

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.

реконструкції автомобільних дорог використовується середня швидкість транспортного потоку або окремих груп автомобілів. Більшість методів визначення швидкостей засновано на результатах обробки спостережень за рухом окремих автомобілів або транспортних потоків по дорогах в сухе, літнє час.

В останні роки виконано ряд досліджень, спрямованих на врахування впливу природно-кліматических факторів на швидкість руху. Аналіз показує, що існуючі методи врахування природно-кліматических умов при визначенні швидкостей мають ряд недоліків: деякі з них враховують вплив деяких метеорологічних факторів, що дозволяє визначити тільки окремі значення швидкостей (зазвичай середніх) або враховують лише окремі елементи дороги.

Для врахування природно-кліматических факторів запропоновано методику визначення середньої швидкості вільного руху і транспортного потоку, в якій вплив природно-кліматических факторів враховується коефіцієнтом забезпеченості розрахункової швидкості $K_{\text{екол}}$. При цьому існує можливість врахувати вплив кожного метеорологічного фактора окремо, сумарний вплив двох і більше факторів і всієї сукупності кліматических умов.

Застосовність методики заснована на статистических законах і теорії ймовірностей, яким підпорядковується розподіл швидкостей на автомобільних дорогах. Багаторічні спостереження, виконані в СНГ і за кордоном, показують, що в більшості випадків розподіл швидкостей вільного руху

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

автомобилей на каждом участке дороги подчиняется нормальному закону:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где $x=X-x_{cp}$ – отклонение от среднего значения;

σ – основное (среднее квадратическое) отклонение.

Анализ исследований позволяет сделать важный вывод о том, что между максимальной скоростью одиночных автомобилей, средней скоростью свободного движения и скоростью транспортного потока существует функциональная зависимость, которая может быть установлена с использованием законов теории вероятности и математической статистики.

При обработке результатов наблюдения скоростей строят кривые распределения и кумулятивные кривые, определяют все статистические характеристики. Одной из важнейших характеристик является среднее квадратическое отклонение σ , которое позволяет выяснить причины, влияющие на изменение значений изучаемого показателя, количественно оценить степень их влияния.

Для нормального распределения широко используется правило 3σ , согласно которому все значения показателя с достаточной надежностью заключаются в пределах 6σ , который принимается за размах.

Тогда

$$\sigma = \frac{R}{6}, \quad (2)$$

где R – размах значений измеряемого параметра.

Указанные соотношения справедливы для двустороннего симметричного ограничения доверительного интервала.

Таким образом, с заданной надежностью, которой соответствует определенное значение функции доверительного интервала t , с учетом одностороннего ограничения, можно утверждать, что при максимально возможной скорости на данном участке дороги $v_{ф.маx}$, средняя скорость свободного (несвязанного) движения будет действительно равна вычисленной по формуле (1).

Ранее было показано, что $v_{ф.маx} = K_{экол} v_э$.

Тогда

$$v = K_{экол} v_э - t\sigma_v. \quad (3)$$

Обработка многочисленных наблюдений показывает, что σ существенно зависит от максимально возможной скорости на данном элементе дороги и состава транспортного потока. Чем однороднее состав, тем меньше амплитуда колебания скорости. Чем выше максимальная скорость, тем амплитуда колебаний скорости больше. Соответственно изменяется и значение среднего квадратического отклонения σ_v .

Максимальные значения σ_v для двухполосных дорог принимают, если в составе транспортного потока более 70 % грузовых автомобилей, автобусов и автомобилей с прицепами, минимальные – при их доле менее 40 %.

На автомобильных магистралях максимальные значения σ_v принимают для правой крайней полосы, а минимальные - для левой.

Важно отметить, что значения среднего квадратического отклонения σ_v принимают для максимально возможной скорости в фактических условиях, которая, как правило, меньше базовой расчетной скорости, т. е. для скорости $v_{ф.макс}$.

Среднее квадратическое отклонение для этой скорости

$$\sigma_v = a_0 + bv_{ф.макс} \quad (4)$$

Свободное движение автомобилей наблюдается, когда интенсивность движения составляет от 180 авт/ч при гололеде до 360 авт/ч на сухом шероховатом покрытии [1-3]. С увеличением интенсивности скорость автомобилей начинает заметно снижаться ввиду возникновения взаимных помех. Снижение будет тем больше, чем выше интенсивность движения и больше в потоке грузовых автомобилей, автобусов и автомобильных поездов

$$\Delta v = a\beta N, \quad (5)$$

где a – коэффициент, учитывающий влияние интенсивности движения;

β – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока (численно равен доле грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов, движущихся по полосе);

N – интенсивность движения, авт./сут (для автомобильных дорог принимается по каждому направлению отдельно). Расчетную часовую интенсивность принимают $N_ч = \gamma N_{сут}$, где $\gamma = 0,076 - 0,10$.

Значения коэффициентов a_0 и b приведены в табл.1.

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

Таблиця 1

Расчетные значения a_0 и b при среднем квадратическом отклонении

Характеристика автомобильной дороги	Расчетные значения a_0 и b при среднем квадратическом отклонении					
	σ_{\max}		σ_{cp}		σ_{\min}	
	a_0	b	a_0	b	a_0	b
Двухполосная автомобильная дорога с разделительной полосой	3,5	0,0001	3,0	0,0008	2,5	0,0006
	0	0,00068	0	0,00056	0	0,00041

Для автомобильных дорог β принимают с учетом перераспределения автомобилей различных типов по полосам движения (табл.2).

Таблиця 2

Учет перераспределения автомобилей различных типов по полосам движения

Число легковых автомобилей, % от общей интенсивности	Значения β для полос	
	левой	правой
20	0,65 – 0,70	0,90 – 0,93
40	0,45 – 0,50	0,70 – 0,76
60	0,30 – 0,35	0,55 – 0,62
80	0,15 – 0,20	0,16 – 0,26

С возрастанием помех средняя скорость транспортного потока смещается в меньшую сторону и может быть определена

$$v = v_0 - \alpha\beta N \quad \text{или} \quad v = v_{\phi, \max} - t\sigma_v - \alpha\beta N \quad (6)$$

После подстановки значения $v_{\phi, \max}$

$$v = K_{\text{екол}} v_0 - t\sigma_V - \alpha\beta N v, \quad (7)$$

где v_0 - средняя скорость автомобилей в свободном потоке, км/ч;

v_0 – расчетная или максимально возможная скорость с учетом экологических показателей (скорость 95%-ной обеспеченности), км/ч.

За базовую расчетную скорость при вычислении коэффициента обеспеченности расчетной скорости принята v_0 , км/ч.

По этой же методике можно определить среднегодовую или среднесезонную скорость транспортного потока:

$$v = K_{\text{екол}} v_0 - t\sigma_V - \alpha\beta N_{\text{ср}} v_{\text{ср}}, \quad (8)$$

$$v_{\text{сез}} = K_{\text{екол}} v_0 - t\sigma_V - \alpha\beta N_{\text{сез}} v_{\text{сез}}, \quad (9)$$

Методика устанавливает неразрывную связь между скоростями: расчетной, максимальной в реальных дорожных и метеорологических условиях, средней свободного движения и средней транспортного потока в реальных условиях, что позволяет решать многие теоретические и практические задачи.

Предложенные расчетные формулы дают возможность перейти к технико-экономическому обоснованию мероприятий, направленных на повышение скоростей в неблагоприятные периоды года [4]. Значения коэффициентов α , β и σ_V , используемых в расчетах, получены на основании обработки многочисленных наблюдений на дорогах и приняты осредненными. С течением времени значения вышеуказанных величин надо корректировать на основе новых наблюдений с учетом дальнейших изменений

характеристик автомобилей, методов организации движения и т. д.

Анализируя вышесказанное, необходимо отметить, что при реконструкции автомобильных дорог главной задачей следует считать не увеличение максимальной скорости одиночного автомобиля в благоприятных условиях, а увеличение среднегодовой скорости транспортного потока, особенно в неблагоприятные периоды года. Для этого, прежде всего, необходимо увеличить нижний предел скорости, максимально приблизив его к средней скорости. Это приведет к сокращению разницы скоростей, уменьшению среднего квадратического отклонения, сокращению числа обгонов и аварийности на дороге, снижению уровня параметрического и ингредиентного загрязнения придорожного пространства.

Литература

1. Канило П. М. Автомобиль и окружающая среда. / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровенский – Харьков: Прапор, 2000. – 300 с. – ISBN 5-7766-0785-X
2. Васильев А.П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. - М.: Транспорт, 1986. - 247 с.
3. Сильянов В.В. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах / В.В. Сильянов, Ю.М. Ситников, Л.Н. Сапегин – М., 1978. – 115 с.
4. Угненко Е.Б. Методология проектирования реконструкции автомобильных дорог с учетом экологических показателей [монография] / Угненко Е.Б. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 183 с.

Стаття надійшла до редакції у листопаді 2013р.