

УДК 629.113-592

БЕЗОПАСНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕМ БЛОКИРОВАНИИ ПЕРЕДНИХ КОЛЕС В ПРОЦЕССЕ ТОРМОЖЕНИЯ

Волков В.П., Ефимчук В.М.

Рассматривается возможность предотвращения опережающего блокирования задних колес легкового автомобиля при всех его весовых состояниях во всем диапазоне изменения коэффициентов сцепления колес с дорогой

Известно [1], что экстренное торможение автомобиля может происходить либо при заблокированных колесах одной оси, либо при всех заблокированных колесах. Наиболее опасным случаем с точки зрения потери курсовой устойчивости автомобиля является торможение при заблокированных задних колесах и незаблокированных передних колесах, а наиболее опасным – торможение при заблокированных передних колесах и незаблокированных задних колесах. Торможение со всеми заблокированными колесами более устойчиво, чем в случае опережающего блокирования задних колес, однако сопровождается отклонением продольной оси автомобиля от его направления движения.

В работе [2] нами была определена максимальная безопасная скорость движения автомобиля, соответствующая началу торможения, при которой угол поворота его продольной оси не превышает максимально допустимую величину $[\psi]$

$$V_{0\max} = i_z \sqrt{\frac{g}{h} \ln \left| \frac{[\psi]}{\psi_0} \right|}, \quad (1)$$

где i_z – радиус инерции автомобиля относительно вертикальной оси; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; h – высота центра масс автомобиля; ψ_0 – начальное угловое смещение продольной оси автомобиля (возмущение).

Анализ графиков зависимости (1), приведенных в работе [2], показал, что с ростом ψ_0 величина $V_{0\max}$ асимптотически приближается к некоторому пределу. Величина предельной скорости движения может быть определена из уравнения (1):

$$V_{0\lim} = \lim_{\psi_0 \rightarrow [\psi]} V_{0\max} = i_z \sqrt{\frac{g}{h} \lim_{\psi_0 \rightarrow [\psi]} \left(\ln \left| \frac{[\psi]}{\psi_0} \right| \right)} = 0. \quad (2)$$

Введем понятие коэффициента безопасности k_δ .

$$k_{\delta} = \ln \left| \frac{[\psi]}{\psi_0} \right|. \quad (3)$$

Тогда выражение (1) примет вид

$$V_{0\max} = i_z \sqrt{\frac{g}{h}} \cdot k_{\delta}. \quad (4)$$

При опережающем блокировании передних колес безопасная скорость движения автомобиля может быть повышена на величину ее падения за время от начала торможения до конца динамической стадии (момента блокирования задних колес). Это возможно, поскольку при опережающем блокировании передних колес движение автомобиля устойчиво.

При гидравлическом тормозном приводе легковых автомобилей можно принять линейной зависимость общей тормозной силы P_T от времени

$$P_T = \frac{\phi G}{t_H} t, \quad (5)$$

где ϕ - коэффициент сцепления колёс с дорогой; G - общий вес автомобиля; t_H - время нарастания тормозной силы от нуля до максимального значения $P_{T\max} = \phi G$.

При этом скорость автомобиля к концу динамической стадии можно определить как

$$V_1 = V_0 - \frac{g\phi}{2} t_H = V_0 - \Delta V, \quad (6)$$

где ΔV - изменение скорости автомобиля за время $t = t_H$.

Максимально допустимая безопасная скорость движения автомобиля при опережающем блокировании передних колёс равна

$$V_{0\text{без}} = V_{0\max} + \Delta V = k_{\delta} \cdot i_z \cdot \sqrt{\frac{g}{h}} + 0,5 \cdot g \cdot \phi t_H. \quad (7)$$

Если $V_0 > V_{0\text{без}}$, то обеспечить безопасное торможение автомобиля можно, уменьшая темп роста тормозного усилия, т.е. увеличивая t_H . Требуемое время нарастания тормозной силы

$$t_H = 2 \cdot \frac{V_0 - V_{0\max}}{g \cdot \phi}. \quad (8)$$

Полученные результаты могут быть использованы конструкторами при обеспечении активной безопасности автомобилей.

Библиография

1 Генбом Б.Б. Вопросы динамики торможения и теории рабочих процессов тормозных систем автомобилей / Б.Б.Генбом, Г.С.Гудз, В.А.Демьянюк. — Львов: Выща шк., 1974. — 274 с.

2 Подригало М.А. Оценка курсовой устойчивости двухосного автомобиля при торможении со всеми заблокированными колесами / М.А.Подригало, В.П.Волков, В.М.Ефимчук // Автомобильный транспорт. — 1999. — Вып. 3. — С. 9 – 11.

Поступила в редакцию 29.11.2001 г.