A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

METODE DE PROIECTARE A ARCURILOR DE COMPRESIUNE ELICOIDALE UTILIZATE LA ECHIPAMENTE SPECIALE, CU AJUTORUL MEF DIN UTILITARUL Cosmos Xpress

Ioan NECŞA

METHODS OF DESIGN HELICAL COMPRESSION SPRINGS USED IN SPECIAL EQUIPMENT, USING MEF UTILITY Cosmos Xpress

This paper presents the pattern of modern elastic elements design for middle arms. This model is a handy tool optimizing military specialist's constructive characteristics of the box elements.

Cuvinte cheie: balistică internă, elemente finite, spirală arhimedică, discretizare, variabile de proiectare, functie obiectiv
Keywords: internal ballistics, finite elements, arhimedica, meshing, spiral variables design, based on objective

1. Introducere

Arcurile sunt organe de maşini care datorită formei corespunzătoare şi materialului din care sunt confecţionate suferă deformaţii elastice importante sub acţiunea sarcinilor (forţe, momente).

Deformaţia elastică este o condiţie esenţială a îndeplinirii funcţiei arcului elicoidal. Pe lângă larga utilizare în construcţia de maşini şi aparate pentru diverse scopuri, îl regăsim şi ca amortizor de şocuri la armele de foc.

Fiabilitatea componentelor este evaluată avându-se în vedere anumite particularităţi:

- menţinerea stării de funcţionare în condiţii de luptă;
- precizia înaltă a componentelor;
- solicitări externe şi interne: presiuni înalte şi temperaturi ridicate; procese de ardere/explozie; solicitări alternative; solicitări la oboseală şi uzură a suprafeţelor ce vin în contact [1], [5].

2. Condiţii impuse materialelor

Materialele pentru arcuri trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

- rezistenţă ridicată la rupere;
- limită ridicată de elasticitate;
- rezilienţă şi rezistenţă la oboseală ridicate, rezistenţă la coroziune, dilatare termică redusă, lipsa proprietăţilor magnetice, menţinerea proprietăţilor mecanice la temperaturi ridicate [2].

Oţelurile utilizate pentru arcuri sunt oţeluri carbon de calitate şi oţeluri aliate.

3. Caracteristica arcurilor

Arcurile se caracterizează printr-o caracteristică, care se reprezintă grafic printr-o curbă, care arată dependenţa dintre sarcina care acţionează asupra arcului (forţă, moment) şi deformaţia elastică pe care o produce (săgeată, unghi).

De fapt, caracteristica este imaginea grafică a rigidităţii arcului.

4. Consideraţii generale privind calculul arcurilor

La proiectarea şi calculul arcurilor, numărul parametrilor care trebuie luaţi în considerare este mai mare decât numărul relaţiilor dintre aceştia. Prin diferite metode se procedează la adoptarea unor parametri iar restul se calculează.

Astfel, dimensionarea unui arc se poate efectua parţial, pe baza unor asemenea metode şi parţial prin calcule de rezistenţă, cunoscând sarcina care încarcă arcul, tipul solicitării, forma arcului.

Calculul unui arc parcurge în principal următoarele etape:

- calculul de rezistenţă;
- calculul deformaţiilor;
- calculul lucrului mecanic de deformare.

Arcul elicoidal poate avea rolul de limitare a cursei unor elemente în mişcare (portînchizător-închizător) la armele de foc deci, de frânare ale acestora, sau de limitare a efectului suprasarcinilor prin înmagazinarea unei cantităţi de energie (amortizare).

Pentru calcul, se consideră arcul elicoidal ca o bară de torsiune obţinută prin desfăşurarea arcului.

Potrivit literaturii de specialitate [2], [3] rezultă că:

- tensiunea (efortul unitar) datorită curburii sârmei atinge o valoare mai mare în partea inferioară (fisurile care apar şi care preced ruperea arcului apar în partea interioară a spirei);
- deformaţiile sunt generate de sarcină şi care produc răsucirea întregii lungimi active;
- lucrul mecanic de deformare ne ajută să determinăm diametrul sârmei cunoscând sarcina, materialul şi adoptând indicele arcului.

În baza celor de mai sus s-a renunţat la calculul cu formule existente în diferite tratate [2], [3], [4] şi s-a trecut la utilitarele: Cosmos Xpress, MatCad și MatLab, având la bază datele de intrare şi rezultând datele de ieşire care ne conduc la realizarea modelului 3D al arcului (figura 2).

Astfel se poate determina numărul de spire active dacă se cunoaşte sarcina F, materialul G (modulul de elasticitate transversal), dimensiunile D_m, d, iar f se determină din considerente funcţionale.

5. Realizarea modelului 3D al arcului

S-au utilizat instrumentele din programul SolidWorks (SW2005) prin care a fost generată curba directoare (elicea) (figura 1), folosind ca date de intrare pasul elicei şi diametrul exterior,

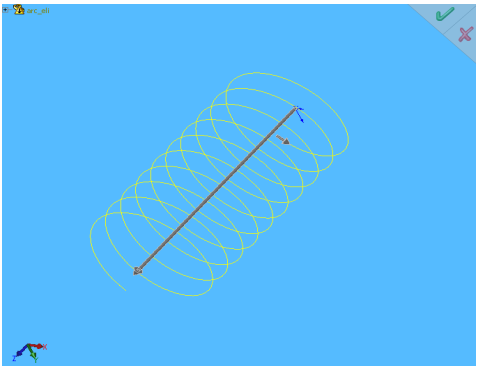

Fig. 1 Generarea înfăşurării arcului

iar drept curbă cinematică secţiunea sârmei în profil circular şi care este intersectată în centrul cercului de spirala de capăt, in condiţii de perpendicularitate faţă de planurile care le conţin (figura 2).

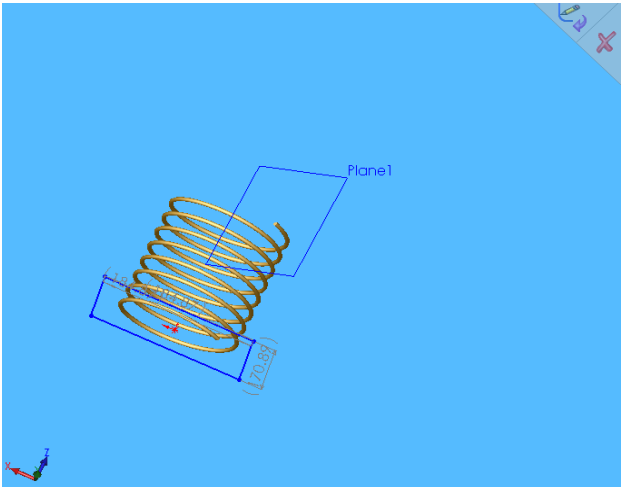

Fig. 2 Realizarea modelului 3D

6. Simularea cu ajutorul MEF (Cosmos Xpress)

Simularea a fost efectuată cu ajutorul utilitarului Cosmos Xpress (integrat în SolidWorks2005).

S-au introdus în program caracteristicile mecanice ale materialului (impuse de standarde), modulul de elasticitate, elemente de rezistenţa materialelor (limita de curgere, rezistenţa la rupere etc.).

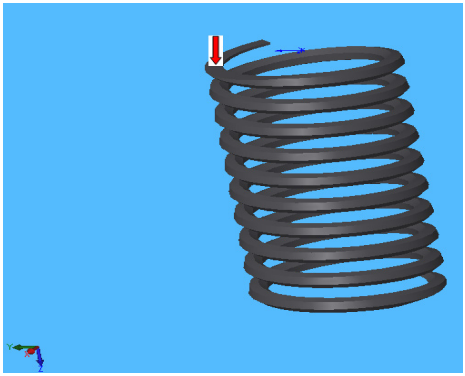

Fig. 3 Forma finală a arcului elicoidal

Dimensiunile de gabarit ale arcului obţinut ţin cont şi de cavităţile de dimensiuni stricte impuse armelor de foc, de solicitările la şocuri generate de fenomenul arderii pulberii cartuşelor (o ardere ultrarapidă la limita exploziei).

Din considerente constructive şi pentru a prelua forţele de recul ale masei reculante, arcul obţinut prin înfăşurare este rectificat la extremităţi, asigurând condiţia de paralelism geometric, iar sarcina care acţionează este perpendiculară pe această suprafaţă plană a arcului (figura 3).

7. Rezultate obţinute

Aplicarea sarcinii F (forţa reculantă) (figura 3) generează o săgeată, simulându-se astfel scenariul funcţionării arcului în timp real.

Urmărind criteriul de comportare la rezistenţă şi oboseală al arcului [2], tensiunea echivalentă (din criteriul de rezistenţă von Mises) se poate exprima:

$$\sigma_{vonMises} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 - (\sigma_2 - \sigma_3)^2 - (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}} \qquad (1)$$

Arcul elicoidal întrunește condiţia de rezistenţă la forţa reculantă maximă dacă valoarea maximă a tensiunii echivalente nu depăşeşte rezistenţa la rupere a sârmei din care a fost executat arcul.

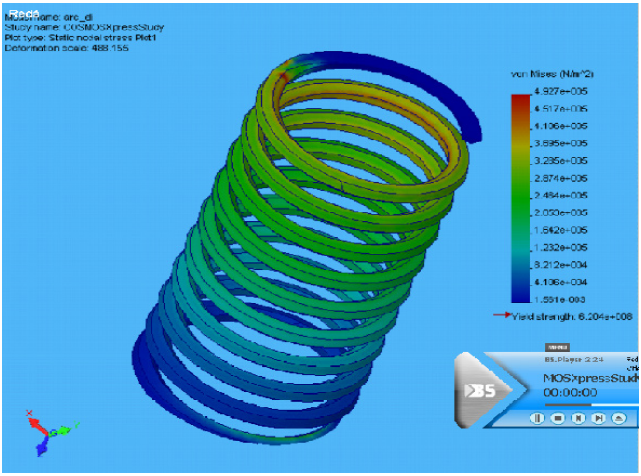

Fig 4 Simularea gradului de solicitare a arcului

În simulare, tensiunea maximă se regăseşte la nivelul spirei superioare (culoarea roşie) având valoarea de 3,2x10E-6 pe scara deformaţiilor din dreapta (figura 4).

8. Concluzii

■ La încărcarea cu suprasarcină, cazuri întâlnite în practică, atunci când se utilizează cartuşe speciale, tensiunile echivalente nu depăşesc rezistenţa la rupere a sârmei, deci arcul rezistă şi nu cedează în timpul funcţionării/tragerilor cu armele de foc [1], [5].

BIBLIOGRAFIE

[1] Avădanei, C., *Contribuţii în studiul optimizării fenomenelor gazodinamice din dispozitivele armamentului de calibru redus*, Teză de doctorat, Academia Tehnică Militară, Bucureşti, 1999.
[2] Boleanțu, L., *Rezistenţa materialelor*, vol. I-IV, IP Timişoara, 1977.
[3] Gheorghiu, N., *Organe de maşini*, IP Timişoara, 1978.
[4] Horovitz, B., *Organe de maşini*, Editura didactică și pedagogică, Bucureşti, 1969.
[5] Roşca, A., *Calculul şi construcţia armamentului*, Editura Academiei Tehnice Militare, Bucureşti, 2002.

Ing. Ioan NECŞA
Fabrica de Arme Cugir
membru AGIR
e-mail: ioanalmas@yahoo.com