

1.1. Funcționarea lagărelor de alunecare

Funcționarea lagărelor este asigurată de mișcarea de rotație efectuată de fusurile arborilor. Între fusuri și cuzinet iau naștere forțe de frecare datorate presiunii exercitate prin forțele de încărcare ale arborelui.

Forța de frecare este definită ca fiind rezistența care frânează sau împiedică mișcarea relativă a două corpuri.

Funcționarea lagărului se produce atunci când diametrul fusului este mai mic decât diametrul cuzinetului. Spațiul rămas liber în interiorul cuzinetului se numește joc radial și este umplut cu un lichid de ungere, numit lubrifiant.

Lubrifiantul are rolul de a crea o peliculă între fus și cuzinet, reducând astfel frecarea, care nu mai are loc între două metale, ci între metal și o substanță în stare fluidă.

În cazul funcționării lagărelor, se întâlnesc următoarele faze ale frecării:

- frecarea uscată;
- frecarea la limită;
- frecare fluidă.

• **Frecarea uscată** ia naștere atunci când are loc contactul direct între două suprafețe metalice.

Există două teorii care explică frecarea uscată: teoria mecanică și teoria moleculară.

În teoria mecanică, frecarea este considerată ca o rezistență la înaintare, datorată asperităților suprafețelor în contact, care se rup la deplasarea relativă a suprafețelor (Fig. 3.4.).

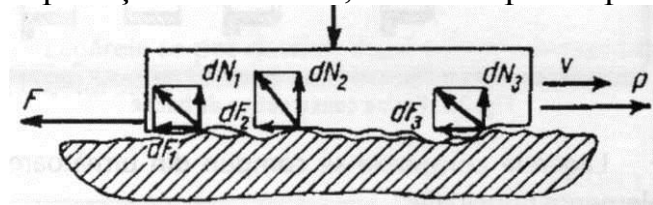


Fig. 3.4. Teoria mecanică a frecării uscate

Teoria moleculară consideră frecarea ca fiind rezultatul învingerii interacțiunii automoleculare, a adsorbției moleculare sau chiar a unor micropunți de sudură (Fig. 3.5.)

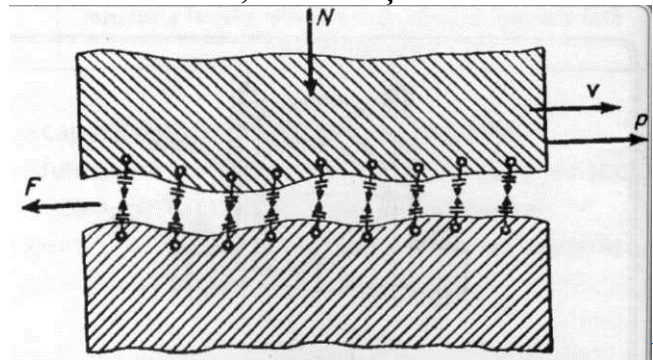


Fig. 3.5. Teoria moleculară asupra frecării uscate

La acest tip de frecare, se aplică legea enunțată de Coulomb: $F = \mu \cdot N$,

unde: F - forța de frecare;

μ - coeficient de frecare de alunecare;

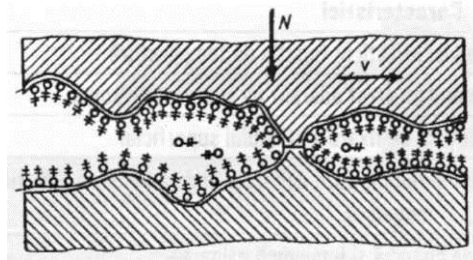
N - forța normală la suprafețele de contact.

• **Frecarea la limită** se definește ca o stare de lubrifiere, în care frecarea dintre cele două suprafețe este determinată de proprietățile suprafeței și de cele ale lubrifiantului. Ea se

caracterizează prin interpunerea unuia sau a mai multor straturi subțiri, moleculare, de lubrifiant, care, de regulă, conduce la evitarea contactului dintre cele două suprafețe.

Se consideră că frecarea la limită se datorează proprietăților straturilor monomoleculare de lubrifiant ad-sorbit de suprafețe (Fig. 3.6.).

Fig. 3.6. Frecarea la limită.



Frecarea la limită este foarte greu de realizat, deoarece stratul-limită, având o grosime de câteva molecule, nu este continuu. Acest strat va fi străpuns de microasperitățile rezultate la prelucrare chiar și pe suprafețe foarte fin prelucrate.

• **Frecarea fluidă** presupune folosirea, în afară de stratul adsorbit de cele două suprafețe, a unui alt strat de lubrifiant, cu grosime mult mai mare decât a celui adsorbit. În acest strat are loc curgerea lubrifiantului. Condiția de existență a acestui tip de frecare este ca asperitățile suprafețelor să fie complet separate prin lubrifiant. Forțele de frecare care iau naștere în stratul de lubrifiant sunt datorate viscozității acestuia și se determină pe baza legilor de curgere a fluidelor (Fig. 3.7.).

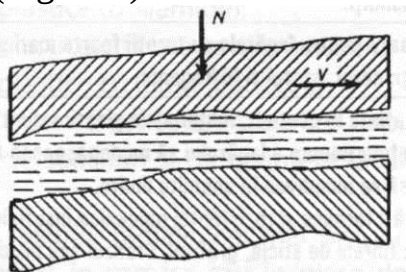


Fig. 3.7. Frecarea fluidă

Majoritatea lagărelor funcționează cu ungere. Din momentul pornirii și până ajung la turația de regim, acestea trec prin toate fazele frecării, prezentate în figura 3.8.

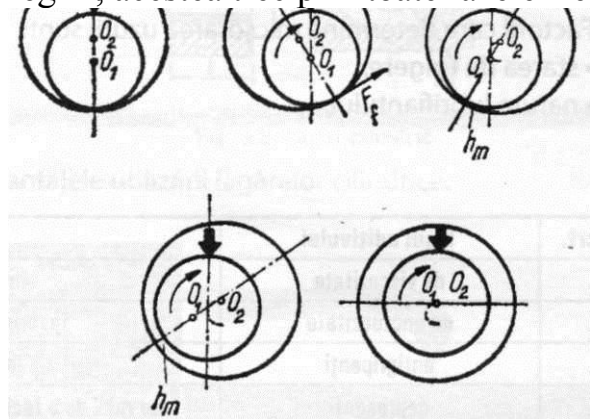


Fig. 3.8. Fazele funcționării unui lagăr

Dacă asociem fiecărei faze de lucru tipul de frecare, vom avea:

- înainte de pornire și în momentul pornirii - frecare uscată;
- zona turației reduse, înainte de atingerea turației de regim - frecare la limită;
- zona turației de regim - frecare fluidă; în acest moment, începe antrenarea lubrifiantului în mișcarea de rotație, ceea ce duce la modificarea coeficientului de frecare.

Funcționarea lagărelor de alunecare se face, în majoritatea cazurilor, în regim de frecare fluidă. Acest lucru duce la reducerea semnificativă a frecării, la evitarea blocării și la micșorarea uzării.

12. Uzarea lagărelor de alunecare

Uzarea reprezintă procesul de distrugere a suprafețelor în contact, în timpul frecării, care

este urmat de o schimbare a calității, a geometriei și a proprietăților stratului superficial al materialului.

Factorii care determină micșorarea uzurii sunt:

- starea de ungere;
- natura lubrifiantului;
- cuplul de materiale fus-cuzinet;
- aspectul microasperităților suprafețelor în contact.

Îmbunătățirea calităților de ungere, precum și a proprietăților fizico-chimice, se face prin adăugarea în uleiuri a unor mici cantități de aditivi, conform recomandărilor din tabelul 3.2.

Tabelul 3.2.

Nr. crt.	Tipul aditivului	Caracteristici
1.	de viscozitate	îmbunătățesc variația viscozității în funcție de temperatură
2.	de onctuozitate	favorizează absorbția formând un strat aderent pe suprafețele solide
3.	antigripanți	au o activitate pronunțată de fixare a stratului superficial
4.	depresanți	facilitează curgerea fluidului la temperaturi coborâte și micșorează punctul de congelare
5.	inhibitori	oferă stabilitatea chimică și împiedică oxidarea
6.	anticorozivi	împiedică acțiunea de coroziune a lubrifiantului

În tabelul 3.3. sunt prezentate diverse tipuri de lubrifianți, care sunt recomandați în scopul micșorării uzurii lagărelor de alunecare.

Tabelul 3.3.

Nr. crt.	Tipul de lubrifiant	Caracterizare
1.	Unsurile consistente	Sunt amestecuri de uleiuri minerale cu un săpun sau un amestec de săpunuri metalice. Se folosesc săpunuri de: calciu, sodiu, aluminiu, bariu sau litu. Au următoarele proprietăți: - punctul de picurare, adică temperatura la care unsoarea separă uleiul în faza lichidă, este mai mare decât a mediului ambiant; - au stabilitate coloidală, adică nu se pot separa în componente; - au stabilitate la oxidare; - sunt rezistente la apă.
2.	Lubrifianții solizi	Au forma unei pulberi fine. Ei trebuie să îndeplinească următoarele condiții: - eforturile unitare de forfecare să fie mici; - să prezinte afinitate față de suprafețele solide. Aceste condiții sunt satisfăcute de grafit și de bisulfură de molibden. Lubrifianții solizi se folosesc sub formă de pulberi fine sau adăugați în lubrifianții obișnuiți.
3.	Lubrifianții gazoși	Au o viscozitate mică față de uleiuri. Se întrebuintează pentru lagărele cu turații foarte mari și cu sarcini mici. În prezent, drept lubrifianți gazoși sunt folosiți: aerul, azotul și hidrogenul.
4.	Masele plastice	Când sunt depuse în straturi subțiri pe suprafețele aflate în contact, materialele plastice sunt considerate lubrifianți solizi. Trebuie urmărit ca temperatura de funcționare a lagărului să nu depășească temperatura de curgere a materialului și ca presiunea specifică să se încadreze în anumite limite. La sarcini și viteze mari, datorită slabei conductivități termice și rezistenței mecanice insuficiente, se recomandă introducerea unor ingrediente cum ar fi: fibrele de sticlă, grafitul, bronzul sau bisulfură de molibden.
5.	Autolubrifianții	Sunt materiale sintetizate poroase, impregnate cu lubrifiant. Se consideră autolubrifianți și materialele plastice depuse în straturi subțiri pe suprafețe de frecare dure (teflon).

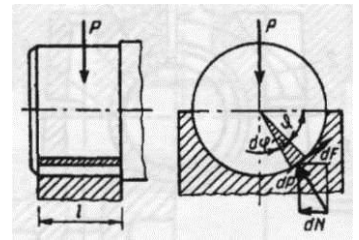
13. Lagăre cilindrice

Din punct de vedere funcțional, lagărele cu fusul alcătuiesc un ansamblu cu rol de susținere

pentru arbore. De aceea, ele se calculează și se proiectează împreună. Forma lagărului (Fig. 3.9.) este simplă și asigură o capacitate portantă mare.

Fig. 3.9. Lagăr cilindric

În schema alăturată, sunt prezentate avantajele și dezavantajele utilizării lagărelor cilindrice.



Utilizarea lagărelor cilindrice	
Avantaje	Dezavantaje
rezistență mare la uzare	precizie mică la centrare
ungere prin mijloace și metode simple	ghidare imprecisă din cauza jocului relativ mare dintre fus și cuzinet
execuție ușoară	moment de frecare ridicat în cazul frecării uscate
comportare bună la regimuri vibratorii	
poate fi executat la orice dimensiuni	
funcționare fără zgomot	

Lagărele cilindrice se execută din următoarele materiale:

- fusul se poate executa din oțel tratat termic;
- cuzinetul, respectiv bușă se poate executa din:
- bronz, pentru sarcini mari și viteze medii;
- fontă antifricțiune, pentru presiuni și viteze mici;
- materiale sinterizate, pentru presiuni foarte mici
- mase plastice (poliamide);
- mase plastice cu fibre textile (textolit);
- mase plastice cu lemn (lignofol).

Formele constructive ale fusurilor depind de diametrul lor, de solicitări și de cerințele locului de utilizare.

Pentru fusurile radiale, cel mai simplu lagăr este alezajul realizat în carcasa sau în piesa de susținere, având, eventual, un orificiu pentru ungere (Fig. 3.10., a). Poate fi utilizat la solicitări mari, dacă în alezaj se introduce o bușă metalică confecționată din una sau mai multe bucăți (Fig. 3.10., b). Cuzinetul poate avea formă de flanșă (Fig. 3.10., c, d) sau, în cazul aparatelor de mare precizie, când cuzinetul este din piatră, este nedemontabil (Fig. 3.10., e).

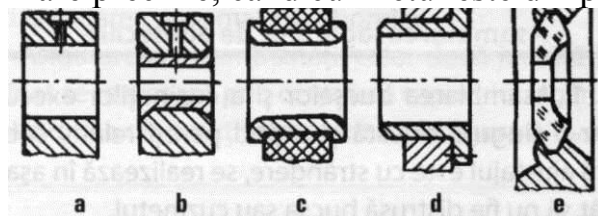


Fig. 3.10. Soluții constructive pentru lagăre radiale

Acest tip de lagăr prezintă dezavantajul că, după ovalizare, nu mai pot fi schimbate. Pentru a se putea demonta fără deplasarea întregului arbore, se utilizează lagărele secționate (Fig. 3.11).

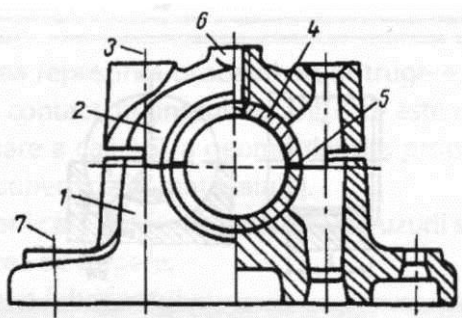


Fig. 3.11. Lagăr secționat 1- corpul la lagărului; 2- capacul lagărului; 3, 7 - șuruburi; 4- cuzinet; 5- distanțiere; 6- locaș de ungere.

Capsula acestui lagăr este prinsă cu șuruburi, iar cuzinetul este confecționat din cel puțin două bucăți. Când cuzinetul se ovalizează, este posibilă reglarea jocului prin strângerea șuruburilor sau prin eliminarea foițelor care se găsesc la suprafața de separare a capacului de corp.

În figura 3.12. sunt prezentate soluții constructive pentru ungerea lagărelor radiale, care se poate face:

- printr-o degajare practică în partea mai puțin solicitată a lagărului;
- prin orificii de ungere;
- prin întreținere continuă, prin inele de pâslă sau prin bușe din material sinterizat, lagărele expuse impurităților fiind închise cu un capac pentru a evita griparea.

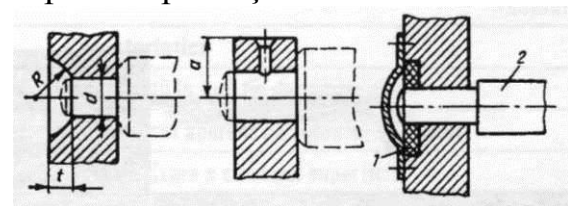


Fig. 3.12. Soluții constructive pentru ungerea lagărelor radiale 1 - arbore; 2 - capac

14. Asamblarea lagărelor cilindrice

Asamblarea lagărelor cilindrice se realizează diferit, în funcție de varianta constructivă.

Pentru asamblarea unui lagăr axial trebuie avute în vedere următoarele aspecte:

- poziția fusului în cuzinet trebuie să permită permanent ca suprafața fusului să fie așezată în cuzinet, lăsând spațiul necesar introducerii uleiului pentru ungere;
- ungerea suprafețelor în contact să fie continuă;
- să fie prevăzută posibilitatea de reglare a jocului fără demontarea cuzinetului;
- materialele din care sunt confecționate fusul și cuzinetul să aibă rezistență mecanică și la coroziune adecvate;
- înlocuirea cuzinetului să se facă ușor;
- fixarea lagărului să fie sigură, ușor accesibilă și ușor de supravegheat;
- răcirea lagărului să fie corespunzătoare, astfel încât acesta să nu depășească temperatura de regim;
- să nu se piardă ulei în timpul funcționării sau al staționării;
- întreținerea să fie ieftină și sigură.

♦ Asamblarea lagărelor de alunecare

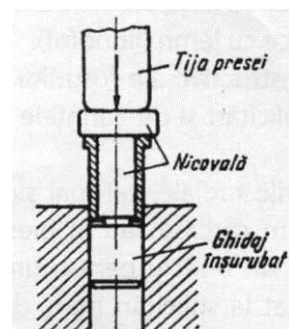
1. Asamblarea bușelor și a cuzinetelor executați dintr-o singură bucată și având pereți relativ subțiri, dacă ajustajul este cu strângere, se realizează în așa fel, încât să nu fie distrusă bușa sau cuzinetul.

Pentru realizarea acestei asamblări, se folosesc scule și dispozitive corespunzătoare.

Pentru asamblarea bușelor, se folosesc prese, iar pentru păstrarea formei, sunt folosite dispozitive speciale (Fig. 3.13.).

Fig. 3.13. Montarea bușelor prin presare

Nicovala are rolul de a rigidiza bușa, dar și de a transmite forța de presare. Ghidajul, montat prin înșurubare în nicovală, are rolul de a menține în timpul montajului coincidența dintre axa bușei și a găurii.



În situația în care la locul de montaj nu există o presă și dimensiunile bușei o permit, se poate realiza montarea ca în figura 3.14.

Fig. 3.14. Montarea manuală a bușelor

În acest caz, transmiterea forței de presare se realizează cu o nicovală asemănătoare, cu deosebirea că ghidarea se va face printr-o bușă, din exterior.

Pentru a reduce deformările care pot apărea, ciocanul folosit trebuie confecționat dintr-un material nemetalic (de exemplu, lemn). După presare, bușele sunt calibrate, folosind o bilă sau un calibru-tampon (Fig. 3.15.).

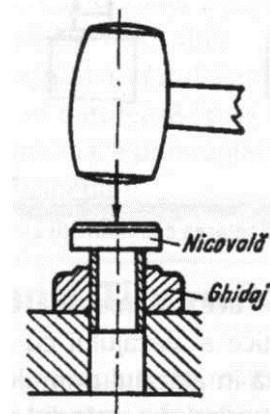
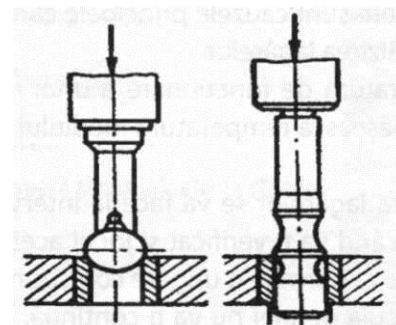
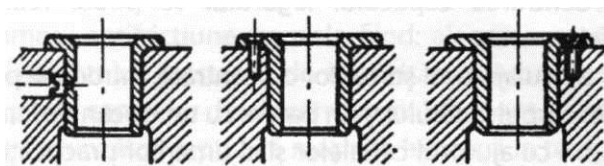


Fig. 3.15. Calibrarea bușelor după montajul prin presare



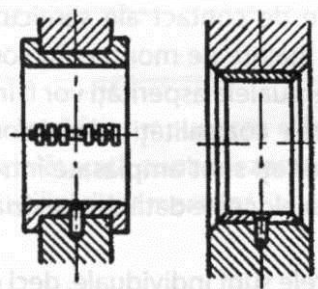
2. Dacă bușele și cuzineții confecționați dintr-o singură bucată sunt montați cu ajustaj intermediar, aceștia trebuie asigurați împotriva rotirii. Acest lucru se face folosind șuruburi, știfturi filetate sau nefiletate, care se montează în gulerul bușei sau în zona cilindrică a lagărului (Fig. 3.16.).

Fig. 3.16. Soluții de asigurare împotriva rotirii



Cuzineții lagărelor de alunecare confecționați din două bucăți se montează cu ajustaj intermediar. Blocarea contra rotirii se realizează prin intermediul unui știft; acesta blochează de regulă jumătatea inferioară. Blocarea cu ajutorul unui știft este prezentată în figura 3.17.

Fig. 3.17. Soluții de blocare a cuzinetului din două bucăți



Știfturile se montează prin presare în locașuri, aplicând lovituri cu ajutorul unui ciocan confecționat din lemn.

3. La asamblarea lagărelor din două bucăți, trebuie acordată atenție asigurării jocului dintre fus și cuzinet, dar și concentricității celor două jumătăți de cuzinet.

Nerespectarea concentricității duce la deformarea și ovalizarea alezajului pentru fus în timpul funcționării, iar un joc prea mic duce la creșterea forței de rezistență, deci la rodarea prea mare a arborelui.

Asigurarea concentricității celor două jumătăți de cuzinet se realizează prin centrarea capacului lagărului, folosind una din soluțiile prezentate în figura 3.18.

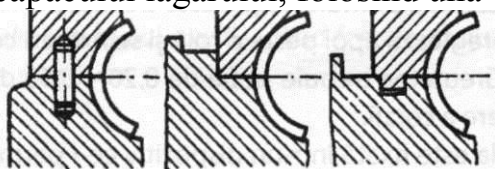


Fig. 3.18. Soluții de poziționare a capacului de lagăr

Centrarea capacului lagărului se poate realiza astfel:

- a - cu ajutorul știfturilor de centrare, introduse presat în corpul lagărului, prin batere cu un ciocan de lemn;
- b - cu ajutorul canalelor și al umerilor practicați în corpul lagărului;
- c - folosind cepuri de fixare.

La finalizarea operației de montare, capul se fixează cu șuruburi.

Pentru realizarea jocului necesar între fus și cuzinet, se introduc adaosuri de reglare sub formă de foi subțiri de alamă sau de oțel. După montaj, dacă jocul nu corespunde, se scot sau se mai introduc foițe metalice pentru lagăre de dimensiuni mici, iar lagărele de dimensiuni mari sunt reglate cu șuruburi prevăzute în acest sens.

Suprafețele de contact ale semicuzineților vor fi bine verificate înainte de montare în corpul și capacul lagărului și eventualele asperități vor fi îndepărtate.

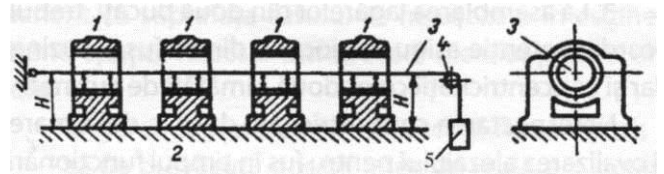
4. Realizarea coaxialității alezajelor. Când alezajele pentru cuzineți sunt amplasate într-o carcasă, co-axialitatea alezajelor este dată de precizia de prelucrare a carcasei.

Dacă lagărele sunt individuale, deci corpurile acestora sunt montate separat, este necesară efectuarea operației de reglare a coaxialității.

Pentru lagăre având diametrul mai mare de 150 mm, reglarea se va face cu ajutorul dispozitivului din figura 3.19.

Fig.3.19. Reglarea coaxialității prin metoda corzii:

1- lagăr; 2 - postament; 3- coardă pian; 4 - rolă; 5 - greutate



Metoda constă în trecerea unei corzi de pian cu diametrul de 0,10 - 0,25 mm de-a lungul axelor lagărelor. După ce coarda a fost fixată în așa fel încât ea să materializeze axa primului lagăr, este trecută prin lagărele care se reglează apoi peste o rolă și se fixează cu o greutate. Greutatea trebuie să fie de 0,20 - 0,50 din forța de rupere a corzii.

Rola este fixată într-un dispozitiv ce-i permite mișcarea pe orizontală și pe verticală, așezând coarda în poziția în care trebuie să se găsească axele lagărelor.

În următoarea fază, sunt deplasate lagărele, reglându-se poziția lor astfel încât ele să devină coaxiale.

O reglare mai precisă a poziției axelor lagărelor se face cu teodolitul din figura 3.20.

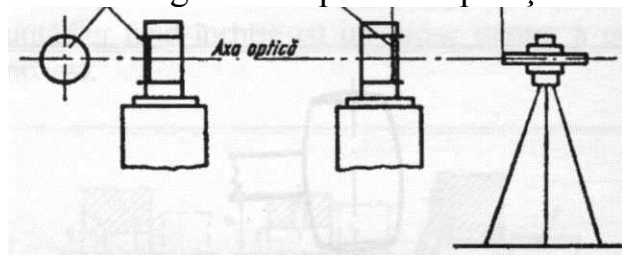


Fig. 3.20. Reglarea coaxialității cu teodolitul

Reglarea prin această metodă constă în suprapunerea axei optice a alezajului cu axa teodolitelui. Mira este montată în alezajul primului lagăr și se suprapune reticulul mirei cu reticulul teodolitelui, formându-se astfel axa optică a primului lagăr. Se mută apoi reticulul la cel de-al doilea lagăr și, prin reglarea lagărului, se obține suprapunerea axei acestuia cu axa miră-teodolit.

Întreținerea lagărelor de alunecare constă în verificarea ungerii și a temperaturii de regim, care trebuie să aibă valori sub temperatura critică.

Lipsa lubrifiantului, jocul prea mic, ajustarea necorespunzătoare a cuzineților, descentrarea lagărului față de arbore, precum și alimentarea insuficientă cu ulei de ungere sunt cauzele principale care duc la uzura și la încălzirea lagărelor.

Temperatura de funcționare a unui lagăr nu trebuie să depășească temperatura mediului ambiant, de 20 °C.

Ungerea lagărelor se va face la intervale de timp prevăzute, când va fi verificat și jocul acestora. Un joc prea mic nu va permite o ungere corespunzătoare, deoarece pelicula de ulei nu va fi continuă. În acest caz, jocul va fi mărit prin slăbirea șuruburilor de reglare sau prin adăugarea de folii metalice.

Dacă, dimpotrivă, jocul este prea mare, uleiul se va scurge din lagăr. În acest caz, reglarea se va face prin strângerea șuruburilor sau prin îndepărtarea câtorva din foliile metalice aflate între capac și corpul lagărului.

Defecțiunile cele mai importante care apar în timpul funcționării lagărelor de alunecare sunt următoarele:

- topirea aliajelor antifricțiune, datorită lipsei ungerii sau unui joc prea strâns; remedierea defectului se face prin turnarea unui nou strat de aliaj antifricțiune, precum și prin reglarea jocului;
- uzarea neuniformă a stratului antifricțiune, datorată funcționării îndelungate; poate fi corectată prin ajustare sau prin reglarea jocului;
- uzarea puternică a stratului antifricțiune după un timp scurt, care se datorează lipsei coaxialității dintre fus și lagăr; se remediază prin reglarea coaxialității sau prin înlocuirea cuzineților;
- încălzirea lagărelor, ceea ce provoacă topirea cămășii antifricțiune, cauzele fiind: alegerea greșită a lubrifiantului, existența de impurități în lubrifiant, astuparea canalelor de alimentare cu lubrifiant, jocul necorespunzător, faptul că mașinile lucrează la temperaturi ridicate, deformarea fusurilor etc.

În toate cazurile în care se observă o încălzire a lagărelor, trebuie oprită imediat funcționarea mașinii și trebuie luate măsurile necesare.

Verificarea încălzirii lagărelor se face cu ajutorul termometrelor sau cu vopsea termosopică.