

УДК 656.13

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ЭМИССИЮ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

В.Н. Логачев

При проектировании дороги вблизи населённого пункта или в курортной зоне показатели токсичности могут оказаться решающими для принимаемого варианта [1, 2]. Проблема снижения загрязнения придорожного пространства токсичными веществами отработавших газов может разрешаться в двух направлениях. Во-первых, следует оптимизировать проектные решения по минимуму эмиссии токсичных веществ. Во-вторых, можно специальными защитными мерами снизить концентрацию токсичных веществ до предельно допустимых значений. Решение обеих задач требует моделирования влияния проектируемых дорожных условий на эмиссию токсичных веществ.

Необходимо вычислить алгоритм расчёта количества токсичных веществ, в котором даны зависимости не только для расчёта эмиссии окиси углерода, но и других видов вредных веществ, токсичность которых значительно выше, чем окиси углерода. Экологическое проектирование только на окись углерода может привести к неверному решению. Оптимизация проектного решения по минимуму токсичных веществ может основываться на обобщённом показателе токсичности. Обобщающий показатель токсичности – это общее количество вредных веществ с учётом их относительной ядовитости, которая определяется с учётом санитарных норм концентрации этих веществ.

Принимая токсичность окиси углерода за единицу, получают следующий ряд относительной токсичности веществ: 1:0,7:10:20:100. Обобщённый показатель T токсичности находят по эмиссии P отдельных вредных веществ

$$T = \sum_{j=1}^n P_j P_{CO,j} + 0,67 \sum_{j=1}^n P_j P_{CH,j} + \sum_{j=1}^n P_j P_{NO,j} + 20 \sum_{j=1}^n P_j P_{CЖ,j}, \quad (1)$$

где j – номер типа автомобиля, n –общее количество типов автомобилей, P_j – часть автомобилей j -го типа в составе потока, $P_{CO,j}, P_{CH,j}$ – соответственно эмиссии окиси углерода, углеводородов, окислов азота, сажи для автомобиля j -го типа, вычисляемые по формулам алгоритма расчёта эмиссии токсичных веществ.

Вариант проектного решения с меньшим значением T экологически более безопасен. Выявлению участков дороги, её элементов, их сочетания, вызывающих повышенную эмиссию токсичных веществ, способствует эпюра общей токсичности (рисунок 1).

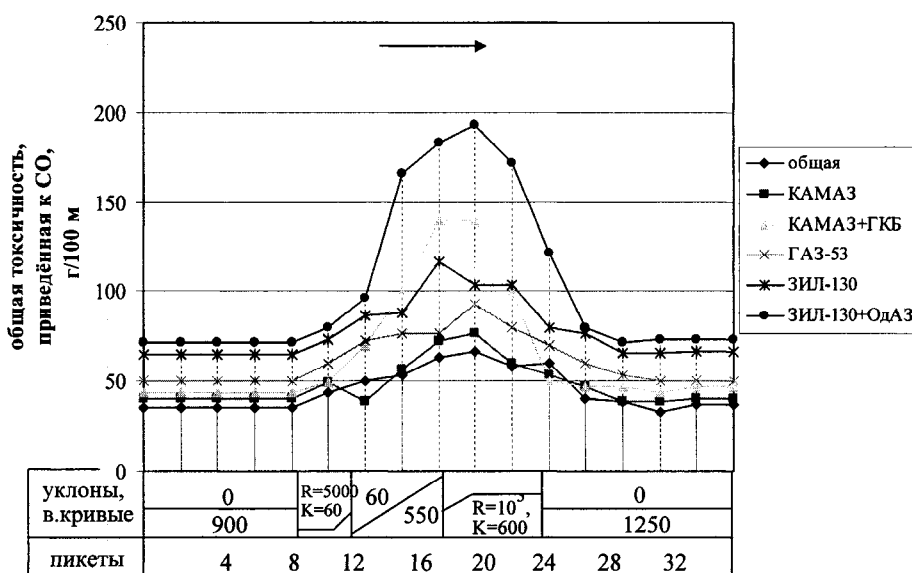


Рисунок 1 – Эпюры общей токсичности, приведённой к CO для автомобилей

После решения вопроса о выборе оптимального варианта трассы дороги по критерию эмиссии токсичных веществ необходимо рассчитать их концентрацию, сравнить её с предельно допустимыми значениями и принять меры по уменьшению её в придорожном пространстве тех населённых пунктов, курортных зон, комплексов обслуживания движения и т.п., вблизи которых проходит дорога.

Вещества, выделяемые автомобильными двигателями, диффундируют в атмосфере и в зависимости от тех или иных метеорологических условий их количество в придорожной зоне изменяется. Концентрация токсичных веществ в воздухе по мере приближения в дороге увеличивается и может превзойти предельно-допустимую концентрацию.

При расчёте концентрации токсичных веществ в придорожном пространстве рекомендуется метод, основанный на модели турбулентной диффузии, которая после некоторых допущений приводит к модели Гауссова распределения в атмосфере

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi}\sigma_2 U} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_2}\right)^2}, \quad (2)$$

где C – концентрация токсичных веществ, г/м³; q – эмиссия, г/с·м; U – скорость ветра, перпендикулярного оси дороги, м/с; σ_2 – стандартное отклонение гауссова рассеивания в вертикальном направлении, м; H – высота точки придорожного пространства над уровнем земли, м.

Таблица 1 – Санитарные нормы предельного содержания токсичных веществ в атмосфере населённых пунктов

Наименование	Предельно-допустимая концентрация среднесуточная, мг/л
Окись углерода	$100 \cdot 10^{-5}$
Углеводороды	$150 \cdot 10^{-5}$
Окислы азота	$10 \cdot 10^{-5}$
Сажа	$5 \cdot 10^{-5}$
Аэрозоли свинца	$1 \cdot 10^{-5}$

Интенсивность выделения токсичного вещества определяют по формуле

$$q = \frac{n_1 d_1 + n_2 d_2}{3,6 \cdot 10^5}, \quad (3)$$

где n_1 и n_2 – интенсивности потока в прямом и обратном направлениях, авт/час; d_1 и d_2 – средневзвешенное количество токсичных веществ, выделяемое одним из автомобилей потока на 100 м пути, находят с учётом состава потока.

Стандартное отклонение σ_2 зависит от расстояния l между осью дороги и искомой точкой придорожного пространства, а также погодных условий (таблица 2). При использовании таблицы 3 направление и скорость ветра определяют по розе ветров.

Погодные условия:

1. Ясное небо, высота солнца над горизонтом более 60° , типичный летний день, после полудня. Очень конвективная атмосфера.
2. Летний день со слабой разрозненной облачностью.
3. Типичный солнечный летний день ближе к вечеру, с разрозненной низкой облачностью или летний день с ясным небом и высотой солнца над горизонтом от 15 до 35° .
4. Может быть использована для зимнего дня.

Таблица 2 – Зависимость стандартного отклонения от расстояния до источника токсичных веществ

Тип автомобиля		Продольный уклон, %								
		8	6	4	2	0	2	4	6	8
Грузовые	ЗИЛ–130	7,2	6,8	14,3	39,4	60,8	79,2	94,3	114,4	137,6
	КАМАЗ	9,1	8,4	6,5	16,4	54,3	41,4	59,5	82,0	108,0
	КАМАЗ+ГКБ	8,9	8,2	7,0	18,5	52,8	53,2	100,6	113,4	197,2
Автобусы	ПАЗ	5,6	5,3	4,1	38,5	54,7	77,3	94,3	124	153,3
	ЛАЗ–699	7,2	6,7	5,1	47,6	73,8	106,5	126,0	180,2	217,1
	ЛиАЗ–5226	8,3	7,8	6,0	59,4	79,3	99,8	158,6	208,5	262,1
Легковые	ВАЗ–2107	2,1	2,0	8,5	8,6	15,0	17,0	16,4	17,7	16,0
	ГАЗ–3110	2,2	2,1	5,2	10,8	19,5	22,9	25,5	26,6	23,9

Анализ показывает, что наиболее опасны категории погодных условий «3», дающие при скорости ветра 2...3 м/с максимальную концентрацию при $H=0$ м. Снижение концентрации токсичных веществ может быть обеспечено мерами:

- однородной посадкой деревьев с кустарниками высотой 1,5 м и на полосе шириной 3...4 м – на 7...25 %;
- двухрядной посадкой деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе шириной 10...12 м – на 40...50 %;
- четырёхрядной посадкой деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе шириной 30...50 м – на 65...100 %;
- экранирующая в виде земляных карьеров, стенок – на 70...90 %;
- расположением дороги в выемке – на 15...40 %.

Таблица 3 – Классификация погодных условий для определения (по Тернеру)

Параметр	Стандартное отклонение, σ_2 , м							
	20	40	80	100	200	400	800	1000
А	3,6	6,5	9,2	17	38	80	200	620
В	2,2	4	5,9	8	9,8	19	38	60
С	1,5	2,8	4,5	6	16	30	46	68
Д	0,8	1,8	3,2	5	8,2	16	24	36
Е	0,4	1	1,8	3,2	5,3	8,8	16	23

Список литературы

1. Сильянов, В.В. Транспортно–эксплуатационные качества автомобильных дорог / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.
2. Курьянов, В.К. Лесотранспорт как система ВАДС / В.К.Курьянов. – Воронеж: ВГЛТА, 2002. – 251 с.