



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2016

## **ANALIZA TENSIUNILOR ȘI DEFORMĂȚILOR LA ȘASIU UNUI VAGON DE MĂRFĂ CU PEREȚI ÎNALȚI ÎN URMA UNOR LUCRĂRI DE REPARAȚIE ȘI CONSOLIDARE**

Cornel IACOB-MARE, Tiberiu Ștefan MĂNESCU, Tiberiu MĂNESCU Jr

### **ANALYSIS OF TENSIONS AND DEFORMATIONS TO THE CHASSIS OF A FREIGHT WAGON WITH HIGH WALLS AFTER CONSOLIDATION AND REPAIR WORKS**

This paper checks by the finite element method the solution to strengthen the chassis of a boxcar with high walls in the process of corrective and predictive maintenance railway vehicles run scheduled ungress works inspections and repairs in order to keep running optimally or improved and increase transport capacity correlated with the life extension of the rail vehicle

Keywords: freight wagon loads, stresses, strains, maintenance

Cuvinte cheie: vagoane de marfă, sarcini, tensiuni, deformații, mentenanță

#### **1. Introducere**

Cu ocazia lucrărilor de mentenanță corectivă și predictivă la vehiculele feroviare s-au constatat diverse abateri dimensionale și deformații plastice la structura portantă a vehiculelor feroviare. Totalitatea elementelor componente ale unui vagon ce asigură rigiditatea și rezistența acestuia la solicitările ce intervin pe parcursul întregi perioade de exploatare, formează structura portantă sau structura de rezistență a vehiculului feroviar[2], [6].

Vagoanele descoperite sunt standardizate pe plan european conform fișelor UIC 571-2 [7] pentru vagoanele descoperite pe 4 osii.

## 2. Scopul lucrării

Pentru cercetările științifice efectuate am ales un vagon descoperit cu pereți înalți deoarece aceste tipuri de vagoane sunt apte atât pentru circulația pe căile ferate uzinale cât și pentru circulația pe infrastructura rețelei naționale feroviare. Marfa transportată în aceste vagoane poate varia în funcție de cerințele utilizatorului.

Pentru a justifica susținerea financiară a unei mentenanțe predictive este necesar ca aceasta să fie într-o oarecare măsură cuantificabilă din punct de vedere al costurilor și beneficiilor pe care le presupune. În prezent, operatorii de transport feroviar solicită prelungirea duratei de viață a vagoanelor de marfă din rațiuni economice. Astfel, durata de viață a unui vehicul feroviar de acest tip, poate crește de la 30 la 48 de ani, conform reglementărilor feroviare în vigoare.

Încercările la structura de rezistență a vagoanelor marfă sunt obligatorii atunci când se fac modificări structurale în urma unui proces de modernizare. Încercările sunt efectuate conform standardelor internaționale [7], [8]. 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 fiind elaborat în cadrul ERRI (European Railway Research Institute) organismul tehnic desemnat de UIC (Uniunea Internațională a Căilor Ferate).

Vagonul ales pentru studiu este prezentat în figura 1. În modelul cu elemente finite nu s-au studiat și boghiurile vagonului, calculele efectuându-se doar pe caroserie.

Din punct de vedere constructiv, vagonul se compune din șasiu și cutie. Șasiul reprezintă partea vehiculului pe care se plasează încărcătura iar cutia (formată din pereții laterali și frontali) are rolul de a proteja încărcătura [2].

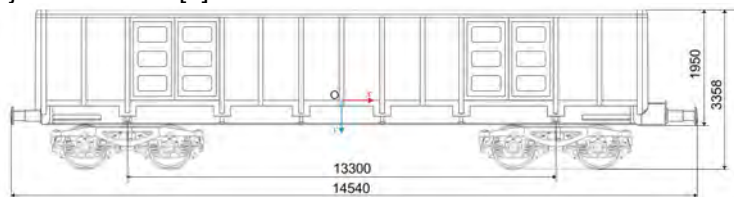


Fig.1 Vagon descoperit cu pereți înalți

Șasiul admite numai un plan de simetrie – longitudinal vertical – deoarece platforma pentru frânar este pe toată lățimea traversei frontale și este rezemată pe aceasta și pe o „traversă falsă”.

În figura 2. este prezentat modelul geometric al caroseriei vagonului.

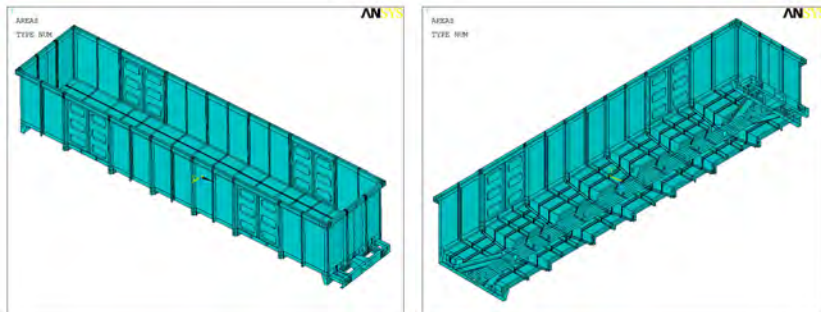


Fig.2 Vederi tridimensionale ale caroseriei vagonului

### 3. Rezultate obținute

Soluția de modificare constructivă prin prelungirea diagonalelor între traversa falsă și traversa frontală presupune păstrarea platformei pentru timoneria frânei de mână. În figura 3 și 4 se prezintă modificarea geometriei structurii între traversa frontală și traversa falsă, prin renunțarea la longrine și prelungirea diagonalelor cu profile identice ca acelea aflate între traversa falsă și lonjeronul central [5].

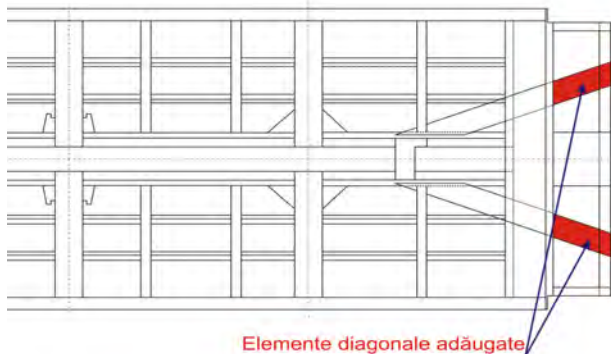


Fig.3 Șasiul vagonului rezultat prin adăugarea de elemente diagonale între traversa frontală și traversa falsă

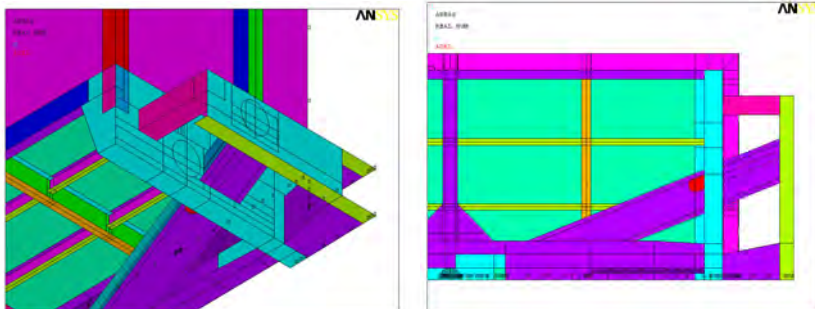


Fig.4 Vederi ale modelului geometric cu adăugarea de elemente diagonale

În vederea determinării stării de tensiuni și deformații în structura portantă a vagonului descoperit prin metoda elementelor finite am procedat astfel:

- Am aplicat forțele de compresie pe traversa frontală pe zona delimitată de corpul cilindric al fiecărui tampon. Pentru aceasta am selectat nodurile corespunzătoare acestei arii și am împărțit valoarea de 500 kN/tampon la numărul de noduri;

- Am blocat reacțiunile la crapodinele superioare (pivoții vagonului). Translațiile verticale UZ sunt blocate datorită rezemării vagonului pe boghiuri și prin intermediul acestora pe calea ferată iar translațiile orizontale transversale UY sunt blocate datorită buzilor bandajelor. În acest caz de solicitare prin aplicarea forțelor pe ambele tampoane, nu este nevoie să fie blocată translația după axa longitudinală UX;

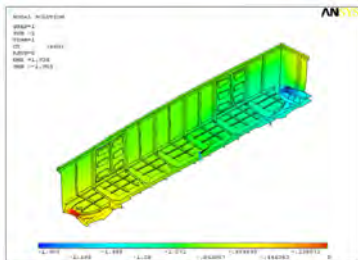
- Pe conturul ariilor aflate în planul vertical longitudinal xOz (plan de simetrie) am aplicat condiții de simetrie. Deoarece aria suprafeței circulare delimitată de corpul tamponului este  $A = 38013 \text{ mm}^2$  [3] [6].

$$p_{cr} = \frac{F}{A} = \frac{1 \cdot 10^6}{38013} = 26,31 \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

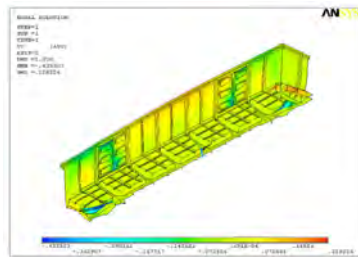
Rezultatele obținute sunt prezentate în figura 5. Se observă modificări ale valorilor deformațiilor și a tensiunii von Mises [1, 9]. Pentru adăugarea elementelor diagonale am eliminat longrinele. Diferența de masă față de modelul inițial este nesemnificativă și anume 52 kg [5].

Deformațiile longitudinale au valoarea maximă de -1,905 mm (figura 5, a), deformațiile transversale au valoarea maximă de -0,435

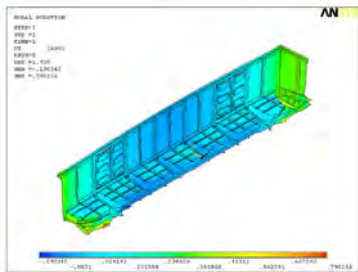
mm (figura 5, b) iar săgeata are valoarea maximă de 0,79 mm (figura 5, c). Tensiunile von Mises au valoarea maximă de 292,12 N/mm<sup>2</sup> (figura 5, d).



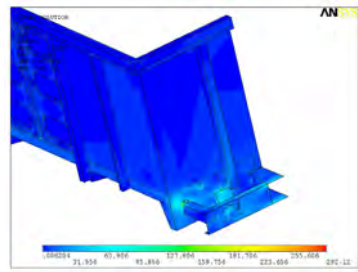
a) Deformația longitudinală(-1,905 mm)



b) Deformația transversală(-0,435 mm)



c) Săgeata(0,79 mm)



d) Tensiuni von Mises(292,12 N/mm<sup>2</sup>)

Fig.5 Rezultate obținute la proba de compresiune pe tamponare după adăugarea elementelor diagonale

Secțiunea elementelor diagonale adăugate este similară cu a longrinelor. Se observă o repartiție mai bună a tensiunilor von Mises la nivelul structurii de rezistență, ce se datorează diagonalelor înclinare cu unghiul de 21° față de axa longitudinală a vagonului. Datorită unghiului dintre diagonale și axa longitudinală a vagonului, eforturile de compresiune se descarcă pe lonjeronul central prin intermediul diagonalelor. Lonjeronul central, este o adevărată coloană vertebrală a vagonului.

#### 4. Concluzii

■ În această lucrare, s-a studiat prin metode numerice într-o aplicație creată în programul cu elemente finite Ansys, soluția de modificare a structurii portante a vagonului pornind de la geometria deja existentă a vagonului.

■ Din rezultatele obținute se poate observa că această soluție este una fezabilă din punct de vedere tehnic și se poate realiza în cadrul unor procese de modernizare sau a unor reparații capitale.

■ Se observă o ușoară redistribuire a tensiunilor von Mises și pe pereții laterali și frontali.

■ 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.

## BIBLIOGRAFIE

[1] Bejan, M., *Rezistența materialelor*, vol. 1, Editura AGIR, București și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2005, ISBN 973-8466-12-1.

[2] Burada, C., Buga, M., Crăsneanu, A., *Elemente și structuri portante ale vehiculelor de cale ferată*, Editura Tehnică București 1980.

[3] Copaci, I., Mănescu, T., Olaru, S., Creanga, F., *Rezistența la solicitări variabile care apar în exploatarea vehiculelor feroviare*, Editura Mirton, ISBN 973-661-708-4, Timișoara, 2005.

[4] David, G.I., *Calculul și construcția structurilor portante ale vehiculelor feroviare*, Institutul Politehnic, Timișoara, 1981.

[5] Iacob-Mare, C., Manescu, T.Ș., *Study of the freight wagon body through the method of finite elements*, Revista Metalurgia Internațional, Nr. 1, 2014, pag. 18-23, ISSN 0461-9579 (ISI).

[6] 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.

[7] \* \* \* Fișa UIC 571-2, *Wagons unifies, wagons a bogie d'usage courant, caractéristiques*.

[8] \* \* \* SR EN 12663-2 *Aplicații feroviare – Cerințe de dimensionare a structurilor vehiculelor feroviare, Partea 2: Vagoane de marfă*, 2010.

[9] Bejan, M., Simion, Mihaela, Cherecheș, I.A., Lakatos, D.Gh., Vidican, I., *Compendii din rezistența materialelor*, vol. 1 și vol. 2, Editura AGIR, București și Editura MEGA, Cluj Napoca, 2013 (lucrare distinsă cu Diploma AGIR 2014, București, 11.09.2015).

Dr. Ing. Cornel IACOB-MARE

Universitatea Eftimie Murgu Reșița

e-mail: c.iacob-mare@uem.ro

Prof. Dr. Ing. Tiberiu Ștefan MĂNESCU

Universitatea „Eftimie Murgu” Reșița, membru AGIR

Piața Traian Vuia nr. 1-4, 320082, Reșița

t.manescu@uem.ro

Dr. Ing. Tiberiu MĂNESCU Jr.

Universitatea Eftimie Murgu Reșița, membru AGIR

e-mail: manescu.tiberiu@gmail.com