ANALIZA TENSIUNILOR ȘI A DEFORMAȚIILOR ÎN SISTEMUL DE DEPLASARE TIP SPIDER AL UNUI UTILAJ MULTIFUNCȚIONAL PENTRU LUCRĂRI ÎN TERENURI ACCIDENTATE

STRESS AND DEFORMATIONS ANALYSIS IN THE SPIDER TYPE MOVEMENT SYSTEM FOR MULTIFUNCTIONAL WORKS EQUIPMENT IN ACCIDENTED LANDS

George Lucian NICOLAE¹, Nicușor DRĂGAN² Maria Aurora POTÎRNICHE³, Gigel Florin CĂPĂŢÂNĂ⁴

¹ Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Române, e-mail: nicolaegeorge91@yahoo.it

²Universitatea "Dunărea de Jos" Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET e-mail: nicusor.dragan@ugal.ro

³Universitatea "Dunărea de Jos" Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET e-mail: aurora.potirniche@ugal.ro

⁴Universitatea "Dunărea de Jos" Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila, Centrul de Cercetare Mecanica Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice - MECMET e-mail: gcapatana@ugal.ro

Rezumat: Articolul prezintă analiza FEM a sistemului de deplasare al unui utilaj cu rol multifuncțional pentru lucrări în construcții forestiere, căi de comunicare și agricultură, în terenuri grele/accidentate. Sunt analizate cazurile de solicitare în regim dinamic și sunt prezentate stările de tensiune și deformațiile ale componentelor principale ale celor patru brațe dublu articulate ale mecanismului utilajului pășitor. Pentru modelarea 3D și analiza FEM a fost utilizat programul Inventor® 2019 de la firma Autodesk.

Cuvinte cheie: analiză FEM, stare de tensiuni, deformații, sistem de deplasare SPIDER

Abstract: The article presents the FEM analysis of the displacement system of a machine with a multifunctional role for works in forestry construction, communication and agricultural roads, in heavy / rough terrain. The dynamic load cases are analyzed and the stress analysis and the deformations analysis of the main components of the four double articulated arms of the ste mechanism are presented. For 3D modeling and FEM analysis, the authors have used Autocad Inventor® 2019 software.

Keywords: FEM analysis, stress diagram, deformations, SPIDER movement system

1. INTRODUCERE

Autodesk Inventor® 2019 este la bază un software pentru proiectarea, modelarea și simularea 3D a sistemelor mecanice, analiza FEM (tensiuni, deformații) a componenetelor și subansamblelor, analiza statică și dinamică, având și caracteristici de prelucrare și afișare a datelor într-o formă grafică intuitivă și sugestivă.

2. UTILAJ MULTIFUNCȚIONAL CU MECANISM DE DEPLASARE SPIDER ȘI ECHIPAMENT DE SĂPARE CU CUPĂ ÎNTOARSĂ

În figura 1 este prezentat utilajul mutifuncțional cu mecanism de deplasare SPIDER și echipament de săpare cu cupă întoarsă, cu abilități deosebite de deplasare și lucru în terenuri grele și accdentate. Principalele caracteristici tehnice sunt:

- ▶ putere motor P=115 kW
- ▶ masa operațională m=11340 kg
- ▶ lungime L=2240 mm
- ▶ lățime l=1250 mm
- ▶ roți motoare N=4
- ► debit nominal pompe Q=340 l/min.



Fig. 1 Utilaj multifuncțional cu mecanism de deplasare SPIDER (cu echipament de săpare cupă întoarsă)

Pentru analiza FEM a mecanismului de deplasare de tip SPIDER (alcătuit din patru brațe dublu articulate, identice) al utilajului multifuncțional pentru lucrări în terenuri accidentate, a fost considerată platforma mobilă cu un echipament de săpare cu cupă întoarsă. Au fost analizate tensiunile și deformațiile subansamblului braț, funcție de arhitectura brațelor și de configurația echipamentului de săpare, pentru următoarele cazuri:

- 1. Utilajul cu greutate în cupă, brațul extins, paralel cu direcția de mers în poziție restrânsă (gardă la sol minimă, ecartament minim)
- 2. Utilajul cu greutate în cupă, brațul extins, perpendicular cu direcția de mers (rotire la 90 de grade) în poziție restrânsă (gardă la sol minimă, ecartament minim)
- 3. Utilajul cu greutate în cupă, brațul extins, paralel cu direcția de mers în poziție extinsă (gardă la sol maximă, ecartament maxim)
- 4. Utilajul cu greutate în cupă, brațul extins, perpendicular cu direcția de mers (rotire la 90

Analiza tensiunilor și a deformațiilor în sistemul de deplasare tip Spider al unui utilaj multifuncțional pentru lucrări în terenuri accidentate

de grade) în poziție extinsă (gardă la sol maximă, ecartament maxim)

- 5. Utilajul fără greutate în cupă, brațul retras, paralel cu direcția de mers în poziție restrânsă (gardă la sol minimă, ampatament maxim, ecartament minim)
- 6. Utilajul fără greutate în cupă, brațul retras, perpendicular cu direcția de mers în poziție restrânsă (gardă la sol minimă, ecartament minim)
- 7. Utilajul fără greutate în cupă, brațul retras, paralel cu direcția de mers în poziție extinsă (gardă la sol maximă, ecartament maxim)
- 8. Utilajul fără greutate în cupă, brațul retras, perpendicular cu direcția de mers în poziție extinsă (gardă la sol maximă, ecartament maxim)

3. ANALIZA STĂRILOR DE TENSIUNE ALE SUBANSAMBLULUI BRAȚ DUBLU ARTICULAT AL MECANISMULUI DE DEPLASARE DE TIP SPIDER

Analiza FEM a fost efectuată luându-se în considerare valorile cele mai mari ale reacțiunii normale (verticale) pentru fiecare caz (brațul în care reacțiunea este maximă). În analiza FEM, forța este aplicată în centrul fuzetei cu direcție pe axa Z în model.

Constrângerile se fac pe suprafața interioară a flanșei ce susține întreg brațul după cum urmează:

► Suprafața interioară a urechii superioare, în care se introduce bolțul ce permite rotația întregului braț, este considerată ca fiind fixă (nu are nici un grad de libertate);

► Suprafața interioară din urechea inferioară are două grade de libertate, fiindu-i permisă rotația și translația în jurul axei Z.



Fig. 2 Brat dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 1)



Fig. 3 Braț dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 2)



Fig. 4 Brat dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 3)

Analiza tensiunilor și a deformațiilor în sistemul de deplasare tip Spider al unui utilaj multifuncțional pentru lucrări în terenuri accidentate



Fig. 5 Braț dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 4)



Fig. 6 Brat dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 5)



Fig. 7 Braț dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 6)



Fig. 8 Braț dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 7)

Analiza tensiunilor și a deformațiilor în sistemul de deplasare tip Spider al unui utilaj multifuncțional pentru lucrări în terenuri accidentate



Fig. 9 Brat dublu articulat SPIDER - tensiuni Von Mises (cazul 8)

Constrângerile au fost aplicate și suprafețelor interioare în care se introduce bolțul cilindrului de rotire.

Brațele fiind identice, este suficient să se aplice reacțiunea pe aceelași braț indiferent de poziția sa (roata dreapta față sau roata dreapta spate), prin urmare s-a ținut seama doar de reacțiunea cea mai mare din cele patru obținute pentru fiecare caz (fiecare roată).

În figurile 2-9 sunt prezentate stările de tensiune din componentele brațelor SPIDER dublu articulate ale utilajului multifuncțional pentru terenuri accidentate în cele 8 cazuri de configurații diferite §2.

4. ANALIZA DEFORMAȚIILOR COMPONENTELOR SUBANSAMBLULUI BRAȚ DUBLU ARTICULAT AL MECANISMULUI DE DEPLASARE DE TIP SPIDER

Tabel 1 Tensium și deplasari maxime în componence sistemului de deplasare 51 IDER		
CAZ	Tensiune von Mises maximă [MPa]	Deplasare maximă [mm]
1	163	2,239
2	187	2,580
3	247	2,531
4	241	2,471
5	149	1,696
6	152	1,924
7	206	2,117
8	206	2,111

Tabel 1 Tensiuni și deplasări maxime în componentele sistemului de deplasare SPIDER



În tabelul 1 sunt prezentate valorile tensiunilor von Mises maxime și a deplasărilor totale maxime din componentele principale ale mecanismului de deplasare SPIDER.

Fig. 10 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 1)



Fig. 11 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 2)



Fig. 12 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 3)



Fig. 13 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 4)



Fig. 14 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 5)



Fig. 15 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 6)



Fig. 16 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 7)



Fig. 17 Deformațiile componentelor brațului dublu articulat SPIDER (cazul 8)

În figurile 10-17 sunt prezentate deformațiile totale ale componentele brațelor SPIDER dublu articulate în cele 8 cazuri de configurații diferite conf. §2.

5. CONCLUZII

Din analiza distribuției de tensiuni precum și a valorilor maxime ale acestora, se observă că sunt zone în care, pentru cazurile 3 și 4 de configurație mecanismului de deplasare SPIDER, se poate ajunge la limita de rupere (în cazul utilizării unui oțel general de construcții cu caracteristici mai slabe, de ex. S235/OL37/St37). În această situație, este recomandabil să se utilizeze un material cu caracteristici mecanice superioare (S355/OL52/St52) sau zonele vizate să fie redimensionate.

Deformațiile elementelor mecanismului de deplasare SPIDER sunt relativ mici și nu afectează funcționalitatea acestuia.

BIBLIOGRAFIE

 [1] Şt. Mihăilescu, P.P. Bratu, V. Goran, Şt.G. Aramă, Maşini de construcții vol. 1+2+3, Editura Tehnică, Bucureşti, 1984-1986

[2] M. Rădoi, E. Deciu, Mecanica, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981

[3] G. Axinti, N. Drăgan, Mecanica teoretică. Elemente de mecanică analitică, Universitatea "Dunărea

de Jos" din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, 1994

[4] **P. Dumitrache**, *Tutoriale de utilizare a platformei de pre- și post-procesare FEMAP*, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, 2010

[5] P. Dumitrache, Optimizarea structurilor folosind metoda elementului finit – note de curs,
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, Facultatea de Inginerie din Brăila, 2010

[6] **A.M. Goanță**, *Actual Performance 3D Restrictions of Inventor 2015*, Journal of Industrial Design and Engineering Graphics, Volume 10, Special Issue, fascicle 3, 2015

[7] https://knowledge.autodesk.com/support/inventor