

Академик Е. А. ЧУДАКОВ

### К ВОПРОСУ О КАЧЕНИИ ЭЛАСТИЧНОГО (АВТОМОБИЛЬНОГО) КОЛЕСА

Как в научной, так и в учебной литературе по вопросам автомобильной техники коэффициент  $f$  сопротивления качению колеса обычно определяется из выражения:  $f = a/r_d$ , где  $a$  — снос радиальной реакции по отношению к вертикали, проходящей через центр колеса (рис. 1), а  $r_d$  — радиус колеса.

Это уравнение, приближенно справедливое для качения жесткого колеса по слабо деформированной поверхности, дает заметную ошибку в приложении к автомобильному колесу, обладающему значительной эластичностью как в радиальном, так и в тангенциальном направлениях. В частности, при торможении колеса снос  $a$  радиальной реакции может уменьшиться до нуля (что означало бы уменьшение до нуля коэффициента  $f$ ) и даже сделаться отрицательным.

Поэтому нами предложено было для коэффициента  $f$  сопротивления качению автомобильного колеса новое уравнение, в котором радиальная и тангенциальная эластичность колеса оцениваются радиусами: динамическим  $r_d$  и качения  $r_k$ . Первый представляет собой расстояние от оси колеса до опорной плоскости (см. рис. 1), а второй определяется из выражения:

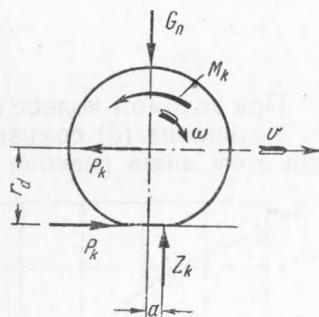


Рис. 1

$$r_k = \frac{s}{2\pi n},$$

где  $s$  — путь, пройденный колесом за  $n$  оборотов колеса.

На рис. 1 изображена схема сил, действующих на ведущее эластичное колесо, катящееся по горизонтальной поверхности со скоростью  $v$  и имеющее угловую скорость вращения  $\omega$ .  $M_k$  — момент, приложенный к оси колеса,  $G_k$  — действующая на колесо вертикальная сила,  $P_k$  и  $Z_k$  — реакции (тангенциальная и радиальная). На основании схемы, приведенной на рис. 1, имеем:

$$M_k = P_k r_d + Z_k a. \quad (1)$$

С другой стороны, мощность, подведенная к колесу и равная  $M_k \omega$ , определится из выражения:

$$M_k \omega = P_k v + f Z_k v, \quad (2)$$

где  $P_k v$  — мощность, отведенная от колеса к оси, и  $f Z_k v$  — мощность, потерянная на качение колеса.

Решая совместно уравнения (1) и (2) (и имея  $v = \omega r_k$ ), получим:

$$f = \frac{a}{r_k} - P_k \frac{r_k - r_d}{r_k} = \frac{a}{r_d} - \frac{M_k r_k - r_d}{G_k r_k r_d}. \quad (3)$$

Это уравнение устанавливает зависимость коэффициента  $f$  от действующего на колесо момента  $M_k$  и от эластичности колеса ( $a$ ,  $r_d$ ,  $r_k$ ).

При свободном колесе ( $P_k = 0$ ) коэффициент  $f$  равен отношению  $a / r_k$ .

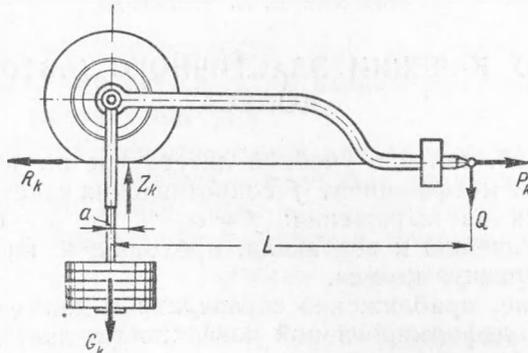


Рис. 2

При ведомом колесе ( $M_k = 0$ ) коэффициент  $f$  равен отношению  $a / r_d$ . Уравнение (3) сохраняет свое значение и для тормозящего колеса; при этом лишь реакция  $P_k$  и момент  $M_k$  имеют отрицательные значения, в соответствии с чем коэффициент  $f$  не уменьшается до нуля даже при значении сноса  $a$ , равном нулю или имеющем отрицательное значение.

Насколько нам известно, еще никогда не производилось экспериментального определения сноса  $a$  радиальной реакции. Нами было произведено определение этой величины для случая тормозящего колеса, что, согласно сказанному выше, имеет наибольший интерес.

Схема установки, изготовленной для эксперимента, изображена на рис. 2. Колесо нагружается грузом  $G_k$  и протягивается по горизонтальной поверхности силой  $P_k$ , лежащей в плоскости качения колеса и по своей абсолютной величине равной тангенциальной реакции  $P_k$ .

Сила  $Q$ , замеряемая на плече  $L$ , определяет снос  $a$  радиальной реакции  $Z_k$ . При этом имеем:

$$a = L \frac{\Delta Q}{Z_k},$$

Рис. 3

Сила  $Q$ , замеряемая на плече  $L$ , определяет снос  $a$  радиальной реакции  $Z_k$ . При этом имеем:

где  $\Delta Q$  — изменение силы  $Q$ , получающееся при движении колеса при разной степени его затормаживания.

Силы  $P_k$  и  $Q_k$  замерялись при помощи проволочных датчиков и осциллографа.

На рис. 3 изображена примерная кривая, иллюстрирующая для случая эксперимента изменение сноса  $a$  радиальной реакции в зависимости от тормозной силы  $P_k$ .

Согласно полученным данным, при свободном качении колеса снос  $a$  радиальной реакции получается положительным (в направлении качения колеса) и равным  $\sim 7$  мм. При тормозящем колесе снос  $a$  уменьшается; при значении тормозной силы  $P_k$ , равном 210 кг, снос  $a$  уменьшается до нуля; при большем значении тормозной силы снос  $a$  имеет отрицательное значение (направлен против качения колеса), при максимальном значении тормозной силы (полное скольжение колеса) он достигает величины, равной  $\sim 5$  мм.

Поступило  
8 XII 1949