

УДК 629.111.03

Оберемок В.А., кандидат технических наук, доцент;
Аванесян А.М., инженер; **Ракита Р.Ю.**, магистрант
*Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,
г. Зерноград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ НА РАБОТУ БАРАБАННОГО ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА

***Аннотация.** Проведены расчёты зависимости тормозного момента, развиваемого тормозным механизмом с равным перемещением колодок, от коэффициента трения фрикционной пары. Рассмотрены совмещенные кривые тормозного момента тормозного механизма и максимального момента, реализуемого колесом по сцеплению. Определены значения коэффициента трения фрикционной пары, при которых возможна потеря работоспособности АБС.*

Характерной особенностью фрикционной пары барабанного тормозного механизма является снижения коэффициента трения в процессе эксплуатации автотранспортных средств [1]. Однако исследований влияния коэффициента трения на тормозную динамику автомобилей практически не проводились.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния на процесс торможения автомобиля коэффициента трения фрикционной пары барабанного тормозного механизма.

Тормозной момент, развиваемый тормозным механизмом [2]

$$T_m = \frac{(P_1 + P_2) \cdot h \cdot \mu}{A - \mu \cdot B},$$

где A , B – коэффициенты, зависящие от конструкции тормозной колодки;

h – расстояние между опорной осью колодки и точкой приложения приводного усилия;

P_1 , P_2 – приводные усилия, действующие на соответственно самоподжимную и самоотжимную тормозную колодку;

μ – коэффициент трения фрикционной пары.

Суммарное приводные усилия самоподжимной и самоотжимной колодок тормозного механизма с разжимным кулаком

$$P_1 + P_2 = \frac{P' \cdot l_k \cdot 2}{d_k},$$

где P' – сила, действующая на рычаг разжимного кулака;

l_k – длина разжимного рычага;

d_k – диаметр начальной окружности разжимного кулака.

Максимальную силу P' , действующую на рычаг разжимного кулака, рассчитывают из выражения

$$P' = F'_э \cdot P_H,$$

где $F'_э$ – эффективная площадь рабочей поверхности диафрагмы тормозной камеры;

P_H – номинальное давление воздуха в тормозном приводе.

Для исследований принимался барабанный тормозной механизм автомобиля КамАЗ-53212 с тормозной камерой типа 24 со следующими параметрами:

- внутренний радиус тормозного барабана $r_о = 200$ мм;
- номинальное давление воздуха $P_H = 0,67$ МПа;
- расстояние между опорной осью и точкой приложения приводного усилия, $h = 326$ мм;
- расстояние от оси крепления тормозной колодки до оси тормозного барабана $S = 167$ мм;
- угол обхвата тормозного барабана тормозной накладкой $\alpha_1 = 129^\circ$;
- угол между тормозной накладкой и осью опорной оси $\alpha_0 = 13,0^\circ$;
- длина разжимного рычага $l_k = 125$ мм
- диаметр начальной окружности разжимного кулака $d_k = 68$ мм.

Коэффициент трения μ принимался в диапазоне от 0,1 до 0,5.

Расчёты зависимости $T_m = f(\mu)$ производились в рабочей среде Matcad.

Выполненные расчёты показали, что тормозной момент, развиваемый тормозным механизмом с равным перемещением колодок, имеет практически линейную зависимость от коэффициента трения μ .

Работоспособность пневматической тормозной системы с АБС проверялась при движении автомобиля по сухому ($\varphi_x = 0,8$) и мокрому ($\varphi_x = 0,6$) асфальтобетонному покрытию для передних управ-

ляемых колёс. Максимально возможный тормозной момент, который может реализовать тормозящее колесо рассчитывался по формуле [2]:

$$T_{\max} = G_k \cdot \varphi_{\text{сц}} \cdot r_d,$$

где G_k – нормальная нагрузка на ось тормозящего колеса, Н;

$\varphi_{\text{сц}}$ – реализуемый коэффициент сцепления;

r_d – динамический радиус колеса, м.

Проведённые исследования показали, что на сухом асфальтированном шоссе

($\varphi_x = 0,80$) блокировка колеса наступит при коэффициенте трения фрикционной пары $\mu = 0,20$. На мокром асфальте

($\varphi_x = 0,60$) блокировка колёс возможна ещё при меньшем значении коэффициента трения μ .

Таким образом, нормальная работа тормозного механизма для заданных нагрузок на передние колёса обеспечивается уже при коэффициенте трения $\mu \geq 0,25$.

На практике, при торможении происходит увеличение нормальной реакции на колёсах переднего моста, зависящей от интенсивности торможения. В этом случае, максимальная нагрузка на передний мост автомобиля с полной массой определится из выражения

$$G_n = G_1 + P_{j \max} \cdot \frac{h_d}{L},$$

где G_1 – статическая нагрузка на передние колёса, Н;

$P_{j \max}$ – сила инерции, действующая на автомобиль, Н;

h_d – высота центра масс автомобиля, м;

L – база автомобиля, м.

Максимальная сила инерции, действующая на автомобиль при торможении

$$P_{j \max} = m_a \cdot j_{\max} \cdot \delta_{\text{вр}},$$

где m_a – полная масса автомобиля, кг;

j_{\max} – максимальное замедление, которое должен реализовать автомобиль в соответствии с ГОСТ 33997-2016;

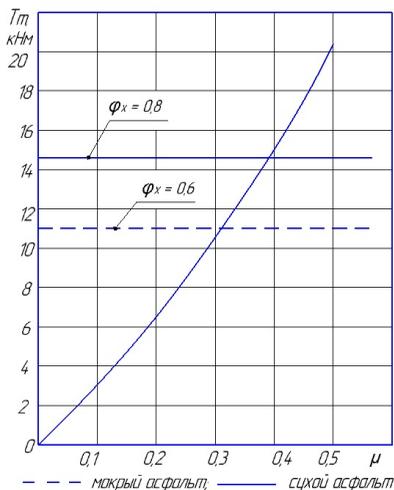
$\delta_{вр}$ – коэффициент учёта вращающихся масс автомобиля при отключённом двигателе.

Совмещенные кривые тормозного момента, реализуемого тормозного механизма и максимальных тормозных моментов, реализуемых колёсами автомобиля при торможении на сухом ($\varphi_x = 0,80$) и мокром ($\varphi_x = 0,60$) асфальте, представлены на рисунке 1.

При учёте догрузки переднего моста автомобиля инерционной силой при экстренном торможении на сухом асфальту, как видно из рисунка 1, автомобиль сохраняет способность к блокировке колёс при коэффициенте трения фрикционной пары $\mu > 0,39$.

На мокром асфальте, как видно из рисунка 1, способность автомобиля к блокировке передних колёс сохраняется при коэффициенте трения $\mu > 0,315$.

На сухом асфальте при коэффициенте трения фрикционной пары $\mu < 0,39$. тормозного момента, развиваемого тормозным механизмом, может оказаться недостаточно для блокировки колеса и оно теряет способность блокироваться.



1 – сухой асфальт ($\varphi_x = 0,80$); 2 – мокрый асфальт ($\varphi_x = 0,60$)

Рисунок 1 – Совмещенные кривые тормозного момента, развиваемого тормозным механизмом и передними колёсами автомобиля при развитии максимального замедления

При торможении на мокром асфальтированном шоссе с $\varphi_x = 0,6$ колесо теряет способность к блокированию при коэффициенте трения фрикционной пары $\mu < 0,315$. В этом случае антиблокировочная система теряет способность эффективного функционирования, что отрицательно скажется на тормозную динамику автомобиля.

В условиях реальной эксплуатации данное явление опасно ещё и тем, что у водителя сохраняется чувство работоспособности антиблокировочной системы.

На сухом асфальте при коэффициенте трения фрикционной пары $\mu = 0,39$ и на мокром асфальте при $\mu = 0,315$ возможно увеличение времени пребывания тормозящего колеса в состоянии кратковременного юза. Данное явление допускается требованиями к АБС, однако это может негативно сказаться на устойчивости автомобиля при экстренном торможении.

Список использованных источников

1. Ревин, А.А. Влияние состояния элементов подвески легкового автомобиля с регулятором тормозных сил (РТС) на тормозную динамику / А.А. Ревин, В.А. Оберемок, А.М. Аванесян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013, № 86. – С. 334–343.

2. Кравченко, В.А. Автомобили: Анализ конструкций и основы расчёта. Учебное пособие / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, С.Е. Сенькевич. – зерноград, ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 326с.

Abstract. The conducted studies have shown that during working braking, the normal operation of the braking mechanism is provided already at the coefficient of friction $\mu \geq 0,25$. In case of emergency braking on dry asphalt with the coefficient of friction of the friction pair $\mu = 0,39$ and on wet asphalt $\mu = 0,315$ it is possible to increase the residence time of the braking wheel in a state of short-term skidding. On dry asphalt, with the friction coefficient of the friction pair $\mu < 0,39$ the braking torque may not be sufficient to lock the wheel. and it loses the ability to block.