



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

STUDIUL COMPORTĂRII SUB SARCINĂ STATICĂ ȘI DINAMICĂ A GRINZII PRINCIPALE (profil I) A MACARALEI PORTAL (MACARA CAPRĂ) PARTEA II – STAREA DE DEFORMAȚIE A GRINZII PRINCIPALE ÎN MODUL DE LUCRU ”ANIMAȚIE”

Gheorghe N. RADU, Ioana COMĂNESCU, Marian POPESCU

THE STUDY OF THE BEHAVIOR UNDER STATIC AND DINAMIC LOAD OF THE MAIN BEAM (PROFILE „I”) OF A PORTAL CRANE (GANTRY CRANE) PART II – THE STATE OF DEFORMATION OF THE MAIN BEAM IN THE „ANIMATION” WORKING MANNER

The lifting of the load at a certain height, its stop with a waiting of a 5 s, the descent of the load with a delay of 5 s, the descent of the load with its halt and waiting of approximately 5 s, leads to a certain load of the structure of the portal crane. Therefore one establishes that in the structure of the main beam appear compelled oscillations. In the frequency spectrum of the induced oscillatory motion, the main weight is that of the oscillation whose frequency is equal to the force in the driving cable; one establishes that the Eigen frequencies of the whole structure - the portal crane as a whole, are excited, too. Hence, the approach performed by the authors in the following study: a favourable working of the crane means that the Eigen frequencies of the structure as a whole must be outside the frequency field of the excitation forces, main beam: the state of stress and deformation under static and dynamic load.

Keywords: portal crane, force, structure, animation, frequency

Cuvinte cheie: macara portal, forță, structură, animație, analiză în frecvență

5. Bazele teoretice ale determinărilor experimentale

A fost realizat un program de reprezentare grafică a dinamicii macaralei sub acțiunea sarcinilor aplicate succesiv în punctele P1 ... P4...P7, ecranul fiind împărțit în două părți.

În zona din partea dreaptă sunt reprezentate grafice ce dau sarcina aplicată și deformația grinzii principale – săgeți. Fiecărui parametru i se asociază punctul în care se fac măsurătorile, direcția și sensul de solicitare, numărul de ordine al înregistrării efectuate – s-au făcut foarte multe înregistrări în timp real.

În zona din partea stângă a ecranului, s-a reprezentat structura studiată – macara portal, pe care sunt marcate "punctele de măsurare" (figura 5).

Pentru punctele structurii care nu au fost asociate ca puncte de măsurare se poate face o interpolare liniară cu punctele de măsurare învecinate, în așa fel încât structura să aibă o animație continuă.

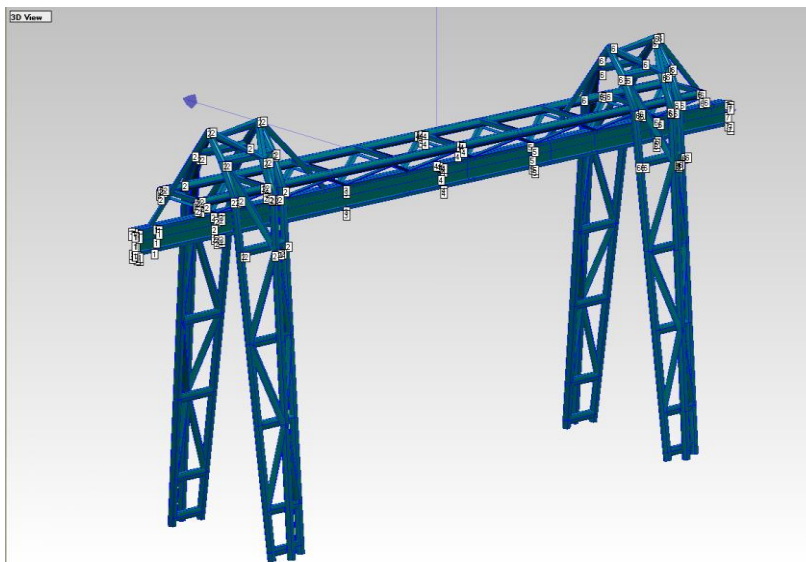


Fig. 5 Puncte de măsurare – macara portal

6. Modul de lucru "animație"

Pentru o corectă reprezentare a comportării structurii studiate, o structură foarte complexă, se efectuează următoarea succesiune de operații:

- citirea parametrilor transmiși pentru reprezentare grafică prin poziția cursorului;
- asocierea parametrilor cu punctele de măsurare;
- interpolare pentru toată structura – realizarea continuității acesteia;
- amplificare cu un anumit factor;
- suprapunerea coordonatelor dinamice peste cele statice corespunzătoare;
- reprezentarea grafică a structurii, animația acesteia corespunzătoare poziției curente a cursorului.

Comportarea structurii în modul "animație" se poate realiza și reda în două moduri:

1. *Baleiaj automat în domeniile timp sau frecvență.* În acest caz, cursorul se deplasează cu viteză constantă în domeniul de măsurare (timp sau frecvență), iar structura este reprezentată cu o comportare continuă, corespunzătoare poziției cursorului.

2. *Reprezentare de tip animație la o poziție staționară a cursorului.* În acest caz, se calculează elongația punctelor de măsurare și de interpolare și se realizează un ciclu sinusoidal staționar cu decrement de 30 grade.

7. Reprezentări grafice

În vederea evidențierii săgeților s-a utilizat un factor de amplificare de 20.

Macaraua portal este reprezentată într-o zonă cu regim stabilizat de deformare, poziția în timp fiind reprezentată prin cursorul pus în evidență în dreapta ecranului.

În figurile 6 și 7 este reprezentată starea de deformație a macaralei sub acțiunea sarcinii $F = 1444 \text{ N}$, cu căruciorul plasat în punctele P4 și P5.

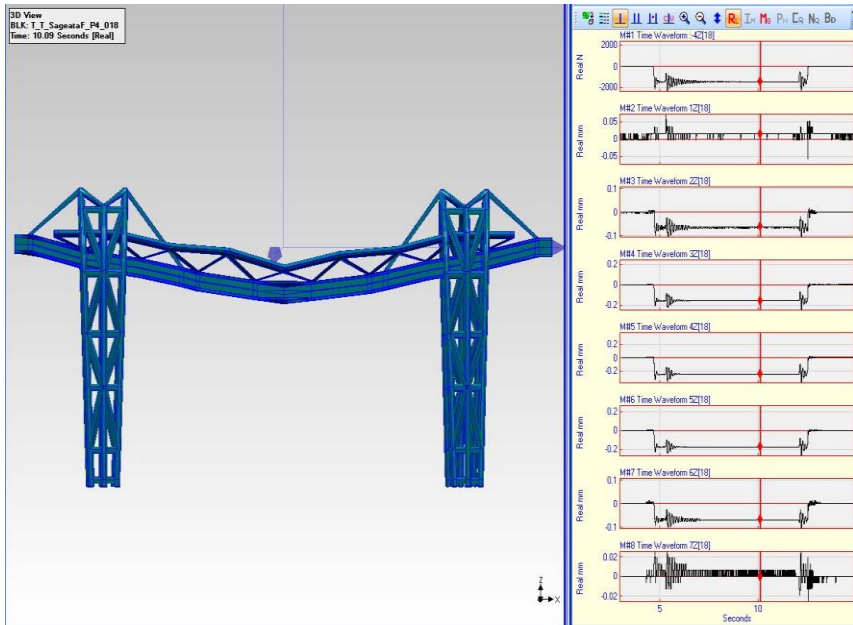


Fig. 6 Starea de deformare a macaralei. Sarcină în P4

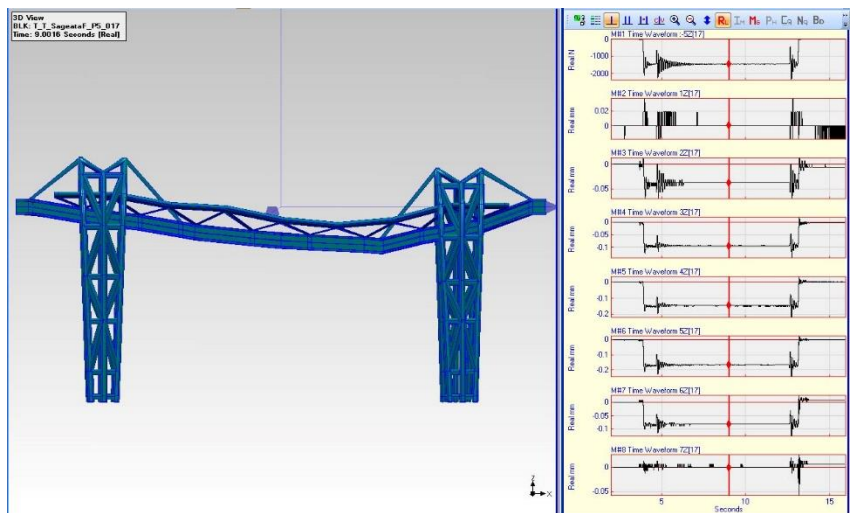


Fig. 7 Starea de deformare a macaralei. Sarcină în P5

În continuare s-a făcut analiza în frecvență a deformațiilor (săgeți) înregistrate în momentul acționării frânei electromecanice.

În figurile 8 și 9 sunt reprezentate rezultatele analizelor în frecvență pentru cazul când sarcina $F = 1444 \text{ N}$ acționează în punctul P4; grafice asemănătoare se pot obține pentru toate punctele P în care acționează forța F .

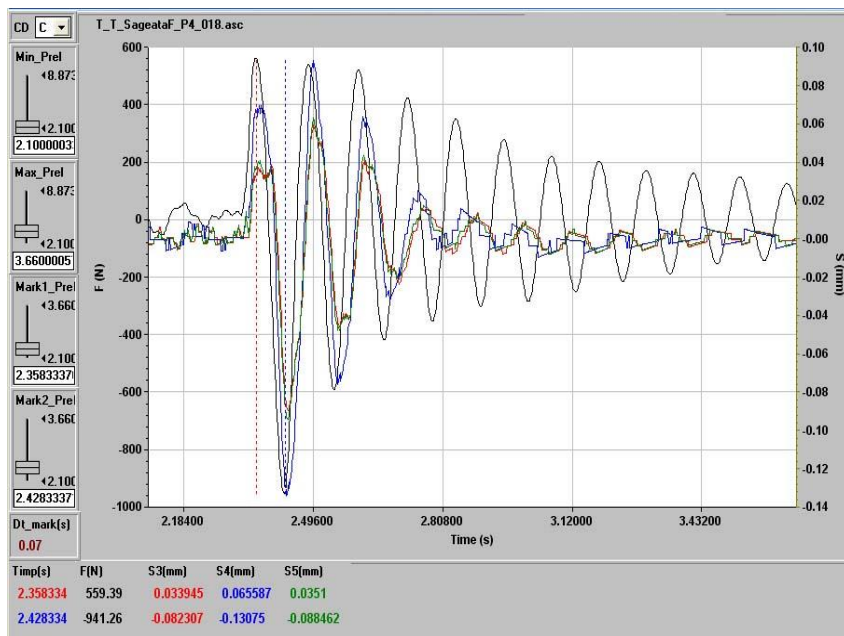


Fig. 8 Dinamica forței de tracțiune și a săgeților în P1, P4 și P5 la ridicare sarcină situată în P4 și acționare frână electromagnetică

8. Concluzii

■ În tabelul 2 este prezentat în rezumat un centralizator al experimentărilor privind dinamica grinzii principale - elementul central al studiului de mai sus.

■ Solicitarea este de încovoiere, sarcina fiind $F = 1444 \text{ N}$. Sunt redate: înălțimea masei suspendate, frecvența proprie a forței de tracțiune în cablu, frecvența proprie a săgeții grinzii principale, timpul de

ridicare al masei, parametrul principal analizat fiind "săgețile" grinzii principale.

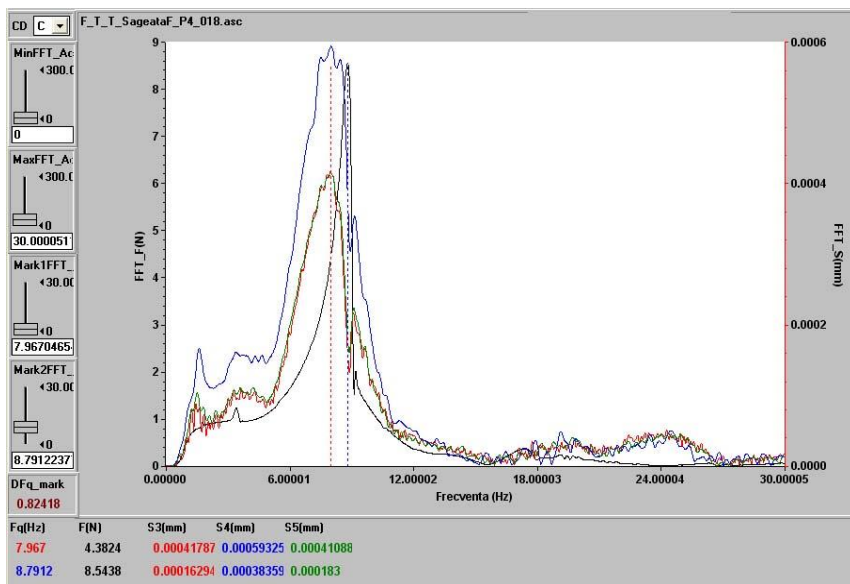


Fig. 9 Analiză în frecvență a forței de tracțiune și a săgeților în P1, P4 și P5 la ridicare sarcină situată în P4 și acționare frână electromagnetică

Tabelul 2

| Parametru analizat | Timp ridicare [s] | Înălțime sarcină [mm] | Punct acționare sarcină | Frecvența forței de tracțiune [Hz] | Frecvența săgeții [Hz] |
|--------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|
| Săgeată | 0,67 | 166 | P1 | 8,88 | 8,88 |
| Săgeată | 0,72 | 179 | P3 | 8,79 | 7,85 |
| Săgeată | 0,66 | 166 | P4 | 8,79 | 7,96 |
| Săgeată | 0,77 | 191 | P5 | 8,93 | 7,91 |
| Săgeată | 1,04 | 266 | P7 | 10,6 | 10,6 |

■ Din analiza forței din cablul de acționare se constată că aceasta prezintă oscilație amortizată cu un factor de amortizare relativ constant, dar cu o frecvență proprie variabilă în gama 7,8 Hz ... 10,6 Hz.

■ Se precizează faptul că, frecvența sistemului oscilant cablu – masă depinde atât de masa suspendată dar și de constanta elastică a

cablului; legăturile arătate mai sus sunt date de relația $v = 1/2\pi\sqrt{k/m}$. Constanta elastică a cablului depinde de lungimea acestuia.

■ Din analiza modului de lucru "animație" a graficelor trasate și a datelor conținute în tabelul 2, se constată următoarele:

- sarcinile normale de funcționare ale macaralei conduc la apariția unor vibrații forțate în structura grinzii principale – profil I;
- vibrația cu frecvența egală cu a forței din cablul de acționare are ponderea principală în spectrul de frecvență al mișcării vibratorii induse;
- sunt excitate și frecvențele proprii ale întregii structuri mecanice – macara portal;
- o funcționare bună a macaralei presupune ca frecvențele proprii ale structurii să fie situate în afara domeniului de frecvență a forțelor de excitație;
- o cunoaștere corectă a dinamicii săgeții grinzii principale datorată acțiunii sarcinii variabile amintite, presupune:
 - a) identificarea frecvențelor proprii ale structurii și a formelor proprii de oscilație;
 - b) realizarea de determinări experimentale privind răspunsul dinamic al solicitării datorate ruperii cablului de susținere a sarcinii F.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Segal, H., ș.a., *Mașini de ridicat și transportat*. Editura Tehnică, București, 1957.
- [2] Spivakovski, A.O., Rudenko, N., *Mașini de ridicat și transportat*. Editura Tehnică, București.
- [3] Radu, N.Gh., *Rezistența materialelor și elemente de teoria elasticității*, vol. 1, vol. 2, Editura Universității Transilvania, 2002, Brașov, ISBN 973 – 9474 – 40 – 3 (vol. 1, 36 – 5, vol. 2, 37 – 3).
- [4] Popescu, M., Radu, N.Gh., *Comportarea macaralelor capră* – Referate și Teză de doctorat, Brașov, 2008.
- [5] Radu, N.Gh., ș.a., *Capitole speciale de rezistența materialelor*, Ediția II, ISBN 978 – 9975 – 63 – 280 – 5, Editura Tehnică – INFO – Chișinău, 2007.
- [6] Năstăsescu, V., ș.a., *Analiză neliniară a structurilor mecanice prin metoda elementelor finite*. Editura Academiei tehnice Militare, București, 2002.

- [7] Hărdău, M., *Aplicarea MEF la calculul de rezistență în construcția de mașini*. Universitatea Tehnică Cluj – Napoca, 1982.
- [8] Vasilescu, Al., Praisler, G., *Similitudinea sistemelor elastice*. Editura Academiei, București, 1974.

Prof. Dr. Ing. Gheorghe N. RADU,
Universitatea "Transilvania" din Brașov
B-dul Eroilor 29, 500036, Brașov
e-mail: rngh@unitbv.ro

Conf. Dr. Ing. Ioana Sonia COMĂNESCU
Universitatea "Transilvania" din Brașov
B-dul Eroilor 29, 500036, Brașov
e-mail: ioanacom@unitbv.ro