

УДК 629.017.

І.Б. Гевко д.т.н., проф.; Р.В. Хорошун; В. П. Блакита, М. В. Іванунь П.Я. Бойко
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ ПРИ НАЇЗДІ НА ПЕРЕШКОДУ ВСТАНОВЛЕНОЮ ПІД КУТОМ

I.B. Hevko Dr., Prof; R.V. Khoroshun; V. P. Blakyta, M. V. Ivanun P.Ya. Boyko

STUDY OF VEHICLE STABILITY WHEN COLLABORATING A CROSSROAD SET AT AN ANGLE

Дослідження керованості КТЗ слід розглядати у комплексі із урахуванням динаміки його підресореної частини. Слід зауважити, що питання впливу динаміки відносного та переносного рухів ПЧ КТЗ на величину динамічної сили тиску керованих коліс, а відтак і моменту опору повороту шин у повній мірі ще не досліджено.

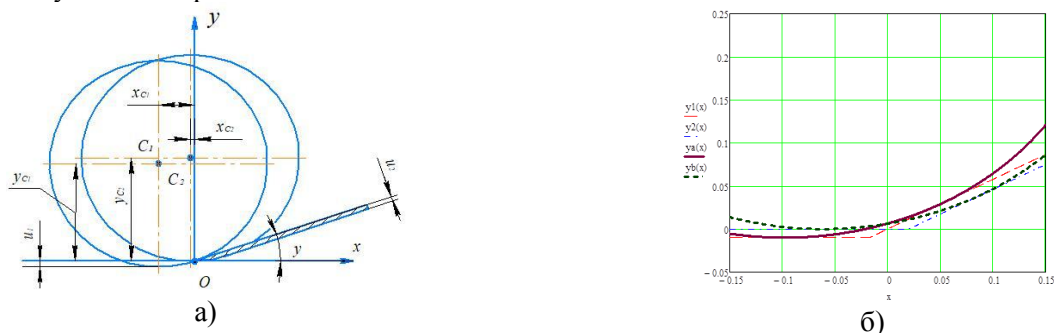


Рисунок 1 - Схема наїзду колеса на плоску похилу перешкоду (а)
та її комп'ютерна модель (б).

Рівняння полотна f_1 та перешкоди f_2 в нормальному вигляді

$$f_1 = y = 0; f_2 = y \cos \gamma - x \sin \gamma = 0. \quad (1)$$

Сумісне рівняння лінії переходу дорожнє полотно - перешкода запишемо у вигляді, рис.1, б

$$f_{12} = \min(f_1, f_2) = y(1 + \cos \gamma) - x \sin \gamma + |y(1 - \cos \gamma) + x \sin \gamma| = 0. \quad (2)$$

Прийmemo, що i -те колесо сприймає k_i частину загальної ваги автомобіля $P_i = k_i G$, де

$\sum_{i=1}^4 k_i = 1$. За умови належного робочого тиску в шині колеса, воно підпорядковується

закономірностям пружного тіла i , в цьому випадку, зв'язок із навантаженням та прогином поверхні колеса можна записати залежністю Згідно розв'язку задачі Герца, сила ударної взаємодії двох тіл при пружному контакті:

$$P_k = k_P u_k^{3/2}, \quad (3)$$

де u_k - біжуча величина жорсткого зближення при переході колеса на перешкоду в контактній задачі Герца; k_P - коефіцієнт, що враховує пружні властивості тіла контакту та геометрію тіл зближення;

$$k_P = \frac{4}{3\pi} \cdot (K_K + K_{\Pi})^{-0.5} \left(\frac{1 - \mu_2^2}{E_2} + \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} \right)^{-1}, \quad (4)$$

де K_K , K_{Π} - приведені кривини поверхонь тіл (колеса та дорожнього полотна в точці

контакту, для плоских поверхонь $K_{II} = 0$, для колеса $K_K = 1/R + 1/r_k$. Тут r_k - радіус профілю шини в радіальному перерізі.

Відповідно, вага автомобіля, що припадає на одне колесо, при перекочуванні на перешкоду перерозподіляється на сили контактної взаємодії з поверхнею дорожнього полотна P_1 та з плоскою похилою перешкодою P_2

$$P_1 + P_2 \cos \gamma = k_i G. \quad (5)$$

Прийmemo, що пружні властивості дорожнього полотна та плоскої перешкоди та геометрія їх контакту будуть однакові. Тоді, із врахуванням (3), залежність (5) має вид

$$k_P u_1^{3/2} + k_P u_2^{3/2} \cos \gamma = k_i G. \quad (6)$$

На початку контакту з рівняння (6) має вид $k_P u_{10}^{3/2} = k_i G$. Відповідно, з врахуванням (3) умова співвідношення між параметрами u_2 та u_1 має вид

$$u_1^{3/2} + u_2^{3/2} \cos \gamma = u_{10}^{3/2}. \quad (7)$$

Якщо із залежності (7) u_1 вразити через u_2 , $u_1 = (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}$, то отримаємо взаємозв'язок між переміщенням центра колеса X_C та величиною прогину u_2 шини на перешкоді

$$x_C = \frac{[R - (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}] \cos \gamma - R + u_2}{\sin \gamma}. \quad (8)$$

Аналогічно, шукаємо зв'язок між пройденим шляхом S та параметром прогину u_2

$$s = \frac{[u_{10} - (u_{10}^{3/2} - u_2^{3/2} \cos \gamma)^{2/3}] \cos \gamma + u_2}{\sin \gamma}. \quad (9)$$

На рис. 2 наведено взаємозв'язок шляху, пройденому колесом зовнішнім діаметром 0.6 м при переході із дорожнього полотна на похилу перешкоду із параметром прогину шини в зоні її контакту із перешкодою залежно від кута нахилу перешкоди (а) та початкового прогину шини (б).

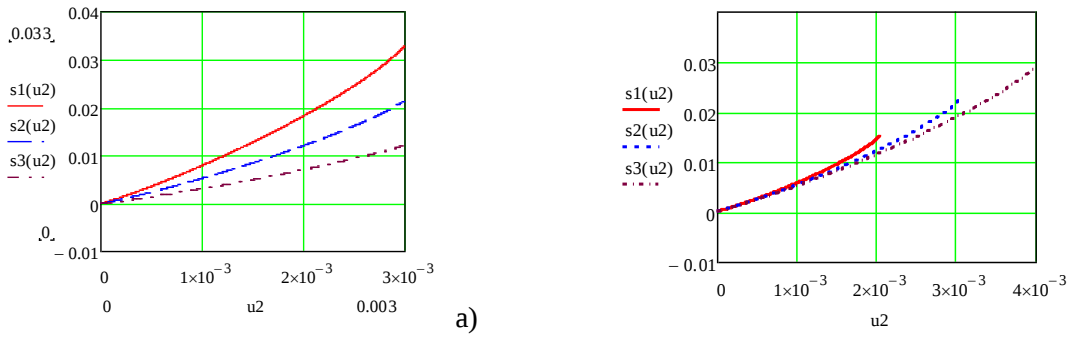


Рисунок 2. Залежність зміни шляху проходження автомобілем плоскої похилої перешкоди від прогину шини на перешкоді u_2 при різних її нахилах (град): 1 - $\gamma_1=10$; 2 - $\gamma_2=15$; 3 - $\gamma_3=20$ (а) різних початкових прогинах u_1 шини на дорожньому полотні (мм): 1 - $u_1=3$; 2 - $u_1=3$; 3 - $u_1=4$ (б).

Із врахуванням залежності (3.47), яка відображає пропорційний зв'язок прогинів шини u_1 та u_2 із відповідними контактними силами P_1 та P_2 , можна проаналізувати також зміну сили взаємодії колеса із перешкодою. Зокрема аналіз показує, що мірі наїзду колеса на перешкоду відбувається різке зростання сили взаємодії колеса P_2 до моменту повного переходу колеса на перешкоду із подальшою стабілізацією P_2 . Таке різке зростання при значних швидкостях руху автомобіля призводить до виникнення ударних навантажень та втрати керуваності автомобілем.