

CERCETAREA NIVELULUI DE ZGOMOT AL TRANSMISIILOR CINEMATICE PRECESIONALE

Autor: Ion DICUSARĂ, Iulian MALCOCI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Determinarea nivelului de zgomot pentru reductoarele cinematice precesionale cu rapoartele de transmitere $i=-72,3$ și $i=-144$ pentru diferite turații de lucru: 1000, 1500 și 2000 rot/min

Cuvinte cheie: Nivel zgomot, reductor precesional cinematic, decibel, raport de transmitere, turație.

1. Probleme de bază ale apariției vibrațiilor și zgomotului în transmisii mecanice.

Transmisiile mecanice la ora actuală joacă un rol important în construcția de mașini, având în principal două roluri majore: 1) să mențină precizia raportului de transmitere între diferite mecanisme, organe de mașini ale strungurilor, mașinilor unelte, auto-turisme ș. a., și 2) să transmită momentul de torsiune (răsucire) și/sau putere între motor și elementele de intrare și ieșire ale diferitor mecanisme și organe de mașini. Rolul de menținere a preciziei raportului de transmitere devine mai puțin important odată cu cercetarea și dezvoltarea avansată a mecatronicii, care permite controlarea electronică a preciziei în timpul mișcării (ex. „cutii de viteză mecanice” [2]). Cu toate acestea importanța transmisiilor mecanice nu s-a diminuat grație performanțelor, pe care le oferă, și anume, vitezele admisibile, capacitatea portantă, care, în mare parte, determină costul, siguranța și chiar fiabilitatea sistemului, din care face parte angrenajul transmisiei propriu zise. Pentru a obține rezultate cât mai viabile, care să ducă la o îmbunătățire a performanțelor angrenajelor transmisiilor cinematice, în ultimii 50 de ani au fost efectuate o serie de cercetări și experimente [3,4], care au fost desfășurate în trei direcții distincte, și anume:

a. Materiale și tratamente. În marea majoritate a cazurilor componentele unei transmisii mecanice se realizează din diferite mărci de oțel sau aliaje, ale căror proprietăți fizico-chimice influențează în mare măsură performanțele și caracteristicile transmisiei. În această ordine de idei tratamentele termice joacă un rol important în creșterea performanțelor (rezistență mare la încovoiere, duritate mare a suprafețelor de contact). Pentru a nu apărea situații de conflict între condițiile tehnice ale suprafețelor exterioare și miezul din care este executată piesa ar trebui să se folosească materiale noi, care să posede rezistență specifică înaltă, care însă nu pot fi folosite pentru fabricarea transmisiilor industriale

b. Precizia de execuție și asamblare. Capacitatea de încărcare a transmisiilor mecanice se diminuează rapid din cauza sarcinilor dinamice generate de deformările geometrice, care apar în timpul funcționării, cum ar fi deformarea dinților aflați în angrenare, bătaia radială a arborelui cauzată de deformarea carcusei, în special, a carcaselor executate din metale ușoare (cutia de viteze la elicoptere). Compensarea acestor deformații este dificil de făcut din cauza momentului de torsiune, care le produce, necesitând modificări costisitoare ale profilului dinților. Apariția deformărilor se face simțită și prin creșterea nivelului de vibrații (oscilații mecanice) și zgomot, care, în majoritatea cazurilor, devine factorul critic, atât pentru cazurile din industria civilă cât și cea militară.

Deși, în ultimii ani direcțiile de cercetare a) și b) au condus la un progres vizibil în tehnologia de fabricare a transmisiilor mecanice, în prezent se observă o diminuare a calității și a eficienței transmisiilor realizate datorită costurilor mari a investițiilor de producție, care să conducă la rândul lor la o performanță în procesul de producție propriu zis.

c. Modificări geometrice. Modificările de ordin geometric (de profil) în timpul angrenării conduc la apariția și redistribuirea sarcinilor (de deformare) între pinion și roata dințată condusă. În cazul transmisiilor precesionale (angrenarea satelitelui cu coroanele dințate) variația deasă a încărcării dinamice poate conduce, de asemenea, la modificări geometrice și la abateri de coaxialitate [1]. Îmbunătățirile și avantajele transmisiilor Novikov pe la sfârșitul anilor 1950 (colaborate cu cercetările lui Wildhaber în 1920 [5]) au permis atingerea unor performanțe înalte, care s-au materializat în realizarea transmisiilor Wildhaber/Novikov. Cu toate avantajele, pe care le prezintă aceste transmisi, ulterior s-a descoperit că nivelul de zgomot realizat de ele în timpul funcționării este destul de mare, iar pe de altă parte este foarte greu de redus abaterile, care pot să apară între distanțele axelor centrale ale arborilor din aceste transmisi.

Dezavantajele, pe care le prezintă transmisiile tradiționale ar fi: abaterile dintre distanțele axelor centrale ale arborilor, uzura (distrugerea) dinților din cauza încărcărilor dinamice foarte mari, vibrații și poluare fonică la turații și viteze mari de lucru, imposibilitatea obținerii a geometriei dinților prin metode de generare [6].

Soluționarea sarcinii de bază a construcției de mașini – mecanizarea și automatizarea proceselor tehnologice – necesită elaborarea unor construcții de mașini și mecanisme (inclusiv transmisii) fiabile și silențioase, cu performanțe majore.

În marea majoritate a transmisiilor mecanice, transmisiile precesionale ocupă un loc deosebit, posedând o serie de avantaje cum sunt: coaxialitatea, capacitatea portantă mai ridicată la un randament înalt, posibilitatea obținerii unor rapoarte de transmitere mari, gabarite reduse.

Performanțele crescând cerute de beneficiarii reductoarelor depășesc deseori posibilitățile transmisiilor cu angrenaj evolventic. Perfecționarea angrenajelor este una din soluțiile problemei. Angrenajele Novicov-Wildhaber, Symarc au ridicat simțitor capacitatea portantă a transmisiilor.

La sfârșitul anilor '70 la catedra „Teoria mecanismelor și organe de mașini” a Universității Tehnice a Moldovei, sub conducerea acad. prof. dr. habilitat în tehnică I. Bostan, au fost propuse primele angrenaje cu profil nestandardizat al dinților pentru transmisiile planetare precesionale. Actualmente sunt elaborate o gamă variată de angrenaje, precum și un număr mare de scheme de transmisii planetare precesionale. [1].

În angrenajele precesionale, ca și în alte angranaaje cel mai important element în timpul angrenării sunt suprafețele de contact a dinților. Din această cauză frecarea de alunecare (cât și de rostogolire) se manifestă cu preponderență în zona de contact a dinților. În majoritatea cazurilor frecarea de alunecare în angrenaj conduce la apariția defectelor în transmisii. Aceste disfuncționalități ar putea conduce la uzura rapidă a profilului dinților, pierderi de energie, degajări de căldură urmate de deformarea termică a dinților, apariția vibrațiilor și, implicit, creșterea zgomotului (poluare fonică) datorită creșterii forței de frecare în punctele, în care viteza de alunecare este maximă.

Din totalitatea problemelor, care pot să apară în timpul funcționării unei transmisii, cel mai mare dezavantaj îl au vibrațiile libere sau forțate, care pot să apară în timpul angrenării și, implicit, nivelul de poluare fonic (zgomot), pe care îl produce. În fine, acest factor devine cel mai semnificativ pentru aprecierea nivelului de performanță al unei transmisii, adică cu cât transmisia este mai silențioasă cu atât este mai performantă. În unele cazuri când ne referim la transmisii de putere nivelul de poluare fonic (zgomot) poate fi insuportabil pentru organismul uman. Pentru a diminua aceste zgomote sunt necesare tratamente acustice foarte costisitoare, chiar și atunci când transmisia de putere a fost realizată cu un grad de precizie foarte înalt (ex. transmisii pentru construcția navală, submarine sau transmisii silențioase pentru elicoptere). Câteva procedee tehnice de diminuare și reducere a nivelului de poluare fonică (zgomot) ar fi realizarea lor cu roți dințate din metal-polimer, izolarea suprafețelor, care contactează în timpul angrenării, cu un strat protector din material elasto-plastic ș.a. [7].

2. Standul experimental și echipamentul de măsură utilizat

Standul (fig.1) include: 1.traductor de turație; 2.motor electric; 3.reductor precesional cinematic; 4.frână electromagnetă; 5.indicator de tip ceasornic; 6.manivele pentru dirijarea manuală.

Construcția butucilor roților satelit permite cercetarea experimentală a reductorului precesional cinematic cu rulmenți și cu lagăre de alunecare.

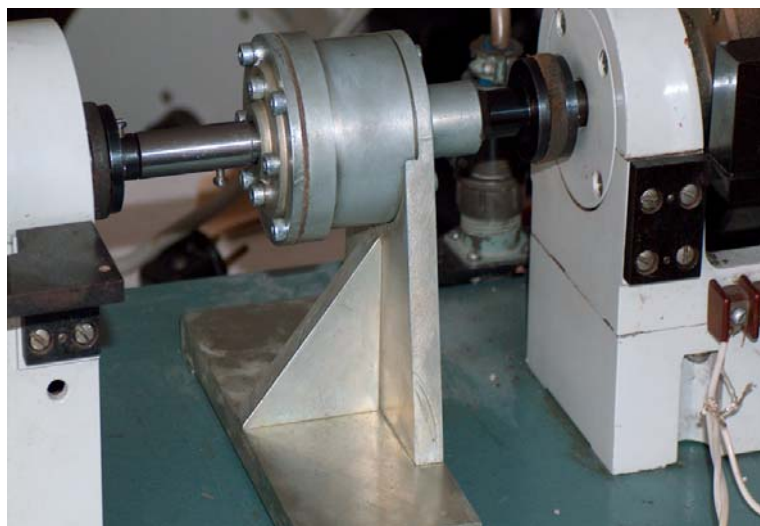


Fig. 1



Fig.2

Aparatul de măsură folosit pentru cercetarea nivelului de zgomot este sonometrul integrator Bruel & Kjaer 2250 Light (fig.2).

AVAMTAJE [8]

- Ușor – designul ergonomic și interfața utilizator intuitivă permite operarea ușoară, cu o singură mână, în mediile necesare;
- Sigur – suprafețele anti-alunecare asigură un contact bun al mâinii operatorului cu aparatul, informațiile de stare sunt vizibile de la distanță în timp ce toate operațiile vitale necesită o singură acțiune pentru operare.
- Inteligent – un microfon încorporat permite efectuarea de comentarii vocale ce pot fi astfel atașate la măsurători pentru o mai ușoară documentare iar deferitele scheme de culori de prezentare a ecranului permit vizualizarea cu ușurință a informațiilor afișate atât în soare puternic cât și pe timp de noapte.

CARACTERISTICI

- domeniu dinamic 120 dB
- domeniu liniar de frecvență 3 Hz – 20 kHz
- analiza de frecvență în timp real în benzi de 1/1 sau 1/3 de octavă (modul opțional)

3. Rezultate obținute

În fig. 3 și fig. 4 sunt arătate rezultatele măsurătorilor pentru reductoarele cinematice precesionale cu rapoartele de transmitere $i=-72,3$ și $i=-144$ pentru diferite turații de lucru: 1000, 1500 și 2000 rot/min.

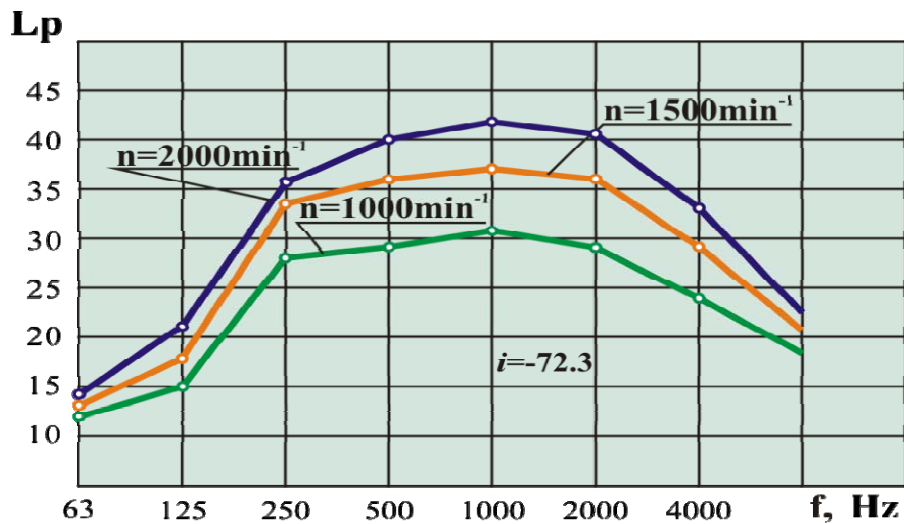


Fig. 3

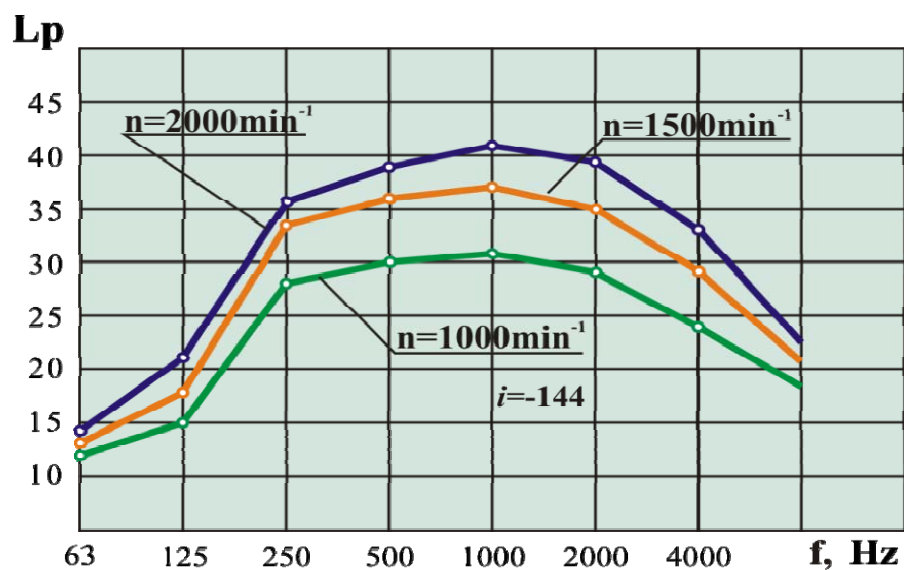


Fig. 4

Nivelul de zgomot relativ redus se explică prin utilizarea roților dințate din masă plastică, care au o capacitate pronunțată de atenuare a zgomotului.

În conformitate cu Standardul american 29 CFR OSHA (Occupational Noise Exposure) se prevede ca o persoană care lucrează timp de 8 ore nu trebuie să fie supusă la un nivel de zgomot mai mare de 90 dB, din diagramele prezentate mai sus se observă că zgomotul emis de reductoarele precesionale cinematice reprezintă jumătatea acestei valori.

4. Concluzii

În concluzie, pentru a putea obține rezultate cât mai elocvente în sporirea gradului de performanță a transmisiilor, indiferent de destinația lor, inginerul/proiectantul trebuie să rezolve câteva aspecte:

- Creșterea substanțială a sarcinii utile;
- **Diminuarea (reducerea la minim) a nivelului de poluare fonică (zgomot);**
- Realizarea de transmisiuni cu gabarite și mase cât mai mici;
- Reducerea pierderilor de energie;
- Raport minim preț/calitate.

Bibliografie

7. Bostan, I., Dulgheru, V., Grigoraș, S., „*Transmisiile Planetare Precesionale și Armonice*”, Atlas, Ed. Tehnică București, Ed. „TEHNICA” Chișinău, 1997.
8. Disdale, J., Jones, P.F., „*The Electronic Gearbox – Computer Software Replaces Mechanical Couplings*”, CIRP Annals, 1987, pag. 247-249.
9. Winter, H., „*Evolution of Gear Calculation Methods*”, Proceed. of the 2nd World Congress on Gearing, Vol. 1, pag. 3-19, Paris, 1985.
10. Dudley, D.W., „*The Evolution of the Gear Art*”, pag. 90.
11. Berestnev, O.V., „*Self-Aligning Gears*”, Nauka i Technika Publishing House, Minsk, 1983.
12. Anderson, N.E., Lowental, S.M., „*Spur-Gear-System Efficiency at Part and Full Load*”, NASA Technical Paper 1622, 1980.
13. Ispas, C., Predinca, N., Zapciu, M., Mohora, C., Boboc, D., „*Mașini unelte – Încercare și recepție*”, Editura Tehnică București, 1998.
14. <http://www.envi.ro/index.php?view=page&categoryid=9&subcatid=67&tabid=157&page=1>