



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

CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE LA CONFIRMAREA REZULTATELOR NUMERICE PRIN ANALIZA REZULTATELOR OBȚINUTE EXPERIMENTAL, PENTRU VAGONUL DESCOPERIT CU PEREȚI ÎNALȚI

Tiberiu Ștefan MĂNESCU, Cornel IACOB-MARE
Anca Diana ANCAȘ, Laurențiu Nicușor ZAHARIA

CONCLUSIONS AND PERSONAL CONTRIBUTIONS TO THE CONFIRMATION NUMBER OF RESULTS BY ANALYZING EXPERIMENTAL RESULTS, WAGON DISCOVER HIGH WALLS

This article aims to confirm the results obtained using the finite element method to simulate the compression on a freight wagon buffers discovered by high walls Comparing the numerical results with experimental results obtained with the method of resistive electric tensometry.

Keywords: cargo wagon, finite elements, stresses, deformations
Cuvinte cheie: vagon de marfă, elemente finite, tensiuni, deformații

1. Introducere

În prezent, metodele numerice și aplicațiile create în programe numerice sunt foarte performante deoarece sunt ajutate de posibilitățile hardware foarte dezvoltate. Cu toate acestea, metodele experimentale sunt utilizate pentru validarea proiectului. Încercările tensometrice sunt prin natura lor încercări nedistructive ceea ce constituie un foarte mare

avantaj în special pentru structurile complexe cum sunt și vagoanele de marfă.

Datorită complexității structurii și ținând seamă de sarcinile ce solicită structura, încercările pot fi statice sau dinamice, abordarea analitică a calculului structural este foarte dificilă, fapt ce a impus utilizarea metodelor numerice.

2. Scopul lucrării

Din punct de vedere experimental, determinarea stării de tensiuni și deformații existentă în structura vagoanelor de marfă impune utilizarea unui număr mare de puncte de măsură amplasate pe elementele principale ale vagonului [3], [4]. Prelucrarea datelor în timp real precum și postprocesarea acestora, furnizează informații de valoare privind comportamentul vehiculului prototip și a seriei de vagoane care urmează a fi construită, la solicitarea cu sarcini statice și dinamice. În cadrul probelor statice, s-a urmărit verificarea rezistenței mecanice a principalelor elemente ale structurii vagonului (traversa frontală, lonjeron central, traverse mari și mici, rame etc.) sub acțiunea statică a sarcinii nominale verticale și forțelor orizontale longitudinale. În funcție de felul încărcării/sarcinii și efectul de concentrator și ținând cont de studiul efectuat prin metode numerice s-au aplicat traductoarele tensometrice. Analiza rezultatelor încercărilor statice a arătat că valorile tensiunilor obținute se găsesc în general sub limitele admise și că solicitările cele mai mari apar sub acțiunea forțelor de compresiune pe tampoane.

Modelul geometric al structurii de rezistență a vagonului de marfă ales ca model, este unul complex. Chiar și componente mai puțin solicitate ale acestuia (cum ar fi ușile de exemplu) sunt complicate din punct de vedere geometric deoarece sunt realizate prin ambutisare; pentru modelarea și discretizarea acestora trebuie acordată o atenție deosebită. În plus față de geometria structurii de rezistență trebuie avut în vedere numărul relativ mare de seturi de constante reale (grosimi) ale elementelor structurale [1], [2]. O atenție deosebită a trebui acordată în zonele unde elementele structurale sunt suprapuse pentru a ține cont de grosimea corectă a elementelor în acele zone.

Încercările de tensometrie sunt efectuate în conformitate cu standarde naționale și internaționale. Încercările de la structura de rezistență a vagoanelor de marfă, simulează eforturi ce apar în exploatare. În conformitate cu eforturile aplicate în timpul probelor statice de tensometrie asupra structurii portante a caroseriei vagoanelor de marfă sunt de compresiune în axa tampoanelor cu 1000

kN pe tampon și simulează cazul apariției unui efort ca urmare a frânării [5], [6]. Din analiza acestor standarde reiese clar că documentul primar care a stat la baza elaborării documentelor ulterioare a fost raportul ERRI B12/RP17. Acest document tehnic a fost elaborat în cadrul ERRI (European Railway Research Institute) organismul tehnic desemnat de UIC (Uniunea Internațională a Căilor Ferate).

Modelarea cu elemente finite de tip Shell, oferă avantajul unui număr mai mic de noduri (cu implicații directe asupra timpului de rulare) în comparație cu cazul în care modelul ar fi fost discretizat cu solide, dar are dezavantajul că suprafețele sunt generate pe planul lor median, ceea ce ne îndepărtează de realitate în cazul profilelor laminate (profile U, I) din care este construit vagonul. În plus, în cazul profilelor de înălțime diferită sau chiar de aceeași înălțime dar de alt tip (U cu I de exemplu) intersecția acestora conduce la o simplificare a modelului în acea zonă.

3. Rezultate obținute

S-a analizat stărea de tensiuni și deformații prin metoda elementelor finite pentru modelul ales și verificarea experimentală a datelor obținute prin încercări de laborator utilizând metoda tensometriei electrice rezistive.

Rezultatele numerice obținute au fost confirmate de rezultatele obținute la aceeași încercare pentru vagonul real. Rezultatele experimentale au fost obținute prin metoda tensometriei electrice rezistive.

În tabelul 1 sunt prezentate rezultatele numerice și experimentale, precum și eroarea dintre cele două metode. Spre deosebire de vagonul real unde structura nu este perfect simetrică, și ca urmare nici tensiunile măsurate nu vor fi perfect simetrice, la modelul numeric, va exista simetrie între rezultate pentru elementele structurale situate de o parte și de alta a planului vertical longitudinal.

În tabelul 1 au fost eliminate traductoarele simetrice față de axa longitudinală a vagonului, deoarece la măsurători apar diferențe între valorile înregistrate.

Diferențele dintre traductoarele tensometrice rezistive simetrice aplicate pe structura de rezistență apar ca urmare a imposibilității aplicării perfect simetric a sarcinilor, din toleranțele dimensionale ale structurii sau din ușoara asimetrie a amplasării traductoarelor.

De asemenea trebuie avut în vedere că finețea discretizării este mai mare decât grila de măsură a traductoarelor tensometrice. În plus

tensiunea calculată pe fiecare element finit, apare ca o mediere a valorilor calculate în noduri.

Nu în ultimul rând, trebuie avut în vedere că elementul finit de tip *Shell* – utilizat pentru a modela structura de rezistență are implementații algoritmi de calcul ce consideră în model o stare plană de tensiuni și deformații.

Tabelul 1

Nr. crt.	Traductor tensometric	Tensiuni obținute [N/mm ²]		
		Numeric	Experimental	Eroarea [%]
1	TF1	-72	-77	6,49
2	TF2	138	148	6,75
3	TF3	-142	-153	7,18
4	TF4	124	134	7,48
5	TF5	77	83	7,22
6	TF6	34	36	5,55
7	TF7	160	170	5,88
8	LC1	-26	-28	7,14
9	LC102	-63	-68	7,35
10	LC3	-29	-31	6,45
11	LC4	15	16	6,25
12	LC5	-90	-95	5,26
13	LC6	-92	-97	5,15
14	LC107	-94	-98	4,08
15	LC8	-77	-80	3,75
16	LI1	351	342	2,56
17	LL1	-115	-119	3,36
18	LL2	-36	-38	5,26
19	LL3	-63	-66	4,54
20	LL4	-75	-70	7,14
21	LL5	-47	-44	6,81
22	D1	-62	-64	3,12
23	D2	-72	-74	2,70
24	T1	5	5	0

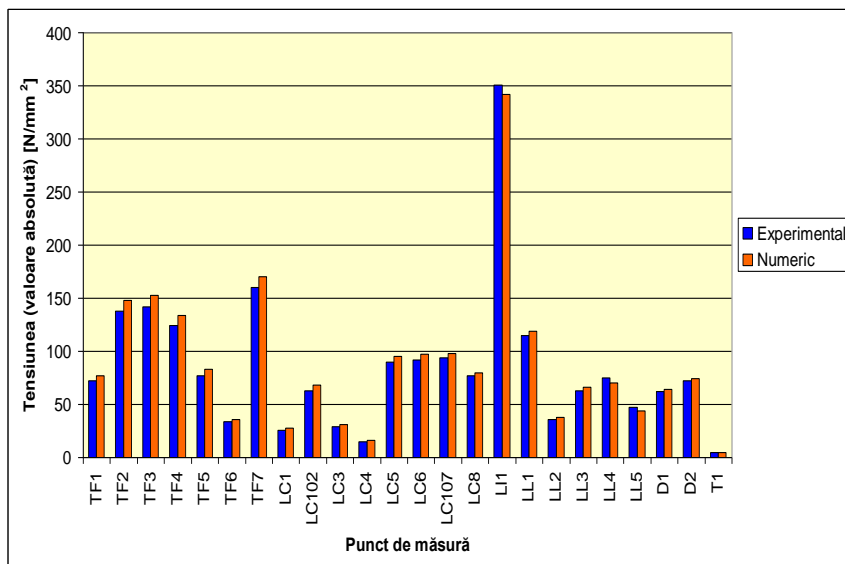


Fig. 1 Reprezentare ca histogramă a rezultatelor obținute numeric și experimental la proba de compresiune în axa tampoanelor

Eroarea relativă a fost calculată cu relația:

$$\xi = \frac{\sigma_N - \sigma_E}{\sigma_E} \cdot 100 \text{ [%]}$$

în care σ_N reprezintă tensiunile obținute numeric și σ_E reprezintă tensiunile obținute experimental [4].

4. Concluzii

■ Comparându-se rezultatele obținute virtual cu rezultatele obținute la încercări se poate observa că există similitudine între acestea, diferențele între valorile calculate și măsurate fiind mai mari în imediata vecinătate a zonelor unde se aplică forțe și reacțiuni și mai mici în zonele mai îndepărtate (principiul lui Saint Venant) – tabelul nr.1 și figura 1.

■ Ca urmare, modelul numeric al vagonului descoperit cu pereți înalți simulează comportamentul structurii portante a vagonului real.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Burada, C., Buga, M., Crăsneanu, A., *Elemente și structuri portante ale vehiculelor de cale ferată*, Editura Tehnică, București, România, 1980.
- [2] Iacob-Mare, C., Mănescu, T.Ș., *Simularea compresiunii pe tamponalele unui vagon de marfă utilizat în transporturile uzinale cu metoda elementelor finite*, Știință și Inginerie, An XIII Vol. 24, pag. 167-174, Editura AGIR, București, România, 2013.
- [3] Iacob-Mare, C., *Contribuții privind studiul vagoanelor descoperite cu pereți înalți utilizate la căile ferate uzinale, în vederea creșterii capacității de încărcare*, Teză de doctorat, Universitatea "Eftimie Murgu" din Reșița, 2013.
- [4] Mănescu, T.Ș., Nedelcu, D., *Analiza structurală prin metoda elementului finit*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, România, 2005.
- [5] Mănescu, T.Ș., Zaharia, N.L., Mănescu, T. jr., Iacob-Mare, C., *Noțiuni fundamentale de rezistența materialelor și teoria plasticității*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, România, 2012.
- [6] *** SR EN 12663 – *Structural requirements of railway vehicle bodies*, 2000.
- [7] *** Fișa UIC 577 – *Sollicitations des wagons*, 2004.

Prof. Dr. Ing. Tiberiu Ștefan MĂNESCU
Universitatea Eftimie Murgu Reșița, membru AGIR
e-mail: t.manescu@uem.ro

Dr.Ing. Cornel IACOB-MARE
Universitatea Eftimie Murgu Reșița
e-mail: c.iacob-mare@uem.ro

Dr.Ing. Ana Diana ANCAȘ,
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași
e-mail: ancas02@yahoo.com

Dr.Ing. Nicușor Laurențiu ZAHARIA
Autoritatea Feroviară Română – AFER București
Calea Griviței nr. 393, sector 1, 010719, București
e-mail: rentizaharia@yahoo.com