

Шуклінов Сергій Миколайович, професор, доктор технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
 Вербицький Віктор Ілліч, доцент, кандидат фіз.-мат.наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
 Губін Антон Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РЕАКЦІЇ НА КОЛЕСАХ АВТОМОБІЛЯ, ЯКИЙ СТОІТЬ НА ПІДЙОМІ

Для математичного дослідження початку руху автомобіля, який стоїть на ухилі, необхідно знати значення реакцій на його колесах. Це дозволить виконати аналіз зміни навантаженості осей автомобіля під час початку його руху у разі різних варіантів утримання на підйомі та можливості його утримання при різних коефіцієнтах зчеплення з поверхнею дороги.

Схема нерухомого автомобіля у разі утримання на ухилі загальмованими колесами передньої осі представлена на рисунку 1.

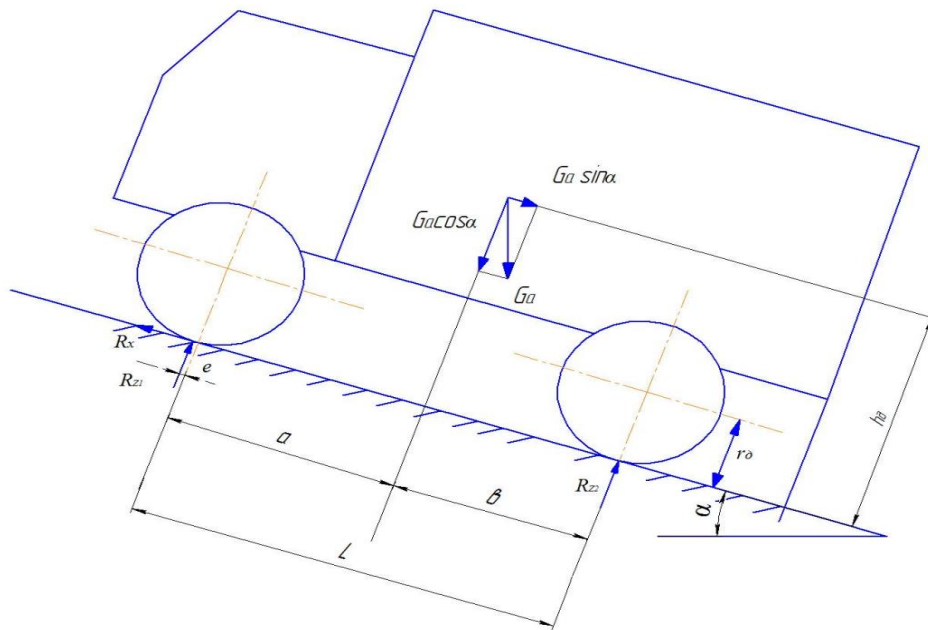


Рис.1 – Реакція на колесах автомобіля, який стоїть на ухилі з передньою загальмованою віссю.

Для визначення реакцій на колесах автомобіля, який стоїть на підйомі під час гальмування тільки коліс передньої осі запишемо рівняння відносно центра задньої осі:

$$\sum M = 0;$$

$$R_x \cdot r_0 + R_z \cdot (L + e) + G_a \cdot \sin \alpha \cdot (h_g - r_0) - G_a \cdot \cos \alpha \cdot b = 0,$$

де G_a - вага автомобіля; L - база автомобіля; h_0 - висота центру мас; R_x - поздовжня реакція дороги; R_z - вертикальна реакція дороги; r_0 - динамічний радіус колеса; e - знос вертикальної реакції; α - ухил.

З рівняння моментів отримуємо:

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot b}{L+e} - \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot (h_0 - r_0)}{L+e} - R_x \cdot \frac{r_0}{L+e}.$$

Ураховуючи, що у нерухомому стані поздовжні реакції R_x дорівнюють силі скочування автомобіля, що дорівнює вектору $G_a \times \sin \alpha$ у площині, яка паралельна поверхні дороги, після нескладних перетворень маємо:

$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha}{L+e} \cdot (b - \operatorname{tg} \alpha \cdot h_0).$$

Для задньої загальмованої осі маємо рівняння моментів відносно осі передніх коліс.

$$\sum M = 0$$

$$R_{z2} \cdot (L+e) - G_a \cdot \cos \alpha \cdot (a+e) - G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_0 = 0$$

Після аналогічних перетворень отримуємо значення реакції на задніх колесах при загальмованій передній осі

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha \cdot (a+e)}{L+e} + \frac{G_a \cdot \sin \alpha \cdot h_0}{L+e} = \frac{G_a \cdot \cos \alpha}{L+e} \cdot (a+e + \operatorname{tg} \alpha \cdot h_0)$$

Отримані значення реакцій на загальмованих колесах дозволяють визначити максимальну силу зчеплення для різних дорожніх умов. У якості прикладу приведені розрахунки реакцій згідно параметрів автобуса МАЗ 256. Залежність нормальних і поздовжніх максимальних реакцій на колесах загальмованої передньої осі представлені на рис.2, а для загальмованої задньої осі на рис.3.

З рисунків 2 видно, що у разі гальмування тільки передньої осі можливе утримання автомобіля на підйомі більше 10 градусів виконується лише при коефіцієнті зчеплення більш ніж 0,5. З рисунку 3 видно, що у разі гальмування тільки задньої осі утримання автомобіля на підйомі більше 10 градусів можливе при коефіцієнті зчеплення 0,3.

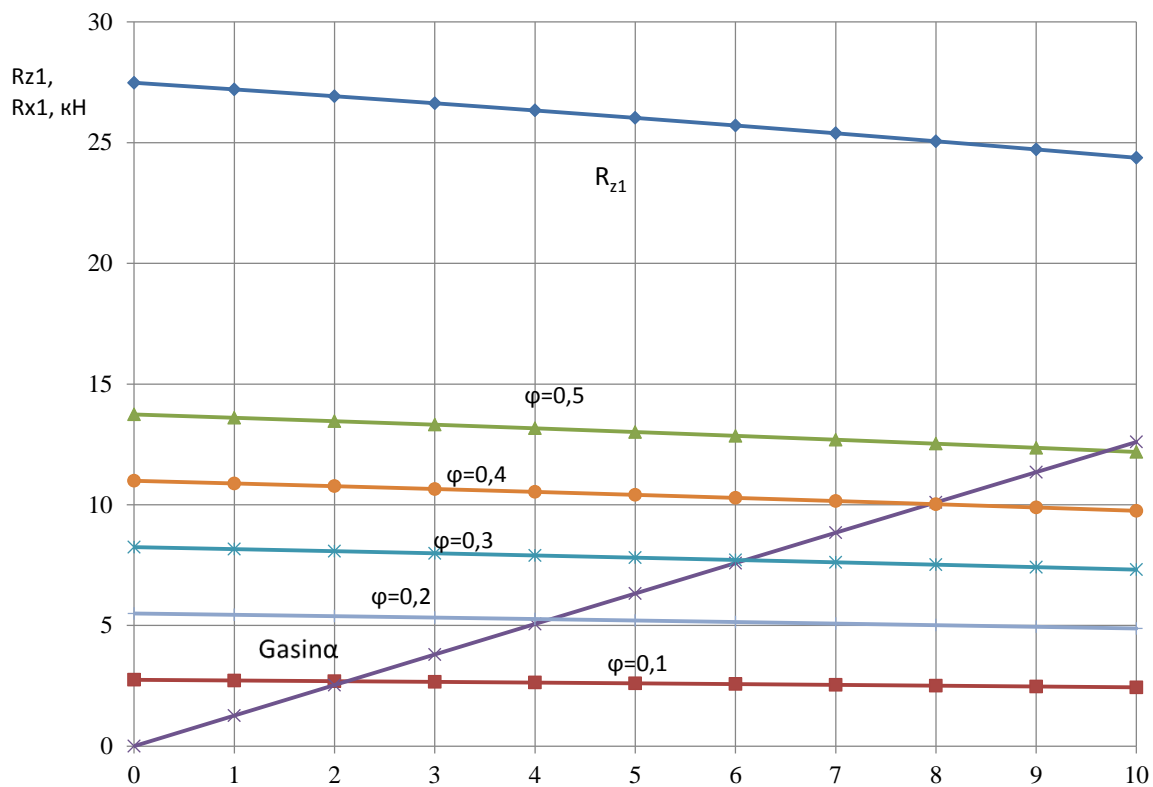


Рис.2 - Графік залежності реакцій на колесах передньої осі автомобіля від кута нахилу дороги.

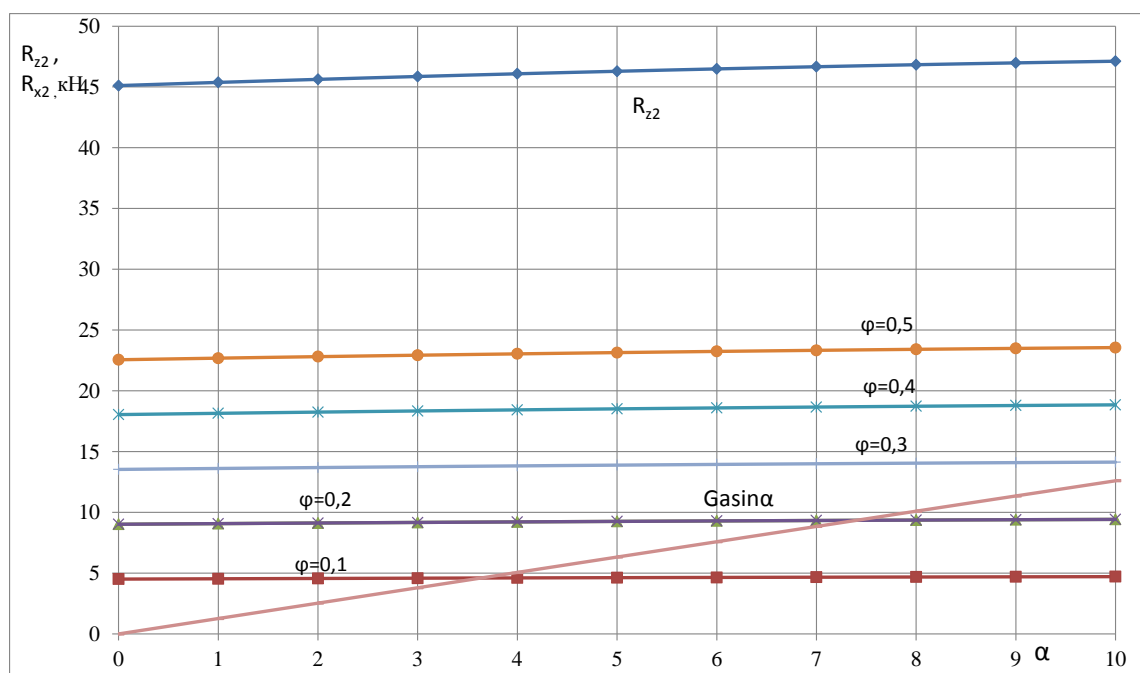


Рис.3 – Графік залежності реакцій на колесах задньої осі автомобіля від кута нахилу дороги.