

нані за послідовною схемою. Це дозволить отримати всі переваги транспортного засобу з гібридною енергоустановкою при використанні ДВЗ меншої потужності в економному режимі, відносно простої САК силової гібридної установки, відсутності спеціальних вузлів трансмісії для зв'язку ДВЗ з ведучими колесами.

1. Туренко А.Н., Пятак А.И., Кудрявцев И.Н. и др. Экологически чистый криогенный транспорт: современное состояние и проблемы // Вестник ХГАДТУ: Сб. науч. тр. Вып.12-13. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. – С.42-47.

2. Богомолов В.А., Кудрявцев И.Н., Пятак А.И. и др. Развитие новейших криогенных технологий для перспективных видов автомобильного транспорта // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. Вып. 12. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2004. – С.67-69.

3. Дубинин А.В., Быков А.А., Колобов М.Г. Гибридный транспорт // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.88. – К.: Техніка, 2009. – С.275-280.

4. Бажинов О.В., Смирнов О.П. та ін. Гібридні автомобілі. – Харків, 2008. – 327 с.

5. Шпика Н.И., Донец А.В. К вопросу модернизации тяговых электроприводов городского электротранспорта // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.76. – К.: Техніка, 2007. – С.354-359.

*Отримано 13.12.2010*

УДК 656

С.В.ОЧЕРЕТЕНКО, канд. техн. наук, М.В.ГОРОБИНСЬКА  
*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ НА ТРАМВАЙНИХ МАРШРУТАХ ПРИ РІЗНИХ ЙОГО УМОВАХ**

Проведено аналіз основних факторів, які впливають на час руху. Встановлено математичні залежності зміни часу руху на трамвайних маршрутах при різних його умовах.

Проведен анализ основных факторов, влияющих на время движения. Установлены математические зависимости изменения времени передвижения на трамвайных маршрутах при различных условиях движения.

The analysis of the main factors influencing the trip time is carried out in the given article. The mathematical dependence of the trip time change on tram routes at different conditions of movement is determined.

*Ключові слова:* трамвай, ходова швидкість, умови руху.

Міський пасажирський транспорт сучасного великого міста являє собою складну соціально-економічну систему, елементи якої здійснюють перевезення пасажирів між центрами транспортного тягіння. У великих містах від 40 до 60% пасажирських перевезень здійснюється наземним електричним транспортом. Останнім часом спостерігається занепад електричного транспорту і розвиток автомобільного. Таку си-

туацію можна пояснити тим, що міський електричний транспорт не в змозі конкурувати з автомобільним транспортом у відношенні забезпечуваної якості транспортного обслуговування пасажирів, внаслідок зменшення швидкості сполучення.

Транспортна політика сучасних великих міст повинна бути націлена на розвиток міських пасажирських перевезень наземним електричним транспортом, який має кращі якісні показники у порівнянні з іншими видами пасажирського транспорту [1], а саме висока місткість транспортного засобу, екологічність та безпечність.

Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що на швидкість руху впливають фактори, пов'язані з: дорожніми умовами, погодними умовами, психофізіологією водія, інтенсивністю транспортних потоків, часом доби, технічним станом транспортних засобів, рівнем кваліфікації водія, рівнем безпеки руху [2].

Швидкість руху на маршрутах та різних їх ділянках обумовлена трасою маршруту, яка характеризується різними містобудівними та дорожніми умовами, які змінюються по всій довжині маршруту. Залежно від дорожніх умов на всіх ділянках маршрутів «Правила дорожнього руху» і «Правила технічної експлуатації окремих видів МПТ» встановлюють різні обмеження максимальної швидкості руху рухомого складу в усіх напрямках руху [3].

Для виявлення закономірностей впливу різних факторів на швидкість руху необхідно провести:

- спостереження часу руху трамваїв на маршрутах;
- виявити ділянки руху з різними умовами руху;
- провести аналіз даних, отриманих в ході обстеження;
- виявити фактори, які впливають на швидкість руху на кожній ділянці маршруту.

Об'єктом дослідження були три трамвайні маршрути в м.Харкові, які функціонують в різних зонах міста, а також при різних умовах руху з транспортним потоком (одному потоці з іншими транспортними засобами або на відокремленому полотні).

В результаті проведеного хронометража були визначені швидкості руху в різних частинах міста при різних умовах руху і побудовані графіки руху трамваю на кожному з маршруту. На рис.1 наведено графік руху по трамвайному маршруту №6. Аналіз отриманих графіків дозволив виявити різні зони зміни швидкості руху, після чого були проаналізовані умови, які вплинули на зміну швидкості. Аналіз умов руху дозволив встановити, що швидкість руху потягу на маршруті змінюється дуже часто, можна припустити, що це пов'язано з кількістю регульованих перехресть і кількістю ускладнених ділянок на шляху

руху, а також з функціональною зоною, по якій рухається потяг.

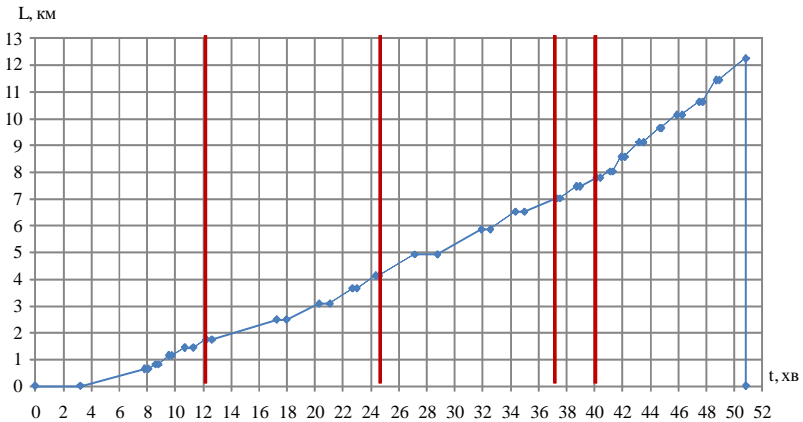


Рис.1 – Графік руху трамваю за маршрутом №6  
у напрямку «Південний вокзал – 602-й мікрорайон»

Детальний аналіз впливу кожного окремого параметру на швидкість руху, було встановлено, що функціональна зона міста, в якій рухається потяг не має значного впливу. В результаті проведених розрахунків визначено, що середні ходові швидкості руху складають: в житловій зоні 23 км/год, в промисловій зоні 24 км/год, в зоні відпочинку 23 км/год.

Аналіз умов руху в транспортному потоці встановив, що транспортний потік суттєво впливає на швидкість руху. При русі потягу в одному потоці з іншими транспортними засобами середня ходова швидкість зменшується на 22% і складає 18 км/год, а при русі по відокремленому полотну – 23 км/год.

Щільність розташування світлофорів має вплив на швидкість, яка залежить від кількості світлофорів на певну відстань. Дослідження показало, що при розташуванні одного світлофору на:

- 300-500 м середня ходова швидкість складає 17 км/год;
- 500-700 м середня ходова швидкість складає 22 км/год;
- більш ніж 700 м середня ходова швидкість складає 24 км/год.

Для визначення закономірностей зміни ходової швидкості руху були обрані методи кореляційного і регресійного аналізів. Для опису цих закономірностей було обрано модель прямої (1) і поліноміальна модель другого порядку (2):

$$y = ax + b ; \tag{1}$$

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (2)$$

де  $x$  – довжина ділянки від початкової точки руху до кожної з наступних зупинок;  $y$  – ходовий час руху на кожній з ділянок;  $a, b, c$  – коефіцієнти рівняння.

За допомогою методу найменших квадратів було визначено коефіцієнти рівнянь. На основі отриманих даних були побудовані графіки руху на кожній ділянці маршруту та моделі прямої і поліноміальної функції другого порядку (параболи). На рис.2 наведено значення часу руху для другої ділянки маршруту №6 у напрямку «Південний вокзал – 602-й мікрорайон» і моделі, які описують даний процес.

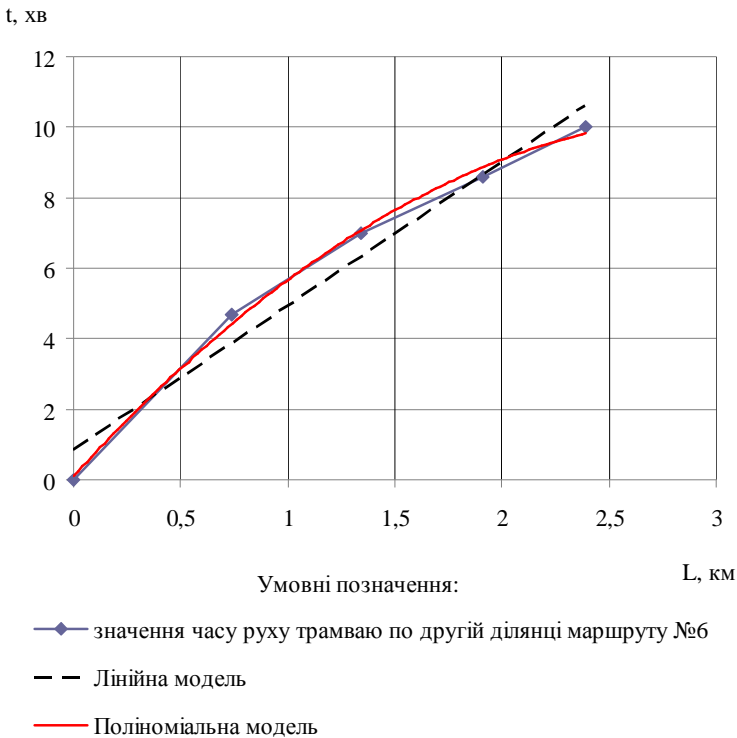


Рис.2 – Графік руху для другої ділянки маршруту №6 у напрямку «Південний вокзал – 602-й мікрорайон» і моделей, які описують даний процес

Для кожної ділянки із запропонованих аналітичних моделей обираємо ту, яка найбільш адекватно описує процес руху трамваїв. При обиранні моделей перевагу віддаємо функціям, для яких спостеріга-

лось найбільше значення індексу кореляції і найменше значення середньоквадратичної помилки рівняння регресії [4].

При рівноправних моделях перевага віддавалась моделям з меншою кількістю параметрів.

Аналіз проведених розрахунків дозволив встановити, що для опису процесу руху трамваїв при різних умовах руху доцільно використовувати модель (2).

Проведене моделювання дозволило встановити закономірності зміни часу руху від довжини ділянки при різних умовах руху. Основні умови руху потягу на маршрутах і моделі зміни швидкості руху на ділянках цих маршрутів наведено в таблиці.

Моделі часу руху для окремих умов руху

Умова руху	Модель
1. Рух в одному потоці з транспортними засобами	$y = 0,6247x^2 + 1,7782x + 0,0274$
2. Рух по відокремленому полотні	$y = -0,1145x^2 + 2,4304x - 0,0109$
3. Рух по відокремленому полотні з розташуванням одного світлофору на 300-500 м	$y = -0,0019x^2 + 2,2059x + 0,116$
4. Рух по відокремленому полотні з розташуванням одного світлофору на 500-700 м	$y = -0,1636x^2 + 3,612x - 0,0648$
5. Рух по відокремленому полотні з розташуванням одного світлофору на більше ніж 700 м	$y = -0,0429x^2 + 2,8172x - 0,0396$

Таким чином, отримані моделі дозволяють розраховувати час руху на нових трамвайних маршрутах та маршрутах, що реконструюються. Це дає змогу розраховувати основні показники для організації руху пасажирських перевезень.

1. Очеретенко С.В. Організація міського руху в умовах високої автомобілізації // Комунальне господарство міст: Науч.-техн. сб. Вып.88. – К.: Техніка, 2009. – С.285-291.

2. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1992. – 207 с.

3. Ефремов И.С., Кобозев В.Н., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. – М.: Высш. шк., 1980. – 535 с.

4. Бендат Дж., Пирсол А. Применение корреляционного и спектрального анализа: Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 312 с.

*Отримано 12.01.2011*