

РОЗРАХУНОК ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КІЛЬЦЕВИХ РОЗВ'ЯЗОК АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ З УРАХУВАННЯМ КОЕФІЦІЄНТА ПОДОВЖНЬОГО ЗЧЕПЛЕННЯ

У статті представлена залежність, яка показує вплив зміни коефіцієнта подовжнього зчеплення на пропускну здатність кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні.

В статті представлено залежність, яка показує вплив зміни коефіцієнта подовжнього зчеплення на пропускну здатність кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні.

In the article the presented dependence which shows influence of change of coefficient of the longitudinal coupling on the carrying capacity of circular upshot at one level.

Постановка проблеми. Ефективність функціонування кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні може характеризуватися пропускну здатністю. Існуючі методи розрахунку практичної пропускну здатності не враховують, як змінюється динамічний габарит між автомобілями в залежності від зміни коефіцієнту подовжнього зчеплення, що впливає на величину пропускну здатності. Дані обставини обумовлюють необхідність в розробці залежності практичної пропускну здатності з урахуванням величини коефіцієнта зчеплення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розв'язанням даної проблеми займалися: Бабков В.Ф., Лобанов Є.М., Сільянов В.В., Поліщук В.П., Красильнікова О.В. та інші.

Задача дослідження полягає в розробці залежності мінімального інтервалу між автомобілями на основі дослідження Красильніковою О.В. величини динамічного габариту в залежності від коефіцієнта подовжнього зчеплення.

Основний матеріал дослідження. Пропускна здатність кільцевої розв'язки – гранично допустима інтенсивність руху на всіх її в'їздах.

При проектуванні кільцевих розв'язок автомобільних доріг на одному рівні необхідно визначити гранично допустиму інтенсивність на смугах руху на кільцевому проїзді, а потім порівняти її з перспективною інтенсивністю руху на розв'язці та встановити границі дозволеної інтенсивності руху на в'їздах на розв'язку.

Сумарна інтенсивність руху на всіх в'їздах на кільцевий проїзд не повинна перевищувати гранично допустиму інтенсивність руху на кільцевому проїзді.

$$\sum_{i=1}^n N_{\text{вїзд } i} \leq P. \quad (1)$$

$\sum_{i=1}^n N_{\text{вїзд } i}$ – сумарна інтенсивність руху автомобілів на всіх в'їздах до кільцевої розв'язки, авт/год;

P – практична пропускна здатність кільцевої розв'язки автомобільних доріг на одному рівні, авт/год ($P = N_{\text{max}}$, де N_{max} – максимально допустима

інтенсивність руху на кільцевій розв'язці):

$$P = N_{\max} = \frac{3600}{T_{\text{осн}}}, \quad (2)$$

де $T_{\text{осн}}$ – мінімальний інтервал руху при проїзді кільцевої розв'язки в одному рівні, с.

Зменшення коефіцієнта подовжнього зчеплення впливає на збільшення динамічного габариту між автомобілями, а це спричиняє зменшення пропускної здатності розв'язки. На зменшення коефіцієнта подовжнього зчеплення впливають такі фактори як зношування шорсткості покриття, наявність на покритті бруду, вологи та продуктів зносу шин. Зі збільшенням швидкості руху автомобіля, також знижується коефіцієнт зчеплення, що особливо відчутно на зволжених покриттях. Значення коефіцієнта зчеплення суттєво змінюється протягом року, підвищуючись влітку і зменшуючись взимку, особливо в період зимових ожеледиць.

Для зони примикань і пересічень на одному рівні подовжній коефіцієнт зчеплення повинен бути $\mu_{\text{под}} \leq 0,6$, що є характерним для умов сухого чистого покриття.

Величина динамічного габариту, яка залежить від коефіцієнта подовжнього зчеплення визначається за формулами:

- для легкових автомобілів з середньою довжиною $\bar{L} = 5$ м:

$$D = 0,102\bar{V}^{(1,52-0,109\varphi)} + (29,15\varphi^2 - 34,95\varphi + 11,27), \quad (3)$$

де D – динамічний габарит, м;

\bar{V} – середня швидкість руху транспортного потоку, м/с;

φ – коефіцієнт подовжнього зчеплення.

- для вантажних автомобілів з середньою довжиною $\bar{L} = 7$ м:

$$D = 0,103\bar{V}^{(1,67-0,21\varphi)} + (6,07^2 - 14,13\varphi + 8,68). \quad (4)$$

- для вантажних автомобілів з середньою довжиною $\bar{L} = 10$ м:

$$D = 0,105\bar{V}^{(1,76-0,24\varphi)} + (12,86^2 - 21,07\varphi + 10,57). \quad (5)$$

- для автобусів та автопоїздів з середньою довжиною $\bar{L} = 12$ м:

$$D = 0,107\bar{V}^{(1,75-0,166\varphi)} + (17,26^2 - 27,58\varphi + 12,73). \quad (6)$$

Динамічний габарит згідно гідродинамічної моделі руху, що відповідає коефіцієнту подовжнього зчеплення $\mu_{\text{под}} = 0,6$:

$$D = (d_{\min} + l_a)e^{\frac{V}{V_0}}, \quad (7)$$

де d_{\min} – мінімальна дистанція між автомобілями при заторах, м;

V_0 – швидкість, що відповідає швидкості при пропускній здатності, м/с;

l_a – середня довжина автомобіля в транспортному потоці, м.

При порівнянні значень динамічного габариту для різних довжин автомобілів в транспортному потоці згідно залежностей, величини динамічного габариту від коефіцієнта зчеплення та гідродинамічної моделі руху, що відповідають коефіцієнту подовжнього зчеплення $\mu_{\text{под}} = 0,6$ було встановлено, що розбіжність між даними залежностями не перевищує 2%.

Після аналізу відношення $\frac{D}{D_0}$ – динамічного габариту при різних коефіцієнтах зчеплення до динамічного габариту при коефіцієнті зчеплення $\mu_{под} = 0,6$ встановлений динамічний габарит, який враховує вплив коефіцієнта зчеплення:

$$D = 1,6(d_{min} + l_a)e^{\left(\frac{V}{V_0} - 0,8\varphi\right)} \quad (8)$$

Отже, мінімальний інтервал між автомобілями (згідно гідродинамічної моделі) при різних значеннях коефіцієнту зчеплення визначається за формулою:

$$t_{min} = \frac{5,76(d_{min} + l_a)e^{\left(\frac{V}{V_0} - 0,8\varphi\right)}}{V} \quad (9)$$

Для визначення величини практичної пропускної здатності необхідно встановити динамічний габарит, який відповідає фактичній швидкості руху та коефіцієнту подовжнього зчеплення (формула (8)) на розв'язці.

При необхідності визначення величини максимальної пропускної здатності на кільцевій розв'язці на одному рівні використовується наступна формула:

$$P_{max} = \frac{3600V_0}{D_0} \quad (10)$$

де D_0 – динамічний габарит, який відповідає швидкості руху при пропускній здатності $V_0 = 25$ км/год, м.

Аналізуючи дану формулу з використанням залежностей зміни величини динамічного габариту від коефіцієнта подовжнього зчеплення встановлена залежність зміни величини максимальної пропускної здатності від середньої довжини автомобіля в транспортному потоці:

$$P_{max} = (4025,7 - 209,52l_a)e^{(1,079 - 0,0321l_a)\varphi} \quad (11)$$

Для підвищення пропускної здатності при зменшенні коефіцієнта зчеплення необхідно встановити обмеження швидкості руху на розв'язці.

Висновок. Встановлена залежність зміни мінімального інтервалу між автомобілями при різних коефіцієнтах подовжнього зчеплення (формула (9)) дає можливість прогнозувати виникнення черг та зменшення пропускної здатності на кільцевій розв'язці автомобільних доріг на одному рівні.

Література

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / Сильянов В.В. – М.: Транспорт, 1977. – С. 97 – 118, 276 – 282.
2. Поліщук В.П., Красильнікова О.В. Дослідження умов безпеки руху щільних транспортних потоків // Автошляховик України. – 1995. – №1. – С.33.
3. Неізнестна Н.В., Пропускна здатність кільцевої розв'язки на одному рівні / Н.В. Неізнестна // Проблеми транспорту: зб. наук. Праць – К.: НТУ, 2010. – С. 106 – 108.