

Оценка безопасности движения на пересечениях

Н.А. Филатова, И.А. Ласточкин, Б.А. Сидоров

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург

Аннотация: В статье рассматривается безопасность движения транспортных средств при движении на пересечениях. Оценивается возможность возникновения дорожно-транспортного происшествия. В статье определены начальная скорость, величина остановочного пути второго транспортного средства, с учетом габаритных размеров транспортных средств.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, пересечение, дорожно-транспортное происшествие, безопасность движения, начальная скорость, остановочный путь.

Пропускная способность улично-дорожной сети (УДС) во многом регламентируется движением на пересечениях [1-4]. По статистике на пересечениях в населенных пунктах совершается до 30% дорожно-транспортных происшествий [5-7]. Случившееся ДТП на какое-то время делает невозможным движения по одной или нескольким полосам движения, тем самым уменьшая пропускную способность УДС в целом [8-10].

Пусть транспортные средства $ТС_1$ и $ТС_2$ движутся по дорогам, пересекающимся под тупым углом (рис. 1).

За начальный момент времени (момент возникновения опасной ситуации) $t_0 = 0$ возьмем момент времени, когда $ТС_1$ начинает двигаться с установившимся замедлением.

Считаем, что после возникновения опасной ситуации, т.е. для $t > t_0 = 0$, $ТС_2$ продолжает движение с постоянной скоростью

$$V_{ТС_2}^0 = const,$$

т.е. водитель $ТС_2$ в момент возникновения опасной ситуации не применяет экстренного торможения, а $ТС_1$ движется прямолинейно и равнозамедленно.

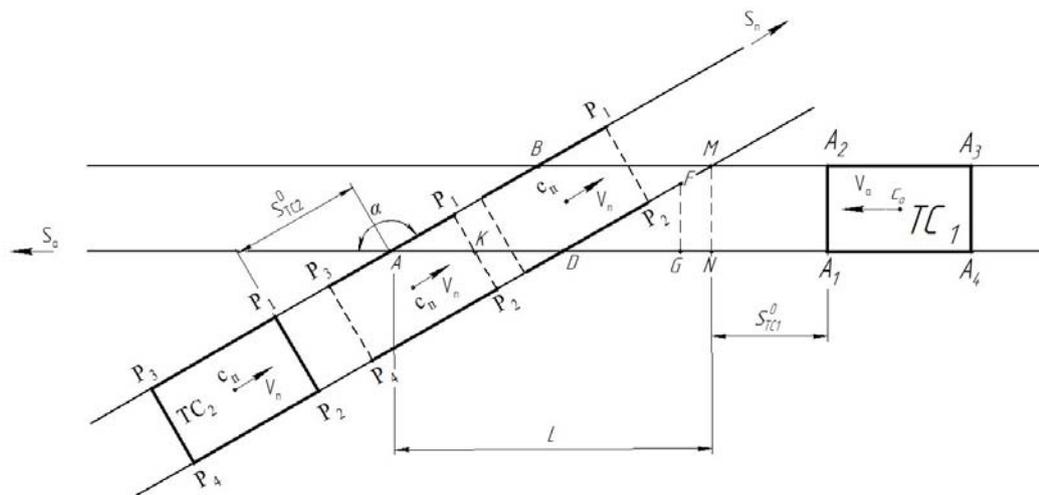


Рис. 1. – Схема движения ТС₁ и ТС₂

Считаем, что расстояние S_{TC1}^0 от правого угла ТС₁ до точки M известно.

Если ТС₁ остановится левым передним углом в точке M , то начальная скорость ТС₁ будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times S_{TC1}^0 \times j_{TC1}}.$$

В этом случае ТС₁ и ТС₂ коснутся корпусами и могут получить незначительные повреждения в виде царапин и небольших вмятин.

Если начальная скорость ТС₁ будет удовлетворять неравенству,

$$V_{TC1}^0 < \sqrt{2 \times S_{TC1}^0 \times j_{TC1}},$$

то ТС₁ остановится, не доезжая до точки M левым передним углом своего корпуса, и, следовательно, столкновения и касания ТС₁ и ТС₂ не произойдет.

Будем говорить, что ТС₁ и ТС₂ столкнутся в точке F и в момент столкновения ТС₁ остановится т.е. $V_{TC1} = 0$.

Путь пройденный до момента столкновения в точке F S_{TC1} будет равен

$$S_{TC1} = S_{TC1}^0 + \overline{MF},$$

где:

$$\overline{MF} = \frac{A_2 F}{\sin \alpha};$$

$\overline{A_2F}$ - расстояние от правого переднего угла ТС₁ до места удара.

Тогда начальная скорость ТС₁ будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{\overline{A_2F}}{\sin \alpha}) \times j_{TC1}}.$$

В этом случае ТС₁ и ТС₂ столкнутся на отрезке между точками *D* и *M* передней частью ТС₁ (отрезок $\overline{A_1A_2}$) с правым передним углом ТС₂ (точка *P*₂).

Будем говорить, что ТС₁ и ТС₂ столкнутся в точке *D* и в момент столкновения в точке *D* ТС₁ остановится т.е. $V_{TC1} = 0$.

Путь пройденный до момента столкновения в точке *D* S_{TC1} будет равен

$$S_{TC1} = S_{TC1}^0 + \overline{DM},$$

где:

$$\overline{DM} = \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha}.$$

Тогда начальная скорость ТС₁ будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha}) \times j_{TC1}}.$$

В этом случае столкновение ТС₁ и ТС₂ произойдет в точке *D* левым передним углом ТС₁ (точка *A*₁) с правым передним углом ТС₂ (точка *P*₂).

Будем говорить, что ТС₁ и ТС₂ столкнутся в точке *K* и в момент столкновения в точке *K* ТС₁ остановится т.е. $V_{TC1} = 0$.

Путь пройденный до момента столкновения в точке *K* S_{TC1} будет равен

$$S_{TC1} = S_{TC1}^0 + \overline{DM} + \overline{DK},$$

где:

$$\overline{DM} = \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha};$$

$$\overline{DK} = \frac{\overline{KP_2}}{\sin \alpha};$$

$\overline{KP_2}$ – расстояние от правого переднего угла ТС₂ до места удара

Тогда начальная скорость TC_1 будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + \frac{\overline{KP_2}}{\sin \alpha}) \times J_{TC1}}.$$

В этом случае столкновение TC_1 и TC_2 произойдет на отрезке между точками A и D левым передним углом TC_1 (точка A_1) с передней частью TC_2 (отрезок $\overline{P_1P_2}$).

Будем говорить, что TC_1 TC_2 столкнутся в точке A и в момент столкновения в точке A TC_1 остановится т.е. $V_{TC1} = 0$.

Путь пройденный до момента столкновения в точке A S_{TC1} будет равен

$$S_{TC1} = S_{TC1}^0 + \overline{DM} + \overline{AD} + \overline{A_1A},$$

где: $\overline{A_1A}$ - расстояние от левого переднего угла TC_1 до места удара.

Тогда начальная скорость TC_1 будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + \overline{A_1A}) \times J_{TC1}}$$

В этом случае столкновение TC_1 и TC_2 произойдет левой стороной TC_1 (отрезок $\overline{A_1A_4}$) с левым передним углом TC_2 (точка P_1).

В случае, когда начальная скорость TC_1 будет равна

$$V_{TC1}^0 = \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + l_{TC1}) \times J_{TC1}}.$$

В этом случае TC_1 и TC_2 коснутся корпусами и могут получить незначительные повреждения в виде царапин и небольших вмятин.

Если начальная скорость TC_2 будет определена неравенством

$$V_{TC1}^0 > \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + l_{TC1}) \times J_{TC1}}.$$

В этом случае столкновение TC_1 и TC_2 не произойдет.

На основании проведенных аналитических исследований можно сделать следующие выводы:

1. столкновение транспортных средств возможно на участке УДС определяемом параллелограммом АВDM (рис. 1);

2. получена математическая модель движения двух транспортных средств позволяющая определить начальную скорость и величину остановочного пути первого автомобиля, с учетом габаритных размеров транспортных средств в случае, когда первое транспортное средство движется равнозамедленно, а второе транспортное средство движется с постоянной скоростью;

3. получено выражение начальной скорости TC_1

$$\sqrt{2 \times S_{TC1}^0 \times j_{TC1}} \leq V_{TC1}^0 \leq \sqrt{2 \times (S_{TC1}^0 + \frac{a_{TC1}}{\sin \alpha} + \frac{a_{TC2}}{\sin \alpha} + l_{TC1}) \times j_{TC1}}$$

при котором касание TC_1 и TC_2 обязательно произойдет.

Литература

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

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

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

4. Филатова Н.А., Габдорахманов А.С., Карев Б.Н. Нахождение минимально-безопасного расстояния между автомобилями, движущимися в попутном направлении, в одном частном случае // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XII всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016, ч.1. 365 с.

5. Бояркина Е.Ф., Логачев В.Г. Имитационное моделирование процесса формирования количества легковых автомобилей на улично-дорожной сети

города // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3254.

6. Быков Д.В., Лихачёв Д.В. Имитационное моделирование как средство модернизации участка транспортной сети // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388.

7. Феофилова А.А. Обоснование выбора состояний транспортных потоков для начала их динамического перераспределения // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1953.

8. Гасилова О.С., Алексеева О.В., Грехов О.Ю. Влияние интенсивности движения маршрутных транспортных средств на пропускную способность улично-дорожной сети // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808.

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

10. 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.

References

1. Ilarionov V.A. Jekspertiza dorozhno-transportnyh proisshestvij [Examination of road accidents]. V.A. Ilarionov. M.: Transport, 1989. 255 p.

2. Metody rascheta bezopasnyh rasstojanij pri poputnom dvizhenii transportnyh sredstv [Methods of calculation of safe distances at the passing movement of vehicles]: monografija. B.N. Karev, B.A. Sidorov, P.M. Nedorostov; Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t., 2005. 315 p.

3. Suvorov Ju.B. Sudebnaja dorozhno-transportnaja jekspertiza [Judicial road and transport examination]. Ju.B.Suvorov. M.: Jekzamen, 2003. 208 p.



4. Filatova N.A., Gabdoraĥmanov A.S., Karev B.N. Nauchnoe tvorčestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii: mater. XII vseros. nauch.-tehn. konf. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2016, ch.1. 365 p.
5. Bojarkina E.F., Logachev V.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3254.
6. Bykov D.V., Lihachjov D.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2388.
7. Feofilova A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1953.
8. Gasilova O.S., Alekseeva O.V., Grehov O.Ju. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3808.
9. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.
10. Zyryanov V., Sanamov R. International Journal of Transport Economics. 2009. V.36. №1. pp.83-96.