

# МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ПОВИШАВАНЕ НА СРЕДНАТА СКОРОСТ НА ДВИЖЕНИЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ СРЕДСТВА

гл. ас. д-р инж. Красимир Иванов Неделчев,  
Технически университет – София, кат. „Двигатели, автомобилна техника и транспорт”, България

## АНОТАЦИЯ

В работата се разглеждат основните методи и средства за повишаване на средната скорост на движение на транспортните средства (ТС) в града и извън него. Разглежда се влиянието на инфраструктурните (пътните) и конструктивните особености на автомобилите.

KEY WORDS: Active Cruise Control, Traffic Flow, Power engine, Road

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Непрекъснатото увеличаване на пренос на товари/пътници в различни направлениа води до повишаване на интензивността на трафика на пътя. Тъй като комуникационно-транспортните възли се проектират за определен трафик на ТС при непрекъснатото увеличаване на автомобилите все повече от тези възли, не могат да осигурят нормално пропускане на автомобилният поток през тях. Това налага предприемането на мерки за осигуряване на непрекъснато нарастващият трафик от ТС в големите градове.

**Целта** на работата е да представят основните методи и средства, чрез които може да се влияе върху средната скорост на движение на ТС.

## 2. МЕТОДИ И СРЕДСТВА ЗА ПОВИШАВАНЕ НА СРЕДНАТА СКОРОСТ НА ДВИЖЕНИЕ НА ТРАНСПОРТНИТЕ СРЕДСТВА

### 2.1 Увеличаване на броя на пътните ленти

Увеличаването на броя на пътните ленти води до увеличаване на броя на преминалите автомобили в дадено направление. По този начин се увеличава средната скорост на движение на ТС. Този метод е много скъп за реализация, но от друга страна е основен за да са по-ефективни останалите методи.



Фиг.1 Пътно платно с повече от една лента за движение в дадено направление.

Ефективността на този метод се увеличава значително ако това се направи при високоскоростните булеварди в големите градове.

## **2.2 Използване на високоскоростни лъчеви и околоръстни булеварди**

Високоскоростните лъчеви и околоръстни булеварди без светофарни уредби в големите градове осигуряват значително разтоварване и по-благоприятно разпределение на трафика в градовете. Благодарение на по-високата скорост на движение по тях. Връзките между тях се осъществяват с кръстовища на две и повече нива, тъй като те осигуряват високоскоростни връзки на транспортните потоци между отделните направления.

## **2.3 Използване на кръстовища на две и повече нива по основните пътни артерии (тип „Детелина”)**

Кръстовищата на две и повече нива се характеризират с голяма средна пропускателна способност, което определя и висока средна скорост на движение на ТС при преминаване през тях. Тези кръстовища са на две, три или повече нива „повечето” без светофарни уредби. Недостатък на тези кръстовища е високата им цена, по-дългият период на изграждане и по-голямата площ, която заемат.

Тези със светофарни уредби се характеризират с висока средна скорост на движение на ТС по главното направление на кръстовището и по-ниска скорост на движение по останалите направления на движение. Използвани са при околоръстни пътни артерии, строени в средата на миналия век, фиг.5. Такъв тип кръстовище има на околоръстен път на гр. София с бул. „Симеоновско шосе”. Този тип кръстовище има по-голяма средна пропускателна способност от кръстовищата със светофарна уредба но по-малка от тези на две и повече нива без светофарна уредба. Пропускателната способност на този тип кръстовища



Фиг.2. Кръстовище на три нива с две главни направления.



Фиг.3. Кръстовище на три нива с три главни направления без светофарни уредби.

по-главното направление е съизмерим с пропускателната способност на кръстовищата на две и повече нива без светофарни уредби.

Увеличаването на автомобилният парк и увеличаването на трафика на автомобили по пътните артерии определя необходимостта от по-висока средната скорост на движение на ТС, а от там и използването основно на кръстовища на две и повече нива без светофарни уредби по основните пътни артерии.



Фиг.4. Кръстовище на две нива с едно главно направление и светофарни уредби.

## 2.4 Подобряване на пътната настилка

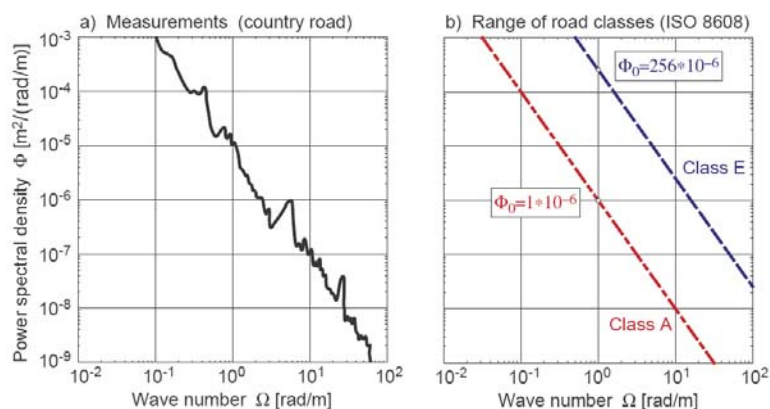
Състоянието на пътната настилка е основен фактор позволяващ или ограничаващ движението с висока средна скорост на ТС. По добрата пътна настилка определя възможността за по-висока средна скорост на ТС. В зависимост от качеството на пътната настилка, оценено чрез спектъра (фиг.5) на пътните неравности има различни класове пътища [10]. По високите класове пътища позволяват движение с по-висока средна скорост на движение на ТС.

Пътищата от по-висок клас определят по-малко вибраторварване на водача при една и съща скорост на движение. Това определя от друга страна по-големи интервали на необходимата почивка на водача, респективно по-малък брой спирания за почивка на водача, което определя по-висока средна скорост на движение по зададен маршрут.

Върху средната скорост на движение на ТС оказват влияние наклоните и геометрията на пътната инфраструктура, които се задават в процеса на проектиране.

## 2.5 Оптимизиране на времената на светофарните кръстовища

Кръстовищата са част от пътната инфраструктура, които служат за преразпределяне на направлението на движението на транспортните потоци между два или повече пътя. Те биват регулирани и нерегулирани. При



Фиг.5. А) Спектър на пътна настилка;  
Б) Граници на спектрите на различните класове пътни настилки.



кръстовища с интензивно натоварване задължително се използват регулирани кръстовища с цел да се постигне по-голяма пропускателна способност, която зависи и от правилната настройка на самата светофарна уредба.

Светофарните уредби на кръстовищата се оразмеряват, така че да пропускат движението през пиковите часове на денонощието и да има известен процент резервна пропускателна способност. За целта е необходимо да се състави картограма на транспортното натоварване за пиковите часове и да е известен процента на годишното натоварване на движението. Въз основа на това се проектира ситуацията на кръстовището, определя се броят



Фиг.6 Кръстовище със светофарна уредба.

на фазите и тяхната продължителност и продължителността на цикъла, така че кръстовището да има най-голяма пропускателна способност и движението да се пропуска безопасно и с най-малко задръжки [1]. За постигане на тези цели на конфликтните транспортни потоци с голяма интензивност, се пропускат едновременно т.е. в една и съща фаза.

Неправилното оразмеряване на светофарните уредби води до струпване на автомобили, образуване на задръствания, трудно отливане на потока и не ефективно използване на възможностите на пътната мрежа. Има различни методи за оптимизиране на светофарните цикли, като един от тези методи се основава на осигуряване на минимално общо време за чакане на кръстовището [1]. В този случай се оптимизира продължителността на червения сигнал към всеки от потоците, така че да се намалят образуваните опашки от автомобили при по-силно натоварените потоци и това да бъде компенсирано от увеличаването на опашките от автомобили при по-слабо натоварените потоци.

По-голямата пропускателна способност на кръстовищата определя по-голяма средна скорост на движение на ТС в различните направления на движение. Най-добрият случай е движението в „зелена вълна“, при което ТС преминава през кръстовището без да спира.

## **2.6 Използване на автоматична система за контрол на времената на светофарните кръстовища**

Автоматичната система за контрол на времената на светофарните кръстовища е най-добрият вариант за регулиране на фазите на светофарните уредби. При тях автоматично се регулират фазите на светлинните индикации, като се съобразяват с трафика на ТС и приоритетите на транспортните потоци по различните направления. Системата е по-скъпа от обикновената светофарна уредба, но осигурява по-голяма пропускателна способност, а по този начин и

по-висока средна скорост на ТС. При тази система не е необходимо периодично да се правят замервания на транспортните потоци по различните направления и да се коригират фазите на светофарите.

## **2.7 Използване на система за следене и пренасочване на трафика от автомобили – „Трафик контрол”.**

Системата за следене и пренасочване на трафика от автомобили се използва ефективно в големите градове на западна Европа, Япония и др. силно развити страни. За ефективно използване на тази система е необходимо от една стана населеното място да е снабдено с такава система, а от друга ТС да притежават GPS. GPS системата е необходимо да е с възможност за връзка към системата за индикация на трафика на автомобили в населеното място и определяне на маршрута с най-малко натоварен трафик.

## **2.8 Използване на автомобили с по-голям относителна мощност**

Използването на автомобили с по-голяма относителна мощност определя възможност за по-бързо достигане на разрешената за зададеният пътен участък максимално разрешена скорост. В случая не се отчита влиянието на водача и реда на разпределение на предавателните числа, които също така оказват съществено влияние върху средната скорост на движение на ТС. Относителната мощност се определя по формулата:

$$K_E = \frac{P_{e,\max}}{M_K} \cdot 100, \text{ kW/kg}$$

където:  $M_K$  – собствена маса на автомобила, kg;  $P_{e,\max}$  – максимална ефективна мощност на ДВГ, kW.

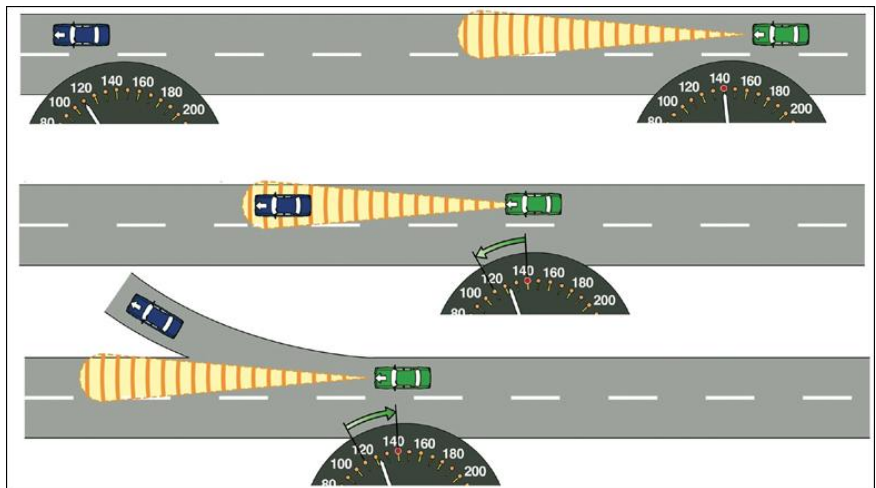
За да се осигури възможност за по-висока средна скорост е необходимо масовите автомобили да са с  $K_E=0,8\div 1$ .

Ефективно използване на по-голямата относителна мощност може да се осигури чрез използването на автомобили с активна система за регулиране на скоростта (Active Cruise Control - ACC) и други системи подпомагащи водача при управлението на ТС (Advanced Driver Assistance Systems – ADAS, [6, 7]).

## **2.9 Движение на автомобили с активна система за регулиране на скоростта (ACC)**

Активна система за регулиране на скоростта позволява движение на ТС с постоянна зададена от водача скорост на движение независимо от пътните условия [4, 5, 8, 9]. Едновременно с това при попадане в трафик с ТС движещо се с по-ниска скорост автоматично да намали скоростта и да възстанови зададената скорост при излизане от трафика (отстраняване на автомобила пред него движещ се с по-ниска скорост). Системата позволява намаляване на скоростта до пълно спиране и автоматично потегляне (при някои от вариантите). В този случай тя е особено полезна при движение в градове с

натоварен трафик от автомобили. При спиране на светофар системата позволява почти едновременно всички автомобили да потеглят, което определя преминаването на по-голям брой ТС по зададено направление [11, 12, 13]. По този начин се повишава пропускателната способност на кръстовището и средната скорост на транспортните потоци през него, която ще е най-голяма при едновременно потегляне на ТС. При комбинирането на ACC с GPS система и системата за контрол на трафика в съответното населено място може да се постигне едновременно потегляне на всички ТС по зададено направление.



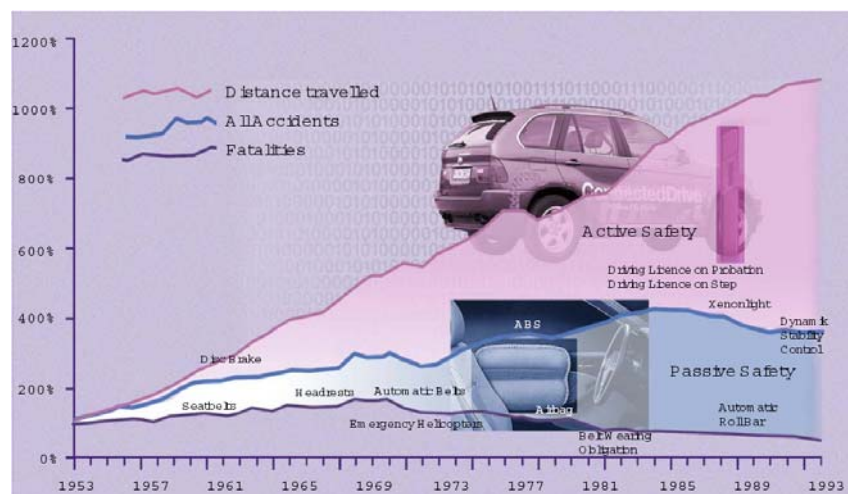
Фиг.7 Автомобил със система за автоматично регулиране на скоростта (Active Cruise Control).

## 2.10 Използване на други системи за подпомагане на водачите на ТС

В съвременните автомобили се използват все повече системи, които подпомагат водача при управлението на ТС. Една част от тях пряко влияят върху движението на ТС, а другата - информират водача за пътната обстановка (ограничение на скоростта, наличие на препятствие пред автомобила, определяне на най-малко натоварения маршрут, индикация на автомобили в мъртвата зрителна зона и др.). Всички тези системи водят до повишаване на общата безопасност при пътуване, а по този начин позволяват повишаване и на средната скорост на движение на ТС.

## 2.11 Намаляване на пътно – транспортните произшествия (ПТП)

Възникването на ПТП в определен участък от пътя води до намаляване на средната скорост на движение на автомобилният поток в едното (при еднопосочно движение) или в двете



Фиг.8 Влияние на системите за активна и пасивна безопасност на автомобила върху честотата на поява на ПТП [3].

направления на движения. Продължителността на тази промяна зависи от вида на ПТП и вида на ТС участвали при инцидента/катастрофата. В някои случаи ПТП може да доведе до пълно спиране на транспортния поток по определен маршрут за няколко часа или денонощие. По тази причина методите и средствата спомагащи за намаляване на ПТП в повечето от случаите помагат за повишаване на средната скорост на движение на ТС по зададено направление.

Всички системи за активна безопасност, навигация и информирание на водача за пътната обстановка (Advanced Driver Assistance Systems - ADAS) вграждани в съвременните автомобили помагат за намаляване на ПТП и повишаване на средната скорост на движение на отделните ТС. Други средства като поставянето на светофарни уредби на нерегулирани кръстовища в повечето случаи водят до намаляването на ПТП, но и на средната скорост на движение по главното направление на движение, в случай че няма главно направление на движение, средната скорост на преминаване на транспортните потоци през кръстовището се повишава (при подходящо регулиране на фазите на светофарната уредба на кръстовището).

### **3. ИЗВОДИ**

За постигането на най – добри резултати по отношение на увеличаване на средната скорост на движение на ТС е необходимо да се извърши оптимизиране по единатсетте показани метода/средства. Най – голямо увеличение на скоростта определят първите четири показателя. Те се характеризират с необходимостта от големи инвестиции за реализирането им от страна на общината (държавата). Те са необходимо условие за пълноценно използване на останалите методи. Пети, шести и седми метод се характеризират с необходимостта от по-малка инвестиция, както и могат да се реализират и за най-къси срокове.

Последните две средства не изискват инвестиции от страна на общината/държавата. При тях средствата са за сметка на собственика на ТС. За да са ефективни последните две средства е необходимо всички участващи в движението автомобили да са оборудвани с такива системи. При необходимост може чрез наредба да се принудят собствениците на ТС в районите с интензивен трафик в големите градове да ги оборудват с необходимите системи.

***Изследванията са извършени/подпомогнати по Договор № BG051PO001/07/3.3-02/8 „Механизми за осигуряване качествено израстване на научните кадри”, финансиран по схема "Подкрепа за развитие на докторанти, постдокторанти, специализанти и млади учени" на ОП “Развитие на човешките ресурси” на “Европейския социален фонд”.***

#### 4. ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Маджарски Е. М., Салиев Д. Н., Павлов А. И., „Оптимизиране на времената на фазите на сложно кръстовище в гр. София”, trans&MOTAUTO'08, гр. Созопол, 2008.
- [2]. НАРЕДБА No 2, от 29 юни 2004 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортните системи на урбанизираните територии, обн.,ДВ,бр.86 от 1 октомври 2004 г., България.
- [3]. BMW Group, Christoph Huss, ITS/Driver Assistance Systems, ECE/W P-29, Geneva, Febr18th, 2004
- [4]. Donghoon H. and Kyongsu Y., A driver-adaptive range policy for adaptive cruise control, Proc. IMechE Vol. 220 Part D: J. Automobile Engineering, 2005
- [5]. Fancher P., Peng H., Bareket Z., Assaf C., Erving R., Evaluating the Influences of Adaptive Cruise Control Systems on the Longitudinal Dynamics of Strings of Highway Vehicles, Vehicle System Dynamics, vol.37, pp.125-136, 2002.
- [6]. GIETELINK O., PLOEG J., BART DE SCHUTTER and VERHAEGEN M., Development of advanced driver assistance systems with vehicle hardware-in-the-loop simulations, Vehicle System Dynamics, Vol. 44, No. 7, pp.569–590, July 2006
- [7]. Golias J., Yannis G. and Antoniou C., Classification of driver-assistance systems according to their impact on road safety and traffic efficiency, TRANSPORT REVIEWS, VOL. 22, NO. 2, 179-196, 2002
- [8]. Hofmann U., Rieder A., Dickmanns E., Radar and vision data fusion for hybrid adaptive cruise control on highways, Machine Vision and Applications, vol.14, pp. 42–49, 2003
- [9]. Loewenau J.P., Richter W., Urbanczik C., Beuk L., Hendriks T., Pichler R., Artmann K., Real Time Optimization of Active Cruise Control with Map Data Using a Standardized Interface, TS World congress, 9 Nov, 2005
- [10]. Rill G., Vehicle Dynamics, Hochschule Regensburg, University of Applied Sciences, 2009
- [11]. Shinya Kikuchi, P.E.; Nobuhiro Uno; and Mitsura Tanaka, Impacts of Shorter Perception-Reaction Time of Adapted Cruise Controlled Vehicles on Traffic Flow and Safety, JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING © ASCE / MARCH/APRIL 2003
- [12]. Venhovens P., Naab K. and Adiprasito B., Stop and go Cruise Control, International Journal of Automotive Technology, Vol. 1, No. 2, pp. 61-69, 2000
- [13]. Wang J. and Rajamani R., The impact of adaptive cruise control systems on highway safety and traffic flow, Proc. Instn Mech. Engrs Vol. 218 Part D: J. Automobile Engineering, 2004