

**INSTITUTUL POLITEHNIC "TRAIAN VULBA"  
FACULTATEA DE INGINERIE AGRICOLA  
TIMIȘOARA**

**ING. MARIU ȘTEFĂNESCU**

**CONTRASTUL TĂRII NOBILITĂȚII ȘI ÎNDRUMĂTORIALĂ PRIVIND STABILIREA  
ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA ÎNDRUMĂTORIALĂ DE PLĂNȘIȘI ȘI CĂȘIȘI C-12**

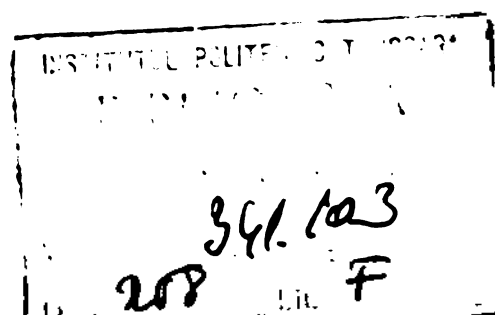
**TEZA DE DOCTORAT**

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

**COMITATUL ȘTIINȚIFIC**

**Prof.dr.doc.ing. CAROLU ȘTEFĂNESCU  
E.c. al Academiei de Științe  
Agricole și Silvice**

**1978**



..... Consider necesar să trecem de la faza acumulării cantitative la o fază nouă, superioară, aceea a luptei pentru calitate. A venit timpul să transformăm cantitatea într-o nouă calitate. Aceasta este cerința primordială de care depinde viitorul industriei românești, viitorul întregii economii naționale.

**N. Ceaușescu**

**raport la Conferința Națională a  
Partidului Comunist Român  
(7 - 9 decembrie 1977)**

## P E R S F A T A

Obiectivul esențial pe care recenta Conferință Națională a partidului l-a pus în fața întregii națiuni, îl constituie mobilizarea mai energetică a potențialului creator al societății noastre, valorificarea mai intensă a tuturor rezervelor din economie în vederea asigurării condițiilor pentru ea, până la sfârșitul cincinalului viitor, în anul 1985, România să depășească starea de țară în curs de dezvoltare, în accepțiunea contemporană a acestei noțiuni trecând în rîndul statelor cu nivel mediu de dezvoltare.

Apreciind că evoluția spre un asemenea stadiu superior de dezvoltare presupune un "npu salt calitativ pe toate planurile vieții economice și sociale" Secretarul general al Partidului subliniază în raportul prezentat la Conferința Națională că adevărata forță capabilă să propulseze puternic economia noastră pe calea progresului accelerat este creșterea mai accentuată a productivității muncii, pe care o definea drept o cerință primordială a dezvoltării noastre în următorii ani.

Această cerință este intrinsec legată de uriașul front pe care se desfășoară revoluția tehnico-științifică contemporană, caracterizată de creșterea gradului de complexitate și de automatizare a sistemelor tehnice folosite.

Este evident că orice defecțiune a acestor sisteme tehnice poate să se solvase cu grave consecințe atât economice cât și sociale.

De aceea, fiabilitatea, este o problemă centrală a tehnicii actuale, o problemă de importanță națională, prin mijlocirea căreia se ajunge la aprecierea cantitativă a echipării în exploatare a tractoarelor, mașinilor și instalațiilor cu care este înesurată agricultura.

Dat fiind caracterul sezonier al muncii din lucrările care se execută în agricultură - care pretind perioade de timp bine determinate - o comportare nesatisfăcătoare a tehnicii folosite atrage după sine pagube importante pentru unitățile agricole și pentru economia țării.

Pentru a preveni aceste implicații nedorite, cercetarea de specialitate constructorii de tractoare și mașini agricole, unitățile care le exploatează au datoria să cunoască toate căile pe care se poate ajunge la realizarea unei fiabilități corespunzătoare.

Prin prezenta teză de doctorat, care reprezintă una din primele cercetări întreprinse în țara noastră în domeniul fiabilității mașinilor agricole, se-au propus următoarele obiective esențiale :

- stabilirea unei metodici unitare de cercetare pentru stabilirea fiabilității mașinilor agricole ;

- realizarea unui sistem informațional propriu acestui domeniu, pentru colectarea și prelucrarea datelor ;

- fundamentarea științifică a stabilirii resursei pieselor ;

- determinarea cauzelor care provoacă, la combina C-12, căderi reprezentative și stabilirea măsurilor tehnice necesare pentru înlăturarea lor, în vederea îmbunătățirii indicilor cantitativi ai fiabilității acestuia ;

- stabilirea unui cadru organizatoric în sistemul agriculturii pentru urmărirea fiabilității în exploatarea a mașinilor agricole din fabricația de serie, în scopul permanentei îmbunătățiri a acestora ;

- stabilirea unei baze științifice pentru determinarea resursei pieselor de tractoare și mașini agricole.

Lucrarea cuprinde trei părți :

În partea I-a sînt tratate realizările actuale în domeniul fiabilității mașinilor agricole, unele considerațiuni generale privind fiabilitatea și durabilitatea mașinilor, terminologia specifică fiabilității, elemente ale teoriei fiabilității precum și oportunitatea abordării tezei de disertație.

În partea a II-a a lucrării este tratată fiabilitatea sistemelor tehnice complexe. Pe baza considerațiunilor teoretice privind fiabilitatea combinelor autopropuștate C-12 s-au stabilit indicii de bază ai fiabilității mașinilor agricole, precum și căile de creștere a fiabilității acestora.

În partea a III-a - cercetări experimentale privind fiabilitatea combinelor C-12 a fost elaborată "metodica de determinare a



indicilor de fiabilitate a combinelor de recoltat cereale păioase și porumb". Metodica are în vedere determinarea indicilor fiabilității mașinilor agricole pentru două situații diferite și anume :

- în timpul încercărilor pentru omologare ;
- în perioada de exploatare, pentru mașinile din fabricația de serie.

Pe baza metodicii elaborate, s-au determinat indicii de fiabilitate atât la combina tip cit și la o gamă de 155 combine urmărite în exploatare.

Folosind elementele bazei științifice de calcul s-a determinat resursa celor mai importante reparații de la combina C-12, indicându-se astfel metodologia de stabilire a normativului de consum pentru piesele de schimb la mașinile agricole și tractoare.

În partea finală a lucrării sînt prezentate concluziile, bibliografia folosită și anexele.

Tesa de doctorat a fost distilată în 173 pagini în cuprinsul cărora au fost folosite 228 relații matematice, introduse 70 figuri și 35 tabele.

Pentru realizarea acestei lucrări aduc prinosul meu de recunoștință Institutului Politehnic din Timișoara, Facultății de Mecanică Agricolă și respectiv prof.dr.doc. Ștefan Căprioiu conducătorul meu științific care mi-a asigurat cadrul necesar pentru urmasa doctoranturii, Institutului de Cercetări pentru Mecanizarea Agriculturii care mi-a ajutat în efectuarea cercetărilor experimentale precum și Centrului Informațional și de calcul al IPIA care mi-a asigurat efectuarea calculului necesare la mașinile electronice existente.

## PARTEA I-a. - REALIZARI ACTUALE IN DOMENIUL FIABILITATII MASINILOR AGRICOLE.

Industrializarea proceselor de productie din agricultură, parte componentă a revoluției tehnico-științifice contemporane, este caracterizată de creșterea gradului de mecanizare și automatizare a operațiunilor tehnologice, precum și de creșterea gradului de complexitate a sistemelor folosite în tehnica agricolă.

În raportul prezentat la cel de al XI-lea Congres al Partidului Comunist Român, tov. Nicolae Ceaușescu precizează

"În viitorul cincinal va trebui realizată mecanizarea completă a lucrărilor agricole, inclusiv în secolanie, obținându-se pe această bază o creștere însemnată a productivității muncii. În acest scop se impune o preocupare deosebită pentru producerea întregii game de mașini necesare, pentru introducerea în fabricație a mașinilor agricole de mare productivitate" ... "În centrul activității ministerelor, a celorlalte organe centrale, a unităților economice, a tuturor organizațiilor muncii, a întregului nostru partid va trebui să stea ridicarea nivelului tehnic și a calității produselor. Este necesar să se acționeze mai hotărât pentru introducerea pe scară largă a tehnologiilor moderne și înnoirea într-un ritm mai rapid a producției, în deosebi a mașinilor și utilajelor, pentru a asigura produselor românești parametri tehnici și calitativi comparabili cu cei existenți pe plan mondial".

Calitatea acestei tehnici este în prezent caracterizată riguros de acel element denumit fiabilitate.

### CAP. I. CONCEPTIILE GENERALE PRIVIND FIABILITATEA SI DURABILITATEA MASINILOR.

Fiabilitatea a apărut și s-a dezvoltat ca știință în ultimii 15 - 20 ani, având drept obiect :

- studiul defecțiunilor, al cauzelor acestora, al proceselor de apariție și de dezvoltare, al metodelor de combatere;
- aprecierea cantitativă a comportării produselor în timp, în contextul influenței pe care o au factorii interni și externi asupra acestora ;
- determinarea modelelor și a metodelor de calcul și de prognoză a fiabilității pe baza încercărilor specifice și a urmaririi

soportării în exploatare a produselor :

- analiza risică a defecțiunilor ;
- stabilirea metodelor constructive, tehnologice și de exploatare pentru asigurarea, menținerea și creșterea fiabilității sistemelor ;
- stabilirea metodelor de colectare și prelucrare a datelor privind fiabilitatea produselor.

Cantitativ, fiabilitatea reprezintă capacitatea unui sistem de a funcționa fără defecțiuni, în decursul unui anumit interval de timp, în condiții date.

Astfel, spus fiabilitatea reprezintă o extindere în timp a calității produselor, deoarece controlul de calitate permite aprecierea calității produsului, în momentul inițial, al producerii lui la uzină, în timp ce fiabilitatea permite aprecierea calității produsului de-a lungul perioadei sale de folosire.

Într-o prezentare sintetică se poate aprecia "calitate" unui produs ca o "virtute statică", adică satisfacerea consumatorului în momentul acceptării produsului, iar "fiabilitate" ca o "virtute dinamică" concretizată în menținerea permanentă a performanței produsului pe parcursul utilizării sale.

Cantitativ, fiabilitatea este o caracteristică a unui dispozitiv exprimată prin probabilitatea cu care el îndeplinește o funcțiune necesară, în condiții date, pe o durată de timp dată.

Rezultă din această definiție că fiabilitatea este o însumare a următoarelor patru noțiuni :

- a- probabilitatea de a funcționa fără defecțiuni ;
- b- performanță și misiune de îndeplinit ;
- c- condiții de funcționare și exploatare date ;
- d- timp de funcționare prescris,

a) Probabilitatea de a funcționa fără defecțiuni se întemeiază pe faptul că există o anumită distribuție a rezistențelor unei piese (curba B fig.1) ca urmare a toleranțelor de execuție adăscite sau variației caracteristicilor materialului folosit și o anumită distribuție a solicitărilor din exploatare de tip Gauss sau Weibull (curba A fig.1).

De obicei aceste distribuții se suprapun parțial, în zona "C" (fig.1), aceasta fiind zona probabilă de apariție a defecțiunilor.

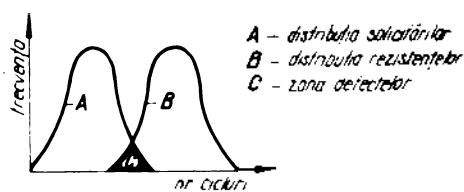


Fig. 1

De aici rezultă caracterul probabilistic al defecțiunilor și deci și al fiabilității.

Practic, nu se impune evitarea suprapunerii celor două curbe de distribuție deoarece ar rezulta supra-dimensionări nejustificate.

De aceea se admit suprapuneri pe o zonă suficient de mică, prin care nu se elimină total defectele întâmplătoare, dar se realizează condiții pentru ca defectele să fie admisibile sau neglijaabile.

Dar, probabilitatea, așa cum este tratată de statistica clasică nu este adecvată total pentru descrierea fiabilității deoarece aceasta se bazează exclusiv pe un risc calculat, în timp ce fiabilitatea sistemelor întrunește atât riscuri cât și incertitudini pentru care nu sînt disponibile date statistice.

b) Performanța și misiunea de îndeplinit sînt legate de criteriile care definesc buna funcționare. Există situații în care anumite sisteme, deși suferă unele anomalii în funcționare, nu sînt îngrădite să finalizeze operația pentru care sînt destinate. De exemplu, dacă presiunea uleiului în instalația hidraulică a combinei a scăzut sub limita prescrisă, aceasta nu implică lucrul combinei în continuare dar mărește timpul în care se execută acțiunile hidraulice ale sub-ansamblurilor combinei.

Teoria fiabilității nu admite însă situații intermediare între a da și a nu da satisfacție, aceasta păstrează caracterul bine definit al performanței și misiunii pe care o are de îndeplinit mașina, deoarece se s-ar crea complicații matematice foarte mari în stabilirea fiabilității.

Ca urmare se introduce noțiunea de cădere, ea fiind o oprire datorată aceluși defect care împiedică produsul să-și îndeplinească una, mai multe sau toate funcțiunile de bază stabilite.

c) Condițiile de funcționare și exploatare date, stabilesc caracterul cantitativ al fiabilității produsului respectiv. Spre exemplu, un tractor rutier destinat să execute transporturi uzinale este mult mai puțin solicitat decât un tractor agricol. Se înțelege că și fiabilitatea va avea valori mai mari pentru tractorul rutier decât pentru tractorul agricol.

d) Planul de funcționare necesară impune produsului condiția de a-și păstra performanțele și de a-și îndeplini corespunzător misiunea într-o anumită perioadă, decât de a nu se defecta.

Deci, fiabilitatea în funcție de timp se poate exprima astfel :

$$F(t) = P(T > t) \quad (1)$$

Rezultă că fiabilitatea este probabilitatea ca un produs să funcționeze fără defecțiuni o perioadă  $T$  care depășește timpul prezoris inițial,  $t$ .

Aceasta nu înseamnă că fiabilitatea rămâne strict, în acest caz, o funcție lărgită de timp, deoarece o proiectare cu erori, o execuție neînrijită și o exploatare neglijentă sînt tot atîția factori care influențează negativ fiabilitatea, dar acești factori nu sînt în funcție de timp.

Estimarea cantitativă a fiabilității se face pe baza observațiilor, în trei etape principale din viața produsului și determină următoarele caracteristici :

- fiabilitatea preliminară, intrinsecă, previzională sau proiectată, care se determină în faza de proiectare prin alegerea judicioasă a componentelor produsului, folosirea de materiale corespunzătoare, stabilirea valorilor toleranțelor care asigură o funcționare fără rezistențe mari a pieselor conjugate, etc.

- fiabilitatea experimentală care se realizează în faza de producție pe baza încercărilor de laborator pe standuri de probe unde s-au creat condiții similare cu cele de exploatare. Rezultatele acestor încercări vor putea pune în evidență atât calitatea soluțiilor constructive alese pentru componente, modul în care s-a apreciat de către proiectant calitatea materialelor folosite, tehnologia de fabricație, cât și calitatea execuției componentelor sistemului, respectarea condițiilor de montaj, rodaj, etc.

În practica noastră sînt stabilite etape obligatorii pentru această fază a fiabilității, care constau în încercările produselor prototip în condiții efective de lucru în câmp pentru a elimina eventualele soluții constructive necorespunzătoare introduse în faza de proiectare :

- fiabilitatea operațională, realizată la beneficiar, se realizează și se menține printr-o exploatare corespunzătoare, un sistem adecvat de întreținere tehnică, un personal bine calificat. Ea este fiabilitatea reală pe care se poate conta în folosirea unui produs și este dată de relația :



$$(\text{fiabilitatea operațională}) = (\text{fiabilitatea preliminară}) \times (\text{fiabilitatea experimentală})$$

Din aspectele prezentate cu privire la fiabilitatea mașinilor rezultă succint următoarele :

a) Studiul fiabilității unui produs impune precizarea condițiilor de timp, de mediu ambiant și performanțele pe care trebuie să le atingă în timpul misiunii sale operaționale ;

b) în sensul larg al noțiunii de fiabilitate se obțin aceleași rezultate, fie cu un produs foarte fiabil, fie cu o combinație de fiabilități mai mici dar cu o capacitate de întreținere și reparare prescrisă. Alegerea se face având în vedere durata misiunii și consideranțele economice.

c) asigurarea fiabilității unui produs se poate realiza numai prin includerea condițiilor acestuia în proiect și execuție.

## 2. Preocupări în domeniul fiabilității mașinilor agricole.

Dezvoltarea și folosirea teoriei fiabilității în toate domeniile industriei nu provoacă în momentul de față nici un dubiu. Tot așa și în construcția de mașini agricole este necesară aplicarea și dezvoltarea teoriei fiabilității în scopul găsirii și impunerii metodelor care determină îmbunătățirea calitativă a mașinilor agricole.

Literatura de specialitate este destul de săracă în tratatea fiabilității mașinilor agricole. Aplicarea acestora din fiabilității un caracter intens alesteriu dacă se au în vedere condițiile de temperatură diferite de la 0 și la alta, caracteristicile terenului, umiditatea solului, starea culturilor (îmbrăcinate, culcate, mai dense sau mai puțin dense) gradul de calificare al personalului de servire, etc.

Pe de altă parte, cheltuielile medii anuale pentru reparație și întreținerea tehnică a mașinilor agricole se situează la cote ridicate, iar perioadele agrotehnice limitate, impune existența unui număr mare de mașini în condițiile unei fiabilități scăzute pentru a executa același volum de lucrări, aceasta însă înconsoază intervenții și cheltuieli de producție suplimentare.

După datele Institutului de cercetări științifice VILNIUS, în unele cheltuielile medii anuale pentru reparații și întreținere tehnică reprezintă față de costul mașinilor : 15 - 20 la mașinile pentru recoltat silos, 20 - 25 la mașinile pentru recoltat porumb,

15% la mașinile de recoltat sfeclă, 15 - 18% la semănători, etc. În același timp cheltuielile pentru întreținerea tehnică reprezintă ca. 37% față de costul reparațiilor, iar perioada medie pentru uzura normală a mașinilor este de 11 - 12 ani.

Prin urmare, pentru toată perioada de exploatare a mașinii până la amortizare, cheltuielile pentru menținerea capacității ei funcționale sînt necesar de însemnate.

În cadrul statamentelor pentru Mecanizarea Agriculturii din țara noastră, cheltuielile pentru executarea reparațiilor și întreținerii tehnice reprezintă în medie, anual, ca. 29-30% din valoarea cheltuielilor totale de producție sau 17,50% din valoarea tractoarelor și mașinilor agricole.

În consecință, este de preferat sub aspect economic, o cercetare arie a costului inițial al mașinii în scopul reducerii substanțiale a cheltuielilor care se fac pentru reparații și întreținere tehnică, pe perioada exploatării, în vederea menținerii capacității în lucru a mașinilor.

Actualitatea problemei fiabilității pentru mașinile agricole este mare, deoarece crește complexitatea și înădărea lor.

În aceste condiții din cauza creșterii numărului de ansambluri din mașină, posibilitatea căderilor mașinii crește, și totodată din cauza creșterii necesarului de energie, a sarcinilor dinamice, a vibrațiilor etc., crește și posibilitatea defectării pieselor datorită calității necorespunzătoare a execuției, a abaterilor de la regulile de exploatare și de reparație, a modificării condițiilor de lucru, etc.

De alte cuvinte, intensitatea folosirii mașinii crește costurile și prin urmare sînt necesare metode precise de analiză și de studiu care să permită luarea măsurilor concrete în vederea asigurării fiabilității necesare.

În acest context, combina autopropușată pentru recoltat cereale Gloria 0-12, se caracterizează printr-un preț de livrare ridicat, complexitate apreciabilă, determinată de un mare număr de subansambluri (motor, transmisii, echipament hidraulic, batoasă, sistem de deplasare, frinare, etc) și este destinată să acționeze în perioade de lucru foarte scurte ( 10 - 12 zile la grâu, 2 - 3 zile la orz, etc).

În aceste principale aspecte, determină conștient imperativul cererii pentru care s-a ales studiul și îmbunătățirea fiabilității

combinatei autopropulsate C-12.

## CAP. II. - TERMINOLOGIA SPECIFICĂ FIABILITĂȚII.

### 1. Considerațiuni generale.

Fiabilitatea fiind o știință nouă și de sine stătătoare care vine să sintetizeze problemele tehnice și aplicative referitoare la toate etapele prin care trece un produs sau un proces tehnologic, are o terminologie proprie și specifică aspectelor pe care le studiază.

Ca urmare a apariției relativ recente a teoriei fiabilității, terminologia ei nu poate fi considerată definitiv fixată, oniar în țările cu preocupări mai vechi în domeniul fiabilității.

O bună parte din terminologia fiabilității aplicabilă la aparatura electronică ( în legătură cu care s-au pus bazele teoriei fiabilității) nu este adecvată altor domenii de activitate ale tehnicii și mai ales construcției de mașini agricole.

O cale de compromis în acest sens constă în definirea unor termeni generali ai fiabilității, de largă aplicabilitate, urmând ca aceștia să fie completați cu termeni specifici pentru construcția de mașini agricole.

### 2. Terminologia fiabilității adaptată la tehnica agricolă.

Termenii de bază ai fiabilității se pot împărți în următoarele grupe :

2.1. Grupa a -I-a : OBIECTELE - Denumirea cea mai generală a obiectului este produsul în sensul larg al cuvântului. Prin produs se pot înțelege diferite mașini, instalații, aparate, precum și agregatele, ansamblurile și diferitele elemente componente.

a) sistem, reprezintă un grup de obiecte ce acționează simultan destinat să îndeplinească independent funcțiuni date.

b) element (al sistemului), reprezintă o parte indivizibilă a sistemului destinată îndeplinirii unor funcțiuni date.

### 2.2. Grupa a-II-a : STAREA ȘI EVOLUȚIILE:

a) Capacitatea funcțională este acea stare a produsului în care acesta, într-un anumit moment de timp satisface toate condițiile stabilite în ce privește parametrii de bază care caracterizează executarea normală a funcțiilor stabilite (indicii de exploatare ai produsului). Acest termen este același cu starea de funcționare



satisfăcătoare sau de succes, folosit în limba franceză.

Parametrii, de bază se numesc și parametri funcționali, spre deosebire de parametri secundari care nu influențează indicatorii de exploatare ai produsului și capacitatea lui funcțională.

Spre exemplu un parametru de bază și deci funcțional pentru combina de recoltat cereale este nivelul maxim al pierderilor de boabe. Un parametru secundar ar fi, de pildă, grosimea stratului de vopsea. Dacă mașina realizează un nivel al pierderilor peste cel stabilit, înseamnă că ea este lipsită de capacitatea funcțională. Dacă însă aceiași mașină este vopsită necorespunzător, dar realizează pierderi sub cele stabilite prin parametrul de bază, ea are capacitatea funcțională dar starea se consideră ca o deficiență. Dacă ambii parametri sînt realizați, mașina se consideră în stare bună.

Deci, nesatisfacerea parametrilor secundari, se consideră ca o deficiență. Trebuie subliniat că dacă produsul este în stare bună, în mod obligatoriu produsul este caracterizat prin capacitate funcțională, iar dacă produsul are capacitate funcțională, nu este obligatoriu ca el să fie în stare bună (fără deficiențe).

b) Căderea este evenimentul care constă în distrugerea capacității funcționale a produsului.

Căderile pot fi : totale sau parțiale.

Dacă s-a defectat motorul care asigură energia necesară combinatei atunci căderea este totală, întrucît combina nu mai poate lucra.

Dacă s-a infundat aparatul de treier, căderea este parțială deoarece după desfundarea acestuia combina își menține capacitatea funcțională.

După modul apariției lor, căderile pot fi :

- căderi instantanee care apar întâmplător și își au cauza în defectele ascunse ale produsului ;

- căderi progresive determinate de uzură ;

c) defectul reprezintă starea unui sistem în care acesta nu corespunde condițiilor documentației tehnice ;

d) sistemul reparabil este un sistem care în cazul apariției unei avarii poate fi reparat ;

e) sistemul nereparabil este sistemul care în cazul apariției unei avarii nu este prevăzut să se repare sau nu se poate repara.

2.3. Grupa a III-a- PROPRIETĂȚILE : Calitatea produsului este caracterizată de proprietățile sale. Toate proprietățile care alcă-

taiese calitatea pot fi împărțite în două clase :

a) proprietăți care pot fi determinate într-un interval de timp relativ scurt. Acestea sînt : indicii calitativi, greutatea, necesarul de forță, consumul de combustibil, costul, etc.

b) proprietăți care apar în timpul exploatării ea : rezistență la uzură, rezistență la oboseală, lipsa căderilor, durabilitatea, reparabilitatea, durata de folosire, etc.

Teoria fiabilității studiază de regulă proprietățile din clasa "b".

#### 2.4.rupa a IV-a - INDICI DE FIABILITATE.

a) intensitatea căderilor - este raportul dintre numărul căderilor și produsul dintre numărul total de obiecte și timpul de funcționare la un moment dat.

b) timpul mediu de funcționare - este o caracteristică cantitativă a fiabilității și reprezintă durata de funcționare neîntreruptă a mașinilor pînă la prima cădere sau între două căderi succesive.

c) timpul mediu pentru reparații - este media timpilor necesari pentru prevenirea, constatarea și eliminarea deficiențelor la piese și sisteme, precum și media timpilor necesari pentru eliminarea cauzelor care au întrerupt procesul tehnologic, în vederea restabilirii continuității fluxului tehnologic.

d) timpul mediu de întreruperi tehnice - reprezintă valoarea medie a timpului scurs necesar pentru executarea întreruperilor tehnice, verificărilor și relațiilor necesare, după ce procesul tehnologic de lucru.

e) specializatul de disponibilitate tehnică este raportul dintre timpul de funcționare al produsului și suma formată din timpul de funcționare și timpul consumat pentru executarea reparațiilor în timpul exploatării.

### CAP. III. - ELEMENTE ALE TEORIEI FIABILITĂȚII

#### 1. Procesul de deteriorare (cădere) al unui obiect.

În studiul procesului de cădere se pleacă de la axioma potrivit căreia "un leagăn se rupe mereu în vîrsta cea mai slabă".

Căderea acestei vîrste și determinarea valorii rezistenței date, sînt lucrări de primă importanță. Pentru simplificarea procesului se consideră rezistența obiectelor perfectă și reală.

Un obiect real este alcătuit din mai multe elemente care pot să aibă caracteristicile asemănătoare sau diferite.

Sarcina preluată de un element este :

$$L = \frac{S}{N} \quad (2)$$

unde:  $L$  - sarcina preluată de un element ;

$S$  - sarcina aplicată obiectului ;

$N$  - număr de elemente din obiect.

Dacă sub sarcina " $S$ " un număr de " $a$ " elemente cedază, sarcina totală se repartizează pe restul de " $(N-a)$ " elemente, iar sarcina  $L'$  preluată de fiecare element rămas va fi :

$$L' = \frac{S}{N-a} \quad (3)$$

Rezultă de aici, că dacă rezistența elementului celui mai slab este mai mare decât sarcina  $L'$ , obiectul nu se defectează; dacă însă, rezistența celui mai slab verigă este depășită de sarcina  $L'$ , procesul de defectare al întregului obiect este inevitabil.

Acest raționament ne conduce la deosebirea următoarelor categorii de rezistențe : în cazul aplicării unor sarcini pe perioade extreme de lungi :

a) rezistența efectivă este egală cu  $\sqrt{\frac{\text{rezistența}}{\text{verigii celui mai slab}}}$  și este caracterizată prin sarcina pe care o poate suporta obiectul un timp nelimitat, fără modificări sau deteriorări ;

b) rezistența limită este egală cu rezistența verigii celui mai slab sau sarcina pe care obiectul o poate suporta un timp nelimitat cu modificări dar fără defectări.

Procesul de cădere se poate produce în timp cu o frecvență constantă a defectărilor sau în avalanșă odată cu trecerea timpului frecvența de defectare crește.

Pentru prelungirea duratei de viață a unui obiect se pot avea în vedere următoarele : creșterea rezistenței obiectului, reducerea sarcinii aplicate obiectului ; reducerea vitezei de deteriorare a obiectului.

Aceste posibilități reprezintă gradele de libertate în rezolvarea unei probleme de fiabilitate.

În realitate, procesul de deteriorare (cădere) este mai complex decât cel descris anterior, întrucât printr-un tratament adecvat se pot avea fie verigi mai rezistente, fie să se înmulțească numărul verigilor cu reducerea ca atare a cârminii sarcinii preluată de fiecare

element.

## 2. Apariția aleatorie a defectelor și probabilitatea lor. Probabilitatea apariției evenimentelor aleatorii

Apariția căderilor la un sistem este un eveniment aleatoriu care reprezintă și noțiunea de bază în teoria probabilităților. Astfel, prin eveniment aleatoriu, înțelegem acel eveniment care în urma unei încercări poate sau nu să se producă.

Evenimentele aleatorii sînt caracterizate de frecvența relativă sau de desășare.

În cauza reparațiilor de funcționare restabilite ale mașinilor noi sau reparate, precum și <sup>de</sup> condițiilor diferite de exploatare, indicii fiabilității mașinilor a rîcolte su o dispersie foarte mare, căpătînd un caracter aleatoriu.

Desășarea evenimentului aleatoriu care în teoria fiabilității se măsoară cu intensitatea căderii produsului reprezintă raportul dintre numărul de apariții a evenimentului dat și numărul total de încercări identice efectuate. Adică :

$$P(A) = \frac{n}{N} \quad (4)$$

unde:  $P(A)$  = probabilitatea apariției evenimentului aleatoriu dat ;

$n$  = numărul de apariții a evenimentului aleatoriu "A" într-un interval de timp dat ;

$N$  = numărul total de experiențe sau nr. de mașini supuse observației.

Probabilitatea apariției evenimentului  $A$  în cadrul unor experiențe poate să fie determinată teoretic sau pe cale experimentală.

Determinarea pe cale teoretică se realizează prin calcule sau raționamente logice fînd să apeleze la experiențe și din această cauză, într-un caz practic, e posibil ca numărul evenimentelor probabile determinate teoretic să nu aibă loc în totalitate. De aceea este normal să presupunem că cu oit este mai mare numărul experiențelor, al determinărilor, cu atît probabilitatea experimentală va fi mai apropiată de mărimea de probabilitate teoretică și la o repetare foarte mare, cînd numărul de produse tînde către infinit, cele două tipuri de probabilități, coincid.

Privitor la teoria probabilităților în legătură cu studiul și determinarea indicilor fiabilității, se poate spune că valoarea acestora constă în faptul că dă reguli potrivit cărora probabilitățile unor evenimente complexe se pot determina prin intermediul probabilităților unor evenimente simple, care se determină mult mai ușor, experimental sau teoretic.



Clasificarea evenimentelor aleatorii. După modul în care apar evenimentele pot fi categorisite astfel :

a) Grup total de evenimente, prin care înțelegem toate rezultatele posibile prevăzute prin programul încercării. De pildă, căderile unei combina autopropulante, vor apare în mod obligatoriu dacă timpul înco carilor este nelimitat. În acest caz se poate spune că grupul total de evenimente este alcătuit din căderile respective.

b) Evenimente independente sau neconcordante, într-un grup total reprezintă cazul în care nici unul din cele două evenimente nu apar împreună. Dacă, spre exemplu, probabilitatea apariției unei defecțiuni la o combina autopropulată din cele 50 ale unei stațiuni pentru Mecanizarea Agriculturii, este de 20%, într-un interval de lucru de la 0 - 50 ore, atunci probabilitatea apariției unei defecțiuni la o combina dintr-o mulțime identică la o unitate vecină în aceeași perioadă de timp este tot de 20%, dar constituie un eveniment independent.

c) Evenimentele dependente, sau favorizate sînt acele evenimente dintr-un grup total, pentru care probabilitatea apariției uneia din evenimente, este condiționată de apariția altuia, spre exemplu, căderea cutiei de viteză determină căderea combinii.

d) Evenimente veridice și evenimente imposibile. Dacă un grup total de "n" evenimente, egal posibil, alcătuiți un eveniment complex, este favorizat de toate cele "n" evenimente, atunci acest eveniment complex se numește veridic, avînd probabilitatea egală cu 1.

Dacă acest eveniment complex nu este favorizat de nici unul din cele "n" evenimente, atunci un asemenea eveniment se numește imposibil.

Spre exemplu, căderea unei combinii care lucrează un timp nelimitat de mare alcătuieste un eveniment complex veridic, iar evenimentul contrar, adică funcționarea fără căderi un timp infinit de mare este un eveniment imposibil.

### 3. Criterii ale fiabilității aleatoarelor.

S-a arătat că din punct de vedere cantitativ, fiabilitatea unui produs reprezintă probabilitatea funcționării sale fără defecțiuni, într-un interval de timp "t" și în anumite condiții date.

Intervalul de timp în care produsul funcționează fără defecțiuni este o variabilă aleatorie și o notăm cu "X".

3.1. Probabilitatea funcționării fără defecțiuni în intervalul de timp "T", este dată de următoarea expresie :

$$F(t) = P(T > t) \quad (5)$$

unde:  $F(t)$  - funcția fiabilității sistemului care are următoarele proprietăți :

a)  $F(0) = 1$ , deoarece  $T = 0$  și se pune condiția ca în momentul punerii în funcțiune a produsului starea sa să fie bună ;

b)  $F(t) \rightarrow 0$  pentru cazul când  $t \rightarrow \infty$ , evenimentul  $T > \infty$  fiind imposibil.

Se poate exprima și probabilitatea ieșirii din funcțiune a sistemului în intervalul de timp dat "t", în condiții stabilite.

$$D(t) = P(T \leq t) \quad (6)$$

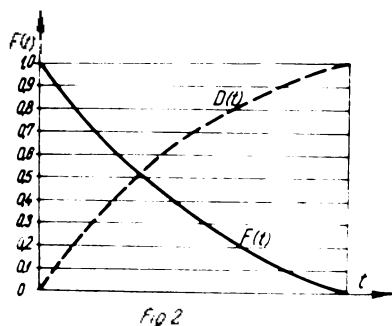
unde:  $D(t)$  - funcția nonfiabilității sistemului

$$\text{se înțelege că : } F(t) + D(t) = 1 \quad (7)$$

Variația funcției fiabilității  $F(t)$  și funcția nonfiabilității  $D(t)$  sunt prezentate în graficul din fig.2.

### 3.2. Funcția experimentală a fiabilității.

Metoda practică de cercetare a fiabilității unui produs, constă în înregistrarea numărului de defecțiuni care apar la intervale determinate de timp, la un lot utilizat, în condiții normale de exploatare.



adică :  $F(t_i) = \frac{Nri}{N} \quad (8)$

unde:  $N_{ri}$  - numărul elementelor rămase în funcțiune la momentul  $t_i$  ;

$$Nri = N - Noi \quad (9)$$

$N_{oi}$  - numărul elementelor defectate la momentul  $t_i$  ;

$N$  - numărul elementelor supuse observației.

deci :  $F(t) = \frac{Nri}{N} = \frac{N - Noi}{N} = 1 - \frac{Noi}{N} = 1 - D(t_i) \quad (10)$

deci :  $F(t) = 1 - D(t_i) \quad (11)$

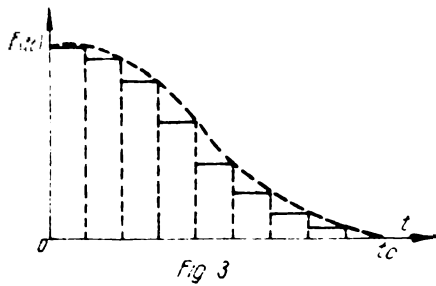
Acetia înseamnă că funcția experimentală a fiabilității este complementul până la 1 al frecvenței relative cumulate a căderilor.

Pentru  $t = 0$ , avem :  $F(t_0) = \frac{N-0}{N} = 1 \quad (12)$

Pe măsura scurgerii timpului elementele cad progresiv până la momentul  $t_0$  când acestea au căzut în totalitate:

$$F(t_0) = \frac{N-N}{N} = 0 \quad (13)$$

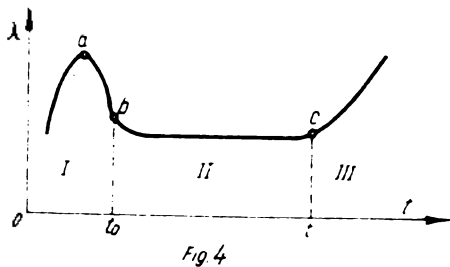
Situația rezultată din relațiile 12 și 13 este reprezentată grafic în fig.3.



**3.3. Intensitatea căderilor.** Acest indicator se pune la dispoziție întregii foarte prețioase în legătură cu fiabilitatea unui produs la un moment dat, deoarece în limbajul ingineresc el reprezintă probabilitatea ca un produs care a funcționat fără defecțiuni pînă în momentul "t", să se defecteze în momentul imediat următor.

Deci, intensitatea căderilor ( $\lambda$ ) se calculează numărul de elemente  $N_{01}$  căsute într-un interval de timp ( $t_1 - t_0$ ,  $t_1$ ) și numărul de elemente  $N_{11} - 1$  care nu au căsut pînă la momentul  $t_1 - t_0$ .

Intensitatea căderilor are o evoluție în timp de tipul celui din Fig. 3 care datorită formei sale se mai numește și "curba scădă de baie".



Variația intensității căderilor pe întreaga viață a produsului se poate împărți în trei perioade caracteristice și arunde :

I. Perioada inițială sau incipientă în care au loc un număr însemnat de defecțiuni datorită erorilor de fabricație, montaj, materiale, etc. Arata

în timp a acestei perioade depinde de nivelul tehnic al întreprinderii, de complexitatea produsului, număr de elemente înglobate în produs), precum și de exigența cu care s-au proiectat tehnologiile de control și se respectă de către personalul din acest compartiment.

În această perioadă, intensitatea căderilor atinge o valoare maximă, după care se începe să scadă. Coeficientul unghiular al curbei între punctele a și b, demonstrează nivelul tehnic la care lucrează întreprinderea respectivă.

Astfel, cu cât căderea intensității defecțiunilor este mai bruscă cu atât calitatea produsului este mai bună, controlul tehnic mai eficient și exigențele produselor este mai bună.

Dacă pe această porțiune, căderea intensității defecțiunilor este mai lentă, aceasta denotă că producția are deficiențe însemnate pe plan calitativ.

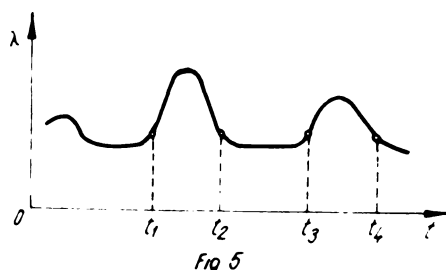
Este evident să se impună o reducere a duratei acestei prime perioade, motiv pentru care se impune și rotajul între perioade.

II. Perioada normală sau viața utilă, de funcționare, de maturitate a produsului, în care intensitatea căderilor are valori scăzute și de obicei este constantă. Aceasta este perioada care caracterizează fiabilitatea produselor și asupra ei se efectuează studiile pentru a se estinde cât mai mult.

III. Perioada finală de uzură sau bătrânețe caracterizată printr-o creștere bruscă a intensității căderilor datorită înăstrinirii și uzurii elementelor, prin menținerea în funcționare a produsului devine neeconomică.

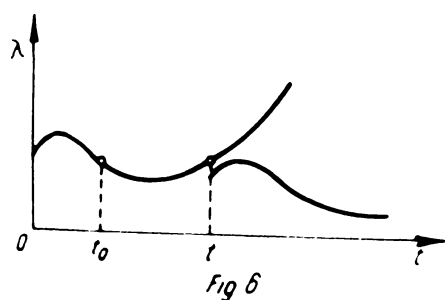
Este evident că alura curbei intensității căderilor descrisă anterior e de dorit să se înregistreze de fiecare produs.

Este posibil ca în cazul unui produs de complexitate ridicată care deține un număr mare de elemente, la rândul lor complexe și supuse la sarcini mari în timpul funcționării să se ajungă în condițiile unei avarii necorespunzătoare la o variație a intensității căderilor de forma celei din fig.5.



Se vede că variația intensității căderilor în acest caz are mai multe puncte de maxim relativ în perioada normală, de funcționare. Aceste punse în evidență faptul că fiabilitatea tuturor reperelor și subansamblurilor care alcătuiesc mașina nu este identică și obligă întreprinderea la revizuirea soluțiilor adoptate la proiectare, respectarea documentației tehnice de execuție și control astfel încât să elimine aceste puncte de maximum relativ care apar nefiresc în zona a doua a curbei de variație - normală - a intensității căderilor.

Un alt aspect al studierii curbei de variație a intensității căderilor este cel reprezentat în fig.6.



Acest exemplu ne situează în cazul când perioada a doua (normală) nu are întinderea așteptată și necesară în timp, începând să crească intensitatea căderilor după o perioadă scurtă de la introducerea în exploatare a produsului. Observăm picurile sau subansamblurile care determină aceste căderi și fac



continuu ascendentă curba de variație, decizia care urmează a fi luată constă în înlocuirea acestor elemente, produsul cu stare, după reparație urzind să funcționeze normal.

Literatura de specialitate consideră intensitatea căderilor nunci pentru perioada normală de funcționare a produsului.

În S.U.A este alcătuită o clasificare a produselor în funcție de intensitatea căderilor exprinsă în % la 1000 ore funcționare, după cum urmează :

Taboul nr.1.

Clasa de riscilitate	%/1000 ore
I	0,25
II	1,00
III	2,50
IV	6,50

3.4. Timpu mediu de bună funcționare. Acest indicator al fiabilității produselor reflectă în mod direct nivelul calitativ al produsului, precum și respectarea sistemului tehnic de întreținere și reparații.

Contopirea tuturor acestor influențe aleatorii conduce la diferențierea timpilor de bună funcționare pe fiecare produs. Rezultă de aici că timpul de bună funcționare este o variabilă aleatorie a cărei lege de distribuție se stabilește și pe baza observațiilor statistice a produselor.

Se presupune că sînt supuse încercărilor "T" produse, pînă la scoaterea lor din funcționare. Fiecare produs a funcționat un anumit timp. Rezultă că suma totală a timpilor de bună funcționare a celor "N" produse va fi :

$$T = \sum_{i=1}^{i=N} t_i \quad (14)$$

De aici timpul mediu de bună funcționare va fi :

$$\bar{t} = \frac{T}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} t_i}{N} \quad (15)$$

Pentru cazurile cînd timpul care se rezervă încercărilor ne îngăduie să se urzască pînă la ieșirea din funcționare tot lotul de produs, se poate recurge la înregistrarea căderilor ce apar într-un anumit interval de timp.

Dacă presupunem că în intervalul  $(t_0, t_1)$  unde  $t_1 - t_0 = \Delta t$ , au căsūt  $N_{01}$  produse din cele  $n$  supuse observației, în intervalul  $(t_1 - 1, t_1)$  au căsūt  $N_{01}$  produse (în totalitate, putem scrie :

Timpul total de bună funcționare a elementelor supuse observației va fi :

$$T = \sum_{i=1}^{i=N} t_i \cdot N_{0i} \quad \text{unde} \quad N = \sum_{i=1}^N N_{0i} \quad (16)$$

Timpul mediu de bună funcționare va fi :

$$\bar{t} = \frac{T}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} t_i \cdot N_{0i}}{N} \quad (17)$$

### 3.5. Abaterea medie pătratică a timpilor de bună funcționare.

Acest indicator arată gradul de dispersie a timpilor de bună funcționare pentru o grupă de produse.

Datorită dispersiei, valorile izolate ale timpului de bună funcționare care caracterizează și fiabilitatea unui element, se abat de la valoarea medie determinată :  $t_1 - \bar{t}$ . deci :  $a = t_i - \bar{t}$

unde:  $a$  = abaterea.

Valoarea medie a abaterii pentru un lot de produse supuse încercărilor va fi :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} [t_i - \bar{t}]}{N} \quad (18)$$

Determinarea valorilor absolute ale abaterilor medii după această ecuație este mai greoale din care cauză se apelează la următoarea expresie :

$$d_{exp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (t_i - \bar{t})^2}{N} \quad (19)$$

unde:  $d_{exp}$  = dispersia obținută în urma încercării unui număr redus de mașini.

Dispersia multitudini generale a abaterilor de acelaș fel cu lotul încercat va fi deplasată în raport cu cea determinată.

Trecerea de la dispersia experimentală la dispersia generală se face cu relația :  $d_{exp} = \frac{N-1}{N} \cdot d$  (20)

unde:  $d$  = dispersia generală

$$\text{sau : } d = \frac{N}{N-1} \cdot d_{exp} = \frac{N}{N-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (t_i - \bar{t})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} (t_i - \bar{t})^2}{N-1} \quad (21)$$

Mărimea absolută a dispersiei fiind de regulă mare, se rotește în determinări ale abaterii medii pătratică  $\sigma = 341/103$

• / •

258 F

$$\sigma \sqrt{D} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (t_i - \bar{t})^2}{N-1}} \quad (22)$$

**3.6. Provența absolută acumulată a căderilor.**

Aceasta reprezintă numărul de elemente defecte la momentul  $t_1$ , care rezultă din scăderea la numărul căderilor din cadrul fiocării interval de timp, a căderilor din intervalele precedente:

$$n_i = \sum_{j=1}^{j=i} n_j \quad (23)$$

**4. Legea de repartiție a căderilor.**

**4.1. Caracterul specific al culeșerii informațiilor despre tractoare și mașini agricole.** În domeniul mecanizării agriculturii, indicii fiabilității tractoarelor și mașinilor agricole se determină pe baza încercărilor unui exemplar sau unui lot redus precum și pe baza observării unui grup de mașini mai mare în condiții normale de exploatare.

Valorile indicilor de fiabilitate determinate pe baza încercărilor sau uzurării în exploatare trebuie să fie transferate asupra seriei întregi care urmează să se fabrice sau este în fabricație deja.

Această transformare nu poate fi în general valabilă pentru că volumul de informații se referă la un număr de exemplare redus.

În afară de acest aspect în agricultură, încercările mașinilor în vederea determinării fiabilității lor sînt în dependență de o serie mare de factori locali ca : particularitățile de sol și de climă, calificarea personalului, starea culturilor, configurația terenului, etc.

Doar aceste aspecte luate la un loc nu permit transferarea valorilor indicilor de fiabilitate de la lotul încercat la seria totală, decât în urma aplicării unor corecții corespunzătoare care constau în ceea ce după informațiile deținute se determină o lege teoretică generală de repartiție a indicilor fiabilității pentru mulțimea generală a mașinii.

Înlocuirea legilor experimentale cu legi teoretice în teoria probabilităților se numește proces de egalizare sau de netezire a informațiilor statistice.

Aceste legi teoretice de repartiție permit să se determine caracteristicile indicilor de fiabilitate referitoare la mulțimea totală a mașinii de o anumită marcă cit și la orice mulțime particulară a acestora.

În teoria fiabilității se folosesc următoarele legi de repartiție a căderilor :

- legea repartiției normale ;
- legea repartiției exponențiale ;
- legea lui Poisson ;
- legea logaritmică normală ;
- legea lui Weibull, ș.a.

Pentru caracterizarea repartiției cadrelor la tracțiune și cașini agricole se folosesc cu precădere legea repartiției normale și legea repartiției lui Weibull (repartiția exponențială fiind un caz particular al legii lui Weibull).

**4.2. Legea repartiției normale a indicilor de fiabilitate.**

Practica arată că această lege se poate utiliza cu bune rezultate și mai cu seamă în cazul câșurilor traptate care se deteriorează în special procesului de uzură. Deci, ea are o bună aplicabilitate pentru seria a III-a a curbei intensității câșurilor (cada de ulei).

Particularitatea ei constă în dispersia simetrică a valorilor parțiale ale indicilor de fiabilitate în raport cu valoarea medie.

a) Densitatea de probabilitate în cazul acestei legi este:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-\bar{t}}{\sigma}\right)^2} \quad (24)$$

Dacă în această ecuație introducem :  $\bar{t} = 0$  și  $\sigma = 1$

se obține :  $f_c(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$  (25)

unde :  $f_c(t)$  = funcția diferențială centrată

sau :  $f(tc) = \frac{A}{\sigma} f_c\left(\frac{tc - \bar{t}}{\sigma}\right)$  (26)

unde :  $t_c$  = valoarea timpului corespunzător la jumătatea intervalului analizat.

$\Delta$  = mărimea intervalului analizat, în funcție de timp.

Atât expresia lui  $f_c(t)$  cât și cea a lui  $f(t_c)$  este introdusă în tabele cu care se pot construi curbele care ilustrează legea de repartiție a densității de probabilitate fig.7.

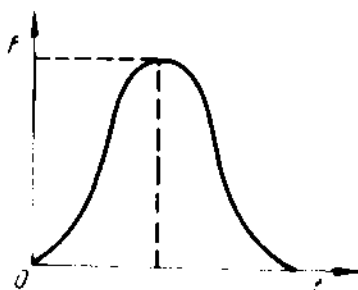


Fig 7

b) Funcția de repartiție care reprezintă probabilitatea cașerii produsului până la momentul  $t_c$  este :

$$D(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} \cdot dt \quad (27)$$

Urmă :  $\sigma = 1$  și  $\bar{t} = 0$ , funcția centrată și normată va fi :

$$D_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt \quad (28)$$

Din ecuațiile de mai sus rezultă :

$$D(t_k) = D_0\left(\frac{t_k - \bar{t}}{\sigma}\right) \quad (29)$$

unde:  $t_k$  = valoarea indicelui de fiabilitate stabilit.

Funcția întoarsă centrată  $D_0(t)$  este instabilată și valorile ei se scot direct din tabele.

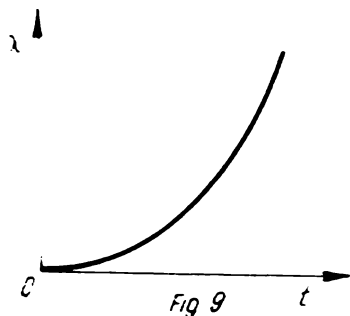
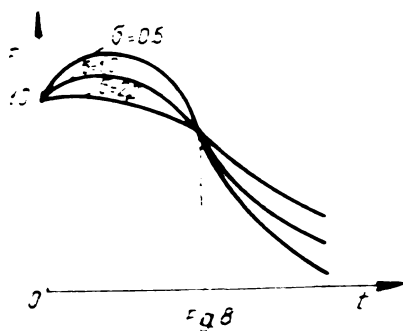
a) Funcția fiabilității este reprezentată de următoarea expresie :

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\bar{t}}{\sigma}\right)^2} \cdot dt \quad (30)$$

pentru  $\bar{t} = 0$  și  $\sigma = 1$ , se obține :

$$F_c(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt \quad (31)$$

Variația curbei funcției de fiabilitate  $F(t)$  este reprezentată în fig.8.



d) Intensitatea defectărilor se obține din relația :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)} = \frac{\exp\left[-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}\right]}{\sigma\sqrt{2\pi} \cdot D_0\left(\frac{t-\bar{t}}{\sigma}\right)} \quad (32)$$

Variația intensității ordărilor este reprezentată în fig.9.

4.3. Legea de repartiție exponențială. Din cauza ușurinței de aplicare a acestei legi de repartiție a variabilelor aleatorii, de foarte multe ori există tendințe de a se aplica în diverse cazuri.

Ipoteza de la care se pleacă la aplicarea acestei legi, admite că probabilitatea de defectare a unui element într-un interval de timp " $\Delta t$ " depinde nu-

mai de lungimea acestui interval, fiind proporțională cu aceasta, fără să țină seama de evenimentele din perioada anterioară, ci numai de buna funcționare până la acest moment. Altfel probabilitatea de defectare aparține intervalului  $i$  de timp ( $t, t + \Delta t$ ) va fi :

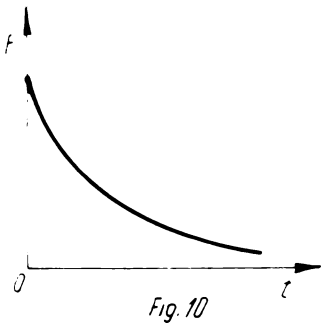
$$P_{\text{defect}} \in (t_0, t_0 + \Delta t) = \lambda \cdot \Delta t$$

e) Intensitatea de repartiție (funcția de frecvență) a probabilității căderilor este :

$$f(x, \lambda) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } x \leq 0 \\ \lambda e^{-\lambda x} & \text{pentru } x > 0 \end{cases}$$



In reprezentarea grafică funcția de frecvență (densitatea căderilor) are alături prezentată în fig. 10.



b) Probabilitatea căderii produsului pînă la momentul  $t$ , rezultă din integrarea primei relații :

$$D(t) = \int_0^t f(x) dx = \int_0^t \lambda \cdot e^{-\lambda x} \cdot dx = e^{-\lambda x} \Big|_0^t = 1 - e^{-\lambda t} \quad (35)$$

c) Probabilitatea ca echipamentul să lucreze fără defecțiuni (funcția fiabilității) pînă la momentul  $t$  :

$$F(t) = 1 - D(t) = e^{-\lambda t} \quad (36)$$

d) Intensitatea căderilor va fi :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)} = \frac{\lambda \cdot e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \lambda = \text{constant} \quad (37)$$

e) Caracteristicile numerice cele mai importante ale acestei relații sînt:

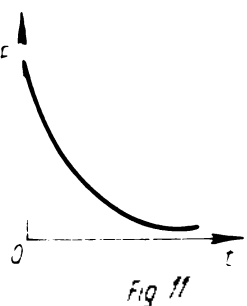
$$\text{- media } \bar{t} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \frac{1}{\lambda} \quad (38)$$

$$\text{- dispersia } \sigma^2 = M^2 - \frac{1}{\lambda^2} \quad (39)$$

Deci:  $\bar{t} = \frac{1}{\lambda}$  și deci  $\lambda = \frac{1}{\bar{t}}$

atunci:  $F(t) = e^{-\frac{t}{\bar{t}}}$  (40)

Grafic principalii indicatori ai fiabilității, în cazul repartiției exponențiale, rezultă din fig. 11, pentru funcția fiabilității și din fig. 12 pentru intensitatea căderilor.



4.4. Legea de repartiție a lui Poisson. Este o lege a evenimentelor rare deoarece probabilitatea de apariție a evenimentului examinat este mică.

Deci, ea se aplică în cazul cînd intervalul de timp dintre apariția a două defecte este mare.

a) Densitatea probabilității apariției căderii este:

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} = f(k, \lambda) \quad (41)$$

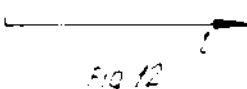
b) Caracteristicile numerice mai importante sînt:

- media  $\bar{x} = 1 \times 1 = \lambda$

- dispersia  $1 \times 1 = \lambda$

c) Funcția de repartiție a variabilei  $x$  care urmează o lege Poisson este:

$$D(x, \lambda) = P(x \leq x) = e^{-\lambda} \cdot \sum_{k=0}^{x} \frac{\lambda^k}{k!} \quad (42)$$



4.5. Legea de repartiție logaritmică normală. După această lege de repartiție se preferă determinările în cazul când  $\bar{x} < 3\sigma$ , în locul celei normale.

a) Densitatea de repartiție a căderilor este dată de relația:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } x < 0 \\ \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\ln x - a)^2}{2\sigma^2}} & \text{pentru } x > 0 \end{cases} \quad (43)$$

Aspectul grafic al densității repartiției căderilor rezultă din fig.13.

b) Repartiția funcției fiabilității rezultă prin integrarea lui  $f(x)$ :

$$F(t) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } t \leq 0 \\ 1 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^t \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{(\ln t - a)^2}{2\sigma^2}\right] \cdot dt & \text{pentru } t > 0 \end{cases} \quad (44)$$

Variația repartiției funcției fiabilității este prezentată în fig.

14. c) Intensitatea căderilor are următoarea distribuție:

$$\lambda(t) = \begin{cases} 0 & \text{pentru } t > 0 \\ \frac{\exp\left[-\frac{(\ln t - a)^2}{2\sigma^2}\right]}{t \sigma \sqrt{2\pi} \left\{ 1 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^t \frac{1}{t} \exp\left[-\frac{(\ln t - a)^2}{2\sigma^2}\right] dt \right\}} & \text{pentru } t \leq 0 \end{cases} \quad (45)$$

Intensitatea căderilor este dată grafic

în fig.15.

Această lege are avantajul că la  $t=0$  funcția densității de probabilitate este egală cu zero ( $t(t)=0$ ) și deci integrarea ei pentru a determina funcția probabilității căderii se face de la  $t = 0$  și nu de la  $t = \infty$  ca în cazul legii normale.

4.6. Legea de repartiție Weibull. În practică elementele care sînt supuse încercărilor sau observației nu se pot caracteriza suficient cu legile de repartiție prezentate, deoarece ele sînt rezultatul unei repartiții, de mesteac, corespunzător faptului că unele dintre ele pot să prezinte un anumit grad de uzură în momentul determinării, iar altele abia să-și înceapă lucrul.

a) Repartiție densității de probabilitate sau funcția diferențială, are următoarea expresie:

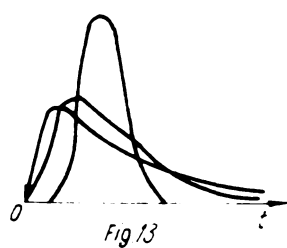


Fig.13

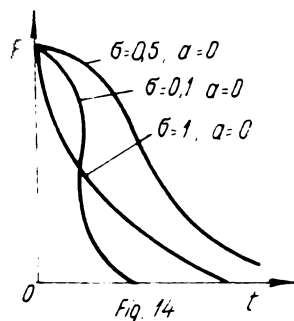
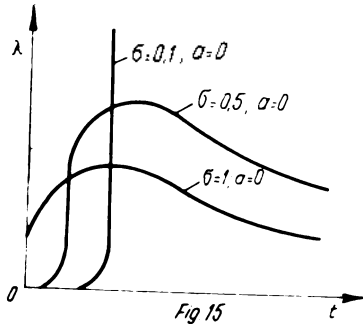


Fig. 14

$$f(t) = \frac{b}{a} \cdot \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (46)$$



unde  $b$  - parametru de formă,  $a$  - determină forma repartiției

$a$  - parametru de scara

( $a$  și  $b$  - parametri de repartiție Weibull)

Se observă că dacă  $b=1$ , legea lui Weibull

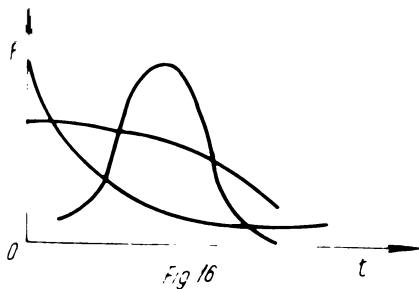
coincide cu legea exponențială :

$$f(t) = \frac{b}{a} \cdot e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (47)$$

Dacă  $b > 1$ , alura curbei este concavă și cu cât valorile lui  $a$  și  $b$  sunt mai mari decât 1, cu atât forma se apropie de clopot. Când  $b=3,25$  legea lui Weibull coincide cu legea distribuției normale. Pentru  $b < 1$ , curba repartiției este descrescătoare și cu cât  $b$  devine mai mic convexitatea ei crește. Aspectele variației repartiției densității de probabilitate după legea lui Weibull sînt reduse în sursele din fig. 15.

b) funcția de repartiție a căderilor, este integrala lui  $f(t)$  :

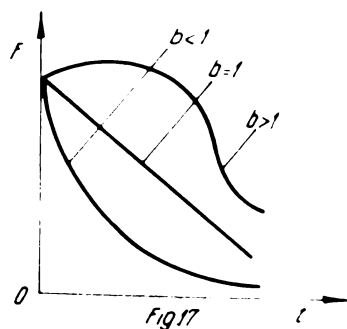
$$D(t) = \int_{t_0}^t f(x) dx = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (48)$$



c) funcția de repartiție a fiabilității rezultă din relația :

$$F(t) = 1 - D(t) = e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (49)$$

Curbele funcției fiabilității sînt prezentate în fig. 17.



d) Intensitatea căderilor este repartisată după următoarea funcție:

$$\lambda(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} \quad (50)$$

Aspectul grafic al intensității căderilor este dat în al. 15.

e) Importanțele caracteristicii numerice sînt:

- media timpului de bună funcționare :

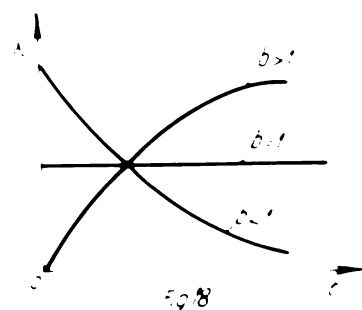
$$\bar{t} = a \Gamma\left(\frac{1}{b} + 1\right) \quad (51)$$

Valorile funcției fiind tabelate.

- dispersia:

$$\sigma^2 = a^2 \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{2}{b}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{b}\right) \right\} \quad (52)$$

Deoarece s-a dovedit că aplicarea legii lui Weibull pentru determinarea probabilităților de apariție a căderilor în studiul fiabili-





tății producător aproapie foarte mult datele teoretice de cele experimentale, precum și datorită faptului că ea se poate aplica cu succes la elemente care au trecut prin procese de îmbătrânire, de uzură fizică, a căpătat un vast domeniu de utilizare.

Spre exemplu dacă un și tea puz în funcțiune dovedește unele defecțiuni ascunde la început, apoi în continuare elementele sale nu îmbătrânesc un timp în tot agat, probabilitatea căderilor este foarte ridicată la început, apoi se stabilizează la un nivel relativ constant. În acest caz, funcția de fiabilitate se estimează după legea lui Weibull având parametrul  $b < 1$ .

Dacă, din potrivă, sistemul nu are defecțiuni ascunde la început dar în continuare procesul de îmbătrânire este foarte activ vom exista la un nivel inițial scăzut al probabilității căderilor, ea apoi acest interval să treacă continuu. Asemenea cazuri se tratează cu legea lui Weibull având parametru  $b > 1$ .

**4.6.1. Determinarea repartiției Weibull în cazul eşantionelor de date individuale.** Înțelegerea prin eşantioane de date individuale un grup de "N" elemente identice care se testează sau se observă până la scoaterea completă din funcțiune, înregistrând pe parcurs timpul de funcționare al fiecărui element. El denumim astfel pentru ai putea deosebi de eşantioanele alcătuite din mai multe elemente dar pentru care se înregistrează statistic numai numărul celor căzute în anumite intervale de timp, fără consemnarea timpului de funcționare al fiecărui element.

Determinarea parametrilor Weibull care se folosesc în calculul indicilor de fiabilitate și al repartiției acestora, se face prin mai multe metode dintre care consemnăm: metoda asimilării maxime, metoda momentelor, metoda cunentelor.

Metoda asimilării maxime se pare a fi cea mai precisă. Parametrul "b" se determină din urmatoarea expresie:

$$\frac{N}{b} + \sum_{i=1}^{i=N} \ln t_i = \frac{N \sum_{i=1}^{i=N} t_i \cdot \ln t_i}{\sum_{i=1}^{i=N} t_i \cdot b} \quad (53)$$

Dând valori diferite între 1,0 și 3,5 lui b, prin încercări se poate găsi valoarea care satisface egalitatea respectivă. Mai comod, însă acest parametru se poate determina prin metoda grafică.

Pentru aceasta se înlocuiește membrul stâng cu  $y_1$  și membrul drept cu  $y_2$  și introducerea în intervalul (1,0-3,5), cel puțin patru valori pentru b, cu ajutorul cărora construim un grafic fig.19 ce

are pe axa absciselor valorile lui  $b$ , iar pe ordonată, valorile lui  $y_1$  și  $y_2$ .

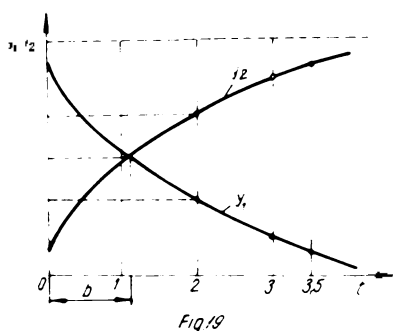


Fig. 19

Intersecția celor două curbe  $y_1$  și  $y_2$  reprezintă valoarea parametrului "b". Pe baza lui b se va determina celălalt parametru al lui Weibull.

$$a = \sqrt[b]{\frac{\sum_{i=1}^N t_i^b}{N}} \quad (54)$$

După valoarea acestui parametru se determină valoarea medie a timpului de funcționare și scatter medie pătratică:

$$\bar{t} = a \cdot K_b \quad (55) \quad \sigma = a \cdot C_b \quad (56)$$

unde:  $K_b$  și  $C_b$  - sînt coeficienți care se stabilesc cu următoarele relații:  $K_b = \Gamma(1 + \frac{1}{b})$  (57)

$$\text{și: } C_b = \sqrt{\Gamma(1 + \frac{2}{b}) - K_b^2} \quad (58)$$

Pentru funcția  $\Gamma$  valorile se găsesc întabulate și deci se pot prelucra direct.

Metoda graficului logaritmic de probabilitate, cu posibilitatea să se rezolve destul de precis parametrii care caracterizează legea repartiției lui Weibull, procedea astfel:

$$D(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (59)$$

prin logăritmarea repetată se ajunge la următoarea expresie:

$$b \ln t = \ln a^b + \ln \cdot \ln \frac{1}{1 - D(t)} \quad (60)$$

de înlocuiește:

$$\ln \cdot \ln \frac{1}{1 - D(t)} = y \quad (61) \quad \text{și} \quad \ln t = x \quad (62)$$

În acest caz se obține:

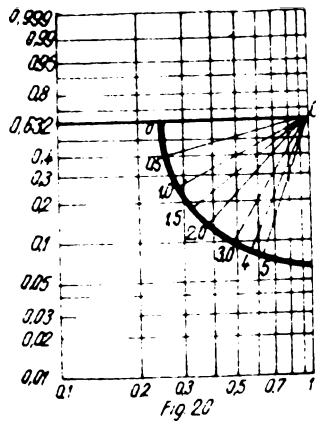
$$y = bx - \ln a^b \quad (63)$$

Aceasta reprezintă ecuația unei drepte.

Deci se alege o scară liniară pentru y, obținută o scară logaritmică pentru  $D(t)$  și de asemenea, dacă se alege o scară liniară pentru x se obține o scară logaritmică pentru timpul de funcționare.

Pentru determinarea parametrului b care în ecuația dreptei y reprezintă chiar coeficientul unghiular al dreptei respective, se construiește raportul logaritmic (Fig. 20) cu care se determină prin cooperare unghiurilor, panta, ori carei drepte de tip Weibull și deci parametrul b.

În ecuația dreptei y, coeficientul b este reprezentat de panta dreptei lui Weibull care se citește cu ajutorul raportului logaritmic construit pe același figură.



Valorile  $t_1$  și  $D(t_1)$  determinate experimental alcătuirii coordonatele a "a" puncte se se poziționează pe grafic (fig. 21).

Acceste puncte se aştern cu aproximație de-a lungul dreptei lui Weibull.

Din acest grafic cu date experimentale valoarea lui  $b$  rezultă din relația :

$$b = 0,023 = \frac{L}{\tau_t} t \psi \quad (64)$$

unde:  $L$  - lățimea graficului în cm .

$\tau_t$  = amplitudinea variației timpului reprezentată prin diferența între  $t_1$  și  $t_{final}$  ore

$\psi$  = unghiul de înclinare al dreptei determinat direct din grafic.

Convenind la înlocuirile operate anterior, reținem relația (63) de forma:

$$y = bx - \ln a^b$$

Pentru a determina parametrul "a" se

$$\text{face } y = 0 \quad (65)$$

$$\text{și } bx = \ln a^b = \ln a \quad (66)$$

convenind la graficul din fig. 21 determinăm pe "a" cu expresia :

$$\ln a = S_t \frac{\tau_t}{L} \quad (67)$$

unde:  $S_t$  - abscisa punctului de intersecție dintre dreapta și axa  $\ln t$ , determinată direct pe grafic.

**4.7. Caracteristica relativă a dispersiei indicelui de fiabilitate - coeficientul de variație.** Pentru alegerea și estimarea legii teoretice a repartiției se folosește adesea abaterea medie pătratică a timpului de funcționare.

Coeficientul de variație este o noțiune care poate să dea o orientare mai exactă asupra alegerii legii teoretice de repartiție.

Accest coeficient,  $v$ , reprezintă raportul dintre abaterea medie pătratică  $\sigma$  și valoarea timpului mediu de bună funcționare:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{t}} \quad (68)$$

Pe această relație se determină coeficientul de variație în cazurile cînd zona dispersiei indicelui de fiabilitate începe de la zero sau de la valori apropiate de zero.

Pentru cazul cînd există o deplasare a zonei de dispersie față de zero, se folosește relația :

$$v = \frac{\sigma}{\bar{t} - t_{depl.}} \quad (69)$$

- Dacă: -  $V > 0,33$  se folosește legea Weibull
- $V < 0,33$  se folosește de obicei legea normală.

Pentru determinarea lui  $V$ , luarea în considerație a deplasării este foarte importantă, deoarece în cazul folosirii legii lui Weibull, parametrii săi depind direct de mărimea coeficientului de variație.

Mărimea deplasării se poate determina prin intermediul teoriei probabilității. Este încă suficient de precis dacă stăruim oind sîntea în posesia datelor experimentale considerăm valoarea deplasării egală cu valoarea indicelui de fiabilitate de la primul interval ( $t_1$ ).

Acum nu dispunem de un șir statistic de date, atunci este nevoie de minimum 2 intervale în cadrul informațiilor primare:

$$t_{depl.} = t_1 - (t_2 - t_1) = 2t_1 - t_2 \quad (70)$$

4.8. Criteriile de concordanță a repartițiilor experimentale și teoretice ale indicilor de fiabilitate. Egalizarea repartițiilor experimentale. În studiul fiabilității produselor este nevoie să se cunoască nu numai indicele de fiabilitate propriu-zis și aspectul teoretic al legii de repartiție și acestuia pentru a putea recurge la egalizarea repartiției experimentale, stabilit cu ajutorul datelor culese la încercări.

Pe de altă parte, a unui număr oarecît de mare de date nu sînt suficient de numeroase, legea teoretică de repartiție a indicelui de fiabilitate se ajută să stabilizeze mult mai exact indicii de fiabilitate.

În domeniul tractoarelor și mașinilor agricole, această operație de egalizare a repartiției experimentale capătă un interes deosebit deoarece numărul produselor supune încercărilor pornește în cele mai multe cazuri de la o bucată, iar încercarea propriu-zisă nu poate să fie continuată pînă la epuizarea resursei produsului (prin reparație).

Pentru aceasta se stabilește o lege de repartiție teoretică pe baza reprezentărilor grafice a variației indicilor cu ajutorul datelor culese în timpul încercărilor sau observației.

a) Pentru repartiția experimentală trebuie să se determine un singur parametru folosind datele culese :

$$\bar{t} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{deci} \quad \lambda = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N t_i} \quad (71)$$

b) Pentru repartiția normală trebuie determinată doi parametri :



- timpul mediu de funcționare,  $\bar{t}$
  - abaterea medie pătratică a timpului de funcționare.
- e) Pentru determinarea parametrilor din legea Weibull se procedează astfel :

- se determină coeficientul de variație cu ajutorul datelor experimentale - vezi relația (68)-

- se utilizează această valoare cu expresia sa teoretică:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{t}} = \sqrt{\frac{\Gamma(1 + \frac{2}{b}) - \Gamma^2(1 + \frac{1}{b})}{\Gamma(1 + \frac{1}{b})}} \quad (72)$$

- se determină parametrul "b" și apoi parametrul "a" prin metoda descrisă în cadrul legii Weibull.

Având parametrii repartiției teoretice a lui Weibull, determinăm probabilitatea caderilor :

$$D(t) = 1 - F(t) \quad (73)$$

După cum am arătat funcția F(t) are valorile întocmite și în consecință se determină direct valoarea D(t), aplicându-se în graficul obținut cu datele experimentale.

Cu datele calculate pe cale teoretică se alătură în paralel un grafic și se recurge la compararea lor (cel experimental și cel teoretic). Aproximarea legilor de repartiție stabilite pe cale experimentală, cu cele teoretice este determinată cu criteriul lui Anson.

Acesta este definit ca suma pătratelor abaterilor frecvențelor experimentale și teoretice din fiecare interval de timp analizat.

$$\text{Adică : } \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_{i \text{ exp}} - n_{i \text{ teor}})^2}{n_{i \text{ teor}}} \quad (74)$$

unde: n - numărul de intervale analizate

$n_{\text{exp},i}$  - frecvența experimentală (numărul de cazuri) în intervalul " $t_i$ " al șirului statistic

$n_{\text{teor},i}$  - frecvența teoretică în același interval.

$$n_{\text{teor}} = N [D(t_{i+1}) - D(t_i)] \quad (75)$$

În scopul determinării lui  $\chi^2$  se construiește un șir de intervale, unde numărul de intervale analizate să nu depășească 7, pentru a simplifica calculul matematic.

Determinăm pentru fiecare lege teoretică de repartiție în intervalele de timp analizate, frecvența teoretică a caderilor, și apoi scriem-le într-un tabel în cadrul fiecărui interval, sub cele experimentale, și poate constata direct care dintre legile teoretice de repartiție se suprapune peste cea experimentală.

Repartiția după legea lui Weibull se face corespunzător metodologiei expuse în paragraful 4.6.

Estimarea de interval. În cazurile când nu se pot obține su-

ficiente internayii asupra un produs, care presupune un număr repetat de încercări și un însemnat consum de timp, pentru determinarea estimativă a caracteristicilor urărite se poate recurge la metoda estimării de interval.

Pe baza datelor experimentale sau teoretice se determină legea repartiției timpului mediu de bună funcționare și de reproducibilitate grafic, conform fig. 22.

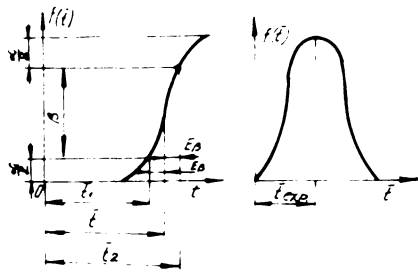


Fig. 22

Iașnd la limita inferioară și superioară valoarea  $\frac{\alpha}{2}$ , probabilitatea de a găsi estinarea timpului mediu în intervalul  $\bar{t}_1$  și  $\bar{t}_2$  va fi :

$$D(\bar{t}_1 < \bar{t} < \bar{t}_2) = D(\bar{t}_2) - D(\bar{t}_1) = 1 - \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} = 1 - \alpha = \beta \quad (76)$$

Intervalul  $\bar{t}_2 - \bar{t}_1 = 2 E \beta$  se numește interval *veridic*, iar  $\beta$  se numește probabilitatea *veridică* sau :

unde:  $\bar{t}_{exp.}$  = valoarea medie experimentală a parametrului  $\bar{t}$ .

Rezultă din această relație că intervalul *veridic* ( $1\beta$ ) acoperă punctul  $\bar{t}$  cu probabilitatea  $\beta$ , și că acest interval are pe axă o poziție aleatorie determinată de caracterul aleatoriu al valorilor experimentale ale lui  $\bar{t}_{exp.}$ .

În construcția de cazini probabilitatea *veridică* se ia de obicei egală cu 0,8 - 0,95, iar intervalul *veridic* se determină după ce s-a determinat legea de repartiție a variabilei aleatorii  $\bar{t}$ .

#### Cap. IV. PROBLEMELE AGRICULTURII

1. dezvoltarea dotării agriculturii cu masini a micii în conformanță cu prevederile congresului al 1-lea al țării.

Pentru perioada cincinalului 1976 - 1980, hotărârile Congresului al 1-lea al Partidului prevăd mecanizarea totală a proceselor de muncă din agricultură.

Aceste sarcini deosebit de importante au în vedere că în perioada 1976 - 1980, agricultura și industria să realizeze :

- oala laree în fabricație a mașinilor necesare mecanizării operațiilor din lanțul tehnologic al culturilor, pentru care în prezent, nu există soluții de mecanizare ;

- fabricarea pînă la nivelul necesar cerut de volumul de

sucă din agricultură, a mașinilor agricole, astfel încât în 1980 sarcina stabilită de Congres să fie realizată.

Dinensiunea acestei sarcini este reflectată în valoarea mașinilor și instalațiilor cu care s-a stabilit să fie dotată agricultura în această perioadă și care reprezintă cea. 35 miliarde lei.

Potrivit acestor programe, în perioada 1976 - 1980 se vor asina 273 mașini și instalații agricole, se va dota agricultura cu 70.000 tractoare în șapte tipuri și 15 variate, cu 1630 combine autopropulsate pentru cereale cultivate pe șes și pe pante, 2500 combine pentru sfeclă, 5980 echipamente speciale pentru recoltat porumb, 1460 echipamente pentru recoltat floarea soarelui, 9200 semănători de păioase și prășitoare și alte importante mașini.

De o importanță deosebită în această perioadă se va bucura zootechnia, leucultura, pomicultura, viticultura, transportul și manipulara produselor agricole.

Cresterea productivității muncii în agricultură, care este o altă sarcină trasată de conducerea de Partid, va fi caracterizată prin introducerea tractorului de putare mare (180 HP) și a mașinilor agricole necesare acestuia, recunoscuta prin lășini mari de lucru, prin executarea concomitentă a mai multor operațiuni, prin viteze sporite de deplasare, etc.

Tranzitând în viață sarcinile trasate de către Congresul al 11-lea al Partidului în domeniul mecanizării agriculturii vom putea considera agricultura ca o variantă a producției industriale, a cărei tehnică este diversă și completă, supusă unor factori diferiți de cei din industrie și în parte greu sau imposibil de dirijat, dar care va trebui să asigure nevoile crescânde ale economiei țării cu producțiile ce sînt prevăzute a fi realizate în sfera ei.

2. Utilizarea combinelor autopropulsate de cereale în regiunile optime răsăritii și răsăritilor de recoltă și investițiilor.  
În perioada 1977 - 1980 întreaga suprafață cultivată cu cereale păioase și prășitoare, cu floarea soarelui și soia, cu orez și semănare de ierburii, va fi recoltată cu combina autopropulsată de cereale, prevăzută cu echipamente adecvate fiecărei culturi.

În această direcție sînt asinalate în fabricație toate tipurile de echipamente și pînă în anul 1980 se vor fabrica în întregime la nivelul necesar. În paralel se va fabrica și combina

autopropulsată pentru pente.

note lesne de înțeles că eforturile făcute pentru o cultură de la începutul ciclului său, pentru respectarea tehnologiei stabilite, pot să fie numai parțial valorificate, dacă recoltarea nu se face fără pierderi.

Dar, reducerea pierderilor la recoltare și stabilizarea lor la un nivel acceptabil, în condițiile unei culturi corespunzătoare, depinde de doi factori în principal :

- respectarea perioadei de recoltare când pierderile sînt minime ;
- asigurarea resurselor necesare la combină și a prezenței personalului care lucrează cu ele.

Indicii fiabilității combinei sînt însă, hotărîtori pentru realizarea productivităților stabilite.

O funcționare cu defecțiuni frecvente datorită calității fabricației și exploatarei necorespunzătoare, are ca rezultat direct reducerea timpului de funcționare, creșterea timpului pentru executarea reparațiilor accidentale în câmp și deci reducerea disponibilității.

Soldarea indicelui de disponibilitate implică efectiv următoarele direcții :

- mărirea perioadei de recoltare, fapt care se soldază cu pierderi suplimentare de recoltă ;
- introducerea în dotare a unui număr mai mare de combine pentru ca în condițiile fiabilității scăzute să asigure recoltarea în perioada optimă pentru a nu înregistra pierderi suplimentare de producție.

Fiecare dintre aceste direcții trebuie și poate să fie evitată dacă se asigură conștient în faza fabricației și în exploatare nivelul de fiabilitate cât mai ridicat.

Combina de cereale lucrează în perioade foarte scurte, înguste de coriașale ale culturii când pierderile trebuie să fie minime. Ca atare, timpul de funcționare care este o resultantă a păstrării capacității funcționale pe o durată cât mai mare, trebuie să înregistreze valori maxime pentru a evita pierderile sau dotările suplimentare.

Dar timpul de funcționare al combinei este supus acțiunii unor variabile aleatoare și deci, caracterul său rămîne tot aleatoriu. Probabilitatea funcționării combinei fără defecțiuni este determinată de principalii factori ca : starea corespunzătoare a recoltei



(uniformitate, cultură curată, cosecere uniformă, lipsa plantelor căzute, etc), starea terenului, condițiile de climă, calitatea reparațiilor executate, planificarea sortimentului de piese, asamblării sau subansambluri supuse regimului de rezolvare prin înlocuire sau reglare, acțiunile profilactice pentru evitarea defecțiunilor, organizarea bunei serviri (asigurarea carburanților, a mijloacelor de transport necesare etc).

Situația ideală ar fi ca într-o perioadă de 15-20 zile să nu existe nici o cădere accidentală. În acest fel, timpul de funcționare ar înregistra valori maxime și deci și fiabilitatea, randamentul combinii urmind să fie condiționat de ceilalți factori.

De aici se poate înțelege că deși nivelul fiabilității combinii ar putea să fie ridicat, productivitatea să rămână limitată de factori care depind de starea recoltei (producție mică, cultură încurcată și căzută, lanuri îmburuienate) sau de măsurile organizatorice care se iau pentru păstrarea continuității lucrului.

Această constatare își păstrează valabilitatea numai în ipoteza că exploatarea combinii în asemenea condiții se face cu atenția necesară, - pentru a nu produce suprasolicitări ale organelor combinii și distrugerea lor.

Pentru anihilarea efectelor eventualelor căderi accidentale ale unor elemente în timpul campaniilor de recoltare este necesară determinarea unei rezervări de subansambluri sau piese pînă la limita la care această rezervare este economică în comparație cu pagubele pe care le-ar atrage diminuarea timpului de funcționare.

O astfel de rezolvare trebuie făcută de așa manieră încît pentru piesele sau subansamblurile care au o frecvență mai mare de cădere să se mențină un stoc potrivit la fiecare secție de mecanizare, pentru cele care au o frecvență a căderilor mai scăzută să se facă rezervarea la magazia stațiunii, iar pentru cele care au o frecvență foarte scăzută a căderilor să se facă rezervarea în baza județeană de aprovizionare.

În această manieră se asigură înlocuirea aproape instantanee a căderilor de piese sau subansambluri din prima categorie cu o cercare întârziere a celor din a doua categorie și cu întârzieri mai mari a căderilor cu intensitate foarte mică.

Caracterul scurt al perioadei optime în care se execută recoltarea cerealelor păioase, spre exemplu, impun o altă particularitate

acestei proprietăți a fiabilității combinei și anume aceea a executării reparațiilor planificate cu o atenție deosebită pentru fiecare reper și chiar cu ridicarea costurilor acestora pentru a da certitudinea că mai buna funcționării.

**3. Importanța tehnică și economică a determinării fiabilității combinelor de cereale autopropulante.** În legătură cu cele arătate de paragrafele precedente urmărind diagramele din fig.23 și 24, se desprind următoarele aspecte :

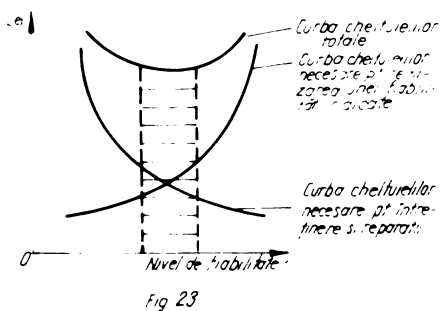


Fig. 23

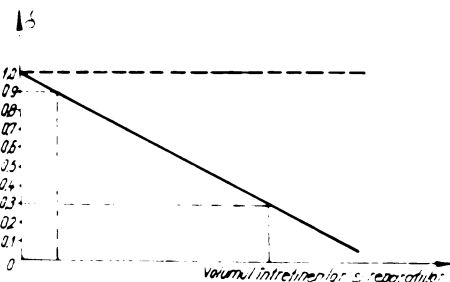


Fig. 24

a) Cheltuielile pentru reparații se găsesc la un nivel ridicat în cazul fiabilității scăzute și scad pe măsura creșterii acesteia ;

b) Cheltuielile totale au un nivel ridicat în condițiile unei fiabilități scăzute și scad pe măsura creșterii acesteia până la o anumită valoare, peste care cheltuielile totale încep să crească și ele. Există deci o zonă a cheltuielilor totale optime, determinată de un anumit nivel al fiabilității ;

c) Volumul lucrărilor de întreținere și reparații și ca urmare și cheltuielile cresc odată cu scăderea indicelui de disponibilitate al mașinii și chiar al indicelui de utilizare.

Analizina succint a acestor aspecte, se poate conchide că este important din punct de vedere tehnic să abordăm determinarea fiabilității combinei autopropulante, deoarece :

- obținerea unei fiabilități ridicate antrenează o serie de factori esențiali tehnici : soluțiile constructive alese, corectitudinea determinării capacității portante a pieselor din fabricările mobile și mult solicitate, calitatea materialelor indicate, soluțiile de ungere a fabricărilor mobile, tratamentele aplicate, tehnologiile de execuție, calitatea execuției (dacă corespunde cu documentația), asigurarea cerințelor reparabilității și mentenabilității.

De asemenea, condițiile de exploatare a combinelor în diferite zone ale țării, precum și pentru diferite stări ale culturilor sînt factori care contribuie la necesitatea cunoașterii fiabilității acestei combaine pentru aceste condiții.

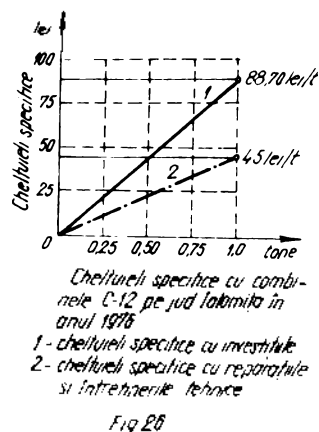
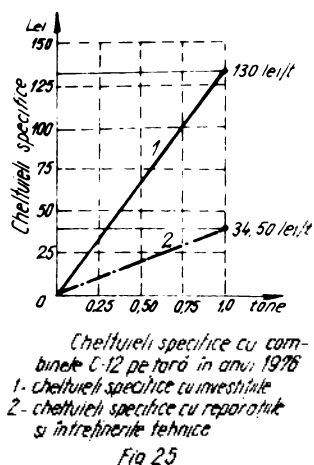
- cunoașterea fiabilității combinei și a proprietăților sale constituie un mijloc determinat de pregătire a necesarului de piese de schimb la un nivel mai real, de programare mai corectă a periodicității reparațiilor și întreținerilor tehnice zilnice, de stabilire a nivelului optim al dotării unităților agricole.

4. Opportunitatea pentru agricultură și industrie a datării minării fiabilității combinei de cereale C-12. Având în vedere prețul de cumpărare al combinei care este destul de ridicat, precum și cheltuielile ce se înregistrează în exploatare și care se situează la valori foarte mari este necesar a se căuta și găsi căile practice pe care trebuie să se dirijeze factorii generatori de îmbunătățiri.

Odată cu aceasta se vor stabili măsurile imediate și de perspectivă pe care urmează să le aplice atât în concepție cât și în execuție întreprinderii furnizoare și colaboratorii ei.

De asemenea se vor stabili măsurile care urmează să se aplice de către unitățile agricole în timpul exploatării pentru a menține și chiar îmbunătăți fiabilitatea cu care a fost livrată combina.

Rezervele pe care le putem pune în valoare rezultă într-o formă desigur destul de relativă din câteva aspecte oferite de datele din bilanțul anului 1976 al stațiunilor pentru mecanizarea agriculturii prezentate în fig. 25 și 26.



Fiind un început în deceniul fiabilității mașinilor agricole, abordarea acestei teme va declanșa activitatea de cunoaștere și dirijare a factorilor ce se pot stăpîni, precum și de adaptarea unor soluții care să contracareze parțial sau total efectele factorilor alestori ce nu se pot stăpîni.

**PARTEA II-a FIABILITATEA SISTEMELOR DE TRANSPORT**

**CAP. I. FIABILITATEA SISTEMELOR DE TRANSPORT**

**Capitolul AUTOPROTECȚIA C-12**

Dacă privim mașina ca pe un element, atunci întreaga teorie dezvoltată în partea I-a, care privește în general un element, se poate aplica și la mașină.

Având în vedere că mașina nu este doar un element, ci ea constituie un ansamblu de elemente, putem să constatăm că determinarea fiabilității sale privită ca element nu rămâne decât în cadrul teoriei propusă.

În cele ce urmează se vor explica mai mult elementele teoretice pentru a se putea trata în mod corespunzător partea experimentală cu privire la fiabilitatea combinii.

1. Ierarhia elementelor în serie. Dacă prin căderea unui element din mașină (piesă, ansamblu, subansamblu, se produce căderea întregii mașini, atunci se spune că există între elemente o legătură în serie.

În cazul când căderea fiecărui element este un eveniment independent atunci rezultă că probabilitatea funcționării fără avarii a mașinii până la timpul  $t_1$  va fi determinată de probabilitatea funcționării fără avarii a tuturor elementelor, în perioada considerată.

Așică :

$$F_m(t) = \prod_{i=1}^n F_i(t) \quad (78)$$

Această relație stabilită pe principiul înmulțirii probabilităților, implică determinarea probabilității funcționării fiecărui element în perioada dată.

Rezultă de aici că cu cât numărul de elemente va fi mai mare, decorese probabilitatea funcționării are valoarea subunitară, cu atât probabilitatea funcționării întregii mașini va fi mai mică.

Este absolut evident, că pentru a asigura o fiabilitate corespunzătoare mașinii, se impune asigurarea unei fiabilități foarte ridicate pentru fiecare element.

De exemplu, dacă o mașină are 1000 de repere și fiecare reper are fiabilitatea egală cu 0,95, atunci fiabilitatea generală a mașinii va fi :

$$F(t_0) = 0,95^{1000} = 0,55 \cdot 10^{-22} \quad (78)$$

Dacă același reper are o fiabilitate de 0,99, rezultă :

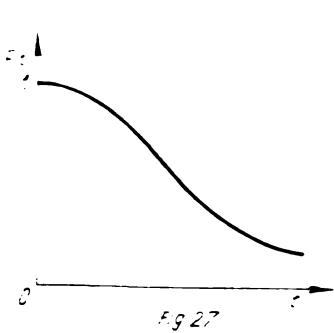
$$F(t_0) = 0,99^{1000} = 0,42 \cdot 10^{-4} \quad (80)$$

Urând aceste două cazuri, rezultă că întrebându-se absolut matematic criteriul de determinare al fiabilității mașinii prin produsul fiabilității reparațiilor ajunge la rezultate neverosimile care nu corespund realității.

Această afirmație își găsește explicația prin următoarele argumente :

a) Se idealizează legile de repartiție a timpului de funcționare și se aproximează repartițiile continue.

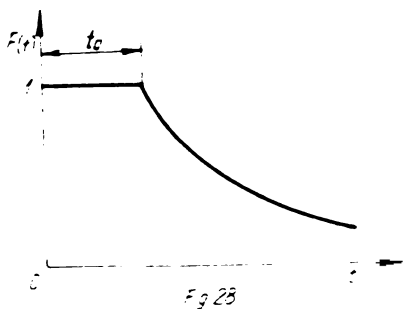
Astfel, admitem să  $F(0) = 1$  numai înainte de punerea în funcționare și imediat după punerea în funcțiune  $F(t) < 1$  pentru orice valoare  $t > 0$  (fig.27).



În realitate elementele nu se reduc treptat prin cădere din  $t > 0$ , existând o zonă de "insensibilitate"  $t_0$  în care indicele de fiabilitate  $F(t_0) = 1$  (fig.28).

Dacă admitem că toate piesele au fost introduse în mașină după un control riguros al calității, montajul s-a făcut corect și s-au operat reglajele necesare, este de așteptat ca mașina să nu se defecteze imediat după punerea în funcțiune prin deteriorarea unor repere, cu excepția existenței unei supra-solicitări.

Este deci firesc ca în cazul sistemelor complexe, (mașini cu număr mare de repere) să se introducă în calculul fiabilității pentru căderile treptate ale pieselor, zone de insensibilitate unde  $F(t) = 1$ .



b) Nu se poate asigura o precizie totală în determinarea indicilor limită de reșut.

Dacă în cadrul unui ansamblu există unele piese care ar urma să fie înlocuite atunci când s-a ajuns la o anumită limită de uzură dinainte stabilită, dar din cauza condițiilor în care sînt montate în ansamblul respectiv efectele individuale provocate pentru fiecare piesă nu se produc cu intensitatea respectivă, atunci ansamblul poate funcționa în continuare fără să iasă din funcțiune.



Ansamblul iese din funcțiune din cauza căderii piesei cu fiabilitatea cea mai mică. În această situație ansamblul se demontează pentru remediere și dacă se constată că mai sînt și alte repare din ansamblu în situs, se ține tehnica necorespunzătoare se înlocuiesc și acestea, refăcîndu-și starea funcțională inițială.

Este de reținut însă că în acest caz fiabilitatea ansamblului corespunde cu cea a piesei celei mai slabe.

Deci, ca urmare a acestor precizări se poate considera că fiabilitatea mașinii sau a unui ansamblu, din cauza căderilor accidentale se calculează cu relația (78), iar în cazul căderilor treptate datorate uzurilor, fiabilitatea se va determina în raport cu piesa cea mai slabă, precizînd "zona de insensibilitate" pentru ansamblul căzut sau se va determina după relația de mai sus dacă defectul se înlătură local.

În funcție de  $F(t)$  se vor determina și alți indici specifici.

Pentru cazul particular cînd intensitățile căderilor  $\lambda_i$  ale elementelor nereparabile (defecțiunile accidentale) din mașină sînt constante, probabilitatea funcționării fără cădere a mașinii se va determina prin relația :

$$F_m(t) = \prod_{i=1}^N F_i(t) = \prod_{i=1}^N e^{-\lambda_i t} = e^{-\left(\sum_{i=1}^N \lambda_i\right)t} = e^{-\lambda_m t} \quad (81)$$

unde: 
$$\lambda_m = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

Timpul mediu de funcționare va fi :

$$\bar{t} = \frac{1}{\lambda_m} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \lambda_i} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{t_i}} \quad (82)$$

Dacă:

$$T_1 = T_2 = T$$

rezultă :

$$\bar{t} = \frac{T}{N} \quad (83)$$

Interpretînd sensul matematic al acestei expresii rezultă că timpul mediu de funcționare al mașinii pînă la prima cădere este de  $N$  ori mai mic decît timpul de funcționare al fiecărui element.

De-a lungul perioadei de exploatare cînd fluxul căderilor este relativ constant durata medie pînă la cădere va fi :

$$\bar{t} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{t_i}} \quad (84)$$

## 2. Lucrarea elementelor în paralel. Rezervarea (Redondanța).

Redondanța este o metodă potențială de ridicare a fiabilității unei mașini și se obține prin introducerea în componența mașinii a unor elemente care să fie de același tip cu cele de bază și să

funcționese simultan cu acestea.

Vi sânt să prin ieșirea din funcție a unui dintre elementele dublate, rămâne în funcțiune celălalt și mașina își continuă lucrul.

Căderea simultană ea probabilitate, pentru elementele mașinii este :

$$D_m(t) = \prod_{i=1}^m n_i(t) \quad (85)$$

unde:  $D_m$  - frecvența căderilor la mașină

$D_1$  - frecvența căderii fiecărui element

Probabilitatea funcționării va fi :

$$F_m(t) = 1 - D_m(t) \quad \text{sau} \quad (86)$$

$$F_m(t) = 1 - \prod_{i=1}^m D_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^m [1 - F_i(t)] \quad (87)$$

În cazul cînd elementele au aceeași fiabilitate rezultă:

$$F_m(t) = 1 - [1 - F_i(t)]^m \quad (88)$$

De aici rezultă că dacă  $F(t) < 1$  pentru cazul cînd  $m > 1$ , totdeauna  $F_m(t) > F_1(t)$ , adică fiabilitatea mașinii va fi mai mare decît fiabilitatea fiecărui element.

3. Legarea mixtă a elementelor, reprezintă situația în care există atât elemente legate în serie cît și elemente legate în paralel. Rezultă de aici că pentru determinarea parametrilor căzuți se vor folosi relațiile stabilite anterior.

$$F_{\text{paralel}}(t) = \prod_{i=1}^m [1 - F_i(t)] \quad (89)$$

a) Deoarece blocul I și II (fig.29) sînt legate în serie și fiecare dintre ele are fiabilitatea determinată după relația (89), rezultă că fiabilitatea întregului sistem se va calcula considerînd că cele două blocuri sînt legate în serie.

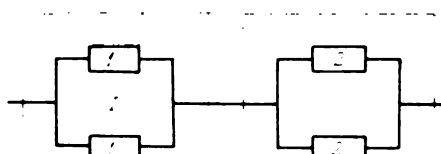


Fig. 29

În concluzie, rezultă :

- fiabilitatea sistemului cu elemente legate în serie este la nivelul fiabilității elementului cel mai slab ;
- fiabilitatea elementelor legate în paralel este mai bună decît cea mai bună fiabilitate de element ;

. / .

- pentru elementul cel mai slab rezervarea este o soluție economică indicată,

Printre soluțiile de rezervare permanentă se poate avea în vedere și mărirea raportului existent între rezistență și sarcină la o anumită piesă.

4. Rezervarea prin înlocuire. Prin rezervarea prin înlocuire înțelegem situația prin care elementul de rezervă așteaptă pentru a fi pus în funcțiune pînă la căderea elementului montat pe mașina în funcțiune. Aceasta înseamnă că elementul de rezervă prin înlocuire nu lucrează în paralel cu cel pe care-l înlocuiește.

Metoda respectivă asigură o eficiență economică mai bună decît cea cu rezervare permanentă, deoarece elementul din rezervă nu funcționează în paralel cu cel de bază și deci nu este supus uzurilor.

Fiind o metodă foarte răspîndită în tehnică, această rezervare presupune nu numai asigurarea unor elemente de rezervă, ci și re-lucarea celor în funcțiune după o anumită perioadă de lucru, pentru punerea lor în condițiile inițiale.

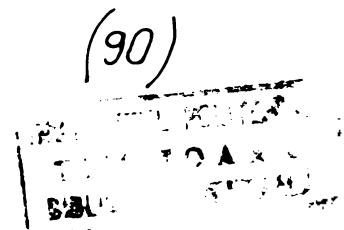
Acum într-un sistem se găsește un element activ și  $n-1$  elemente în rezervă, iar  $n$  este numărul total al elementelor de același fel, considerînd că înlocuirea în cazul uzurilor sau accidentelor tehnice se face instantaneu, durata sistemului pînă la cădere va fi :  $t_0 = t_1 + t_2 + \dots + t_n$

Deci adăptînd că fiabilitatea fiecărui element rezervat este identică cu cea a elementului de bază, deci  $r$  partiția timpului de funcționare  $t_1$  este aceeași, se poate considera că mărirea  $t_0$  este repartizată după legea normală.

Deci probabilitatea fără cădere va fi :

$$\begin{aligned} F_m(t) = P(t_c > t) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi m D e i}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-mTei)^2}{2m D e i}} dt = \\ &= 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi m D e i}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{t-mTei}{2m D e i}} dt = 1 - D_0 \frac{t-mTei}{\sqrt{m D e i}} = \\ &= D_0 \frac{mTei - t}{\sqrt{m D e i}} \end{aligned}$$

• • •



unde:  $T_{e,i}$  = timpul mediu de funcționare al fiecărui element;

$D_{e,i}$  = frecvența căderii fiecărui element

rezultă din ultima expresie că odată cu creșterea numărului de elemente rezervate, fiabilitatea sistemului crește deoarece numărul crește mai repede decât numitorul.

din care arătate se poate desprinde clar ideea că rezervarea este o metodă eficientă de mărire a fiabilității mașinilor, dar uneori presupune existența unui număr mare de repere, ansambluri sau subansambluri de rezervă.

Reducerea numărului acestora se poate face pe seama reparării pieselor defecte, dacă perioada de reparare a pieselor de rezervă este mai mică decât ciclul de funcționare (fiabilitatea) celor montate pe mașină.

În acest fel, organizarea unui sistem de reparații în condiții tehnice corespunzătoare constituie una din direcțiile principale de creștere a fiabilității mașinilor.

**5. Caracteristicile indicilor de fiabilitate la mașinile agricole.** Ca și alte categorii de mașini, fiabilitatea mașinilor agricole este apreciată prin următoarele caracteristici de bază: buna funcționare, durabilitatea, reparabilitatea, conservabilitatea.

Pentru determinarea fiecărei proprietăți în parte se ouleg date în timpul încercărilor de omologare sau de tip, în timpul exploatării prin observarea unor grupuri mai mari de mașini care se referă atât la estiaarea indicilor tehnici ai fiabilității generale cât mai ales la stabilirea indicilor economici.

Pe baza indicilor care se determină prin Institutul de cercetări pentru mecanizarea agriculturii se recurge la următoarele decizii:

- reintroducerea în fabricație a unei mașini, dacă în timpul încercărilor efectuate în vederea omologării indicilor de fiabilitate nu se ridică cel puțin la nivelul cerințelor funcționale impuse mașinii;

- oprirea fabricării unui produs <sup>la</sup> care, în timpul probelor de tip, ce se execută de același institut cel mult la o perioadă de 2 ani pentru fiecare mașină din fabricația de serie, se constată indici scăzuți de fiabilitate;

- aprecierea indicilor tehnici și a celor economici care se referă la mașinile agricole ce se vor introduce în fabricație și la cele care sînt în fabricație de serie, este dominată de următoarele caracteristici specifice:

a) gama mașinilor agricole pornește de la construcții foarte simple și merge pînă la construcții foarte complexe, fapt care impune determinarea unui număr mai mic sau mai mare de indici ;

b) condițiile de lucru în timpul exploatării diferă chiar în cadrul unei parcele, în privința solului, a stării culturilor și sînt mult influențate de condițiile de climă, de pregătirea personalului, etc. Toți acești factori imprimă un caracter profund aleatoriu indicilor urmăriți și determină o mare dispersie a valorilor lor, de la o secundă la alta.

Acest cadru specific activității mașinilor agricole impune folosirea unui mare număr de lei și este repartiției valorilor aleatoare, pentru a putea caracteriza cât mai bine fiabilitatea generală a lor.

1. Văderile la mașinile agricole. Așa după cum se văzut, studiul general al fiabilității stabilește două grupe mari de căderi (defecțiuni) : treptate, instantanee (accidentale).

În cadrul primei clase, cîri de căderi intră în general toate căderi care sînt determinate de uzura pieselor sau subansamblurilor, în timpul stabilit încă de la proiectare pentru durata lor de lucru.

Defecțiunile accidentale la mașini agricole apar în urma unor cauze bine determinate ca : vicii ascunse, suprasolicități locale. Aceste cauze nu pot fi stabilite inițial și ca urmare nu se pot elimina sperînd instantaneu.

Pentru refacerea capacității funcționale a mașinii agricole se înlătură piesa defectă, de obicei în cadrul atelierului secției de asamblare sau țernei și uneori chiar în câmp dacă nu sînt necesare decantări de proporții mai mari și nici scule sau dispozitive speciale).

Această operație e numită "reparație" sau "înlăturarea defecțiunii" și toate defecțiunile care se reconstruie și se înlătură astfel se numesc "defecțiuni de exploatare".

Uneori însă, pentru refacerea capacității funcționale a mașinii sînt necesare decantări de subansambluri, complicate, raționale speciale, care nu se pot executa în câmp sau la atelierul secțiilor și numai în ateliere dotate corespunzător.

Ou ocazia acestor decantări este necesar să se facă verificarea și a celorlalte subansambluri pentru ca în acest fel să se stabilească recursa pînă la reparația următoare a tuturor componentelor mașinii.

Astfel de metodă, de înlăturarea defecțiunii e numită "reparație", iar toate defecțiunile a căror înlăturare este rațional să se execute prin această metodă se numesc "pierderi de resursă".



Rezultă de aici că pentru mașinile agricole, în general, definim două categorii de defecțiuni : defecțiuni de exploatare, pierderi de resursă.

Aceste două categorii de defecțiuni ne ajută să definim și metodele de înlăturare a loro

a) remedierea sau înlăturarea defecțiunilor reprezintă procesul tehnologic de restabilire a capacității funcționale a mașinii sau ansamblului ;

b) reparația, reprezintă procesul tehnologic de restabilire a capacității funcționale și a resursei dintre două reparații ale mașinii sau ansamblului.

6. Starea limită a pieselor, ansamblurilor și subansamblurilor de la mașinile agricole. Prin starea limită a pieselor, ansamblurilor sau subansamblurilor înțelegem imposibilitatea folosirii în continuare în condițiile asigurării capacității funcționale a mașinii, precum și a condițiilor de tehnica securității muncii.

Decosebim la mașinile agricole, două categorii de piese:

a) piese care prin uzură în timpul lucrului ajung la o limită peste care nu se mai admite folosirea lor pentru a preveni pînă avarii grave. Se spune că această categorie de piese au indice propriu de rebut stabilit prin documentație și ilustrat de valoarea limită a uzurii sale sau a jocului maxim care poate să existe între două piese conjuncte, exemple : uzura pinionelor, rulmenților, lagărelor de alunecare, etc.

b) piese care nu au indice propriu de rebut, adică valoarea uzurii și deci a jocului nu produce avarii prin folosirea mașinii în continuare dar înrăutățește procesul de lucru. Exemple: uzura organelor active de la cultivatoare, pluguri, uzura aparatelor de tăiere de la combinele de cereale, uzura șinelor de botere de la bătătorul combinai, etc.

Pe măsura creșterii uzurii, resursa rămasă a piesei sau a îmbinării scade permanent.

Prin uzura limită ( $U_{lim}$ ) sau joc limită ( $S_{lim}$ ) se înțelege valoarea maximă a acestora care determină starea limită a pieselor respective, fiind acestea trebuiesc înlocuite.

Prin resursa totală a piesei se înțelege timpul exprimat în ore sau unități de lucru specifice mașinilor agricole, de la începutul exploatarei și pînă la starea limită.

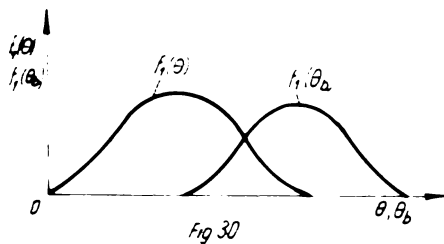
În reparații, se stabilește stit capacitatea funcțională a mașinii oit și resursa între reparații a mașinii. De aici este ne-

este necesară resursa totală sau rămânească a fiecărei piese sau îmbinări să fie cel puțin egală cu resursa mașinii între reparații.

**7. Cauzile cederii pieselor prin măsurarea solicitării și nrării**

**Căderile de exploatare (accidentale).** În timpul lucrului piesele sunt supuse solicitărilor. Acestea pot avea valori diferite în funcție de condițiile de lucru, deci și piesele vor fi solicitate cu nrării a căror valoare este aleatorie.

Densitatea de repartiție a tensiunilor pe care le creează solicitările în piesă, - și deci sunt și ele aleatorii - poate să fie prezentată sub forma unei funcții care are  $f_1(\theta)$  fig. 30. În sfârșit, o piesă este caracterizată printr-o rezistență. Limita de rezistență a fiecărei piese poate fi reprezentată de o nrărie aleatorie  $f_2(\theta_b)$ , ca urmare a neomogenității acestora, a unei ecuații care nu este riguros fiabilă documentației, tratamentului, etc.



Dacă presupunem că densitatea de repartiție  $f_1(\theta)$  este egală cu  $f_2(\theta_b)$  se înțelege că pentru cazul când  $\theta > \theta_b$  piesa se rupe instantaneu.

Această înseamnă că probabilitatea apariției acestui eveniment, determină probabilitatea apariției defectului și invers.

Dacă sarcina și rezistența sunt independente și sunt repartizate după legea normală cu parametrii prezentați mai jos :

- sarcina :  $\theta, \sigma_a$
- rezistența :  $\theta_b, \sigma_b$

se pot scrie relațiile funcțiilor  $f_1(\theta)$  și  $f_2(\theta_b)$  astfel :

$$f_1(\theta) = \frac{1}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\theta - \bar{\theta}^2}{2\sigma_a^2}} = \frac{1}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(\theta - \bar{\theta})^2}{2\sigma_a^2}\right] \quad (91)$$

$$f_2(\theta_b) = \frac{1}{\sigma_b \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\theta_b - \bar{\theta}_b)^2}{2\sigma_b^2}} = \frac{1}{\sigma_b \sqrt{2\pi}} \left[-\frac{\theta_b - \bar{\theta}_b}{2\sigma_b^2}\right] \quad (92)$$

Introducem funcția :  $y = \theta_b - \theta$  (93)

Atunci probabilitatea faptului că  $y > 0$  va fi :

$$F_1 = P(Y > 0) = \int_0^{\infty} f_1(x) dy \quad (94)$$

Pentru determinarea probabilității funcționării fără cedare este necesar să se determine repartiția densității de probabilitate a parametrului  $y$ .

Dar  $y$  este o funcție de sărituri aleatorii ( $\theta$  și  $\theta_b$ ) care sînt repartizate după legea normală. Implicit și  $y$  va avea o repartiție normală, cu următorii parametri :

• media timpului de funcționare ( speranța matematică)

$$M(y) = M(\theta_b) - M(\theta) = \bar{\theta}_b - \bar{\theta} \quad (95)$$

dispersia :  $D(y) = D(\theta_b) + D(\theta) = \bar{\theta}_b^2 + \bar{\theta}^2 \quad (96)$

Densitatea de probabilitate a funcției  $y$  va fi :

$$f_1(y) = \frac{1}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2} \cdot \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(y - \bar{\theta}_b + \bar{\theta})^2}{2(\sigma_b^2 + \sigma_s^2)} \right] \quad (97)$$

și

$$F_1 = \frac{1}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2} \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^\infty \exp \left[ -\frac{(y - \bar{\theta}_b + \bar{\theta})^2}{2(\sigma_b^2 + \sigma_s^2)} \right] dy \quad (98)$$

Deci notăm :

$$x = \frac{y - (\bar{\theta}_b - \bar{\theta})}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2}} \quad (99)$$

și pentru  $y = \infty$  ,  $x = \infty$   
iar pentru  $y = 0$  ,  $x = \frac{\bar{\theta}_b - \bar{\theta}}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2}} \quad (100)$

Atunci :

$$F_1 = D_0(\infty) - D_0(\theta) = 1 - D_0 \left( -\frac{\bar{\theta}_b - \bar{\theta}}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2}} \right) = D_0 \left( \frac{\bar{\theta}_b - \bar{\theta}}{\sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_s^2}} \right) \quad (101)$$

Deci notăm :

$$K = \frac{\bar{\theta}_b}{\bar{\theta}} ; \quad \nu_{\sigma_s} = \frac{\sigma_s}{\bar{\theta}} ; \quad \nu_{\sigma_b} = \frac{\sigma_b}{\bar{\theta}}$$

unde:  $K$  = coeficientul rezervei de rezistență

$\nu_{\sigma_s}$  = coeficientul de variație a sarcinii

$\nu_{\sigma_b}$  = coeficientul de variație a rezistenței

Împărțind cu  $\bar{\theta}$  , obținem :

$$F_1 = D_0 \left[ \frac{\frac{\bar{\theta}_b}{\bar{\theta}} - 1}{\sqrt{\frac{\sigma_b^2}{\bar{\theta}^2} + \frac{\sigma_s^2}{\bar{\theta}^2}}} \right] = D_0 \left[ \frac{K-1}{\sqrt{\frac{\nu_{\sigma_b}^2 \cdot \bar{\theta}_b^2}{\bar{\theta}^2} + \nu_{\sigma_s}^2}} \right] \quad (102)$$

și

$$F_1 = D_0 \left[ \frac{K-1}{\sqrt{\nu_{\sigma_b}^2 K^2 + \nu_{\sigma_s}^2}} \right]$$

Deci probabilitatea funcționării fără eșecuri depinde de valoarea coeficientului  $K$ , denumit rezervă de rezistență deoarece el reprezintă raportul dintre valorile medii ale rezistenței și sarcinii, de coeficientul de variație a rezistenței  $\nu_{\sigma_b}$  și de coeficientul de variație a sarcinii  $\nu_{\sigma_s}$  .

Transformând relația obținută după același :

$$F_1 = 1 - D_0 = 1 - (1 - F_0)$$

obținem :

$$F_1 = \left\{ 1 - D_0 \left[ \frac{K-1}{\sqrt{\sigma_0^2 \cdot K^2 + \sigma_3^2}} \right] \right\} \quad (104)$$

Dacă notăm :

$$1 - D_0 \left[ \frac{K-1}{\sqrt{\sigma_0^2 \cdot K^2 + \sigma_3^2}} \right] = \sigma \quad \text{rezultă :} \quad F_1 = 1 - \sigma \quad (105)$$

Având în vedere că  $\sigma$  este foarte mic, rezultă că se poate scrie aproximativ  $e^{-\sigma} = 1 - \sigma$  deci  $F_1 \approx e^{-\sigma}$  (106)

Aceasta este probabilitatea că piesa să funcționeze fără a cădea pe un ciclu al sarcinii. Dacă considerăm că se realizează  $N$  cicluri "n . t".

unde: n - funcționă numărul de cicluri pe minut, rezultă :

$$F_1 = (e^{-\sigma})^N = e^{-\sigma N} = e^{-\sigma n t} = e^{-\frac{t}{\bar{t}}} \quad (107)$$

Aceasta demonstrează că probabilitatea funcționării fără a cădea corespunde cu legea exponențială de repartiție a timpului de funcționare fără a cădea.

Durata medie de funcționare până la cădere va fi :

$$\bar{t} = \frac{1}{\sigma n} = \frac{T_0}{\sigma} \quad \text{deoarece} \quad \frac{1}{n} = T_0 \quad (108)$$

$T_0$  = durata unui singur ciclu.

Studiul căderilor de rezonanță. Această categorie de căderi corespunde uzurii treptate sau oboselii pieselor. Ambele tipuri de căderi sînt caracteristice pieselor sau subansamblurilor mașinilor agricole.

Uzura apare în timpul funcționării și poate fi măsurată direct. De aceea studiul probabilității de defectare se poate efectua pe baza informațiilor culese direct.

Obosela piesei este un proces care se acumulează în piesă producându-și modificări interioare, fără a-i putea stabili în timp momentul licită. De aceea cele două fenomene se tratează separat.

a) Uzura- fie relația :  $U = a + b \cdot t^\varphi$  (109)

unde: U - uzura

a și b = măriri aleatorii cu legi de repartiție cunoscute

$\varphi$  = parametru constant.

Dacă  $\psi = 1$ , rezultă :  $U = a + b \cdot t$

Se vede că  $b$  reprezintă viteza uzurii și  $v$  valorile lui  $b$  și deci ale uzurii se pot determina prin măsurători la intervale de timp de funcționare. Deci :  $b_i = \frac{U_i}{t_i}$  (110)

Condiția de cădere este dată de relația :  $U > U_{lim}$

$$Y = (U_{lim} - U) < 0 \quad (111)$$

Probabilitatea căderii va fi :

$$D_2(t) = P(U_{lim} - U) < 0 = \int_0^{\infty} f(y) dx \quad (112)$$

Jucă se are în vedere că  $U_{lim}$  este cunoscută și constantă expresia se reduce la forma :

$$D_2(t) = D_0 \left( \frac{U_{lim} - U}{\sigma_n} \right)$$

Rezultă că trebuie determinată parametri funcției "U", adică speranța matematică și costarea medie pătratică.

Parametrii  $a$  și  $b$  sînt considerate independente și distribuite după legea normală. Putem scrie :

$$\bar{U} = \bar{a} + \bar{b} + t^\psi \quad (113) \quad \text{și} \quad DU = D(a) + D(b) \cdot t^{2\psi} \quad (114)$$

Deci :

$$F_2(t) = D_0 \left[ \frac{U_n - \bar{a} - b \cdot t^\psi}{\sqrt{D(a) + D(b) \cdot t^{2\psi}}} \right] \quad (115)$$

Aceasta fiind o funcție de timp se dau valori lui  $t$  și se găsește repartiția lui  $F_2(t)$  cu ajutorul căreia putem determina celelalte caracteristici ale fiabilității (rezerva medie, rezerva procent ș.a.).

Dar măsurarea unui număr mare de piese la anumite intervale de timp, presupune o activitate foarte laborioasă. Pentru aceste motive se recurge la soluții mai simple.

Una dintre aceste metode este următoarea : se mișcă dintr-o dată un lot mai mare de piese luate prin sondaj, dar care au efectuat cantități diferite de lucru.

Se aleg momentele de timp  $t_1, t_2, t_3, t_4$  concentrîndu-se mai mult datele la început, acestea extrapolîndu-se sau interpolîndu-se acestor secțiuni și se construiesc pe baza datelor experimentale repartițiile teoretice ale parametrilor  $U(t_1), U(t_2), U(t_3), U(t_4)$  în secțiunile respective.

Probabilitatea căderii este dată de condiția :  $U(t) > U_n$  și respectiv :  $F_2(t_i) = 1 - D(t_i)$  (116)



Dacă legea repartiției uzurii în fiecare secțiune este normală, probabilitatea funcționării piesei fără cădere se determină prin metoda momentelor.

Pentru aceasta se stabilesc valorile parametrului  $U(t)$  în fiecare secțiune ( $t_1$ ). După aceasta se calculează speranța matematică  $m(t_1)$  și dispersia parametrului  $\sigma(t_1)$ , iar rațiile respective se aproximează prin expresii analitice potrivite.

De pildă, dacă  $m(t_1)$  și  $\sigma(t_1)$  pot fi apropiate de funcții de tipul

$$\bar{m}_n(t) = \bar{a} + b \cdot t^\varphi \quad \text{iar} \quad (117)$$

$$\sigma_n(t) = \sigma(a) + \sigma(b) t^{2\varphi} \quad (118)$$

Atunci densitatea repartiției va fi :

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sqrt{\sigma(a) + \sigma(b) \cdot t^{2\varphi}}} \cdot e^{-\frac{(u - \bar{a} - b t^\varphi)^2}{2(\sigma(a) + \sigma(b) \cdot t^{2\varphi})}} \quad (119)$$

Probabilitatea funcționării fără cădere este :

$$F(t_2) = P(U_n > U) = \int_{-\infty}^m f(u) du = D_0 \left( \frac{U_n - \bar{a} - b \cdot t^\varphi}{\sqrt{\sigma(a) + \sigma(b) \cdot t^{2\varphi}}} \right) \quad (120)$$

Deci expresia corespunde cu cea obținută după metoda realizărilor.

Dar și această metodă este destul de greu accesibilă.

De aceea se recurge la altă soluție mai simplă și anume : se consideră că uzura variază în funcție de timp ca în fig. 31.

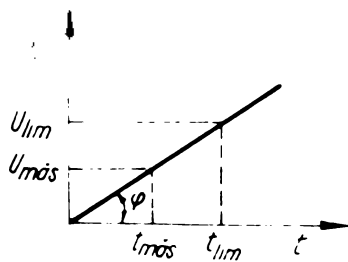


Fig 31

Dacă se măsoară piesa la un moment dat înainte de a ajunge la starea limită, se poate determina direct valoarea uzurii.

Pe baza aceasta se poate determina viteza uzurii :

$$W = \frac{U_{m\bar{a}s}}{t_{m\bar{a}s}} \quad (121)$$

Resursa rezanantă în momentul măsurării

va fi :

$$t_{m\bar{a}s} = \frac{U_{lim} - U_{m\bar{a}s}}{W} \quad (122)$$

Dar resursa rezanantă are valori aleatorii deoarece asupra vitezei de uzură acționează factori întâmplători. În consecință se are în vedere un interval de veridicitate :

$$I\beta = t_{rem}^{max} - t_{rem}^{min} \quad (123) \quad \text{unde: } t_{rem}^{max} = 1,35 t_{rem} \text{ , si } t_{rem}^{min} = 0,7 t_{rem}$$

Mulțimea de piese de același fel va avea următoarea valoare pentru resursa totală :

$$t_{lim} = \frac{U_{lim}}{W} \quad (124)$$

Intervalul veridic la mulțime este determinat de următoarele valori :

$$t_{lim}^{max} = 1,4 t_{lim} \quad \text{si} \quad t_{lim}^{min} = 0,65 t_{lim}$$

b) Obosala - se folosește o metodă indirectă pentru estimarea defectelor provocate de obosală, care se bazează pe măsurarea tensiunilor care acționează în piese.

Dacă admitem ipoteza acumulării liniare a defectului provocat de obosală, putem determina gradul de deteriorare a piesei după  $n$  cicluri :

$$D_n = \frac{n}{N} \quad (125)$$

$D$  - măsura deteriorării după  $n$  cicluri ;

$N$  - numărul de cicluri până la distrugere.

se poate scrie :  $D(t) = b_1 \cdot t \quad (126)$

în care:  $b_1$  - este mărimea aleatorie cu parametrii  $\bar{b}_1$  și  $\bar{\sigma}_{b_1}$  deoarece parametrii curbei de obosală  $\sigma_{-1}$  etc.  $\alpha$  și  $N_0$  sînt aleatorii pentru fiecare epruvetă (Fig.32).

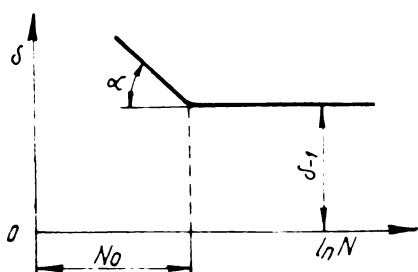


Fig. 32

Dacă  $D(t) = 1$ , piesa are o cădere deoarece în această situație numărul de cicluri care acționează asupra piesei are o acțiune de distrugere.

Parametrul  $b_1$  care caracterizează dispersia măsurării pentru deteriorare variază în principal datorită oscilației limită de obosală a piesei.

Pentru ușurință presupunem că  $b_1$  este o mărime repartizată după legea normală. Atunci probabilitatea funcționării fără cădere va fi :

$$F_3(t) = D_0 \left( \frac{1 - b_1 t}{\sigma_b \cdot t} \right) \quad (127)$$

Dacă piesa poate să aibă cădere datorită unor defecțiuni accidentale, datorită uzurii și datorită oboselii atunci fiabilitatea ei va fi :

$$F(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot F_3(t) \quad (128)$$

Aceasta este funcția care determină curba descreșterii datei de funcționare a piesei în timp.

8. Starea limită a mașinii. Această stare se caracterizează prin :

- necesitatea de a se efectua prima reparație și apoi repetarea acesteia pe baza unui ciclu bine determinat ;
- casarea - durata totală de serviciu ;
- uzura normală.

Starea limită a mașinii este caracterizată mai bine prin pierderea de resursă, care înghin repetarea ei.

O mașină este în situație limită de fiecare dată când mașina este supusă reparației, de-a lungul perioadei sale totale de serviciu.

Durata totală de serviciu este limitată la rîndul ei de criteriul economic.

În fig.33 prezentăm schema căderii și renacșerii capacității funcționale și a resursei cu ocazia reparațiilor capitale sau curente. Se observă că în perioada de început fiabilitatea scade

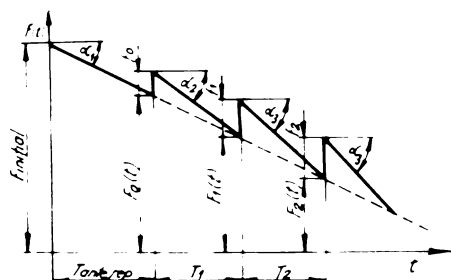


Fig 33

mai ales pe scena căderilor accidentale care se renașcă repede fără să influențeze asupra resursei remanente a mașinii.

După o anumită perioadă  $T_{antrep}$

O parte din piesele mașinii ajung la starea de limită. Această impune executarea unei reparații care reface resursa mașinii dar fără a putea s-o aducă la nivelul inițial, deoarece o parte din piesele care nu s-au schimbat

la reparație și-si pierdă parțial din resură.

În timpul reparației se înlocuiesc toate acele piese care au ajuns în starea limită de uzură sau care au o resură remanentă insuficientă pentru a putea parcurge distanța programată dintre două reparații.

În acest fel, cu fiecare reparație nivelul general al fiabilității mașinii scade, înșit după ultima reparație ajunge la un nivel care face neeconomică reparația mașinii.

Această scădere treptată a nivelului fiabilității se cheamă "îmbătrânire".

Indicii îmbătrînirii mașinii se studiază separat, întrucît prezintă importanță finală economică determinată.

Scăderea resursei dintre reparații. Creșterea vitezei de scădere a fiabilității se explică prin aceea că o parte din piesele de bază, durabile ale mașinii nu își pierd total resura pînă la prima reparație și în continuare. De aceea ele nu se schimbă la reparație ci urmează să lucreze în continuare cu piesele noi.

Datorită valorii uzurii pieselor de bază care este mai mare decît cea inițială, piesele noi care lucrează în diferite ansambluri ale mașinii nu pot lucra ca în condițiile jocurilor de montaj inițiale ale pieselor neschimbate și acestea din urmă accelerează procesul lor de uzură. Din fig.33 se vede că :  $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4$

Creșterea vitezei de uzură a pieselor și îmbătrînirilor determină creșterea vitezei de scădere a fiabilității mașinii, cîntă

cu înălbătrirea și reducerea resurselor dintre reparații.

Din aceste motive resursa dinaintea primei reparații va fi mai mare decât resursa dinaintea celei de a doua reparații și fiecare resursă ( urmatoare dintre reparații) va fi mai mică decât cea precedentă.  $T_{\text{antrep}} > T_1 > T_2$ .

Oreșterea cheltuielilor pentru reparații. Aproape axiomatic se poate afirma că valoarea cheltuielilor crește de la o reparație la cealaltă.

Totuși, printr-o explicație sumară este posibil să dovedim ușor acest adevăr. Mașinile agricole dețin un mare număr de piese, ansambluri și subansambluri, care lucrează în condiții tot atât de diferite. Uzura fiecărei piese și ea stare pierderea de resursă este adesea mult diferențiată.

De aceea, atunci când se execută o reparație se pot constata următoarele situații pentru piesele care se înlocuiesc.

a) resursa unor piese este mai mare decât resursa mașinii între două reparații dar este mai mică decât două resurse și valoarea  $A_1$  lei ;

b) resursa pieselor care se înlocuiesc este mai mare decât două resurse ale mașinii de bază și valoarea  $A_2$  lei.

Dacă admitem că valoarea manoperei consumată pentru demontarea și montarea mașinii este constantă rezultă că valoarea reparațiilor este direct proporțională cu cea a pieselor de schimb consumate. Deci :

$$Ar_1 = K \cdot A_1 \quad (129)$$

$$Ar_2 = K (A_1 + A_2) \quad (130)$$

în care :  $A_{r1}$  ,  $A_{r2}$  = valoarea reparațiilor capitale 1 și 2 ;

K = coeficientul de proporționalitate

Rezultă de aici că cheltuielile pentru reparația a doua sînt mai mari decât pentru prima deoarece  $(A_1 + A_2) > A_1$  - deci se poate spune că :  $A_{r1} < A_{r2} < A_{r3}$  și așa mai departe.

Oreșterea cheltuielilor de întreținere. Înălbătrirea mașinii determină implicit o scădere a fiabilității, iar aceasta influențează asupra creșterii cheltuielilor de întreținere în timpul exploatării.

Adăugăm la aceste cheltuieli și influențele pe care timpul de imobilizare pentru efectuarea întreținerilor sau a remedierii defecțiunilor accidentale le are asupra gradului de folosire al mașinii, precum și asupra executării lucrărilor agricole în timpul optim.

Acest din urub aspect are implicații foarte nefavorabile economiei unităților agricole, deoarece :

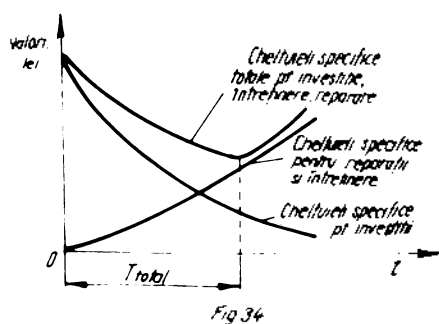
a) Dotarea fiecărei unități se face pe criterii economice. Astfel, se stabilește un anumit volum de lucrări pe care o mașină trebuie să-l realizeze obligatoriu în timpul unei campanii agricole, cu condiția ca astfel lucrările să se execute în perioadă optimă ;

b) Desele întreruperi în funcționarea mașinii într-o campanie conduc la nerealizarea lucrărilor agricole în perioada optimă. Aceasta determină pierderi de producție și deci prejudicii însemnate pentru economia unităților și a țării.

c) Pentru a evita aceste pierderi de recoltă este necesar să se facă o supradoware a unității.

Menținerea stării tehnice a mașinilor la nivelul corespunzător cerințelor pentru resursa tehnică a fiecărei piece este o preocupare importantă a mecanizatorilor.

Cazarea. Din fig. 34 rezultă următoarele :



a) Cheltuielile specifice derivate de achiziționarea unei mașini scade în raport cu lucrul pe care îl prestează.

b) Cheltuielile specifice pentru întreținerea și repararea mașinii cresc pe măsură ce resursa totală a mașinii se diminuează.

c) Cheltuielile specifice totale (pentru intervenție, pentru întrețineri și reparații)

scad în timpul folosirii mașinii până la un anumit moment, după care acestea încep să crească treptat.

Minimul acestei curbe reprezintă momentul optim pentru înlocuirea mașinii care a ajuns astfel la starea limită.

Durata de timp de la început și până în momentul optim înlocuirii reprezintă durabilitatea totală și se măsoară prin  $T_{total}$ .

## CAP. II. INDICII DE BARA AL FIABILITATII SI DURABILITATII AUTOPROTECTIILOR

Mașinile agricole fiind sisteme reparabile, în studiul fiabilității ele se tratează ca stare.

1. Caracteristica fluxului de căderi, reprezintă numărul mediu de căderi în perioada de funcționare  $t$  și are următoarea

expresie :

$$n_{med}(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i(t) \quad (131)$$



in care :  $N$  = numărul de mașini încercate ;

$n_i(t)$  = numărul de căderi pentru fiecare mașină pînă la timpul  $t$ .

2. Durata de rătăcire. Dacă  $N \rightarrow \infty$ , atunci relația (131) devine :

$$\lim_{N \rightarrow \infty} n_{med}(t) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i(t) = R(t) \quad (132)$$

unde:  $R(t)$  = funcție de rătăcire

3. Intensitatea variabilă funcției de rătăcire și aceasta parametrul fluxului de cădere.

$$\varphi_c(t) = \frac{dR(t)}{dt} \quad (133)$$

4. Durata de funcționare( $\tau$ ) pînă la cădere va fi :

$$T = \frac{t_2 - t_1}{R(t_2) - R(t_1)} \quad (134)$$

Dar aceasta este și inversul parametrului fluxului de căderi:

$$T = \frac{1}{\varphi_c} \quad (135)$$

Pentru aprecierea cantitativă a comportării mașinilor încercate se folosește valoarea medie a parametrului fluxului de căderi :

$$\varphi_{med}(\bar{\tau}) = \frac{1}{\bar{\tau}} \int_t^{t+\bar{\tau}} \varphi(\tau) d\tau \quad (136)$$

Dacă :  $t = 0$  și  $\bar{\tau} = \tau_0$  = constant, atunci :  $\varphi_{med}(\bar{\tau}) = \varphi_{0 med.}$  = constant.

dar :  $\bar{t} = \frac{1}{\varphi_{med}} \quad (137)$

Această ultimă relație exprimă durata medie de funcționare pînă la cădere.

5. Probabilitatea funcționării fără cădere a mașinii.

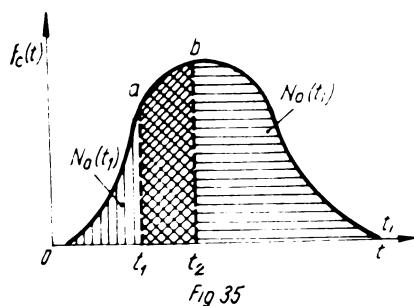
Analog cu produsele nereparabile se poate scrie probabilitatea funcționării mașinilor fără căderi în perioada ( $t_2 - t_1$ ).

$$F(t_2 - t_1) = e^{-\int_0^{\infty} \varphi(\tau) d\tau} \quad (138)$$

Dacă parametrul fluxului de căderi ( $\varphi_c$ ) are variații mari față de o valoare constantă, atunci probabilitatea funcționării fără căderi capătă valori aproximative dacă se calculează în funcție de valoarea medie ( $\varphi_{0 med.}$ ).

După cum sa văzut numărul de defecțiuni care pot să apară la mașini într-un interval ( $t_1 - t_2$ ) este reprezentat de aria cuprinsă sub curba densității de probabilitate a defecțiunilor în perioada respectivă (fig.35). Această valoare se obține prin integrarea curbei

diferențiale  $f_0(t)$  ajungându-se la expresia de mai sus.



Probabilitatea apariției defecțiunilor, în perioada  $(t_1, t_2)$  depinde însă și de numărul de mașini în stare bună în momentul  $t_1$ .

Dacă sînt cunoscuți parametrii experimentali sau teoretici ai repartiției numărului mașinilor bune se determină în tabele pe baza expresiei :

$$N_{bune}(t_1) = \int_{t_1}^{\infty} f_0(t) = P(t_1) \quad (139)$$

Pe această cale cunoscînd numărul mașinilor bune în momentul  $t_1$ ,  $N_{bune}(t_1)$  și numărul de mașini căsute în intervalul  $(t_1, t_2)$ ,  $N_0(t_1, t_2)$  se poate determina intensitatea căderilor.

$$\varphi = \frac{N_0(t_1, t_2)}{N_{bune}(t_1)} \quad (140)$$

sau pe baza unei relații cunoscute :

$$\varphi = \frac{N_0 \cdot t_2 - N_0 \cdot t_1}{(t_2 - t_1) N_{bune}(t_1)} \quad (141)$$

unde:  $N_0(t_1)$  și  $N_0(t_2)$  - numărul de mașini defectate în momentul  $t_1$  și respectiv cu momentul  $t_2$ .

Avînd în vedere ipoteza scaterii de sub observație a mașinilor defecte, rezultă că pentru o perioadă de înlocuiri îndelungată, numărul mașinilor bune scade. În acest caz se poate considera o lege de repartiție exponențială pentru intensitatea fluxului căderilor, deoarece modificările număratorului și numitorului din expresiile de mai sus pot capta constantă valoarea lui  $\varphi$ .

În cazul oricăror alte legi de repartiție, pe măsura creșterii lucrului prestat de mașinile supuse încercărilor, se produce o modificare atât a funcțiilor  $f_0(t)$ ,  $D_0(t)$  și  $N_0(t)$  cât și a intensității fluxului căderilor  $\varphi$ .

Oricum se poate afirma că pentru determinarea fiabilității mașinilor agricole este necesar să se ia drept criteriu al fiabilității intensitatea fluxului căderilor sau timpul mediu de funcționare pînă și între reparații.

Această concluzie se orientează direct spre este oricărui și volumul de informații care trebuiau culese în perioada încercărilor.

**G. Metoda statistică de determinare a resursei totale și repozante a pieselor și schimbărilor.** Diversitatea condițiilor de exploatare determinată de pregătirea personalului din exploatare, tipul solului, posibilitățile de servire tehnică, etc. conduce la înregistrarea unor grade de uzură diferite.

De aceea, stabilirea nevoilor de piese de schimb pentru un an de producție este greu să se facă pentru fiecare unitate agricolă prin metoda prognozei individuale.

Metoda statistică de determinare a resursei totale și repozante vine în ajutorul unei unități agricole sau a unei zone cu condiții similare pentru găsirea nivelului real al aprovizionării cu piese de schimb. Prin această metodă se prelucresc statistic informațiile din sondă cu privire la uzura pieselor interese.

Modul de lucru este următorul :

- se fac măsurători la aceeași piesă (repar) dar pe mai multe mașini din unitate sau zonă și se înregistrează uzura efectivă (măsurată) precum și timpul sau volumul de lucrări executate ;

- se determină resursele totale ale schimbărilor sau pieselor cu relațiile :  $T_{res. tot. imb.} = \frac{S_{lim} - S_{lim. max}}{Wc}$  (142)

iar  $Wc = \frac{S_{măs.} - S_{lim. max.}}{T_{măsurat}}$  (143)

Cu ajutorul datelor obținute se determină valoarea resursei totale reale a schimbării respective  $T_{res. tot. imb.}$  și abaterea medie pătratică  $\sigma$  folosind metoda sunelor.

- se aplică apoi criteriul Irvin pentru verificarea informațiilor pentru punctele care rătăcesc în afară :

a) pentru prima determinare :

$$Z_{exp}^{(1)} = \frac{T_{resp. totală. imb. 2} - T_{resp. tot. imb. 1}}{\sigma} \quad (144)$$

b) pentru ultima determinare :

$$Z_{exp}^{(n)} = \frac{T_{resp. tot. imb. n} - T_{resp. tot. imb. (n-1)}}{\sigma} \quad (145)$$

Se compară cu valorile normale ale lui Z care se găsesc în tabelate în funcție de numărul încercărilor și iată :

a)  $Z_{exp}^{(1)} < Z_{normal}$ , primul punct de observație este veridic și deci se ia în calcul.

b)  $Z_{exp}^{(n)} < Z_{normal}$ , ultimul punct de observație este bun

- se determină apoi coeficientul de variație :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{T}_{\text{resp. tot. 1mb.}}} \quad (146)$$

- În funcție de valoarea coeficientului de variație se alege legea de variație se alege legea de repartiție și se determină parametri ei;

- se determină limitele veridice ale resursei înbinării la probabilitatea veridică dată prin ipoteza :

$$\bar{T}_{\text{resp. tot. 1mb.}}^{\text{inf}} = T_{\text{resp. tot. 1mb.}} \cdot \sqrt[3]{\delta_3} \quad (147)$$

$$\bar{T}_{\text{resp. tot. 1mb.}}^{\text{sup}} = T_{\text{resp. tot. 1mb.}} \cdot \sqrt[6]{\delta_4} \quad (148)$$

unde: a și b - parametri legii de repartiție Weibull

$\delta_1$  și  $\delta_3$  - coeficienți Weibull întabelați în funcție de probabilitatea veridică dată și de repetarea informațiilor (1).

**7. Indicii tehnici ai durabilității mașinilor.** Durabilitatea mașinii este reprezentată de durata de funcționare până la starea limită, cu intreruperile necesare întreținerilor și reparațiilor.

Indicii de bază sînt : resursa medie ; resursa în -casare- resursa medie a mașinii. Privit stării limită, durabilitatea mașinii se apreciază prin durata de serviciu sau resursa dinaintea primei reparații și apoi prin durata de serviciu sau resursa dintre două reparații, până la casare.

Durata medie de serviciu sau resursa medie se determină pe baza încercărilor în condiții concrete de lucru sau prin observații (urmărirea) unui număr mai mare de mașini de același tip, în exploatare.

Cu ajutorul informațiilor se determină valoarea medie a resursei :

$$T_{\text{resp. anterep.}} = T_c - \frac{A \cdot M_1}{N} \quad (149)$$

unde:  $T_c, A, M_1$  și  $N$  - au semnificațiile arătate în cadrul metodei statistice de determinare a resursei înbinărilor.

Atunci cînd numărul mașinilor supuse încercărilor este mic, se poate folosi relația :

$$T_{\text{rep. anterep.}} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (150)$$

De asemenea se determină abaterea medie pătratică cu relația:

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{N}}{N}} \quad (151)$$

Sau cînd numărul mașinilor încercate sau supuse observației este mic, cu relația :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}{N-1}} \quad (152)$$

unde:  $\bar{T}$  - media timpului de funcționare a mașinii.

Se determină apoi coeficientul de variație și se alege legea teoretică de repartiție, se determină parametrii legii și cu aceștia se determină limitele veridice ale variației posibile a valorii medii a resursei în cazul când mașina lucrează în alte condiții de exploatare și într-o altă mulțime.

Pentru aceasta se folosesc metodologia și relațiile matematice din cazul fabricărilor.

Resursa de procent gamma a mașinii. Aceasta este indicele cantitativ de normare a durabilității pe baza căruia se recepționează mașinile noi sau reparate, precum și piesele sau ansamblurile de schimb.

Resursa de procent gamma reprezintă acea mărime stabilită pentru resursa mașinii, care trebuie să fie depășită de o anumită cantitate de mașini.

De exemplu, dacă resursa stabilită este  $T_{res. anterep}$ , atunci din lotul de mașini încrezute sau observate  $P(l)^{sc}$  pune condiția ca minimum 80 % să realizeze  $T_{res. anterep}$ .

În sens fizic resursa de procent gamma reprezintă valoarea funcției integrale a unei funcționări, egală cu numărul convențional de mașini în fracțiuni de unitate.

$$P(T_{\gamma}) = \gamma \frac{\%}{100} \tag{153}$$

Determinarea resursei de procent gamma după legea de repartiție normală a resursei se face cu relația :

$$T_{\gamma} = \bar{T} - T_K \tag{154}$$

unde:  $\bar{T}$  - valoarea medie a resursei ;

$T_K$  - valoarea cventilei, intabelată.

Aceasta presupune că trebuie determinată în prealabil valoarea medie a resursei înainte de reparație sau între reparații, abateres scule pătratică și coeficientul de variație.

Calculule obținute pe această cale se pot verifica prin valorile funcției unei funcționări și a funcției de frecvență a căderilor, ca în fig. 36.

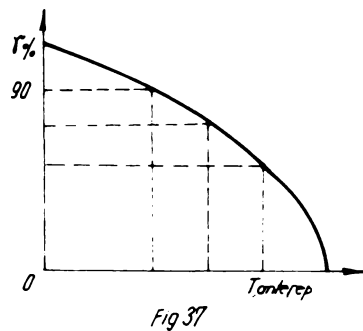
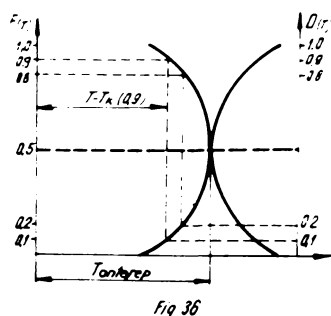
$$F(T_{anterep}) = F_0 \left( \frac{t - \bar{t}}{\sigma} \right) \tag{155}$$

și

$$F(T_{anterep}) = 1 - D(T_{anterep}) \tag{156}$$

Dacă coeficientul de variație este mai mare de 0,33, determinarea resursei de procent gamma se face după legea de repartiție weibull. Dacă se cunoaște  $T_{anterep}$ ,  $\sigma$  și  $V$  se determină parametrii lui weibull ( a și b), apoi valoarea funcției unei funcționări





$P(T, \gamma)$ , se scoate valoarea cuantilului  $T_{\gamma}$  din tabelele pentru legea Weibull și se determină  $T_{antrep}(\gamma)$ .

În cazul când cantitatea informațiilor este mică, resursa de procent  $\gamma$  se poate determina grafic ca în fig. 37 astfel:

La valori diferite ale resursei înainte sau între reparații se înregistrează mașinile existente în funcție *de* resursa de procent  $\gamma$  se determină cu relația:

$$\gamma\% = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100 \quad (157)$$

unde:  $N$  - nr. total al mașinilor în încercare sau sub observație

$N_0$  - nr. mașini defecte la sfârșitul resursei gamma stabilite.

Resursa gamma unitară se determină cu abscisa punctului de pe curbă cu ordonata egală cu procentul gamma condiționat.

8. Reparabilitatea, este proprietatea unei mașini de a se adapta pentru prevenirea, depistarea și remedierea erorilor prin întrețineri și reparații.

Potrivit acestei definiții, ca proprietate a fiabilității mașinilor agricole, reparabilitatea are drept scop menținerea unui nivel ridicat al fiabilității.

Adeseori, asigurarea fiabilității prin proiectare și execuție nu este suficientă. De aceea măsurile care se iau pentru executarea întreținerilor tehnice și reparațiilor într-un sistem profund fundamentat din punct de vedere tehnic sînt destinate pentru ridicarea nivelului fiabilității produselor și menținerea capacității lor funcționale pînă la starea limită a produsului.

Mar proprietatea de reparabilitate atrage și cheltuieli suplimentare, iar prin inobilizarea mașinilor agricole pentru întrețineri și reparații se reduce fondul de timp în care mașina poate fi folosită.

În fig. 38 și 39 rezultă că fiabilitatea cu toți indicii săi devine o proprietate de reparabilitate a mașinii, de volumul lucrărilor de întreținere și reparații.

Astfel, cu cît este mai mare capacitatea de reparație a mașinii (3 din sabelle figuri), cu atît este mai bună fiabilitatea (fig. 38) și cu atît sînt mai mici cheltuielile pentru întrețineri și reparații (fig. 39).

reparabilitatea impune următoarele direcții principale de lucru :

- studiul tendințelor de dezvoltare a sistemelor de întreținere tehnică și de reparare a mașinilor agricole ;

- elaborarea unor condiții tehnice și recomandări pentru asigurarea proprietății de reparabilitate a mașinii la proiectare.

Complexul de măsuri pentru întreținerea tehnică și repararea mașinilor se poate grupa astfel :

a) măsuri legate în speță de prevenirea căderilor materializate prin : întreținere tehnică, revizii, reparații planificate ;

b) măsuri pentru depistarea și eliminarea căderilor accidentale (reparația curentă din timpul exploatarei) ;

c) lucrări profilactice, în cadrul cărora se înlocuiesc agregate, ansambluri sau subansambluri.

Aceste măsuri impune mașinii condiția de a fi adaptabilă la metodele cele mai moderne și de perspectivă la realizarea întreținerilor și reparațiilor în timpul lucrului sau în afara sezonului de lucru.

Printre factorii care determină această proprietate sînt :

- accesul la organele mașinii care se întrețin și se repară, caracterizat prin coeficientul de acces :

$$K_{\text{acces}} = \frac{T_{\text{bază}}}{T_{\text{bază}} + T_{\text{acces}}} \quad (158)$$

unde:  $T_{\text{bază}}$  = volumul de lucrări în ore, consumat pentru executarea lucrărilor efective de întreținere și reparare

$T_{\text{acces}}$  = volumul de muncă suplimentar, consumat în timpul întreținerii și reparației datorită accesului dificil la organele care se repară

- demontarea ușoară a ansamblurilor și subansamblurilor, determinată în mare măsură de sistemul de prindere, de fixare a acestora. Estimarea ușoare se face cu coeficientul :

$$K_{\text{ac}} = \frac{T_{\text{demontare}} - T_{\text{montare etalon}}}{T_{\text{demontare}} + T_{\text{montare etalon}}} \approx 0,6 - 0,7 \quad (159)$$

unde:  $T_{\text{demont.}}$  = creșterea volumului de muncă de demontare și montare a agregatului ca urmare a dificultăților determinate de soluțiile adaptate în construcție comparativ cu timpul etalon.

- coeficientul capacității de reparație exprimă mai complex

proprietățile constructive ale mașinii legate de reparabilitate:

$$K_{rep} = \frac{T_a}{T_a + T_b} \quad (160)$$

unde:  $T_a$  - partea activă a volumului de muncă consumată pentru restabilirea și pastrarea capacității funcționale;

$T_b$  - partea de balast a volumului de muncă pentru întreținerea în ciclul de exploatare.

### CAP. III. INDICII CARACTERISTI AI FIABILITĂȚII MAȘINILOR AGRICOLE

1. Coefficientul utilizării tehnice este raportul dintre timpul de folosire al mașinii și suma acestuia cu timpul tuturor întreruperilor tehnice și tehnologice în perioada analizată.

$$\bar{K}_{ut} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_{li}}{T_{li} + T_{ti} + T_{c.exp} + T_{rep-i}} \quad (161)$$

unde:  $T_{li}$  - timpul total de lucru efectiv al mașinii în perioada de cercetare

$T_{ti} = T_{c.exp-i} + T_{rep-i}$  - timpul total de întrerupere al mașinii în perioada de cercetare pentru executarea întreținerilor tehnice, pentru înlăturarea cauzelor de exploatare și pentru reparație.

Pe baza acestui indice se poate determina în fiecare unitate agricolă numărul mediu anual de mașini capabile să funcționeze, sau capacitatea funcțională a mașinilor.

2. Coefficientul de disponibilitate este raportul dintre timpul de bună funcționare a mașinii în perioada cercetată și suma acestuia cu timpul de întreruperi pentru întrețineri tehnice și pentru înlăturarea dereglărilor accidentale în perioada analizată.

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T_{li}}{T_{li}} \quad (162)$$

Calcularea disponibilității se face pe baza teoriei probabilității, așa cum s-a arătat în capitolele precedente, pe baza legilor normale și weibull de repartiție a mărimilor aleatorii.

3. Fiabilitatea specifică se definește prin relația :

$$F_0 = \frac{T_v}{C_f + C_d + C_e} \quad \text{ore/lei} \quad (163)$$

unde:  $T_v$  - durata normată de serviciu ;

$C_f$  - cheltuielile de fabricație ;

$C_d$  - cheltuielile de desfacere ;

$C_e$  - cheltuielile de exploatare care înlocuiesc costurile întreținerilor și reparațiilor pe toată durata de serviciu, precum și costurile pentru conservarea mașinii.

Min această relație se poate constata că o fiabilitate specifică ridicată se obține, în condițiile unor cheltuieli de achiziționare,

exploatare și conservare a produsului cit mai scundă și o durată de funcționare cit mai ridicată.

Costerea timpurie din serviciu a mașinii echivalează cu pierderea muncii sociale. Dar tot din interpretarea acestei relații se poate vedea că dacă durata de serviciu este mai mică dar și cheltuielile totale sînt mici, pot să conducă la un raport între ele, favorabil beneficiarului. Adică se pot realiza produse care au o durată de serviciu mică dar și cu cheltuieli mici, fiind vorba mai mult de produsele a căror uzură normală este inevitabilă într-un timp scurt.

Determinarea acestui indice al fiabilității pentru o combinație de cereale autoproducătoare, spre exemplu, cu multă exactitate s-ar putea face prin observarea unui lot de mașini în diferite zone ale țării pe un timp egal cu durata de serviciu a combinației (16 ani), ceea ce nu este posibil.

Dacă însă, se fac observații în cursul unei anu a două perioade dintre reparații se poate determina variația acestui indice în funcție de factorii aleatori care îl determină.

De preferat este ca acest indice să se determine între două reparații și nu pe intervalul dinaintea primei reparații unde resursa mașinii este mai bună și cheltuielile de exploatare sînt mai mici.

Deoarece cheltuielile de exploatare sînt incomparabil mai mari decît cele pentru achiziționarea produsului, rezultă că asupra lor trebuie să se îndreptăm întreaga atenție.

Astfel, mărind fiabilitatea mașinii, implicit se reduce timpul pentru executarea întreținerilor și reparațiilor, crește timpul de bună funcționare și în consecință, în aceeași perioadă de timp, crește volumul de lucru al mașinii și deci și productivitatea. Experiența arată că chiar în condițiile unei creșteri mici a productivității mașinii, se obține o eficiență economică importantă.

Înlocuirea pieselor cu durabilitate mică, prin piese care au o durată de viață îndelungată influențează direct volumul economiilor în exploatare.

În aceste condiții efectul economic anual în arara exploatarea mașinii va fi :  $E_{ef. an} = E_{ef. an, F_0} + E_{ef. an, chelt.}$  (164)

unde:  $E_{ef. an, F_0}$  = efectul economic anual corespunzător creșterii fiabilității produsului ;

$E_{ef. an, chelt.}$  = efectul economic anual datorită micșorării cheltuielilor pentru procurarea pieselor de schimb, ca urmare a ridicării durabilității acestora.



aceste considerațiuni succinate, reprezintă deosebit de evident imperativul care determină abordarea temei cu privire la creșterea fiabilității combinelor de cereale autopropulsate.

#### CAP. IV. CALCUL DE CALITATE A FIABILITĂȚII MAȘINILOR AGRICOLE

Fiabilitatea se asigură în fiecare din cele trei etape pe care le parcurge mașina și anume :

- faza de elaborare a proiectului mașinii noi sau modernizate;
- faza de producție (fabricație de serie) ;
- faza de exploatare a mașinii.

În fiecare dintre aceste etape apar probleme care cer un tratament deosebit pentru a influența creșterea fiabilității mașinii. Astfel, în cazul ideal se înțelege că pornind de la cerințele procesului tehnologic agricol pentru care este destinată mașina să se elaboreze proiect pentru realizarea unei fiabilități bune, să se mențină fiabilitatea stabilită la proiectare, de-a lungul procesului de fabricație și să se exploateze corespunzător mașina pentru a păstra și în timpul lucrului această fiabilitate.

1. Fiabilitatea în faza de elaborare a proiectului. În această fază se pot delimita trei etape :

- calculul aproximativ al fiabilității în faza de anteproiect, care obligă la estimarea tuturor condițiilor în care va fi folosită mașina, de care trebuie să se țină seama la alegerea soluțiilor constructive ;
- calculul fiabilității în faza de proiect care va avea în vedere regimurile de lucru concrete ale elementelor ce compun mașina;
- calculul fiabilității în faza de prototip pe baza soluției constructive și a tehnologiei de realizare.

În fiecare etapă calcularea se face pe baza schemei logice de fiabilitate a mașinii și verificarea practică a acestor calcule se face în perioada de încercare a prototipului și în procesul de exploatare.

Căderile anuale ale elementelor din mașina agricolă pot să fie accidentale sau treptate. La urmare calculul fiabilității trebuie să se axeze în fiecare etapă pe alegerea acestor criterii tehnice care să reducă timpul necesari pentru remedierea defecțiunilor accidentale sau prin măririi resursei mașinii între două reparații, să reducă și media timpului consumat pentru executarea reparațiilor planificate.

1.1. etapa I-a (anteproiect). În această etapă de elaborare



pe baza unor modele de referință existente sau pur și simplu pe baza literaturii de specialitate se alege varianta optimă din punct de vedere al fiabilității sau și al costurilor ei de proiectare (schema de structură a mașinii - de principiu - ansamblurile sau planșele care se consideră a fi cele mai solicitate, dacă este necesară rezervarea și ce fel de rezervare, dacă elementele respective sînt tipizate și deci verificate pe alte categorii de mașini agricole, etc.

Dacă se folosesc elemente tipizate se vor extrage întotdeauna despre acestea în legătură cu intensitatea medie a căderilor, dacă ele funcționează pe alte mașini agricole care le supună la solicitări apropiate de cele pe care le vor întâlni pe mașină în stadiul de elaborare.

Crija principală a proiectantului va fi să stabilească existența soluției în această fază, înaltă fiabilitate care va rezulta să fie superioară fiabilității impuse mașinii prin tehnică, de către beneficiar.

Este greu de presupus că în această etapă ei se cunoaște exact numărul de repere ce vor lucra pe mașină dacă proiectul de execuție al prototipului nu este elaborat.

De aceea se vor avea în vedere în această etapă, toate părți din mașină care în mod sigur se vor folosi (reductoare, variatoare, transmisii la aparatul de tăiere, tipuri diferite de transportoare, dispozitive de siguranță, ambreiaje, etc) despre care putem strînge informații cu privire la comportarea în lucru ca ansamblu, număr de repere pe care îl are fiecare ansamblu, reperele cu fiabilitatea cea mai scăzută, etc.

Cu aceste date se poate trece la un calcul preliminar al fiabilității mașinii cunoscînd că aceasta va fi în funcție de fiabilitatea fiecărui ansamblu sau agregat, iar acestea au fiabilitatea determinată de aceea a elementelor din care se compun.

Se determină intensitatea căderilor :

$$\Lambda = \sum_{i=1}^m n_i \cdot \lambda_i \quad (165)$$

unde:  $m$  - numărul de tipuri de elemente ale mașinii ;

$n_i$  - numărul de elemente din același tip ;

$\lambda_i$  - intensitatea ieșirii din funcțiune a elementelor din tipul respectiv ( $i$ )

Calculul realizat este totuși destul de aproximativ. De aceea, se poate recurge chiar la construirea funcției fiabilității mașinii :

$$F_m(t) = e^{-\Lambda t} \quad (166)$$

Cu această ocazie, acolo unde nu se cunosc datele din exploatare despre un element sau un ansamblu, se vor folosi datele de la încercările de laborator care se vor corecta cu coeficienți corectori pentru condițiile din exploatare.

Cunoscând probabilitatea funcționării mașinii fără defecțiuni, pe calea arătată, se procedează la repartizarea acestora pe principalele agregate, ansambluri sau subansambluri, ținând seama de complexitatea fiecăruia, solicitări, etc.

1.2. Determinarea fiabilității mașinii în etapa a II-a de elaborare (proiect). Cu elementele de studiu preliminar ale soluțiilor ce urmează să se adopte în proiect, se trece la etapa de proiectare.

În această etapă, fiabilitatea se calculează mai precis deoarece se cunosc deja structura de ansamblu a mașinii, se cunosc detaliile cu privire la condițiile în care va lucra fiecare piesă și fiecare ansamblu, regimurile de solicitare, etc.

În această etapă având în vedere că există mult mai multe elemente cunoscute despre mașină, calculul va trebui să se bazeze pe o fiabilitate mai bună decât cea det. rămasă în prima fază.

Calculul se face în principiu, în același mod cu etapa I-a.

Căderile accidentale sînt determinate în majoritatea cazurilor de suprasolicitarea anumitor piese, îmbinări, etc.

Funcționarea mașinii fără căderi multiple de acest tip este posibilă dacă se are în vedere un raport real între sarcina la care este supusă piesa și rezistența ei la sarcina limită.

Pentru a valida acest alegător este necesar ca în etapa de proiectare să se țină seama de realizarea unei anumite rezerve de rezistență, care este același lucru cu coeficientul de siguranță.

Se dovedește că dacă coeficientul de siguranță crește de la 1 la 2, crește considerabil și probabilitatea funcționării fără căderi. Creșterea mai mult acest coeficient de siguranță, nu mai există o corelație directă și pentru probabilitatea funcționării fără căderi, așa încît se poate stabili concluzia că pe această cale nu e posibil sau rațional să se evite căderile accidentale.

Creșterea coeficientului de siguranță se poate realiza pe următoarele căi principale :

- creșterea costurilor piesei, ținându-se seama de limita de rezistență la diverse deformări, limita rezistenței la obosală, etc.

- reducerea solicitării pieselor prin alegerea unei forme noi

afectate a suprafețelor active, astfel încât efortul să fie uniform distribuit, fără a înregistra virțuri mari numai în anumite secțiuni;

- folosirea materialelor de calitate superioară ;
- folosirea dispozitivelor de siguranță.

Căderile treptate, apar după ce s-a ajuns la starea limită cu uzura, căderile în acest caz depinzând în mare parte de rezistența la uzură a piesei respective.

Creșterea vitezei de uzură, se poate realiza pe baza următoarelor procedee:

- analizarea cu mult discernămint tehnic a condițiilor în care lucrează fiecare piesă și stabilirea gradului de prelucrare a suprafețelor sale, jocul la îmbinări, duritatea, etc.;

- folosirea unor materiale cu rezistență bună la uzură sau care prin tratamente ulterioare trebuie să capete o rezistență mai mare la uzură ;

- alegerea formei constructive a pieselor care să permită o reducere a presiunii specifice între suprafețele în frecare etc.

1.3. Tipul fiabilității mașinii în faza de prototip. Prototipul realizat sub aspectul fiabilității cu grijă ce se solicită proiectantului în cele două faze anterioare, se supune încercărilor, care uneori pot să aibă *la rândul lor* două etape :

- încercări în condiții de laborator pe standuri speciale ;
- încercări în condiții de exploatare (de câmp).

Dei o etapă n-o exclude pe cealaltă, dar se înțelege că rezultatele pe care le dă mașina în încercările de câmp sînt în concordanță cu realitatea practică și ele sînt acelea care se cu în vedere la aprecierea fiabilității mașinii.

Orice scăpare a proiectantului în etapele precedente care este pusă în evidență la încercarea prototipului trebuie înlăturată, pentru că aceasta e faza hotărîtoare pentru caracterul și valorile fiabilității mașinii ce va intra în fabricație de serie.

Este deosebit de important pentru Institutul de cercetări care efectuează încercările în vederea omologării, ca începînd de la tema de proiectare și pînă la omologare să aibă grupă de specialiști care se ocupă de fiabilitate în exclusivitate.

2. Fiabilitatea în faza de fabricație a produsului. În această fază, tehnica cunoaște foarte multe mijloace și procedee de prelucrare și tratare a pieselor pentru a se obține caracteristicile prototipice de aceea la locul de montare în mașină și în concordanță cu natura solicitărilor la care sînt supuse în timpul lucrului.

Fără a se înoc. ca să *rămânem* asupra acestor mijloace și procedee, propunem în evidență câteva dintre categorii de măsuri care trebuie să se ia în această fază :

- execuția pieselor trebuie să corespundă total din punct de vedere al dimensiunilor din desenul de execuție (forma geometrică) al gradului de prelucrare a suprafețelor indicate, al tratamentului aplicat sub aspectul durității acestuia, etc ;

- verificarea riguroasă a materialelor furnizate pentru a determina dacă corespunde calitatea fizică cu cea prevăzută în certificatul de calitate la expediere de către furnizor.

- utilizarea de tehnologii și utilaje tehnice moderne ;

- asigurarea unui control tehnic de calitate riguros, în procesul de fabricație a fiecărui produs ;

- asigurarea unui grad de echipare cu scule, dispozitive și verificatoare în corelare cu gradul de complexitate tehnică a mașinii și cu mărimea seriei de fabricație ;

- rodarea ansamblurilor care împun aceasta și a mașinii în întreținere pentru a se putea depista eventualele ecarteri în procesul de fabricație.

3. fiabilitatea în faza de exploatare. Primele faze caracterizate prin nașterea mașinii sînt hotărîtoare pentru înpruierea construcției respective a unei fiabilități cât mai ridicate.

Faza de exploatare, unde mașina se războiește pînă la sfîrșitul resursei sale totale este hotărîtoare pentru păstrarea nivelului fiabilității cu care a fost prevăzută mașina în procesul de elaborare și de fabricație.

Analizînd aspectele și considerațiile teoretice ale legilor de repartiție ale fiabilității rezultă că marea importanță a specialiștilor care s-au preocupat de aceste probleme, și-au îndreptat atenția în general asupra aspectelor constructive atît a elementelor cit și a sistemelor.

La mașinile agricole și în special la combinatele de cereale autopropulante la care perioada de lucru este scurtă și cu mari implicații economice în ceea ce privește pierderile de recoltă, problema de bază care se pune este funcționarea ei fără defecțiuni în perioada campaniei agricole.

Fără de aceste aspecte, specifice condițiilor de lucru din agricultură, se propune ca principalele elemente care trebuie să stea la baza aprecierii fiabilității unei mașini agricole sînt :

tiapul mediu de buca funcționare între căderi; tiapul mediu de  
reparații, tiapul mediu de întreținere tehnică; coeficientul de  
disponibilitate; funcția fiabilității; funcția disponibilității  
mașinilor.



PARTEA A III-A CERCETĂRI ȘI REZULTATE PRIVIND FIABILITATEA  
MAȘINILOR

CAP. I. METODICA DE DETERMINARE A INDICIILOR DE FIABILITATE  
AI COMPLEXULUI DE REZERVĂ COMPLET AL MAȘINILOR

Majoritatea cercetărilor întreprinse pînă în prezent în domeniul fiabilității s-au bazat pe experimentări de culpinți de materiale, piese sau sisteme tehnice pînă la starea lor limită.

În domeniul mecanicii agricole, unde mașinile ajung la starea limită, caracterizată de reparația lor capitală, după 3-5 ani, iar realizarea de standuri care să solicite organele de lucru ale mașinilor agricole la aceeași intensitate la care sînt solicitate în perioada de exploatare în câmp este foarte dificilă, problema stabilirii unei metodei de cercetare pe baza căreia să se poată aprecia indicii de fiabilitate ai mașinii respective este unul din obiectivele de bază ale acestei lucrări.

Înținuindu-se ea, încă de la stabilirea tipului și proiectarea mașinii, să se stabilească valorile principalelor indici de fiabilitate care să fie verificați și definiți odată cu experimentările de omologare, este necesar a se stabili o metodă de determinare a indicilor de fiabilitate numai pe baza experimentărilor unui exemplar sau a unui număr restrîns de exemplare.

Un alt aspect specific mecanicii agricole constă în faptul că cea mai mare parte a mașinilor agricole nu pot fi încercate în tot timpul anului în condiții de producție, ci numai în anumite perioade specifice culturii și lucrărilor agricole cărora le sînt destinate mașinile.

Cercetările de fiabilitate înșur existența unui mare număr de informații care trebuie să eulene și prelucrate, iar pînă în prezent în acest domeniu nu a fost stabilit un sistem unitar pentru codificarea, stringerea și prelucrarea informațiilor. De aceea este necesar să se stabilească codurile pe subansambluri, piese, defecțiuni, cauze, etc. <sup>care</sup> Introduse în mașinile electronice de calcul să conducă cu repeziune la obținerea datelor necesare aprecierii indicilor de fiabilitate.

Concomitent cu cercetările de fiabilitate este absolut obligatorie efectuarea periodică (din doi în doi ani) a cercetărilor de tip sau de conformanță prin care să se determine și verifice indicii calitativi realizați de mașină.

Față de aceste principale particularități specifice mașinilor agricole, se pune problema stabilirii unei metodei de cercetare

care să poată răspunde obiectivelor impuse și să furnizeze date prin intermediul cărora să se poată compara mașinile noastre cu alte mașini de aceeași complexitate sau de același tip, dar de altă fabricație.

Principalele obiective ale metodei sînt :

1. Stabilirea metodei de determinare a numărului minim de mașini prototip care trebuie să supună încercării în vederea ecologării.
2. Stabilirea modului de determinare a indicilor calitativi de lucru impuși prin tema de proiectare și aprobați prin studiul tehnico - economic ;
3. Stabilirea sistemului informațional de codificare, strîngere și prelucrare a datelor ;
4. Determinarea empirică (experimentală) a indicilor fiabilității :
  - 4.1. Timpul total și timpul mediu de bună funcționare între căderi ;
  - 4.2. Timpul total și timpul mediu de reparații exprimat în :
    - ore de imobilizare pentru înlăturarea căderilor ;
    - volum de muncă necesar pentru înlăturarea căderilor ore-om ;
  - 4.3. Timpul total și timpul mediu de întreținere tehnică ;
  - 4.4. Timpul total și timpul mediu pentru remedierea defectuozităților tehnologice ;
  - 4.5. Coeficientul de disponibilitate al mașinii ;
    - 4.5.1. Coeficientul de disponibilitate tehnologică ;
    - 4.5.2. Coeficientul de disponibilitate funcțională ;
  - 4.6. Coeficientul de utilizare al mașinii ;
5. Determinarea empirică a abaterii medii pătratice a indicelui de fiabilitate ( $\bar{\sigma}_g$ ) ;
6. Stabilirea fluxului căderilor mașinii ;
7. Determinarea densității căderilor experimentale de probabilitate și construirea histogramei, pentru combină ;
  - 7.1. Determinarea probabilității de defectare experimentale cumulate și construirea curbei respective pentru combină.
8. Stabilirea legii teoretice de repartiție a indicilor fiabilității, în vederea egalizării datelor determinate prin încercări ;
  - 8.1. Determinarea densității teoretice a ~~căderilor~~ <sup>a căderilor</sup> de probabilitate pentru mașină ;
  - 8.2. Determinarea curbei integrale sau funcției de re-

partiție și reprezentarea sa grafică ;

8.3. Determinarea intervalelor de veridicitate pentru principalii indici ai fiabilității ;

9. Verificarea în condiții de producție a comportării combinate de eroare și respectiv a mașinilor agricole existente în exploatare în scopul determinării indicilor de fiabilitate ;

9.1. Determinarea indicilor calitativi de lucru ;

9.2. Stabilirea sistemului informațional de culegere a datelor în vederea prelucrării automate ;

9.3. Propuneri în vederea realizării sistemului organizatoric adecvat verificării periodice în condiții de producție, a mașinilor din fabricația de serie, în diferite zone ale țării ;

9.4. Determinarea principalelor indici ai fiabilității acestor mașini ale principalelor subansambluri ;

9.4.1. Timpul mediu între căderi și fluxul căderilor ;

9.4.2. Timpul necesar pentru reparațiile mașinii în timpul exploatării ;

9.4.3. Timpul necesar pentru întreținerile tehnice ale mașinii ;

9.4.4. Coeficientul de disponibilitate a mașinii ;

9.4.5. Coeficientul de utilizare a mașinii ;

9.4.6. Determinarea densității de probabilitate a căderilor mașinii și construirea histogramei pe baza datelor experimentale ;

9.4.7. Determinarea probabilității experimentale a căderilor cumulate pentru mașină ;

10. Alegerea legii teoretice de repartiție pentru transferirea datelor experimentale de la lotul urmărit la mulțimea mașinilor de același tip ;

11. Construirea curbei diferențiale și integrale și suprapunerea peste cele experimentale ;

12. Determinarea gradului de concordanță dintre legea teoretică de repartiție și repartiția experimentală ;

13. Aspecte de ordin economic ;

14. Stabilirea metodei de determinare a resursei medii a principalelor piese pe baza cercetărilor de fiabilitate ;

15. Concluzii asupra modului de comportare a mașinii și a principalelor subansambluri. Propuneri în vederea îmbunătățirii acestora.

1. Stabilirea metodei de determinare a numărului minim de mașini prototip care se supun încercărilor în vederea omologării.

Prin încercările în vederea omologării se stabilesc indici ai fiabilității care se transferă apoi, prin intermediul legilor teoretice de repartiție pe mulțimea de mașini care se vor fabrica în serie.

Pentru a se putea determina cât mai precis acești indici (în special timpul mediu până la cădere sau coeficientul de disponibilitate) este necesar să se stabilească numărul optim de mașini prototip ce se vor supune încercărilor în vederea omologării, astfel încât eroarea relativă a acestor indici să fie cât mai redusă, iar limitele intervalului veridic să fie cât mai apropiate.

În practica noastră întâlnim atât mașini agricole complexe cât și mașini mai puțin complexe, simple.

De obicei există mașini agricole care se pot încerca pe o perioadă mai lungă din an, dar sunt altele care au perioade foarte scurte.

În cazul mașinilor agricole complexe și cu perioade de încercări scurte în timpul unui an (mașinile de recoltat sfeclă, cartofi etc) care se supune unor încercări totale - până la obținerea numărului necesar de căderi sau până la introducerea în reparație capitală ar necesita un timp îndelungat pentru încercări și ar angaja un volum însemnat de cheltuieli.

Pentru acest motiv trebuie să se admită ca mașinile agricole complexe și tractoarele, precum și mașinile agricole simple, dar cu perioade scurte de încercări în timpul anului, să fie planificate cu încercări interzupte, iar celelalte mașini să fie planificate cu încercări totale.

În primul caz se aplică relația :

$$N_0 = \frac{\bar{t} - t_{\beta}^2 V^2}{\Delta D^2(t) \cdot t_{inc}} \quad (167)$$

- unde:  $N_0$  - număr de mașini prototip necesar a se încerca în vederea omologării ;  
 $\bar{t}$  - timpul mediu de funcționare între căderi (care se iaune);  
 $t_{\beta}$  - coeficient care arată lățimea intervalului veridic în funcțiuni ;  
 $V$  - coeficientul de variație a timpului mediu de funcționare până la cădere.

$\Delta D(t)$  - gradul de precizie pentru funcția integrală (10-15%) și este raportul între intervalul variabil și valoarea medie a lui  $D(t)$

$t_{inc}$  - timpul de încercare pe care ni-l propunem ;

seu :

$$N_0 = \frac{\bar{t} \cdot t_{\beta}^2 (V_{\bar{t}}^2 + V)}{\varepsilon \eta^2 \cdot t_{inc}} \quad (168)$$

unde:  $V_{\bar{t}}$  - coeficientul de variație a timpului mediu de reparații

$\varepsilon \eta$  - eroarea relativă în determinarea timpilor medii (10-20%)

În cazul mașinilor agricole simple care se pot încerca pe tot timpul anului și pot ajunge până la prima reparație capitală (curentă), se aplică relația care derivă din expresia :

$$\frac{t_{inc}}{\bar{t}} = \frac{n_0}{N_0} \quad (169)$$

unde:  $n_0$  - numărul mediu de căderi iugate a se realiza în perioada încercărilor și care este :

$$n_0 = \varphi \cdot t_{inc} \cdot N_0 \quad (170)$$

unde:  $\varphi$  - fluxul căderilor  $\varphi = \frac{1}{\bar{t}}$

Aceasta arată că în acest caz raportul între timpul stabilit pentru încercare și timpul mediu de funcționare între căderi este același cu raportul între numărul căderilor și numărul mașinilor supuse încercării.

În acest caz se aplică relațiile :

a) ținând seama de  $\bar{t}$

$$n_0 = \frac{t_{\beta}^2 \cdot V^2}{\Delta \bar{t}^2} \quad (171)$$

unde:  $n_0$  - numărul căderilor până la care se iugune ik(m)

$\Delta \bar{t}$  - gradul de precizie pentru timpul mediu între căderi

b) ținând seama de coeficientul de disponibilitate :

$$n_0 = \frac{t_{\beta}^2 (V_{\bar{t}}^2 + V^2)}{\varepsilon \eta^2} \quad (172)$$

$$\varepsilon \eta = \frac{\Delta \sigma}{(1 - \Delta \sigma) \cdot (1 - \sigma)} \quad (173)$$

unde:  $\Delta \sigma$  - gradul de precizie al coeficientului de disponibilitate (1-2%)

$\sigma$  - disponibilitatea mașinii.



## 2. Stabilirea modului de determinare a indicilor de lucru calitativi.

Se vor determina următorii indici de lucru calitativi :

- debitul coacinei ;
- pierderile ;
- gradul de vătămare.

În acest scop se vor folosi metodele aprobate pentru încercările mașinilor agricole în vederea omologării, sau a stabilirii titlului.

Pentru a avea condițiile exacte în care s-au desfășurat încercările se vor preciza :

- starea la/malului (normală, căzut, îmburuienat, etc) ;
- umiditatea prăuselor care se recătează ;
- starea terenului (nivalat, denivalat, șes, pantă până la 6°, etc) ;
- lungimea parcelelor.

## 3. Stabilirea sistemului informațional de strângerea și prelucrarea datelor.

Întrucât cum este cunoscut până în prezent nu a fost stabilit un sistem de clasificare și codificare a diferitelor aspecte ce trebuie studiate în vederea determinării indicilor de fiabilitate.

Pentru a se putea face prelucrarea datelor cu ajutorul mașinilor electronice de calcul, se vor codifica următoarele elemente : seria mașinii, subansamblurile principale ale mașinii, piesele prevăzute a fi luate în studiu, defecțiunile posibile, cauzele posibile care ar produce defecțiunile, modul de remediere al defecțiunii, timpul de imobilizare al mașinii și volumul de muncă necesar pentru înlăturarea defecțiunilor.

Numărul de cifre prevăzută pentru fiecare cod depinde de mărimea culturii care intră în studiu.

De asemenea este necesar a se face în primul rând o codificare a defecțiunilor, a cauzelor care le produc și a modului de remediere. Capetele de tabele, cecurile, clasificările și toate calculatoarele necesare folosirii mașinilor electronice, pentru evitarea repetărilor se vor prezenta detaliat la capitolul respectiv al lucrării.

## 4. Stabilirea empirică (experimentală) la indicii de fiabilitate.

Pentru aceasta sînt necesare următoarele măsuri :

- rodajul mașinii și stabilirea sistemului de întreținere tehnică ;
- cronometrarea mașinii pe toată perioada funcționării, întocmindu-se o fotografie cât mai completă a timpului de lucru ;
- piesele defecte și nereparabile să fie scrise și supuse analizelor de laborator pentru determinarea cauzelor de defectare ;
- înregistrarea producției realizate ;
- înregistrarea tuturor defecțiunilor, aprecierea cauzelor, a modului de remediere, a timpului și volumului de muncă necesar pentru remedierea defecțiunilor.

4.1. Timpul total și timpul mediu de bună funcționare între căderi se determină prin însumarea timpilor de lucru efectiv,

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n = \sum_{i=1}^n t_i \quad (174)$$

unde: T - timpul total efectiv de lucru

$t_1, t_2, \dots, t_n$  - timpii efectivi de lucru între căderi

Timpul mediu de bună funcționare între căderi se va determina pentru subansambluri cu relația :

$$\bar{t} = \frac{T}{n_t} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n_t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n_t} \quad \text{ore/cădere} \quad (175)$$

unde:  $n_t$  - numărul de timp de bună funcționare.

La calculul timpului mediu de bună funcționare ( $\bar{t}$ ) pentru combina de cereale și porumb, precum și pentru echipamentul de cereale de porumb și transmisie, se va aplica metoda suscitată.

4.2. Timpul total și timpul mediu de reparații se va determina cu ajutorul relației :

$$T_r = t_{1r} + t_{2r} + t_{3r} + \dots + t_{mr} \quad \text{ore} \quad (176)$$

Deoarece timpul de reparații poate fi influențat de numărul de muncitori care iau parte la remedierea defecțiunilor, se va determina timpul de inobilizare și timpul de reparații în volum de lucru în ore-om.

$$T_{ri} = t_{1ri} + t_{2ri} + \dots + t_{mri} = \sum_{i=1}^{m_0} t_{ri} \quad \text{ore inobilizare} \quad (177)$$

și

$$T_{rvl} = t_{1rvl} + t_{2rvl} + \dots + t_{mrvl} = \sum_{i=1}^{m_0} t_{rvl} \quad \text{ore-om} \quad (178)$$

unde:  $T_{ri}$  - timpul total de inobilizare pentru reparații

$t_{1ri} ; t_{2ri} \dots t_{mri}$  - timpii de inobilizare pentru în-lăturarea defecțiunilor



$\bar{t}_{rvl}$  - timpul de reparații apreciat după volumul de lucrări.

$t_{1rvl}, t_{2rvl}, \dots, t_{mrvl}$  - timpuri de reparații în volum de lucrări ore-ora.

$m_0$  - numărul de timpuri de reparații (căderi).

Timpul mediu de reparații  $\bar{t}_r$  de aceeași se împarte în  $\bar{t}_1$  și  $\bar{t}_{v1}$ .

$$\bar{t}_{ri} = \frac{t_{1ri} + t_{2ri} + \dots + t_{mri}}{m} = \frac{\sum_{i=1}^{m_0} t_{ri}}{m_0} \text{ ore inobilizare (179)}$$

$$\bar{t}_{rvl} = \frac{t_{1rvl} + t_{2rvl} + \dots + t_{mrvl}}{m} = \frac{\sum_{i=1}^{m_0} t_{rvli}}{m_0} \text{ ore-ora. (180)}$$

#### 4.3. Timpul total și timpul mediu de întreținere tehnică.

Timpul total pentru întreținere tehnică  $T_{it}$  se calculează ca sumă a timpurilor de întreținere, iar timpul mediu pentru întreținere tehnică zilnic este :

$$\bar{t}_{itz} = \frac{T_{it}}{z} \quad (181)$$

unde:

$\bar{t}_{itz}$  - este timpul mediu pentru întreținere zilnică, care reprezintă și timpul prevăzut la normativele de întreținere și reparații

$z$  - numărul de zile în care s-au efectuat întreținerea tehnică

#### 4.4. Timpul total pentru remedierea defecțiunilor tehnologice

este suma timpurilor pentru remedierea defecțiunilor tehnologice. În cadrul acestui timp se includ în primul rând infundările cauzate de alte aspecte decât cele tehnice (cultură, manevrabilitate necorespunzătoare, viteză necorespunzătoare, neatenție în lucru, etc)

$$\bar{t}_{dt} = \frac{T_{dt}}{n} \quad (182)$$

unde:  $\bar{t}_{dt}$  - timpul mediu pentru remedierea defecțiunilor tehnologice

$n$  - numărul defecțiunilor tehnologice

#### 4.5. Coeфициentul de disponibilitate al mașinii.

$$d_t = \frac{\bar{t}}{\bar{t} + \bar{t}_r} = \frac{T}{T + T_r} \quad (183)$$

unde:  $d_t$  - coeficient de disponibilitate tehnică

#### 4.5.1. Coeфициentul de utilizare al mașinii.

$$d_{ut} = \frac{T}{T + T_r + T_{it}} \quad (184)$$

unde:  $\sigma_{us}$  - coeficient de utilizare al mașinii sau coeficient de disponibilitate de mentenabilitate

**4.5.2. Coeficientul de disponibilitate funcțională sau tehnologică**

$$\sigma_f = \frac{T}{T + T_r + T_{it} + T_{dt}} \quad (185)$$

unde:  $\sigma_f$  - coeficient de disponibilitate funcțională sau tehnologică

**5. Determinarea empirică a abaterii medii statistice a indicelui de stabilitate  $\bar{v}$ .**

Pentru aceasta se vor folosi expresiile :

a) 
$$\sigma = \Delta t \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{N}}{N}} \quad (186)$$

unde:  $\Delta t$  - mărimea intervalului din șirul statistic

$$M_1 = a_1 + b_1$$

$$M_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2$$

unde:  $a_1, b_1, a_2, b_2$  - sînt măriri ce se determină din șirul statistic prin metoda simplificată a sumelor

b) 
$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^K (t_{ic} - \bar{t})^2 p_i} \quad (187)$$

unde: K - număr de intervale ale șirului statistic

$t_{ic}$  - timpul centrat al intervalului

$p_i$  - probabilitatea experimentală a defecțiunii, care în cazul încercării unui singur produs este raportul dintre nr. de căderi înregistrate în intervalul respectiv și nr. total de căderi înregistrat pe tot parcursul încercărilor.

**5.1. Verificarea informației la punctele extreme**

Verificarea se face prin criteriul Irvin în care se calculează coeficientul  $\lambda I$  experimental.

$$\lambda I_{exp} = \frac{t_{i+1} - t_i}{\sigma} \quad (188)$$

În tabele, corespunzător numărului n de informații se citește  $\lambda$  real. În acest caz există următoarele situații :

$\lambda I_{exp} < \lambda_{real}$  din tabel, în acest caz punctul extrem este adevărat și rămîne în componența tabelului cu informații. și  $\lambda_{exp} < \lambda_{real}$  tabel. În acest caz punctul extrem se elimină din tabelul cu informații.

Pentru al doilea caz se reconstruiește șirul statistic și se recalculează indicii  $\bar{c}$  și  $\bar{v}$ .

**6. Stabilirea fluxului căderilor pentru combina cu echipament de cereale și porumb.**

$$\varphi = \frac{1}{t} \cdot \frac{\text{defecțiuni}}{\text{ore funcț.}} \quad 189$$

Acastă mărime se va determina atât pentru perioada cît combina a lucrat cu echipamentul de cereale cît și pe perioadă cît a lucrat cu echipamentul de porumb.

De asemenea se va determina fluxul căderilor și pe principalele subansambluri luate în considerare :

- se vor pune în evidență atât subansamblul cît și piesele care au avut comportări necorespunzătoare în lucru.

**7. Determinarea densității de probabilitate, experimentale a căderilor și construirea histogramei, pe combina și pe subansambluri pe care și a probabilității cumulate. Se va determina separat pentru perioada de lucru cu echipament de cereale și echipament de porumb, pentru principalele subansambluri (transmisie, echipament cereale, echipament porumb) precum și pentru combina folosită la cereale și apoi la porumb.**

Pentru aceasta se vor considera numărul căderilor pe interval cît și numărul total, cu premise nereparabile, utilizând expresia :

$$P_{exp} = \frac{n_i}{n_0} \quad (190)$$

unde:  $n_i$  - numărul defecțiunilor din intervalul șirului statistic

$n_0$  - numărul total al defecțiunilor înregistrate pe perioada de încercare

Se va construi histograma cu datele obținute pe fiecare interval.

**7.1. Determinarea densității de probabilitate experimentale a căderilor cumulate și construirea graficului respectiv al combina cu echipament de cereale și respectiv cu echipament de porumb, precum și al subansamblurilor.**

Se va folosi pentru calculul :

$$D_{exp}(t) = \sum_{i=1}^K P_{exp} \quad (191)$$

Se vor construi graficele care corespund datelor respective. Aceste grafice vor reprezenta probabilitatea, într-un anumit moment de a se defecta combina.



**8. Stabilirea unei teorii de repartiție a indicilor fiabilității în vederea selecției datelor determinate prin încercări.**

**8.1. Definierea densității de probabilitate teoretică pentru masa și subansamblurile principale folosind expresia matematică a lui respective:**

a) legea repartiției normale:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-t)^2}{2\sigma^2}} \quad (192)$$

b) legea de repartiție a lui Weibull:

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (193)$$

În funcție de valoarea coeficientului de variație a timpului mediu de funcționare între căderi  $V$ , se alege din tabel valoarea pentru  $b$  precum și valoarea  $c_b$  care intră în relația :

$$\sigma = a \cdot c_b \text{ de unde } a = \frac{\sigma}{c_b} \quad (194)$$

Pentru operativitate, folosind valori întăuite, se procedează astfel :

- se calculează raportul  $\frac{t}{t_0}$ , unde  $t_0$  este valoarea timpului cenzurat și corespunzător acestuia se găsește în tabel valoarea produsului  $a \cdot f(t_0)$  ;

- se determină  $f(t_0)$  pentru intervalul respectiv :

$$f(tc) = \frac{a \cdot f(tc)}{a} \cdot \Delta t_i \quad (195)$$

unde:  $\Delta t_i$  este mărimea intervalului respectiv.

c) legea de repartiție exponențială :

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (196)$$

Pe baza criteriului de concordanță a lui Pearson se alege legea care are divergența minimă față de repartiția exponențială. Criteriul lui Pearson este :

$$\chi^2 = \frac{(m_{exp} - m_{ti})^2}{m_{ti}} \quad (197)$$

unde:  $m_{exp}$  - numărul căderilor determinate experimental în intervalul respectiv

$m_{ti}$  - numărul căderilor determinate pe cale teoretică din legea de repartiție aleasă

$$m_{ti} = f(tc) \cdot n_{oi} \quad (198)$$

Pentru ca legea aleasă să fie valabilă este necesar ca probabilitatea de coincidență a celor două curbe să fie mică care

de 10%.

REZULTATI: Criteriul lui Pearson se aplică ~~de regulă~~ în cazul când  $V = 33 - 36$ , alioară atunci când se află la limita în care se poate aplica și legea de repartiție normală.

8.2. Determinarea curbei integrale sau funcției de repartiție a defectiunilor și reprezentarea sa grafică :

a) pentru legea de repartiție normală :

$$D(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{t-\bar{t}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt \quad (199)$$

b) pentru legea de repartiție Weibull :

$$D(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b} \quad (200)$$

unde: a și b = parametrii de repartiție Weibull.

Făcând raportul  $\frac{t}{a}$ , corespunzător valorii sale se găsește în tabele valoarea lui D(t).

c) pentru legea exponențială :

$$D(t) = \lambda \int_0^t e^{-\lambda t} dt \quad (201)$$

8.3. Determinarea intervalelor de veridicitate pentru principalii indici ai fiabilității. Transferarea caracteristicilor cantitative ale indicilor fiabilității de la mașina încercată la o mulțime de mașini, dat fiind caracterul aleatoriu al acestora, se face cu modificarea lor.

Deoarece această modificare rămâne între anumite limite sau într-un anumit interval, transferarea se poate face și cu anumite erori.

De aceea este necesar să se determine mărimea intervalului de veridicitate și eroare relativă care se produce inevitabil la transferarea indicilor stabiliți pe o altă mulțime de mașini.

Probabilitatea veridică, pentru a asigura un grad suficient de precizie în determinarea limitelor indicilor fiabilității se va lua :

$$\beta = 0,80, \text{ pentru } 0 \text{ la } 12 \text{ și alte mașini complexe ;}$$
$$\beta = 0,90 - 0,95 \text{ pentru mașini simple.}$$

Acosta înseamnă că din loc de mașini din mulțimea nouă, probabilitatea ca indicii fiabilității să intre în cadrul intervalului veridic este  $1 - \beta$

Fiind în domeniul încercării de determinare a indicilor fiabilității la sisteme reparabile, vom admite că numărul căderilor înregistrate este echivalent cu numărul produselor nereparabile.

Se vor folosi expresiile :

a) pentru legea de repartiție normală :

- timpul mediu între căderi :

$$\bar{t}_{\min}^{\max} = \bar{t} - t_{\beta} \cdot \frac{\sigma_t}{\sqrt{n_0}}$$

unde:  $t_{\beta}$  - coeficient care arată în fracțiuni  $\sigma_t$ , lățimea intervalului verosimil și este întabulat în funcție de  $\beta$  și numărul de probe încercate sau de căderi.

b) pentru legea de repartiție Weibull :

$$\bar{t}_{\min}^{\max} = \bar{t} \sqrt[6]{r_3} \quad (203)$$

$$\bar{t}_{\max} = \bar{t} \sqrt[6]{r_1} \quad (204)$$

în care:  $b$  - parametrul legii lui Weibull

$r_1$  și  $r_3$  - coeficienții Weibull ce se determină din tabele în funcție de  $k_d$  și de  $\beta$ .

Același mod de calcul se aplică și pentru înterținerea intervalului veridic în cazul timpului mediu pentru reparații.

c) eroarea limită absolută pentru intervalul veridic va fi :

$$\bar{I}_{\beta} = \bar{t}^{\max} - \bar{t}^{\min} \quad (205)$$

d) eroarea limită relativă :

$$\varepsilon_{\eta} = \frac{(\bar{t}^{\max} - \bar{t}^{\min})}{\bar{t}} \cdot 100 \quad (206)$$

9. Verificarea în condiții de producție a compatibilității combinațiilor de cereale și respectiv a mașinilor agricole existente în exploatare, în scopul determinării indicilor de fiabilitate.

9.1. Determinarea indicilor calitativi de lucru se va face în aceeași condiții ca la combina tip.

9.2. Stabilirea sistemului informațional pentru culegerea datelor în vederea prelucrării automate se va face în aceeași condiții ca și la combina tip.

9.3. Numărul combinațiilor sau mașinilor agricole ce se va lua sub observație se determină cu relația :

a) pentru legea de repartiție normală :

$$\frac{\varepsilon_{\eta}}{V} = \frac{t_{\beta}}{\sqrt{N}} \quad (207)$$

în care:  $\varepsilon_{\eta}$  - eroarea relativă limită a indicelui de fiabilitate,  $\bar{t}$  care nu trebuie să depășească valoarea de 0-100 ;

$V$  - coeficientul de variație a lui  $\bar{t}$  ;

$n$  - numărul de mașini ce trebuie să fie încercate.

Aflindu-se valoarea raportului  $\frac{\epsilon \eta}{T}$  se va determina din tabele pentru probabilitatea veridică  $\beta$ , numărul de mașini,

b) pentru legea de repartiție Weibull :

$$(\epsilon \eta + 1)^b = \frac{2N}{\chi^2 (1 - \beta + 2N)} = q \quad (208)$$

unde: b - parametrul legii lui Weibull

$\chi$  - coeficientul lui Pearson

$\beta$  - probabilitatea veridică

Valoarea lui q este intabulată și deci, aflindu-se valoarea numărului întreg al ecuației, din tabele se determină corespunzător valorii lui  $\beta$ , numărul de mașini necesar supunerii la încercări.

Pentru stabilirea numărului de mașini se va alege legea de repartiție care s-a aplicat în încercări anterioare pe același tip de mașină sau pe mașini asemănătoare, în condițiile în care  $\bar{t}_0$  se impune de la început mașinii respective, iar coeficientul de variație se alege din experimentările anterioare.

- Grupul de combine sau mașini agricole care se va urmări se va alege din aceeași generație, fiind noi sau imediat după reparație capitală.

- Pentru acest grup de mașini se vor stabili principalele subnevoiauri care se vor urmări în mod special și pentru care va trebui să se determine principalii indici ai fiabilității lor.

- Datele ce se vor înregistra trebuie să aibă în vedere : timpul de lucru între căderile înregistrate, timpul de imobilizare pentru reparații, volumul de ore -muncă ce s-a cheltuit pentru eliminarea căderii, natura defecțiunii etc.

- Fișele înlocuite se vor aduce la Institutul de Cercetări pentru Mecanizarea Agriculturii în vederea expertizării lor și determinării exacte a cauzelor care au contribuit la distrugerea lor.

- La sfârșitul perioadei de urmărire se vor trimite Institutului fișele model cu datele primare completate, în vederea prelucrării lor.

9.4. Propuneri în vederea realizării sistemului organizatoric adecvat verificării periodice, în condiții de producție a mașinilor din fabricația de serie, în diferite zone ale țării. Grupul organizatoric ce se va propune trebuie să aibă în vedere :

- stabilirea unor zone caracteristice, aleatorii care oferă condiții de lucru sensibile asemănătoare, pentru mașinile agricole și

tractoare;

- stabilirea unei unități în cadrul fiecărei zone care să aibă sarcini anuale pentru urmărirea comportării în exploatare a unor grupe de mașini agricole sau tractoare. Această unitate poate să fie stațiune experimentală unde Institutul de cercetări pentru mecanizarea agriculturii are colectiv de cercetători, sau în lipsa acestuia să se stabilească o stațiune pentru mecanizarea agriculturii mai reprezentativă;

- stabilirea răspunderii ce va reveni laboratorului de specialitate din I.C.I.A în acest domeniu și natura legăturilor sale cu punctele din teritoriu;

- stabilirea relației permanente între institut, fabricant, centrele pentru mecanizarea agriculturii și producției de utilaje pentru agricultură și industria alimentară în scopul definitivării planurilor anuale de urmărire a mașinilor agricole și tractoarelor, a realizării planurilor tehnice de măsuri pentru fabricant, proiectant și beneficiar și valorificării imediate a acestora pentru îmbunătățirea indicilor de fiabilitate, ai mașinilor urmărite.

9.5. Determinarea principalelor indici ai fiabilității mașinilor urmărite și ai principalelor subansambluri. Se vor determina indicii prevăzuți la principalele obiective din metoda ( de la pct.9.4.1 la 9.4.5. inclusiv) precum și funcția diferențială și integrală, experimentală pe baza aceluiași relații și principii arătate în cazul combinii (mașinii) tip (pct.9.4.6 și 9.4.7).

Apoi se va face alegerea legii de repartiție cea mai potrivită și se va suprapune grafic peste curbele determinate experimental, se va calcula concordanța dintre ele și intervalul de variabilitate (pct.10 ; 11; 12), folosind relațiile arătate în cazul mașinii tip.

### 13. Aspecte de ordin economic ale fiabilității mașinilor urmărite :

Fiabilitatea mașinilor urmărite, reprezentată prin indicii săi calitativi este și trebuie să rămână într-o relație permanent optimă cu cheltuielile care se fac cu mașina în timpul exploatarei.

Pentru stabilirea cheltuielilor care se fac cu întreținerea tehnică și reparațiile accidentale, între două reparații planificate se va folosi relația :

$$C_{\text{tr}} = C_1 + C_c + C_s + C_m \quad (209)$$



- unde:  $C_{ti,r}$  - costul total al întreținerilor tehnice și reparațiilor între două reparații planificate ;
- $C_1$  - costul total al întreținerilor și reviziilor tehnice în perioada dintre două reparații planificate, care cuprinde manopera cheltuită, piesele, materialele și restul unității ;
- $C_0$  - costul înălțurării căderilor în perioada dintre două reparații planificate, care cuprind de asemenea manopera, piese, materiale și restul unității ;
- $C_2$  - cheltuielile pentru stocarea mașinii ;
- $C_3$  - cheltuielile pentru carburanții și lubrifiantii consumați în procesul reparării sau întreținerii mașinii.

Observații: a) Se vor avea în vedere și toate cheltuielile efectuate pentru anumite reconstrucții de piese și subansamble ;

b) Această evidență se va ține numai pentru mașina tip. Datele obținute se vor compara cu alternativele existente, precum și cu cele confirmate de literatura de specialitate.

14. Stabilirea metodei de determinare a resursei medii a principalelor piese pe baza cercetărilor de fiabilitate. Această metodă pune în evidență atât viteza de uzură în raport cu timpul a reparațiilor principale din mașină și deci ne ajută să prevedem numărul pentru îmbunătățirea indicilor fiabilității, cât și posibilitățile de normare a consumului de piese, în exploatare.

Pentru determinarea resursei totale a pieselor se va proceda astfel :

- se va face măsurarea tuturor reparațiilor supuse uzurii, din mașină, înainte de începerea încercărilor în vederea omologării, făcându-se și o expertizare tehnică a acestora, în raport cu documentația de execuție ;

- deoarece mașina intră în reparație capitală după 3-4 ani, nu este posibil să prelungească încercările prototipului până la starea limită, procedându-se la încercarea cu restricții (un anumit număr de ore, atingerea unor valori impuse pentru  $\bar{t}$  și deci pentru numărul de căderi, etc).

În concordanță se vor face aceleași măsurători după încheierea încercărilor.

Se va întocmi fișa cu dimensiunile inițiale ale pieselor și cele măsurate în momentul încheierii încercărilor.

a) Se va determina viteza medie a uzurii piesei cu relația:

$$W_p = \frac{U_{m\bar{s}}}{T_{mas}} \quad (210)$$

unde:  $U_{m\bar{s}}$  - uzura măsurată care rezultă din :

- la arbori :  $U_{m\bar{s}} = d_{min} - d_{m\bar{s}}$  (211)

- pentru alosaje :  $U_{m\bar{s}} = D_{m\bar{s}} - D_{max}$  (212)

$d_{min}$  și  $D_{max}$  sînt diametrele arborilor și alosajelor măsurate inițial sau luate din desen cu abaterile prevăzute

b) Se determină resursa remanentă :

$$T_{rem} = \frac{U_{lim} - U_{m\bar{s}}}{W_p} \quad (213)$$

unde:  $U_{lim}$  - uzura limită admisă, prevăzută prin documentație, pentru buna funcționare a mașinii și rezultă din :

- pentru arbori :  $U_{lim} = d_{min} - d_{lim}$  (214)

- pentru alosaje :  $U_{lim} = D_{lim} - D_{max}$  (215)

c) Se determină limitele veridice ale resursei remanente a piesei avînd în vedere că în general viteza de uzură este o mărime aleatorie repartizată după legea lui Weibull :

$$T_{rem}^{min} = 0,70 \cdot T_{rem}, \text{ ore} \quad (216)$$

$$T_{rem}^{max} = 1,35 \cdot T_{rem}, \text{ ore} \quad (217)$$

d) Pentru mulțimea de piese de același fel se determină resursa totală :

$$T_{res. tot.} = \frac{U_{lim}}{W_p} \quad (218)$$

unde:  $W_p$  - viteza de uzură a piesei

e) Se determină limitele veridice ale resursei totale a mulțimii de piese de același tip :

$$T_{res. tot.}^{min.} = 0,65 T_{res. tot.}, \text{ ore} \quad (219)$$

$$T_{res. tot.}^{max.} = 1,40 T_{res. tot.}, \text{ ore} \quad (220)$$

f) Se verifică și eventual se corectează limitele veridice ale resursei remanente pentru piesele măsurate :

$$T_{res.}^{min.} = (T_{m\bar{s}} + T_{res.}^{min.}) \geq T_{res. tot.}^{min.} \text{ pentru mulțime} \quad (221)$$

$$T_{res.}^{max.} = (T_{m\bar{s}} + T_{res.}^{max.}) \leq T_{res. tot.}^{max.} \text{ pentru mulțime} \quad (222)$$

În cazul când nu se vor respecta aceste condiții se va corecta  $\frac{min}{res}$  și  $\frac{max}{res}$ .

Pentru mașinile care sînt în exploatare se va recomanda o verificare a acestei metode prin consumul anual de piese înregistrat.

**15. Concluzii.** Prin metoda elaborată se cere ca în cadrul cercetărilor de fiabilitate să se determine o serie de noi indici pentru care nu au fost stabilite pînă în prezent nici metodologia de det. rînzării nici cadrul organizatoric prin care să se poată realiza strîngerea și prelucrarea datelor. De asemenea s-a urzîrit ca pe baza prevederilor metodicii să se poată stabili concordanța dintre rezultatele obținute în cadrul experimentărilor pe un eșantion și pe o mulțime de mașini, concordanța dintre prevederile documentației și a rezultatelor obținute, menținerea și îmbunătățirea continuă a indicilor de fiabilitate, precum și stabilirea bazelor științifice a normelor și normativelor de consum de piese de schimb necesare menținerii în stare bună de funcționare a parcului de mașini pe toată viața lor.

**15.1. Nivelul indicilor de fiabilitate realizați pe cabina tip și pe cabinele urzîrite în exploatare, punîndu-se în evidență:**

- gradul de concordanță al lor și în caz de divergență, interpretarea acestora prin prisma factorilor obiectivi și subiectivi, insistîndu-se asupra celor din urmă cu măsuri pentru înlăturarea
- factorii care nu permit un nivel optim pentru indicii fiabilității și măsurile care se impun ;
- implicațiile de ordin economic ale nivelului fiabilității realizate și măsurile care pot să le remedie.

**15.2. Modul în care trebuie urzîrită și înapă determinarea indicilor fiabilității la mașinile care se încearcă în vederea omologării. Obligativitatea trîmterii la încercări a măsurului minim de mașini prototip pentru a putea culege informații veridice valabile pentru mulțimea urzîitoare de mașini, înapunerea prin teza de proiectare a indicilor de fiabilitate, minimi obligatorii, urzîrirea realizării acestora de la proiectul tehnic și pînă la executarea prototipurilor, permanent, etc.**

**15.3. Modul în care se va urzîri menținerea fiabilității la mașinile din fabricația de serie.**

- Stabilirea cadrului organizatoric ;

- Stabilirea metodicii de urmărire a mașinilor noi, precum și a celor care ies din reparație capitală ;

- Măsurile de ordin tehnic și organizatoric care se impun pentru îmbunătățirea permanentă a indicilor fiabilității mașinii.

15.4. Impunerea metodicii de determinare a resurselor reparației și subansamblurilor de la mașinile încercate în vederea ocrotirii sau în timpul exploatarei prin metoda măsurării inițiale și la sfârșitul încercării, a dimensiunilor acestora. În acest sens se va putea face o estimare destul de precisă atât a resurselor până la reparație a mașinii respective cât și a cheltuielilor ce se vor angaja în timpul exploatarei, a nivelului indicilor fiabilității etc.

## CAP. II. REZULTATELE CERCĂRIILOR, ÎNCERCĂRII ȘI ÎNCELEȘTURII

1. Determinarea numărului minim de mașini prototip care se supun încercărilor în vederea ocrotirii.

Se folosește relația :

$$N_0 = \frac{\bar{T} \cdot t_{\beta}^2 \cdot v^2}{\Delta D(t) \cdot t_{inc}}$$

unde se impun :

$$\bar{T}_0 = 50 \text{ ore} ; v = 0,40 ; \Delta D(t) = 0,15 ; t_{inc} = 400 \text{ ore} ;$$

probabilitatea veridică  $\beta = 0,80 ; t_{\beta} = 1,28$

$$N_0 = \frac{50 \cdot 1,28^2 \cdot 0,4^2}{0,15^2 \cdot 400} = 3,6$$

Rezultă că pentru combina de recoltat cereale numărul minim ce se încercă în vederea ocrotirii, trebuie să fie de 3 - 4 buc.

2. Determinarea indicilor de lucru calitativi. În vederea verificării parametrilor de lucru ai combinăi 0-12 din fabricația de serie s-au efectuat experimentări în câmp la recoltarea cerealelor păioase, la recoltarea culturilor de soia și la recoltarea porumbului.

Cerealele păioase au fost : grâu, orz și ovăș, în condiții grele de lucru.

Caracteristicile biologice prezentate de culturi sînt date în tabelul 2.

**Tabelul 2**

Caracteristici	U/m	Cultura			
		Grâu Aurora	Grâu Ancealsior	Orz	Ovăz
Producția de boabe	kg/ha	3300	3800	4750	2400
masa probei ridică- te din care:	g/m <sup>2</sup>	1100	850	975	1170
- boabe	g/m <sup>2</sup>	330	380	475	240
Numărul plantelor cu spic	buo/m <sup>2</sup>	455	385	360	374
Analizee laului	ea	62	55	59	71

Experimentările de laborator-cîmp s-au efectuat la dife-  
rite viteze de lucru urmărindu-se debitul obținut la fiecare viteză.  
Principalele obiective ale cercetărilor de laborator-cîmp au fost  
determinarea pierderilor în funcție de debitul mașinii.

Rezultatele cercetărilor de laborator - cîmp sînt prezentate  
în tabelul 3.

Din analiza pierderilor la recoltarea cerealelor păioase  
(tabelul 3) se constată că acestea se încaadrează în cerințele agro-  
tehnice la majoritatea experimentărilor la culturile de grâu și  
ovăz. Pierderile variază în funcție de debitul de lucru și respectiv  
de viteză de deplasare a combinii.

La recoltarea orzului pierderile nu depășit cu mult limitele  
aduse ca urmare a condițiilor meteorologice care au dus la culca-  
rea plantelor pe suprafața solului.

La experiențele efectuate înainte de începerea ploilor pierde-  
rile de boabe și spic pe sol au fost de 1,3-1,5%, iar cele totale  
de 2,47 - 2,70%. La experiențele efectuate după trecerea ploilor  
pierderile au ajuns la 7-10% din producția totală. Acest aspect evi-  
dențiază încă odată importanța recoltării cerealelor într-un teren  
cît mai scut cu mașini de mare productivitate și cu indici de stabili-  
tate ridicăți.

Variația pierderilor de boabe în funcție de debitul de lucru  
al combinii C-12 este prezentată și grafic în fig.40.

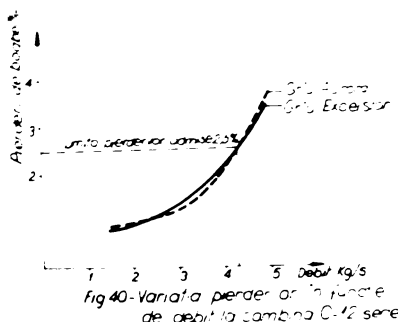
Din analiza acestui grafic rezultă că la recoltarea orzului  
soluri de grâu pierderile variază în limitele pentru care a fost con-  
cepșă combina și corespunde cerințelor agrotehnice impuse la stabili-  
rea tipului.



Pierdori la recoltarea cerealelor palese cu combine C-32

Tabelul 5

Cultura	Exp.	Pierdori pe sol				Pierdori butoni				Total pierde kg/ha	Total kg/ha						
		vit t/ha	debi- tul kg	spice libe- re kg/ha	%	spice kg/ha	%	libere kg/ha	%								
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
gru color	1	0,75	2,64	7,0	0,125	13,0	0,475	25,0	0,66	16,9	0,44	2,1	0,06	13,0	0,50	44,0	1,16
	2	0,90	3,54	23,0	0,60	20,0	0,53	43,0	1,13	50,0	1,32	4,4	0,11	54,4	1,43	97,4	2,56
	3	1,19	4,05	24,0	0,63	15,0	0,39	39,0	1,02	47,3	1,25	3,3	0,09	50,6	1,34	89,6	2,36
	4	1,32	4,47	15,0	0,395	13,0	0,475	33,0	0,37	45,7	1,47	3,3	0,21	64,0	1,63	97,0	2,55
Medie		-	-	17,25	0,43	17,95	0,47	35,0	0,92	42,49	1,12	4,52	0,12	47,001	1,24	92,6	2,16
gru urose	1	0,75	2,70	21,0	0,64	10,0	0,30	31,0	0,94	3,0	0,24	1,4	0,04	9,4	0,23	40,4	1,22
	2	0,90	3,60	13,0	0,22	5,4	0,16	23,4	0,71	22,0	0,67	2,7	0,03	24,7	0,75	43,1	1,45
	3	1,19	4,10	11,0	0,52	11,0	0,33	23,0	0,39	42,2	1,23	5,3	0,15	47,5	1,44	75,5	2,29
	4	1,32	4,70	24,0	0,73	20,0	0,60	44,0	1,33	59,3	1,31	6,0	0,13	53,3	1,99	109,3	3,39
Medie		-	-	20,0	0,60	23,2	0,71	43,2	1,31	53,0	1,00	3,35	0,11	56,35	1,11	100,05	2,42
Orza	1	0,75	2,80	21,2	0,40	230,0	4,95	349,2	3,25	63,0	1,43	19,3	0,42	37,3	1,08	337,0	7,10
	2	0,90	3,20	21,0	0,45	270,0	5,63	251,0	6,12	65,0	1,37	14,6	0,31	79,6	1,03	370,6	7,30
	3	1,32	4,60	21,0	0,45	270,0	5,30	297,0	6,26	119,0	2,51	19,7	0,41	139,7	2,32	435,7	9,15
Medie		-	-	20,3	0,43	259,3	5,44	273,6	5,37	84,0	1,77	13,03	0,33	102,02	1,15	320,6	6,02
Orza	1	0,75	2,45	3,5	0,23	0,2	0,20	14,2	0,29	1,5	0,05	1,10	0,03	16,6	0,69	23,3	1,23
	2	0,90	2,60	3,3	0,40	0,2	0,20	15,0	0,66	20,2	1,23	1,1	0,05	31,9	1,33	47,0	1,93
	3	1,19	3,55	3,9	0,37	0,2	0,20	15,1	0,63	34,0	1,41	1,1	0,05	39,1	1,46	50,2	2,09
Medie		-	-	3,3	0,37	0,2	0,20	15,1	0,63	26,7	1,11	1,1	0,05	27,3	1,16	42,0	1,70



Debitul combinii la care valoarea pierderilor a fost sub 2,5% este de 4,3 kg/s la ambele soluri de grâu experimentate.

Experimentarea combinii C-12 la recoltarea soiei. Exemplarul de combină urmat în mod special la recoltatul cerealelor păioase a fost reținut pentru a fi folosit la recoltarea soiei.

Condițiile în care s-a experimentat combina, precum și indicii calitativi rezultăți sînt dați în tabelul 4.

Tabelul 4.

Ort.	Caracteristici și indici	U/M	Valori medii
1.	Distanța dintre rânduri	cm	40
2.	Distanța medie de la sol la vârful păstăilor	cm	14,4
3.	Producția de boabe	kg/ha	2280
4.	Umiditatea boabelor	%	11,2
5.	Înălțimea de tăiere	cm	6,5
6.	Pierderi totale	%	2,89
	din care boabe libere pe sol	%	1,89
7.	Boabe întregi	%	92,7
8.	Boabe sparte	%	4,4
9.	Impurități	%	2,9

În analiza rezultatelor obținute se remarcă în mod deosebit valoarea destul de mare a pierderilor de boabe libere pe sol (1,89%) cauzate în principal de aparatul de treier care taie păstăile ce se găsesse pe tulpină la înălțimi mici față de sol.

În punct de vedere al modului cum combina corespunde cerințelor a rotativei înțuse la stabilirea tipului, proiectarea și realizarea mașinii, rezultă că pentru recoltarea soiei mașina poate fi utilizată cu rezultate satisfăcătoare.

Experimentarea combinii C-12 la recoltarea porumbului știuloși depănugați. Pentru stabilirea indicilor calitativi de lucru s-a efectuat experimentări de laborator - cîmp cu combina C-12 pe care s-au montat echipamente de recoltarea porumbului C3-4 și C4. Condițiile de încercare și rezultatele obținute la experimentările de laborator-

tor - cîmp sînt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5.

Nr. crt.	Denumirea indicelui	U/M	Valorile obținute		
1.	Calitatea boabelor	%	24	22	20
2.	Debitul de alimentare	kg/s	1,47		1,98
3.	Știuleți depărușți total	%	90,2	90,2	89,4
4.	Știuleți depărușți parțial	%	7,3	4,1	2,6
5.	Știuleți nedepărușți	%	2,7	5,7	8,0
6.	Știuleți nevătănași	%	67,8	73,2	61,5
7.	Știuleți rupți	%	3,7	4,2	1,9
8.	Gradul de depănșare	%	93,6	92,2	90,7
9.	Boabe în masa de știuleți	%	0,39	0,46	0,70
10.	Boabe în buncăr	%	0,72	0,50	0,73
11.	Pierderi pe sol	%	1,02	1,09	1,01
12.	Boabe în știuleți pe sol	%	0,78	0,72	1,33
13.	Boabe în știuleți pe plante	%	0,43	2,16	2,56
14.	Total pierderi	%	2,25	3,97	4,90
15.	Plante căzute	%	2,0	5,0	8,0
16.	Impurități în masa de știuleți	%	0,57	0,40	0,54

Combina C-12 echipată cu culegător de știuleți pe 4 rânduri 35-4 și echipament de depănșare AD a fost experimentată la debite cuprinse între 1,20 și 1,92 kg/s în culturi cu plante căzute 2-8%. În aceste condiții gradul de depănșare a fost de 90,7 - 93,6% iar pierderile totale de boabe de 2,25 - 4,90% din care boabe libere pe sol au reprezentat 1%. Valoarea mai mare a pierderilor sub formă de știuleți pe plante se datorește în primul rând procentului ridicat de plante căzute, precum și formei necorespunzătoare a construcției plăcuțelor de detașare. Boabele libere pe sol provin în cea mai mare parte din boabele care cad prin spațiul dintre planul oscilant și pereții laterali ai combinei în prima secă a planului oscilant unde s-a eliminat tabla planului oscilant de la cereale. Pentru remedierea acestei defecțiuni funcționale s-a propus majorarea pereților oscilanți și planului oscilant de la echipamentul de depănșare cu o înălțime de 25 cm.

Principali indici calitativi ai combinei C-12 echipată cu culegător de știuleți și echipament de depănșare sînt prezentați grafic în fig.41.

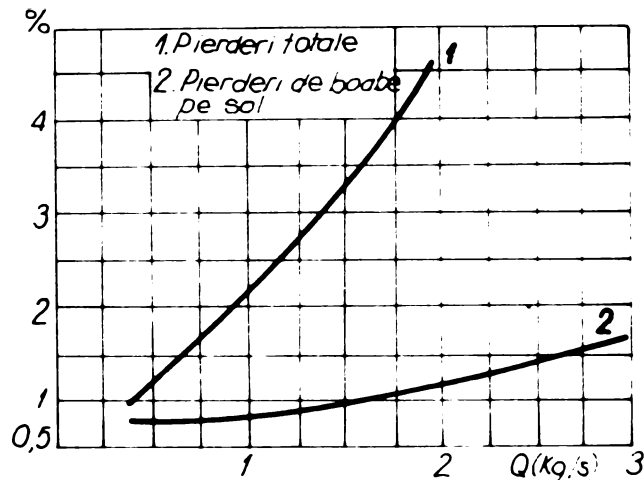
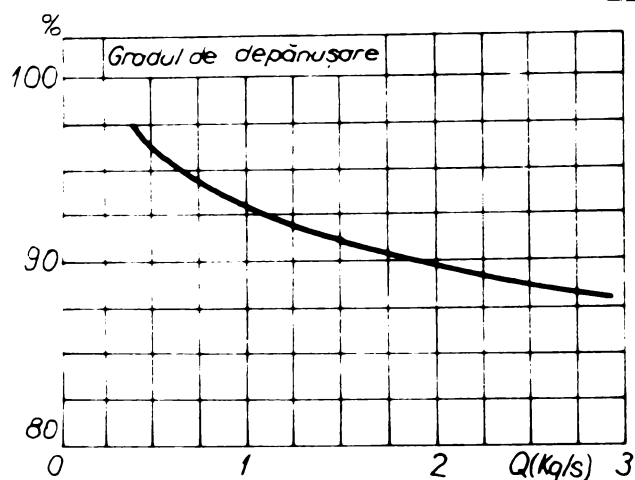


Fig.41- Variația principalilor indici de lucru în funcție de debitul de alimentare

În analiza generală a indicilor calitativi se constată că în general combina experimentată se încadrează în cerințele impuse la stabilirea tipului. La cereale păioase pierderile în condiții normale de lucru sînt sub 2,5% la un debit de 4,3 kg/s.

La recoltarea soiei pierderile sînt de 2,89 %, iar spargerile de 4,4 %.

La recoltarea porumbului șiuleții pierderile totale variază între 2,25% și 4,90%, gradul de depășire al șiulețiilor variază între 90,7% și 93,6%.

În ceea ce privește productivitatea la timpul efectiv de lucru s-a dovedit a fi corespunzătoare cu cerințele impuse și anume la cereale de 3,2 t/h, la soia de 2,20 t/h, iar la porumb de 5,2 t/h.

Totalizînd indicii de exploatare pe toată perioada încercărilor se obțin rezultatele din tabelul 6.

Tabelul 6.

Indicii de exploatare	U/h	Cultura			Total
		cereale	soia	porumb	
Producția recoltată	t.	522	46	500	1068
Timp efectiv de lucru	ore	179	21	115	315
Timp total pentru întrețineri tehnice	ore	27	3	18	48
Timp zilnic pentru întrețineri tehnice	ore	0,52'	1	1,03'	(media ponderată) 0,56
Timp pentru remedierea defecțiunilor tehnice	ore	60,08'	4,15'	59,43'	125,06'
Timp pentru înlăturarea defecțiunilor tehnologice	ore	7,20'	1,21'	3,38'	12,18'
Timp pentru activități tehnologice	ore	14,00'	1,23'	7,25'	22,48'

În analiza acestor date rezultă că autocombina 0-12 a lucrat în mod efectiv 315 ore a rezultat o producție globală de 1058 tone. Realizările combinai 0-12 cu diferite echipamente sînt date în tabelul 7.

Tabelul 7

Indicii de exploatare	U/M	0-12 + echipamen- te de cereale	0-12 + C-31 AD
Produsul recoltat	t.	958	500
Timp efectiv de lucru	ore	200	115
Timp total pt. întrețineri tehnice	ore	30	18
Timp zilnic pentru între- țineri tehnice	ore	0,55'	1,03'
Timp pentru remedierea defecțiunilor tehnice	ore	64,231'	59,43'
Timp pentru salubizarea defecțiunilor tehnologice	ore	11,50'	7,25'
Timp pentru activități tehnologice	ore	15,23'	7,25'

Piesele componente ale transmisiei combinai și caroseriei au lucrat 315 ore, cele de la echipamentele speciale pentru cereale 200 ore, iar cele pentru recoltarea porumbului 115 ore.

3. Stabilirea sistemului informațional de strîngerea și prelucrarea datelor pentru combina tip. În vederea determinării indicilor de fiabilitate pe categorii de organe, subansambluri și cașini se impune stabilirea unui sistem de codificare a tuturor elementelor necesare în vederea prelucrării datelor la mașinile electronice de calcul.

Pînă în prezent nu a fost stabilit un sistem de clasificare și codificare a aspectelor ce trebuie studiate în vederea determinării diferiților indicatori de fiabilitate. Principalele elemente care se consideră ca fiind necesare a fi clasificate sînt : subansamblurile mașinii, piesele care pot produce căderi ale mașinii, precum și cauzele care produc defecțiunile respective.

În ceea ce privește codificarea s-a apreciat că principalele elemente care trebuie codificate sînt : seria mașinii, subansamblurile, piesele, defecțiunile conform clasificării, cauzele care au produs defecțiunile, timpul de inabilizare a mașinii pentru a înlătura defecțiunile, volumul de muncă necesar pentru înlăturarea defecțiunii exprimat în ore-tă, timpul de funcționare al mașinii de la introducerea în lucru și pînă la apariția primei defecțiuni, sau de la ultima



defecțiune și pînă la apariția altei defecțiuni, în ore.

Avînd în vedere că unul din indicatorii de bază ai fiabilității este fluxul erorilor, s-a stabilit că elementul care trebuie luat în considerație la stabilirea necesarului de cartele ce urmează a se perfora și preluarea cu ajutorul mașinilor electronice să fie numărul de erori.

În tabelul 8 sînt date elementele care se apreciază a fi codificate, precum și numărul de cifre care se iau în cea.

Tabelul 8

Nr. crt.	Elementele ce se codifică	Nr. de cifre ale codului
1.	Teria mașinii	5
2.	Renunțarea grupului de piese sau subansambluri	5
3.	Renunțarea piesei	3
4.	Defecțiunile posibile conform clasificării	2
5.	Cauzele care produc aceste defecțiuni conform clasificării	2
6.	Modul de rezolvare a defecțiunii conform clasificării	1
7.	Timpul de inactivitate al mașinii pentru înlăturarea defecțiunii (în ore)	5
8.	Voluntă de muncă pentru înlăturarea defecțiunii în minute-ora	5

Un alt aspect cu caracter general care are o deosebită importanță în ceea ce privește îmbunătățirea indicilor de fiabilitate ai mașinilor agricole este clasificarea defecțiunilor și a cauzelor care le produc.

La clasificarea defecțiunilor și a cauzelor care le produc s-au avut în vedere toate defecțiunile și cauze care prin înlăturarea lor pot contribui la asigurarea funcționării mașinilor cu minimum de timp de inactivitate, iar prin înlăturarea lor se asigură funcționarea mașinii în conformitate cu indicii calitativi preconizați la stabilirea tipului, proiectarea, realizarea și exploatarea mașinii.

În tabelul 9 sînt prezentate defecțiunile ce pot apărea precum și codul defecțiunii.

Clasificarea și codificarea defecțiunilor

Tabelul 9.

Nr. crt.	Denunțarea defecțiunii	Codul defecțiunii
1.	2.	3.
1.	Uzur normală	01
2.	Uzur anormală (prematură)	02
3.	Teșiri la muchiile tăietoare	03

---

4. Rupturi	04
5. Fisuri	05
6. Forfecări	06
7. Spărturi	07
8. Deformări (a suprafețelor de contact)	08
9. Încălzire	09
10. Burdușiri la carcase	10
11. Pierderea elasticității la arcuri	11
12. Gripări	12
13. Rotiri libere și deplasări de piese	13
14. Joc depășit (interstii)	14
15. Îmbibirea îmbinărilor	15
16. Zăburii	16
17. Sculgeri din locul de fixare	17
18. Uboarea materialelor	18
19. Dereglări	19
20. Infundări	20
21. Coroziune	21
22. Pierdere etanșeității	22
23. Defecțiuni ale aparatului	23
24. Căderi de lanțuri	24
25. Căderi de lanțuri și curele	25
26. Deteriorări curele	26
27. Alte defecțiuni	27

---

Lista și codurile defecțiunilor pot fi extinse în funcție de specificul mașinii, a subansamblurilor și pieselor care se studiază, a aspectelor ce se urmăresc prin cercetările de fiabilitate precum și condițiile de experimentare.

Un element deosebit de important în stabilirea indicilor de fiabilitate în sferă de cunoaștere frecvenței defecțiunilor este și cunoașterea cauzelor care produc defecțiunile respective. Prin cunoașterea cauzelor care produc defecțiunile se pot lua măsuri de înlăturarea lor și de îmbunătățirea indicilor de fiabilitate.

Pe baza expertizei tehnice și a cercetărilor efectuate cu exemplarul de control urmărit special, sînt și pe baza rezultatelor obținute la lotul de probă în producție au fost stabilite principalele cauze care au dus la apariția defecțiunilor codificându-se fiecare cauză cu 2 cifre.

In tabelul 10 sînt prezentate cauzele diferitelor defecțiuni precum și codul propus pentru fiecare cauză.

**Clasificarea și codificarea cauzelor defecțiunilor**

Tabelul 10

Cauzele defecțiunii	Cod
Defecțiuni de proiectare	01
Materiale necorespunzătoare	02
Tratamente neefectuate sau efectuarea necorespunzătoare	03
Surități necorespunzătoare	04
Nerespectarea dimensiunilor de execuție	05
Neplanșități	06
Neperpendicularitate	07
Neconaxialități	08
Abateri de la cota de legătură și limitarea reglajelor	09
Ajustaje funcționale nerespectate la montaj	10
Bătăi anormale	11
Reglajul uzinal insuficient	12
Neefectuare unșore	13
Neefectuare reglaje funcționale și ascuțirea organelor de lucru	14
Neefectuarea stringerilor înălțimilor decontabile	15
Neefectuarea reglajului în exploatare	16
Suprasolicitare	17
Calitatea reparațiilor necorespunzătoare	18
Piese de schimb necorespunzătoare	19
Șuruburi necorespunzătoare (întrerupte, pori, fisuri)	20
Alte cauze	21

In vederea aprecierii reparabilității mașinii, a condițiilor tehnice impuse pentru înălțurarea într-un termen cit mai scurt al defecțiunilor ce apar în timpul exploatarei, pentru a se putea stabili măsurile tehnice care pot influența într-un grad cit mai ridicat disponibilitatea mașinii s-au clasificat și codificat metodele și operațiile tehnologice. In tabelul 11 sînt prezentate atît metodele de înălțurarea defecțiunilor cit și codul propus.

**Clasificarea și codificarea modului de remediere a defecțiunilor.**

Tabelul 11

Metode de remediere a defecțiunilor	Cod
În cadrul piesei	1
Reconstrucționare	2

Leviți	3
Străeri	4
Șaeri	5
Locuințări	6

Indicatori de fapt și indicii de fiabilitate pot fi determinati pe piese individuale, pe subansambluri cît și pe întreaga mașină sau flaut și e clasificare și condiționare a diferitelor subansambluri și grupe de piese ale combinației cu scopul de a cunoaște gradul de funcționare a subansamblului, a gradului de defectare a timpului de lucru de înaltare a defectiunilor, precum și a valorii mediei fiabilității subansamblului respectiv la diferite perioade de timp se pot stabili cu o mai mare exactitate măsurile de treburile luate în vederea asigurării unei funcționări cu minimum de defectiuni.

În tabelul 12 sînt date principalele subansambluri și grupe de piese luate în studiu precum și codul fiecărei categorii.

Tabelul 12.

Indicatorul echipamentului	Denumirea subansamblului	Codul subansamblului
T	Arbitraj	0,01
T	Varistor tracțiune	0,02
T	Jutie de viteză	0,03
T	Inductor	0,04
T	Casetă direcție	0,05
C	Acoper	106
C	Bătător	107
C	Centrabătător	108
C	Buturător	109
	Bunoch	110
C	Roți lanț	111
C	Milcenti	112
C	Curele	113
C	Lanțuri	114
C	Organe de fabricare	115
P	Transportor cu șale	216
P	Secție detașare	217
P	Transportor secție detașare	218
	Levator central	219

1.	2.	3.
P	Transportor oscilant	220
P	Exhaustor	221
P	Transportor intercelular	222
P	Depanșător	223
P	Alevator știuleți	224
P	Tranșmisie dreapta	225
P	Tranșmisie stînga	226
P	Uniformizator	227
P	Lențuri	228
P	Salicșpi	229
P	Roți lanț	230
P	Organe de înbinare	231

În formă centralizată se prezintă în tabele toate elementele necesare cartelării și prelucrării datelor cu ajutorul calculatoarelor electronice de calcul de tipul Felix C 256 precum și rezultatele înregistrate în procesul de cercetare al combinaei experimentate. Exemple de fișe (listințuri) rezultate de la calculul electronic de calcul sînt date anexat.

Pe baza datelor obținute prin prelucrările efectuate precum și a fișelor de cronometrare întocmito în perioada de experimentare s-au stabilit elementele și valorile necesare indicilor de stabilitate.

Elementele și valorile rezultate sînt :

1. Zimul total efectiv de lucru :

- pentru piesele componente ale tranșmisiei 315 ore
- pentru subansamblurile și piesele componente ale echipamentelor de recoltat cereale 200 ore
- pentru subansamblurile și piesele componente ale echipamentelor de recoltat porumb 115 ore

2. Zimul total necesar la efectuarea întreprinderilor tehnice pentru :

- combina de recoltat cereale pâlcoase 30 ore
- combina de recoltat porumb 17 ore și 34 minute

3. Durata zilelor lucrătoare în care s-au efectuat întreprinderile tehnice pentru :

- combina de recoltat cereale pâlcoase 34 zile
- combina de recoltat porumb 17 zile



4. Timpul necesar pentru înlăturarea defecțiunilor de la:
- transmisie la recoltat cereale păioase 29 h și 35'
  - transmisie la recoltat porumb 12 h și 35'
  - echipamente de cereale 92 h și 9'
  - echipament de porumb 46 h 48'
  - transmisie + echipament cereale 64 h 33'
  - transmisie + echipament de porumb 59 h 43'

5. Volumi de muncă în oro-on pentru înlăturarea defecțiunilor de la:

- transmisia combinată } Cereale păioase 55 h 45' oro-on
- } Porumb 18 h 44' oro-on
- echipamentul de cereale 92 h 9' oro-on
- echipament de porumb 64 h 03' oro-on
- transmisia + echipamentul de cereale 107 h 54'
- transmisia + echipamentul de porumb 82 h 58'

6. Timpul necesar pentru înlăturarea defecțiunilor tehnologice:

- transmisie + echipament de cereale 10 h 21'
- transmisie + echipament de porumb 3 h 38'

7. Numărul și ponderea defecțiunilor apărute în perioada de exploatare.

Tabelul 13.

Denumirea defecțiunii	Cod	Hr.	Ponderea, în %
Uuri normale	01	-	-
Uuri anormale	02	106	29,21
Rețirea muchiilor	03	3	0,8
Împături	04	51	14
- lauri	05	11	3
Porzocări	06	1	0,3
- lauri	07	39	10,7
- lauri	08	15	4,1
Îndoiri	09	12	3,3
Durdușiri	10	1	0,3
Pierderea elasticității	11	2	0,6
Crizări	12	10	2,8
Lotări libere	13	2	0,6
Joc depășit	14	3	0,8
- lauri	15	6	1,7
- lauri	16	4	1,1

• / •

Ușulgeri din locul de izare	17	1	0,3
Oboseala material	18	8	2,2
Dere Lări	19	2	0,6
Infundări	20	32	8,8
Coroziune	21	7	1,9
Pierderea elasticității	22	11	3
Defecțiuni ale aparatului	23	-	-
Scurtcircuite	24	1	0,3
Căderi de lanțuri	25	27	7,4
Deteriorări curele	26	8	2,2
Alte defecțiuni	27	-	-

Din acest tabel rezultă că aproximativ 30% din piese s-au usat presatur, 14% s-au rupt, 10% s-au spart, 8,8% au fost infundări din cauze tehnice și 7,4% căderi de lanțuri datorită de apariția defecțiunilor tehnice.

8. Numărul și ponderea diferitelor cauze care au dus la apariția defecțiunilor.

Tabelul 14

Denumirea defecțiunii	Cod	Număr	Ponderea în %
Defecțiuni de proiectare	01	2	0,6
Materiale necorespunzătoare	02	85	23,3
Tratamente termice neefectuate sau efectuate necorespunzător	03	45	12,4
Surități necorespunzătoare	04	10	2,8
Nerespectarea dimensiunilor de execuție	05	8	2,2
Neplanșitate	06	10	2,8
Separabilă	07	13	3,6
Necoronalitate	08	20	5,5
Abateri de la cote	09	7	1,9
Ajustaje funcționale nespectate la montaj	10	6	1,7
Erori anormale	11	5	1,4
Montaj uzual insuficient	12	1	0,3
Defectare ungeri	13	12	3,3
Defectuare reglaje	14	40	11,1
Defectuare stringeri	15	20	5,5
Defectuare rodaj la exploatare sau recalibrări	16	-	-
	17	54	14,9

Calitatea reparațiilor necorespunzătoare	18	-	-
Piese de schimb necorespunzătoare	19	16	4,4
Sururi necorespunzătoare	20	3	0,8

În analiza principalelor cauze care au dus la apariția defecțiunilor rezultă că 23,3 % au fost datorită folosirii altor calități de materiale decât cele prevăzute în proiect, 14% datorită suprasolicitărilor, 12,4% datorită tratamentelor termice necorespunzătoare, 11% datorită efectuării reglajelor în mod necorespunzător, 13% datorită neperaloisecilor, necondiționărilor și neplanșităților, 5% neefectuării stringerilor etc.

### 3. Metode de remediere a defecțiunilor și ponderea lor.

Tabelul 15.

Denumirea metodei de remediere	Cod	Număr	Pondere în %
Înlocuiri de piese	1	202	55,6
Recondiționare	2	79	21,8
Reglări	3	52	14,3
Stringeri de articulații	4	13	3,6
Ungeri	5	-	-
Deafundări	6	17	4,7

Se constată că peste 55% reprezintă înlocuirile de piese, 21% recondiționări și 14% reglaje.

4. Determinarea empirică (experimentală) a indicilor de fiabilitate pe subansambluri, echipamente și combină. Pentru a se face o analiză mai completă a indicilor de fiabilitate și pentru a putea stabili asupra căror subansambluri sau echipamente trebuie intervenit, calculele indicilor de fiabilitate se vor face pentru :

- transmisia combină ;
- echipamentul de recoltat cereale păioase ;
- transmisie + echipamentul de recoltat cereale păioase
- echipamentul de recoltat porumb ;
- transmisia + echipamentul de recoltat porumb.

La baza calculelor indicilor de fiabilitate a acestor ansambluri mari vor sta determinările făcute pentru fiecare subansamblu în parte.

1. **Țiimpul mediu de bună funcționare între căderi.** La baza calculului Țiimpului mediu de bună funcționare al subansamblului transmisiei stă relația :

$$\bar{t} = \frac{T}{n_0} = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} t_i}{n_0}$$

Pentru determinarea  $\bar{t}$  între căderi la transmisie, combină cereale, echipament de cereale, combina de porumb și echipament de porumb s-a folosit metoda sunelor.

1.1. **Țiimpul mediu de bună funcționare la transmisie.** În tabelul 16 sînt prezentate elementele de calcul  $T_{med,0}$  pentru subansamblurile transmisiei.

Tabelul 16.

Nr. denumirea subansamblului prt. și ansamblului	Cod	t, în ore	n <sub>d</sub>	$\bar{t}$ , în ore
1. Ambreiaj	001	315	6	52,50
2. Variator tracțiune	002	315	3	105
3. Cutie de viteze	003	315	8	29 h 25'
4. Reductor reși	004	315	7	45
5. Caseta de direcție	005	315	14	22 h30'

1.1.2. Pentru calculul Țiimpului mediu de bună funcționare la întreaga transmisie se folosește metoda sunelor, deoarece cantitatea de încercări  $n > 25$ .

Pentru aceasta se construiește tabelul centralizator al Țiimpilor de funcționare care cuprinde în prima coloană orele de funcționare de la intrarea combinii în lucru pînă la apariția fiecărei căderi a transmisiei, iar în coloana 2 Țiimpul de funcționare între căderi aranjat în ordine ascendentă.

Ore funcționare de la început pînă la apariția defecțiunii	Țiimpul de funcționare între defecțiuni în ordine crescîndă	nr.	M.
10;15;18;20;30;47; 50;60;70;	2;2;3;3;3;5;5;10		
85;100;120;140;150;180;190;	10;10;10;10;10;10;10	28	61
200;210;215;218;220;240;250;	10;10;10;10;15;15;17		
260;270;280;290;315	20;20;20;20;25;30		

Se alege numărul de intervale de lucru n=6, în acest caz parțimea intervalului :

$$\lambda = \frac{t_{max}}{n} = \frac{30}{6} = 5 \text{ ore}$$

in care:  $t_{max}$  - timpul mediu de bună funcționare

După determinarea măririi intervalului se construiește - girul statistic care cuprinde pe orizontala intervalul,  $t_0$  - timpul la jumătatea intervalului și număr de căderi pe interval.

Interval 1 - 5 6 - 10 11 - 15 16 - 20 21-25 26 - 30

Jumătatea intervalului	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5
Nr.de căderi pe interval	7	12	2	5	1	1

pe baza tabelului statistic se determină  $\bar{x}$ ,  $\sigma$  și  $V$  prin metoda suzelor. Pentru aceasta este necesară construirea tabelului suzelor pentru determinarea coeficienților  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  și  $b_2$ .

Jumătatea intervalului	nr. căderi pe interval	$a_1 = 25$	$a_2 = 7$
2,5	7	7	7
7,5	12	19	-
12,5	2	-	-
17,5	5	7	-
22,5	1	2	3
27,5	1	1	1
$H_1 = 28$		$b_1 = 10$	$b_2 = 4$

După determinarea coeficienților  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  pe baza tabelului suzelor, se determină coeficienții  $M_1$  și  $M_2$  pe baza cărora se calculează  $\sigma$  și  $\bar{x}$ .

$$M_1 = a_1 - b_1 = 16$$

$$M_2 = a_1 + b_1 + 2 a_2 + 2 b_2 = 38$$

$$\bar{x} = t_0 + \frac{M_1 + \lambda}{\lambda} = 12,5 + \frac{16 + 5}{5} = 9,64 \text{ ore}$$

$$\bar{x} = 9 \text{ ore și } 38 \text{ minute}$$

in care:  $t_0$  - reprezintă valoarea timpului la jumătatea intervalului în dreptul căruia s-a adunat căsuța din tabelul suzelor.



$$\sigma = A \sqrt{\frac{12 - \frac{4^2}{20}}{20}} = 5 \sqrt{\frac{58 - \frac{256}{20}}{20}}$$

$$\sigma = 6,6 \text{ ore}$$

Cunoscând valorile  $\bar{T}$  și  $\sigma$  se calculează coeficientul de variație  $V$ .

$$V = \frac{\sigma}{\bar{T}} = \frac{6,6}{9,64} = 0,684$$

Intrucât  $V = 0,684 > 0,33$  rezultă că datele statistice înscrise în tabele se supun legii de distribuție Weibull.

1.2. Stadiul actual de bună funcționare la echipamentul de recoltat cereale. În tabelul 17 sînt prezentate elementele de calcul ale  $T_{med}$  la subansamblul echipamentului de cereale.

Tabelul 17

Dr. Anunțarea greutății ort.	Cod	$T$ , în ore	$n$	$\bar{T}$ , în ore
1. Hedar	106	200	23	8 h 45'
2. Bătător	107	200	11	18 h 12'
3. Căturător	108	200	6	33 h 20'
4. Buncâr	109	200	3	66 h 40'
5. Elevator	110	200	2	100
6. Ventilator	111	200	8	25
7. Decorticator	112	200	2	100
8. Pulmonți	113	200	19	10 h 30'
9. Curele	114	200	6	33 h 20'
10. Lanțuri	115	200	8	25 h

Se întocmește tabloul centralizat al timpilor de funcționare pentru echipamentul de recoltat cereale.

Ore funcționare de la început pînă la apariția căderilor	Timp de funcționare în între căderi în or- dine crescătoare	Dr. de căderi	Dr. de defec- țiuni
8, 10, 15, 18, 20, 25, 30, 40, 45,	2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2,		
48, 50, 60, 62, 70, 75, 80, 85, 90,	3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 5,	39	130
100, 102, 105, 110, 114, 118, 120,	5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 8, 8,		
128, 130, 133, 140, 150, 160, 165,	8, 8, 8, 8, 10, 10, 10, 10,		
170, 172, 175, 180, 183, 185, 190	10		

Se alege numărul de intervale  $n = 5$ . Mărimea intervalului

$$s = \frac{t_{max}}{5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ ore}$$

o construieste girul statistic

Interval	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10
Numărul de intervaluri	1	3	5	7	9
Numărul de intervale	10	7	11	6	5

In vederea calculării timpului mediu de bună funcționare pentru echipamentul de producție cercat se utilizează metoda sunilor.

Numărul de intervaluri	Numărul de ocuri pe interval	$a_1 = 27$	$a_2 = 10$
1	10	10	10
3	7	17	-
5	11	-	-
7	6	11	-
9	5	5	5
		$b_1 = 16$	$b_2 = 5$

se calculează coeficienții  $h_1$  și  $h_2$ .

$$h_1 = a_1 - b_1 = 11$$

$$h_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2 = 73$$

Timpul mediu de bună funcționare rezultă din relația

$$\bar{t} = t_0 - \frac{h_1 \Delta}{n_0}$$

in care:

$$n_0 = 39 \text{ numărul de ocări}$$

$$\bar{t} = 5 - \frac{11 \cdot 2}{39} = 5 - 0,564 = 4,436 \text{ ore}$$

$$\bar{t} = 4,436 \text{ ore}$$

se calculează abaterea medie pătratică cu ajutorul  
relației:

$$s = \sqrt{\frac{73 - \frac{11^2}{39}}{39}} = 2 \sqrt{\frac{73 - \frac{11^2}{39}}{39}} = 2,07$$



aceasta este necesară construirea tabelului sumelor pentru determinarea coeficienților  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  și  $b_2$ .

Jumătatea intervalului	nr. de căderi pe interval	$a_1 = 32$	$a_2 = 13$
1	13	13	13
3	6	19	-
5	11	-	-
7	5	11	-
9	6	6	6
$t_0 = 41$		$b_1 = 17$	$b_2 = 6$

Se calculează coeficientul  $\mu_1$  și  $\mu_2$ .

$$\mu_1 = a_1 - b_1 = 15$$

$$\mu_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2 = 87$$

Se calculează timpul mediu de funcționare după relația :

$$\bar{T} = t_0 - \frac{\mu_1 A}{\mu_0} = 5 - \frac{15 \cdot 2}{41} = 5 - 0,73 = 4,27$$

$$\bar{T} = 4,27 \text{ ore}$$

Abateră medie patrată :

$$\sigma = A \sqrt{\frac{\mu_2 - \frac{\mu_1^2}{\mu_0}}{\mu_0}} = 2 \sqrt{\frac{87 - \frac{15^2}{41}}{41}} = 2,84$$

$$\sigma = 2,84 \text{ ore}$$

Coeficientul de variație  $V$  rezultă din :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{T}} = \frac{2,84}{4,27} = 0,664$$

Intrucât  $V = 0,664 > 0,35$  rezultă că datele statistice se supun legii de distribuție Weibull.

Pentru calcularea  $\bar{T}$  la întreaga combinație s-a ținut seama numai de defecțiunile transmisiei apărute în perioada de recoltă coreale. Datele centralizate sînt prezentate în tabelul 18.

Tabulul 18

.....

Nr. crt.	Denumirea ansamblului	Q, în ore	n <sub>o</sub>	t, în ore
1.	Transmisia	200	28	9 h 40'
2.	Echipament cereale	200	39	4 h 25'
	Combină	200	41	4 h 15'

Combină experimentată și erozonstrată în mod special a prezentat în medie o cădere la 4 ore și 15 minute, datorita unui număr mare de defecțiuni apărute la diferitele subansambluri și organe ale mașinii.

În fig.42 este prezentat sinoptic valoarea timpului mediu

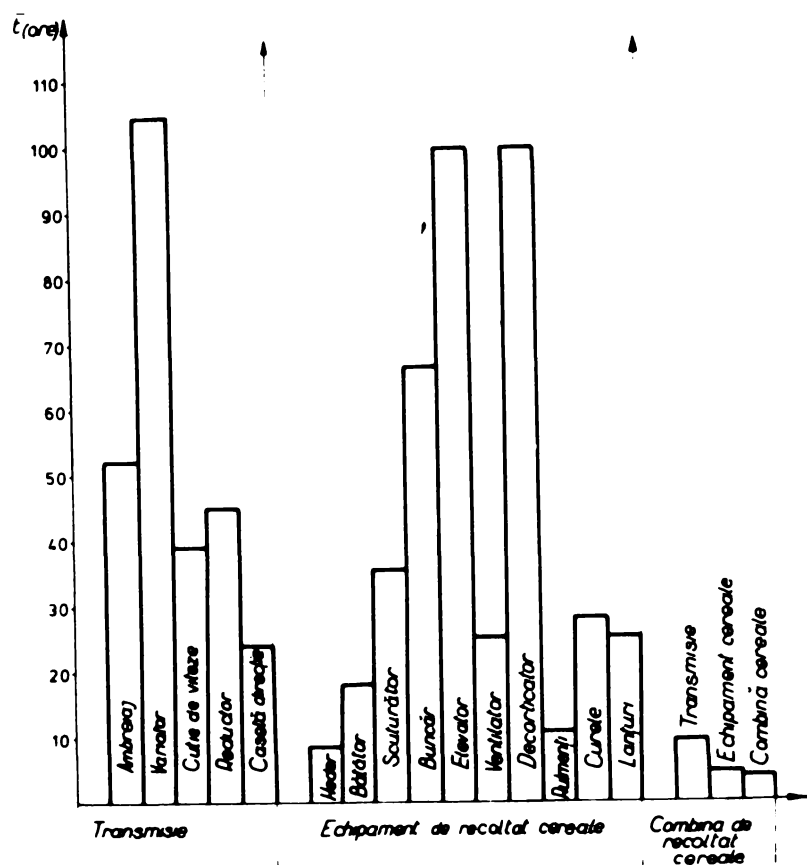


Fig 42 Valoarea  $\bar{t}$  pe subansambluri, ansambluri și pe combină de cereale

de bună funcționare ale diferitelor subansambluri ale transmisiei și ale echipamentului de recoltat cereale, precum și valorilor acestui indicator pe combină în întregime.

În analiza acestui grafic rezultă că subansamblurile ce duc la un timp mediu de bună funcționare foarte scăzut al combinii și asupra cărora trebuie să se intervină sînt: hedarul, rulmanții, lanțurile curelelor, bătătorul, caseta de direcție a transmisiei, ventilatorul, cutia de viteze cure normal ar trebui să aibă un timp mediu de bună funcționare foarte ridicat precum și ro-

ductorul.

La recoltarea cerealelor păioase și a soiei în perioada de experimentare au mai apărut 168 de căderi tehnologice, care măsoară timpul de bună funcționare între căderi după cum urmează :

$$\bar{t} = \frac{200}{40 + \frac{168}{208}} = \frac{200}{208} = 57'$$

În medie la 57 minute apare o oprire a procesului de producție din cauza căderilor tehnice, fie căderilor tehnologice.

• / •



1.4. Mapul mediu de bună funcționare la echipamentul de recoltat porumb. Determinarea  $\bar{T}$  la echipamentul de recoltat porumb s-a făcut pentru 14 subansambluri pentru o perioadă de funcționare efectivă de 115 ore.

Elementele de calcul ale MBI pentru subansamble sînt date în tabelul 19.

Tabelul 19

.....

Nr. denumirea subansamblurilor ort și ansamblurilor	Cod	$T_0$ , în ore	$N_0$	$\bar{T}$ , în ore
1. Transportor cu melc	216	115	3	38 h 20'
2. Roșie detașare	217	115	13	8 h 50'
3. Tranzisiile scocșii	218	115	8	14 h 20'
4. Elevator central	219	115	7	16 h 25'
5. Transportor oscilant	220	115	4	28 h 45'
6. Exhauster	221	115	4	28 h 45'
7. Transportor intermediar	222	115	4	28 h 45'
8. Dopînușător	223	115	17	6 h 45'
9. Elevator știuleți	224	115	6	19 h 10'
10. Tranzisiile dreapta și stînga	225	115	4	28 h 45'
11. Uniformizator și ventilator	226	115	6	19 h 10'
12. Rulmenți	227	115	16	7 h 10'
13. Șoși de lanț	228	115	11	10 h 30'
14. Lanțuri	229	115	18	6 h 22'

Importanță frecvenței <sup>de</sup> defecțiuni apărute la scocșile de detașare, la dopînușător, rulmenți, lanțuri și roșile de lanț precum și la tranzisiile, timpul mediu de bună funcționare are valori deosebit de scăzute.

Pentru calculul  $\bar{T}$  la întreg echipamentul de recoltat porumb se construiește tabelul centralizator cu timpuri de bună funcționare.

.....

Oro de funcționare de la Map de funcționare între Nr. de-  
inceput pînă la apariția defecțiuni în ordine  
defecțiuni crescîndă

5;8;10;13;14;15;17;18;20;	1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;		
22;23;25;27;30;31;32;33;	1;1;1;1;2;2;2;2;2;2;2;2;	48	121
35;40;43;46;50;55;55;60;	2;2;2;2;2;2;2;2;2;2;2;2;		
65;67;68;70;72;75;76;80;	2;3;3;3;3;3;3;4;5;5;5;		
86;87;90;92;93;95;96;93;	5;5;5;6;		
100;102;103;105;110.			

Se alege numărul de intervale  $n = 6$  și se stabilește mărimea intervalului :

$$h = \frac{t_{max} - t_{min}}{n} = \frac{6}{6} = 1$$

Se construiește tabelul cu intervale pe clase și pe interval (pirul statistic)

Intervalul	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
Jumătatea intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
nr. de cazuri pe interval	14	20	6	1	6	1

Se determină  $\bar{x}$ ,  $\sigma$  și  $V$ .

Se construiește tabelul sumelor

Jumătatea intervalului	nr. de cazuri pe interval	$a_1 = 48$	$a_2 = 14$
0,5	14	14	14
1,5	20	34	-
2,5	6	-	-
3,5	1	8	-
4,5	6	7	6
5,5	1	1	1
	$\sum_0 = 48$	$b_1 = 16$	$b_2 = 7$

Se calculează  $M_1$  și  $M_2$

$$M_1 = a_1 - b_1 = 32 ; M_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2 = 110$$

$$t = t_0 - \frac{M_1 - a_0}{\sum_0} = 2,5 - \frac{32 - 48}{48} = 2,5 - 0,66 = 1,84 \text{ ore}$$

$$\bar{x} = 1,84 \text{ ore}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{\sum_0}}{\sum_0} - 1} = \sqrt{\frac{110 - \frac{32^2}{48}}{48} - 1} = 1,35$$

$$\sigma = 1,35 \text{ ore}$$

Coefficientul de variație  $V$

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,35}{1,84} = 0,734$$

Deoarece  $V = 0,734 > 0,33$  rezultă că distribuția statistică este -

. / .

scrie în tabelul priar se supun legii de distribuție aleabile.

1.5. Timpul mediu de funcționare pentru combina de recoltat porumb, pentru determinarea  $\bar{t}$  pe perioada de recoltare a porumbului s-au avut în vedere defecțiunile apărute la tranziție numai în această perioadă care au fost însumate cu cele ale sub-ansamblurilor, pentru recoltarea porumbului.

Se întocmește tabelul centralizator al timpilor de funcționare pentru combina de recoltat porumb.

Se întocmește tabelul centralizator al timpilor de funcționare pentru combina de recoltat porumb.

ore de funcționare de la început până la apariția defecțiunii	timpul de funcționare între defecțiuni în ordine crescătoare	nr. de căderi	nr. de defecțiuni
5:10:11:13:14:15:17:18:20:	1:1:1:1:1:1:1:1:1:		
21:23:25:27:30:31:32:33:	1:1:1:1:1:1:1:2:2:2:		
35:40:45:47:49:50:53:55:	2:2:2:2:2:2:2:2:2:	4)	
50:65:67:68:70:72:73:75:	2:2:2:2:2:2:2:2:2:		
76:80:80:87:90:92:93:95:	3:3:3:3:4:5:5:5:5:		
96:98:100:102:103:105:	5:5:5:6:		
110:115:			

Se alege numărul de intervale  $n = 6$ . Măritarea intervalului

$$\Delta = \frac{t_{max}}{n} = \frac{6}{6} = 1 \text{ oră}$$

Se construiește tabelul cu intervalele și numărul pe interval (grupul statistic)

Interval	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
Jumătătes intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Număr de căderi pe interval	15	21	4	1	7	1

Pe baza tabelului statistic se determină  $\bar{t}$ ,  $\sigma$  și  $V$ . Pentru aceasta este necesară construirea tabelului sumelor pentru determinarea coeficienților  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  și  $b_2$ .

Jumătătes intervalului	nr. de căderi pe interval	$a_1 = 51$	$a_2 = 15$
0,5	15	15	15
1,5	21	36	-
2,5	4	-	-
3,5	1	9	-
4,5	7	8	9
5,5	1	1	1

$\sum a_1 = 49$        $b_1 = 18$      $b_2 = 10$

se calculează coeficienții  $M_1$  și  $M_2$ .

$$M_1 = a_1 - b_1 = 51 - 18 = 33$$

$$M_2 = a_1 + b_1 + 2a_2 + 2b_2 = 118$$

$$\bar{t} = t_0 - \frac{M_1 A}{M_0}$$

În care :  $A = 2$  mărimea intervalului

$M_0 = 49$  numărul de cecouri

$$\bar{t} = 2,5 - \frac{33 \cdot 2}{49} = 1,83 \text{ ore}$$

Abaterea medie pătratică :

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{M_0}}{M_0}} = 1 \sqrt{\frac{118 - \frac{33^2}{49}}{49}} = 1,33$$

Coeficientul de variație :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t}} = \frac{1,33}{1,83} = 0,730$$

Intrucât  $V = 0,730 > 0,33$  rezultă că datele statistice se supun legii de distribuție weibull.

Elementele de calcul ale  $\bar{t}$  la combina de recoltat porumb sînt prezentate în tabelul 20.

Tabelul 20

Nr. crt.	Denumirea ansamblului	$T$ , în ore	$M_0$	$\bar{t}$ , în ore
1.	Transmisia	115	11	10 h 30'
2.	Echipament de recoltat porumb	115	48	1 h 50'
3.	Combina de recoltat porumb	115	49	1 h 49'

În fig. 33 sînt prezentați timpii medii de bună funcționare pe diferitele subansambluri ale echipamentului pe cele două ansambluri mari transmisie și echipament, precum și pe întreaga combina. Din analiza valorilor lui  $\bar{t}$  rezultă că subansamblurile care au o valoare foarte scăzută a timpilor medii de bună funcționare sînt dejunătorul, lanțurile, roțile dințate, secțiile de detașare, transmisia secțiilor și elevatorul și uniformizatorul. De asemenea transmisia a avut pentru această perioadă de lucru un timp mediu de bună funcționare relativ scăzut.

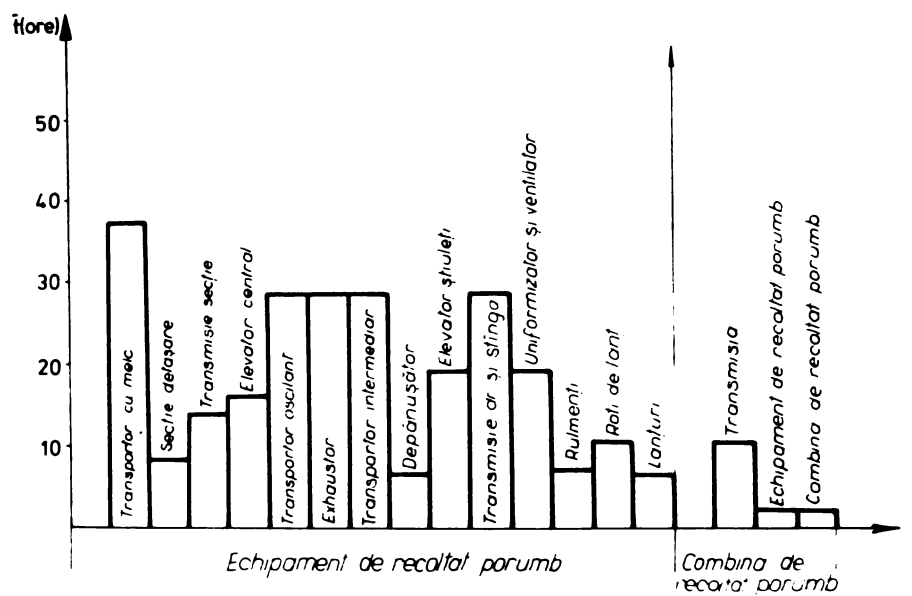


Fig.43-Valorile „t” pe subansambluri, ansambluri și pe combina de porumb

Am în fig.43 și din datele din tabelul 20 rezultă că practic la fiecare 105 minute de lucru efectiv apare o defecțiune la una din organele funcționale ale combinii. Calculând timpul mediu de bună funcționare și în funcție de numărul opririlor datorită defecțiunilor tehnologice rezultă următoarele :

$$\bar{t} = \frac{115}{23} = 50 \text{ minute}$$

Adică, la numai 50 de minute apare o întrerupere a procesului de producție, la recoltarea porumbului cu ajutorul combinii C-12 pe care s-a montat echipamentul de recoltat porumb.

În concluzie, se poate afirma că timpul mediu de bună funcționare este un indice al fiabilității care permite efectuarea unei analize eficiente în ceea ce privește funcționarea unei mașini fără defecțiuni.

Importanța numărului mare de căderi tehnice și tehnologice atât la recoltarea cerealelor păioase cit și la recoltarea porumbului timpul mediu de bună funcționare este deosebit de mic.

Pentru mărirea timpului mediu de bună funcționare au fost analizate cauzele fiecărei defecțiuni, împreună cu uzina și s-au întocmit planurile de măsuri pentru prevenirea sau eliminarea defecțiunii.



2. Timpul mediu de reparații. Indicele fiabilității care caracterizează reparabilitatea mașinii este din punct de vedere al complexității operațiilor tehnologice, etc și al posibilității de constatare, demontare, reconstrucționare, montare și re-lare a piesei defecte este timpul mediu de reparații.

Pentru det. cuinarea timpului mediu de reparații s-a folosit relația :

$$E_{ri} = \frac{T_{ri}}{n_0}$$

$$t_{rvi} = \frac{T_{rvi}}{n_0}$$

2.1. Timpul mediu de reparații pentru transmisie. Elementele de calcul și valorile parțiale și globale ale timpului mediu de reparații sînt date în tabelul 21.

Tabelul 21

Nr. crt.	Denumirea subansamblurilor	Cod	$n_0$	$E_{ri}$ min.	$t_{rvi}$ min- cu	$t_{ri}$ min.	$t_{rvi}$ min- cu
1.	Ambrelaj	001	6	200	600	46	115
2.	Variator tracțiune	002	3	360	600	120	200
3.	Cutie de viteze	003	8	1140	2030	142	253
4.	Reductor roți	004	7	400	610	57	87
5.	Casetă direcție	005	14	470	540	53	38
	Transmisia		28	2650	4480	94	160

Din analiza datelor obținute pe baza prelucrării informațiilor care culesse rezultă că timpul mediu de inobilizare și în special volumul mediu de lucrări necesar înalțurării defecțiunilor ce au provocat căderile prezintă valori ridicate la cutia de viteze, ambrelaj, și caseta de direcție și variator tracțiune. De asemeni se constată ce sînt o serie de defecțiuni care nu pot fi înalțurate de o singură persoană fiind necesară intervenția și a unor specialiști de la atelier, fapt ce face ca volumul mediu de lucrări pentru înalțurarea defecțiunilor să fie de aproximativ 2 ori mai mare ce timpul de inobilizare.

2.2. Timpul mediu de reparații la echipamentul de recoltat cereale. Calculul timpului mediu de inobilizare și a volumului mediu de lucrări pentru efectuarea reparațiilor apărute în perioada de exploatare a echipamentelor de recoltat cereale s-a făcut pe baza elementelor din tabelul 22.

Tabelul 22

Nr. Denumirea subansamblurilor ort. și ansamblurilor	Cod	$n_0$	$T_{ri}$ min.	$T_{rv1}$ min.	$t_{ri}$ min.	$t_{rv1}$ min.
1. Heder	106	23	565	796	24	32
2. Bătător	107	11	299	439	24	44
3. Cănturător	108	6	120	120	20	20
4. Buncăr	109	3	132	252	44	84
5. Elevator	110	2	30	30	15	15
6. Ventilator	111	8	180	295	22	36
7. Docerticator	112	2	30	30	15	15
8. Sulconți	113	19	617	878	32	46
9. Curele	114	6	35	135	6	22
10. Lanțuri	115	8	90	154	11	19
Echipament cereale	-	39	2098	3129	53	80

Subansamblurile care au necesitat un timp mediu de înobilizare și un volum mediu de lucrări pentru înlăturarea defecțiunilor mai mare decât valorile medii ale subansamblurilor de recondiționat cereale sînt buncărul, sulconții, bătătorul, ventilatorul și hederul.

De aici rezultă că reparabilitatea unui subansamblu nu este dependentă numai de numărul de defecțiuni ci și de volumul de lucrări necesar pentru înlăturarea defecțiunilor. Excepția edificată este buncărul și hederul la care volumul mediu de lucrări pentru înlăturarea unei căderi este la buncăr de 84 minute, iar la heder de numai 32 minute cu toate că numărul căderilor (23) a fost de 7 ori mai mare decât la heder.

2.3. Timpul mediu de reparații al combinei J-1a pentru recondiționat cereale. Pentru aprecierea comparativă a reparabilității celor două mari ansambluri ale combinei-transmisia și echipamentul de cereale s-a făcut o analiză comparativă a elementelor de calcul. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabelul 23.

Tabelul 23

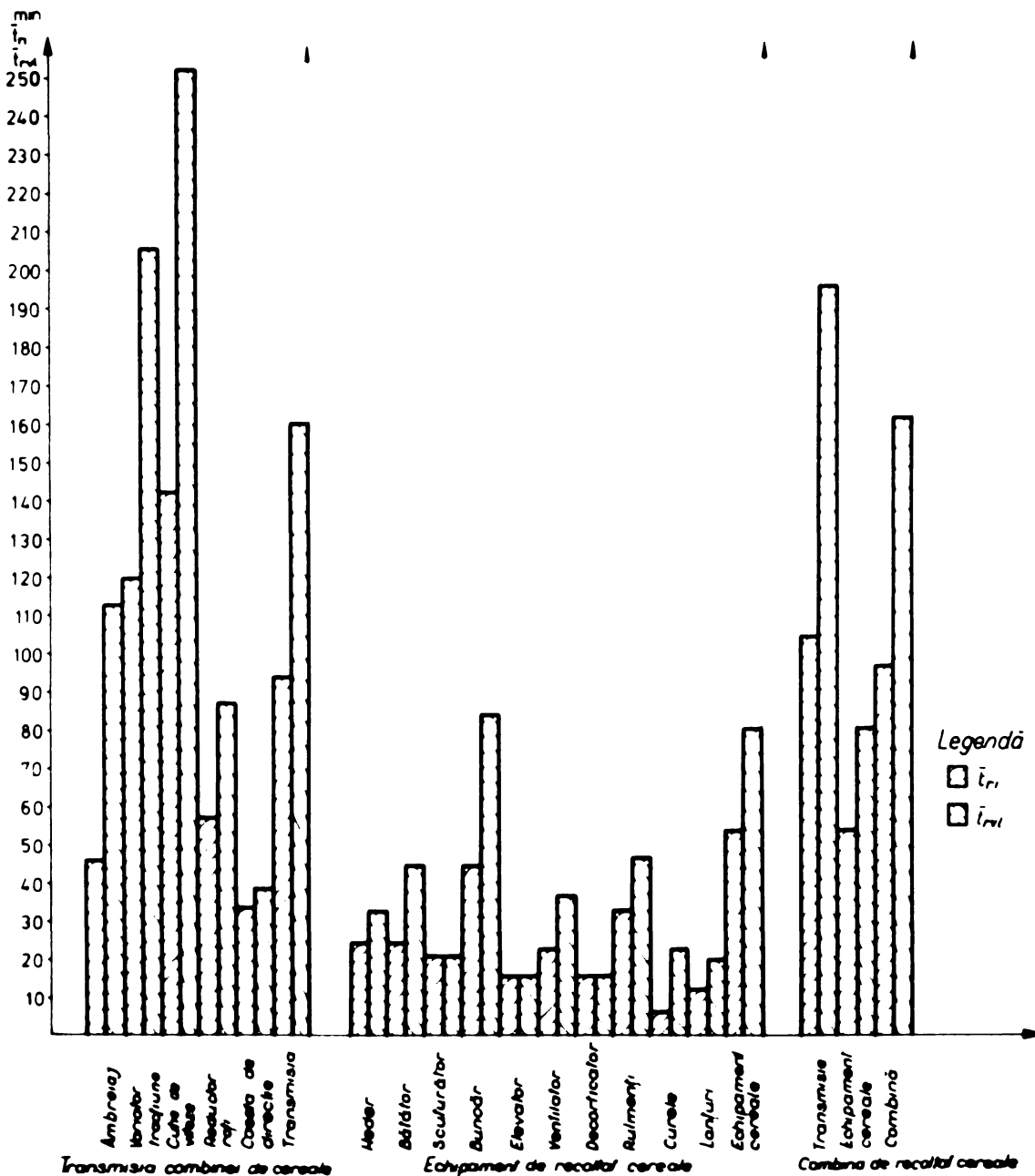
Nr. Denumirea ansamblurilor	$n_0$	$T_{ri}$	$T_{rv1}$	$t_{ri}$	$t_{rv1}$
1. Transmisia	17	1775	3345	104	196
2. Echipament cereale	39	2098	3129	53	80
3. Combina	40	3873	6474	96	161

Analizăm comparativ cele două mari subansambluri ale com-

bină <sup>rezultă</sup> că timpul mediu de imobilizare pentru înlăturarea unei defecțiuni la echipamentele de cereale este de două ori mai mic decât la transmisie, iar volumul de lucrări este de asemenea de două ori mai mic.

Apreciate procentual după numărul de cazuri rezultă că acces-tion la echipamentele de cereale au reprezentat 70%, iar la transmisie 24% în timp ce volumul de lucrări pentru înlăturarea defecțiunilor a reprezentat pentru echipamentele de cereale 40%, iar pentru trans-misii 52%.

În fig.44 sînt reprezentate: timpul mediu de reparatii privind imobilizarea și volumul de lucrări necesare înlăturării căderilor pentru combina de recoltat cereale.



TIMPUL MEDIU DE REPARAȚII PRIVIND IMOBILIZAREA ȘI VOLUMUL DE LUCRĂRI NECESARE ÎNLĂTURĂRI CĂDERILOR  
Fig 44

La compararea timpului de reparații și a volumului de lucrări pentru transmisie, echipament de cereale și combina de cereale, se observă că volumul de muncă cel mai mare este conștinut cu transmisia (în special cutia de viteze, variatorul de tracțiune și ambreiajul).

Acum în fig. 44 nu s-ar lua în considerație timpul mediu de reparații și volumul de lucru de la cutia de viteze, variator și ambreiaj, atunci pe total combină timpul mediu de reparații și volumul de lucru necesar înlăturării căderilor s-ar reduce cu aproximativ 40%.

Apoi, pentru îmbunătățirea indicilor de fiabilitate este necesar ca atenția constructorilor să fie îndreptată în special asupra defecțiunilor transmisiei combină care chiar dacă procentual sînt mult mai mici, volumul de lucrări pentru înlăturarea defecțiunilor și timpul mediu de reparații sînt mai mari.

2.4. Timpul mediu pentru reparații la echipamentul de recoltat porumb. La aprecierea timpului mediu de reparații pentru echipamentele de recoltat porumb s-au avut în vedere anual defecțiunile și respectiv timpul de reparații aparute la organele acestui ansamblu fără a ține seama de cele provocate de transmisie. Incidențele culese și prelucrate sînt înscrise în tabelul 24.

Tabelul 24

Nr. denumirea art. subansamblurilor	Cod	$n_0$	$T_{r1}$ min.	$T_{rv1}$ min.	$t_{r1}$ min.	$t_{rv1}$ min.
1. Transportor cu role	216	3	40	40	13	13
2. Secție detașare	217	13	447	572	34	54
3. Transmisiile secții	218	8	216	322	27	40
4. Levator central	219	7	150	230	21	32
5. Transportor oscilant	220	4	75	85	18	18
6. Exhaustor	221	4	120	165	30	41
7. Transportor intermediar	222	4	80	80	20	20
8. Depanșator	223	17	325	415	19	24
9. Levator știuleți	224	6	130	160	21	26
10. Transportor dreapta și stînga	225	4	50	75	12	18
11. Uniformizator și ventila- tor	226	6	118	180	19	30
12. Sulconți	227	16	530	827	33	51
13. Roți de lanț	228	11	205	205	19	19
14. Lanțuri	229	18	322	497	17	27
Echipament porumb	-	48	2808	3843	58	80

La analiza rezultatelor obținute se constată că timpul mediu de imobilizare pentru înlăturarea avarierilor la întreg echipamentul este de 58 minute, iar volumul mediu de lucru este de 80 minute.

Subansamblurile care fac ob. timpul de imobilizare pentru înlăturarea defecțiunilor sînt altele valori mari sînt : secțiile de deteșare ; rulmenții ; transmisia secțiilor ; exhaustorul ; elevatorul de știuleți ; elevatorul de cereale și depanșitorul.

Asupra volumului de lucrări e influențat mare o de rulmenții, elevatorul central, elevatorul de știuleți și transmisia secțiilor unde a fost necesară în general preserpa a doi mecanici pentru înlăturarea defecțiunii respective.

2.5. Timpul mediu de reparații pentru combina de recoltat porumb, transmisia + echipamentul de porumb la apărarea  $\bar{t}_p$  pentru combina 0-12 echipată cu dispozitive de recoltat porumb s-au avut în vedere toate defecțiunile apărute pe perioada încercărilor atât la transmisia cît și la subansamblurile echipamentelor de porumb.

În tabelul 25 sînt prezentate comparativ valorile obținute la cele două mari subansambluri cît și pe întregă mașină, iar în fig. 45 valorile medii ale timpilor de imobilizare și ale volumurilor de lucru sînt prezentate și pentru diferitele subansambluri ale echipamentului.

Tabelul 25.

Mr. Denumirea ort. ansamblului	$n_0$	$T_{ri}$	$T_{rv1}$	$t_{ri}$	$t_{rv1}$
1. Transmisie	11	775	1135	70	103
2. Echipament porumb	48	2808	3045	58	80
3. Combina	49	3583	4976	73	101

Ca și în cazul combinii de cereale cu toate că numărul avarierilor provocate de transmisie este de 4 ori mai mic decît la echipamentul de porumb, timpul total de imobilizare ( $T_{ri}$ ) și volumul total de lucrări ( $T_{rv1}$ ) necesar pentru înlăturarea defecțiunilor sînt de patru ori și respectiv 3,5 ori mai mari.

Făcînd o analiză generală asupra timpului total de imobilizare și a volumului total de lucrări pentru înlăturarea defecțiunilor comparativ cu numărul de avarii apărute în perioada de exploatare la cele două combine rezultă următoarele :



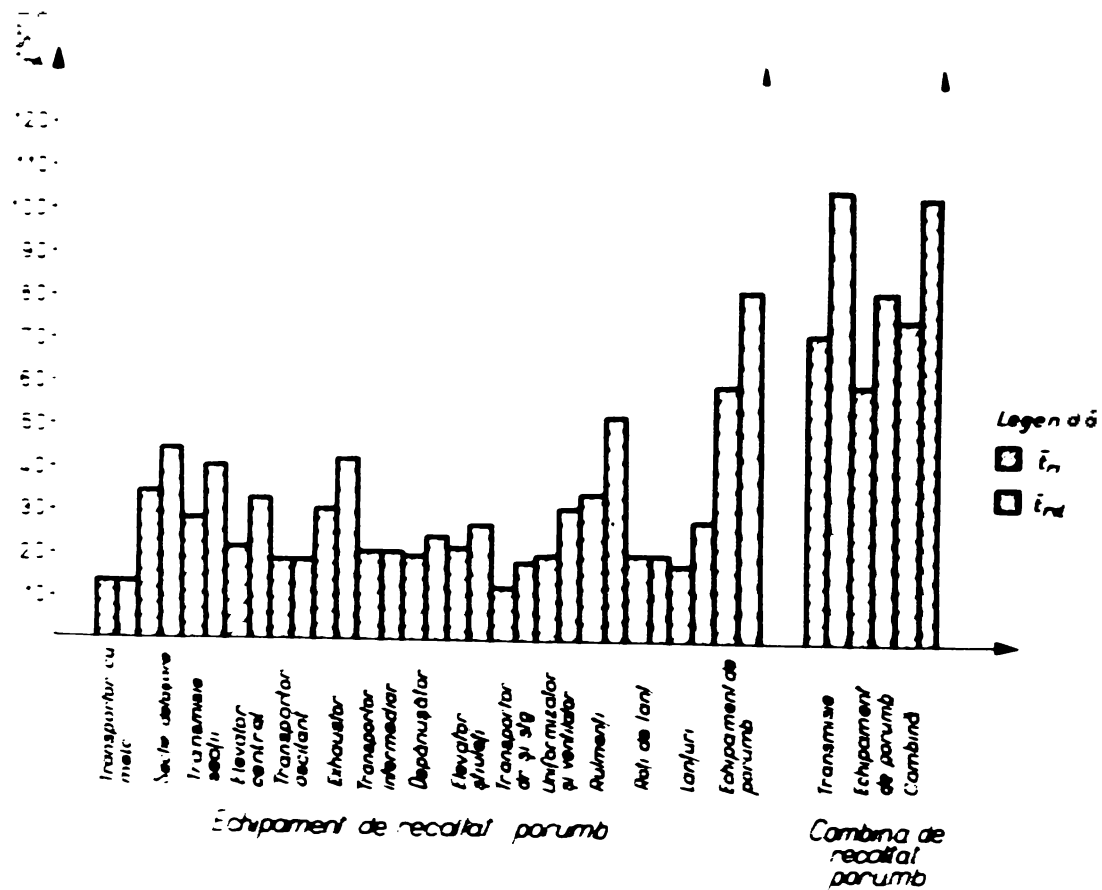


Fig. 5. TIMPUL DE REPARAȚII - MOBILIZAREA ȘI VOLUMUL DE LUCRĂRI -

Timpul total de imobilizare ( $\Sigma_{\text{total}}$ ) și volumul total de lucrări ( $\Sigma_{\text{total}}$ ) la combina 1-12 care a lucrat un timp efectiv de 200 ore a fost de 3873' și respectiv 6474' la un număr total de 40 căderi, iar la combina de recoltat porumb care a lucrat numai 115 ore timpul de imobilizare a fost de 3583' și respectiv 4978' la un număr de 49 căderi.

La ceea ce privește timpul mediu de imobilizare ( $\bar{t}_{p1}$ ) la combina de cereale a fost de 96' iar la combina de porumb de 73' iar volumul mediu de lucrări a fost de 161' și respectiv 101'.

Astfel timpul mediu de reparații cît și volumul mediu de lucrări este influențat de complexitatea subansamblurilor, necesul dificil pentru constatare, decontare, reparare, montare și re-lucrare.

- În vederea reducerii timpului mediu de reparații se propune ca pentru subansamblurile complexe care implică un volum mare de lucrări pentru înlăturarea defecțiunilor, să se folosească o grupă de rezervă la care timpul de reparații poate fi limitat numai la decontarea subansamblurilor defecte și costarea celor noi.

- Determină volumul mare de lucrări necesar pentru constatarea,

demontarea, repararea, montarea și reglarea organelor de la transmisie este necesar ca la mașinile agricole autopropulsate atât constructorul cât și cel care repară să ia toate măsurile tehnice și tehnologice pentru reducerea la minimum a numărului de defecțiuni.

3. Timpul mediu pentru întrețineri tehnice. După cum este cunoscut, folosirea elementelor redondante în construcție de mașini agricole, datorită aspectelor economice, nu s-a aplicat într-o măsură satisfăcătoare.

Într-o condiție de lucru ale acestei este orii de utilaje care nu au o funcționare continuă, iar oprirea sau eventuale lor defectare nu pun problema securității vieții omnești ca în cazul nevelor mecanice sau a preciziei rezultatelor ca în cazul calculatoarelor sau aparaturii electronice aspectele de redondanță sînt înlocuite într-o anumită măsură de întrețineri tehnice.

Întreținerea tehnice, analizate din punct de vedere al indicilor de fiabilitate, sînt operațiile tehnologice care prin efectuarea lor corectă și la timp trebuie să asigure funcționarea mașinii pe o perioadă de timp fără defecțiuni.

Avînd în vedere că volumul de muncă necesar efectuării întreținerilor tehnice, periodicitatea lor precum și eventualele intervenții în cursul procesului de lucru al mașinii în timpul zilei sînt foarte diferite, se propune ca pentru utilajele agricole timpul mediu pentru întrețineri tehnice să se determine ca un raport între volumul de lucrări necesar pentru executarea lor și numărul zilelor lucrătoare în care s-au efectuat aceste întrețineri.

Avînd de asemenea în vedere că timpul pentru întrețineri tehnice poate varia în funcție de soluțiile și elementele constructive folosite de constructor în realizarea mașinii, se consideră absolut necesar ca timpul mediu pentru întrețineri tehnice să fie unul din indicii de apreciere a fiabilității mașinilor agricole.

Pe baza acestor considerațiuni și în concordanță cu cronometrările efectuate în timpul cercetărilor s-a determinat timpul mediu pentru întrețineri tehnice pentru combina de recoltat cereale și separat pentru combina de recoltat porumb.

3.1. Timpul mediu pentru întrețineri tehnice la combina de recoltat cereale. Pentru calcul s-a aplicat relația :

$$\bar{t}_{\text{int}} = \frac{V_{\text{m}}}{V_{\text{m}}}$$

La recoltatul cerealelor păioase și la soia volumul de muncă necesar efectuării întreținerilor tehnice a fost de 1800 min.

Iar numărul de zile în care s-au efectuat întreținerile tehnice au fost 34.

3.2. Timpul mediu de întreținere tehnice la recoltarea porumbului. La recoltarea porumbului timpul total pentru efectuarea întreținerilor tehnice rezultat pe bază de cronometrări a fost de 1054, iar numărul de zile lucrătoare a fost de 17.

Folosind aceeași relație, timpul mediu de întreținere tehnice este de 62 minute.

Din analiza valorii timpului mediu de întreținere tehnice atât la recoltarea cerealelor păioase cât și la recoltarea porumbului rezultă că în medie 10% din timpul de lucru al echipajului este folosit pentru întreținere tehnice.

4. Timpul mediu pentru înlăturarea căderilor tehnologice. Principalele căderi tehnologice care au dus la întreruperea procesului de producție au fost infundările cauzate fie de variația stării culturii, fie din cauza conducerii necorespunzătoare a combinei în procesul de lucru.

Infundările care s-au produs datorită dereglării diferitelor subansambluri ale combinei au fost incluse la căderile tehnice.

Timpul mediu pentru înlăturarea căderilor tehnologice s-a calculat cu ajutorul relației :

$$t_{ot} = \frac{T_t}{N_{ot}}$$

unde:  $t_{ot}$  - timpul mediu pentru remedierea unei căderi tehnologice  
 $T_t$  - timpul total rezultat pe perioada cercetărilor pentru înlăturarea căderilor tehnologice  
 $N_{ot}$  - numărul căderilor tehnologice apărute pe perioada încercărilor

4.1. Timpul mediu pentru înlăturarea căderilor tehnologice la combină cu echipament de recoltat. Timpul total necesar pentru înlăturarea infundărilor apărute la heder, aparatul de treier, elevator și scuturător a fost de 292 min. la recoltat grâu 175 min. la recoltat orz, 72 min. la recoltat ovăș și 81 min. la recoltarea soiei.

În total au fost necesare 621 min. pentru remedierea căderilor tehnologice.

Numărul de opriri ale procesului tehnologic pentru înlăturarea căderilor tehnologice a fost de 72 la grâu, 44 la orz, 24 la ovăș și 27 la recoltat soia.

$$\bar{t}_{\text{et}} = \frac{2}{n_{\text{et}}} = \frac{621}{168} = 3 \text{ minute și } 40 \text{ secunde.}$$

Deci, în medie sînt necesare 3 minute și 40 secunde pentru înlăturarea unei căderi tehnologice.

Numărul mare al căderilor tehnologice precum și timpul mediu pentru înlăturarea acestor căderi se datorează condițiilor deosebit de grele în care a lucrat combina (umiditate mare și culturi căzute).

4.2. Timpul mediu pentru înlăturarea căderilor tehnologice la recoltarea porumbului. La recoltarea porumbului căderile tehnologice au apărut în principal la secțiile de detașare a știuleților precum și la aparatul de depănare.

Și în acest caz numărul căderilor tehnologice a fost destul de ridicat 78 pentru înlăturarea cărora au fost necesare 218 min.

Rezultă că :  $\bar{t}_{\text{et}} = \frac{218}{78} = 2 \text{ minute și } 47 \text{ secunde}$

Pentru înlăturarea unei căderi tehnologice la recoltarea porumbului în perioada încreierilor au fost necesare în medie 2 minute și 47 secunde. Combina C-12 experimentată în anul 1975 atât la recoltarea cerealelor păioase cît și la recoltarea porumbului a prezentat un număr de căderi tehnologice destul de ridicat. Atît numărul defecțiunilor cît și timpul necesar pentru înlăturarea acestor defecțiuni este destul de ridicat. În acest sens se impune studierea unor sisteme tehnice care prin schimbarea sensului de rotire să se poată înlătura aceste defecțiuni într-un timp cît mai mic și care să nu depășească 30 secunde.

4.3. Coeficientul de disponibilitate a mașinii. Disponibilitatea reprezintă în general o valoare medie a posibilităților de folosire a mașinii stabilită pe o anumită perioadă de timp și care poate varia atît în funcție de starea tehnică a mașinii cît și de complexitatea ei.

În funcție de elementele componente care determină valoarea coeficientului de disponibilitate, precum și în funcție de scopul urmărit în vederea precizării direcțiilor în care trebuie acționat în vederea creșterii acestui coeficient se propune ca în domeniul mecanicii agricole să se evidențieze clar următorii indicatori ai disponibilității :

- coeficient de disponibilitate tehnică ;
- coeficient de utilizare ;
- coeficient de disponibilitate funcțională (tehnologică).

Coeficientul de disponibilitate tehnică. Coeficientul de disponibilitate tehnică a combinei C-12 s-a det. ruitat pe baza relației :

$$\delta_t = \frac{T}{T + T_r} = \frac{T}{T + T_r}$$

precum și relația :

$$\delta_t = \frac{T}{T + T_{rvl}}$$

Coeficientul de disponibilitate tehnică a combinei de recoltat cereale :

$\delta_t = \frac{255}{255 + 98} = 0,73$  ore, sau în funcție de volumul de munca consumat pentru înlăturarea căderilor

$$\delta_t = \frac{255}{255 + 161} = 0,61$$

La combina de cereale experimentată în condiții grele de exploatare apreciată din punct de vedere al disponibilității, rezultă că 25% din timpul efectiv de lucru este necesar pentru înlăturarea defecțiunilor tehnice apărute în perioada de încercare.

Prin planurile de măsuri privind înlăturarea defecțiunilor la combina C-12 experimentată în anul 1975 s-au stabilit împreună cu constructorul soluțiile tehnice pentru creșterea disponibilității mașinii.

Pe baza expertizei tehnice din anul 1975 s-a stabilit că defecțiunile apărute în anul 1975 la transmisie se vor reduce cu 90%. De asemenea prin înlăturarea defecțiunilor semnalate la echipamentul de recoltat cereale atât numărul defecțiunilor cât și volumul de timp pentru remedierea lor se reduce cu peste 70%. Pe baza acestor elemente s-a stabilit că timpul total de imobilizare pentru reparații la transmisii nu va depăși 250 minute, iar la echipamentul de recoltat cereale 650 minute.

Rezultă că la o perioadă de lucru efectivă de 200 ore disponibilitate va fi :

$$\delta_t = \frac{12000}{12000 + 250 + 650} = 0,93$$

Această valoare a disponibilității, pentru mașinile agricole de mare complexitate cum sînt : autocoabinele de cereale se încadrează în valorile realizate de alte mașini de aceeași complexitate.



De asemenea s-a stabilit ca valoarea coeficientului de disponibilitate tehnică care trebuie să fie trecută în norma internă să nu fie mai mică de 0,93.

Coeficientul de disponibilitate tehnică al combinii de recoltat porumb (transmisie + echipamentul de porumb).

Calculând la timpul de inactivizare pentru remedierea defecțiunilor de la echipamentul de recoltat porumb și timpul de inactivizare cauzat de defecțiunile de la transmisie a rezultat că disponibilitatea tehnică pentru combina de recoltat porumb determinată în funcție de timpul de inactivizare este :

$$f_t = \frac{6900}{6900 + 3583} = 0,66$$

sau în funcție de volumul de lucrări pentru înlăturarea câșderilor este :

$$f_t = \frac{6900}{6900 + 4978} = 0,58$$

Ca urmare a cercetărilor efectuate s-a analizat împreună cu constructorul fiecare defecțiune apărută sau stabilit măsurile tehnice pentru prevenirea lor și efectuându-se expertiza tehnică în anul 1976 la fabricația respectivă a rezultat că la transmisie, defecțiunile și timpul de inactivizare se realizează cu peste 90%, iar la echipamentele de porumb cu peste 70%.

Rezultă că coeficientul de disponibilitate tehnică a combinii de porumb are următoarele valori :

$$f_t = \frac{6900}{6900 + 80 + 840} = 0,83$$

și corespunde volumului de muncă necesar pentru înlăturarea câșderilor:

$$f_t = \frac{6900}{6900 + 110 + 1150} = 0,84$$

Acaste valori se apreciază că pot fi consid. rate satisfăcătoare pentru gradul de complexitate pe care îl prezintă aceste mașini cunosc. Înd. totodată că problema mașinilor de recoltat porumb constituie o preocupare permanentă atât în ceea ce privește calitatea lucrărilor efectuate cât și a îmbunătățirii indicilor de fiabilitate.

Coeficientul de utilizare al mașinii. Acest coeficient include în elementele de calcul a disponibilității mașinii și timpul pentru efectuarea întreținerilor tehnice necesare menținerii mașinii în stare de bună funcționare.

Deoarece timpul pentru întrețin. tehnice s-a determinat

separat pentru combina de cereale și pentru combina de recoltat porumb, stabilirea coeficientului de disponibilitate de menținere se va face separat pentru cele două mașini.

La determinarea acestui coeficient s-a aplicat relația :

$$S_{ut} = \frac{T}{T + T_{T1} + T_{T2}}$$

Coeficientul de utilizare pentru combina de recoltat cereale. Pentru efectuarea a 200 ore de lucru efectiv cu combina C-12 s-a lucrat 34 zile executându-se îngrijirile tehnice necesare într-un volum de timp de 1800 minute.

Calculându-se coeficientul de utilizare atât pe baza rezultatelor experimentale cit și pentru mașina îmbunătățită rezultă următoarele :

$$S_{ut} = \frac{12000}{12000 + 3875 + 1800} = 0,67 \text{ la combina experimentată.}$$

$$S_{ut} = \frac{12000}{12000 + 900 + 1800} = 0,81 \text{ la combina îmbunătățită pe baza rezultatelor cercetărilor.}$$

Coeficientul de utilizare pentru combina de recoltat porumb. La recoltarea porumbului combina a lucrat 17 zile executându-se întreținerile tehnice necesare într-un volum de timp de 18 ore respectiv 1080 minute.

Coeficientul de utilizare pentru combina experimentată este :

$$S_{ut} = \frac{6900}{6900 + 3585 + 1800} = 0,60$$

Pentru combina îmbunătățită coeficientul de utilizare este:

$$S_{ut} = \frac{6900}{6900 + 920 + 1800} = 0,77$$

Coeficientul de disponibilitate funcțională sau tehnologică. Formula de calcul folosită este :

$$S_f = \frac{T}{T + T_{T1} + T_{T2} + T_{dt}}$$

unde:  $S_f$  - coeficientul de disponibilitate funcțională sau tehnologică ;

$T_{dt}$  - timpul total pentru înlăturarea căderilor tehnologice

Disponibilitatea funcțională la combina de recoltat cereale. Timpul necesar pentru eliminarea infundărilor datorate altor cauze decât celor tehnice a fost conform cronometrărilor efectuate de 11 ore și 50 minute, respectiv 710 minute. Rezultă

pe baza relației de mai sus că coeficientul de disponibilitate funcțională a combinei de recoltat cereale experimentată a fost

$$\delta_f = \frac{12000}{12000 + 3875 + 1800 + 720} = 0,65$$

La combina înconștientă coeficientul de disponibilitate funcțională este :

$$\delta_f = \frac{12000}{12000 + 3000 + 1800 + 720} = 0,70$$

rezultă că mașina poate sta la dispoziția beneficiarului în medie 70% din timpul de lucru, luîndu-se măsuri pentru reducerea la minimum a altor cauze care ar putea provoca neutilizarea mașinii cum sînt deficiențele organizatorice, folosirea la maximum a timpului schimbului etc.

Disponibilitatea funcțională la combina de recoltat porumb, timpul necesar pentru eliminarea defecțiunilor tehnice apărute la combina de recoltat porumb a fost de 445 minute.

Disponibilitatea funcțională determinată pentru combina experimentată pe perioada încercată este :

$$\delta_f = \frac{12000}{6900 + 3585 + 1080 + 445} = 0,74$$

Coeficientul disponibilității este unul din indicatorii fiabilității care poate evidenția cât se poate de clar timpul cât o mașină poate sta la dispoziția beneficiarului în condiții normale de funcționare.

Pe baza acestui indice se poate stabili necesarul de mașini pentru realizarea în terenuri agrotehnice și lucrurilor a ricole.

Determinarea coeficientului de disponibilitate tehnică, de utilizare și de disponibilitate tehnologică în mod separat permit evidențiere mai clară a domeniului unde trebuie acționat în vederea îmbunătățirii fiabilității mașinii.

Cunoștință că indicatorii disponibilității de ind de timpul mediu de reparații, de întrețineri tehnice și de defecțiuni tehnice este necesar ca pentru stabilirea unei disponibilități medii, timpul de experimentare să fie corespunzător unei campanii agricole.

5. Determinarea empirică a abaterii medii pătrătice a indicelui de fiabilitate  $\bar{V}$  și verificarea informației la punctele extreme au fost făcute pentru fiecare subansamblu și pentru combinele verificate în exploatare, la capitalele respective după determinarea timpului mediu de bună funcționare.

6. Determinarea fluxului căderilor. Avînd în vedere că pentru

a se ajunge cu toate piesele la limita de funcționare, cercetările ar fi durat 3 - 4 ani, perioadă deosebit de lungă, fiind rezultatele obținute, datorită evoluției tehnicii nu ar fi avut aplicabilitate și ținând seama de faptul că pentru înțelegerea în condiții de laborator a unei combine ar fi fost necesar standuri deosebit de complicate, iar realizarea lor ar fi durat deosebit de mult, s-a stabilit că la baza determinării indicilor de fiabilitate să stea încercările pe o campanie agricolă.

Unul din obiectivele acestei lucrări constă în stabilirea metodei de experimentare a mașinilor agricole astfel ca pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate într-o campanie agricolă să se poată determina indicatorii de fiabilitate, iar cu ajutorul lor să se contribuie în mod eficient la îmbunătățirea și modificarea construcției a mașinilor agricole.

Relația folosită este :

$$\varphi_{med.} = \frac{1}{t} \cdot \frac{\text{defecțiuni}}{\text{ora funcționare}}$$

unde:  $\varphi_{med.}$  - fluxul mediu al căderilor

t - timpul mediu de bună funcționare între căderi.

Fluxul căderilor determinat pe baza informațiilor preluate la calculator s-a apreciat pentru 5 subansambluri de la transmisia, 10 subansambluri de la echipamentul de recoltat cereale și 14 subansambluri de la echipamentul de recoltat porumb.

6.1. Căderile la transmisia combinei C-12. Transmisia combinei C-12 a fost împărțită în cinci subansambluri: ambreiaj, variator tracțiune, cutie de viteze, reductoarele de la roți și caseta de direcție.

Pentru a se evidenția apariția în timp a căderilor pe diferite subansambluri ale transmisiei de la combina C-12 pe toată perioada încercărilor, a fost întocmit tabelul 25 în care perioada totală de funcționare este împărțită în 6 intervale de timp. Pe baza datelor din tabel s-a construit histograma cu repartiția căderilor pe subansamble și interval de timp fig.46.

Din analiza datelor din tabelul 25 precum și reprezentării grafice din fig.46 rezultă următoarele :

- Subansamblurile asupra cărora trebuie intervenit în prima urgență în vederea micșorării numărului căderilor sînt : caseta de direcție, cutia de viteze, reductorul și ambreiajul.

**Tabelul 26**

**Repartizarea căderilor pe subansambluri și perioade de timp pentru  
transmisia combinăi C-12.**

Nr. denumirea art. subansamblului	Codul căderi	Nr. de pe sub ansam- blu	Intervale					
			0-60	61-120	121-180	181-240	241-300	301-360
1. Ambreiaj	001	6	1	3	-	1	1	-
2. Variator	002	3	1	-	1	-	-	1
3. Cutie de viteze	003	8	2	2	-	2	2	-
4. Reductor roți	004	7	2	1	1	2	1	-
5. Casetă direcție	005	14	5	-	2	3	4	-

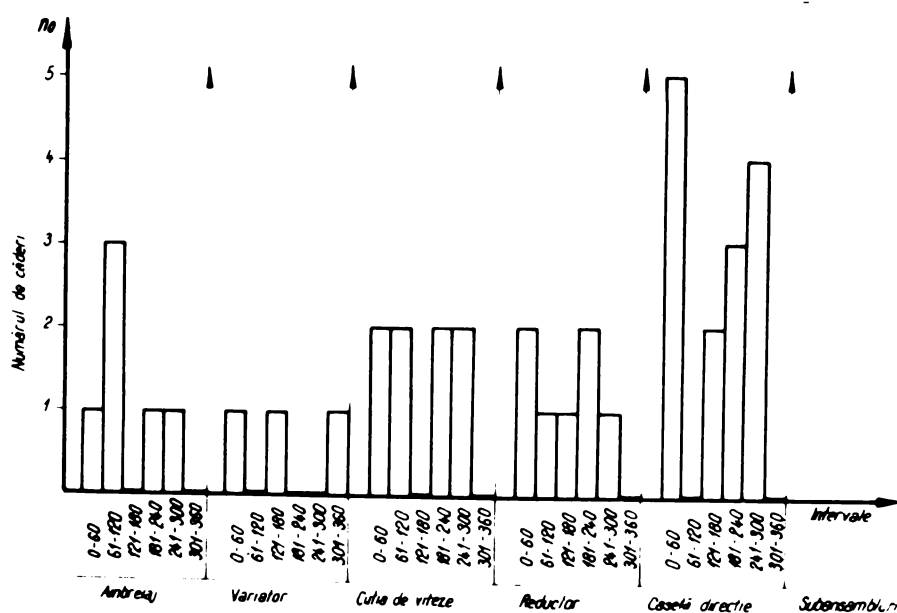


Fig. 46 Căderile pe intervale la transmisia combinăi

Din interpretarea datelor consemnate în timpul cercetării rezultă că :

- Numărul căderilor pe transmisie a avut valoarea maximă în perioada de până la 100 ore funcționare după care s-a stabilizat .
- La ambreiaj și reductoarele roților numărul căderilor a prezentat valori ridicate și după perioada de 100 ore ceea ce impune găsirea de noi soluții constructive în vederea creșterii indicilor de fiabilitate.

6.2. Căderile la echipamentul de recoltat cereale păioase. Echipamentul de recoltat cereale păioase a fost împărțit în 10 sub-ansambluri. Perioada de umărire a pieselor și subansamblurilor respective a fost de 200 ore de lucru efectiv, iar evoluția căderilor s-a întocmit atât pe subansambluri cât și pe întreg echipamentul.



Situația căderilor apărute este prezentată pe perioada de timp și subansambluri în tabelul 27.

Tabelul 27

Repartizarea căderilor pe subansambluri și perioade de timp pentru echipamentul de recoltat cereale.

Nr. ord. subansamblului	Cod	Nr. căderi pe subansamblu	Intervale				
			0-40	41-80	81-120	121-160	161-200
1. Hedar	106	23	6	3	5	4	5
2. Bătător	107	11	3	4	1	1	2
3. Scuturător	108	6	2	1	1	1	1
4. Burcâr	109	3	1	-	1	-	1
5. Elevator	110	2	1	1	-	-	-
6. Ventilator	111	8	3	3	2	-	-
7. Decorticator	112	2	1	-	-	1	-
8. Rulmenți	113	19	2	4	5	5	3
9. Curele	114	6	2	-	2	1	1
10. Lanțuri	115	8	3	2	1	2	-

Numărul mediu al căderilor pe fiecare subansamblu este prezentat sinoptic în al. 47.

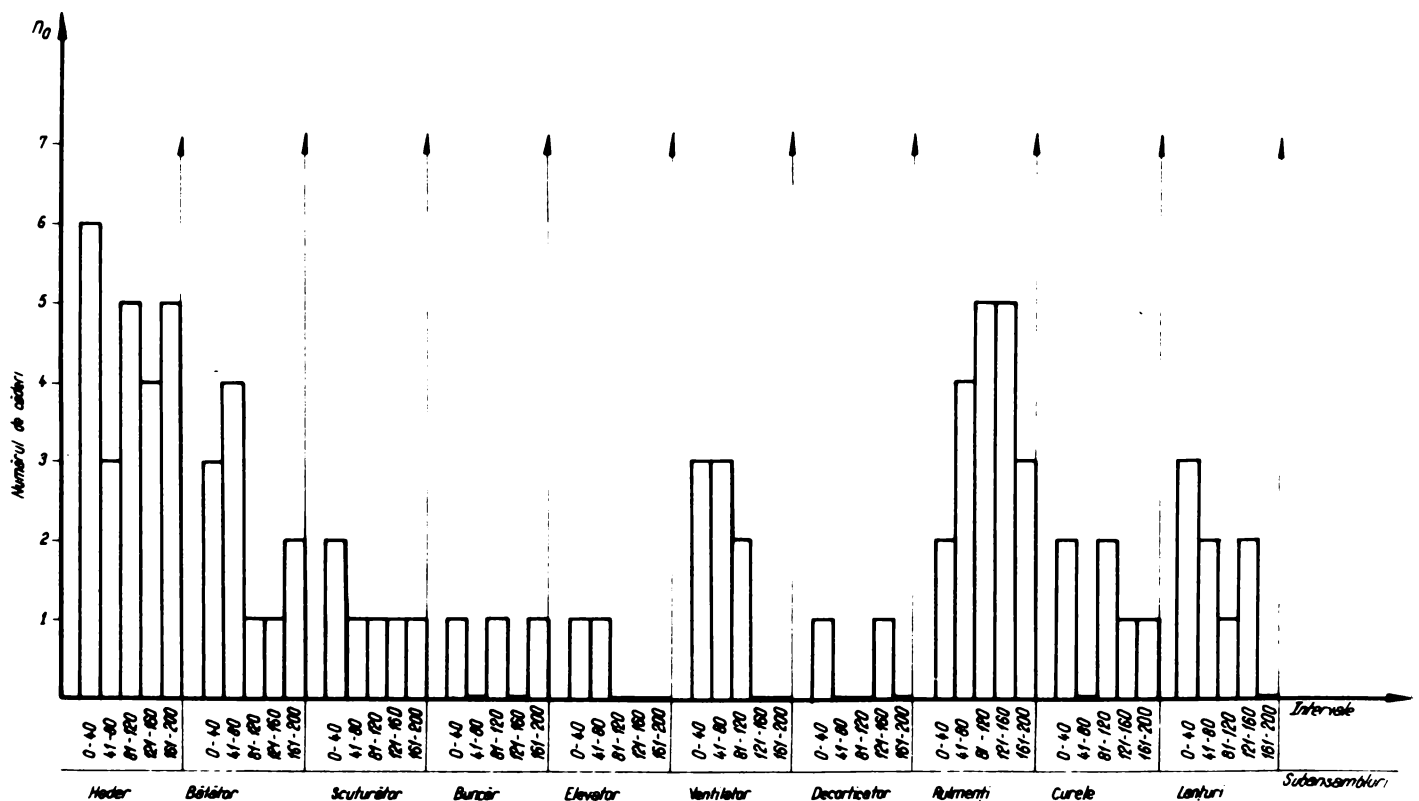


Fig 47 Căderile pe intervale la echipamentul de recoltat cereale

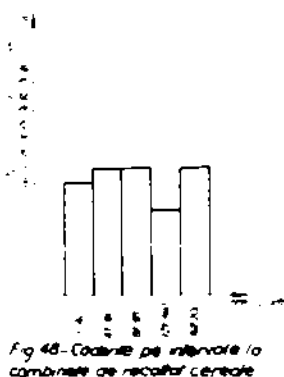
Din analiza datelor obținute și a reprezentării grafice respective rezultă următoarele :

- subansamblurile care fac ea valoarea căderilor pe întreg echipamentul de recoltat cereale să fie ridicată și asupra cărora trebuie intervenit în prima urgență sînt : hoderul, rulușanții, butătorul, ventilatorul, lanțuri și curele.

6.3. Numărul de căderi și fluxul mediu al căderilor la combina de recoltat cereale. Pentru a se putea analiza evoluția căderilor în timp pe diferite perioade de exploatare s-a întocmit tabelul cu repartizarea căderilor pe intervale de timp (tabelul 28) pe baza cărui s-a construit histograma din fig.48.

Tabelul 28  
Repartizarea căderilor pe intervale de timp la combina de recoltat cereale

Nr. Denunțarea ort. mașinii	Nr. de căderi	Intervale				
		0-40	41-80	81-120	121-160	161-200
1. Combina de recoltat cereale	41	8	9	9	6	9



Din analiza acestor date rezultă că atât transmisia combinii cît și echipamentul de cereale au prezentat un număr de căderi mult mai ridicat decît cel normal fapt care a făcut ca, așa după cum s-a mai arătat, împreună cu uzina să se ia măsuri constructive pentru reducerea numărului de căderi.

La combina de cereale, pentru principalele subansambluri s-a determinat și fluxul căderilor pe perioade totală de încercare a fiecărui subansamblu.

În fig.49 sînt prezentate valorile fluxului căderilor atât pe subansambluri cît și pe întreaga combina. Subansamblurile care fac ea valoarea fluxului căderilor a combinii să fie ridicată și asupra cărora trebuie intervenit atât în procesul de fabricație cît și exploatare sînt: transmisia, hoderul, rulușanții și lanțurile. Analiza detaliată a fiecărei pi se în parte pe baza cercetărilor de fiabilitate dă posibilitatea de a se găsi soluții concrete de rezolvare în vederea asigurării funcționării a mașinii cu cîntec de defectuni pe perioade de lucru cît mai lungi.

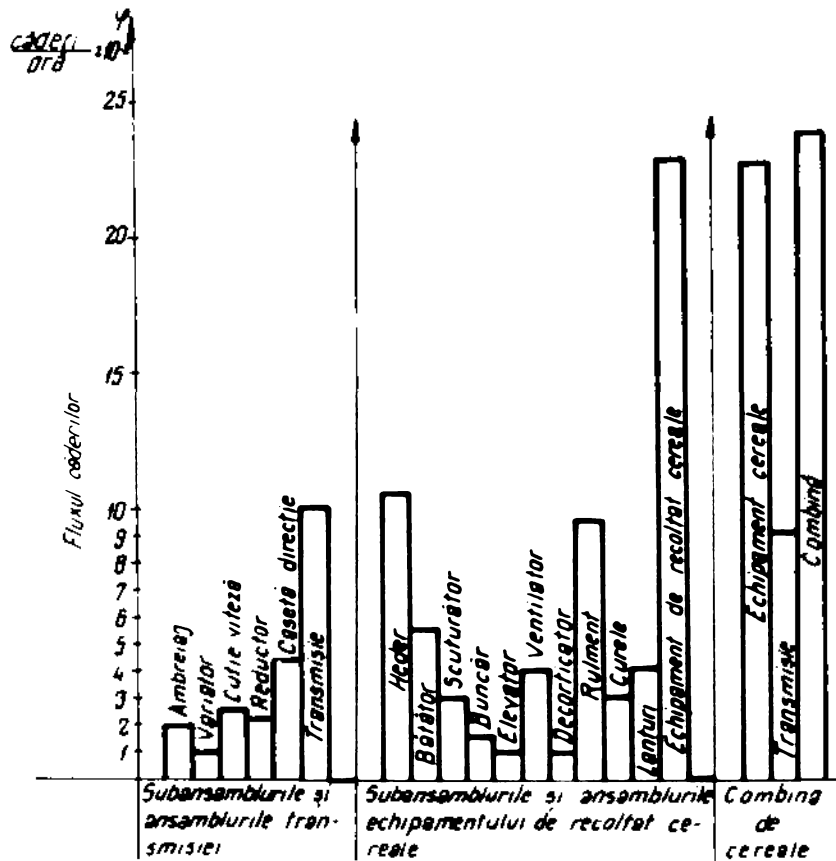


Fig. 49 Fluxul căderilor la ansamblurile combinei de cereale

#### 6.4. Numărul căderilor la echipamentul de recoltat porumb.

Echipamentul de recoltat porumb al combinei 5-12 a fost împărțit în 14 subansambluri evidențându-se pentru fiecare subansamblu modul de repartizare al căderilor pe intervale de timp. Rezultatele obținute sînt înscrise în tabelul 29 și reprezentate grafic în fig. 50.

Tabelul 29

repartizarea căderilor pe subansamble și intervale de timp la echipamentul de recoltat porumb.

Nr. Denumirea ort. subansamblului	Nr. căderi	Intervale			
		0-30	31-60	61-90	91-120
1. Transportor cu role	3	2	1	-	-
2. Secția de detașare	13	5	4	3	1
3. Transmisie secție	8	3	2	3	-
4. Elevator central	7	2	1	4	-
5. Transportor oscilant	4	2	1	1	-
6. Exhaustor	4	-	2	2	-
7. Transportor intern	4	1	1	2	-
8. Depănagător	17	3	6	3	5
9. Elevator știuleți	6	3	-	1	2

10. Transmisia dr. și stga	4	1	2	1	-
11. Dispozitiv uniformizator și ventilator	6	3	-	2	1
12. Rulmenți	16	7	3	4	2
13. Roți de lanț	11	3	2	2	4
14. Lanțuri	18	7	5	3	3

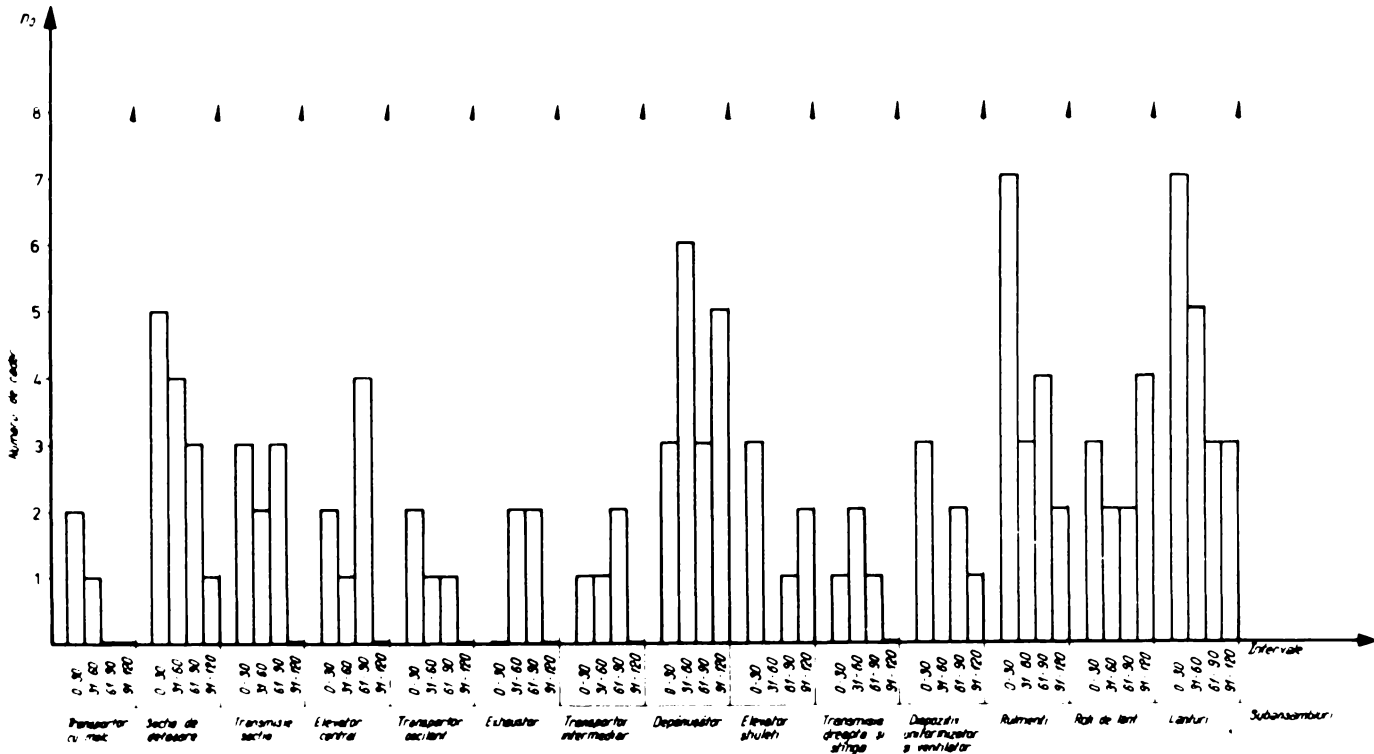


Fig. 50 Căderi pe intervale la echipamentul de recoltat porumb

Subansamblurile care fac ca numărul de defecțiuni al întregului echipament să fie ridicat sînt : lanțurile, rulmenții, depănșătorii, secțiile de detașare și elevatorul central.

În această perioadă numărul de căderi a avut o variație aleatorie ceea ce a dus la efectuarea unei analize la întregul echipament.

Din analiza efectuată cu constructorul a reieșit cauza defecțiunii a cenzelor care au provocat -o precum și a soluțiilor constructive aplicate au fost recomandate o serie de soluții constructive, iar pentru defecțiunile de excepție s-au stabilit în mod concret măsurile tehnologice care să conducă neajmlocit la îmbunătățirile construcției echipamentului de recoltat porumb.

6.5. Numărul de căderi și fluxul mediu al căderilor la combina de recoltat porumb. Numărul căderilor pe întreaga combina de recoltat porumb (echipament + transmisie) reprezentat pe intervale de timp pentru întreaga perioadă de exploatare sînt înscrise în tabelul 30.

Iar reprezentarea lor grafică este dată în fig.51.

Zabelul 30.

**Numărul de căderi pe intervale de timp la echipamentul de recoltat porumb și la combina de porumb**

Densitatea mașinii	Nr. căderi	Intervale			
		0-30	31-60	61-90	91-120
Echipament porumb	48	14	12	12	10
Combina de recoltat porumb	49	14	12	12	11

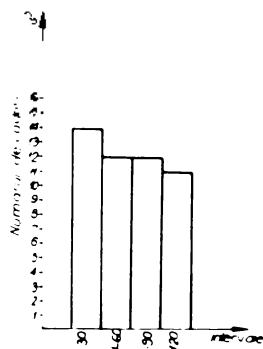


Fig.51- Căderile pe intervale la combină de recoltat porumb

Și din aceste date rezultă de asemenea că numărul căderilor pe intervale de timp au valori aproximativ egale, însă deosebit de ridicate.

Fluxul căderilor pe subsansambluri pe întreaga combină este prezentat sinoptic în fig.52. Și din această reprezentare grafică rezultă că fluxul căderilor au valori ridicate la depănător, rulmenți și secțiile de detașare, subsansamblu care în

fluentează direct și fluxul căderilor la întreaga combină.

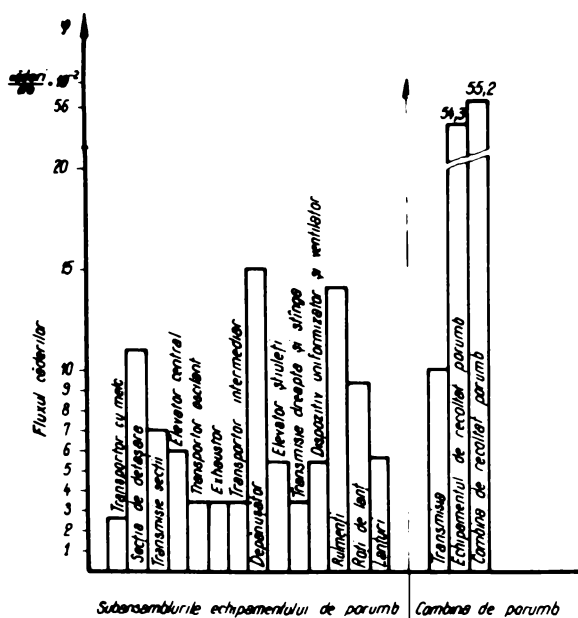


Fig.52 Fluxul căderilor la echipamentul de porumb pe subsansambluri și combină

Combina de recoltat porumb a avut o valoare a fluxului căderilor de  $55,2 \cdot 10^{-2}$ , ceea ce reprezintă 0,55 căderi pe oră. În urma modificărilor și îmbunătățirilor constructive aduse la transmisie, echipamentul de recoltat știuleți și echipamentul de depănare se apreciază că valoarea fluxului căderilor nu va depăși 0,1 căderi pe oră.

**7. Determinarea densității**

de probabilitate experimentală și a probabilității cumulate. Densitatea de probabilitate fiind un indicator care permite stabilirea legilor de distribuție a datelor experimentale a fost determinat pentru : transmisie ; echipament cereale ; echipament porumb , combina C-12 cu echipament de cereale ; combina C-12 cu echipament de porumb.



In calcul s-a folosit expresia :

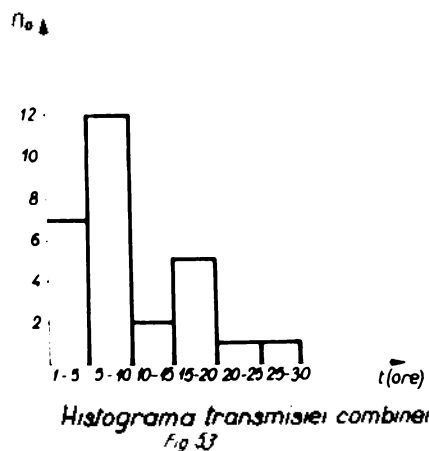
$$P_{exp.} = \frac{n_i}{n_0}$$

Intervalele șirului statistic reprezintă timpii de bună funcționare în care s-au produs căderile.

Densitatea de probabilitate experimentală a căderilor pentru transmisia combinii. Pe baza relației folosite și a datelor experimentale cu privire la căderi s-a construit următorul șir statistic:

Interval	1 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30
Jumătatea intervalului	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5
nr. de căderi pe interval	7	12	2	5	1	1
Probab.exp. $P_{exp.}$	0,25	0,42	0,07	0,18	0,04	0,04

Histograma căderilor este reprezentată în fig.53.



7. Densitatea de probabilitate de cădere cumulată pe baza datelor experimentale s-a determinat cu ajutorul relației:

$$D_{exp}(t) = \sum_{i=1}^n P_{exp.i} \quad (223)$$

Rezultă următoarele valori :

Interval	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Probabilitatea experimentală cumulată	0,25	0,67	0,74	0,92	0,96	1

Probabilitatea experimentală cumulată

$$\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$$

In interpretarea sa reală, în acest caz elid șirul statistic grupează defecțiunile pe intervale la timpii de bună funcționare și se poate afirma că această funcție reprezintă probabilitatea că transmisia combinii și în general produsul analizat să funcționeze fără a se defecta pînă în momentul considerat.

Densitatea de probabilitate experimentala pentru echipamentul de cercle. Rezultă următorul șir statistic .

Intervalul	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Jumătatea intervalului	1	3	5	7	9
Nr. de căderi pe interval $n_{exp}$	10	7	11	6	5
Probab. empiric.	0,256	0,179	0,282	0,155	0,128

Histograma căderilor este reprezentată în fig. 54.

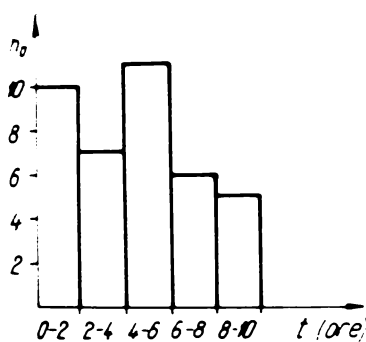


Fig. 54  
Histograma echipamentului de cereale

Densitatea probabilității de cădere cumulată, experimentală la echipamentul de cereale. Valorile acestei funcții calculate pe baza datelor experimentale sînt prezentate în următorul șir statistic

Interval	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10
----------	-----	-----	-----	-----	------

Probabilitatea experimentală cumulată $\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$	0,256	0,435	0,717	0,872	1
--	-------	-------	-------	-------	---

Densitatea de probabilitate a defecării scabinei C-12 cu echipament de cereale, pe baza datelor experimentale. În urma calculului rezultă următorul șir statistic :

Interval	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8 - 10
Jumătatea intervalului	1	3	5	7	9
Nr. de căderi pe interval	13	6	11	5	6
Probabilitatea experimentală cumulată $\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$	0,31	0,15	0,27	0,12	0,15

Histograma căderilor este reprezentată în fig. 55.

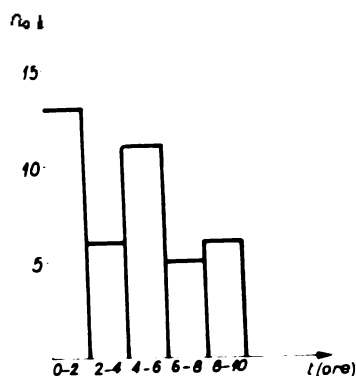


Fig. 55  
Histograma combinii C-12 cu echipament de cereale

Densitatea de probabilitate a căderilor cumulată experimentală. Calculând valorile pe fiecare interval, rezultă următoarele valori ale densității de probabilitate cumulate:

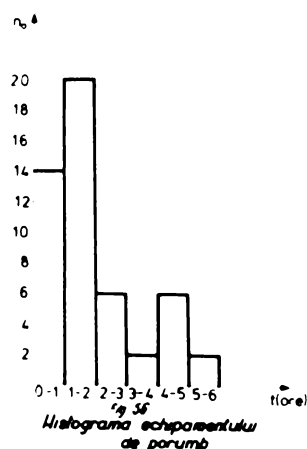
Interval	0 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	8-10
Probabilitatea experimentală cumulată	0,51	0,46	0,73	0,85	1.

$$\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$$

Densitatea de probabilitate a căderilor echipamentului de recoltat porumb, pe baza datelor experimentale. Birul statistic este următorul :

Interval	0 - 1	1- 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
Jumătatea intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Nr. de căderi pe interval	14	20	6	1	6	1
Probabilitatea experimentală	0,292	0,418	0,129	0,020	0,125	0,020

Histograma căderilor este redată în fig.56.



Densitatea de probabilitate a căderilor cumulată, experimentală. Din calcule, rezultă următorul șir statistic:

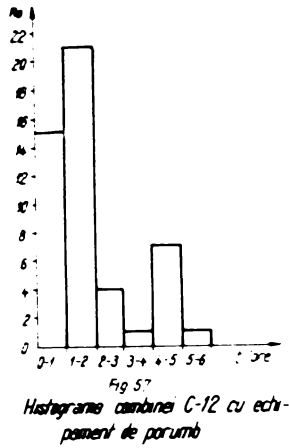
Interval	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Probabilitatea experimentală cumulată	0,292	0,710	0,835	0,855	0,980	1

$$\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$$

Densitatea de probabilitate a căderilor la cabina de recoltat porumb, rezultă următorul șir statistic:

Intervalul	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6
Jumătatea intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Nr. de căderi pe interval	15	21	4	1	7	1
Probabilitatea experimentală	0,306	0,408	0,102	0,204	0,143	0,0204

Histograma căderilor combinăi C-12 la recoltarea porumbului este redată în fig.57.



Densitatea de probabilitate a căderilor susulată experimentală. Transpunerea datelor determinate în șirul statistic se prezintă astfel :

Interval	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Probabilitatea exper. cumulată	0,366	0,714	0,816	0,895	0,979	1

$$\sum_{i=1}^n P_{exp.i}$$

**8. Alegerea legii teoretice de repartiție a indicilor fiabilității în vederea transferării indicilor determinați experimental pe alte mulțimi de combinii. Legea teoretică de repartiție s-a ales numai pentru cele cinci echipamente, pe baza coeficientului de variație a timpului mediu de bună funcționare între căderi.**

Deoarece acesta a prezentat valori cu mult peste 0,33, nefiind nici un fel de dubiu asupra posibilităților de alegere a legii de repartiție normală sau a altor legi, s-a stabilit că legea de repartiție Weibull este indicată pentru cele cinci cazuri. Pentru toate cazurile s-a determinat ca stare funcția diferențială și funcția integrală, în intervalele șirului statistic experimental.

Determinarea densității de probabilitate, teoretică și a funcției integrale. După legea de repartiție Weibull este :

$$f(t_1) = \frac{b}{a} \left( \frac{t_1}{a} \right)^{b-1} \cdot e^{-\left( \frac{t_1}{a} \right)^b}$$

Volosind datele întabulate se determină valorile lui  $f(t)$  pentru fiecare mijloc de interval din șirul statistic alestându-se totodată și șirul statistic respectiv.

Funcția integrală după legea de repartiție a lui Weibull este :

$$D(t_1) = 1 - e^{-\left( \frac{t_1}{a} \right)^b}$$

Densitatea de probabilitate pentru transmisia combiniei. Aplicind relația arătată și avind în vedere că parametrii legii lui Weibull au valorile  $a = 10,37$ ,  $b = 1,45$  rezultă valorile din șirul statistic următor :

Junătătea intervalului	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	25,5
Funcția densității teoretice $f(t)$	0,29	0,38	0,19	0,11	0,04	0,01

Reprezentând grafic această funcție diferențială și marșind în același timp prin funcție și valorile din intervalul respectiv al densității de probabilitate experimentale, vom putea aprecia caracterul reparațiilor experimentale și teoretice, după legea lui Weibull. (Fig. 58)

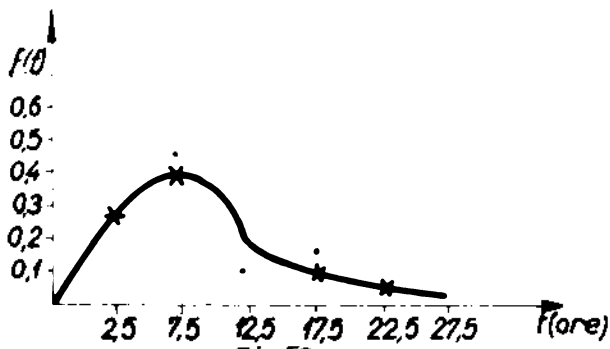


Fig. 58  
Funcția de distribuție  $f(t)$  pentru transmisie

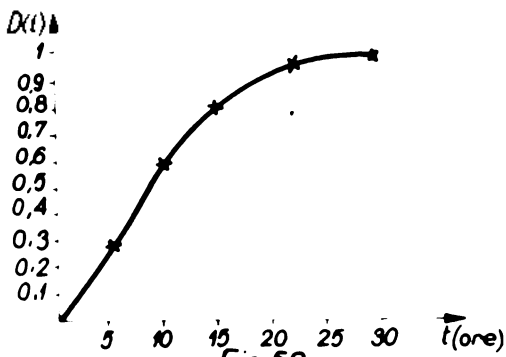


Fig. 59  
Funcția integrală  $D(t)$  pentru transmisie

Valorile funcției integrale pentru transmisia combină. Din calcule rezultă datele prezentate în șirul statistic următor:

Interval	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Funcția integrală $D(t)$	0,275	0,583	0,815	0,917	0,969	

Reprezentarea grafică este arătată în fig. 59.

Densitatea de probabilitate teoretică pentru echipamentul de recoltat cereale.

$$a = 4,97 \quad b = 1,7$$

Șirul statistic are următoarea înfățișare.

Junătătea intervalului	1	3	5	7	9
Funcția densității teoretice $f(t)$	0,217	0,317	0,259	0,145	0,054

Grafic funcția diferențială arată ca în fig. 60.

Valorile funcției integrale pentru echipamentul de recoltat cereale. Datele obținute sînt cele din șirul statistic următor :

SOLITENES  
 2 A  
 CENTRALĂ



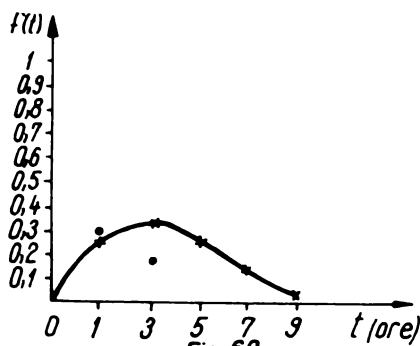


Fig. 60  
Funcția de distribuție  $f(t)$  pt. echipamentul de cereale

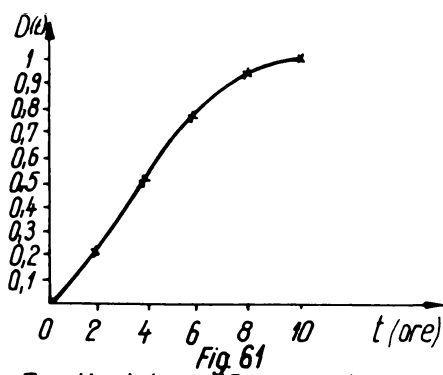


Fig. 61  
Funcția integrală  $D(t)$  pt. echipamentul de cereale

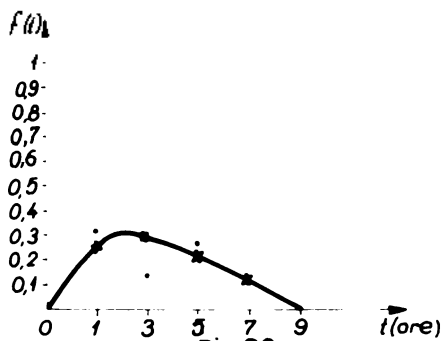


Fig. 62  
Funcția de distribuție  $f(t)$  a combinei C-12 cu echipament de cereale

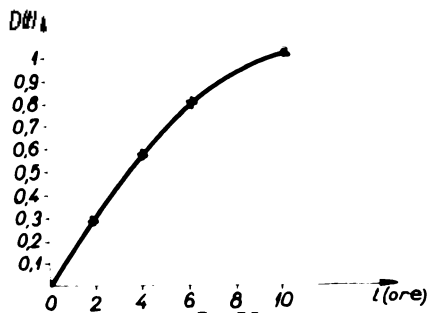


Fig. 63  
Funcția integrală  $D(t)$  pentru combina C-12 cu echipament de cereale

Interval	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10
Funcția integrală $D(t)$	0,217	0,534	0,793	0,938	0,992

Grafic, reprezentarea este ca în fig.

61.

Densitatea de probabilitate teoretică pentru combina C-12 cu echipament de recoltat cereale.

$$a = 4,68 \quad b = 1,54$$

rezultă următorul șir statistic

Jumătatea intervalului	1	3	5	7	9
Funcția densității de probabilitate $f(t)$	0,28	0,30	0,23	0,13	0,06

Iar reprezentarea grafică a funcției este redată în fig. 62.

62.

Valorile funcției integrale la combina C-12 cu echipament de recoltat cereale. Șirul statistic se prezintă astfel :

Interval	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10
Funcția integrală $D(t)$	0,28	0,58	0,81	0,94	1

Iar reprezentarea grafică este redată în fig. 63.

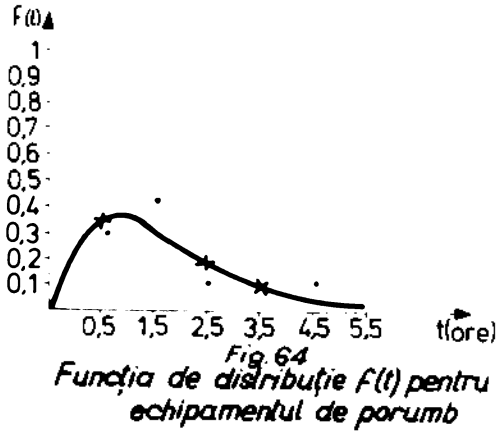
Densitatea de probabilitate teoretică la echipamentul de recoltat porumb.

$$a = 1,982 \quad b = 1,37$$

Șirul statistic este astfel :

Jumătatea intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Funcția densității de probabilitate $f(t)$	0,359	0,308	0,187	0,099	0,041	0,006

Graficul variației este arătat în fig.64.

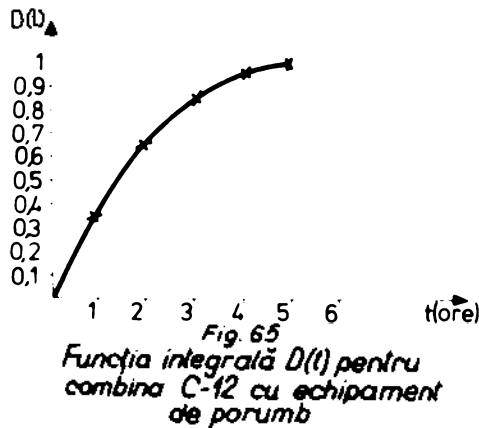


Valorile funcției integrale la echipamentul de recoltat porumb sînt relatate în șirul statistic următor :

Interval	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Funcția integrală $D(t)$	0,36	0,66	0,85	0,95	0,98	1

Graficul este cel din fig.65.

Densitatea de probabilitate, teoretică la combina C-12 cu echipamentul de porumb  $a = 1,976$   $b = 1,3$

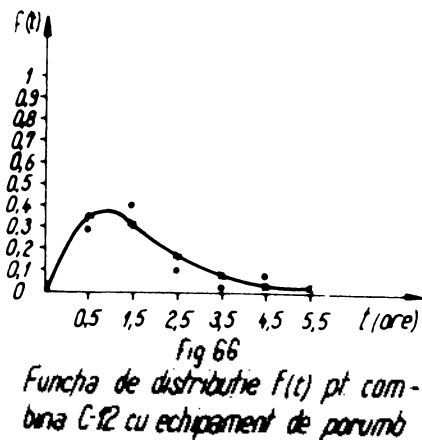


Variația valorică este relatată în șirul statistic următor :

Jumătatea intervalului	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Funcția densității de probabilitate $f(t)$	0,353	0,307	0,181	0,095	0,041	0,008

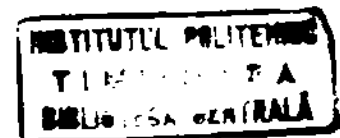
Graficul este arătat în fig.66.

Valorile funcției integrale ale combina C-12 cu echipament de recoltat porumb. Șirul statistic este următorul :



Intervalul	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Funcția integrală $D(t)$	0,363	0,667	0,848	0,943	0,989	1

Variația funcției este redată în graficul din fig.67.



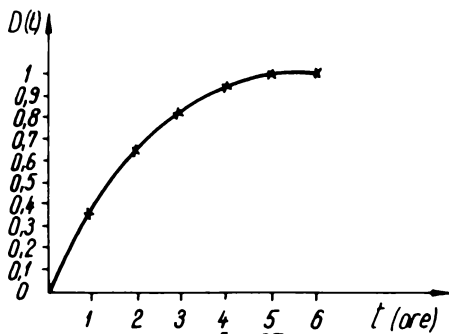


Fig. 67  
Funcția integrală  $D(t)$  pt. combina G-12  
cu echipament de porumb

Determinarea intervalelor de verificare pentru indicii de fiabilitate.

Având în vedere că această combina este de mare complexitate, scumpă și cu perioade destul de stricte în exploatare, se impune următoarea probabilitate veridică :

$$= 0,90$$

Potriviți celor arătate în metodica rezultă :

$$t_{\min} = \frac{b}{t} \sqrt{r_3}$$

$$t_{\max} = \frac{b}{t} \sqrt{r_1}$$

Determinarea se va face numai pentru timpul mediu de bună funcționare între căderi la combina G-12 cu echipament de cereale și cu echipament de porumb.

Combina de cereale :

$$t_{\min} = \frac{b}{t} \sqrt{r_3}$$

$$t_{\max} = \frac{b}{t} \sqrt{r_1}$$

$r_1$  și  $r_3$  din tabele statistice pentru

$$b=1,54$$

$$N=41$$

$$d=0,9$$

rezultă:  $r_1=1,24$   
 $r_3=0,85$

$$t_{\min} = 4,27 \cdot \sqrt[1,54]{0,85} = 4,27 \cdot 0,83$$

$$t_{\max} = 4,27 \cdot \sqrt[1,54]{1,24} = 4,27 \cdot 1,24$$

$$\sqrt[1,54]{0,85} = 0,83$$

$$\sqrt[1,54]{1,24} = 1,24$$

$$\left. \begin{array}{l} = 3,719 \\ = 5,295 \end{array} \right\} t = 4,27$$

Echipament de cereale

$$t_{\min} = \frac{b}{t} \sqrt{r_3}$$

pentru  $b = 1,7$   
 $N = 39$

$$t_{\max} = \frac{b}{t} \sqrt{r_1}$$

din tabelele statistice  
pentru  $d = 0,9$  rezultă:

$$t_{\min} = 4,43 \cdot \sqrt[1,7]{0,83} = 4,43 \cdot 0,98$$

$$t_{\max} = 4,43 \cdot \sqrt[1,7]{1,24} = 4,43 \cdot 1,13$$

$$r_3 = 0,83$$

$$r_1 = 1,24$$

$$\left. \begin{array}{l} t_{\min.} = 4,34 \\ t_{\max.} = 5 \end{array} \right\} t = 4,43$$

9. Verificarea în condiții de producție a comportării combinel de cerone în scopul determinării indicilor de fiabilitate.

Determinarea timpului mediu de bună funcționare și a numărului căderilor se alcătuiește tabelul 31 cu informațiile culese din teren.

Tabelul cuprinde 5 coloane și are:

- coloana 1 - seria combinii ;
- coloana 2 - timpul de funcționare efectuat de la intrarea combinii noi în lan până la încheierea urmăririi ;
- coloana 3 - timp de funcționare pe căderi (de la intrarea combinii noi în lan până la apariția fiecărei căderi) ;
- coloana 4 - timp de funcționare între căderi (timp de bună funcționare), aşezați în ordinea crescătoare ;
- coloana 5 - numărul de căderi pe fiecare combină în perioada de urmărire.

Au fost urmărite 155 combino C-12 care au efectuat un volum de lucru de 265 - 335 ore funcționare.

Tabelul 31.

Seria mașinii	Total ore funcționare	Ore funcționare până la apariția căderii	Timpul de funcționare între căderi în ordinea crescătoare	nr. căderi
1.	2.	3.	4.	5.
10578	270	8;16;39;130;210	8;8;23;80;91;	5
11304	310	5;25;35;52;118;166;230	5;10;17;20;40;64;66;18	7
11708	280	8;16;33;47;90;150;203;275	8;8;14;17;43;58;60;67	8
11769	250	3;5;30;48;83;123;152;210;223	2;3;13;13;25;29;35;50;58;	9
11875	320	9;10;40;50;55;80;100;117;130;150;157;165;170;192;202;250;262;280;290;300	1;5;7;8;9;10;10;10;10;12;13;13;17;18;20;20;22;25;30;40	20
11974	270	20;40;80;115;147;164;210;260	17;20;28;31;32;36;40;50;	8
12271	310	50;70;102;220;240;270;295	20;20;25;30;32;50;118	7

1.	2.	3.	4.	5.
12289	30	50,85,125,230,270,280	10,35,40,40,50,105	6
12294	330	10,30,75,100,135,185, 230,278	10,20,25,35,45,45, 48,50	8
12316	300	19,67,133,170,195,210, 250,290	15,19,25,37,40,40, 48,66	8
12397	295	30,45,71,90,120,146,200	15,19,26,26,30,30,34	7
12399	280	19,45,69,102,140,149,192 260	9,19,24,26,33,38,43, 68	8
12407	275	60,100,140,210,255	40,40,49,60,70	5
12497	310	40,140,150,192,300	10,40,42,100,106	5
12543	260	6,36,75,94,154,255	6,19,30,39,60,101	6
12541	280	20,35,94,135,205	15,20,41,59,70	6
12565	270	9,30,43,52,82,113,120 169,265	7,9,9,13,21,30,31, 49,96	9
12576	315	50,140,135,260,300	40,45,56,75,84,9	5
12577	290	20,50,74,96,140,185,270	20,22,24,30,44,45,85	7
12603	260	50,100,145,184,230,255	25,39,45,46,50,50	6
12607	340	30,56,70,164,195,220 290,318	22,25,26,28,30,31 70,86	8
12619	285	14,61,74,90,114,124, 128,261	4,10,13,14,16,24,33 47	8
12627	290	20,40,70,115,143,210,245, 285	12,20,28,30,35,40,45, 67	8
12631	275	36,53,78,101,135,195,224	17,23,25,29,34,36,60	7
12632	250	24,48,76,130,145,236,250	14,15,24,24,28,54,91	7
12643	310	11,36,49,52,94,125,147 183,215,235,280,300	3,11,13,20,20,22,25 31,32,36,42,45,	12
12654	290	23,48,62,64,89,133,176 203,224	2,14,21,23,25,25,27 43,44	9
12656	300	6,21,39,42,76,119,203 290,9	3,6,15,18,34,43,84 87	8
12677	280	5,35,50,73,94,118,153 178,225,267	5,15,21,23,24,25,30 35,42,47,	10
12700	305	4,23,77,95,140,173,195 210,243,275,	4,15,18,19,22,32,33 33,44,45	10



1.	2.	3.	4.	
12792	295	25, 35, 70, 83, 98, 113, 143, 174 199, 220, 270	10, 13, 15, 17, 21, 25, 25, 28 35, 50	11
12848	310	6, 23, 45, 72, 134, 187, 223, 275 305,	6, 17, 22, 27, 30, 36, 52, 53, 62	9
12852	300	9, 35, 84, 128, 194, 226, 288	9, 26, 32, 44, 49, 62, 66,	7
12939	290	12, 65, 72, 136, 167, 194, 235 284	7, 12, 27, 31, 41, 49, 53, 64	8
13025	280	16, 34, 80, 145, 190, 230, 270	16, 18, 40, 40, 45, 46, 65,	7
13093	320	12, 35, 60, 84, 101, 180, 134, 176, 170, 220, 280, 320	12, 14, 17, 19, 25, 24, 24, 25, 30, 40, 42, 60,	12
13098	260	20, 35, 70, 160, 200, 255	15, 20, 25, 40, 55, 90	6
13133	290	10, 40, 60, 95, 132, 167, 185, 190, 215, 223, 240, 255, 270 280, 290,	5, 10, 10, 10, 10, 15, 15, 15, 18, 20, 25, 30, 35, 35 37	15
13147	320	80, 115, 173, 260, 310	35, 50, 58, 80, 87	5
13179	350	40, 50, 87, 115, 210, 230, 245 270, 233, 330	5, 15, 17, 20, 20, 23, 25, 28 37, 40,	10
13204	285	35, 46, 90, 140, 197, 280,	11, 35, 40, 47, 50, 83	6
13215	270	70, 115, 195, 246, 265,	19, 45, 51, 70, 80,	5
13233	315	15, 20, 40, 125, 180, 246, 315	12, 13, 15, 55, 66, 69, 85	7
13241	260	80, 97, 169, 240, 260	17, 20, 68, 75, 80,	5
13252	280	10, 35, 67, 95, 145, 198, 216, 234, 275	10, 18, 21, 22, 25, 32, 38, 49 50	9
13260	280	5, 45, 67, 127, 185, 230, 276, 280	4, 5, 22, 40, 45, 46, 58, 60	8
13266	290	11, 48, 77, 114, 160, 195, 230, 255, 270, 290	11, 15, 20, 25, 29, 35, 38, 37, 37, 46	10
13269	330	10, 54, 70, 97, 120, 165, 200, 244, 280, 295, 325	10, 15, 16, 23, 24, 27, 30, 35, 44, 45, 56	11
13273	315	60, 78, 95, 136, 220, 285, 310	17, 18, 25, 41, 60, 65, 80,	7
13279	270	33, 67, 95, 160, 270,	28, 33, 34, 65, 110,	5
13293	273	85, 97, 134, 190, 225, 273	12, 35, 37, 50, 56, 85,	6
13296	315	15, 40, 70, 95, 154, 220, 265, 283, 310	15, 20, 25, 25, 25, 30, 39, 45 86	9
13304	325	25, 40, 84, 96, 140, 210, 275, 323	12, 15, 25, 44, 44, 50, 65, 70	8

1.	2.	3.	4.
13309	290	5, 90, 124, 180, 230, 265, 290	5, 25, 34, 35, 50, 56, 85 7
13314	270	30, 47, 86, 115, 180, 230 265	17, 19, 30, 35, 39, 50, 65 7
13315	290	6, 36, 78, 110, 156, 190, 235, 270, 290	6, 20, 30, 32, 34, 35, 42, 45, 46 9
13327	300	60, 85, 136, 142, 210, 230 280, 300	18, 20, 20, 25, 30, 51, 56, 60 8
13328	270	40, 76, 112, 185, 230, 265	35, 36, 36, 40, 45, 63, 6
13340	280	10, 85, 132, 190, 245, 280	10, 35, 47, 55, 58, 75, 6
13366	310	75, 115, 136, 142, 185, 216 280, 310	6, 21, 29, 30, 40, 43, 64, 75 8
13368	290	5, 55, 77, 115, 185, 220, 245, 285	5, 25, 30, 35, 39, 40, 42, 68 8
13436	265	55, 90, 130, 167, 255,	35, 37, 40, 55, 88, 5
13475	280	10, 46, 98, 127, 220, 280	10, 29, 36, 52, 60, 93 6
13553	315	15, 45, 96, 137, 180, 260 310	15, 30, 41, 43, 50, 51, 80 7
13606	300	20, 50, 83, 116, 155, 210, 300	20, 26, 27, 33, 36, 37, 55, 66 8
13663	280	16, 65, 76, 116, 220, 280, 280	10, 13, 16, 38, 43, 50, 104, 7
13691	230	30, 65, 115, 190, 230, 3	30, 35, 40, 50, 75, 5
13707	245	5, 60, 75, 115, 240, 245	5, 5, 15, 25, 40, 55 6
13730	310	10, 60, 95, 152, 167, 210, 243, 270, 310	10, 27, 33, 35, 35, 37, 40, 42 50 9
13774	310	30, 80, 125, 170, 235, 280 305	25, 30, 45, 45, 49, 50, 61 7
13775	280	20, 45, 64, 123, 265, 195, 230, 280	19, 20, 25, 30, 35, 42, 50 59 8
13795	270	6, 76, 95, 180, 240, 270	6, 19, 30, 60, 70, 85 6
13804	260	14, 35, 80, 115, 164, 197, 230, 260	14, 21, 30, 33, 33, 35, 45, 49 8
13849	320	10, 45, 76, 98, 135, 184, 230, 265, 320	10, 22, 31, 35, 35, 37, 46, 49 55 9
13863	330	5, 24, 36, 40, 80, 95, 120, 135, 184, 215, 330	4, 5, 11, 15, 15, 15, 20, 25, 31, 40, 49 11

	1	2	3	4
13867	275	10,45,115,166,230,275	10,35,45,51,64,70	6
13879	265	15,56,80,135,170,240, 265	15,24,25,35,41,55,70	7
13880	280	5,30,64,90,145,210,280	5,25,34,36,55,65,70,	7
13904	320	8,35,63,84,100,115,138, 190,210,280,320	8,16,16,20,21,22,27, 28,40,52,70	11
13910	310	26,40,80,116,135,175, 212,230,270,310	14,18,13, 26,36,37,40, 40,40,40,	10
13913	260	11,65,130,230,260	11,30,54,65,100	5
13914	315	45,86,130,176,210,265 280,315	15,34,35,41,44,45,45,46 55	8
13924	280	6,30,64,95,140,210, 236,280	6,28,26,31,34,44,45,70	8
13930	270	24,60,100,156,214,250 270	24,26,36,40,44,50,58	7
13934	260	5,40,80,130,200,260	5,35,44,48,60,70	6
13935	285	16,50,75,110,160,210, 235,285	16,25,25,34,35,50,50,50	8
13942	265	65,80,126,190,265	15,46,65,64,75	5
13945	290	8,24,46,75,100,130,164 200,245,290	8,16,22,25,29,30,34,36, 45,45	10
13946	320	10,45,60,86,100,130,147 165,185,234,320	10,14,15,17,18,20,26,30, 35,49,85	11
13962	310	24,30,76,110,134,185, 220,245,310	6,24,24,25,34,35,46,51, 65	9
13963	285	5,32,61,123,180,225,285	5,27,29,45,57,60,62	7
13970	300	15,46,92,130,164,196, 230,300	15,31,32,34,34,38,46,70	8
13971	315	45,80,110,174,214,250, 280,310	30,30,30,35,36,40,45,64	8
13980	305	4,26,65,88,120,165,193 240,285,305	4,20,22,23,28,32,29,45,45 47	10
13985	290	10,36,77,100,130,290	10,23,26,41,90,100	6
14004	310	15,60,92,124,210,255, 287,305	15,18,25,32,45,52,86	8
14013	295	7,35,64,90,140,184,295	7,26,28,29,44,50,111	7

14023	325	5,42,76,100,130,195,230, 274,325	5,20,30,34,35,37,44, 51,65	9
14026	300	40,65,84,130,185,220,275 300	15,19,25,35,40,46,55, 95	8
14027	330	9,46,65,94,116,145,210, 236,330	9,19,22,26,29,29,37, 65,94	9
14031	305	10,64,85,105,170,236, 270,305	10,20,21,35,44,54,65, 66	8
14096	265	15,45,115,175,265	16,29,60,70,90	5
14129	280	30,74,130,180,210,280	30,54,56,50,56,64	6
14134	275	10,60,95,140,190,270	10,35,45,50,50,60	6
14218	280	5,50,86,124,130,230,280	5,36,38,40,45,50,66	7
14219	300	5,35,100,145,223,276,300	5,24,30,45,53,65,78	7
14242	290	50,64,83,127,180,190	10,24,30,34,33,53	6
14247	325	10,36,78,100,130,156, 170,210,250,254,290	10,14,20,24,26,26,30, 35,36,40,42	12
14261	280	8,42,83,90,115,145,176, 210,243,280	7,8,25,30,31,33,34,34 37,41	10
14264	315	14,41,86,124,175,200, 240,290,315	14,25,25,27,38,40,45, 46,51	9
14288	280	60,75,100,137,180,210, 280	15,25,30,37,43,60,70	7
14297	295	10,40,78,110,160,196 210,295	10,14,30,32,36,30,50, 85	8
14321	315	40,64,86,145,193,244, 290,315	28,24,25,40,46,46,51, 99	8
14336	320	5,25,63,75,100,146,190 240,320	5,12,20,25,38,44,46, 50,80	9
14366	300	12,43,81,105,164,215 300	12,24,31,38,51,59,85	7
14427	285	25,50,84,100,142,195 280,285	5,16,25,25,34,42,43,85	8
14460	290	50,65,74,165,210,290	9,50,65,45,80,91	6
14617	265	10,58,80,115,200	10,25,35,45,85	5
14687	290	14,55,74,140,195,290	14,19,41,55,66,95	6

1.	2.	3.	4.	
14745	280	25,60,95,130,210,230	25,35,35,41,70,74	6
14836	315	15,45,77,110,134,170, 195,210,240,315	15,15,25,30,30,32,33,34, 36,75	10
14853	340	30,64,88,132,186,200, 230,235,340	14,24,30,30,34,41,54,50, 55	9
14862	300	10,40,75,100,140,185 230,330	10,24,28,33,40,45,45,70	8
14958	270	5,30,65,140,220,270	5,25,35,50,75,80	6
14999	285	15,60,74,100,140,175, 210,230	14,15,26,35,35,40,45,70	8
15013	290	15,50,80,120,164,200 235,290	15,30,35,35,36,40,44,55	8
15024	320	10,50,48,85,125,145, 174,210,265,320	10,10,20,20,23,30,37,40, 55,55	10
15041	280	5,40,80,100,132,190, 225,280	5,14,32,35,35,40,55,58	8
15048	310	50,70,105,164,215,260 305	26,29,45,45,50,51,59	7
15097	290	10,46,73,103,145,210, 290	10,25,32,56,42,65,80	7
15113	275	5,55,80,100,205,270	5,25,55,50,65,80	6
15132	310	25,60,85,105,145,170, 216,300	20,25,25,25,35,40,46,94	8
15240	305	20,55,64,95,120,164, 180,200,305	15,20,22,25,29,31,44, 45,74	9
15277	320	10,44,77,90,120,165 194,216,280,320	10,13,33,39,90,33,34, 40,45,64	10
15292	280	10,34,85,126,210,280	10,24,41,51,70,84	6
15314	335	5,20,74,100,115,145, 215,276,300,335	5,15,15,24,26,30,35,54, 61,70	10
15346	270	55,80,145,194,270	25,49,55,65,76	5
15368	295	12,69,147,185,212,260 295	12,27,35,38,40,51,84	7
15379	325	15,30,86,130,215,260, 325	15,15,44,45,56,65,85	7
15382	260	10,50,94,144,185,215, 240,260	10,14,30,31,40,41,44,50	8



1.	2.	3.	4.	5.
15011	310	15,35,54,73,94,120,134, 155,240,310	14,15,15,19,20,25,26, 31,70,75	10
15099	275	16,40,95,147,210,275	16,26,52,53,63,65	6
15000	290	6,27,93,145,214,245,290	6,21,31,45,52,66,69	7
15538	315	10,47,68,100,150,194, 234,315	10,21,32,37,40,44,50, 81	8
15650	295	15,62,85,115,164,190, 234,295	15,23,26,30,44,47,49,61	8
15697	300	8,18,34,88,140,174,216 300	8,10,16,34,42,48,58,84	8
15845	280	10,26,92,164,210,235, 280	10,16,23,55,46,66,72	7
15895	250	35,73,133,200,250	35,43,50,55,67	5
16089	310	15,47,75,136,195,235, 310	15,27,32,40,59,61,65	7
16108	320	20,36,95,130,192,215 265,320	20,23,35,36,39,48,57, 62	8
16128	285	5,34,81,125,164,205, 285	5,29,39,41,44,47,80	7
16167	265	12,48,115,187,240,285	12,23,36,56,67,69	6
16252	290	10,36,68,110,143,190, 238,290	10,26,32,33,42,47,48,51	8
16416	300	30,45,110,174,215,264, 300	15,30,36,41,49,64,65	7
16421	310	4,12,60,75,100,132,180, 210,232,272,310	4,8,15,25,25,30,32,37, 38,48	11

Din tabel rezultă că volumul mediu total de lucru efectuat de fiecare cobină este  $T_n = 295$  ore, iar numărul total de căderi  $n_0 = 1197$ .

Pentru determinarea timpului mediu de bună funcționare, conform metodei prezentate în această parte a lucrării se construiește tabelul cu numărul de intervale și numărul de căderi pe interval.

- se alege numărul de intervale  $n = 6$

- se calculează mărimea intervalului  $A = \frac{t_{max}}{n_0}$

. / .

in care:  $t_{max}$  - timpul maxim de buna functionare (timpul maxim intre cadere)

$$A = \frac{t_{max}}{n}$$

in care:  $t_{max}$  - timpul maxim de buna functionare (timpul maxim intre cadere)

$$A = \frac{120}{6} = 20 \text{ ore}$$

Intervalul	0 - 20	20 - 40	40-60	60- 80	80- 100	100 - 120
Jumătatea intervalului	10	30	50	70	90	110
Numărul de căderi pe interval $n_{oi}$	285	476	284	106	39	7

Datorită numărului mare de informații (căderi)  $n_0 = 1197$  pentru calculul timpului mediu de buna functionare se folosește metoda sumelor.

In cadrul metodei sumelor se alcătuieste tabelul sumelor pentru determinarea coeficienților  $a_1, b_1, a_2$  și  $b_2$ .

Jumătatea intervalului	Număr de căderi pe interval	$a_1 = 1046$	$a_2 = 285$
10	285	285	285
30	476	761	-
50	284	-	-
70	106	152	-
90	39	46	53
110	7	7	7
	$n_0 = 1197$	$b_1 = 205$	$b_2 = 60$

Se calculează coeficienții  $u_1$  și  $u_2$ .

$$u_1 = a_1 - b_1 = 841$$

$$u_2 = a_2 + b_1 + 2a_2 + 2b_2 = 1941$$

$$t = t_0 - \frac{u_1 \cdot A}{u_2}$$

in care:  $t_0$  - timpul la jumătatea intervalului in dreptul căruia s-a anulat căsuța in coloana 3.

$\bar{t}$  - timpul mediu de buna functionare

$$\bar{x} = 50 - \frac{841,20}{1197} = 50 - 14 = 36 \text{ ore}$$

$$\bar{x} = 36 \text{ ore}$$

Se calculează abaterea medie pătratică după relația :

$$\sigma = A \sqrt{\frac{n_2 - \frac{n_1^2}{n_0}}{n_0}}$$

$$\sigma = 20 \sqrt{\frac{2941 - \frac{841^2}{1197}}{1197}} = 21,24 \text{ ore}$$

Se verifică informațiile culese la punctele extreme folosind criteriul Irvin.

$$\lambda_{I \text{ exp.}} = \frac{t_1 + 1 - t_2}{\sigma}$$

Pentru limita inferioară a informației.

$$\lambda_{I \text{ exp.}} = \frac{2 - \frac{1}{2}}{21,24} = 0,047$$

din tabelele statistice rezultă că pentru 195 cazuri  $\lambda_{I \text{ tab.}} = 0,99$  întrucât  $\lambda_{I \text{ exp.}} < \lambda_{I \text{ tab.}}$ , punctele inferioare ale informației sînt adevărate. Pentru limita superioară a informației :

$$\lambda_{I \text{ exp.}} = \frac{118 - 118}{21,24} = 0,375 < 0,99$$

deci și limita superioară a informației este adevărată.

- Numul căderilor se calculează după relația :

$$\varphi = \frac{1}{3}$$

$$\varphi = \frac{1}{36} = 0,027 \frac{\text{căderi}}{\text{ora}}$$

Determinarea densității de probabilitate și construirea histogramei. Densitatea de probabilitate se calculează pentru fiecare interval cu relația :

$$P_i = \frac{n_{oi}}{n_0}$$

în care:  $n_{oi}$  = număr de căderi pe interval

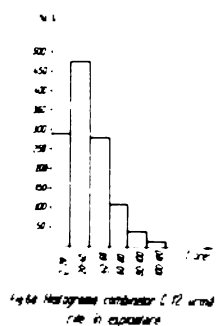
$n_0$  = numărul total de căderi

Antele rezultate se înscriu în tabelul de mai jos.

. / .

Intervalul	1 - 20	21-40	41-60	61-80	81-100	101 - 120
Număr de căderi pe interval	285	476	284	106	39	7
Densitatea de probabilitate $P_{exp}$	0,238	0,397	0,237	0,089	0,033	0,006

Pe baza datelor din tabelul de mai sus se construiește histograma densității de probabilitate fig.68



Determinarea probabilității experimentale cumulate. Probabilitatea experimentală cumulată reprezintă suma densităților de probabilitate a intervalelor precedente. Pentru reprezentarea grafică a curbei experimentale a probabilității experimentale cumulate se construiește tabelul de mai jos.

Intervalul	1 - 20	21- 40	41 - 60	61-80	81- 100	101-120
Densitatea de probabilitate $P_{exp}$	0,238	0,397	0,237	0,089	0,033	0,006
Jumătatea intervalului	10	30	50	70	90	110
Probab. experiment. cumulată $\sum_{i=1}^n P_{exp}$	0,238	0,635	0,872	0,961	0,994	1

10. Alegerea legii teoretice de reparații pentru transferarea datelor experimentale de la lotul urmărit la culturile mașinilor de acțiaș tip. Alegerea legii teoretice de repartiție se face pe baza coeficientului de variație :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

în cazul de față  $V = \frac{21,24}{36} = 0,59$

Intrucât coeficientul de variație  $V = 0,59 > 0,33$  rezultă că datele experimentale se încadrează în legea de repartiție Weibull.

Pentru coeficientul de variație  $V = 0,59$ , din tabelele statistice se determină parametrii legii Weibull.

$$V = 0,590 ; b = 1,75 ; K_0 = 0,890 ; C_0 = 0,526$$

. / .

$$a = \frac{G}{C_0} = \frac{21,24}{0,526} = 40,38 \text{ ore}$$

11. Construirea curbelor teoretice diferențiale și integrale. Pentru construirea curbei diferențiale se calculează funcția  $f(t)$  în punctele centrale ale intervalelor.

Pentru fiecare  $\frac{t}{a}$  în tabelele statistice se citește valoarea funcției  $af(t)$ .

$$\text{iar : } f(t_0) = \frac{af(t)}{a}$$

$$\frac{t_{01}}{a} = \frac{10}{40,4} = 0,247 \quad af(10) = 0,544 \quad f(10) = \frac{0,544}{40,4} = 0,0135$$

$$\frac{t_{02}}{a} = \frac{30}{40,4} = 0,742 \quad af(30) = 0,773 \quad f(30) = 0,0191$$

$$\frac{t_{03}}{a} = \frac{50}{40,4} = 1,238 \quad af(50) = 0,481 \quad f(50) = 0,0119$$

$$\frac{t_{04}}{a} = \frac{70}{40,4} = 1,732 \quad af(70) = 0,194 \quad f(70) = 0,0048$$

$$\frac{t_{05}}{a} = \frac{90}{40,4} = 2,227 \quad af(90) = 0,055 \quad f(90) = 0,0014$$

$$\frac{t_{06}}{a} = \frac{110}{40,4} = 2,722 \quad f(110) = 0,0004$$

Valorile obținute se înscriu în tabelul de mai jos :

Jumătatea intervalului	10	30	50	70	90	110
funcție $f(t)$	0,0135	0,0191	0,0119	0,0048	0,0014	0,0004

Ou valorile inscrite în tabel se construiește curba diferențială  $f(t)$ . fig.69. Se determină valorile funcției  $D(t)$  pe

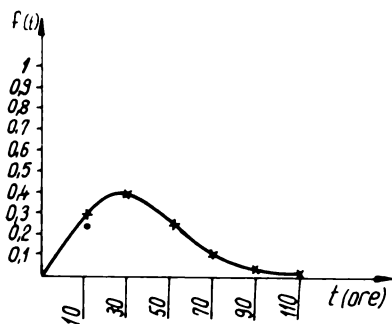


Fig.69  
Funcția de distribuție  $f(t)$  pt. combinele urmărite în exploatare

intervale cunoscând faptul că :

$$f(t_n \text{ centr}) = D(t_{n+1}) - D(t_n)$$

Ca urmare a acestei egalități rezultă:

funcția $D(t)$	funcția $F(t)$
$D(0) = 0$	$F(0) = 1$
$D(20) = 0,269$	$F(20) = 0,731$
$D(40) = 0,651$	$F(40) = 0,349$



$D(60) = 0,889$   
 $D(80) = 0,985$   
 $D(100) = 0,998$

$F(60) = 0,111$   
 $F(80) = 0,015$   
 $F(100) = 0,002$

Datele obținute se înscriu în tabelul de mai jos

Capetele intervalului	0	20	40	60	80	100	120
funcție D(t)	0	0,269	0,651	0,889	0,985	0,998	1
funcție F(t)	1	0,731	0,349	0,111	0,015	0,002	0

Cu datele înscrise în tabel se construiesc grafic funcțiile  $D(t)$  - probabilitatea de cădere fig.70.

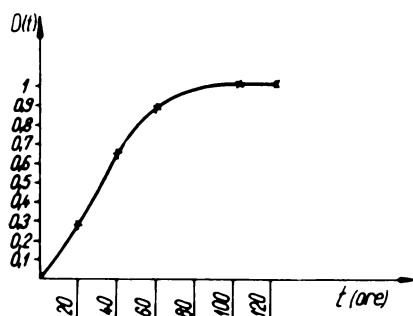


Fig.70  
 Funcția integrală D(t) pt. combinele urmărite în exploatare

12. Determinarea limitelor de veridicitate a timpului mediu de bună funcționare Pentru determinarea limitelor de veridicitate a timpului mediu de bună funcționare se folosesc relațiile :

$$\bar{t}_{\min} = \bar{t} \sqrt{\frac{b}{r_3}}$$

$$\bar{t}_{\max} = \bar{t} \sqrt{\frac{b}{r_1}}$$

în care:  $b$  - coeficientul Weibull  $b = 1,75$

$r_1$  și  $r_3$  - coeficienții a căror valoare se citește în tabelele statistice

Intrucit numărul de informații  $n_0$  depășește valoarea maximă din tabele, se consideră că adoptând valoarea maximă din tabel  $n = 100$  coeficientul  $r_1$  și  $r_3$  au valori suficiente de mici pentru a rezulta limite de veridicitate acceptabile.

Astfel pentru  $n_0 = 100$  și  $\alpha = 0,90$  rezulta  $r_1 = 1,14$  și  $r_3 = 0,88$ .

$$\left. \begin{aligned} \bar{t}_{\min} &= \bar{t} \sqrt{\frac{1,75}{0,88}} = 33,75 \\ \bar{t}_{\max} &= \bar{t} \sqrt{\frac{1,75}{1,14}} = 37,08 \end{aligned} \right\} \bar{t} = 36 \text{ ore}$$

13. Aspecte de ordin economic. Indicatorii fiabilității exprimați în principal probabilitatea apariției la un sistem tehnic a unor defecțiuni care duc la oprirea procesului de producție. Acești indicatori permit caracterizarea tehnică a fiabilității.

Un factor deosebit de important pentru producție îl constituie efectul economic, pe care îl poate asigura un nivel superior de fiabilitate. Este posibil ca mărind coeficientul de disponibilitate al mașinii, cheltuielile suplimentare de întreținere, reparații și amortizare prin introducerea de elemente de rezervă (redundanțe) să crească mai repede și să facă neeconomice soluțiile de creștere a indicilor de creștere a fiabilității.

Numărul și fluxul căderilor deși sînt indicatori foarte importanți ai fiabilității - nu ne arată costul mediu al înlăturării lor (se pot face și relativ multe căderi pe unitatea de timp, dar ele pot fi înlăturate într-un timp scurt și cu cheltuieli reduse sau dimpotrivă să intervină puține defecțiuni, dar care să imobilizeze mașina pe câteva zile și remedierea lor să coste foarte scump).

Este deci necesar să se poată asigura efectele economice ale diferitelor niveluri posibile de fiabilitate determinându-se în timpul rînd influența lor asupra cheltuielilor de exploatare pe oră și pe tonă de produs (la hectar lucrat).

Prin raportarea cheltuielilor de producție pe unitatea de timp de bună funcționare se realizează o sintesă a indicatorilor valorici cu cei fizici ai fiabilității (efectele valorice ale defecțiunilor fiind exprimate la numărător, iar cele de timp la numitor).

Din punct de vedere economic acest raport poate fi interpretat ca exprimînd eficiența economică a fiabilității.

În forma cea mai generală modelul matematic poate fi simbolizat astfel :

$$E_1 = \frac{C_1}{T_1} \quad (224)$$

$$C_1 = A_1 + R_1 + C_{oi} + S_1 \quad (225)$$

unde:  $A_1$  - amortizări

$R_1$  - întreținere și reparații

$C_{oi}$  - combustibil

$S_1$  - retribuția muncii

$C$  - cheltuielile directe de exploatare a mașinii calculate pentru timpul total aferent timpului de bună funcționare

În formulă, cheltuielile de exploatare se raportează la timpul de bună funcționare, pentru că din totalul timpului considerat, numai acesta se constituie în rezultate utile de producție.

Dacă s-ar putea determina acest indicator pentru o gamă suficient de largă, se constată că evoluția lui admite un optimum. Într-o primă fază îmbunătățirea indicatorilor tehnici și fiabilității duce la reducerea cheltuielilor de exploatare pe unitatea de timp de bună funcționare, atingerea unor niveluri superioare de fiabilitate comportă o creștere considerabilă a cheltuielilor de întreținere, reparații și perfecționări constructive ale mașinilor prin introducerea de elemente de rezervă (redondante) care încarcă cheltuielile pentru amortisamente și determină scăderea eficienței economice a mașinii. Nu se dispune în prezent de date pentru o gamă largă de mașini la care să fie determinat indicele fiabilității, dar considerăm că modelul prezentat se pretează la optimizare, prin determinarea valorii minime a mărimii  $H$ .

Factorii principali care determină variația lui  $C_1$  sunt :

a) Cheltuielile de întreținere și reparații, în special cele pentru  $EC_1$  ;

b) Costul de creșea mecanismelor, care trebuie plătit pentru întreținerea și de lucru, inclusiv pentru orele în care mașina nu funcționează din cauza unei defecțiuni, cu cât coeficientul de disponibilitate este mai mare, cu atât cheltuielile de retribuire se revin pe oră de funcționare scad.

Causele care aparțin concepției și care au fost discutate cu fabricantul, iar pe baza planurilor de măsuri întocmite s-au stabilit soluții pentru eliminarea lor, nu comportă cheltuieli suplimentare.

În cazul în care diferitelor niveluri ale indicatorilor de fiabilitate îmbunătățită sunt aferente și niveluri diferite de productivitate orară a mașinii, modelul de mai sus trebuie să includă și acest factor, căpătând astfel forma :

$$H_{1p} = \frac{C_1}{(T_1) \left( \frac{Q_1}{T_1} \right)} = \frac{C_1}{Q_1} \quad (225)$$

unde:  $Q_1$  - producția totală recoltată în tone

Pentru aprecierea eficienței economice a fiabilității la combinele tip, experimentată s-au luat în considerare trei variante de calcul și anume : varianta de combină pentru care s-a elaborat normativ de productivitate și consum (I), varianta experimentală (II) și varianta îmbunătățită pe baza planului de măsuri întocmit cu usina constructoare (III).

În toate trei variantele s-a asigurat un număr de 200 ore de recoltare efectivă, cărora le corespunde câte 250 ore de lucru (inclusiv deplasări de la o parcelă la alta, alimentarea cu combustibil, pregătirea etc).

Elementele care dif. reținșă cele trei variante sînt următoarele :

	I	II	III
Cheltuieli pentru $M_2$ , lei	4000	7000	3000
Coeфициentul de disponibilitate, %	0,75	0,67	0,81
Productivitatea orară	2,88	2,56	3,30

Calculul desfășurat se prezintă în tabelul 32.

Tabelul 32

Elementele economice ale unor niveluri diferite de fiabilitate la combina autoprofusată C-12, folosită la recoltarea grîului la o producție de 350 kg/ha.

Elementele economice	U/M	I conf. nor- mativ	II experimen- tată	III fabunăt- pită
1.	2.	3.	4.	5.
<u>Cheltuieli de amortisment și reparații</u>				
1. Preț de livrare (cu cabină)	lei	186196	186196	186196
2. Valoarea reziduală (1,31 lei/kg.)	lei	9000	9000	9000
3. Durata de serviciu normată	ani	16	16	16
4. Perioada de lucru	ore/an	450	450	450
5. Cheltuieli de întreținere și reparații	lei/h.	66,52	81,52	61,52
6. Cheltuieli de amortisment	lei/h	24,61	24,61	24,61
7. Total cheltuieli de amortisment și reparații	lei/h	91,13	106,13	86,13
<u>Indicatori economici</u>				
A. Cheltuieli directe:				
- Timpul de folosire al mașinii	h	250	250	250
- Timpul de runcționare efectivă	h	200	200	200
- Timpul de imobilizare din cauza defecțiunilor	h	50	66	38
- Ore ca- mecanizator	h	300	316	288
- Productivitate orară	t/h	2,88	2,56	3,30
1. Amortisment și reparații	lei/h.	91,13	106,13	86,13
- Consum combustibil	l/t.	3,2	3,5	2,5
	l/h.	9,21	8,93	7,9

2. Cheltuieli combustibil	lei/h.	9,58	9,39	8,21
- Distribuția mecanizatorilor	lei/h	16,87	16,87	16,87
- Distribuția pe timpul lucrat	lei	5061,00	5330,92	4858,56
3. Distribuție mecanizator folosire	lei/h.	20,24	21,32	19,43
4. Cheltuieli directe totale pe oră	lei/h.	120,95	136,84	113,77
5. Cheltuieli calculate pe tonă	lei/t.	41,99	53,45	34,47
6. Economii la cheltuieli directe	%	-	-27,3	+17,5
B. Necesari forță de muncă	ore-om/t.	0,35	0,39	0,30
economii la necesarul de forță de muncă	%	-	-11,43	+16,66

Din analiza comparativă a celor 3 variante rezultă că varianta a III-a îmbunătățită pe baza planurilor de măsuri întocmite cu uzinele constructoare, cheltuielile directe de exploatare se reduc în medie cu 17%, iar productivitatea muncii crește cu peste 16%.

14. Stabilirea metodei de determinare a resursei nodii a principalelor piese pe baza cercetărilor de fiabilitate. Așa după cum s-a mai arătat resursa pieselor este determinată de starea lor limită la care se ajunge datorită unei funcționări și deci a unei uzuri normale.

Pentru determinarea resursei pieselor, se pot aplica mai multe metode și anume :

- măsurarea inițială, pe parcurs și finală, când piesele au ajuns la limita de uzură ;

- măsurarea inițială și intermediară a pieselor determinându-se în acest caz uzura limită pe baza criteriilor tehnice, tehnologice, de reparabilitate și economice, precum și a tehnologiilor de reparații ;

- măsurarea prin sondaj a unui lot de piese din același fel a uzurii rezultate după diferite perioade de funcționare.

Prima metodă este aplicabilă la piese la care se pot demonta ușor și la care demontarea lor nu influențează funcționarea ulterioară a mașinii. De asemenea această metodă poate fi aplicată la



mașinile care nu sînt legate la perioadele a,roteanice. Ultima metodă se poate aplica la același tip de piese care funcționează aproximativ în aceleași condițiuni care au același caracteristici și aceleași dimensiuni.

În funcție de aceste criterii, precum și de limitele de uzură stabilite în tehnologiile de reparații s-a determinat resursa totală și resurse rezanente la combina C-12 pentru cele trei mari subansambluri care au avut durate de funcționare diferite și anume :

- piesele de la transmisie ;
- piesele de la echipamentele de recoltat cereale ;
- piesele de la echipamentele de recoltat porumb și tineri.

Pentru fiecare piesă studiată, au fost întocbite fișe de măsurători care conțin desenele piesei, locurile de măsurare, materialul și eventualele tratamente, dimensiunile inițiale, perioada de funcționare, dimensiunile după terminarea încercărilor, precum și uzura rezultată.

Exemple de fișe de măsurare pentru unele piese de la transmisie, echipamentul de cereale și echipamentul de recoltat porumb sînt date în anexă.

Pe baza măsurătorilor efectuate și a relațiilor de calcul stabilite în metodă, s-a determinat resurse medii a principalelor piese de la echipamentele combinate.

Avînd în vedere că o piesă poate avea mai multe locuri supuse uzurii în procesul de funcționare la stabilirea resursei s-a avut în vedere zona care a ajuns la uzură limită în perioada de funcționare cea mai scurtă.

În conformitate cu considerațiunile teoretice stabilite anterior resursa rezanentă a pieselor se determină în funcție de resursa totală stabilită cu ajutorul vitezei de uzură și constă în diferența dintre resursa totală și resursa epuizată în perioada experimentală.

Apă determinarea resursei rezanente a piesei și a resursei totale ale mulțimii de piese, s-a determinat resursa totală a piesei.

S-au stabilit limitele de veridicitate ale resursei totale a piesei.

S-a făcut verificarea includerii limitelor inferioare și superioare a piesei în mulțimea de piese prin condiția :

min.  
res. piesă

min  
res. mulțime

max  
res. piesă

max.  
res. mulțime

La toate piesele măsurate, limitele resursei totale ale piesei au fost incluse în limitele de veridicitate ale mulțimii pe piese nu mai fiind necesare corectările resursei totale a piesei.

Pe baza resurselor determinate pentru fiecare tip de piesă, s-a putut stabili pentru prima dată pe baze științifice și normale de consum de piese. de schiab pentru combina 5-12.

Consumul anual de piese de schiab s-a determinat cu ajutorul relației :

$$n = \frac{T \cdot i}{t} \quad (227)$$

unde: n - norma de consum de piese de schiab pentru o mașină ;

t - durata normată de funcționare a piesei în timp de un an, în ore

T - resursa totală a piesei, în ore ;

i - numărul de piese de același fel existente pe mașină.

Deoarece normele de consum de piese de schiab se dau pentru 100 mașini la stabilirea normativului se va aplica relația :

$$n = \frac{T \cdot i \cdot 100}{t} \quad (228)$$

În tabelele 33, 34, 35 sînt prezentate reparațiile, uzurile determinate experimental, viteza (intensitatea) uzurii, uzura limită resursa piesei în ore, precum și norma anuală de consum de piese de schiab pentru 100 de combine, la principalele piese de la transmisie, echipamentul de recoltat cereale păioase și echipamentele de recoltat porumb.









(continuare) TABEL CU PRINCIPALELE PIESE DE LA ECHIPAMENTELE CS4M ȘI EDM LA CARE SE DETERMINĂ RESURSA

Nr. piese	Denumirea sub-samplului și a piesei	Reperul	Uzura medie măsurată (mm)		Viteza uzurii (mm/h)	Uzura limită (mm)		Resursa în limite de uzură		Resursa totală		Resursa în uzură		Resursa în uzură		Norma medie anuală de consum de piese	
			Arbore	Arbore		Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore	Arbore		Arbore
<b>IX. ELEMENTE ȘTILBULETI</b>																	
23	Lent cu racheti conice	EDM-610	0,8	0,8	10 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	16,3	114	220	278	229	335	250	16,3	350	80
15	Roda lent Z-7	EDM-619	0,4	0,4	34 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	618	433	834	733	548	949	750	488	1050	25
16	Roda lent Z-38	EDM-618	0,25	0,25	15 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	1125	768	1519	1290	903	1634	1250	813	1750	15
	Lejer	EDM-624	0,8	0,8	15 <sup>-3</sup>	0,3	0,3	300	210	405	415	325	520	200	130	280	400
	At. transmisie	EDM-620	0,4	0,4	12 <sup>-3</sup>	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	420	273	588	4,5
12	Grip conic	EDM-610	0,80	0,80	7 <sup>-3</sup>	0,8	0,8	0	0	0	0	0	0	120	77	168	160
<b>X. TRANSMISIE DREAPTĂ</b>																	
17	Roda lent Z-15	EDM-70	0,45	0,45	33 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	526	367	710	641	482	825	650	429	910	30
18	Roda lent Z-20	EDM-750	0,50	0,50	43 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	477	334	644	522	449	757	580	377	812	34
	Lejer	EDM-740	0,15	0,15	13 <sup>-3</sup>	0,15	0,15	77	54	104	122	169	249	220	130	280	100
	Rulment	EDM-745	0,40	0,40	12 <sup>-3</sup>	0,15	0,15	63	44	85	178	159	220	200	130	280	100
	Rulment	EDM-745	0,40	0,40	12 <sup>-3</sup>	0,15	0,15	63	44	85	178	159	220	200	130	280	100
<b>XI. TRANSMISIE ȘTILBULETI</b>																	
	Lejer intermediar	EDM-640	0,12	0,12	1 <sup>-3</sup>	0,3	0,3	800	126	243	235	241	359	300	193	420	65
	Roda lent Z-4	EDM-69	0,32	0,32	27 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	807	565	1029	922	680	1224	925	601	1295	20
	Rulment	EDM-69	0,18	0,18	15 <sup>-3</sup>	0,2	0,2	43	9	18	128	124	183	140	91	196	140
	Rulment	EDM-69	0,18	0,18	12 <sup>-3</sup>	0,2	0,2	50	35	68	165	150	213	170	111	238	117
<b>XII. DISCIZII UNIFORMIZATOARE</b>																	
19	Roda lent Z-13	EDM-604	0,35	0,35	3 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	717	522	968	832	677	1083	830	540	1162	24
20	Roda lent Z-50	EDM-611	0,30	0,30	26 <sup>-3</sup>	2,5	2,5	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
	Palete	EDM-612	1,25	1,25	48 <sup>-3</sup>	0,5	0,5	440	308	594	555	429	709	550	358	770	36
	Lejer	EDM-612	0,12	0,12	1 <sup>-3</sup>	0,5	0,5	380	266	513	495	381	628	500	325	700	40
<b>XIII. LĂȘTARI CU ZALE</b>																	
21	Lent cu racheti	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
21	Lent RA, RA, RA	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
21	Lent RA, RD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
22	Lent RA, RD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
22	Lent RA, RD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
22	Lent RA, RD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
22	Lent RA, RD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
24	Lent transmisie	EDM-607	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
23	Lent cu palete	EDM-610	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
23	Lent RA, SA, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
23	Lent RA, ST, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20
24	Lent RA, SD, RD	EDM-604	0,12	0,12	4 <sup>-3</sup>	4,0	4,0	846	592	1142	967	707	1237	960	624	1344	20

(\*) Limite de uzură de piese se înregistrează în limite de uzură de mașinărie de fabricație de piese

C O N C L U Z I I

1. Hotărârile Congresului al II-lea al Partidului Comunist Român prevăd ca în perioada 1976 - 1980 să se asigure mecanizarea totală a proceselor de muncă din agricultură. Ca urmare a acestor hotărâri se vor scinda în această perioadă peste 270 mașini și instalații agricole, care împreună cu mașinile și instalațiile existente va face ca agricultura să fie considerată ca o variantă a producției industriale, cu o tehnică complexă a cărei utilizare sezonieră (specifică lucrărilor din agricultură) să asigure un nivel ridicat al indicilor de fiabilitate. Necesitatea studiilor și îmbunătățirii indicilor de fiabilitate se impune cu atât mai mult cu cât o serie de lucrări agricole importante (seamnă, combaterea dăunătorilor, recoltat etc) sînt limitate în timp și condiționează în mod direct productivitatea la hectar, fapt care reclamă o funcționare fără defecțiuni a mașinilor în perioada optimă de executare a lucrărilor agricole respective.

2. Dat fiind numărul ridicat al culturilor care sînt recoltate mecanizat și a adaptabilității la recoltarea acestora cu ajutorul diferitelor echipamente, combina autopropulsată C-12 prezintă o importanță deosebită pentru agricultură.

Ținînd seacă de condițiile arătate mai sus, studiarea indicilor de fiabilitate ai combinii C-12 precum și stabilirea și aplicarea măsurilor în vederea îmbunătățirii lor, cu o importanță deosebită care cere o activitate organizată și permanentă de urmărire în exploatare și îmbunătățire constructivă.

Opportunitatea pentru agricultură și industrie a determinării și îmbunătățirii indicilor de fiabilitate la combina C-12 este dată de complexitatea mașinii, de prețul de cumpărare ridicat cît și de cheltuielile mari ce se înregistrează cu exploatarea și întreținerea ei.

3. Din studiile documentare efectuate rezultă cu majoritatea a rezultatelor întreprinse pînă în prezent în domeniul fiabilității au fost canalizate în domeniile aviației, în sectoarele electronice și electrice unde eventualele căderi pot provoca atât pierdere de viați omenești cît și pierderi materiale foarte importante.

În domeniul tehnicii agricole cercetările de fiabilitate nu au căputat răspîndire necesară atît datorită lipsei unei tehnice

experimentale puse la punct cît și existenței unui sistem informațional care să permită colectarea și prelucrarea datelor experimentale.

4. Pe baza cercetărilor teoretice efectuate s-a stabilit că legile de repartiție folosite în calcularea indicilor de fiabilitate la elemente simple se pot aplica cu rezultate bune și în calculul indicilor de fiabilitate ai sistemelor tehnice complexe cu elemente eterogene. Mașinile agricole sînt în general de complexitate ridicată atît datorită elementelor componente cît și a condițiilor variabile de lucru și țînind seama de faptul că durata de utilizare în casele agricole în condiții normale de lucru este de maximum 3 luni, iar posibilitățile de completare a cercetărilor pe standuri în unele cazuri, în prezent este imposibilă și foarte costisitoare prin lucrare se stabilește modul de aplicare al legilor statistice de repartiție la determinarea indicilor fiabilității și la mașinile agricole complexe.

5. Prin aplicarea în cadrul cercetărilor teoretice și experimentale ale prevederilor metodicii elaborate a rezultat că elementele de originalitate pot fi folosite și generalizate la experimentarea mașinilor agricole în vederea determinării indicilor de fiabilitate. Pe baza acestei metodicii se poate interveni operativ la îmbunătățirea constructivă și funcțională a mașinilor agricole luîndu-se măsuri eficiente pe linia îmbunătățirii și modernizării permanente a utilajelor agricole.

6. Unul din aspectele deosebit de importante în aplicarea și extinderea cercetărilor de fiabilitate este stabilirea unui sistem informațional adecvat pentru colectarea și prelucrarea datelor statistice. Sistemul informațional propus prin lucrare, prin aspectele sale originale permite obținerea și prelucrarea la mașinile electronice de calcul a tuturor informațiilor necesare pe baza cărora să se poată stabili timpul mediu de bună funcționare, fluxul căderilor, cauzele care le produc, modul de remediere, timpul de imobilizare, volumul de timp necesar pentru remedierea defecțiunilor, precum și alte aspecte care pot contribui la îmbunătățirea utilajelor agricole în termen cît mai scurt.

7. Sistemul informațional elaborat prin codificarea tuturor elementelor necesare permite culegerea și prelucrarea datelor pentru determinarea indicilor de fiabilitate la piese, subansambluri, grupe de piese și pe mașină în întregime ei, ceea ce scoate în

evitarea organului sau subansamblului care intră în componența mașinii și care conduce la înrăutățirea indicilor de fiabilitate ai mașinii. Asupra elementelor care au indicii de fiabilitate scăzuți trebuie intervenit în primă urgență, în vederea asigurării unei funcționări a mașinii cu minimum de defecțiuni în perioada de exploatare.

8. Lucrarea stabilește pentru prima dată indicii de fiabilitate care caracterizează mașinile și instalațiile agricole. Datorită condițiilor de lucru, a complexității mașinii, a gradului de progrese tehnice al mecanismelor și a stabilității indicii de bază care trebuie să fie determinați în cadrul cercetărilor de fiabilitate sînt timpul medii de bună funcționare, timpul medii de reparații, de întreținere tehnică, de deservire tehnologică, disponibilitatea tehnică, de mentenanță și funcțională, fluxul căderilor pe subansambluri, grupe de piese și mașină, densitatea căderilor, probabilitatea funcționării fără defecțiuni și resursele pieselor, indicatori care reflectă atât din punct de vedere constructiv cât și funcțional aspectele de care trebuie să țină seama constructorul în procesul de fabricație și beneficiarul în exploatarea mașinii.

9. În cadrul contribuțiilor teoretice rezultate în urma cercetărilor efectuate s-a stabilit modul de determinare al numărului de mașini care să fie supuse încercărilor în vederea obținerii unor valori veridice care să caracterizeze mulțimea. Astfel, cercetările de fiabilitate se pot efectua atât pe un număr restrîns de exemplare cu urmărirea permanentă și fotografieră tuturor aspectelor care apar în procesul de funcționare cât și pe loturi de mașini pe baza cărora să se poată stabili conformanța dintre rezultatele obținute pe un număr restrîns de exemplare (1-3) și pe lotul de mașini din aceeași fabricație.

10. Prin analizarea aspectelor tribologice care au loc atât în cadrul cuplurilor mecanice cât și între organele de mașini și materialele agricole, s-a stabilit pe baza științifice resursele totale și remanente ale pieselor componente ale mașinilor agricole, iar cu ajutorul considerentelor teoretice s-au determinat resursele veridice ale flexării piese în parte. Stabilirea pentru prima dată pe baze teoretice a resurselor pieselor a permis punerea bazei științifice ale normativelor de consum de piese de schimb necesare în procesul de exploatare și reparații a mașinilor agricole.

12. Modelarea economico-matematică a indicilor de fiabilitate contribuie la evidențierea aspectelor economice deosebit de importante în exploatarea și folosirea cu maximum de randament al mașinilor în perioada campaniilor agricole. Cercetările efectuate pe combina C-12 au scos în evidență faptul că prin aplicarea la producția de serie a prevederilor planurilor de măsuri tehnico-economice elaborate pe baza cercetărilor de fiabilitate, cheltuielile de exploatare, întreținere și reparare pot fi reduse cu peste 15%.

12. În lucrare, au fost puse pentru prima dată bazele unui sistem organizatoric adecvat verificării periodice în condiții de producție a mașinilor agricole din fabricația de serie, în diferite zone ale țării care să cuprindă condiții diferite de teren, vegetație, climă.

Astfel se propune stabilirea de zone caracteristice, stabilirea <sup>a</sup> unei unități în cadrul fiecărei zone care să aibă sarcini anuale pentru asigurarea exploatării în exploatare a unor grupe de mașini agricole și tractoare, stabilirea răspunderii ce va reveni acestora, stabilirea răspunderii ce va reveni laboratorului de specialitate din cercetare față de unitățile stabilite în exploatare, stabilirea relațiilor permanente ce trebuie să existe între cercetare-constructor-centrala industrială a mecanizării, întocmirea planurilor de măsuri pentru constructor, proiectant și beneficiar și validarea imediată a acestora, precum și verificarea aplicării.



## C U P R I N S

Page

### PARTEA I-a

#### REALIZARI ACTUALE IN DOMENIUL FIABILITATII MASINILOR AGRICOLE

<u>Capitolul 1</u> - Considerațiuni generale privind fiabilitatea și durabilitatea mașinilor . . . .	1
<u>Capitolul 2</u> - Terminologia specifică fiabilității . . . .	7
<u>Capitolul 3</u> - Elemente ale teoriei fiabilității . . . .	9
<u>Capitolul 4</u> - Oportunitatea abordării tezei . . . .	29

### PARTEA II-a

#### INDICIILOR DE FIABILITATE TEORETICI ȘI EXPERIMENTALI

<u>Capitolul 1</u> - Considerațiuni teoretice privind fiabilitatea combinelor autopropușate C-12 . . . .	35
<u>Capitolul 2</u> - Indicii de bază ai fiabilității la combinatele autopropușate . . . .	51
<u>Capitolul 3</u> - Indicii complecși ai fiabilității mașinilor agricole . . . .	59
<u>Capitolul 4</u> - Căile de creșterea fiabilității mașinilor agricole . . . .	61

### PARTEA III-a

#### STUDIUL METODIC AL METODELOR DE DETERMINARE A INDICIILOR DE FIABILITATE LA COMBINELE C-12

<u>Capitolul 1</u> - Metodica de determinare a indicilor de fiabilitate ai combinelor de recoltat cereale păioase și porumb . . . .	67
<u>Capitolul 2</u> - Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentale . . . .	85
Concluzii . . . .	162
BIBLIOGRAFIE . . . .	166
Alte date . . . .	...