

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ТОРМОЖЕНИИ

Карев Б. Н.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт 37), e-mail: kafatr@gmail.com

В статье рассматривается определение скорости автомобиля при экстренном торможении, когда автомобиль останавливается во время нарастания замедления. При этом делается акцент на определение скорости автомобиля при возникновении опасной ситуации, которая обычно определяется экспертом по требованию суда при расследовании дорожно-транспортных происшествий. Показывается, что существующие формулы применимы, когда в процессе торможения блокируются все четыре колеса автомобиля. Но на практике часто возникают ситуации, когда на дорожном покрытии при экстренном торможении остаются следы юза не всех колес. Это означает, что остановка автомобиля произошла во время нарастания замедления. На основе этого аналитически получено выражение, позволяющее определить скорость автомобиля перед применением экстренного торможения, если техническое состояние автомобиля после дорожно-транспортного происшествия позволяет провести два контрольных торможения при различных начальных скоростях.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, автомобиль, скорость автомобиля, экстренное торможение, экспертиза ДТП, остановочный путь автомобиля, движение юзом.

CERTAIN SPEED THE CAR DURING EMERGENCY BRAKING

Karev B. N.

Urals state forestry engineering university, Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, Sibirsky trakt St. 37), e-mail: kafatr@gmail.com

The paper discusses the definition of vehicle speed in emergency braking when the vehicle is stopped during the growth slowdown. In this case, emphasis is placed on the definition of vehicle speed in the event of a dangerous situation, which is usually defined by the expert at the request of the court in the investigation of accidents. It is shown that the existing formulas are applicable when locked during braking all four wheels. But in practice, there are often situations when the road surface during emergency braking are traces Hughes's not all wheels. This means that the vehicle stop occurred during the growth slowdown. Based on this analytical expression is derived that indicates the speed of the car before applying the emergency brake if the technical condition of the vehicle after the accident allows for two control braking at different initial speeds.

Keywords: accident, car, vehicle speed, emergency braking, expertise accident, vehicle stopping distance, motion skid.

При расследовании дорожно-транспортных происшествий одним из вопросов, который ставит перед экспертом суд, является вопрос: «Какова была скорость автомобиля при возникновении опасной ситуации?» [2]. Величина скорости при ответе на поставленный вопрос определяется по формуле, в которую входит длина следа юза автомобиля [7, 8]. Понятие длины следа юза автомобиля введено в работе [5]. Пусть $S_{юз}^{(i)}$ – длина следа юза i – колеса автомобиля (считаем, что автомобиль имеет четыре колеса, т.е. $i = 1, \dots, 4$), тогда длина следа юза автомобиля $S_{юз}^a$ определяется по формуле:

$$S_{юз}^a = \min_{i=1, \dots, 4} \{ S_{юз}^{(i)} \}.$$

Эта формула применима, когда в процессе торможения блокируются все четыре колеса автомобиля. Однако в ряде случаев на дорожном покрытии остаются следы юза не всех колес, а только некоторых из них. Это означает, что при исправной тормозной системе оста-

новка автомобиля произошла на промежутке времени нарастания замедления $(t_3^{(a)}, T^{(a)})$, т.е. в данных дорожных условиях выполняется неравенство:

$$V_a^0 < \frac{j}{2}(T^{(a)} - t_3^{(a)}), \quad (1)$$

где: V_a^0 – скорость автомобиля в момент возникновения опасной ситуации;

j – замедление автомобиля в данных дорожных условиях;

$$T^{(a)} = t_3^{(a)} + t_{нз}^{(a)};$$

$$t_3^{(a)} = t_p + t_{зн}^{(a)} \text{ – время запаздывания};$$

t_p – время реакции водителя;

$t_{зн}^{(a)}$ – время запаздывания срабатывания тормозного привода автомобиля;

$t_{нз}^{(a)}$ – время нарастания замедления автомобиля.

Методика определения скорости автомобиля по следам юза в этом случае в научной литературе отсутствует.

Обычно величину:

$$t_{нз}^{(a)} = T^{(a)} - t_3^{(a)}$$

считают малой. Однако если автомобиль перед применением водителем экстренного торможения проехал по луже, то коэффициент трения скольжения между колодками и тормозными дисками (барабанами) может существенно уменьшиться, а время нарастания замедления может увеличиться в десятки раз. Это приводит к существенному увеличению остановочного пути, длина которого будет определяться по формулам [5]:

для первой модели:

$$S_{1ост}^{(1)} = V_a^0 t_3^{(a)} + \frac{(V_a^0)^2}{j}; \quad (2)$$

для второй модели:

$$S_{2ост}^{(1)} = t_3^{(a)} V_a^0 + \frac{2}{3} V_a^0 \sqrt{\frac{2V_a^0}{j} (T^{(a)} - t_3^{(a)})}.$$

Будем рассматривать первую модель движения, т.е. будем считать, что остановочный путь автомобиля определяется формулой (2). Для второй модели движения автомобиля при экстренном торможении ход рассуждения будет тот же, только выкладки будут громоздкими.

Будем считать, в рассматриваемых условиях можно провести два контрольных торможения с различными скоростями такими, что следы юза передних колес и задних не налагаются. В этом случае величины j и $t_{нз}^{(a)}$ могут быть определены по формуле [5]:

$$\begin{cases} t_{нз} = \frac{2V_1^0}{j} - \sqrt{\frac{8S_{1ю}^a}{j}}; \\ j = \frac{(V_2^0 - V_1^0)^2}{2(\sqrt{S_{2ю}^a} - \sqrt{S_{1ю}^a})^2}, \end{cases}$$

а величина $t_{зп}^{(a)}$ может быть определена по формуле:

$$t_{зп}^{(a)} = \min_{i=1, \dots, 4} \{t_{зп}^{(i)}\},$$

где величины $t_{зп}^{(i)}$ ($i = 1, \dots, 4$) – определяются на тормозном стенде. Величины

$T^{(i)}$ ($i = 1, \dots, 4$) могут быть определены по формуле:

$$T^{(i)} = \frac{2}{j}(V_a^0 + \frac{j}{2}t_3^{(a)}) - \frac{2}{j}\sqrt{\frac{1}{2}\left\{V_a^0 - \frac{j}{2}(T^{(a)} - t_3^{(a)})\right\}^2 + \frac{j^2}{4}(t_3^{(a)})^2 + jS_{ю}^{(i)}},$$

где $i = 1, \dots, 4$.

Рассмотрим случай, когда след юза левого переднего колеса отсутствует, это означает, что автомобиль остановился во время нарастания замедления, т.е. на полуинтервале $(t_3^{(a)}, T^{(a)})$ (рис. 1).

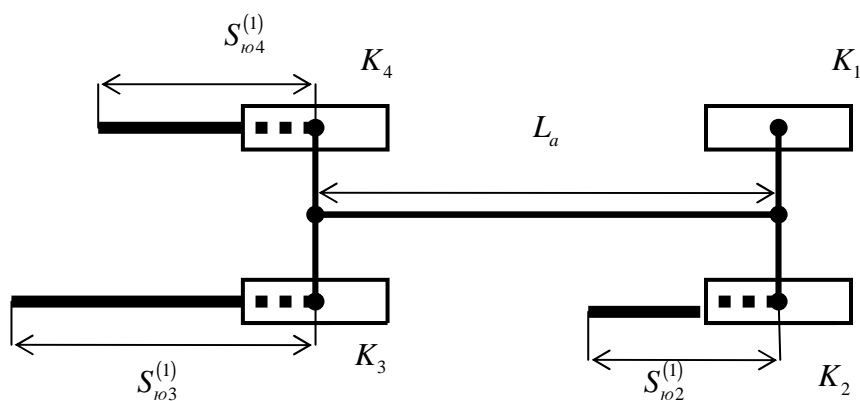


Рис. 1. Случай движения автомобиля юзом

Так как автомобиль совершает поступательное движение, то оси второго и четвертого колес проходят равные пути [1, 3, 4, 6], следовательно, можем записать равенство:

$$\begin{aligned}
& -\frac{j}{4}(T^{(2)})^2 + \left(V_a^0 + \frac{j}{2}t_3^{(a)} \right) T^{(2)} - \frac{j}{4}(t_3^{(a)})^2 + S_{\text{ю}2}^{(1)} = \\
& = -\frac{j}{4}(T^{(4)})^2 + \left(V_a^0 + \frac{j}{2}t_3^{(a)} \right) T^{(4)} - \frac{j}{4}(t_3^{(a)})^2 + S_{\text{ю}4}^{(1)}.
\end{aligned}
\tag{3}$$

Для определенности считаем, что выполняется неравенство:

$$S_{\text{ю}4}^{(1)} > S_{\text{ю}2}^{(1)}.$$

Из последнего неравенства следует выполнение неравенства:

$$T^{(2)} > T^{(4)}.$$

Из равенства (3) получаем:

$$V_a^0 = \frac{j}{4}(T^{(2)} + T^{(4)} - 2t_3^{(a)}) + \frac{S_{\text{ю}4}^{(1)} - S_{\text{ю}2}^{(1)}}{T^{(2)} - T^{(4)}}.$$

Таким образом, получили, что скорость автомобиля перед применением экстренного торможения может быть определена и в случае, когда автомобиль остановится во время нарастания замедления в случае, когда отсутствует след юза колеса, который является следом юза автомобиля, если техническое состояние автомобиля после ДТП позволяет провести два контрольных торможения при различных начальных скоростях.

Список литературы

1. Васильев В. И. Обеспечение безопасности автотранспортных средств на режимах торможения при попутном следовании: моногр. / В. И. Васильев, А. В. Шарыпов, Г. В. Осипов. – Курган: Издательство Курганского гос. ун-та, 2006. 220 с.
2. Иларионов В. А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / В. А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. 243 с.
3. Карев Б. Н. Методы расчета безопасных расстояний при попутном движении транспортных средств: моногр. / Б. Н. Карев, Б. А. Сидоров, П. М. Недоростов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. 315 с.
4. Карев Б. Н. Повышение безопасности эксплуатации автомобильного транспорта на основе математического моделирования: моногр. / Б. Н. Карев, Б. А. Сидоров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 506 с.
5. Карев Б. Н., Сидоров Б. А. Уточнение параметров движения автомобиля при экстренном торможении // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: Материалы III Международной науч.-практической конф. – Иркутск: Иркутский гос. техн. ун-т, Иркутск, 2011. С. 69–72.

6. Михалёва Л. В. Влияние динамики транспортных средств на безопасность дорожного движения: моногр. / Л. В. Михалёва, Б. Н. Карев, Б. А. Сидоров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. 209 с.
7. Суворов Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учебное пособие / Ю. Б. Суворов. – М.: Издательство «Экзамен», изд-во «Право и закон», 2003. 208 с.
8. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля: учебник для вузов / В. П. Тарасик. – СПб.: БХВ-Петербург», 2006. 478 с.: ил.

Рецензенты:

Сиваков Валерий Павлович, доктор технических наук, профессор, зам. директора института автомобильного транспорта и технологических систем ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.

Афанасьев Анатолий Ильич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры организации и безопасности движения ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург.