

CERCETĂRI PRIVIND TRIBOLOGIA CONTACTULUI ROATĂ-ȘINĂ LA VEHICULELE FERROVIARE

RESEARCH ON TRIBOLOGY OF WHEEL-RAIL CONTACT TO RAILWAY VEHICLES

**Prof. Dr. Ing. Ioan SEBEȘAN, stud. Mihai-Cristian BORFINĂ,
stud. Ștefan-Gheorghe PROFIRI**

Universitatea POLITEHNICA din București, Romania

e-mail: ioan.sebesan@yahoo.com

Rezumat:

Fenomenele de contact roată-șină determină siguranța circulației, mentenanța vehiculelor și calitatea de nou. Geometria suprafețelor în contact, poziția osiei în cale și forțele care acționează asupra osiei etermină poziția punctelor de contact.

În lucrare se prezintă o serie de aspecte privind contactul roată-șină în funcție de forma profilurilor de roată și de poziția osiei în raport cu calea de rulare. Se prezintă și o metodă originală de studiu a contactului respectiv – metoda distanței minime.

Cuvinte cheie: contact roată-șină, osie, profil de roată, cale de rulare, metoda distanței minime

Abstract

The contact phenomenon between the wheel and the rail determines the safety of travel, vehicle maintenance, and quality. The geometry of the contact surfaces, the position of the axles on the track and the forces that act on the axle determines the position of the contact points.

In this piece of writing it is presented a series of notions concerning the contact of the wheel with the rail and how it changes based on the wheel's shape and the axle's position in relation with the track. It is also presented an original method of study of said contact - the method of minimal distance.

Keywords: contact of the wheel with the rail, the axles, wheel's shape, the track, method of minimal distance

1. INFLUENȚA PROFILULUI ROȚII ȘI A POZIȚIEI OSIEI ASUPRA PUNTELOR DE CONTACT CU ȘINA

Sunt în exploatare două tipuri de profiluri ale suprafețelor de rulare a roților: profilul conic și profilul de uzură.

La consumarea jocului între roată și șină profilul conic realizează dicontact cu șina, iar profilul de uzură, monocontact.

În cazul profilului conic s-a constatat că pe măsură ce uzarea acestuia avansează, punctele de contact se apropie ajungând chiar să se suprapună, bicontactul degenerând în monocontact, iar fenomenul de uzare avansează mai lent. Monocontactul este de preferat atât din punctul de vedere al exploatării vehiculului cât și al siguranței ghidării.

Față de firele căii, osia montată poate avea o poziție normală sau o poziție oblică, numită poziție de atac (fig. 1). În poziția de atac, direcția de rostogolire a roții sau direcția unui plan paralel al roții formează cu direcția șinei un unghi α numit unghi de atac. Chiar în aliniament osia are, de regulă, o poziție de atac datorită inegalității diametrelor cercurilor efective de rulare a roților, abaterilor de la geometria osiilor în cadrul vehiculului, jocurilor din sistemele de ghidare ale osiilor.

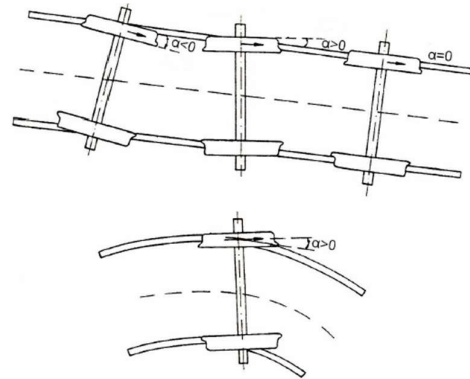


Fig.1. Poziții ale osiei în cale.

Unghiul de atac α este, în general, mic, fiind de cel mult 2° la vehiculele obișnuite și de 3° la vehiculele cu osii orientabile pe liniile cu ecartament normal. Unghiul α se consideră pozitiv atunci când osia, față de poziția normală, este rotită în sens trigonometric și negativ – la rotirea osiei în sens opus.

Dacă osia are o poziție normală pe direcția căii, punctele posibile de contact apar în planul meridian vertical al osiei. Când buza roții atinge flancul interior al șinei, contactul poate avea loc în două puncte sau, situație care se întâlnește la profilurile de uzură, într-un singur punct. Pozițiile punctelor de contact dintre roată și șină sunt bine determinate geometric.

În cazul bicontactului dintre roată și șină (fig. 2) un punct de contact A_1 , numit punct de sprijin, este situat pe suprafața de rulare, iar celălalt punct de contact A , numit punct de ghidare, este situat de regulă pe flancul exterior al buzei.

Dacă osia este în poziție de atac, punctele de contact roată-șină nu vor mai fi situate în planul median al osiei, ci ele vor fi decalate înaintea sau în urma acestui plan după cum $\alpha > 0$ sau $\alpha < 0$. Distanța de decalaj a punctului de contact este cu atât mai mare, cu cât unghiul de flanc în punctul de contact este mai mare.

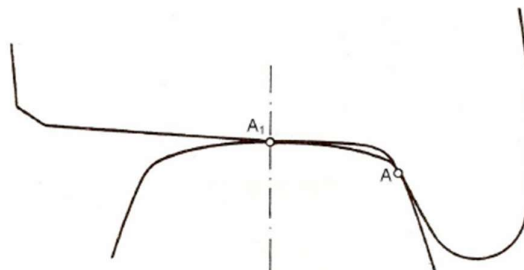


Fig.2. Situații de bicontact roată-șină

Pe suprafața de rulare, unde unghiul de flanc este mic, decalajele sunt mici și deci neglijabile iar la torul de gât și flancul exterior al buzei distanțele de decalaj cresc.

Astfel, după cum se poate vedea în fig. 3, în poziția de atac a osiei, punctul de contact A_1 se poate considera situat în planul meridian vertical al osiei, iar punctul A_a de pe buză se află la cota t sub A_1 și decalat înaintea acestuia cu b_a .

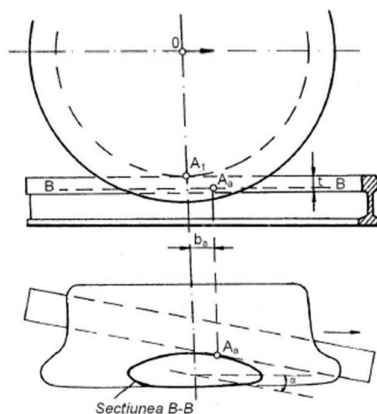


Fig.3. Decalarea punctului de contact de pe buză la roata în poziție de atac

Pentru studiul contactului, în cazul poziției de atac, este necesară determinarea profilurilor de tangență roată-șină. Aceasta a preocupat pe mulți cercetători reputați, dintre care se pot cita: Boedeker, Iahn, Heumann, Borgeaud, Bouteloup. Soluția exactă a fost dată de G. Borgeaud (în Disertația de Doctor – Zürich 1937) pe cale analitică, iar M. Bouteloup a făcut o transpunere pe cale grafică.

2. METODE DE DETERMINARE A PUNCTELOR DE CONTACT ROATĂ-ȘINĂ

Analiza profilurilor de rulare implică determinarea punctelor de contact dintre roți și șine. Pentru aceasta este necesară cunoașterea stării de uzură a profilurilor și descrierea lor matematică atât în poziție normală pe cale cât și în poziție de atac.

Când osia se află în poziție normală, adică atunci când planul meridian vertical al osiei este perpendicular pe firele căii, profilurile roții și al șinei sunt cele reale. Dacă, însă, osia se află în poziție de atac punctele care de fapt vin în contact sunt punctele de tangență dintre două curbe plane, adică profilul aparent al roții și profilul normal al șinei.

Dacă printr-un șir de puncte care aparțin profilului normal al roții ducem planuri paralele, atunci intersecția acestora cu periferia roții determină cercuri paralele care se vor proiecta pe planul meridian vertical normal pe șină sub forma unor elipse. Înfășurătoarea acestor elipse reprezintă profilul aparent al roții (fig.4).

Pentru analiza capacității geometrice de ghidare a buzei roții se ia în considerare tot profilul aparent.

Sunt cunoscute o serie de metode analitice pentru determinarea punctelor de contact roată-șină ca: metoda reprezentării suprafețelor prin arce de parabolă, metoda reprezentării în arce de cerc, metoda Gaston Borgeaud pentru osia în poziție de atac.

În continuare se prezintă o metodă originală numită metoda distanței minime (metoda Sebeșan) care se bazează pe faptul că într-un punct de contact curbele care reprezintă profilurile roții și respectiv pe cel al șinei au o tangentă comună.

În planul vertical (yOz) normal pe șină se reprezintă curbele $Z_n(y)$ și $Z_s(y)$ care reprezintă profilurile roții și pe cel al șinei (fig. 5).

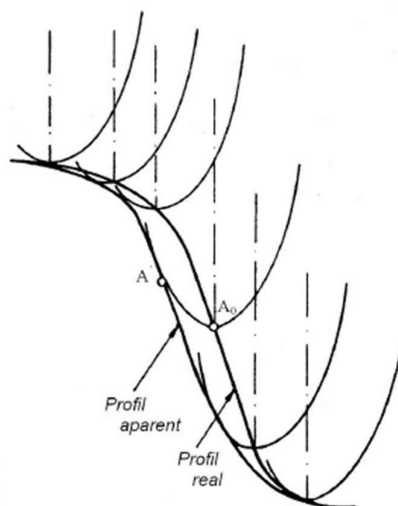


Fig.4. Profilul aparent de contact al roții

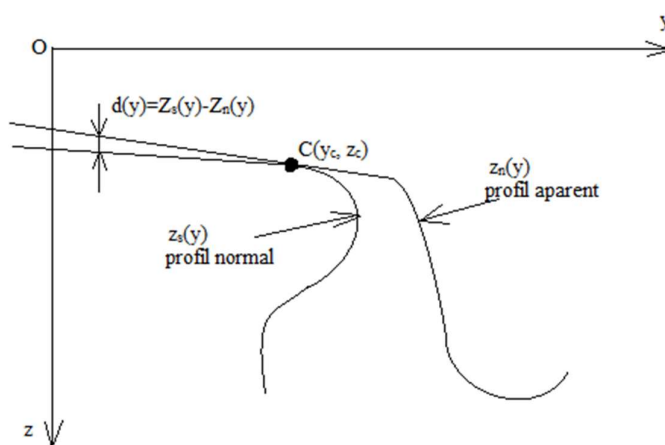


Fig.5. Contactul roată-șină

Distanța dintre cele două curbe este :

$$d(y)=z_s(y)-z_n(y) \tag{1}$$

În punctul de contact $C(y_c, z_c)$:

$$d(y_c)=0 \tag{2}$$

De asemenea, tangenta fiind comună, derivatele funcțiilor sunt egale :

$$z'_s(y_c)=z'_n(y_c) \tag{3}$$

Adică $d'(y_c)=0$ – distanța minimă.

Rezultă că abscisa y_c a punctului de contact este soluție a ecuațiilor:

$$\begin{aligned} z_s(y) - Z_n(y) &= 0 \\ z'_s(y) - Z'_n(y) &= 0 \end{aligned} \tag{4}$$

3. CONCLUZII

După cum s-a arătat anterior, poziția punctelor de contact roată-șină este importantă, în primul rând pentru asigurarea siguranței ghidării vehiculului. Este preferabil ca roata să aibă profil de uzură pentru realizarea monocontactului reducându-se astfel uzarea prematură a roții și o siguranță mai ridicată în circulație.

BIBLIOGRAFIE:

1. Sebeșan I., *Dinamica vehiculelor de cale ferată*, Ed. Matrix Rom, 2011.
2. Bouteloup M., *Les conditions géométriques du contact rail-roue*, Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de Fer, 9, 1952.
3. Matsumoto A., Sato Y., *Wheel-rail contact mechanics at full scale on the test stand*, wear, 191, 1996.
4. Kalker J.J., *Three dimensional elastic bodies in rolling contact*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht E.A., 1990.