

# До проблеми попередження транспортних заторів

Валерій Ширін

Кафедра організації і безпеки дорожнього руху,  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет, УКРАЇНА, м. Харків, вул. Петровського, 25,  
E-mail: shirin-valeriy@yandex.ru

*Abstract – The paper deals with the issues concerning traffic flow management on congested sections of the road network of cities by changing the speed limit when approaching them. The purpose of the given article is to describe a methodology for determining the speed of vehicles, which can be implemented with the help of technical means of traffic management to reduce traffic delays when driving through intersections and increase the capacity of streets and roads in general. The proposed method is based on the use of controlled traffic signs that are part of automated traffic management systems. The speed rate, the length of the slowdown road section and position parameters of regulated road signs refers to the speed limit parameters change. The listed controlled parameters are determined on the basis of the vehicle speed depending on the traffic flow at road junctions before crossing the traffic light control loop parameters.*

Ключові слова – транспортний потік, транспортна затримка, транспортний затор, технічні засоби організації дорожнього руху, швидкісний режим.

## I. Вступ

Сучасний стан дорожньо-транспортної інфраструктури характеризується відсутністю системного підходу в організації руху транспортних потоків (ТП), а широкого розповсюдження набуло локальне управління на окремих перехрестях і окремо на перегонах вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Висока інтенсивність руху ТП, неузгодженість роботи технічних засобів регулювання між перехрестями та перегонами ВДМ призводять до виникнення транспортних заторів на ділянках зі складними умовами руху і зниження пропускної спроможності ВДМ в цілому. Тому, розробка сучасних методів організації руху на ділянках ВДМ зі складними умовами руху являється актуальною науково-практичною задачею.

## II. Особливі умови руху на перехрестях та підходах до них

Невід’ємними елементами ВДМ міста є перехрестя, умови руху на яких являються ускладненими через взаємодію як транспортних, так і пішохідних потоків.

Пропускна спроможність ВДМ міст залежить від значної кількості факторів. На регульованих перехрестях вона значно знижена, адже ТП, що конфліктують, слід періодично зупиняти для реалізації схем пофазного роз’їзду.

Під час дії заборонного сигналу світлофору параметри ТП на перегоні змінюються і, в першу чергу, відбувається зміна в часі локальної щільності ТП в кожній точці перегону ВДМ. В теорії ТП цей процес називають «ударною хвилею» [1], поведінку

якої прийнято оцінювати, перш за все, швидкістю розповсюдження. На підходах до регульованого перехрестя поведінка «ударної хвилі» залежить від параметрів ТП, головним чином, швидкості, інтенсивності і параметрів циклу світлофорного регулювання (СР). Докладно результати дослідження параметрів ТП на підходах до регульованого перехрестя наведено в дослідженні [2].

Згідно з відомою залежністю основних параметрів ТП «інтенсивність-швидкість-щільність» [3] вплив на швидкість руху автотранспортних засобів дозволить керувати «ударною хвилею», і таким чином, впливати на довжину черги автомобілів перед перехрестями, виключаючи її неконтрольоване, швидке зростання.

## III. Визначення управляючих параметрів на підходах до перехресть

Зниження швидкості ТП на певній ділянці перегону сприяє обмеженню інтенсивності надходження автомобілів до стоп-лінії перехрестя і, таким чином, знижує темп накопичення черги. В той же час, перед перехрестям необхідно відмінити обмеження швидкості, що дозволить звільнити зону виникнення затору від автомобілів, які вже надійшли до неї. У разі відсутності ділянки вільного руху за ділянкою обмеження швидкості, виникне відрізок, на якому спостерігатиметься висока щільність з фронтом її зростання (фронт «ударної хвилі») біля стоп-лінії перехрестя, який зміщуватиметься у напрямку, протилежному напрямку руху ТП. Таким чином, для зміни швидкісного режиму, з метою попередження заторів, необхідно визначити наступні параметри:

- довжина ділянки обмеження швидкості;
- значення швидкості руху на ділянці обмеження;
- відстань від стоп-лінії до перетину дороги, в якому відміняється обмеження швидкості руху.

Перетин перегону ВДМ, в якому необхідно відмінити обмеження швидкості, визначаємо виходячи з умови, що довжина черги автомобілів, яка накопичується біля стоп-лінії регульованого перехрестя за період дії заборонного сигналу, повинна бути рівною довжині ділянки вільного руху, тобто має виконуватись наступна вимога:

$$l_{zn.}^{відм.} = l_{ч.}, \quad (1)$$

де  $l_{zn.}^{відм.}$  – відстань від стоп-лінії до перетину перегону, в якому відміняється обмеження швидкості руху;  $l_{ч.}$  – довжина черги автомобілів, які надходять за час дії заборонного сигналу світлофора.

Довжину черги автомобілів біля стоп-лінії визначаємо на підставі параметрів циклу СР та інтенсивності руху ТП:

$$l_{zn.}^{відм.} = l_{ч.} = \frac{N_{ТП} \cdot (l_{авт.} + \Delta l)}{n_{ч} - n_{ч} \cdot \lambda}, \quad (2)$$

де  $N_{ТП}$  – інтенсивність руху ТП на підході до перехрестя;  $l_{авт.}$  – середня довжина автомобіля в ТП;  $\Delta l$  – зазор безпеки між автомобілями в черзі;  $n_{ч}$  – параметр, що характеризує частоту зміни циклу СР

протягом години ( $n_{\text{ц}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}}}$ , де  $T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу СР);  $\lambda$  – параметр, що характеризує частку основного такту в циклі СР ( $\lambda = \frac{t_o}{T_{\text{ц}}}$ , де  $t_o$  – тривалість основного такту СР в даному напрямку).

Параметри зміни швидкісного режиму на підході до перехрестя визначаємо на підставі часу проїзду автомобілів через перегін. Для цього виділяємо три основні зони на перегоні ВДМ:

– зона вільного руху 1. Починається на вході перегону і продовжується до зони обмеження швидкості;

– зона обмеження швидкості;

– зона вільного руху 2. Починається на виході з зони обмеження швидкості і продовжується до кінця перегону. На підставі запропонованого зонування час руху по перегону можна визначити за формулою:

$$t_{\text{пер.}} = (t_{\text{в1}} + t_{\text{упов.}} + t_{\text{обм.}} + t_{\text{пр.}} + t_{\text{в2}}), \quad (3)$$

де  $t_{\text{пер.}}$  – час проїзду перегону ВДМ;  $t_{\text{в1}}$  – час проїзду ділянки перегону зі швидкістю вільного руху, до ділянки обмеження;  $t_{\text{упов.}}$  – час, за який автомобіль сповільнюється, при підході до ділянки обмеження швидкості;  $t_{\text{обм.}}$  – час проїзду ділянки обмеження швидкості;  $t_{\text{пр.}}$  – час прискорення автомобіля до швидкості вільного руху після проходження ділянки обмеження;  $t_{\text{в2}}$  – час проїзду ділянки перегону зі швидкістю вільного руху після ділянки обмеження.

Перетин перегону, в якому доцільно вводити обмеження швидкості руху визначаємо з умови мінімального часу проїзду перегону (3):

$$t_{\text{пер.}} \rightarrow \min. \quad (4)$$

При цьому, довжина ділянки обмеження швидкості ( $l_{\text{обм.}}$ ) повинна бути достатньою для того, щоб автомобілі при в'їзді на неї мали змогу знизити швидкість руху з заданим уповільненням. На підставі різниці швидкостей (вільного руху і обмеження)  $\Delta V = V_{\text{в}} - V_{\text{обм.}}$ , у відповідності з визначенням гальмівного шляху [4], довжину ділянки обмеження швидкості можна записати у наступному вигляді:

$$l_{\text{обм.}} = l_{\Delta V} = \Delta V \cdot \left( \tau_{\text{с}} + \frac{\tau_{\text{н}}}{2} \right) + \frac{\Delta V^2}{2a_{\text{ст.}}} - \frac{a_{\text{ст.}} \cdot \tau_{\text{н}}^2}{24}, \quad (5)$$

де  $\tau_{\text{с}}$  – час запізнення гальмівної системи автомобіля;  $\tau_{\text{н}}$  – час зростання уповільнення або гальмівної сили;  $a_{\text{ст.}}$  – стале уповільнення автомобіля.

Шукане значення швидкості руху автомобілів на ділянці обмеження визначаємо на підставі взаємозв'язку основних параметрів ТП, виходячи з умови, що пропускна спроможність перегону на ділянці

обмеження повинна дорівнювати пропускній спроможності перехрестя:

$$V_{\text{обм.}} = \frac{P_{\text{обм.}}}{q}, \quad (6)$$

де  $V_{\text{обм.}}$  – швидкість руху на ділянці обмеження;  $P_{\text{пер.}}$  – пропускна спроможність перегону на ділянці обмеження швидкості;  $q$  – щільність ТП.

Пропускна спроможність ділянки перегону визначаємо за залежністю:

$$P_{\text{обм.}} = P_{\text{пер.}} = \frac{3600 \cdot \left( t_3 - \frac{V_{\text{пер.}}}{26 \cdot a_{\text{ст.}}} \right)}{t_{\text{с}} \cdot T_{\text{ц}}}, \quad (7)$$

де  $P_{\text{обм.}}$  – пропускна спроможність перегону на ділянці обмеження швидкості;  $t_3$  – тривалість основного такту циклу СР;  $t_{\text{с}}$  – час, необхідний для проходження стоп-лінії;  $V_{\text{пер.}}$  – швидкість руху автомобілів на перехресті;  $T_{\text{ц}}$  – тривалість циклу СР.

Визначені параметри зміни швидкісного режиму на ділянках ВДМ зі складними умовами руху можливо реалізувати шляхом застосування активних (керуваних) дорожніх знаків, інформація на яких повинна узгоджуватись з циклом СР та перехресті.

## Висновок

Реалізація визначених параметрів зміни швидкісного режиму дозволить обмежити інтенсивність ТП, що надходить до ділянки зі складними умовами руху і, таким чином, попередити розповсюдження затору по перегону ВДМ.

## References

- [1] H. Inose, *Upravlenie dorozhnym dvizheniem: per. s angl. pod. red. M.Y. Blinkina* [Traffic management: translation from English under the editorship of M.Y. Blinkin]. Moscow: Transport, 1983. – 248 p.
- [2] L.S. Abramova and V.V. Shirin, “Formalizacija parametrov dvizhenija avtotransportnyh sredstv pri dvizhenii v plotnom potoke” [“Formalization of the parameters of motion of vehicles when driving in heavy traffic”] *Visnyk DIAT: naukovyi zhurnal – Bulletin DIAT*, no 4, pp. 4-11, 2011.
- [3] D. Drju, *Teorija transportnyh potokov i upravlenie imi, per. s angl. E.G. Kovalenko i G.D. Shermana* [Theory of transport flows and management, Translation from English E. G. Kovalenko and G.D. Sherman]. Moscow: Transport, 1972. – 357 p.
- [4] M.A. Podrigalo, V.P. Volkov and dr., *Kvalimetrija, standartizacija i unifikacija tormoznogo upravlenija kolesnyh mashin* [Qualimetry, standardization and unification of the brake control of wheel machines] – Har'kov: HNADU, 2007. – 446 p.