

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ РУШІЇВ НАЗЕМНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З АНІЗОТРОПНИМИ ОПОРНИМИ ПОВЕРХНЯМИ В УМОВАХ КРИТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

В ході виконання кафедральної НДР проводилось дослідження особливостей взаємодії рушіїв колісних транспортних засобів з опорними поверхнями, які деформуються під їх дією в умовах критичних навантажень. Враховуючи, що при різних режимах кочення колісних рушіїв з еластичними шинами деформації опорних поверхонь змінні за напрямками, а опір цим деформаціям залежить від напрямку деформації, особливу увагу в дослідженні приділялось впливу анізотропних властивостей опорних поверхонь.

Приймаючи за гіпотезу, що деформація опорної поверхні в довільному напрямку є результатом елементарних нормальних і тангенціальних деформацій, та опираючись на накопичені дані щодо характеристик опору таким деформаціям опорних поверхонь різних типів і станів, пропонується розраховувати опір деформації в залежності від кута напрямку деформації до горизонталі, приймаючи за нульове значення напрямку, що співпадає з напрямком руху.

Питомий опір деформації за напрямком дії абсолютної швидкості на елементарній ділянці знаходимо за залежністю

$$q = \sqrt{p^2 + \tau^2}, \quad (1)$$

де p і τ – питомий опір нормальній і горизонтальній деформації.

У цьому рівнянні величини p і τ можна розрахувати за залежностями $p = C_r h^\mu$ і $\tau = p(\tan \varphi_x) + C_0$, відповідно, за якими для характеристик опорних поверхонь у механіці ґрунтів накопичено достатньо даних.

В загальному випадку питомий опір деформації опорної поверхні за напрямком знаходиться за залежністю

$$q = \sqrt{(C_r h^\mu)^2 + (C_r h^\mu)^2 \tan^2 \varphi_x + 2C_0 C_r h^\mu \tan \varphi_x + C_0^2}, \quad (2)$$

та відповідає напрямку деформації опорної поверхні відносно горизонтального при $\alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi_x$. В той час як при $\alpha = 0$, $q = \tau(p = 0) = C_0$ та $q = \tau(p \neq 0) = p(\tan \varphi_x) + C_0$, а при $\alpha = \pi/2$ $q = p(\tau = 0) = C_r h^\mu$.

Для більшості опорних поверхонь, які деформуються, при критичних значеннях поздовжніх сил, фрикційна складова тангенціальної деформації на

порядок більше складової міжмолекулярного зчеплення, тобто в рівнянні (2)

$$C_T h^\mu \tan \varphi_x \gg [C_0 (2C_T h^\mu \tan \varphi_x + C_0)]^{1/2}.$$

Нехтуючи складовими залежними від міжмолекулярного зчеплення першого та другого порядку малості в цьому рівнянні маємо

$$q = C_\Gamma h^\mu \sqrt{1 + \tan^2 \varphi_x}, \quad (3)$$

де $\tan \varphi_x = p/\tau$ – відносна питома сила опору горизонтальній деформації.

На рисунку 1 показана прийнята розрахункова схема взаємодії колеса із еластичною шиною з опорною поверхнею, яка деформується.

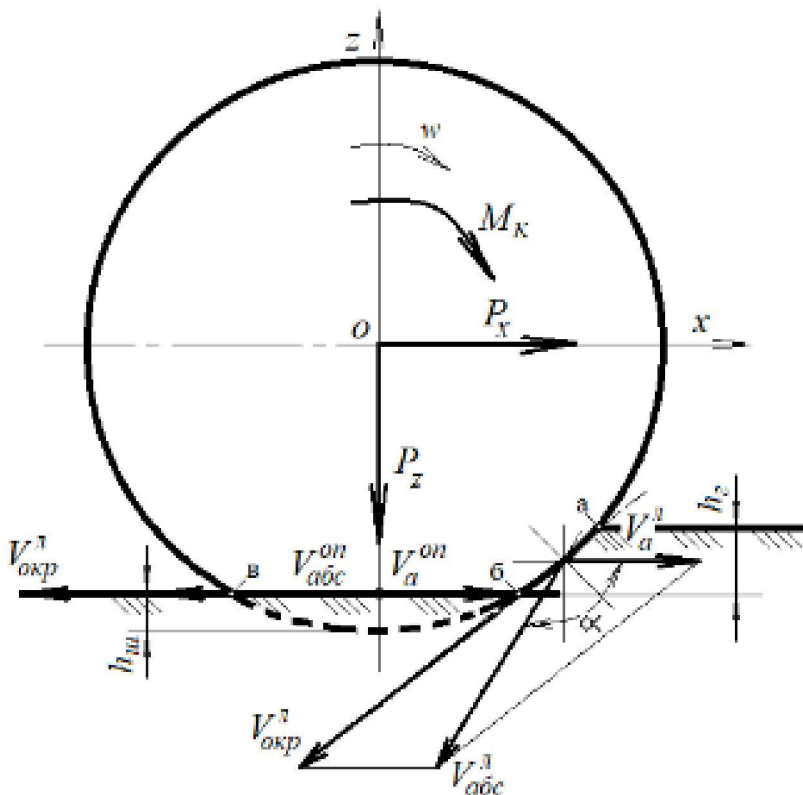


Рисунок 1 – Схема взаємодії колеса з еластичною шиною з опорною поверхнею, яка деформується

Напрямок деформації опорної поверхні по відношенню до горизонталі співпадаючої з напрямком руху змінюється в інтервалі $\alpha \in [\pi/2 - \varphi_x, \pi/2 + \varphi_x]$.

Прийнявши апроксимуючу залежність питомого опору деформації опорної поверхні за напрямком у вигляді еліптичної залежності з довжиною півосей τ і p , маємо

$$\frac{x^2}{\tau^2} + \frac{z^2}{p^2} = 1.$$

Підставивши в останню залежність $x = q \cos \alpha$ і $z = q \sin \alpha$ та залежності питомих опорів нормальній і горизонтальній деформації через характеристики опорної поверхні, отримаємо залежність для знаходження питомого опору деформації анізотропної поверхні за напрямком

$$q(\alpha) = C_\Gamma h^\mu \sqrt{\frac{\tan^2 \varphi_x}{\cos^2 \alpha + \tan^2 \varphi_x \sin^2 \alpha}},$$

де h – заглиблення елементарної ділянки деформації опорної поверхні.

При взаємодії колеса з еластичною шиною з опорною поверхнею, яка деформується, можна виділити ділянку лобового опору (а-б) і ділянку опорну (б-в), показані на рисунку 1. Елементарні сили опору деформації на цих ділянках направлені по лінії дії абсолютних швидкостей в зворотному напрямку. Із рівняння суми роботи результуючих елементарних сил ділянок контакту шини з опорною поверхнею при елементарному переміщенні колеса можна знайти силу опору коченню, момент опору кочення та коефіцієнт опору кочення колеса.