



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 I – STAREA DE DEFORMAȚIE A GRINZII PRINCIPALE SUB SARCINĂ APLICATĂ STATIC**

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 I – THE STATE OF DEFORMATION OF THE MAIN BEAM UNDER STATIC LOAD**

Because of the specific nature of the cranes' activities, these ones have to accomplish a lot of norms concerning the security and labour protection. At the working beginning but also recurrently, the cranes are subjected to a test set in order to check the technical state with a view to the authorization. The verifications are performed by specializes departments and involve the following steps: ▪ the check of the main elements; ▪ tests of loads; ▪ tests under static and dynamic load; ▪ other tests which have in view the whole behavior of the crane.

With a view to the authorization all the tests are compulsory but the present paper presents the analysis of the main beam under the action of external loads. In the current activity one established that the imposed check in order to authorize the cranes are necessary but not enough to ensure those working safety. The present paper makes an important analysis of the main beam: the state of stress and deformation under static and dynamic load.

Keywords: portal crane, force, deflection, acquisition system, transducers

Cuvinte cheie: macara portal, forță, săgeată, sistem de achiziție, traductoare

## 1. Introducere

Macaralele, în accepțiune modernă, sunt instalații de ridicat compuse, de obicei, dintr-un schelet metalic, de formă, construcție și dimensiuni variabile și din mecanisme necesare ridicării și deplasării sarcinilor. Macaralele pot fi clasificate după diverse criterii, ținând seama de modul de acționare și de tipul constructiv: fixe sau deplasabile, deplasabile pe cale de rulare proprie sau pe cale de rulare independentă, autopropulsate sau tractate etc.

De foarte multe ori, zona de activitate a macaralelor coincide cu zona de activitate a oamenilor putând să pună în pericol securitatea și viața acestora. Nu sunt puține cazurile când accidente datorate macaralelor s-au soldat cu pierderi de vieți omenești și cu importante pierderi materiale.

Datorită specificului activității macaralelor, acestea trebuie să satisfacă o seamă de normative privind securitatea și protecția muncii. La intrarea în exploatare dar și periodic, macaralele sunt supuse la un set de teste pentru verificarea stării tehnice în vederea autorizării. Verificările sunt realizate de servicii specializate și acestea comportă următoarele etape:

- verificarea principalelor elemente componente;
- încercări în gol;
- încercări în sarcină, static și dinamic;
- alte încercări ce urmăresc comportarea de ansamblu a macaralei.

În vederea autorizării, toate încercările sunt obligatorii, dar și în lucrarea de față ne vom ocupa de analiza grinzii principale sub acțiunea sarcinilor exterioare. În activitatea curentă s-a constatat că verificările impuse în vederea autorizării macaralelor sunt necesare dar nu și suficiente pentru a asigura siguranța în funcționare a acestora. Această lucrare vine să facă o analiză de substanță a grinzii principale: starea de tensiuni și de deformații sub sarcină statică și dinamică.

Studiul teoretic dar și cel experimental se face pe o machetă construită la scara 1:10, figura 1, grinda principală fiind realizată dintr-un profil I cu dimensiunile 42x80x2660 mm, ranforsată printr-o structură cu zăbrele. Grinda principală se sprijină pe două picioare realizate din țevi de 1" cu 2 mm grosimea peretelui, elementele grinzii cu zăbrele fiind din țevă de 1/2" cu 2 mm grosimea peretelui. Pe grinda principală se deplasează un electropalan cu sarcina nominală de 125 kg, alimentat la 220 Vca.



Fig. 1 Macheta macaralei construită la scara 1:10

## 2. Baza teoretică a determinărilor experimentale

Pentru macaralele portal (macarale capră), pe baza literaturii de specialitate și a experienței autorilor, s-a făcut o analiză preliminară a potențialelor zone de pericol (rupere) sau pierdere de stabilitate. S-a constatat că grinda principală (profil I) este piesa componentă a macaralei de cea mai mare importanță; comportarea ei sub sarcină și zonele de îmbinare a acesteia cu celelalte elemente componente. Schema de montaj pentru studiul grinzii principale este arătată în figura 1 iar aparatura de măsurare este arătată în figura 2.

Aparatură și traductoare:

- sistem de achiziție SPIDER 8, rezoluție 12 biți;
- traductor de forță U2B 10 kN, liniaritate 0,5 %;
- traductoare inductive de cursă WA 100, liniaritate 0,5 %, 3 bucăți și WA 300 cu liniaritate 1 %, 4 bucăți;
- Notebook IBM ThinkPad R 51.

În figura 1 se observă un cadru metalic care încadrează macaraua; așa s-a realizat un montaj care asigură interacțiunea dintre grinda principală studiată și corpul fix al traductorilor inductivi de cursă liniară. Tijele mobile ale acestora au fost atașate rigid de grinda macaralei.



Fig. 2 Aparatură și montaj pentru studiul sub sarcină al grinzii principale – profil I

Căruciorul macaralei a fost poziționat succesiv în zona punctelor P1, P2, ... P7. Încărcarea a fost de 1444 kN, prinsă în cârligul macaralei prin intermediul traductorului de forță U2B 10 kN, frecvența de înregistrare fiind de 600 Hz/canal.

### 3. Determinări experimentale

Căruciorul macaralei ocupă succesiv pozițiile P1 ... P4 ... P7; se parcurg operațiunile:

- pornirea sistemului de achiziție SPIDER 8;
- ridicarea sarcinii la înălțimea de circa 400 mm;
- oprire ridicare sarcină cu așteptare circa 5 s;
- coborâre sarcină, așteptare 5 s;
- oprirea sistemului de achiziție date.

În figura 3 se arată o înregistrare în timp real (originală) precum și un detaliu pentru cazul când sarcina este aplicată în punctul P4 (solicitarea simetrică a unei grinzi simetrice), este momentul de acționare comandă și frână electromecanică.

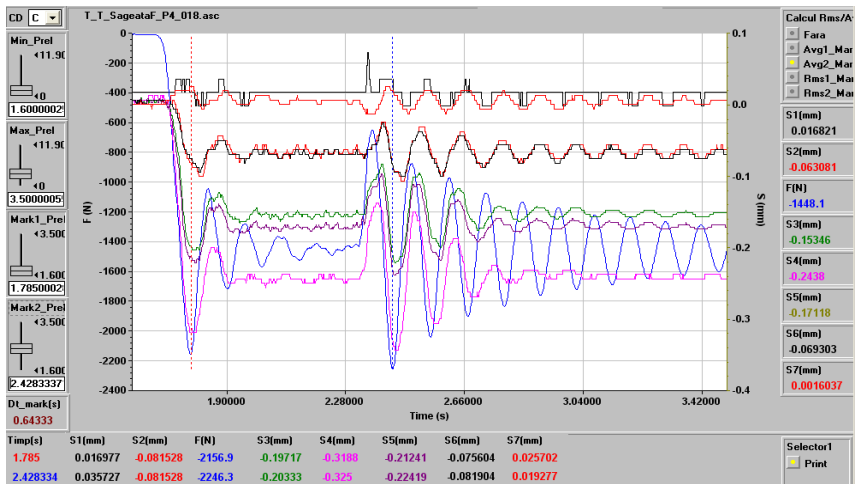
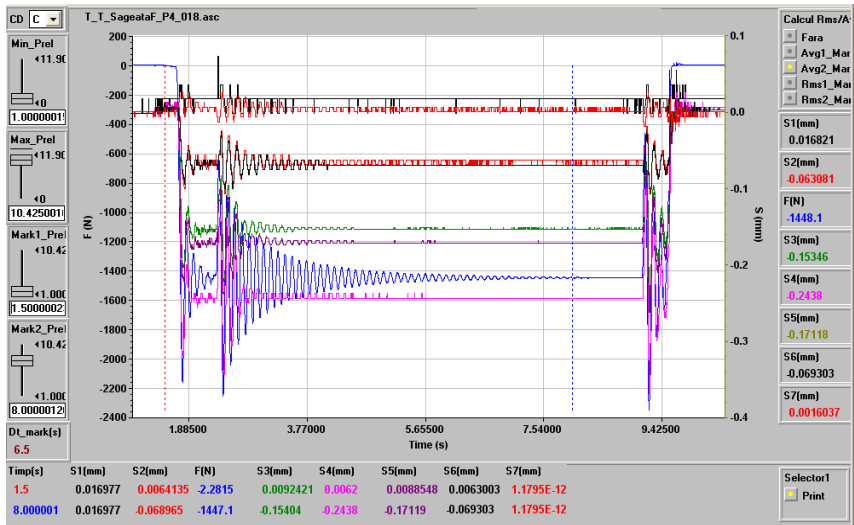


Fig. 3 Sarcină aplicată în P4. Înregistrare originală și detaliu pentru săgeți

Centralizarea determinărilor experimentale este dată în tabelul 1 și figura 4.

Tabelul 1

Punct aplicare	F (N)	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	S4 (mm)	S5 (mm)	S6 (mm)	S7 (mm)
P1	-1449.65	-0.35594	-0.16332	-0.05543	0.001866	0.014758	0.026528	0.027321
P2	-1454.38	-0.03704	-0.04429	-0.03078	-0.01579	0.00259	0.006151	0.016375
P3	-1446.58	0.01875	-0.04976	-0.10099	-0.1501	-0.09885	-0.0319	0.001305
P4	-1447.94	0.016905	-0.06318	-0.15366	-0.2438	-0.16171	-0.0693	0.016751
P5	-1450.09	5.36E-05	-0.03769	-0.09547	-0.14441	-0.10467	-0.04819	1.75E-02
P6	-1452.2	0.017142	0.006282	0.002603	-0.01692	-0.02915	-0.04522	-0.03711
P7	-1440.2	0.027938	0.02394	0.014999	0.001842	-0.05413	-0.16155	-0.35734

Săgeata grinzii principale la încărcare cu sarcina de 1444N în punctele P1... P7

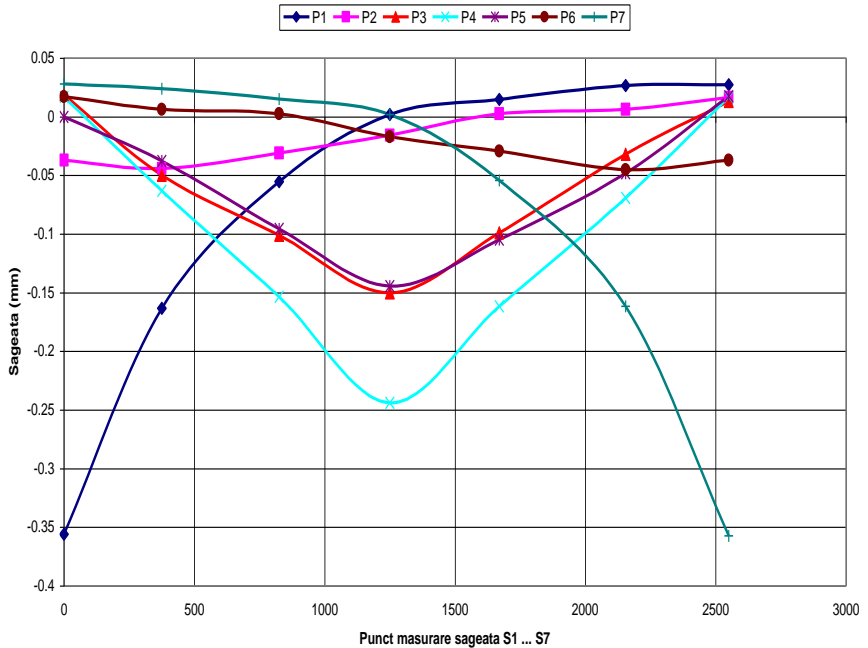


Fig. 4 Săgețile principale la încărcarea succesivă cu sarcină F = 1444 kN în punctele P1 ... P4 ... P7

Săgeata grinzii principale la încărcare cu sarcina de 1444N în punctele P1... P7

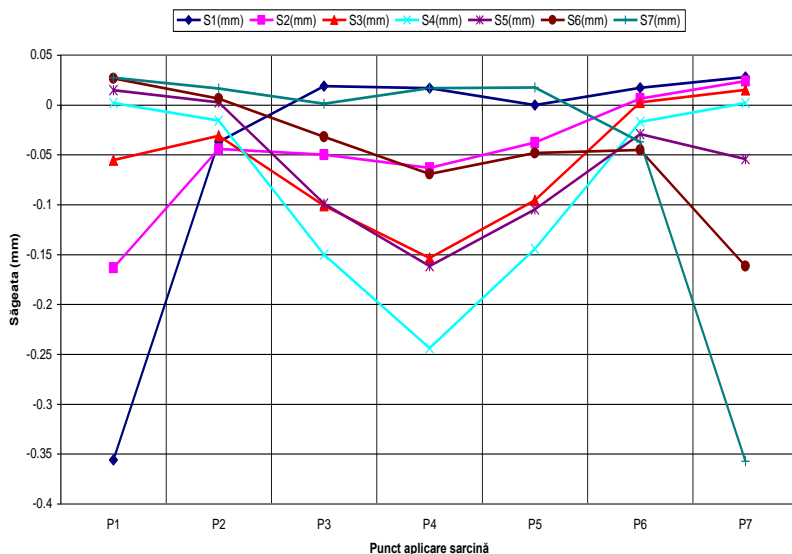


Fig. 4 - continuare - Săgețile principale la încărcarea succesivă cu sarcină  $F = 1444 \text{ kN}$  în punctele P1 ... P4 ... P7

#### 4. Concluzii

■ Studiul făcut în cele prezentate mai sus a arătat comportarea grinzii principale sub sarcină constantă, solicitarea fiind considerată statică. Succesiunea de ridicare – oprire și coborâre – oprire a sarcinii duce la o anumită comportare a macaralei în ansamblu, solicitarea fiind "variabilă". De aici și concluzia că sarcinile normale de funcționare ale macaralei conduc la apariția unor vibrații forțate în structura grinzii principale. În spectrul de frecvență al mișcării vibratorii induse, ponderea principală o are vibrația cu frecvența egală cu cea a forței din cablul de acționare; se constată că sunt excitate și frecvențele proprii ale întregii structuri mecanice ale macaralei.

■ De aici, și concluzia finală a acestui studiu: o funcționare favorabilă a macaralei presupune ca frecvențele proprii ale structurii mecanice trebuie să fie situate în afara domeniului de frecvență al forțelor de excitație.

■ Un răspuns la cele arătate mai sus va fi formulat prin studiile arătate în Partea a II-a a acestei lucrări.

## 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., s.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