

- 6.Шпачук В.П., Далека В.Х., Коваленко А.В. Стикова динаміка трамвая. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 205 с.
- 7.Коваленко А.В. Ударное взаимодействие трамвая с принимающим рельсом в месте изолированной стыковой неровности // Східно-Європейський журнал передових технологій. Вып.2/2 (14). – 2005. – С.31-33.
- 8.Шпачук В.П., Коваленко А.В. Прогибы рельсового пути в месте изолированной стыковой неровности с учетом фаз доударного баллистического и послеударного безотрывного движений // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.63. – К.: Техніка, 2005. – С.216-225.
- 9.Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
- 10.Коловский М.З. Нелинейная теория виброзащитных систем. – М.: Наука, 1966. – 320 с.
- 11.Ефремов И.С., Гуцо-Малков Б.П. Теория и расчет механического оборудования подвижного состава городского электрического транспорта. – М.: Транспорт, 1970. – 480 с.
- 12.Исследование нагруженности балок подвески тяговых двигателей трамвайных вагонов Т-3 в режимах тяги и торможения. – М.: Транспорт, 1983. – 83 с.

*Отримано 11.01.2010*

УДК 656.13

О.О.ЛОБАШОВ, канд. техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ**

Наведено результати дослідження залежності «інтенсивність руху – швидкість транспортного потоку». Описуються математичні моделі, що дозволяють розрахувати швидкість транспортних потоків на різних категоріях міських вулиць.

Приведены результаты исследования зависимости «интенсивность движения – скорость транспортного потока». Описываются математические модели, позволяющие рассчитать скорость транспортных потоков на различных категориях городских улиц.

The results of the study according to «the traffic – speed of traffic». Mathematical models allow to calculate the speed of traffic on different categories of urban streets.

*Ключові слова:* транспортна мережа, транспортні потоки, моделювання транспортних потоків, швидкість транспортного потоку.

Управління транспортними потоками передбачає знання закономірностей зміни основних параметрів транспортних потоків [1, 2] і наявність методів, що дозволяють оперативно у реальному масштабі часу визначати основні параметри транспортних потоків. Для цього можуть використовуватись різноманітні методи автоматизованого обліку [1, 2]. Але ці методи не придатні для визначення параметрів транспортних потоків у перспективі, при проектуванні заходів щодо управління транспортними потоками. При вирішенні подібних завдань перевагу надають використанню різних моделей транспортних потоків [1-3].

Серед основних параметрів транспортних потоків найбільший інтерес викликає їх швидкість. Саме на значенні швидкості транспортного потоку відбивається вплив на транспортні потоки багатьох зовнішніх факторів: характеристик дорожніх умов (поздовжні ухили, радіуси горизонтальних кривих і т.д.), особливостей транспортної мережі, схем організації дорожнього руху. Однією з сучасних проблем є дослідження закономірностей зміни швидкості транспортних потоків у містах і розробка на їх основі методики визначення швидкості транспортних потоків на різних категоріях міських вулиць.

В роботах [1-4] наведено результати досліджень закономірностей зміни швидкості транспортних потоків. Але ці закономірності придатні для однорядного транспортного потоку на дорогах безперервного руху і не враховують особливостей руху на міських вулицях. Автори роботи [1] надають експериментальні дані про співвідношення середньої швидкості та інтенсивності руху, які характерні для різних рівнів обслуговування на міських вулицях. Недоліком цієї залежності є те, що вона придатна для визначення швидкості транспортних потоків лише на вулицях із швидкістю вільного руху близько 60 км/год. Аналогічним недоліком характеризується модель зміни швидкості, що представлена в [5]. Вона не враховує різниці в умовах руху на міських вулицях і тому містить значні апроксимації.

Виходячи з постановки проблеми та аналізу останніх публікацій, мета даного дослідження – вивчення закономірностей зміни та розробка методики визначення швидкості транспортних потоків на міських вулицях. Для досягнення цієї мети необхідно визначити різні категорії міських вулиць за ознакою швидкісного режиму транспортних потоків; розробити моделі зміни швидкості транспортних потоків та алгоритм їх використання.

Згідно з діючими директивами, існує наступна класифікація для автомобільних доріг у районах забудови [6]:

- висока швидкість 70-80 км/год.;
- середня швидкість 50-60 км/год.;
- низька швидкість 30-40 км/год.;
- дуже низька швидкість 10-20 км/год.

Враховуючи дану класифікацію, пропонується наступний розподіл міських вулиць за ознакою швидкісного режиму:

1. Міські вулиці високої швидкості руху. Швидкість вільного руху автомобілів не перевищує 80 км/год. Фактична швидкість транспортного потоку у вільних умовах змінюється в діапазоні 60-80 км/год.

2. Міські вулиці середньої швидкості. Швидкість вільного руху автомобілів не перевищує 60 км/год. Фактична швидкість транспорт-

ного потоку у вільних умовах змінюється в діапазоні 40-60 км/год.

3. Міські вулиці низької швидкості. Швидкість вільного руху та фактична швидкість транспортного потоку у вільних умовах не перевищує 40 км/год.

При визначенні різних категорій міських вулиць за ознакою швидкісного режиму транспортного потоку було прийнято 80% рівень забезпеченості швидкості руху окремих автомобілів.

На визначених категоріях міських вулиць було проведено натурні обстеження швидкості транспортних потоків при різній інтенсивності руху. Статистичний аналіз результатів обстежень дозволив отримати наступні моделі зміни швидкості транспортних потоків на різних за ознакою швидкісного режиму вулицях:

1. Модель зміни швидкості транспортного потоку на вулицях високої швидкості (60-80 км/год.)

$$V = 63,04 - 8,11 \cdot 10^{-5} N^2, \quad (1)$$

де  $V$  – швидкість транспортного потоку, км/год.;  $N$  – середня інтенсивність транспортного потоку, що припадає на одну смугу руху, авт./год.

2. Модель зміни швидкості транспортного потоку на вулицях середньої швидкості (40-60 км/год.)

$$V = 46,63 - 5,70 \cdot 10^{-5} N^2. \quad (2)$$

3. Модель зміни швидкості транспортного потоку на вулицях низької швидкості (40-60 км/год.)

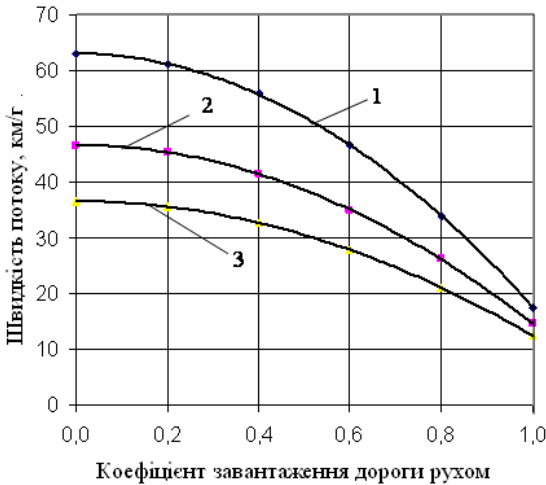
$$V = 36,59 - 4,35 \cdot 10^{-5} N^2. \quad (3)$$

Моделі (1)-(3) характеризуються досить високою тісністю зв'язку між залежною і незалежною змінними (коефіцієнт кореляції  $R=94,6...95,4\%$ ), прийнятною точністю (середня помилка апроксимації  $\bar{\varepsilon}=0,414...5,27\%$ ). Це свідчить про можливість їх використання для вирішення різних наукових і практичних завдань управління транспортними потоками, вдосконалення транспортних мереж міст. Графічно моделі зміни швидкості транспортних потоків як функції завантаження доріг рухом показано на рисунку.

Наведені моделі описують зміну швидкості транспортного потоку до досягнення пропускної спроможності. Після досягнення пропускної спроможності транспортний потік стає нестабільним і функціонує в режимі затору, коли немає чітких закономірностей зміни швидкості потоку. Тому пропонується у випадку перевищення пропускної спроможності приймати  $V = 5$  км/год. Тоді швидкість потоку на міських вулицях пропонується визначати за допомогою системи рівнянь

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{при } N \leq P, V = \min \left\{ \begin{array}{l} V_6; \\ 63,04 - 8,11 \cdot 10^{-5} \cdot N^2, \text{ при } 60 < V_6 \leq 80; \\ 46,63 - 5,70 \cdot 10^{-5} \cdot N^2, \text{ при } 40 < V_6 \leq 60; \\ 36,59 - 4,35 \cdot 10^{-5} \cdot N^2, \text{ при } V_6 \leq 40; \end{array} \right. \\ \text{при } N > P, V = 5 \text{ км/год.}, \end{array} \right. \quad (4)$$

де  $V_6$  – швидкість вільного руху, км/год.;  $P$  – пропускна спроможність дороги, авт./год.



Модель зміни швидкості транспортних потоків:

1 – на вулицях високої швидкості (60-80 км/год.); 2 – на вулицях середньої швидкості (40-60 км/год.); 3 – на вулицях низької швидкості (40-60 км/год.).

Наведені регресійні моделі зміни швидкості транспортних потоків на міських вулицях є адекватними та придатними для використання у вирішенні різних наукових і практичних завдань управління транспортними потоками. В подальшому ці моделі можна використати при розробці заходів щодо реконструкції транспортних мереж міст.

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Пер. с англ. / В.У.Рэнкин, П.Клафи, С.Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

2. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 243 с.

3. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. – М.: Мир, 1966. – 286 с.

4. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1973. – 303 с.

5. Лобашов А.О. О прогнозировании скорости транспортных потоков на городских

улицях // Вестник ХГАДТУ. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – С.91-93.

6.Системологія на транспорті: В 5 кн. Кн.5: Організація дорожнього руху / Е.В.Гаврилов, М.Ф.Дмитриченко, В.К.Доля та ін.; За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.

*Отримано 15.12.2009*

УДК 656.071.8

М.В.ХВОРОСТ, канд. техн. наук, С.О.ЗАКУРДАЙ

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЦИКЛІЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Розглядається циклічність проведення технічного обслуговування транспортних засобів та вплив ремонтно-профілактичних втручань на них в умовах сучасного стану підприємств електротранспорту України.

Рассматривается цикличность проведения технического обслуживания транспортных средств и влияние ремонтно-профилактических воздействий на них в условиях современного состояния предприятий электротранспорта Украины.

The cyclicity of technical maintenance of transport means are examined at the article as well as the influence of maintenance and prevention activities on transport units under the conditions of the modern state of the electric transport enterprises of Ukraine.

*Ключові слова:* технічне обслуговування, транспортні засоби, рухомий склад, циклічність, трудомісткість, пробіг.

Якщо в рамках параметричної моделі надійності розглянути зміну технічного ресурсу транспортних засобів в існуючій системі технічного обслуговування (ТО) та ремонту і впливу профілактичних втручань, то за діючого календарного принципу для більшості рухомих одиниць це означатиме досягнення такого стану саме на 7 добу. При цьому залежність технічного стану, який оцінюється поточними величинами параметрів вибраної системи, від пробігу, як основного чинника зміни цих параметрів, вважається однаковою [1, 2].

Як видно з рис.1, досягнення нормативного значення будь-якого параметру  $Y_H$ , що потребує ремонтно-профілактичного втручання, внаслідок природного розкиду початкових властивостей і різних умов експлуатації відбуватиметься при різних пробігах  $l_1, \dots, l_n$ . З іншого боку, якщо встановити єдиний нормативний пробіг  $l_0$ , то внаслідок різниці добових пробігів тільки відносно рухомих одиниць буде досягнуто заздалегідь визначений рівень параметру  $Y_H$ .

Очевидно, що ступінь невідповідності фактичного технічного стану на 7 добу визначається функцією розподілення добових пробігів.

Навіть при ідеалізованому представленні залежності зміни технічного стану тих систем, що потребують втручань на 7 добу, від пробі-