

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

Докт. техн. наук, проф. КУХАРЕНКО Г. М., канд. техн. наук, доц. КАПСКИЙ Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Рост автомобильного транспорта в Республике Беларусь негативно влияет на окружающую среду: выбросы вредных веществ в атмосферу, загрязнение воды и почвы продуктами работы автомобилей, воздействие шума, вибрации и электромагнитных излучений. Однако основными причинами повышенного уровня экологических потерь являются перегрузки на отдельных перекрестках, повышенный уровень маневрирования (перестроений, троганий и торможений) при интенсивных транспортных потоках, снижение скорости и движение на неэкономичных режимах при нагрузке, близкой к пиковой, и при местных ограничениях максимально допустимой скорости движения), перепробег транспорта, неудовлетворительное техническое состояние транспортных средств и т. д. Действие экологических потерь отложено во времени. Опасность заключается в том, что результаты могут оказаться непредсказуемо страшными.

Различаются произведенный и потребленный вред. Например, если нагруженная городская магистраль проложена через незаселенную или промышленную зону, то потребленный вред значительно меньше, чем когда эта же магистраль проходит через густонаселенные жилые районы и вплотную примыкает к жилым зданиям, больницам, детским учреждениям и т. п.

Малейшие недостатки в организации дорожного движения приводят к огромным экологическим потерям. Оптимальная организация движения зависит от различных факторов и множества их комбинаций, поэтому задача оптимизации требует создания соответствующих методик.

В БНТУ разрабатываются и совершенствуются методики определения экологических потерь в дорожном движении [1]. В существующих методиках и подходах [2, 3] рассматриваются различные аспекты экологической безопасности. Предложенная методика отличается от существующих возможностью унификации результатов исследований в виде денежного эквивалента, приводимого по всем видам потерь в дорожном движении, отсутствием необходимости проведения специальных замеров, нехарактерных для исследования транспортной нагрузки и условий движения, доступной алгоритмизацией проводимых расчетов. Существующие методики оперируют предельно допустимыми нормами выбросов, которые приводятся в расчетах для отдельных транспортных средств, без учета транспортного потока в целом, учитывают средний пробег, а не фактический объем движения по исследуемым участкам улично-дорожной сети. Отсутствие системного подхода в рассматриваемой области до сих пор не позволяло оптимизировать варианты организации дорожного движения по критерию минимизации экологических потерь.

Расчеты потерь от выбросов вредных веществ в атмосферу производятся по стоимости ущерба от произведенного объема выбросов M_0 и стоимости ущерба для здоровья людей от приведенного (к потребителю) объема выбросов M_i .

Годовые нормативные (нормативные – по отношению к принятой нормативной скорости движения: $v = 60$ км/ч; $I_v = 0$ и $t = 4$ года) потери от выбросов предлагается определять по формуле

$$\Pi_{\text{тн(и,э)}} = \left[M_0 C_{m0} + \sum_1^{i=1} (N_i C_{mi}) \right] \Phi_r s K_c, \text{ у. е./год, (1)}$$

где $\Pi_{\text{тн}}$ – годовые нормативные потери в исследуемых условиях, у. е./год; $\Pi_{\text{тнэ}}$ – то же в эталонных условиях, у. е./год; Φ_r – годовой фонд времени, ч/год; s – протяженность исследуемого участка, км; K_c – социальный коэффициент экологических потерь, $K_c = 1,5$; M_0 – удельный объем произведенных выбросов, кг/км,

$$M_0 = Q^* m [K_{\text{пн}} (K_{mv} K_{iv} - 1) + H_t K_{mv} K_{iv}], \text{ кг/км;}$$

m – базовое (минимальное) значение суммарных приведенных (по СО) выбросов легкового автомобиля, кг/км; K_{mv} – коэффициент изменения выбросов от скорости; K_{iv} – то же от дисперсии скорости, $K_{iv} = \sqrt{1 + I_v}$; I_v – коэффициент вариации распределения скоростей; Q^* – расчетная интенсивность движения, авт./ч,

$$Q^* = Q [1 - \Delta \text{эл} (1 + K_{\text{пн эл}} - K_{\text{пн}})];$$

Q – интенсивность движения транспортного потока, авт./ч (рассматривается суммарный поток, параметры которого определены как средневзвешенные значения параметров входящих в него потоков); $\Delta \text{эл}$ – доля электротранспорта в потоке; $K_{\text{пн эл}}$ – динамический коэффициент приведения электротранспорта; H_t – коэффициент возраста транспортных средств, $H_t = \Delta \text{б} K_{\text{пнб}} K_{\text{дб}} + \Delta \text{д} K_{\text{пнд}} K_{\text{дд}}$; $\Delta \text{б}$ и $\Delta \text{д}$ – доля в потоке транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями; $K_{\text{пнб}}$ и $K_{\text{пнд}}$ – динамический коэффициент приведения транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями; $K_{\text{дб}}$ и $K_{\text{дд}}$ – коэффициент приращения выбросов от возраста транспортных средств с бензиновыми и дизельными двигателями:

$$K_{\text{дб}} = 0,08(t - 4); \quad K_{\text{дд}} = 0,05(t - 4),$$

t – средний возраст ТС в потоке, лет; C_{m0} – стоимость экологических потерь в народном хозяйстве от выброса 1 кг приведенных (по СО) вредных веществ, у. е./кг ($C_{m0} = 0,025$ у. е./кг – город; $C_{m0} = 0,01$ у. е./кг – город); C_{mi} – стоимость экологических потерь от воздействия выбросов такой концентрации, которая эквивалентна удельному приведенному (к данному потребителю) выбросов M_i , у. е./чел.,

$$C_{mi} = C_B 0,02 \sqrt{M_i - 6}, \text{ у. е./чел.,}$$

M_i – удельный приведенный (к данному потребителю) объем выбросов, кг/км.

Рассматриваются три категории потребителей – водители, пешеходы и жители прилегающих зданий:

- водители: $M_1 = M_0 K_{z1}$, где K_{z1} – коэффициент защиты водителей, $K_{z1} = 1$;

- пешеходы: $M_2 = M_0 K_{z2}$, где K_{z2} – коэффициент защиты пешеходов, $K_{z2} = e^{-0,04(r_2 + 5i_2)}$,

r_2 – расстояние от середины траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до середины тротуара, м; i_2 – число рядов деревьев или кустарников, эффективно защищающих пешеходов от экологического воздействия;

- жители: $M_3 = M_0 K_{z3}$, где K_{z3} – коэффициент защиты жителей, $K_{z3} = e^{-0,04(r_3 + 5i_3 + 10)}$, где r_3 – расстояние (по диагонали) от середины траектории движения ближайшего ряда транспортных средств до средних по высоте окон застройки, м.

Высоту застройки предлагается оценивать по формуле

$$0,5H \approx 3n_{\text{эт}} + 2, \text{ м,}$$

$n_{\text{эт}}$ – число этажей застройки; i_3 – число рядов деревьев (а для одноэтажной застройки – и кустарников), эффективно защищающих жителей от экологического воздействия; N_i – удельное (на 1 км) число потребителей данной категории, чел./км; N_1 – водители и пассажиры,

$$N_1 = \frac{(40\Delta O + 1,5)Q}{v}, \text{ чел./км,}$$

ΔO – доля общественного транспорта в потоке; Q – интенсивность движения, авт./ч; v – скорость движения, м/с; N_2 – пешеходы,

$$N_2 = \frac{Q_n \Sigma}{v_n}, \text{ чел./км,}$$

v_n – скорость движения пешеходов, км/ч ($v_n = 4$ км/ч – тротуары; $v_n = 5$ км/ч – переходы); $Q_n \Sigma$ – суммарная (включая движение по тротуарам и переходам) интенсивность движения пешеходов, чел./ч.

При отсутствии экспериментальных данных значения N_2 в зависимости от категории улицы равны: главная – 250 чел./ч·км, торговая – 150 чел./ч·км; прочие – 50 чел./ч·км; N_3 – число жителей прилегающих зданий.

Для приближенных расчетов в зависимости от типа и назначения застройки можно принимать: $N_3 \approx (0,7 \dots 1,0)N_{ок}$, чел./км, где $N_{ок}$ – число окон прилегающих (до 50 м) зданий, выходящих на исследуемую улицу, окон/км.

При определении экологических потерь на перекрестках учитываются два транспортных потока, каждый со своими «потребителями» – для главной и второстепенной улиц. В расчетный поток объединяются все потоки, движущиеся транзитом в обоих направлениях данной улицы, и все поворотные потоки, выходящие с нее. Для каждого отдельного потока, входящего в состав расчетного, определяются расчетная протяженность перекрестка S_i и параметры распределения скорости \bar{v}_i и I_{vi} .

Для расчетных потоков рассчитываются для обеих улиц удельные объемы произведенных выбросов – M_{01} и M_{02} . Затем для каждой улицы находится суммарный объем произведенных выбросов:

$$M_{01\Sigma} = M_{01} + \Delta M_{02}, \text{ кг/км};$$

$$M_{02\Sigma} = M_{02} + \Delta M_{01}, \text{ кг/км},$$

где ΔM_{01} для удельного объема произведенных выбросов главной улицы, попадающего в зону влияния второстепенной улицы, предлагается определять:

$$\Delta M_{01} = M_{01} \left[K_{z01} + \frac{(s_2 + B_1)(1 - K_{z01})}{2S_2} \right], \text{ кг/км}, \quad (2)$$

s_2 – протяженность перекрестка по второстепенной улице, м; B_1 – ширина проезжей части главной улицы, м; K_{z01} – коэффициент защиты потребителей главной улицы предлагается определять следующим образом:

$$K_{z01} = \frac{B_2 + 2b_2}{s_1} e^{-0,02s_2} + \left(1 - \frac{B_2 + 2b_2}{s_1} \right) e^{-0,04(0,5s_2 + 5i_{41} + 10i_{51})}, \quad (3)$$

B_2 – ширина проезжей части второстепенной улицы, м; b_2 – средняя ширина тротуара (с одной стороны) второстепенной улицы, м; i_{41} – число рядов деревьев и кустарников на удалении от оси проезжей части главной улицы до $0,5s_2$; i_{51} – число рядов зданий на удалении от оси проезжей части главной улицы до $0,5s_2$.

Аналогично может быть определено значение ΔM_{02} :

$$\Delta M_{02} = M_{02} \left[K_{z02} + \frac{(s_1 + B_2)(1 - K_{z02})}{2S_1} \right], \text{ кг/км}, \quad (4)$$

где K_{z02} – коэффициент защиты потребителей второстепенной улицы;

$$K_{z02} = \frac{B_1 + 2b_1}{s_2} e^{-0,02s_1} + \left(1 - \frac{B_1 + 2b_1}{s_2} \right) e^{-0,04(0,5s_1 + 5i_{42} + 10i_{52})}, \quad (5)$$

s_1 – расчетная протяженность перекрестка по главной улице, м; b_1 – средняя ширина тротуара (с одной стороны) главной улицы, м; i_{42} – число рядов деревьев и кустарников на удалении от оси проезжей части второстепенной улицы до $0,5s_1$; i_{52} – число рядов зданий на удалении от оси проезжей части второстепенной улицы до $0,5s_1$.

Значения M_i и C_{mi} для главной и второстепенной улиц:

$$M_{i1} = M_{01\Sigma} K_{zi1}; \quad C_{mi1} = C_B 0,02 \sqrt{M_{i1} - 6};$$

$$M_{i2} = M_{02\Sigma} K_{zi2}; \quad C_{mi2} = C_B 0,02 \sqrt{M_{i2} - 6},$$

где K_{zi1} и K_{zi2} – коэффициенты защиты потребителей главной и второстепенной улицы.

Нормативные потери от выбросов для главной улицы:

$$\Pi_{тн1} = \left[\left[M_{01} C_{M0} + \sum_1^{i=3} (N_{i1} C_{mi1}) \right] \right] \Phi_{r,s_1} K_c, \text{ у. е./год}; \quad (6)$$

$$\Pi_{тн2} = \left[\left[M_{02} C_{M0} + \sum_1^{i=3} (N_{i2} C_{mi2}) \right] \right] \Phi_{r,s_2} K_c, \text{ у. е./год}. \quad (7)$$

Потери от выбросов на перекрестке: $\Pi_{тн} = \Pi_{тн1} + \Pi_{тн2}$, у. е./год.

Необходимо рассчитывать нормативные потери отдельно для исследуемых условий $\Pi_{тнi}$ и

отдельно для эталонных условий $\Pi_{\text{тнэ}}$. Разность между ними и есть величина экологических потерь от выбросов: $\Pi_{\text{т}} = \Pi_{\text{тнн}} - \Pi_{\text{тнэ}}$, у. е./год.

ВЫВОД

Предложенная методика позволяет оптимизировать принимаемые решения по организации дорожного движения по величине экологических потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врубель Ю. А. Потери в дорожном движении. – Мн: БНТУ, 2002. – 306 с.
2. Нормативно-техническая документация по определению выбросов вредных веществ. – Мн., 2004. – 34 с.
3. Инструкция о порядке исчисления и уплаты налога за пользование природными ресурсами (экологического налога) от 28.05.2003 г. № 28.

УДК 629.113–585

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЕМ АВТОМОБИЛЯ

Канд. техн. наук ЗАХАРИК Ю. М., докт. техн. наук, проф. РУКТЕШЕЛЬ О. С.,
канд. техн. наук ЗАХАРИК А. М.

Завод автомобильных прицепов и кузовов,
Белорусский национальный технический университет

В широком смысле «дистанционными» являются все существующие приводы сцепления, так как водитель с помощью органа управления сцеплением, например педали, управляет сцеплением транспортного средства на определенном расстоянии. К данным приводам относятся: гидравлические, механические, пневмомеханические и гидропневматические приводы сцепления. Однако для ряда транспортных средств, например многозвенных или сочлененных автопоездов, технологического транспорта, автобусов, расстояние от органа управления до вилки сцепления или нескольких синхронно управляемых сцеплений превышает 15 м. В этом случае возникает проблема дистанционного управления сцеплением: реализация исполнительным механизмом сцепления управляющего воздействия водителя с заданной точностью. Названные выше приводы не обеспечивают решение данной проблемы в полном объеме.

Для дистанционного управления сцеплением разработаны электропневмоприводы (рис. 1).

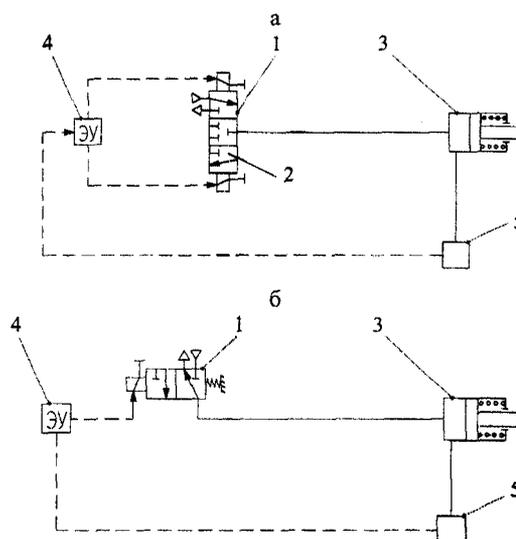


Рис. 1. Принципиальные схемы электропневматического привода сцепления: а – на базе трехпозиционного электромагнитного клапана; б – на базе двухпозиционного электромагнитного клапана; 1 – клапан впуска; 2 – клапан выпуска; 3 – исполнительный цилиндр; 4 – электронное устройство; 5 – датчик обратной связи

Различия в них обусловлены конструктивными особенностями электромагнитных клапа-