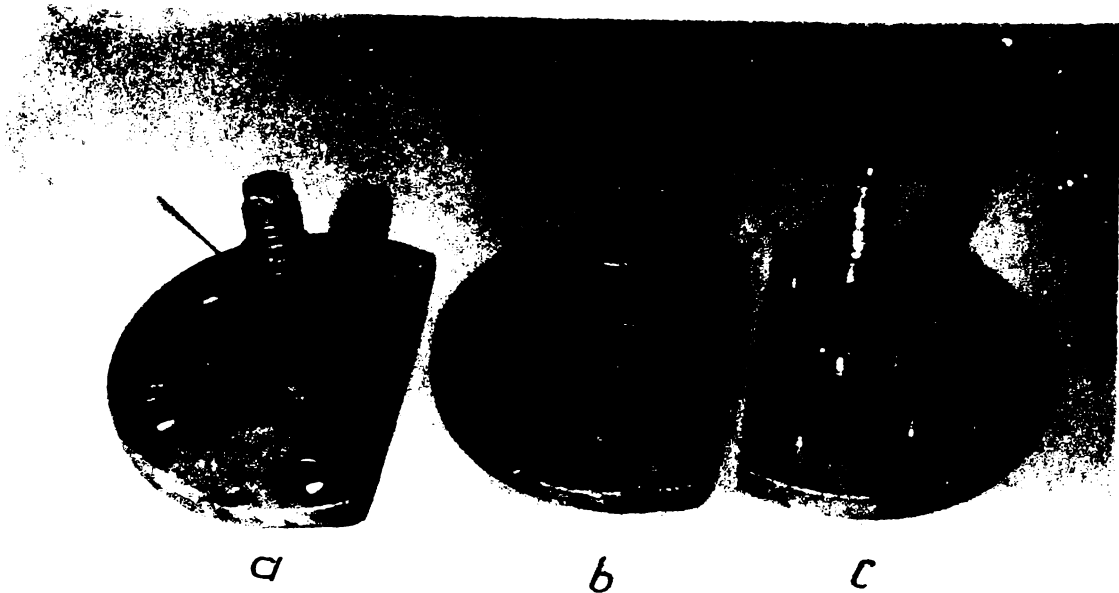
- Carcasă (stator) M.T. - L.D.E. recondiționată prin încărcarea suprafețelor laterale uzate



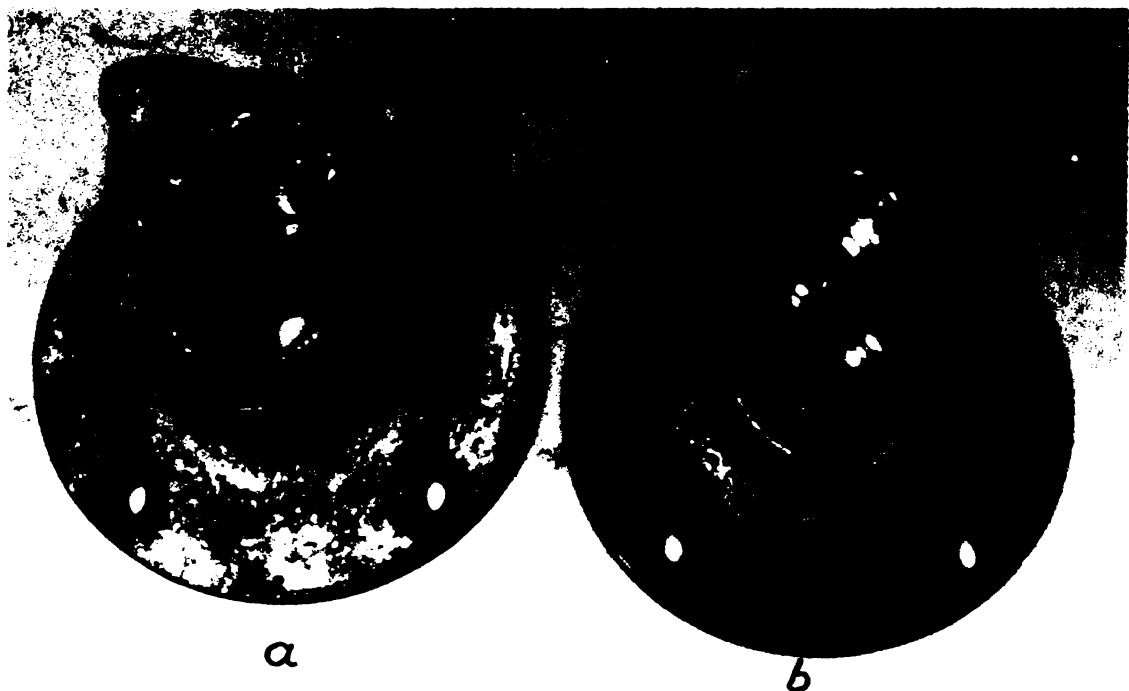
- Tija ansamblu tampon recondiționată prin încărcare <sup>manua</sup> cu electrozi metalici, *înveliți*  
 a - usată; b - încărcată și prelucrată



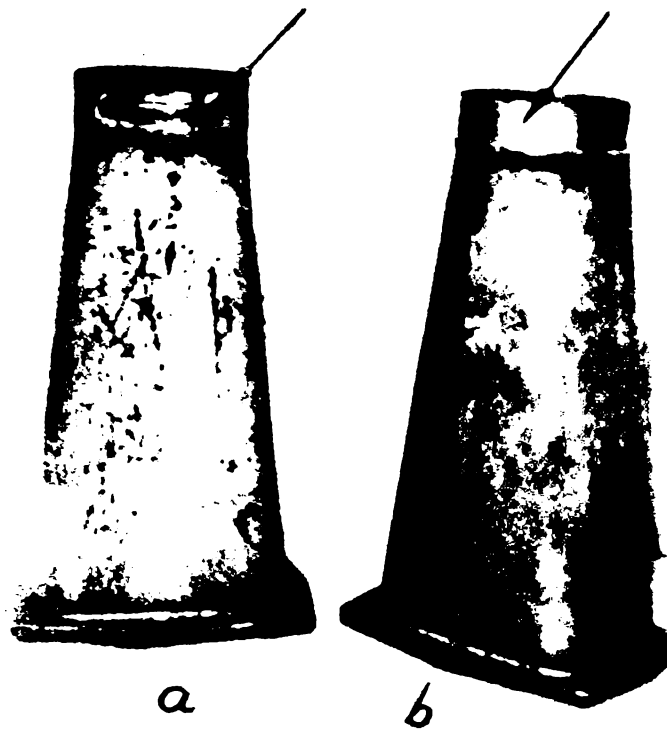
- Limitator rotire ansamblu tampon recondiționat prin încărcare cu electrozi metalici.  
 a - usat; b - încărcat; c - prelucrat



- Supert bicicletă M.T. - L.D.E. recondiționat prin încărcare automată în mediu de  $CO_2$   
 a - uzat; b - încărcat; c - preluorat;

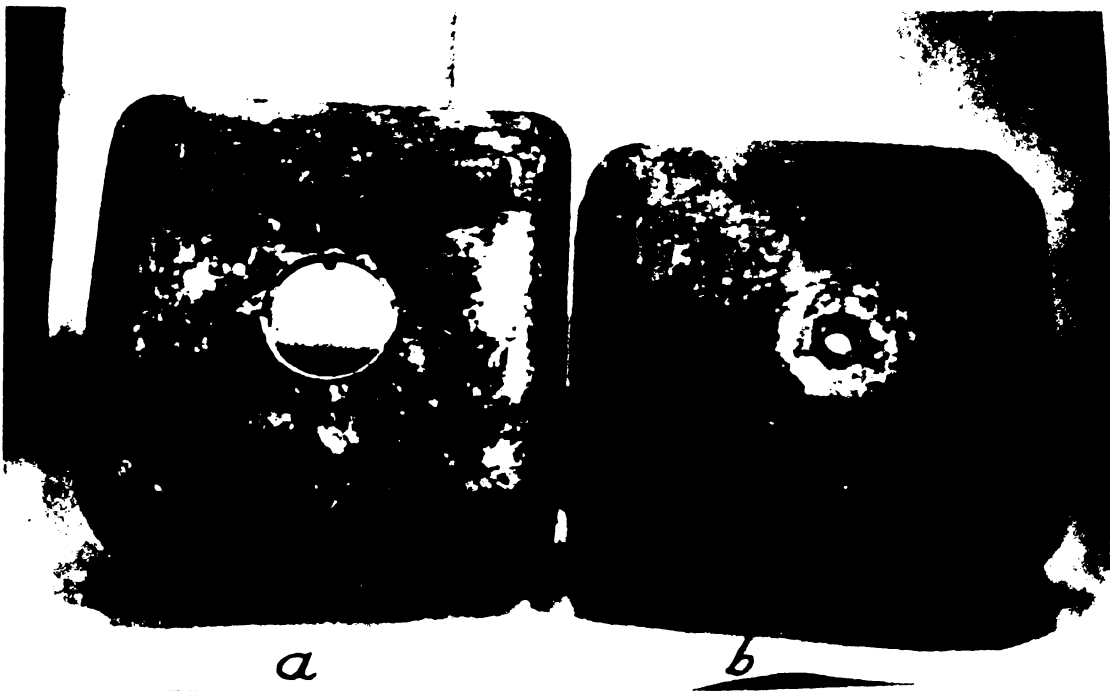


- Corp pompă auxiliară de combustibil recondiționat prin încărcarea suprafețelor uzate și preluorarea la dimensiunile nominale.  
 a - încărcat; b - preluorat;



- Conductă supraalimentare M.D. recondiționată prin încărcare automată în mediu de  $CO_2$

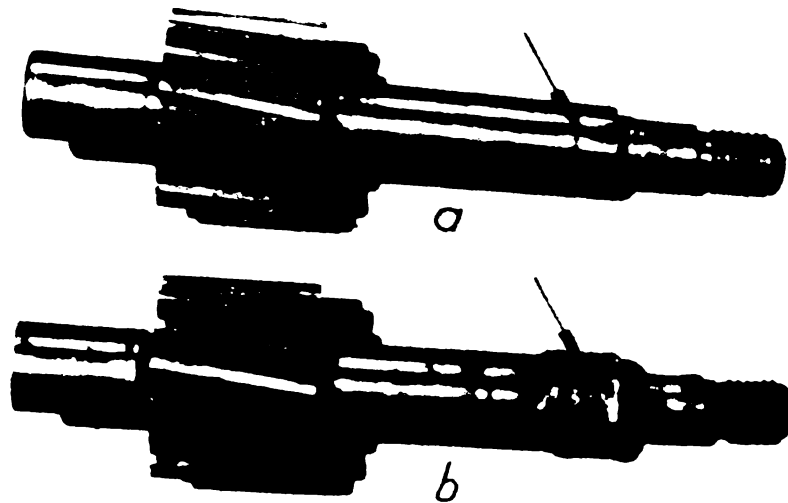
a - încărcată; b - prelucrată



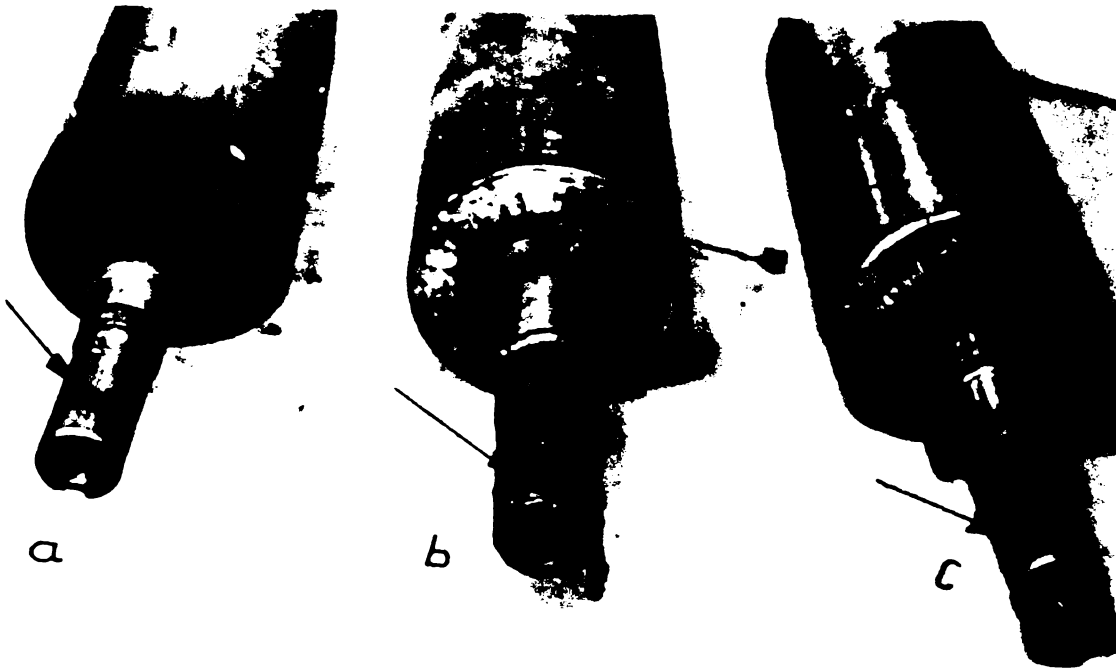
- Capac chinată MD. 12-LDA-28

a - îndepărtare zonă fisurată;

b - sudare și prelucrare suprafață nerovată;



- Roată dințată ( $Z = 16$ ) de la pompa auxiliară de combustibil a M.D.,  
recondiționată prin încărcare vibroarc  
a - uzată; b - încărcată;

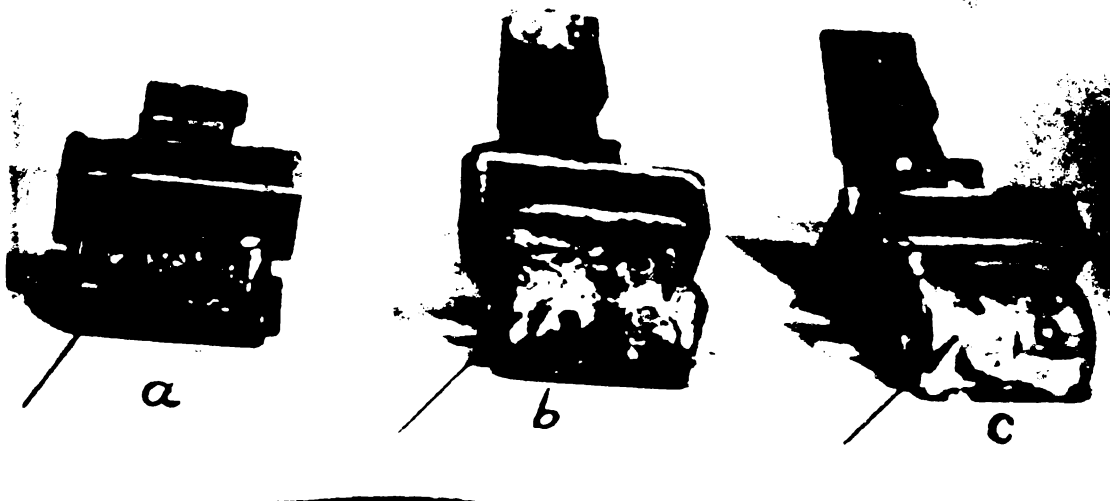


- Arbore rotor motor electric auxiliar de pe L.E., recondiționat  
prin încărcare vibroarc  
a - uzat; b - încărcat; c - prelucrat;





- Ax rotor motor electric de tracțiune (MT) de pe L.D.E. recondi-  
ționat prin metalizare în arc electric



- Parterie de la motor de tracțiune al L.D.E., recondiționată prin  
încărcare cu flacără oxiacetilenică

a - perlată; b - încărcată; c - prelucrată;



-Semicuzinet palier motor electric de tracțiune de pe L.D.E. recon-  
diționat prin încărcare în planul de separație și returnat aliaj  
antifricțiune.

a - uzat; b - încărcat; c- prelucrat;



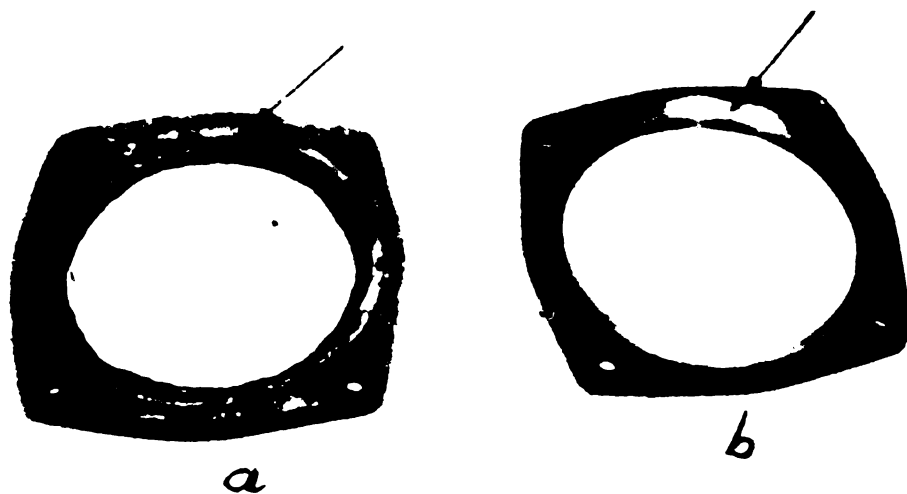
- Roți dințate de la pompa principală de ulei a M.D. de pe L.D.E.,  
recondiționate prin încărcarea cu pulberi metalice a fusurilor  
uzate



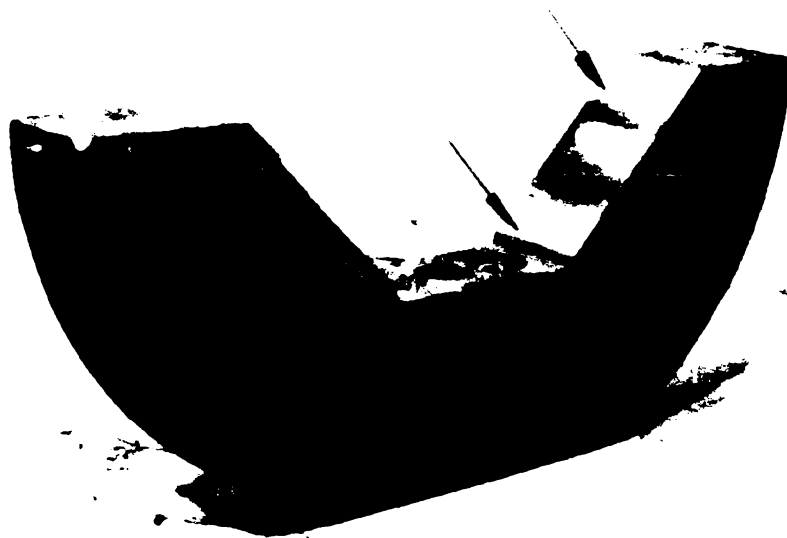
- Semicuzinet palier arbore cotit M.D., recondiționat prin încărcarea planului de separație, prelucrare și redepunere galvanică a straturilor de glisare  
a - uzat; b - prelucrat; la cota nominală;



- Capac nisiparniță recondiționat prin încărcarea sonelor rupte și prelucrare mecanică la cotele inițiale;



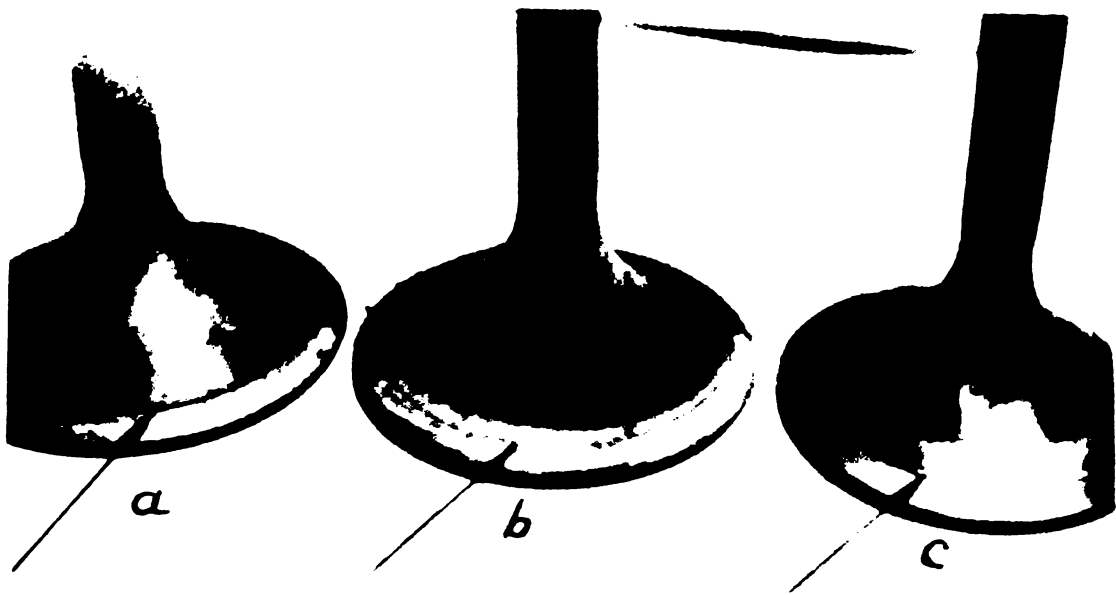
- Flanșe pentru conducte de supraalimentare  
a - încărcată; b - prelucrată;



- Contragreutate arbore cotit MD.12-LDA-28 recondiționată prin încărcare cu pulberi metalice a suprafețelor deformate și prelucrare la cotele inițiale



- Jug angheraj M.D. 12-LDA-28 recondiționat prin încărcare cu electrozi înveliți - suprafețelor uzate.



- Supapă admisie - evacuare M.D., recondiționată prin încărcare cu pulberi metalice (experimentare)

a - uzată; b - încărcată; c - prelucrată;