

Обеспечение безопасности движения транспортных средств на мостовых переходах в сложных дорожных условиях

*В.В. Старков, Б.Н. Карев, Н.А. Филатова, О.В. Алексеева, О.С. Гасилова,
А.С. Щетников, Б.А. Сидоров*

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург

Аннотация: В статье рассматривается безопасность движения и пропускная способность мостовых переходов. Дорожно-транспортное происшествие, случившееся на мостовом переходе, резко снижает его пропускную способность и, следовательно, всей дороги в целом. При возникновении опасности для движения в сложных дорожных условиях водитель вынужден применять экстренное торможение. При этом дорожно-транспортное происшествие не произойдет тогда, когда дистанция между автомобилями больше или равна величине остановочного пути. При определении длины остановочного пути автомобиля при экстренном торможении используются значения величин времени запаздывания срабатывания тормозного привода и времени нарастания замедления.

Ключевые слова: безопасность движения, мостовой переход, пропускная способность, остановочный путь, дистанция.

Безопасность движения и пропускная способность являются одними из основных потребительских свойств мостовых переходов, которые должны обеспечиваться при его эксплуатации [1 - 3].

Дорожно-транспортное происшествие, случившееся на мостовом переходе, резко снижает его пропускную способность и, следовательно, всей дороги в целом [4 - 7]. При возникновении опасности для движения в сложных дорожных условиях водитель вынужден применять экстренное торможение. При этом дорожно-транспортное происшествие не произойдет тогда, когда дистанция между автомобилями больше или равна величине остановочного пути [8]. При определении длины остановочного пути автомобиля при экстренном торможении используются значения величин времени запаздывания срабатывания тормозного привода и времени нарастания замедления. На практике при проведении автотехнических исследований обычно пользуются табличными значениями этих величин,

которые представляют собой среднестатистические значения и могут существенно отличаться от значений, которые принимают эти величины в условиях конкретного ДТП. Так, например, при ошибке в определении величины времени запаздывания тормозного привода на 0,1 с при скорости 72 км/ч ошибка в определении длины остановочного пути составит ± 2 м, а при ошибке определения времени нарастания замедления на 0,1 с ошибка в определении остановочного пути составит ± 1 м, что в сумме может составить 3 м. Поэтому повышение точности определения этих величин позволит повысить точность определения остановочного пути и, как следствие, точность определения параметров движения автомобиля при экстренном торможении. Кроме того, некоторые понятия, в частности понятие юза автомобиля, не имеют точного определения, что приводит к еще большим ошибкам, а, следовательно, к принятию неправильного решения дознавателем или судом.

Будем считать, что автомобиль движется по горизонтальному участку мостового перехода.

Сформулируем определения, которые будут необходимы в дальнейшем. За начальный момент времени $t_0 = 0$ будем принимать момент возникновения опасности для движения.

Определение 1. Под временем реакции водителя t_p понимают отрезок времени $[0, t_p]$, который начинается с момента появления опасности для движения до начала воздействия на органы управления автомобиля.

Определение 2. Под временем запаздывания срабатывания тормозного привода $t_{zn}^{(i)}$ i -го колеса автомобиля будем понимать длину полуинтервала времени $(t_p, t_p + t_{zn}^{(i)})$, который начинается после момента начала воздействия на органы управления автомобиля до момента появления тормозной силы, действующей на корпус автомобиля со стороны i -го колеса.

Принятое определение не противоречит общепринятому определению времени запаздывания срабатывания тормозного привода автомобиля, так как появление тормозной силы приложенной к корпусу автомобиля со стороны i -го колеса, вызывает замедление автомобиля.

Для простоты будем рассматривать автомобиль, который имеет 4 колеса радиуса R , как абсолютно твердое тело, движущееся поступательно в процессе торможения. В этом случае все точки кузова автомобиля описывают конгруэнтные траектории, имеют одинаковые скорости и проходят равные пути.

Очевидно, что каждому колесу соответствует свое значение времени запаздывания срабатывания тормозного привода $t_{zn}^{(i)}$.

Утверждение 1. Под временем запаздывания срабатывания тормозного привода автомобиля необходимо понимать величину, определяемую равенством

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

Действительно, формула (1) означает, что как только, хотя бы на одном колесе, начинает возрастать величина тормозной силы действующей на корпус автомобиля со стороны этого колеса то, следовательно, начинает возрастать и замедление автомобиля.

Определение 3. Под временем нарастания $t_{нтс}^{(i)}$ тормозной силы i -го колеса автомобиля будем понимать длину полуинтервала времени от момента, в который появляется тормозная сила, действующая на корпус автомобиля со стороны i -го колеса, до момента, в который эта тормозная сила достигает наибольшего значения F_i^{\max} , при которой происходит блокировка i -го колеса в данных дорожных условиях, и становится постоянной вплоть до полной остановки автомобиля.

Из определения 3 следует, что, так как тормозные функции $F_{mi}(t)$ действующие на корпус автомобиля со стороны i -го колеса ($i=1, \dots, 4$) возрастающие на полуинтервале $\left(t_p + t_{zn}^{(a)}, t_p + t_{zn}^{(a)} + t_{nz}^{(a)}\right]$ то функция

$$F_a(t) = \sum_{i=1}^4 F_{mi}(t) \quad (2)$$

так же возрастающая и, следовательно, достигает наибольшего значения, когда будет заблокировано последнее колесо.

Утверждение 2. Под временем нарастания замедления $t_{nz}^{(a)}$ автомобиля необходимо понимать величину

$$t_{nz}^{(a)} = \max_{i=1, \dots, 4} \left\{ \left(t_{nz}^{(i)} + t_{zn}^{(i)} \right) - t_{zn}^{(a)} \right\}. \quad (3)$$

Часто следственные органы, или суд ставит перед экспертом вопрос: «Какова была скорость автомобиля в начальный момент времени?». При известной длине юза скорость автомобиля согласно [9, 10] может быть найдена по формуле

$$V_a = 0,5t_{nz}j + \sqrt{2S_{ю}j}, \quad (4)$$

где: t_{zn} – время запаздывания срабатывания тормозного привода;

j – величина установившегося замедления.

V_a – начальная скорость автомобиля;

$S_{ю}$ – длина следа юза.

В работе [9, 10] авторы отмечают, что практическое применение этой формулы имеет свои особенности. При определении скорости V_a эксперты единодушны только в тех случаях, когда во время осмотра места ДТП автомобиль находился в конце тормозного следа (что часто бывает при наезде на пешехода), длина которого замерялась до задних колес. Если же автомобиль перед замером $S_{ю}$ был удален с места остановки, то часть экспертов вводит в расчет полную (фактическую) длину тормозного следа

S_{ϕ} , замеренную на месте ДТП. При этом они ссылаются на то, что юз задних колес бывает чаще юза передних, и что увеличение расчетной длины тормозного следа ведет к увеличению скорости V_a и остановочного пути. Другие эксперты учитывают, что при экстренном торможении могут быть заблокированы не только задние, но и передние колеса автомобиля. В этом случае в длину замеренного следа юза входит и размер базы автомобиля L . Поскольку всякое сомнение следует истолковывать в пользу обвиняемого, то в расчет вводят не полную длину следа юза, а значение

$$S_{ю} = S_{\phi} - L. \quad (5)$$

Из вышесказанного следует, что в общем случае, когда водителем легкового автомобиля применено экстренное торможение, и на поверхности дороги остались следы юза, каждого из четырех колес автомобиля разной длины, то эксперты не в состоянии определить, какой след юза необходимо считать следом юза автомобиля. Часто на практике эксперты вводят в расчет максимальный по длине след юза одного из колес, что приводит к неоправданному завышению начальной скорости автомобиля.

Утверждение 3. Под следом юза автомобиля необходимо понимать длину следа юза колеса, которое было заблокировано последним и, следовательно, имеет наименьшую длину.

Полученные результаты позволяют более точно определять параметры торможения автомобиля.

Литература

1. Михалева Л.В., Карев Б.Н., Сидоров Б.А. Влияние динамики транспортных средств на безопасность дорожного движения: монография. / Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 209 с.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / М.: Транспорт, 1993. 271 с.

3. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. / М.: Транспорт, 2001. 247 с.

4. Филатова А.В., Игнатъев П.В., Родионов М.В. Ремонт пролетных строений моста с применением алкилалкоксисилановой смеси и полимерной фибры при строительстве автомобильных дорог// Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4691.

5. Бандурин М.А. Мониторинг и расчёт остаточного ресурса аварийных мостовых переездов через водопроводящие сооружения // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1260.

6. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.

7. Zyryanov V., Sanamov R. Improving urban public transport operation: experience of Rostov-on-Don (Russia) // International Journal of Transport Economics. 2009. V.36. №1. pp.83-96.

8. Карев Б.Н., Сидоров Б.А., Недоростов П.М. Методы расчета безопасных расстояний при попутном движении транспортных средств: монография / Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2005. 315 с.

9. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Транспорт, 1989. 255 с.

10. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза / М.: Экзамен, 2003. 208 с.

References

1. Mihaleva L.V., Karev B.N., Sidorov B.A. Vliyanie dinamiki transportnyh sredstv na bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya [Influence of dynamics of vehicles on traffic safety]: monografiya. Ekaterinburg: USFEU, 2008. 209 p.

2. Babkov V.F. Dorozhnye usloviya i bezopasnost' dvizheniya [Road conditions and traffic safety]. М.: Transport, 1993. 271 p.



3. Klinkovshitejn G.I., Afanas'ev M.B. Organizaciya dorozhnogo dvizheniya [Organization of traffic]. M.: Transport, 2001. 247 p.
4. Filatova A.V., Ignat'ev P.V., Rodionov M.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4691.
5. Bandurin M.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1260.
6. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.
7. Zyryanov V., Sanamov R. International Journal of Transport Economics. 2009. V.36. №1. pp.83-96.
8. Karev B.N., Sidorov B.A., Nedorostov P.M. Metody rascheta bezopasnyh rasstojanij pri poputnom dvizhenii transportnyh sredstv [Methods of calculation of safe distances at the passing movement of vehicles]: monografija. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t., 2005. 315 p.
9. Ilarionov V.A. Jekspertiza dorozhno-transportnyh proisshestvij [Examination of road accidents]. M.: Transport, 1989. 255 p.
10. Suvorov Ju.B. Sudebnaja dorozhno-transportnaja jekspertiza [Judicial road and transport examination]. M.: Jekzamen, 2003. 208 p.