



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergiei românești",
SEBEȘ, 2012

TIPURI CONSTRUCTIVE ȘI CARACTERISTICI TEHNICE ALE VAGOANELOR DE MĂRFĂ FOLOSITE LA CALEA FERATĂ UZINALĂ

Cornel IACOB-MARE

TYPES ON CONSTRUCTION AND TECHNICAL CHARACTERISTICS OF WAGONS USED TO INDUSTRIAL RAILWAY

This paper aims to study of the constructive and technical characteristics, the most representative freight cars used in rail wagons found this plant on 2 and 4 axles.

Cuvinte cheie: vagoane de marfă descoperite, cale ferată uzinală, sarcini, tensiuni, deformații

Keywords: freight wagons discovered, railway plant, loads, stresses, deformations

1. Introducere

În cadrul diverselor societăți comerciale care dețin o cale ferată uzinală, folosită direct sau indirect în procesul de producție, sunt folosite diverse tipuri de vagoane tehnologice sau siderurgice cu scop limitat în procesul de producție¹.

Vagoanele descoperite sunt standardizate pe plan european conform fișelor UIC 571-1 [6] (pentru vagoanele descoperite pe 2 osii) și UIC 571-2 [7] (pentru vagoanele descoperite pe 4 osii).

¹ cele mai reprezentative sunt vagoanele de marfă descoperite pe 2 și 4 osii.

2. Vagoanele descoperite pe 2 și pe 4 osii

Vagoanele de marfă descoperite pe 2 și pe 4 osii se utilizează pentru transportul mărfurilor rezistente la intemperii.

Paleta mărfurilor transportate este variată: de la cocs, cărbune, minereu de fier, fier vechi, pietriș până la cherestea, lemn pentru celuloză și deșeuri din lemn. Cutia vagoanelor este prevăzută cu o centură superioară de întărire și cu pereți înalți, cu una sau două uși duble pe fiecare parte laterală a vagonului, cu deschiderea de 1800 mm fiecare.

Această construcție permite ca vagonul să se adapteze și la transportul mărfurilor voluminoase (semifabricate metalice, lemn de foc, cherestea etc.) fără a mai fi necesară utilizarea de țepușe sau alte dispozitive speciale.

Tipurile constructive de vagoane sunt următoarele:

- Esx – vagon pe 2 osii, prevăzut cu pereți laterali fiși, cu câte o ușă dublă laterală și cu pereți frontali rabatabili pentru a se permite descărcarea vagoanelor prin culbutare (figura 1, a);
- Eaos – vagon pe 4 osii, cu toți pereții fiși și cu câte 2 uși duble pe pereții laterali (figura 1, b);
- Eamos – vagon pe 4 osii, fără uși laterale, cu toți pereții fiși pentru a se putea bascula lateral (figura 1, c);
- Eacs – vagon pe 4 osii, cu pereți frontali rabatabili, cu pereți laterali fiși și cu câte uși duble laterale și trape în podea, pe ambele părți longitudinale ale vagonului (figura 1, d).

Pentru a efectua transportul mărfurilor în condiții de deplină siguranță trebuie respectate limitele de încărcare, modul de repartizare al încărcăturii pe vagon și gabaritul de încărcare. Încărcarea vagoanelor se face în funcție de limitele inscripționate pe ambele părți laterale ale vagoanelor, limite de încărcare determinate prin calcul (depind de categoria liniei și de caracteristicile vagonului). Liniile de cale ferată sunt împărțite în funcție de sarcina pe osie și greutatea pe metru liniar, în total fiind nouă categorii de linii [1]:

Tabelul 1

Masa maximă pe metru liniar		A	B	C	D
		16 t	18 t	20 t	22,5 t
1	5,0 t/m	A	B1	-	-
2	6,4 t/m	-	B2	C2	D2
3	7,2 t/m	-	-	C3	D3
4	8,0 t/m	-	-	C4	d4

Vagoanele sunt apte să primească sarcini uniform repartizate având valorile prezentate în tabelul următor [2]:

Tabelul 2

Lungimea de încărcare [m]		Sarcina [t]
a-a	2,0	16
b-b	5,0	23
c-c	8,5	39

În cazul sarcinilor prezentate în tabelul anterior, acestea se sprijină pe podeaua vagonului fie direct, fie prin intermediul a cel puțin patru puncte plasate transversal [6], [7].



a) Vagon Esx



b) Vagon Eaos



c) Vagon Eamos



d) Vagon Eacs

Fig. 1 Vagoane descoperite pe 2 și 4 osii

3. Forțele și sarcinile ce acționează asupra vagoanelor de marfă descoperite cu pereți înalți

Vagoanele de marfă sunt solicitate de forțe și sarcini care pot acționa atât static cât și dinamic, în funcție de starea vagonului (repaus sau mișcare).

3.1. Forțele și sarcinile statice care acționează asupra vagoanelor de marfă descoperite sunt [2]:

- greutatea proprie;
- greutatea încărcăturii;
- presiunea exercitată de încărcătură asupra pereților.

3.2. Forțele și sarcinile dinamice care solicită vagoanele sunt [4]:

- forțe de tracțiune, când trenul rulează în regim de tracțiune;
- forțe de compresiune, când trenul rulează în regim de frânare;
- forțe de ciocnire, la manevra vehiculelor în triaje sau chiar în timpul frânelor în circulație ca urmare a șocurilor longitudinale produse în masa trenului;
- forțe verticale și orizontal transversale produse din cauza neregularităților de căi sau mișcărilor oscilatorii ale vehiculului;
- sarcini aerodinamice date de presiunea vântului, la circulația trenurilor în tuneluri sau circulația paralelă a trenurilor.

4. Materiale utilizate și rezistențe admisibile

La construcția structurii de rezistență a vagoanelor se marfă se utilizează diferite materiale în funcție de scopul pentru care este construit vehiculul. Cel mai utilizat material este oțelul. Se mai utilizează lemnul (mai rar în ultima vreme) la podele sau pereți. Dintre tipurile de oțel produse, cel mai întâlnit este oțelul S355 și mai rar sau la componente mai puțin solicitate, oțelul S235.

Tensiunile admisibile utilizate la proiectarea și verificarea conformității vagoanelor de marfă sunt specificate în standarde europene, fișe UIC, standarde naționale etc.

Tabelul 3

	Caracteristica materialului	Tensiunea admisibilă
Zonă fără sudură	$R_p > 0,8 \cdot R_m$ și	$\sigma = R_p$
Zonă cu sudură	$A > 10\%$	$\sigma = R_p / 1,1$

în care R_p reprezintă limita de curgere convențională, R_m este rezistența la rupere și A alungirea [13] iar coeficientul 1,1 este considerat acoperitor pentru neregularitățile datorită sudurii.

Oțelul S355 are următoarele caracteristicile mecanice:

Tabelul 4

Densitatea [kg/m ³]	Modulul lui Young	Rezistența la rupere	Alungirea [%]	Duritatea Brinell

	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[HB]
7,9	210.000	510	19	120-140

Pentru sarcinile verticale, încercările statice la structura de rezistență încearcă să determine comportamentul structurii de rezistență a vagonului de marfă, la oboseală. Tensiunile determinate pentru aceste cazuri de încărcare nu trebuie să depășească limitele date în tabelul 3 Tensiunile admisibile pentru sarcinile verticale depind de [8]:

- marca oțelului;
- coeficientul dinamic K specificat pentru tipul de vagon și cazul de încărcare considerat;
- grosimea materialului;
- amplasamentului traductorului electric rezistiv cu care se măsoară deformația specifică.

Domeniul tensiunii admisibile dinamice $2\sigma_{Alim}$ este dependent de clasa de încreștere în care se situează îmbinarea sudată. Conform acestei convenții, sunt definite cinci clase de încreștere:

- clasa A: zonă fără sudură;
- clasa B: zonă cu sudură cap la cap;
- clasa C: zonă cu sudură cap la cap cu schimbarea de inerție;
- clasa D: zonă cu sudură de colț;
- clasa E: zonă cu sudură pentru rigidizare.

Aceste cinci clase de încreștere nu acoperă toate tipurile de îmbinări care se pot întâlni la structura de rezistență a unui vagon de marfă și de aceea constituie un criteriu uneori subiectiv când se face încadrarea unei îmbinări într-o clasă de încreștere.

Pentru o valoarea a factorului dinamic $K = 0,3 (\pm 0,3 \cdot g \text{ în } m/s^2)$, tensiunile admisibile pentru oțelurile utilizate uzual în construcția structurilor de rezistență a vagoanelor sunt prezentate în tabelul 5 în funcție de clasa de încreștere. S-a considerat că sarcina verticală este dată de expresia:

$$p = (m_1 + m_2) \cdot g \quad (1)$$

în care p reprezintă sarcina verticală distribuită uniform pe podeaua vagonului, m_1 este masa șasiului și a cutiei iar m_2 este masa încărcăturii [8].

Tabelul 5

	Tensiunile admisibile pentru oțelul [N/mm ²]		
Clasa de încreștere	S235	S275	S355
A	180	211	273

	165 ^{a)}	192 ^{a)}	248 ^{a)}
B	150		
C	133		
D	110		
E	90		
^{a)} Pentru suprafețe prelucrate (mașinate)			

4. Concluzii

Pe plan european vagoanele descoperite sunt standardizate, această standardizare implică caracteristicile produsului final nu și elementele constitutive. Astfel, deși servesc aceluiași deziderat, vagoane identice ca serie dar produse la fabricanți diferiți nu sunt identice din punct de vedere structural.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Berceanu, F., *Compendiu de vagoane de marfă*, Editura Asab, ISBN 973-85643-5-2 București, 2002.
- [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., Creangă, 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] Mănescu, T.Ș., Jiga, G.G., Zaharia, N.L., Bîtea, C.V., *Noțiuni fundamentale de rezistența materialelor și teoria elasticității*, Editura „Eftimie Murgu”, ISBN 978-973-1906-67-6, Reșița, 2010.
- [6] * * * Fișa UIC 571-1, *Wagons unifies, wagons deux essieux d'usage courant, caractéristiques*.
- [6] * * * Fișa UIC 571-2, *Wagons unifies, wagons a bogie d'usage courant, caractéristiques*.
- [7] * * * SR EN 12663-2 *Aplicații feroviare – Cerințe de dimensionare a structurilor vehiculelor feroviare, Partea 2: Vagoane de marfă*, 2010.

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