

MODELAREA ȘI SIMULAREA SISTEMULUI HIDRAULIC DE ACȚIONARE A UNUI ECHIPAMENT DE SCARIFICARE

MODELLING AND SIMULATION OF HYDRAULIC SYSTEM OF AN SCARIFIER EQUIPMENT

DEBELEAC Carmen, Conf. Dr. Ing.

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, Facultatea de Inginerie și Agronomie din Brăila
Romania, carmen.debeleac@ugal.ro

Rezumat: În lucrare autoarea studiază influența corelării comenzilor efectuate de operatorul deservent al unui scarificator cu execuția mișcării echipamentului de lucru, evaluând timpul de răspuns al sistemului la o comandă impusă și, respectiv, precizia execuției caracterizată de abaterea de la valoarea impusă pe care trebuie să o atingă adâncimea de săpare.

Cuvinte cheie: scarificator, sistem hidraulic, comandă, eroare, adâncime de săpare

Abstract: In this paper the authors study the influence of the correlation of the commands performed by an operator of the scarifier with the execution of the movement of the working equipment by evaluating the response time of the system to an imposed command and respectively the precision of the execution characterized by the deviation from the value imposed by it digging depth.

Keywords: scarified, hydraulic system, command, deviation, digging depth

1. INTRODUCERE

Elaborarea unui studiu privind optimizarea constructivă a echipamentului de scarificare nu se poate face decât pe baza modelării și simulării virtuale a principalelor subsansamble ale echipamentului de lucru (ex. dintele de scarificare) sub acțiunea forțelor care apar în timpul desfășurării procesului tehnologic.

2. MODELAREA INTERACȚIUNII DINTE SCARIFICATOR – TEREN

Pentru simularea sistemului hidraulic de acționare a mecanismului de manevrare a dinților scarificatori este necesară, în prealabil, modelarea matematică a forțelor de rezistență din partea solului la acțiunea organelor de lucru ale scarificatorului, conform schematizării din figura 1, a ecuației (1) și a datelor din tabelul 1.

Tabelul 1. Datele de identificare ale solului și ale organului de lucru

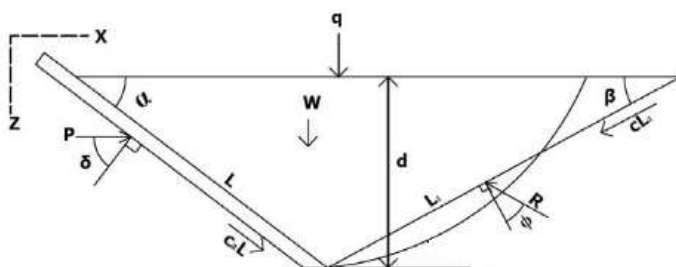


Fig. 1 Modelul lui McKyes de tăiere a solului

| Simbol | Valoare | U.M. |
|----------|-------------|-------------------|
| α | 45 | grade |
| ϕ | 25 | grade |
| β | 37 | grade |
| γ | 1530 | kg/m ³ |
| c | 23000 | N/m ² |
| q | 10 | N/m ² |
| w | 0,100 | m |
| d | 0,791/1,201 | m |

Modelarea și simularea sistemului hidraulic de acționare a unui echipament de scarificare

$$F_x = (\gamma g d^2 N_\gamma + c d N_c + q d N_q) w, \quad (1)$$

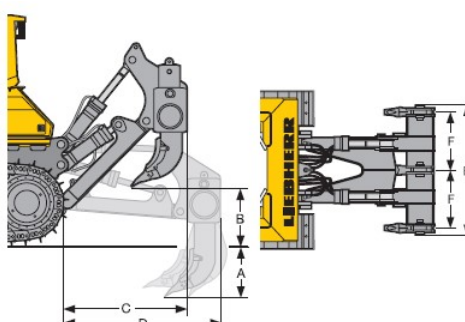
în care w este lățimea dintelui scarificator; q – coeficient dependent de gradul de compactare a pământului; d – adâncimea de săpare; c – coeziunea pământului; γ – greutatea specifică a pământului. Parametrii N_γ, N_c, N_q depind de unghiul de frecare internă din sol, de geometria dintelui, de coeziunea și frecarea dintre dinte și sol și au următoarele expresii de calcul:

$$N_\gamma = \frac{ctg\alpha + ctg\beta}{2[\cos(\alpha + \delta) + \sin(\alpha + \delta)ctg(\beta + \phi)]}, \quad (2)$$

$$N_c = \frac{[1 + ctg\beta ctg(\beta + \phi)]}{[\cos(\alpha + \delta) + \sin(\alpha + \delta)ctg(\beta + \phi)]}, \quad (3)$$

$$N_q = \frac{ctg\alpha + ctg\beta}{[\cos(\alpha + \delta) + \sin(\alpha + \delta)ctg(\beta + \phi)]}. \quad (4)$$

Datele de intrare necesare simulării numerice a interacțiunii sol-organ de lucru în cazul unui scarificator cu trei dinți, model PR 754 Liebherr (fig. 2) sunt prezentate în tabelul 2.



Tabelul 2. Datele tehnice ale scarificatorului

| Nr. crt. | Denumire parametri constructivi și funcționali | Valoare |
|----------|--|------------|
| 1 | Adâncime de săpare, A (max./min.) | 791/476 mm |
| 2 | Înălțimea de ridicare a echipamentului de scarificare, B (max./min.) | 985/670 mm |
| 3 | Distanța pe orizontală cu echipamentul strâns, C | 1821 mm |
| 4 | Distanța pe orizontală cu echipamentul extins, D | 2374 mm |
| 5 | Lățimea echipamentului de scarificare, E | 2434 mm |
| 6 | Distanța între dinții scarificatori, F | 1100 mm |
| 7 | Forța maximă de penetrare | 80 kN |
| 8 | Masa utilajului | 4725 kg |

Fig. 2 Scarificator model PR 754 Liebherr

3. MODELAREA SCHEMEI HIDRAULICE ÎN MATLAB/SIMULINK

Pentru modelarea comportării prinderii cilindrului hidraulic de elementul cu care vine în contact se introduce în schemă un model reologic de tip Voight format dintr-un element de tip Hooke (arcul - SPR) și unul de tip Newton (amortizorul - TD) legate în paralel, model specific studiului sistemelor cu comportare viscoelastică (fig. 3).

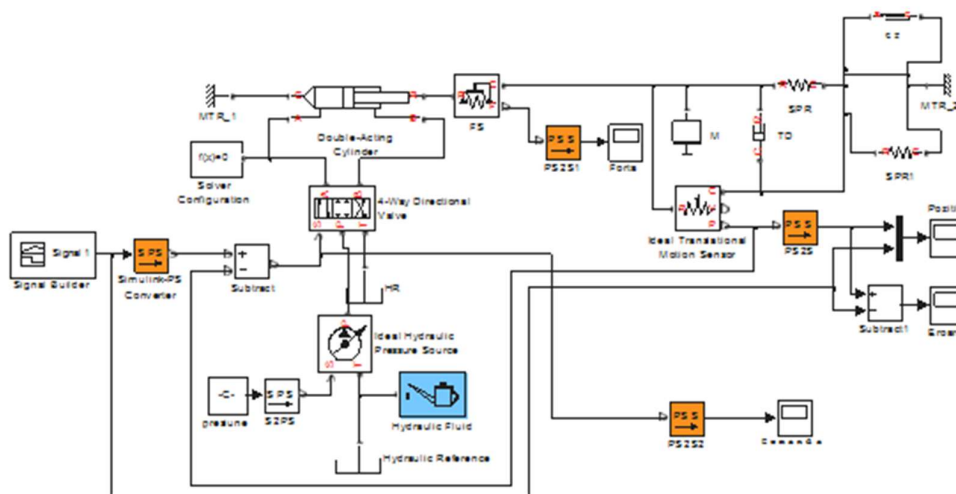


Fig.3. Schema elaborată în Simulink pentru studiul comportării sistemului hidraulic

Pentru studiul comportării solului s-a luat în considerare un model reologic care conține un element de contact (tf) și un element elastic ($SPRI$), legate în paralel (fig. 3).

Pentru realizarea comenzii distribuitorului hidraulic se consideră un semnal construit care are variația în timp ca cea reprezentată în figura 4. Forma graficului este realizată prin puncte pentru care s-au setat valorile coordonatelor pe cele două axe, în caseta de dialog *Signal Builder*. Pe axa orizontală este reprezentat timpul, iar pe axa verticală deplasarea sertarului în distribuitor astfel: punctul 1 (0, 0), punctul 2 (0.5, 0), punctul 3 (2, 0.04), punctul 4 (5, 0.04), punctul 5 (6, 0) și punctul 6 (7, 0). Valorile deplasării sertarului sunt în metri, iar cele ale timpului în secunde. Timpul pe care se realizează simularea procesului are durata de 7 secunde.

Tipul comenzii distribuitorului poate fi de orice fel, important în procesul de simulare este cum se deplasează sertarul acestuia în timp. Se consideră că la $t = 0,5$ s se comandă deplasarea sertarului distribuitorului pe poziția care permite deschiderea cilindrului hidraulic în vederea realizării cursei sale care poate reprezenta fie manevrarea echipamentului de scarificare, fie înfigerea dinților în sol. Efectuarea cursei cilindrului se face până la $t = 2$ s. După un interval de timp, la $t = 5$ s se comandă din nou sertarul distribuitorului pentru realizarea cursei de închidere a cilindrului, până la $t = 6$ s.

4.REZULTATELE SIMULĂRILOR NUMERICE

Rezultatele obținute prin simularea modelului cu parametrii prezențați anterior sunt date în figurile următoare. Se observă că, prin modificarea valorii presiunii din instalația hidraulică de acționare a echipamentului de lucru (fig. 4), există cazuri în care deplasarea sertarului distribuitorului nu se mai poate executa până la valoarea impusă $x=0,040$ m și poate ajunge doar până la $x=0,025$ m pentru presiunea $p=120$ bar. Un mod de lucru optim este cel prezentat în graficele din figura 5, când $p=180$ bar, iar comanda corespunde cu execuția ($x=0,040$ m).

Modelarea și simularea sistemului hidraulic de acționare a unui echipament de scarificare

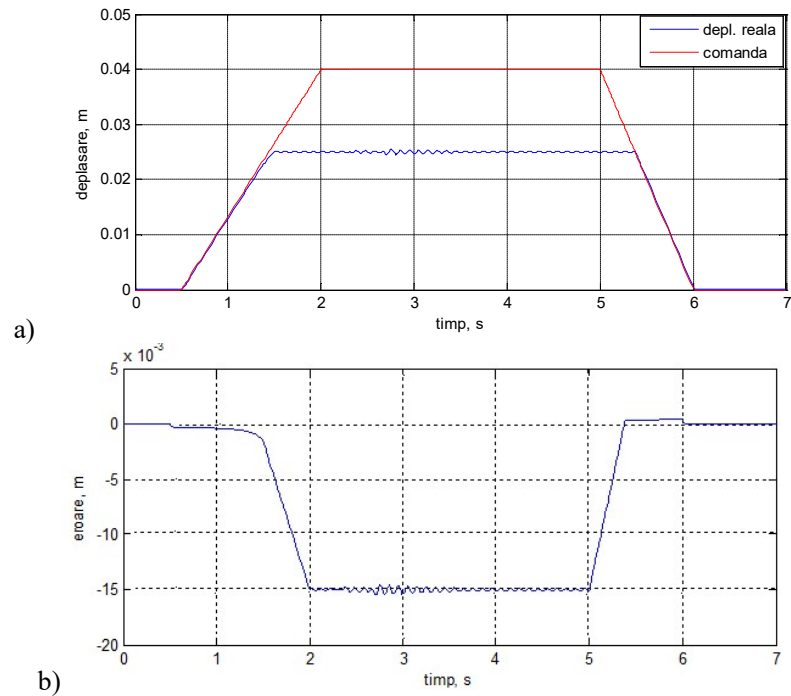


Fig. 4. Rezultatele simulării (p=120 bar)

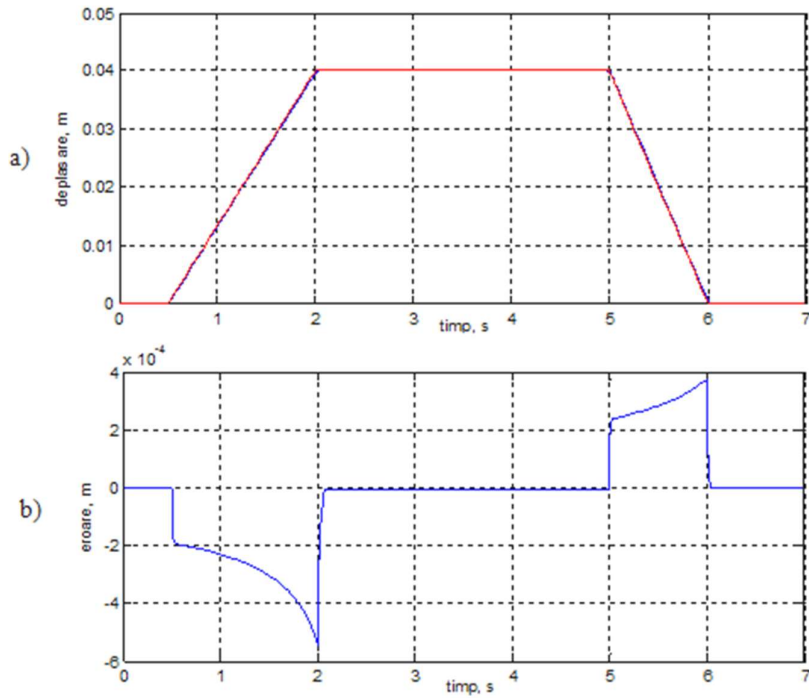


Fig. 5. Rezultatele simulării (p=180 bar)

5. CONCLUZII

În procesul tehnologic de lucru cu scarificatorul, un aspect deosebit de important este corelarea comenzilor efectuate de operatorul deservent al utilajului cu execuția mișcării echipamentului de lucru. În lucrare s-au evidențiat influențele acestui aspect asupra unor parametri semnificativi ai procesului tehnologic, precum timpul de răspuns al sistemului la o comandă impusă și, respectiv, precizia execuției caracterizată de abaterea de la valoarea impusă pe care trebuie să o atingă de exemplu un parametru precum adâncimea de săpare. Folosind relațiile cinematice dintre elementele aflate în mișcare din componența echipamentului de lucru se poate determina cu acuratețe legătura dintre comanda operatorului - execuție (prin timpul de răspuns al sistemului hidraulic) – eroare parametru impus (adâncimea de săpare).

BIBLIOGRAFIE

- [1] C. Debeleac, *Interacțiunea echipament mediu și modelare dinamică*, Editura GUP, Galați, ISBN 978-606-696-022-9, 2015
- [2] Șt. Mihăilescu, P. Bratu, V. Goran, A. Vlădeanu, Șt. Aramă, *Mașini de construcții, Vol. 2, Construcția și încercarea mașinilor pentru lucrări de pământ*, Editura Tehnică, București, 1985
- [3] C. Soare, S.S. Iliescu, I. Făgărășan, V. Tudor, O. Niculescu, *Proiectarea asistată pe calculator în Matlab și Simulink. Modelarea și simularea proceselor*, Editura AGIR, București, 2006