

A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională, "Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii româneştî", SEBEŞ, 2010

## SIMULAREA ÎNCERCĂRII DE COMPRESIUNE PE TAMPOANE LA UN VAGON CISTERNĂ CU AJUTORUL METODELOR NUMERICE

Tiberiu Ştefan MĂNESCU, Nicuşor Laurențiu ZAHARIA, Tiberiu MĂNESCU jr., Cristian FĂNICĂ

## COMPRESSIVE BUFFER TEST SIMULATION FOR A TANK WAGON USING NUMERICAL METHODS

The numerical methods are used for railway vehicles design. Before manufacturing, the virtual model of the wagon can be performing a finite element analyses in purpose to improve the design. But, one of the error sources during finite element analyses can be how the loads are applied.

Cuvinte cheie: vagon cisternă, elemente finite, Ansys, forțe

### 1. Introducere

Vagoanele cisternă se utilizează de către operatorii feroviari pentru transportul produselor aflate în stare lichidă (țiței și derivate ale acestuia) și a gazelor lichefiate. Pentru ca un vagon să ajungă din stadiul de proiect în stadiul de vehicul pentru transport, el parcurge mai multe etape:

- proiectarea propriu-zisă;
- execuția prototipului;
- testarea prototipului;
- omologarea prototipului în vederea execuției seriei de vagoane din care face parte.

În timpul procesului de proiectare, este recomandat studiul structurii de rezistență a vehiculului cu ajutorul metodei elementelor finite. Practic, se simulează programul de încercări pe care va trebui să îl parcurgă prototipul în vederea omologării.

Încercările la structura de rezistență a vehiculelor se efectuează conform SR EN 12663 *Structural requirements of railway vehicle bodies*.

Prezenta lucrare își propune să prezinte simularea încercării de compresiune pe tampoane pentru un vagon cisternă utilizat la transportul metanolului. Deoarece una din posibilele surse de erori în cadrul unei analize cu elemente finite provine din schematizarea forțelor, sunt prezentate diferite modalități de aplicare a forțelor de compresiune și rezultatele obținute.

#### 2. Modelul cu elemente finite

Vagonul ales pentru studiu admite un plan de simetrie – planul longitudinal. Modelarea geometrică și calculul cu elemente finite s-au realizat cu Ansys 10.0. Structura portantă a vagonului a fost discretizată cu elementul finit *Shell63*. Grosimile tablelor au fost declarate ca seturi reale parametrizate, mărimea elementului fiind impusă 35 mm pentru a urmări cât mai fidel geometria modelului.

Din punct de vedere constructiv, structura portanta (exceptând boghiurile) se compune din:

- şasiu;

- prinderea cisternei (recipientului);
- recipient.

Contactul dintre cisternă și suporții cavaletului, s-a modelat cu elemente de contact *TARGET170* și *CONTA173*. În figura 1 este prezentat modelul geometric al vagonului.



Fig.1 Modelul geometric al vagonului

Sistemul de referință a fost ales astfel: axa Ox – axa longitudinală orientată în lungul vagonului, axa Oy – axa orizontală

transversală orientată spre exteriorul vagonului, axa Oz – axa verticală orientată în jos. Originea s-a ales pe axa longitudinală a vagonului la unul din capete.



În figura 2 și figura 3 este prezentată discretizarea vagonului.

Fig. 2 Discretizarea traversei frontale



Fig. 3 Discretizare în zona frontală

Traversa frontală constituie setul *Real1* iar zona din aceasta unde se aplică talpa tamponului, constituie setul *Real2*. În cadrul încercărilor la structura de rezistență a vagonului, se îndepărtează tampoanele, în locul acestora montându-se tampoane false (fără elemente elastice). Traversa frontală este groasă de 10 mm. Deoarece forța se aplică pe tamponul fals, s-a modelat numai talpa acestuia pe model și s-a discretizat cu elemente finite de volum *Solid45*.

### 3. Simulări efectuate

În conformitate cu norma menționată, s-a simulat încercarea de compresiune în axa tampoanelor cu 2000 kN astfel:

1. forța aplicată concentrat, F = 1000 kN pe talpa tamponului în centrul tamponului;

2. forța aplicată distribuit pe toată talpa tamponului, p = 10,68  $\ensuremath{\text{N/mm}^2}\xspace;$ 

3. forța aplicată distribuit pe zona circulară delimitată de corpul tamponului, p = 26,32 N/mm<sup>2</sup>.

În toate cazurile de încărcare, reacțiunile s-au pus la crapodine UY = 0 = UZ.

Contactul dintre cisternă și suporții cavaletului a fost "no separation (always)".

Prin simulări, s-au urmărit atât compararea tensiunilor obținute cu acelea obținute pe cale experimentală cât și validarea schematizării utilizate la aplicarea forțelor.

### 4. Rezultate obținute

#### 4.1 Forța aplicată concentrat, F = 1000 kN pe talpa tamponului

Ca urmare a aplicării forței concentrate, tensiunile von Mises obținute în model sunt mari (figura 4 și figura 5).

Tensiunea maximă rezultă la îmbinarea plăcii de ranforsare dintre traversa frontală, diagonală și lonjeronul lateral.





Fig. 4 Tensiunile von Mises în zona frontală

Fig. 5 Tensiunile von Mises maxime în zona concentratorului

#### 4.2 Forța aplicată distribuit pe toată talpa tamponului

Ca urmare a aplicării forței distribuite pe toată talpa tamponului, tensiunile von Mises obținute în model sunt mari (figura 6 și figura 7). Tensiunea maximă rezultă la unul din colțurile tălpii tamponului, situat spre lonjeronul central.



Fig. 6 Tensiunile von Mises în zona frontală



Fig. 7 Tensiunile von Mises maxime în zona concentratorului

# 4.3 Forța aplicată distribuit pe zona circulară delimitată de corpul tamponului

Ca urmare a aplicării forței distribuite pe aria circulară delimitată de corpul tamponului, tensiunile maxime von Mises, obținute în model sunt mari (figura 6 și figura 7).





Fig. 8 Tensiunile von Mises în zona frontală

Fig. 9 Tensiunile von Mises maxime în zona concentratorului

Tensiunea maximă rezultă la îmbinarea plăcii de ranforsare dintre traversa frontală, diagonală și lonjeronul lateral.

Toate rezultatele obținute sunt în N/mm<sup>2</sup>.

#### 5. Concluzii

Din analizarea rezultatelor obținute în cele trei cazuri de încărcare, se poate observa că:

■ tensiunile maxime von Mises obținute, diferă de la un caz la altul ca valoare;

■ din punct de vedere al zonelor unde acestea sunt maxime, în două din cazuri există similitudini;

■ tensiunile maxime obținute depăşesc tensiunea admisibilă a materialului, ceea ce conduce la necesitatea îmbunătățirii proiectului în zona de îmbinare placă de ranforsare – lonjeron lateral. Chiar dacă valorile tensiunilor diferă, cu siguranță că în acea zonă, modul de îmbinare creează un concentrator de tensiuni;

■ valorile deformațiilor pentru primul și al III-lea caz sunt comparabile pe axa Oz și ușor diferite după axa Ox;

■ din cele trei schematizări prezentate este recomandată ultima deoarece se apropie cel mai mult de modul de efectuare al experimentelor.

#### BIBLIOGRAFIE

[1] Mănescu, T.Şt., Nedelcu, D., *Analiza structurală prin metoda elementului finit,* Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2005.

[2] Mănescu, T.Şt., Copaci, I., Olaru, St., Creangă, Fl., *Tensometria electrică rezistivă în cercetarea experimentală,* Editura Mirton, Timişoara, 2006.

[3] Mănescu, T.Şt., Copaci, I., Olaru, St., Creangă, Fl., *Rezistența la solicitări variabile care apar în exploatarea vehiculelor feroviare,* Editura Mirton, Timişoara, 2005.

[4] \*\*\* EN 12663 – Structural requirements of railway vehicle bodies, 2000.
[5] \*\*\* UIC leaflet 577 – Sollicitations des wagons, 2004.

Prof. Dr. Ing. Tiberiu Ştefan MĂNESCU Universitatea "Eftimie Murgu" Reşiţa Piaţa Traian Vuia nr. 1-4, 320082, Reşiţa membru AGIR e-mail: t.manescu@uem.ro Ing. Nicuşor Laurenţiu ZAHARIA Autoritatea Feroviară Română – AFER Bucureşti Calea Griviţei nr. 393, sector 1, 010719, Bucureşti e-mail: laurentiu@afer.ro Ing. Tiberiu MĂNESCU jr. e-mail: tibijunior@yahoo.com Şef lucr.Dr.Ing. Cristian FĂNICĂ e-mail: f.cristian@uem.ro Universitatea "Eftimie Murgu" Reşiţa Piaţa Traian Vuia nr. 1-4, 320082, Reşiţa