

Критерій порівняльної оцінки схем організації дорожнього руху за витратами палива

Євген Гецович¹, Марина Казакова²

Кафедра організації і безпеки дорожнього руху,
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет, УКРАЇНА, м. Харків, вул. Петровського, 25,

¹ E-mail: kaf_ts.kharkov@mail.ru

² E-mail: kazmar83@mail.ru

Abstract – The paper deals with the influence of traffic on the change in fuel consumption of the vehicle when driving in certain modes of motion. The purpose of the article is to describe the technique of determining the criterion of comparative assessment of traffic options on fuel consumption. The obtained criterion is based on resulting of the coefficient of relative change in fuel consumption of traffic depending on the driving modes, namely the free driving mode with stops, free-driving mode with excessive speed, free-driving mode with ermitted speed, "start-stop" mode and constrained mode movement.

The proposed method of determining the comparative evaluation of fuel consumption, depending on the mode of traffic flow, will allow for a comparative assessment of measures directed to traffic management and provide recommendations for the introduction of specific measures.

Ключові слова – транспортний потік, режим руху, критерій, витрати палива.

I. Вступ

Для оцінки схем організації дорожнього руху (ОДР) використовують критерій витрат палива автомобіля при тих або інших умовах руху в транспортному потоці (ТП) [1-3]. Небажане збільшення витрат палива виникає при вимушених зупинках, нерівномірності швидкісного режиму та при русі автомобілів на знижених передачах. Зайві витрати енергії призводять до перевитрат палива. Тому у ряді випадків витрати палива можуть виступати як самостійний критерій для порівняльної оцінки схем ОДР. Це підкріплюється і тим, що витрати палива не лише характеризують економічність руху, але і побічно відображають міру забруднення повітряного басейну відпрацьованими газами автомобілів.

II. Критерій оцінки варіантів дорожнього руху

В умовах експлуатації витрата палива автомобілем в значній мірі визначається швидкісним режимом руху. У свою чергу, режим руху автомобілів переважно залежить від параметрів ТП, вулично-дорожньої мережі (ВДМ) і управління рухом. При цьому враховувався циклічний характер руху автомобілів в міських умовах, пов'язаний із зупинками перед перехрестями, подальшим розгоном, рухом в обмежених умовах і в режимі "старт-стоп". У вільних умовах руху при малій щільності потоку взаємодія між автомобілями відсутня, при цьому водії

мають можливість рухатися з максимально дозволеною для міста швидкістю. Підвищення щільності потоку спричиняє коливання миттєвої швидкості. Нерівномірність швидкісного режиму зростає, тому автомобілям доводиться тривалий час рухатися на проміжних передачах. Одними з головних завдань ОДР є скорочення кількості зупинок і тривалості затримок при формуванні стабільного швидкісного режиму на перегонах. У зв'язку з цим кількісну оцінку умов руху по міських магістралях і ефективність здійснюваних заходів з ОДР, запропоновано оцінювати коефіцієнтом відносного зміни витрат палива залежно від режиму руху (1) [4]

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_i^{cs}} \quad (1)$$

де Q_i – сумарні витрати палива автомобілем в досліджуваному режимі руху ТП на мірній ділянці;
 Q_i^{cs} – сумарні витрати палива автомобілем в режимі вільного руху (без зупинок ТЗ) на мірній ділянці.

$$\begin{cases} Q_i = f(V_i) \\ K_v = \frac{V_{cs}}{V_i} \end{cases} \quad (2)$$

де V_{cs} – середня швидкість ТЗ у вільному режимі руху, км/год;

V_i – середня швидкість руху ТЗ в досліджуваному режимі руху, км/год.

K_v – коефіцієнт зміни швидкості руху.

Дослідження витрат палива проводилися для певних режимів руху: 1. вільний режим руху з перевищенням дозволеної швидкості; 2. вільний режим руху з дозволеною швидкістю; 3. вільний режим руху із зупинками транспортних засобів (ТЗ); 4. обмежений режим руху; 5. режим руху «старт-стоп» [5].

Для оцінки схем ОДР за витратами палива необхідно в досліджуваних режимах виявити динаміку зміни швидкості ТЗ в обмежених умовах руху. Обмеженість руху визначається шириною проїжджої частини і рівнем її завантаження припаркованими у краю проїжджої частини ТЗ [6].

За обмежених умов руху дорога переповнена, у краю проїжджої частини припарковані автомобілі, водій втрачає можливість вільно маневрувати, вимушений погоджувати свою швидкість з ТП, тобто ТЗ починають рухатися в «шаховому порядку», чекають прийняттого моменту для проїзду вузької ділянки. Залежність середньої швидкості потоку від обмежених умов руху має наступний вид (3)

$$\begin{cases} V_i^{cm} = f(K_{cm}) \\ K_{cm} = \frac{l_n}{l_{ocm}} = \frac{l_n}{l - l_a} \end{cases} \quad (3)$$

де V_{cm} – швидкість ТЗ у обмежених умовах, км/год;

K_{cm} – коефіцієнт обмеженості руху;

l_n – ширина проїжджої частини, м, (3,75 м);

l_{ocm} – ширина проїжджої частини, що залишилася, з врахуванням припаркованих автомобілів, м.

l – ширина проїжджої частини в даному напрямі руху, м;

l_a – ширина припаркованого на проїжджій частині автомобіля, м.

Коли витрата палива ТЗ при русі по ділянці ВДМ визначається лише його конструктивними особливостями і параметрами навколишнього середовища, $K_f = 1$ і можна вважати, що ОДР оптимальна по критерію витрати палива. Проте в практичних умовах такого значення досягти неможливо. Чим більше його величина, тим нижче рівень ОДР. Аналіз проведених вимірів показав (Табл. 1), що одна і та ж швидкість може відповідати ряду умов руху. Так, в міських умовах швидкість руху ТЗ є обмеженою на більшості ділянок, тому навіть одиночні ТЗ не можуть рухатися на оптимальних для себе швидкостях. Таким чином, експериментально було підтверджено, що для точнішої оцінки взаємозв'язку ТП і ВДМ необхідно проводити виміри для різних режимів руху.

ТАБЛИЦЯ 1

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ГРАНИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМІВ РУХУ

Режим руху	Коефіцієнт зміни швидкості руху	Коефіцієнт відносної зміни витрат палива	Середня швидкість потоку
1	≤ 1	≤ 1	78,6
2	1 – 1,3	1 – 1,9	58,8
3	1,3 – 1,6	1,9 – 11,8	30,7
4	1,6 – 2,6	11,8 – 15,8	21,6
5	$> 2,6$	$> 15,8$	4,6
6 – затор	не розглядався		

В результаті обробки експериментальних даних отримані наступні залежності коефіцієнта відносного зміни витрат палива залежно від режиму руху та швидкості (середньої) потоку в обмежених умовах (4)

$$\begin{cases} K_f^{limo} = -6,37 + 7,28 \cdot K_v - 0,25 \cdot K_v^2 \\ K_f^{zima} = -6,97 + 7,85 \cdot K_v - 0,23 \cdot K_v^2 \\ V_i^{cm} = \begin{cases} K_{cm} < 1 & \begin{cases} V_{cs} \\ \text{не досліджувалось} \end{cases} \\ 1 < K_{cm} < 2,5 & 53,21 \cdot K_{cm}^{-1,697} \\ \text{затор} & \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

Обмеження моделі (4)

$$\begin{cases} V_{cs} \geq 80 \text{ км/год} \\ V_{min} \geq 4 \text{ км/год} \end{cases}$$

V_{min} – середня (мінімальна) швидкість руху ТЗ в досліджуваному режимі руху, км/год.

ВИСНОВОК

Застосування отриманих результатів дозволить зменшити витрату палива ТЗ в міських умовах експлуатації, проводити порівняльну оцінку методів ОДР і визначати економічну ефективність технічних засобів управління дорожнього руху.

Досить широкий діапазон зміни витрат палива автомобілями пояснюється різноманітними умовами дорожнього руху в містах, тому для кожного випадку оцінку ефективності кожного заходу необхідно проводити для конкретної магістралі з врахуванням її характеристик та параметрів ТП.

References

- [1] G.I. Klinkoshtejn, V.N. Sytnik, S.I. Smirnov, V.V. Zyrjanov, A.V. Ruzskij, I.V. Shemjakin, *Metody ocenki kachestva organizacii dorozhnogo dvizhenija* [Methods of an assessment of quality of the organization of traffic]. Moskva, MADI, 1987.
- [2] A.A. Gavrilov *Modelirovanie dorozhnogo dvizhenija* [Traffic modeling]. Moskva, Transport, 1980.
- [3] G.I. Klinkovshtejn, M.B. Afanas'ev *Organizacija dorozhnogo dvizhenija* [Traffic organization]. Moskva, Transport, 2001.
- [4] M.O. Kazakova, "Otsinka variantiv orhanizatsii dorozhnogo rukhu za vytratamy palyva" ["Assessment of options of the organization of traffic on fuel consumption"], in Proceedings of the International scientific and practical conference "Modern scientific achievements – 2013". January 27 – February 5, 2013, Prague, Czechia. Prague: Publishing House "Education and Science" s.r.o, 2013. vol. 74, pp. 91-97.
- [5] E.M. Gecovich, M.A. Kazakova, I.G. Pustovit, "Obosnovanie vybora rezhimov dvizhenija transportnogo potoka v gorodskih uslovijah po jekologicheskomu kriteriju" ["Justification of a choice of modes of movement of a transport stream in city conditions on ecological criterion"], *Skhidno-yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2 (56), no. 3, pp. 52-54, May 2012.
- [6] M.A. Kazakova, "Vlijanie uslovij dvizhenija na zagrijaznenie okruzhajushhej sredy transportnymi potokami" ["Influence of traffic conditions on environmental pollution by transport streams"], *Skhidno-yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnolohii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2 (54), no. 3 pp. 62-64, Dec. 2011.