

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014

eds.), pp. 105-115, Aachen, Germany, Springer-Verlag, New York, N.Y., 1999..

3. Живоглядов В.Г. *Теория пропуска транспортных и пешеходных потоков: монография* / В.Г. Живоглядов. – Ростов н/Д: Ростовский государственный университет, 2003. – 411 с.

Аннотация. В статье проанализированы этапы формирования и время существования заторовой очереди на пересечении автомобильных дорог. Рассмотрена динамика роста и исчезновения заторов.

Ключевые слова: перекресток, заторовая очередь, транспортное средство, временной интервал роста.

Abstract. The article analyzes stages and lifetime of congestion queue on the road intersection. The dynamics of growth and disappearance of congestion is considered.

Keywords: intersection, queue congestion, vehicle, the time interval of growth.

Стаття надійшла до редакції у грудні 2013р.

УДК 656.052.43:625.712.1(045) Першаков В.М., д.т.н., проф.
Кротов Р.В. аспірант.⁴³ НАУ, г.
Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ ШВИДКОСТІ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ НА ПЕРЕГОНІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Анотація. У статті розглянуто спосіб визначення допустимих швидкості та інтенсивності руху на перегоні автомобільної дороги. Особлива увага приділяється безпеці дорожнього руху.

⁴³ © Першаков В.М., Кротов Р.В.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014

Ключові слова: швидкість, інтенсивність, транспортний засіб, перегін, затор, безпека руху.

Актуальність теми. З 1994 року в Україні довжина автомобільних доріг із твердим покриттям практично не змінилася, проте кількість транспортних засобів стала значно більшою: з 135 автомобілів на 1000 жителів у 2004 році до 189 на 1000 жителів у 2012 році. Збільшення автомобілізації у півтора рази відобразилось на повсякденному житті автомобілістів всієї країни: виникло таке явище, як затори в русі автомобільного транспорту.

Постановка проблеми. Відомо, що безпека руху не в останню чергу залежить від швидкості та інтенсивності руху на перегоні. Визначення допустимої швидкості та інтенсивності руху має велике господарське значення, тому що дозволить забезпечити належний рівень безпеки руху, а також збудувати необхідний обсяг інфраструктури. В цій статті здійснено спробу вирішити це завдання.

Визначення допустимої швидкості руху на перегоні

Швидкість пересування транспортного засобу у стані затору визначається при відомій інтенсивності руху і середній відстані l_0+l_a [1]:

$$V_{zm} = (l_0+l_a) \cdot \lambda,$$

де V_{zm} – швидкість пересування транспортного засобу у стані затору, м/с;

l_0+l_a – відстань між передніми бамперами транспортних засобів у стані затору, що включає до себе довжину засобу l_a та просторовий інтервал $l_0=1 \dots 3$ м;

де λ – інтенсивність прибуття транспортних засобів, авт/с.

Залежність V_{zm} від λ лінійна, і це значить, що чим більше інтенсивність прибуття транспортних засобів, тим при відносно більшій швидкості може наступити заторовий стан. Значення заторової швидкості також лінійно залежить і від розмірів транспортних засобів, тобто наявність великої кількості великогабаритних транспортних засобів при високій інтенсивності руху також сприяє утворенню заторової ситуації.

Якщо відома інтенсивність руху на j -напрямку k -смути, можливо визначити швидкість сполучення, що дозволяє зберегти на перегоні безпечний і беззаторовий режим при даній інтенсивності руху. Отримаємо наступне квадратне рівняння відносно швидкості V [2]:

$$V^2/(2j_{ycm}) + ((t_r + t_c) - 1/\lambda) \cdot V + (l_0 + l_a) = 0,$$

де j_{ycm} – уповільнення, $j_{ycm} = 5$ або $5,8 \text{ м/с}^2$;

$t_r = 0,1 \dots 0,6 \text{ с}$ – час реакції водія;

t_c – тривалість приведення гальмівної системи до робочого стану, с, $t_r + t_c \approx 0,8 \text{ с}$.

Дискримінант даного рівняння буде визначений наступним чином:

$D = [(t_r + t_c) - 1/\lambda]^2 - 2(l_0 + l_a)/j_{ycm}$, а швидкість може бути визначена за формулою:

$$V_{1,2} = \{ - [(t_r + t_c) - 1/\lambda] \pm \sqrt{D} \} \cdot j_{ycm}.$$

Два значення швидкості визначають точки, в яких значення функцій L_d та V/λ , тобто на перегоні відстань між передніми бамперами транспортних засобів відповідає динамічному поздовжньому габариту. Область, що укладена між значеннями V_1 та V_2 визначає інтервал швидкостей при

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014

даній інтенсивності руху і характеристиках j_{ycm} , l_0 , l_a , t_r , t_c транспортного потоку, коли значення динамічного поздовжнього габариту менше просторового інтервалу між передніми бамперами транспортних засобів на перегоні. Тобто це інтервал швидкостей, у якому при даній інтенсивності перегін буде функціонувати нормально. Нижній ліміт цього інтервалу – швидкість, при якій утворюється заторова ситуація. На верхньому ліміті дистанція безпеки між транспортними засобами – динамічний поздовжній габарит виявляється менше відстані між передніми бамперами транспортних засобів на перегоні. Подальше збільшення швидкості при даній інтенсивності призводить до небезпечного руху на перегоні.

Ширина інтервалу допустимих швидкостей обернено пропорційно залежить від інтенсивності: чим більше інтенсивність, тим більший розмах швидкостей можливий на перегоні і навпаки.

Якщо при вирішенні рівняння (3) дискримінант дорівнює нулю і корінь V є єдиним, то це означає, що беззаторовий безпечний рух на перегоні при даній інтенсивності і характеристиках транспортного потоку можливий тільки при єдиній швидкості V . Якщо ж дискримінант рівняння буде від'ємним, то рух в режимі повної безпеки транспортного потоку, що характеризується даними величинами j_{ycm} , l_0 , l_a , t_r , t_c при даній інтенсивності λ_{jk} неможливий.

Вирішення цієї задачі для пачкоподібного режиму руху дещо простіше [3]:

$$V = \frac{l_a + l_0}{1/\lambda - (t_r + t_c)} = \frac{(l_a + l_0) \cdot \lambda}{1 - (t_r + t_c)}$$

Тут швидкість V визначає точку перетину графіків динамічного габариту в пачці l_d і просторового інтервалу V/λ між передніми бамперами транспортних засобів на перегоні. Швидкість V в даному випадку можна трактувати як мінімальну при русі в пачці з даною інтенсивністю. Зменшення швидкості призведе до швидкого виникнення затору, тому що динамічний інтервал при низьких швидкостях при пачкоподібному русі практично не відрізняється від величини $l_0 + l_a$.

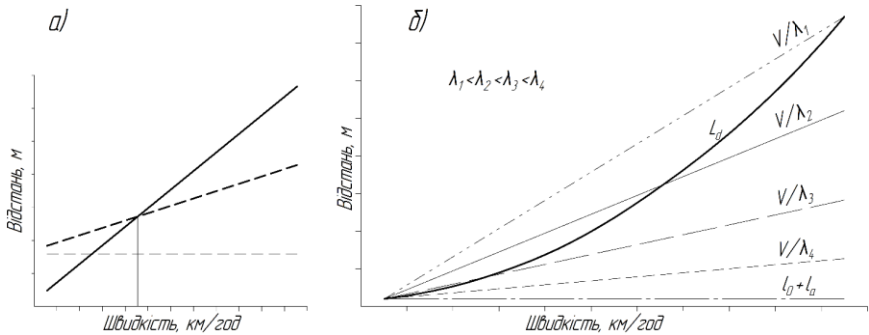


Рис. 1. Допустимі швидкості руху: а) в пачкоподібному режимі; б) в режимі дотримання повної безпеки.

Таким чином, при низьких інтенсивностях руху на перегоні можливий рух в широкому діапазоні швидкостей. Зі збільшенням інтенсивності руху в режимі дотримання повної безпеки діапазон допустимих швидкостей звужується і в деякий момент стає можливим при одній швидкості (рис. 1.

б), а при подальшому ущільненні потоку формуються пачки транспортних засобів. В пачкоподібному режимі руху зниження швидкості нижче якоїсь нижньої межі, що визначається характеристиками транспортного потоку, призводить до виникнення затору (рис. 1. а).

Визначення допустимої інтенсивності руху на перегоні. Знаючи розміри транспортного засобу і потрібну швидкість пересування на перегоні, можна визначити інтенсивність руху, при якій виникає заторова ситуація: $\lambda_{zm} = V/(l_0+l_a)$.

Заторова інтенсивність руху прямо пропорційна швидкості руху і обернено пропорційна габаритам транспортних засобів, таким чином, чим нижче швидкість пересування і більше розміри транспортного засобу, тим при більш низькій інтенсивності руху настає заторова ситуація.

Спираючись на вищевикладені міркування, можна зробити висновок, що для збереження беззаторової ситуації на перегоні, при необхідності збереження максимально можливої швидкості пересування згідно статусу дороги, необхідно визначити гранично допустиму інтенсивність руху [2]:

$$\lambda = V/((t_r + t_c) + V^2/(2j_{ycm}) + l_0 + l_a), \text{ авт/с. (1)}$$

В даному випадку, допустима інтенсивність руху $\lambda(V)$ являє собою функцію, до досягає максимуму в певній точці V . Знайти точку максимуму інтенсивності руху можна диференціюванням рівняння (1) за швидкістю V і прирівнявши першу похідну до нуля [2]:

$$V/((t_r + t_c) + V^2/(2j_{ycm}) + l_0 + l_a)'_{zmjk} = 0.$$

Для зручності обчислень введемо підстановки:

$$A = t_r+t_c, B = 1/2j_{ycm},$$

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (11) 2014

$C = l_0 + l_a$, тоді: $[(AV + BV^2 + C) - V(A + 2BV)] / (AV + BV^2 + C)^2 = 0$.

Дане рівняння дорівнює нулю, коли числівець дорівнює нулю, тобто:

$(AV + BV^2 + C) - V(A + 2BV) = BV^2 - 2BV^2 + C = -BV^2 + C = 0$, тоді

$V = \sqrt{C/B}$, або, з урахуванням підстановок:

$$V = \sqrt{2j_{уст}(l_0 + l_a)},$$

де V – швидкість, при якій досягається максимальна інтенсивність руху на перегоні при русі з повним забезпеченням безпеки, м/с.

При інтенсивності λ_{jk} на перегоні величина поздовжнього динамічного габариту безпечного руху дорівнює просторовому інтервалу між передніми бамперами транспортних засобів. Інтенсивність, більша за допустиму λ_{jk} , при збереженні потрібної швидкості, призводить до утворення пачок транспортних засобів.

Рух на перегоні без перетинів в пачкоподібному режимі дозволяє пропустити значно більшу кількість транспортних засобів за одиницю часу, і тому критичне значення інтенсивності буде значно вище [3]:

$$\lambda = V / [(t_r + t_c) \cdot V + l_0 + l_a].$$

Подальше ущільнення потоку і збільшення інтенсивності λ_{jk} буде призводити до передзаторової ситуації та затору.

Утворення заторової ситуації на перегоні частіше за все пов'язане з виникненням якихось серйозних перешкод на

його ділянці, що перешкоджають проїзду транспортних засобів. Інтенсивність прибуття до даної ділянки залишається звичайною, а ось інтенсивність подолання значно зменшується. Таким чином, створюється ділянка скупчення транспортних засобів, тобто затор (рис. 2). У зникненні затору, викликаного появою перешкоди, яку можна усунути, велику роль грають своєчасне сповіщення про її виникнення і, таким чином, відхилення від неї частини транспортних потоків, регулювання і контроль з боку інспекторів Державтоінспекції, дисциплінованість і дотримання правил дорожнього руху водіями транспортних засобів і найскоріше усунення перешкоди.

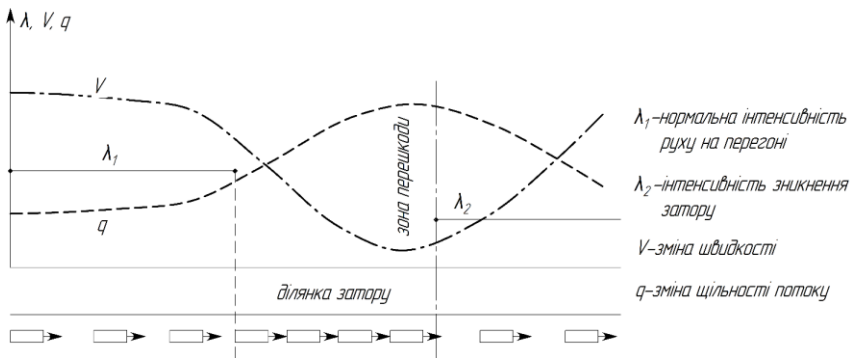


Рис. 2. Утворення затору на перегоні через перешкоду

Збільшення інтенсивності руху на перегоні може бути також пов'язане з збільшеним попитом на даний напрямок, збільшення кількості автовласників, що користуються ним. Така ситуація викликає поступове збільшення інтенсивності руху на перегоні і при досягненні критичного значення

потребує збільшення смуг даного напрямку при необхідності збереження максимально можливої швидкості.

Висновки

1. В Україні розвиток інфраструктури не встигає за темпами зростання автомобілізації.

2. Якщо відома інтенсивність руху на j -напрямку k -смуги, можливо визначити швидкість сполучення, що дозволяє зберегти на перегоні безпечний і беззаторовий режим при даній інтенсивності руху.

3. Зі збільшенням інтенсивності руху в режимі дотримання повної безпеки діапазон допустимих швидкостей звужується і в деякий момент стає можливим при одній швидкості, а при подальшому ущільненні потоку формуються пачки транспортних засобів.

4. В пачкоподібному режимі руху зниження швидкості нижче якоїсь нижньої межі, що визначається характеристиками транспортного потоку, призводить до виникнення затору.

5. Заторова інтенсивність руху прямо пропорційна швидкості руху і обернено пропорційна габаритам транспортних засобів, таким чином, чим нижче швидкість пересування і більше розміри транспортного засобу, тим при більш низькій інтенсивності руху настає заторова ситуація.

Список використаних джерел

1. Клинковштейн Г.И. *Организация дорожного движения* / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. -М.: Транспорт, 1997-230 с.

2. Капитанов В.Т. *Управление транспортными потоками в городах* / В.Т. Капитанов, Е.Б. Хилажева. – М.: Транспорт, 1985. – 94 с.

3. Живоглядов В.Г. *Теория пропуска транспортных и пешеходных потоков: монография* / В.Г. Живоглядов. – Ростов н/Д: Ростовский государственный университет, 2003. – 411 с.

Аннотация. В статье рассмотрен способ определения допустимых скорости и интенсивности движения на перегоне автомобильной дороги. Особое внимание уделено безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: скорость, интенсивность, транспортное средство, перегон, затор, безопасность движения.

Abstract. The article considered the method of determining the allowable speed and traffic on the stretch of highway. Particular attention is paid to road safety.

Keywords: intersection, queue congestion, vehicle, the time interval of growth.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.

УДК 625.72

Угненко Е.Б., д.т.н. проф.

Ужвиева Е.Н., ас.⁴⁴

Харьковский национальный
автомобильно-дорожный
университет, м. Харьков,
Украина

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ
ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Аннотация. Рассмотрена методика определения средней скорости транспортного потока с учетом экологических показателей, основанная на статистических законах и теории вероятностей, которым подчиняется распределение скоростей на дорогах. Предложен расчет, дающий возможность перейти к технико-экономическому обоснованию мероприятий, направленных на повышение скоростей в неблагоприятные периоды года.

В технико-экономических расчетах при обосновании

⁴⁴ © Угненко Е.Б., Ужвиева Е.Н.