



Рис. 2. Графіки залежності показників транспортно-технологічної якості автопоїзду VOLVO FH-12+FRUEHAUF DSND-32 від передаточного числа головної передачі  $U_0$  у міському циклі.  
Умовні позначення: 1 –  $\Pi_{ep}$ , 2 –  $\Pi_{epq}$ , 3 –  $T_{br}$ , 4 –  $T_{BC}$ , 5 –  $T_{bm}$ .

**Висновки.** 1. Оновлення РС повинно відповідати концепції збереження енергії та ресурсів, а також задачі експлуатаційної оптимізації споживчої властивості АП як науково-технічного товару. Новизною розробленої методики є використання енергетично нормалізованих розрахункових схем транспортних операцій на основі моделей еталонних прототипів і тестових операцій. 2. Нова методика містить елемент технологічного прогнозування з урахуванням еволюції конструктивних параметрів. На цій основі формуються технологічні розрахункові схеми перевезень для аналізу транспортно-технологічної якості АП.

### Література

1. Хмельов І. В. Методика аналізу придатності автопоїздів до енергозберігаючих технологій міжнародних вантажних перевезень // Вісник НТУ : В 2-х частинах : Ч. 2. – К.: НТУ, 2006. – Випуск 13. – С. 216 – 219.
2. Хабутдінов Р. А., Коцюк О. Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. К.: УТУ, 1997. – 137 с.
3. Вахламов В. К. Подвижной состав автомобильного транспорта. М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.
4. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. К.: Вища школа, 1986. – 447 с.

УДК 625.721

## ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ РОЗВ'ЯЗОК

Кандидат технічних наук Хом'як А.Я.,  
Татарченко С.В.

*В статті наводиться порівняльний аналіз існуючих методів розрахунку пропускної здатності транспортних розв'язок в різних рівнях. Розглядається питання про необхідність дослідження пропускної здатності з урахуванням сучасних транспортних-експлуатаційних умов руху.*

*The comparative analysis of existent methods of calculating the capacity of the interchange. A question about necessity of research of capacity with taking to the consideration the change of transport and operating conditions of auto traffic.*

**Вступ.** Пропускна здатність транспортного вузла обумовлена пропускною здатністю його з'їздів.

Пропускна здатність з'їзду транспортної розв'язки представляє собою максимальну кількість автомобілів, які можуть вільно вливатись у основний транспортний потік дороги зі з'їзду в одиницю часу. Пропускна здатність всієї транспортної розв'язки визначають як суму пропускних здатностей окремих з'їздів.

Основними факторами, що впливають на пропускну здатність з'їздів транспортних розв'язок, являються: категорії доріг, що перетинаються; інтенсивність та склад руху на цих дорогах; тип транспортної розв'язки; умови сполучення з'їздів з проїзними частинами доріг (кут, під яким з'їзд примикає до дороги, наявність перехідно-швидкісних смуг); розміри геометричних елементів з'їздів, які, головним чином, залежать від розрахункової швидкості руху.ІФ

**Постановка проблеми.** Питанням дослідження пропускну здатності транспортних розв'язок з'їздів присвячені роботи багатьох вчених: А.П. Поліщука, А.П. Шевякова, В.Н. Богаченка, В.В. Столярова та ін.. Серед нормативних документів визначення пропускну здатності з'їздів транспортних розв'язок здійснюють за допомогою «Руководства по оценке пропускной способности автомобильных дорог» [1]. Пропускну здатність з'їздів транспортних розв'язок рекомендується оцінювати в залежності від інтенсивності руху на правій смузі дороги, враховуючи наявність перехідно-швидкісної смуги. Від інтенсивності руху на правій смузі дороги та пропускну здатності з'їзду розрізняють чотири рівня зручності руху на дорозі.

Згідно [1] пропускну здатність з'їздів пересічень в різних рівнях, вихідні ділянки яких мають зони переплетення потоків автомобілів, визначають за такою методикою:

1). визначається максимальна інтенсивність руху на з'їзді  $N_{\max}^3$  з умови ймовірності вливання в основний потік по формулі Є.М. Лобанова:

$$N_{\max}^3 = N_o \left( A \frac{e^{-\beta_1 \lambda \Delta t_{ep}}}{1 - e^{-\beta_1 \lambda \delta \cdot t}} + B \frac{e^{-\beta_2 \lambda \Delta t_{ep}}}{1 - e^{-\beta_2 \lambda \delta \cdot t}} + C \frac{e^{-\beta_3 \lambda \Delta t_{ep}}}{1 - e^{-\beta_3 \lambda \delta \cdot t}} \right), \quad (1)$$

при  $A+B+C=1$ ,

де  $N_o$  – інтенсивність руху по основній дорозі, авт./год;

$A, B, C, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  – коефіцієнти, що визначають стан потоку на основній дорозі;

$\lambda$  – параметр, рівний  $N_o/3600$ ;

$\Delta t_{ep}$  – граничний інтервал часу, що приймається водієм при вливанні в потік, с;

$\delta t$  – інтервал часу між автомобілями, що вливаються зі з'їзду в транспортний потік на основній смузі руху дороги, с.

2). визначається пропускну здатність з'їзду  $P_o$ , що враховує вплив геометричних елементів з'їзду і склад потоку автомобілів на з'їзді:

$$P = B \cdot P_{\max}, \quad (2)$$

де  $B$  – сумарний коефіцієнт зниження пропускну здатності;

$P_{\max}$  – максимальна пропускну здатність з'їзду, легкових авт./год.

Якщо при розрахунку пропускну здатності з'їзду враховується не більше чотирьох факторів, то сумарний коефіцієнт  $B$  отримується шляхом перемноження окремих коефіцієнтів. Якщо враховувати більше, ніж чотири фактори, коефіцієнт  $B$  підраховується за формулою:

$$B = m \cdot n, \quad (3)$$

де коефіцієнт  $m$ :

$$m = 0,5 + 0,037\Pi + 0,4513S + 0,0046R - 0,0053p - 0,0038i + 0,0007c + 0,00118v_{exp}, \quad (4)$$

де  $\Pi$  – ширина смуги руху на з'їзді;

$S$  – відстань видимості в плані, км;

$R$  – радіус горизонтальної кривої, км;

$p$  – кількість важких автомобілів у потоці на з'їзді;

$i$  – поздовжній похил з'їзду;

$c$  – відстань до бічних перешкод, м;

$v_{\text{обм}}$  – обмежена швидкість на з'їзді, км/год.

Коефіцієнт  $n$  представляє собою множину коефіцієнтів, які відповідають тим факторам, що не враховані у формулі (4).

3). для встановлення пропускної здатності на з'їзді, порівнюються  $N_{\text{max}}^3$  та  $P_c$ . Якщо  $P_c$  більше  $N_{\text{max}}^3$ , за пропускну здатність з'їзду приймають  $N_{\text{max}}^3$ . Якщо  $P_c$  менше за  $N_{\text{max}}^3$ , за пропускну здатність з'їзду приймають  $P_c$ , так як у цих умовах пропускну здатність з'їзду обмежується не ділянкою злиття потоків, а ділянками з кривими, підйомами, та ін..

Недоліком даного методу при визначенні пропускної здатності з'їздів є недостатнє врахування геометричних параметрів самого з'їзду, а саме, кількості смуг руху, ширини проїзної частини, радіусів заокруглення, оскільки значення коефіцієнтів, що ніби враховують ці параметри, не впливають вагомо на кінцевий результат. Також слід зауважити, що величина максимальної інтенсивності по з'їзду не завжди відповідає практичній пропускну здатності з'їзду і тому порівняння цієї величини зі значенням пропускної здатності з'їзду у випадку, коли за остаточне значення приймається величина максимальної інтенсивності руху по з'їзду, не сприяє уточненню величини пропускної здатності з'їзду.

Пропускна здатність з'їздів, вихідні ділянки яких не являються зонами злиття та перехрещення потоків, а представляють собою ділянки переходу на додаткову смугу проїзної частини головної дороги, визначається, як пропускна здатність однієї смуги руху з урахуванням значень коефіцієнтів зниження пропускної здатності згідно з п. 2.4 та п. 2.5 [1].

Для багатосмугових доріг у якості основного приймається потік автомобілів на зовнішній смузі.

На транспортних розв'язках найбільш поширеною є схема правостороннього вливання автомобілів в транспортний потік, що рухається по правій смузі дороги. Автомобілі можуть виїжджати зі з'їзду на основну смугу дороги без зупинки або після попередньої зупинки, пов'язаної з очікуванням необхідного інтервалу часу  $\Delta t_{\text{пр}}$ . При значній інтенсивності руху на з'їздах зупинки автомобілів перед вливанням їх в основну смугу руху дороги можуть призвести до виникнення черги автомобілів.

Дослідження пропускної здатності ділянок в'їзду на основну дорогу займався В.В. Столяров, який у своїй роботі [2] розробив номограму на основі аналітичної моделі. Застосування номограм дає можливість прискорити визначення пропускної здатності ділянок виїзду автомобілів на основну дорогу із з'їзду за наявності перехідно-швидкісних смуг (пшс) при заданій або перспективній інтенсивності руху на основній дорозі  $N_o$  та на з'їзді. У цьому випадку, пропускну здатність ділянки виїзду на основну дорогу визначають за формулою:

$$P_g = P_o + N_z, \quad (5)$$

а коефіцієнт завантаження ділянки з'їзду рухом:

$$z_g = (N_o + N_c) / (P_o + N_c), \quad (6)$$

де  $N_o$  – інтенсивність руху на крайній правій смузі основної дороги, на яку вливаються автомобілі зі з'їзду, авт/год;

$P_o$  – пропускна здатність на крайній правій смузі основної дороги, авт./год.

Даний метод описує визначення пропускної здатності на з'їздах за умови наявності та відсутності перехідно-швидкісних смуг, не враховуючи геометрію з'їздів; його можна застосовувати лише при високих інтенсивностях руху і щільності, що наближається до пропускної здатності.

Спостереження за режимом руху автомобілів на транспортних розв'язках, які проводив А.П. Шевяков [3], показали, що можливість вільного виїзду автомобілів зі з'їзду на крайню праву смугу дороги без зупинки істотно залежить від наявності достатнього інтервалу часу між автомобілями, що рухаються по

крайній правій смугі праворуч. При вільному виїзді автомобілів зі з'їзду на смугу основної дороги без зупинки інтервал часу, що приймають 85 % водіїв, в середньому складає 4,4 с. Якщо виїзд автомобілів зі з'їзду на дорогу здійснюється після попередньої зупинки, то при початковій швидкості вливання менше 10 км/год інтервал часу зростає до 7,2 с. Отже, чим менше різниця швидкостей потоків, що зливаються, тим більш низьким значенням буде мати інтервал часу. Значення інтервалів часу, що використовуються водіями, зменшуються по мірі збільшення інтенсивності руху на основній смугі дороги.

Недоліком досліджень А.П. Шевякова при визначенні розрахункової швидкості руху по з'їзду являється те, що автор виходить з необхідності відповідності її тій оптимальній швидкості, при якій спостерігається максимальна пропускна здатність смуги руху, ніяк не пов'язуючи її з умовами вливання в транспортний потік на головній дорозі. Швидкість руху по з'їзду залежить від складу потоку автомобілів на з'їзді, який необхідно враховувати більш детально. А враховуючи, що в реальних умовах одні автомобілі вливаються відразу, а інші вимушені зупинитися перед вливанням, вибір одного значення інтервалу часу для з'їздів мало обгрунтований.

Крім приведених методів розрахунку пропускної здатності з'їздів, В.П. Поліщуком [4] була запропонована залежність такого типу:

$$\frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_1}{\mu_0 - \lambda_1} = 1, \quad (7)$$

де  $\lambda_0$ ,  $\lambda_1$  – параметри потоків автомобілів (інтенсивність руху) відповідно по головній та другорядній дорогам;

$\mu_1$ ,  $\mu_0$  – параметри кількості автомобілів, які обслуговуються в заданий період  $T$ .

На основі (7), в залежності від інтенсивностей руху транспортних потоків на основній дорозі та з'їзді, В.П. Поліщук пропонує обчислювати пропускну здатність смуги проїзної частини на ділянці злиття потоків.

Для застосування цього методу необхідно знати параметри системи масового обслуговування, які залежать від складу руху і конкретної схеми пересічення. Суперечливою є думка про постійність часу обслуговування, оскільки він залежить від багатьох факторів, в тому числі, і від інтенсивності руху.

Оцінці пропускної здатності пересічень у різних рівнях присвячена значна кількість закордонних досліджень. Так, в західноєвропейських країнах до цієї проблеми підходять через оцінку пропускної здатності ділянок злиття і переплетення. Заслугує уваги метод оцінки пропускної здатності пересічень у різних рівнях, прийнятий в США [5]. Він ґрунтується на тому, що всі зміни в характеристиках руху на пересіченні відбуваються на правих смугах доріг, що перетинаються. Саме там відбувається розподілення і злиття транспортних потоків. В результаті, обмежується інтенсивність руху по з'їздах не пропускну здатністю, як це регламентується у вітчизняних і європейських нормах, а рівнем завантаження правої смуги і всієї дороги у зоні впливу пересічення.

В даній роботі був проведений аналіз кожного з вищезгаданих методів визначення пропускної здатності та здійснені розрахунки на з'їздах транспортної розв'язки автомобільної дороги Київ – Одеса. Отримані результати виявили розбіжність між отриманими величинами пропускної здатності та ряд величин, що потребують дослідження, уточнення й корегування, зокрема:

— потребує дослідження величина інтервалів між автомобілями в зоні пересічення та корегування величина граничного інтервалу часу, дослідженням якої займалися багато вчених, але достатньо давно. Причиною для досліджень є зміна складу транспортного потоку зі значним збільшенням частки легкових автомобілів. Також необхідно врахувати, що за останні роки значно покращились динамічні характеристики автомобілів, що дозволили значно скоротити різницю швидкостей на основній дорозі та на з'їзді;

— дослідження впливу складу транспортного потоку та дорожніх умов на режими руху у зоні пересічення;

— необхідність проведення більш детальних спостережень впливу на пропускну здатність з'їздів зон маневрів (злиття, переплетення та виходу зі з'їзду), інтенсивності руху по крайній правій смугі головного напрямку, радіусу з'їзду, кута вливання, кількості смуг руху на з'їзді та ширини проїзної частини;

— дослідження та порівняння пропускної здатності на одно-, дво- та багатосмугових з'їздах при високій інтенсивності руху, вплив багатосмугових з'їздів на режими руху транспортних потоків у зоні пересічення та удосконалення способів організації руху на них;

— дослідження зони впливу розташування споруд автотранспортної служби в межах пересічення в різних рівнях на його роботу транспортного вузла та пропускну здатність з'їздів.

Ці та інші невирішені питання потребують уточнення та доопрацювання, ґрунтуючись на сучасні дорожньо-транспортні умови руху.

**Висновки.** Автомобільні дороги в містах та поблизу міст працюють з навантаженням, близьким до їх пропускної здатності, практично, протягом всього дня. В існуючих методах розрахунку пропускної здатності на з'їздах транспортних розв'язок рекомендації надаються, переважно, для невисоких інтенсивностей руху і складу потоку з великою кількістю вантажних автомобілів, в результаті чого відбувається помилкова оцінка пропускної здатності пересічень. В зв'язку з цим виникає необхідність дослідження та удосконалення методів визначення пропускної здатності на з'їздах та транспортній розв'язці в цілому, враховуючи сучасні умови та закономірності руху транспортних потоків та використовуючи при цьому досвід інших країн.

### Література

1. «Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог». Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1975.
2. Столяров В.В. Пропускная способность съездов пересечений в разных уровнях/ Труды МАДИ, 1980.
3. Проектирование и изыскания пересечений автомобильных дорог/ Лобанов Е.М., Завадский В.Б., Ситников Ю.М. и др. М., 1972.
4. Полищук В.П. Исследование движения транспортных потоков на развязках автомобильных дорог: автореферат дис. канд.техн.наук/ В.П. Полищук. – Киев, 1969.
5. Highway capacity manual, Special report 209. – Washington, D.C. 2002.

УДК 656.132

## АНАЛІЗ ФАКТОРІВ СКЛАДНОСТІ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Шапенко Є.М.

*В статті було проведено аналіз факторів, що впливають на технологічний процес перевезення пасажирів міським пасажирським транспортом і визначення їх впливу на складність роботи водіїв.*

*The article covers the factors which influence on characteristic of technological process of transporting the passengers with municipal passenger transport and the assesment of influence on drivers' work.*

**Постановка задачі.** Міський пасажирський транспорт загального користування є складовою частиною транспортної системи країни. Організація перевезень пасажирів у містах повинна забезпечувати найменший час доставки пасажирів і регулярність руху транспортних засобів на всьому шляху прямування, раціональне використання рухомого складу, повну безпеку й високу культуру обслуговування пасажирів з найменшими витратами. Удосконалення методів організації перевезень пасажирів зумовлює зростаючу роль водія як суб'єкта праці й управління. Водій несе відповідальність за ефективність транспортного процесу і його помилки можуть призвести в деяких випадках до дуже тяжких наслідків, особливо в складних умовах роботи великого міста. Для забезпечення ефективності діяльності водія важливе значення мають такі фактори, як стомлення, умови праці, фізичні фактори навколишнього середовища, біомеханічні й фізіологічні фактори. При організації перевезення пасажирів у великих містах виникає необхідність в узгодженні параметрів технології перевезень і психофізичних можливостей водіїв при виконанні перевезень. Сучасний стан організації перевезень характеризується наявністю неузгодженості між загальними вимогами до параметрів технологічного процесу і психофізичними можливостями водія [1].