

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ВХОДНИ ФАКТОРИ ВЪРХУ ДЪЛЖИНАТА НА ОПАСНАТА ЗОНА ЗА СПИРАНЕ НА ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

Даниел Любенов, Георги Кадикянов, Филип Кирилов
dliubenov@uni-ruse.bg, kadikyanov@uni-ruse.bg, f.kirilov@vtu.bg

**РУ „Ангел Кънчев“, Русе, ул. „Студентска“ 8,
ВТУ „Тодор Каблешков“, София, ул. „Гео Милев“ 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: превозни средства, спирачно разстояние

Резюме: Спирачните свойства на превозните средства са пряко свързани с безопасността на движението по пътищата. Познаването на факторите, от които зависи опасната зона за спиране и тяхното влияние върху нейната дължина, са много важни въпроси за широк кръг от хора - ученици, студенти, кандидати за водачи, водачи, експерти по пътна безопасност, автотехнически експерти и др. Тези въпроси са много актуални за нашата страна с оглед на състоянието на безопасността на пътното движение. В тази работа са представени резултати за степента на влияние на общото време, необходимо на водача за започване на спиране, скоростта в началото на спирането и коефициента на сцепление върху спирачния път на превозните средства.

ВЪВЕДЕНИЕ

Спирачните свойства на превозните средства са пряко свързани с безопасността на движението по пътищата. Познаването на факторите от които зависи опасната зона за спиране и тяхното влияние върху нейната дължина са много важни въпроси за широк кръг от хора – ученици, студенти, кандидати за водачи, водачи, експерти по пътна безопасност, автотехнически експерти и др. Тези въпроси са много актуални за нашата страна с оглед на състоянието на безопасността на пътното движение. За 2023г. в България са настъпили 6983 тежки пътнотранспортни произшествия. В тях са загинали 524 човека, а ранените са 9080 [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Спирането е движение на превозните средства със скорост, която намалява до определена стойност или до пълно спиране. Ако спирането се извършва с максимално възможната големина на спирачното закъснение, то е прието да се нарича аварийно спиране.

Пълният спирачен път в експертната практика се нарича опасна зона за спиране. Това разстояние може да бъде изчислено по зависимостта [2].

$$(1) \quad S_{оп} = (t_p + t_3 + 0,5 t_H) V + \frac{V^2}{2 \cdot a_{сп}}$$

където V е скоростта в началото на спирането; t_p - времето за реакция на водача; където t_3 - времето за задействане на спирачната уредба; t_H - времето за нарастване на спирачното закъснение; a - спирачното закъснение.

Абсолютна стойност на ускорението на масовия център на автомобила по време на неговото спиране върху директрисата на скоростта се нарича спирачно закъснение на автомобила. Това е производната на скоростта по време [1; 5].

Спирачното закъснение при спиране по хоризонтален път се определя по зависимостта

$$(2) \quad a_{сп} = g \cdot \varphi$$

където φ е коефициентът на сцепление между гумата и пътя; g - земното ускорение.

За изследване влиянието на входните фактори върху дължината на опасната зона за спиране на превозни средства е използвана експертна система за изчисляване на опасната зона (фиг. 1).

Фиг. 1. Работен екран на системата за изчисляване на опасната зона

Експертна система за изчисляване на опасната зона е разработена на обектно-ориентирания и платформено независим език за програмиране – Java (Roberts, S., 2001). Тя се състои от 4 основни модула

1. Изчисляване на спирачното закъснение. Тук може да се прави избор на надлъжен наклон на пътя, големина на наклона, коефициент на сцепление и др. При натискане на бутон “Изчисли” се изчислява стойността на спирачното закъснение, след което се изобразява в редактируемо текстово поле, като се дава с точност до стотните. При това контролите за задаване на стойностите на величините, с които се изчислява спирачното закъснение стават неактивни. За да се пресметне спирачното закъснение при други стойности на величините, от които то зависи се натиска бутон “Ново

изчисление” при което стойността за спиращото ускорение се заменя с тире (-), а бутонът „изчисли” и контролите стават активни.

2. Изчисляване на общото време. За изчисляване на общото време се определят въведените в трите полета за избор стойности за времената на реакция, сработване и нарастване, сумират се и закръглената с точност до стотните стойност се изобразява в текстовото поле. След това трите полета за избор, както и самия бутон се деактивират, а текстовото поле се прави нередактируемо. За да се пресметне ново общо време се натиска бутона “Ново изчисление”. Обработчикът му заменя изобразената в текстовото поле стойност за общото време с тире (-) посредством метода *clearObstoVremeTxtFld* и активира полетата за избор на времената на реакция, сработване и нарастване, както и бутона “Изчисли”.

3. Скорост в началото на спиране. За да се изчисли опасната зона трябва да се въведе стойност за скоростта в началото на спирането.

4. Изчисляване на опасната зона за спиране. Изчисляването на опасната зона става с въведената стойност за скоростта в началото на спирането и стойностите на спиращо закъснение и общото време, без да е дадена възможност те да се редактират, т.е. преди да е натиснат бутон за “Ново изчисление”. За да е установено, че има изчислени стойности, съответстващи на изписаните в полетата за спиращото закъснение и общото време такива, се използва триелементен едномерен целочислен масив *correct*. Първият му елемент е 1, когато има изчислена стойност за спиращото закъснение и тя се изобразява в полето за нея и нула, когато стойността ѝ не е изчислена. Вторият му елемент се използва по аналогичен начин, но за общото време, а третият - за скоростта в началото на спирането. Когато и трите елемента са единици може и се изчислява опасната зона. Ако някой елемент е нула следва, че съответната стойност не е изчислена. Тогава се извежда предупредително съобщение с указания, коя величина трябва да се изчисли, преди да може да се определи ѝ стойността на опасната зона.

Изследване влиянието на общото време, необходимо на водача да започне спиране

Това време е сбор от три времена, като при леките автомобили най-голямо влияние оказва времето за реакция на водача. Изследването ще бъде направено за три скорости в началото на спирането – 50 km/h (13,89 m/s), 90 km/h (25,00 m/s) и 140 km/h (38,89 m/s). Общото време, необходимо на водача да започне спиране ще бъде променяно през 0,20 s, в границите от 1,00 до 2,00 s. Коефициентът на сцепление е 0,8 – стойност, която може да отговаря на суха настилка. Резултатите са представени в табл. 1.

Таблица 1. Резултати за опасната зона за спиране в зависимост от общото време

V, km/h	t _{об} , s					
	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
S _{оп} , m						
50	26,20	29,00	31,70	34,50	37,30	40,10
90	64,80	69,80	74,80	79,80	84,80	89,80
140	132,30	140,00	147,60	155,30	163,00	170,70

Изследването показва, че за скорост 50 km/h опасната зона за спиране се изменя с около 3 метра за всеки 0,2 s. За скорост 90 km/h изменението е с около 5 метра, а за 140 km/h - около 8 метра. Анализът показва, че за условията на изследването, дължината на опасната зона при общо време 2,0 s се увеличава спрямо тази при общо

време 1,0 s както следва: за скорост 50 km/h – с 53%; за скорост 90 km/h – с 39%; за 140 km/h – с 29%.

Изследване влиянието на скоростта в началото на спирането

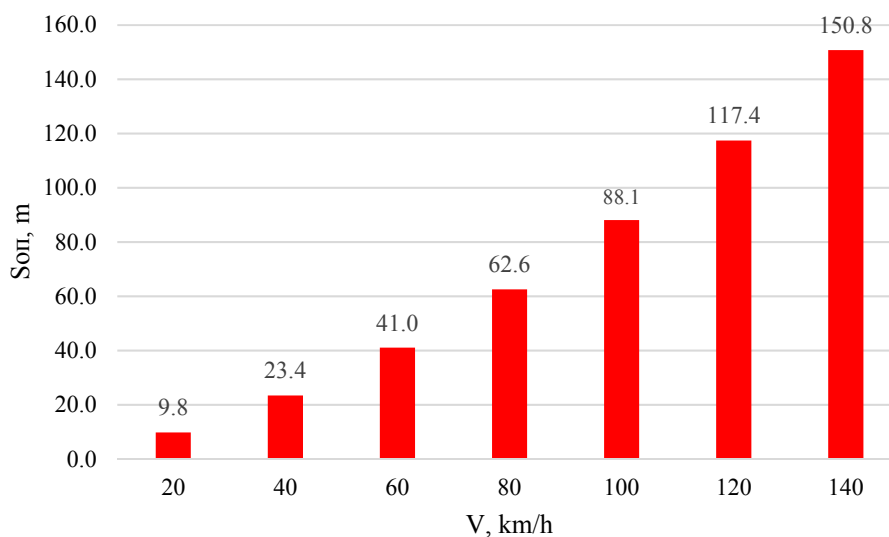
Изследването ще бъде направено за скорости в границите от 20 до 140 km/h. Ще бъдат използвани коефициенти на сцепление 0,8, 0,6 и 0,4 – стойности, които могат да отговарят съответно на суха, мокра и настилка покрита със сняг. Общото време, необходимо на водача да започне спиране при това изследване е 1,4 s. Резултатите са представени в табл. 2.

Таблица 2. Резултати за опасната зона в зависимост от скоростта и пътната настилка

Настилка	V, km/h						
	20	40	60	80	100	120	140
	S _{оп} , m						
Сняг	11,70	31,30	58,80	94,10	137,40	188,40	247,40
Мокра	10,40	26,00	46,90	73,00	104,50	141,00	182,80
Суха	9,80	23,40	41,00	62,60	88,10	117,40	150,80

Резултатите определят значително влияние на скоростта. За всички изследвани пътни настилки дължината на опасната зона за спиране се увеличава над 15 пъти. За конкретното изследване се установява, че при ниските скорости влиянието на състоянието на настилката е много по-малко в сравнение с високите. За 20 km/h се установява 19% изменение, а за 140 km/h – 64.

На фиг. 2 графично е представено изменението на опасната зона за спиране по суха настилка.



Фиг. 2. опасната зона в зависимост от скоростта

Изследване влиянието на коефициента на сцепление

Изследването ще бъде направено за три скорости в началото на спирането – 50, 90 и 140 km/h. Общото време, необходимо на водача да започне спиране е 1,4 s. Коефициентът на сцепление се изменя в граници от 0,2 до 1,0. Резултатите са представени в табл. 3.

Таблица 3. Резултати за опасната зона в зависимост от коефициента на сцепление и скоростта

V, km/h	ϕ				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	S_{on}, m				
50	68,70	44,10	35,80	31,70	29,30
90	194,40	114,70	88,10	74,80	66,90
140	440,30	247,40	182,80	150,80	131,50

Анализът на данните при скорост 50 km/h определя 57% намаляване на опасната зона за спиране за коефициент на сцепление 1,0 в сравнение с 0,2. За скорост 90 km/h това намаляване е 66%, а за скорост 140 km/h - 70%.

Анализирайки влиянието на коефициента на сцепление при изменение в по-малки граници (например 0,6 и 0,8) се установява 11% намаляване на опасната зона за скорост 50 km/h. За скорост 140 km/h намаляването е 18%. Влиянието на коефициента на сцепление трябва да се отчита прецизно, особено за високи скорости. От това следва, че експертите по ПТП трябва добре да познават особеностите при избора на коефициенти на сцепление.

ИЗВОДИ

Изменението на общото време, необходимо на водача да започне спиране с 0,2 s води до изменение на опасната зона за спиране около 3 метра за скорост 50 km/h. За скорост 90 km/h изменението е с около 5 метра, а за 140 km/h - около 8 метра. Дължината на опасната зона при общо време 2,0 s се увеличава спрямо тази при общо време 1,0 s както следва: за скорост 50 km/h – с 53%; за скорост 90 km/h – с 39%; за 140 km/h – с 29%.

Влиянието на скоростта в началото на спирането върху дължината на опасната зона за спиране е значително - над 15 пъти увеличение за изследваните скорости.

При ниските скорости влиянието на състоянието на настилката е много по-малко в сравнение с високите. За коефициент на сцепление 0,4 сравнен с 0,8 при 20 km/h се установява 19% изменение на опасната зона, а за 140 km/h – 64%.

При изменение на коефициента на сцепление само с 0,2 се установява 11% намаляване на опасната зона за скорост 50 km/h, а за скорост 140 km/h намаляването е 18% за стойности на коефициента 0,6 и 0,8. Влиянието на този коефициент трябва да се отчита прецизно, особено за високи скорости. От това следва, че експертите по ПТП трябва добре да познават особеностите при избора на коефициенти на сцепление. Направените изводи от тази работа са за условията на проведеното изследване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Karapetkov, S. (2005). Autotechnical expertise. Technical University of Sofia.
- [2] Lyubenov, D. (2011) *Research of the stopping distance for different road conditions*. Transport problems. Volume 6, Issue4, Page 119-126.
- [3] Roberts, S., Heller, P. & Ernest, M. (2001). *Java 2 - A Complete Guide to Certification*. SoftPress Publishing Ltd.
- [4] Traffic Police Department. General Directorate "National Police" (2024). Annual Report. Главна дирекция „Национална полиция“, АИС „Пътна полиция“, Доклад за ПТП.

[5] Uzunov, H., Dimitrov, K. & Dechkova, S. (2022). *Experimental Determination of the Tire-Road Friction Coefficient for a Vehicle with Anti-Lock Braking System*. AIP Conference Proceedings, Volume 2557. DOI 10.1063/5.0103769.

**RENOVATION AND MODERNIZATION OF THE SYSTEM FOR
MANAGEMENT, REPORTING AND REGISTRATION OF A STAND
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF INPUT FACTORS ON
THE LENGTH OF THE VEHICLES STOPPING DISTANCE**

Daniel Lyubenov, Georgi Kadikyanov, Filip Kirilov
dliubenov@uni-ruse.bg; gkadiyanov@uni-ruse.bg; f.kirilov@vtu.bg

*Angel Kanchev Univesity of Ruse,
Ruse, 8 "Studentska" St.,
Todor Kableshkov Transport University,
Sofia, 158, Geo Milev str.
BULGARIA*

Key words: *Vehicle, Stopping Distance*

Abstract: *Braking properties of vehicles are directly related to road safety. Knowing the factors on which the dangerous stopping zone depends and their influence on its length are very important questions for a wide range of people - students, students, driver candidates, drivers, road safety experts, auto technical experts, etc. These questions are very relevant for our country in terms of road safety. In this work, results are presented on the degree of influence of the total time required for the driver to initiate braking, the speed at the start of braking and the coefficient of traction on the vehicles stopping distance.*