

Оценка на параметри на маневрата изпреварване, свързани с безопасността на движение

Свилен Костадинов, Даниел Любенов

Evaluation of passing maneuver parameters relating with road traffic safety: This work presents some evaluations of some parameters of passing maneuver relating to the traffic safety. The evaluation was made by using the coefficient wherein the road safety level. Tests were performed at different speeds of the cars.

Key words: Video VBOX, VBOX 3i, Passing Maneuver, Evaluation of road traffic safety

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години според [7] около 6,2% от пътно-транспортните произшествия (ПТП) по вина на водача са от различни маневри свързани с промяната на посоката на движение. Такава е маневрата изпреварване, само през последните 2012 и 2013 г., броя на тези ПТП средно за година е около 1,5 %. Най-много ПТП по вина на водача [7] са свързани с нарушение на скоростта на движение.

За да се подобри сигнализацията на участъците, където се допускат грешки от водачите, а от там и промяна на нормативните изисквания, които се отнасят за тези участъци, могат да се използват известни методики за анализиране изпреварването между автомобили [1]

По тези причини възниква необходимостта от извършване на изследвания на маневрата изпреварване. Тъй като при извършване на маневрата изпреварване водачът, като субект в системата водач-автомобил-път, управляващ изпреварващия автомобил, е възможно да допуска сериозни грешки при оценяване на ситуацията и съответно да предприема грешни действия. Затова е необходимо да се въведат критерии за оценка на параметрите на маневрата изпреварване, с които да се направи оценка на маневрата изпреварване.

Целта на настоящата работа е да бъдат представени и оценени данни от изследване на маневрата изпреварване при различни скорости на автомобилите от гледна точка на безопасност на извършваната маневра.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Методика за оценка

За оценка на безопасността на движение при извършване на маневрата изпреварване е използван коефициент, характеризиращ нивото на безопасност [4] Y_B , той представлява отношение на фактическата оценявана дистанция D_ϕ , получена при изследванията и дистанцията, получена при математическо моделиране с цел безопасност D_m .

$$Y_B = \frac{D_\phi}{D_m} \quad (1)$$

Коефициентът Y_B може да се изменя в следните граници: при $D_\phi < D_m$ следователно $Y_B < 1$ в този случай се приема, че маневрата е изпълнена *опасно* и при $D_\phi \geq D_m$ следователно $Y_B \geq 1$ в този случай се приема, че маневрата е изпълнена *безопасно*.

Големината на дистанцията d_{1m} (фиг.1) се изчислява от условието за безопасност, ако изпреварващия автомобил A_2 спре внезапно по следната зависимост [1, 3, 4]:

$$d_{1m} = (t_p + t_{cp} + 0,5 \cdot t_H) \cdot V_1 + V_1^2 / 2 \cdot j_1 - V_2^2 / 2 \cdot j_2 + \Delta L, m \quad (2)$$

където t_p – времето за реакция на водача, s ; t_{cp} – времето за сработване на спирачния механизъм, s ; t_H – времето за нарастване на спирачното закъснение, s ; V_1 – скоростта на изпреварващия автомобил, m/s ; j_1 – спирачното закъснение на изпреварващия автомобил, m/s^2 ; V_2 – скоростта на изпреварвания автомобил, m/s ; j_2 – спирачното закъснение на изпреварвания автомобил, m/s и ΔL – безопасно разстояние за сигурност между изпреварвания и изпреварващия автомобил, m .

Големината на дистанцията d_{2m} се изчислява от съображение водачът на изпреварвания автомобил да реагира [1, 3, 4] (3), но може и да се приеме по-малко $d_2 \leq d_1$.

$$d_{2m} > (t_p + t_{cp} + 0,5 t_H) V_2 \quad (3)$$

Пътят, необходим за изпреварване (фиг. 1) се извежда спрямо необходимото време за изпреварване и допълнителния път, който трябва да измине изпреварващия автомобил и има вида [1, 3]:

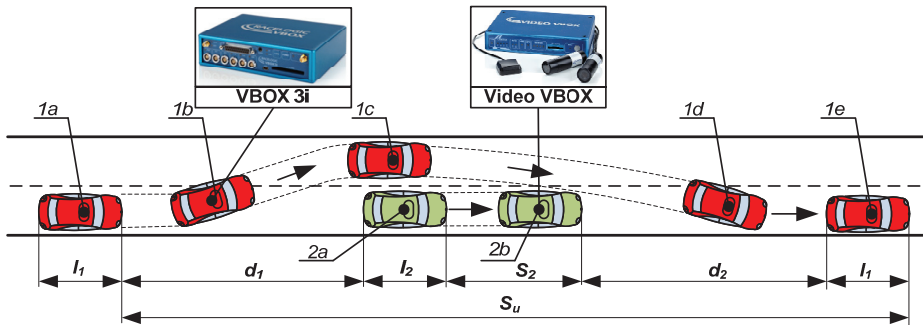
$$S_{um} = \frac{(d_1 + l_2 + d_2 + l_1) V_1}{V_1 + V_2} \quad (4)$$

При математическото моделиране на разстоянията d_1 , d_2 и S_u са направени следните допускания:

- маневрата изпреварване се прави през светлата част от денонощието, на двулентов прав път без надлъжен наклон, без насрещно движение;
- в процеса да изпреварване участват два технически изправни автомобила, съответно изпреварващ и изпреварван (фиг. 1, поз. 1 и 2) движещи се през цялото време на извършване на маневрата с постоянни скорости V_1 и $V_2 = const$, $V_1 > V_2$;
- коефициентът на сцепление за суха пътна настилка $\varphi = 0,7$, съответно за двата автомобила спирачно закъснение - $j_{ст} \approx 7 m/s^2$ [2];
- скоростите на движение на автомобилите се променят през интервал от 10 km/h, съответно - V_1 от 30 до 140 km/h, V_2 от 20 до 100 km/h;
- общото време, необходимо на всеки от водачите да започне спиране $t_{об} = 1,2s$ [2].

Методика на експерименталното изследване

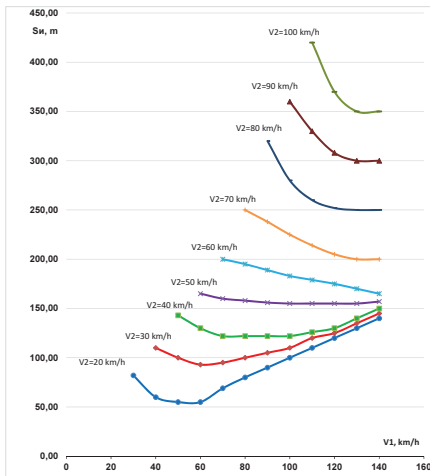
Изследванията са направени с два автомобила, като за изпреварващ е използван Opel Corsa B 1.2i (45HP) [6], а за изпреварван Volkswagen Passat B 4 1.6i (101HP) [6]. В автомобилите са монтирани регистриращи GPS системи на фирмата Racelogic Ltd. На изпреварващия автомобил е поставена регистрираща GPS система VBOX 3i., (поз.1, фиг. 1), при която честотата на записваните данни е 100 Hz, [8]. На изпреварвания автомобил се поставя регистрираща GPS система VideoVBOX (поз.2, фиг. 1) [8], която може да записва и видео данни синхронно с параметрите на движение. Видео данните са необходими за определяне на началния и крайния момент на изпреварването. Двете GPS системите VBOX, записват данните на флаш карти, което прави удобна употребата им за последваща обработка в софтуера VBOXTools [5].



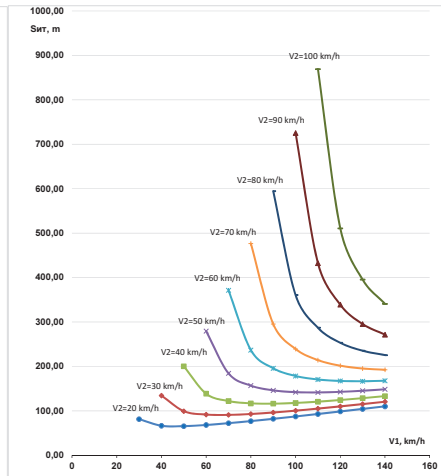
Фиг.1. Положения на автомобилите при маневрата изпреварване: 1 (a, b, c, d, e) са положенията на изпреварващия автомобил; 2 (a, b) – положенията на изпреварвания автомобил; l_1 и l_2 – дължини на автомобилите [m]; d_1 и d_2 – разстояния между автомобилите в началото и в края на изпреварването [m]; S_2 – измината дистанция от изпреварвания автомобил [m]; S_u – необходима дистанция за извършване на изпреварването [m].

Оценка на резултатите от изследването:

За оценка на резултатите от изследването (фиг. 2.) спрямо резултатите от теоретичното моделиране на маневрата изпреварване (фиг.3.) с цел опростяване на представените резултати е използван коефициентът на относителна безопасност $У_B$.



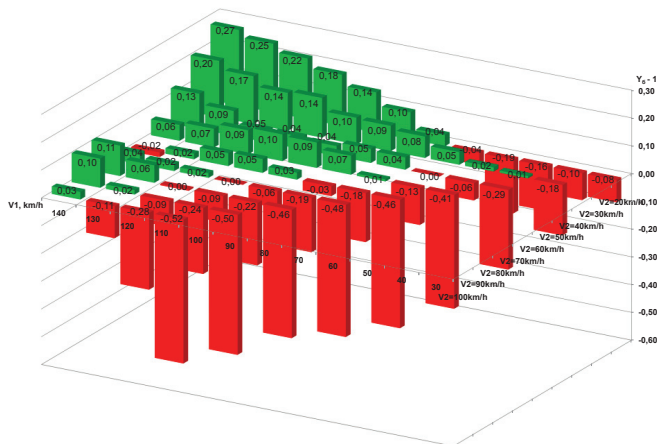
Фиг.2. Разстояния за изпреварване S_u получени от експерименталните изследвания:



Фиг.3. Безопасни разстояния за изпреварване S_{um} изчислени по (4).

На фиг.4 е представено изменение на $У_B-1$. По този начин, когато маневрата е изпълнена опасно $У_B < 1$ следователно $У_B-1 < 0$, тези стойности са отрицателни, оцветени в червен цвят. Обратно, когато маневрата е изпълнена безопасно $У_B \geq 1$

следователно $Y_{Б-1} \geq 0$, тези стойности са положителни, нанесени в зелен цвят (фиг. 4).



Фиг.4. Оценка на S_u в зависимост от V_1 и V_2 .

При оценка на разстоянието S_u , следва че най – ниски стойности на $Y_{Б-1}$ съответно много опасно е извършвано изпреварването при малките разлики в скоростите на автомобилите (фиг.4). При скорости на изпреварващия автомобил V_1 от 30 до 110 km/h и при скорости на изпреварвания автомобил V_2 от 20 до 100 km/h , при които разликите между V_1 и V_2 са 10 km/h , коефициента $Y_{Б-1}$ има следните стойности от -0,08 до -0,52. При по - високите стойности на V_1 и V_2 ясно се наблюдава, че стойностите на $Y_{Б-1}$ са по-ниски, съответно изпреварването е извършвано по-опасно.

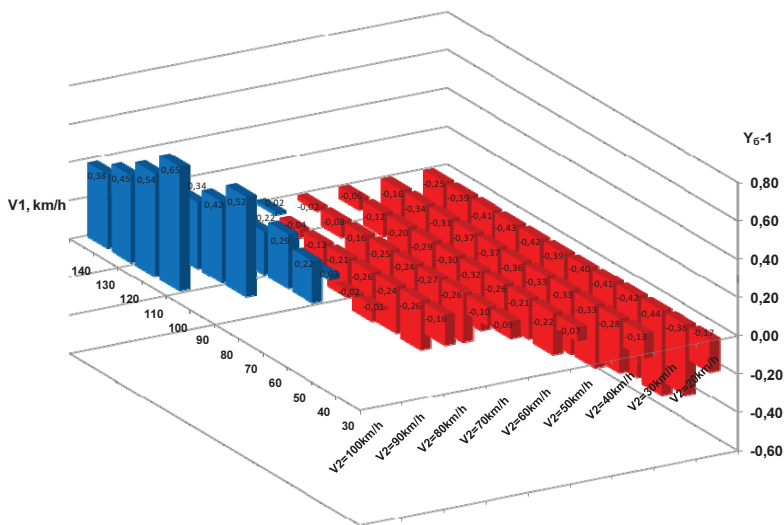
Безопасно (фиг. 4) е извършвано изпреварването, съответно високи стойности на $Y_{Б-1}$ има при големите разлики в скоростите на двата автомобила. Най-голяма стойност на $Y_{Б-1}$ има при $V_1 = 140$ и $V_2 = 20$ km/h , където $Y_{Б-1} = 0,27$.

Гранични стойности се наблюдават при относителни разлики в скоростите от около 40 km/h , при които $Y_{Б-1} = \pm 0,3$.

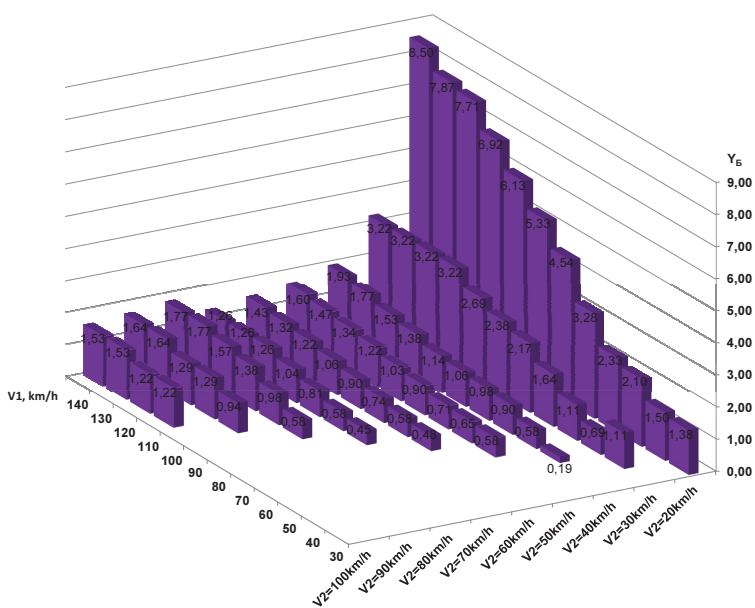
Оценка на разстоянията до изпреварвания автомобил d_1 и след изпреварвания автомобил d_2 са показани на фиг. 5 и фиг. 6.

За разстоянието d_1 най-големи стойности $Y_{Б-1}$ има при V_1 – от 100 до 140 km/h и при V_2 – 80, 90, 100 km/h , като $Y_{Б-1}$ има стойности от 0,22 за ниските скорости до 0,65 за високите скорости, т.е. при скорости на изпреварвания автомобил над 80 km/h водачът на изпреварващия автомобил е оставил необходимото разстояние ако изпреварвания автомобил спре внезапно, за останалите случаи това не е изпълнено.

На фиг. 6 е представено изменението на $Y_{Б}$ при разстоянието d_2 , тъй като изследването е проведено на път без насрещно движение в края на изпреварването винаги е оставяно по-голямо разстояние, като най – големи разстояния са оставени при V_1 – от 30 до 140 km/h и V_2 – 20 km/h , съответно $Y_{Б}$ – от 1,38 до 8,50.



Фиг.5. Оценка на d_1 в зависимост от V_1 и V_2 .



Фиг.6. Оценка на d_2 в зависимост от V_1 и V_2 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За оценка на безопасността на движение при извършване на маневрата изпреварване може да се използва коефициентът, характеризиращ нивото на безопасност U_B , който е отношение на фактическите разстояния и получените при математическо моделиране.

От направените изследвания на разстоянието S_u следва, че най - опасно извършвано е изпреварването при малките разлики в скоростите на автомобилите. При скорости на изпреварващия автомобил V_1 от 30 до 110 km/h и съответно при скорости на изпреварвания автомобил V_2 от 20 до 100 km/h , при които разликата между V_1 и V_2 е 10 km/h , коефициента U_{B-1} има стойности от - 0,08; до - 0,52. При по - високите стойности на V_1 и V_2 ясно се наблюдава, че стойностите на U_{B-1} са по-ниски, съответно изпреварването се извършва по-опасно. Безопасно се извършва изпреварването при големи разлики в скоростите на двата автомобила. Най-голяма стойност U_{B-1} има при $V_1 = 140$ и $V_2 = 20$ km/h , където ($U_{B-1} = 0,27$). Граничните стойности на U_{B-1} са при относителни разлики в скоростите от около 40 km/h , при които $U_{B-1} = \pm 0,3$.

При оценката, направена за разстоянието d_1 само при скорости на изпреварвания автомобил $V_2 > 80$ km/h водачът на изпреварващия автомобил оставя необходимото разстояние.

В края на изпреварването винаги е оставяно по-голямо разстояние d_2 .

По отношение на S_u , при относителни разлики между V_1 и V_2 по-големи от 40 km/h изпреварването се извършва безопасно, а по отношение на d_1 това е изпълнено само при V_2 над 80 km/h .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ангелов А., Петков Д., Косев К. „Ръководство по експертно изследване на пътно-транспортни произшествия”, (стр. 97-120) Съюз на българските автомобилисти, София 1993г
- [2] Карапетков С. „Автотехническа експертиза“, Технически университет София, 2005 г.
- [3] Иларионов В.А. „Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов“ / В.А. Иларионов. М.: Транспорт, 1989. - 255 с.
- [4] Синкович, М. Р. „Повышение безопасности движения автотранспортных средств при совершении маневра обгон“ Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Иркутск, 2012
- [5] VBoxTools Software Manual Version 1.11.
- [6] www.auto-data.net
- [7] <http://dokkpbdp.mvr.bg/Statistics/default.htm> - Държавно - обществена консултативна комисия по проблемите с безопасността на движение.
- [8] www.racelogic.co.uk

За контакти:

ас Свилен Костадинов, Катедра „Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082 888 - 515, е-mail: skostadinov@uni-ruse.bg

гл. ас. д-р Даниел Любенков, Катедра „Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 - 605, е-mail: dliubenov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.