УДК663.17

О.Б. Романюк[1], Ю.А. Шминдюк[1], С.М Закордонець[2]
[1]Тернопільський НДЕКЦ МВС
[2]Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РЕАКЦІЇ КОЛЕСА ПРИ КОВЗАННІ ШИН АВТОМОБІЛЯ

O.B. Romaniuk, J.A. Shmyndiuk, C.M. Zakordonets

WHEEL REACTIONS WHEN CAR TIRES SLIP

Шини автомобіля мають певний обсяг тяги, що означає здатність чинити опір гальмам і не переходити від перекочування до ковзання. Шина протистоїть ковзанню в усіх напрямках однаково, тому для проковзування - необхідно докласти зусилля у будь-яку сторону. Тобто, шина здатна передати автомобілю максимальне прискорення (при максимальному коефіцієнті зчеплення шини з дорожнім покриттям) у всіх напрямках.

Якщо авто рухається по прямій, шина має максимальний запас зчеплення - 1. Це означає, що водій може гальмувати з максимальним прискоренням 1г. Якщо машина переміщується по дузі, передні колеса повертаються, то бічна сила, що діє на шину, забирає частину резерву зчеплення з покриттям і гальмування стає менше 1г. Тобто, при повороті коліс на дузі водій вже не може загальмувати з тією ж інтенсивністю, що і на прямій. Чим більше бічне навантаження на шини (чим крутіше повертається кермо і вище швидкість), тим менше залишається запас зчеплення для гальмування.

В основі теорії автомобіля по суті лежать закони і закономірності кочення абсолютно жорсткого колеса по нестискуваній поверхні. Рух справжнього колеса транспортного засобу по будь-якій поверхні значно відрізняється від кочення абсолютно жорсткого колеса по абсолютно твердій поверхні. Деформація шини в області плями контакту викликає так зване пружне ковзання. Однак саме пружна деформація шини викликає появу тангенціальної сили, що забезпечує рух колеса. При русі по слизькій дорозі адгезійні властивості шини з опорною поверхнею знижуються, що призводить до зменшення реакцій і відповідно, до зміни швидкості руху колеса.

Проведений аналіз при огляді літератури дозволив отримати модель роботи для випадку встановленого прямолінійного руху на деформуючих опорних поверхнях.

Об'ємна щільність ґрунту $\rho_c^{/}$ у сформованій колії визначається з врахуванням тиску на ґрунт поверхнею пружного колеса за формулою:

$$\rho_c^{/} = \rho_c + \frac{\rho_m q_{\partial 1}}{q_{\partial 1} + E(1 + \frac{\varsigma^2 H_z^2}{3S_1})} \tag{1}$$

де ρ_c - початкове значення насипної щільності ґрунту;

ρ_m - щільність твердих частинок ґрунту, кг/м3;

$q_{\partial 1}$ - середній динамічний тиск шини перед колесом на землі, Мпа;

ς - параметр, що залежить від загасання напружень і товщини герметичного шару;

S_1 - точкова область зіткнення шини колеса з землею;

Середній динамічний тиску шини перед колесом на землі $q_{\partial 1}$:

$$q_{\partial 1} = K_{\partial 1}\left[k_z p_1(h_{z1}) + (1 - k_z) p_1(h_{z1} - h_{z3})\right] \tag{2}$$

де k_z - коефіцієнт насичення протектора;

$p_1(h)$ - поверхневий тиск шини колеса від нормальної деформації ґрунту, МПа;

$h_{г3}$ - висота грунтозацепів шини, м;

$K_{д1}$ - коефіцієнт динамічності взаємодії коліс з опорою.

Коефіцієнт динамічності взаємодії коліс з опорою $K_{д1}$, визначається:

$$K_{д1} = \frac{l_1}{l_1 + t_{p1} V_x} \tag{3}$$

де l_1 - проекція довжини плями зіткнення колеса з землею, м;

t_{p1} - період розслаблення ґрунту під колесами, с

Період розслаблення ґрунту під колесами:

$$t_{p1} = \frac{1}{2\varphi_0} \tag{4}$$

Оскільки об'ємна щільність ґрунту р залежить від щільності p_c і вагової вологості W, то значення об'ємної щільності р' ґрунту після проходження колеса розраховується:

$$p^{/} = p_c(1 + W) \tag{5}$$

де p_c - щільність ґрунтової основи;

W - вагова вологість.

Товщина деформованого середнього шару ґрунту з урахуванням наявності ґрунтозацепів визначається формулою:

$$H_г^{/} = H_г - \left[k_г h_г + (1 - k_г)(h_г - h_{гз})\right] \tag{6}$$

Модуль $H^{/}$ об'ємна деформація, внутрішнє щеплення $c_0^{/}$ та кут внутрішнього тертя для деформованого шару ґрунту визначався за відповідними формулами:

$$E^{/} = E + K_E \frac{W_t}{W}(p_c^{/} - p_c); \tag{7}$$

$$c_0^{/} = c_0 + K_c \frac{W_t}{W}(p_c^{/} - p_c); \tag{8}$$

$$\varphi_0^{/} = \varphi_0 + K_\varphi \frac{W_t}{W}(p_c^{/} - p_c). \tag{9}$$

де W - вагова вологість деформованого шару ґрунту;

K_E, K_c, K_φ, - емпіричні коефіцієнти.

Наведені залежності дозволяють проводити моделювання процесів взаємодії пружного колеса з деформованою опорною поверхнею.

Література

1. Агейкін Я.С. Проникність автомобілів. М.: Машинобудування, 1981. 231 с.

2. Лепешкін А.В. Петров С.Є. Аналітичний метод оцінки результатів взаємодії пружного колеса з деформованою опорною поверхнею з усталеним прямолінійним рухом // Известия МГТУ "МАМІ" No 2 (14), 2012. Т. 1.

3. Лепешкін А. В. Математична модель роботи активного двовісного чотириколісного візка з балансувальною підвіскою з фіксованим прямолінійним рухом по деформується опорній поверхні і Новини МГТУ «МАМИ». No 2 (16), 2013. Т. 1.

4. Катанаєв Н.Т. Лепьошкін А.В. Колбасов А.Ф. Виявлення недосконалих з'єднань колеса транспортного засобу при русі в складних дорожніх умовах // Автомобільна промисловість. №о 11, 2016.