



МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТНА КОНИЧНОСТ

Яница Иванова

ivanova.yanitsa@gmail.com

*Висше транспортно училище “Тодор Каблешков”
1574 София, ул. „Гео Милев“ №158
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *еквивалентна коничност, връзка колело-релса*

Резюме: *Връзката между колело и релса е от основно значение при разясняването на динамичните характеристики при движение на подвижния състав по релсовия път. От параметрите, характеризиращи движението на влака, съществена роля има параметърът „еквивалентна коничност“, тъй като той влияе директно на динамиката на подвижния състав. Еквивалентната коничност позволява изготвянето на оптимална оценка на контактната площ между колелото и релсата както при прави коловози, така и при криви с големи радиуси. За да се осигури плавност на движението и да се предотврати рискът от дерайлиране, стойностите на еквивалентната коничност трябва да са в определени граници. Еквивалентната коничност е параметър, който позволява сравнението на стойности, изчислени за различни реални геометрии на профилите на колелата и релсите, със стойности от теоретичен модел. Съществуват няколко различни метода за изчисляване на еквивалентната коничност, като някои от тях са разгледани в настоящата статия.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

С увеличаване скоростта на движение на влаковете, контактът между колелото и релсата става все по-сложен. Взаимодействията във връзката колело-релса се засилват постоянно, което води до по-бързото им износване и честата поява на щети, което от своя страна е причина и за по-високите разходи за ремонт. Профилите на колелото и релсата в тяхната точка на контакт играят ключова роля при определянето на динамичното поведение на подвижния състав при движението му по железния път. Износването по повърхността им оказва влияние върху ефективността на подвижния състав и застрашава безопасността при движение. Именно това налага колелото и релсата да имат специфична геометрия на профилите. Колелото може да бъде разглеждано като конус, търкалящ се по остър ръб и описващ конусен ъгъл. Еквивалентната коничност е параметърът, даващ най-добра представа за връзката между колелото и релсата в тяхната точка на контакт.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗА ЕКВИВАЛЕНТНА КОНИЧНОСТ

Еквивалентната коничност е показател за изменението на разликата между радиусите на търкаляне на дясното и лявото колело на колооста при напречното преместване на колооста по железния път. При колела с конусен профил на колоос, движеща се по остри ръбове (както могат да се разглеждат релсите), разликата между

радиусите на търкаляне ще бъде пропорционална на страничното изместване, като коефициентът на пропорционалност е ъгъл на коничност. Еквивалентната коничност представлява тангенсът на ъгъла на разтвора на конуса на колоос с конично разположени колела, чието напречно преместване има същата кинематична дължина на вълната, както дадената колоос при прави коловози и при криви с големи радиуси. Когато колелата нямат конусен профил се използват методи за линеаризация [1].

3. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТНАТА КОНИЧНОСТ СПОРЕД UIC519

Според UIC519 определянето на еквивалентната коничност се основава на кинематичното движение на една свободна колоос, движеща се по коловоз, пренебрегвайки ефекта на инерционните сили. Това движение се описва със следното диференциално уравнение [2], [3]:

$$(1) \ddot{y} + \frac{V^2}{e \cdot r_0} \Delta r = 0$$

където y е страничното движение на колооста по железния път,

V – скорост на движение,

e – габарит на железния път,

r_0 – радиус на колелото, когато колооста е центрирана върху железния път,

Δr – разлика между радиусите на търкаляне на дясното и лявото колело.

При движение по коловоз колоос с конусен профил описва вълна. Според теорията на Клингел дължината на вълната зависи от ъгъла на конусния профил на колелото и разстоянието между точките на контакт [2], [3]:

$$(2) \lambda = 2\pi \sqrt{\frac{e r_0}{2 \tan \gamma}} \text{ – Формула на Клингел}$$

където λ е дължина на вълната,

γ – ъгъл на конусния профил на колелото.

По дефиниция еквивалентната коничност е равна на тангенсът на ъгъла на разтвора на конуса на колоос с конично разположени колела, чието напречно преместване има същата кинематична дължина на вълната както дадената колоос [2], [3]:

$$(3) \tan \gamma_e = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 2e r_0.$$

4. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТНАТА КОНИЧНОСТ ЧРЕЗ ЛИНЕЙНА РЕГРЕСИЯ НА ФУНКЦИЯТА $\Delta r = f(y)$

Когато функцията $\Delta r = f(y)$ е линейна тангенсът на наклона е $2 \tan \gamma_e$. Когато функцията $\Delta r = f(y)$ е нелинейна тангенсът на наклона чрез линейна регресия е приблизително $2 \tan \gamma_e$ [2], [3].

В интервал $2\hat{y}$ регресията на функцията $\Delta r = f(y)$ се осъществява между стойностите $y_{e \min}$ и $y_{e \max}$, където \hat{y} е амплитуда на вълната, а $y_{e \min}$ и $y_{e \max}$ са минималната и максималната стойност на преместването по оста y . След като се определи Δr еквивалентната коничност може да се изчисли по формулата [2], [3]:

$$(4) \tan \gamma_e = \frac{B}{2},$$

където B е наклона на регресията.

5. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКВИВАЛЕНТНАТА КОНИЧНОСТ ЧРЕЗ ХАРМОНИЧНА КВАЗИ-ЛИНЕАРИЗАЦИЯ

Методът се основава на предположението, че при движението си по коловоза колооста описва синусоида [4].

Еквивалентната коничност се определя чрез осредняване според изменението на радиуса на въртене в границите на една дължина на вълната при движението на колооста.

Основната разлика спрямо линейната регресия е, че стойностите на Δr се разпределят като синусоидална функция, така че стойностите отдалечени от центъра на колооста са с по-голяма тежест.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съществуват няколко различни метода за изчисляване на еквивалентната коничност, като някои от тях бяха разгледани в настоящата статия. Стойностите, получени според UIC519 и чрез хармонична квази-линеаризация са приблизително еднакви, докато тези, получени чрез линейна регресия на Δr се различават, особено за малки стойности на страничното преместване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 1299/2014 от 18 ноември 2014, Брюксел, 2014
- [2] UIC 519:2004, Method for determining the equivalent conicity, 2004
- [3] BS EN 15302:2008 + A1:2010, Railway applications - Method for determining the equivalent conicity, 2010
- [4] Thomsen P. and True H., Non-smooth problems in vehicle system dynamics, Springer Berlin Heidelberg New York, ISBN 978-3-642-01355-3, 2010

METHODS FOR DETERMINING THE EQUIVALENT CONICITY

Yanitsa Ivanova

ivanova.yanitsa@gmail.com

*Todor Kableshkov, University of Transport
Geo Milev str. 158, 1574 Sofia
BULGARIA*

Key words: *equivalent conicity, wheel-rail contact*

Abstract: *The relationship between wheel and rail is fundamental to explain the dynamic running behavior of a railway vehicle. Among the parameters by which the dynamic behavior of a rail vehicle is characterized, the conicity plays an essential role which influences the vehicle dynamic performance directly. The equivalent conicity allows the satisfactory appreciation of the wheel-rail contact on tangent track and on very large-radius curves. In order to sustain a good running behavior of the vehicle on the track, to prevent wheel, rail and track damage and in the worst case the risk of a derailment the equivalent conicity must remain within given limits. Several different methods for calculation of the equivalent conicity exist and some of them are considered in this paper.*