

## Оценка загрязнения придорожного пространства токсичными веществами отработавших газов

О. В. Рябова<sup>1</sup>

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены пути решения снижения загрязнения придорожного пространства токсичными веществами отработавших газов.

**Ключевые слова:** эмиссия токсичных веществ, турбулентная диффузия, придорожное пространство.

### SUMMARY

Ways of the decision of reduction in pollution of roadside space are resulted by toxic substances of the fulfilled gases.

**Keywords:** the issue of toxic substances, the turbulent diffusion, the roadside space.

При проектировании дороги вблизи населенного 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 расчета количества токсичных веществ, в котором даны зависимости не только для расчета 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 обобщенном показателе токсичности. Обобщающий показатель токсичности – это общее количество вредных веществ с учетом их относительной ядовитости, которая определяется с учетом санитарных норм концентрации этих веществ.

Принимая токсичность окиси углерода за единицу, получают следующий ряд относительной токсично-

сти веществ: 1:0,7:10:20:100. Обобщенный показатель  $T$  токсичности находят по эмиссии  $P$  отдельных вредных веществ

$$T = \sum_{j=1}^n P_j P_{co,j} + 0,67 \sum_{j=1}^n \frac{P_j P_{ch,j}}{10} + \sum_{j=1}^n P_j P_{NO,j} + 20 \sum_{j=1}^n P_j P_{сжс,j}, \quad (1)$$

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 расчета эмиссии токсичных веществ.

Вариант проектного решения с меньшим значением  $T$  экологически более безопасен. Выявлению участков дороги, ее элементов, их сочетаний, вызывающих повышенную эмиссию токсичных веществ, способствуют эпюры общей токсичности, рис. 1, 2. Относительно влияние величины продольного уклона на общую токсичность и по видам вредных веществ может быть определено по таблице 1.

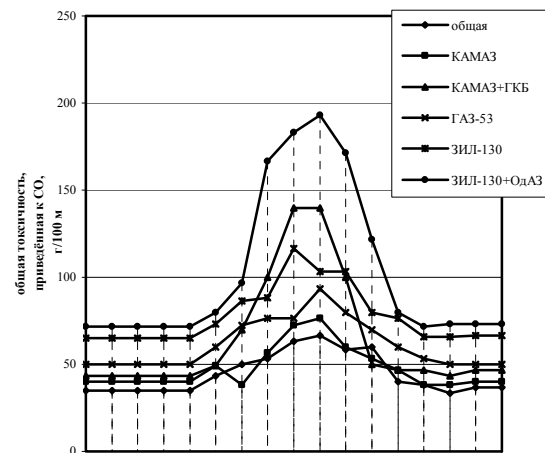


Рис. 1. Эпюры общей токсичности, приведенной к CO для автомобилей

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

<sup>1</sup> Автор – профессор кафедры строительства автомобильных дорог

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 к дороге увеличивается и может превзойти предельно допустимую концентрацию.

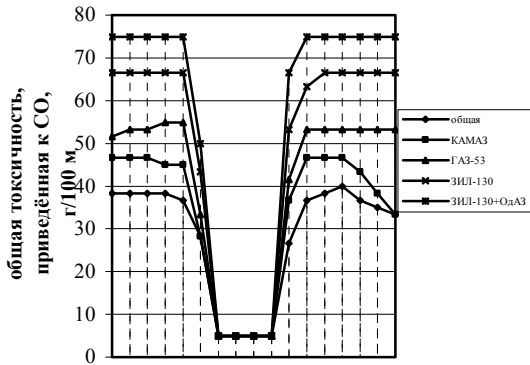


Рис. 2. Эюры общей токсичности для автомобилей

Таблица 1  
Санитарные нормы предельного содержания токсичных веществ в атмосфере населенных пунктов

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

При расчете концентрации токсичных веществ в придорожном пространстве рекомендуется метод, основанный на модели турбулентной диффузии, которая после некоторых допущений приводит к модели гауссового 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/м<sup>3</sup>;

$q$  – эмиссия, г/с·м;

$U$  – скорость ветра, перпендикулярного оси дороги, м/с;

$\sigma_2$  – стандартное отклонение гауссового рассеяния в вертикальном направлении, м;

$H$  – высота точки придорожного пространства над уровнем земли, м.

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.

Значения  $d_1$  и  $d_2$  находят с учетом состава потока

$$d = \sum_{j=1}^n P_j P_j, \quad (4)$$

где  $P_j$  – количество токсичных веществ, выделенных автомобилем  $j$ -го типа на 100 м пути, определяемое по эюре (рис. 1,2).

Стандартное отклонение  $\sigma_2$  зависит от расстояния  $l$  между осью дороги и искомой точкой придорожного пространства, а также погодных условий (табл. 2). При использовании таблицы 3 направление и скорость ветра определяют по розе ветров.

Таблица 2  
Зависимость стандартного отклонения от расстояния до источника токсичных веществ

Пара-метр	Стандартное отклонение, $\sigma_2$ , 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
	-	-	0,6	1,4	3,2	5,3	8,2	14

Таблица 3  
Классификация погодных условий для определения (по Тернеру)

Скорость ветра на высоте 10 м, м/с	День			Ночь	
	приходящая солнечная радиация			облачный покров	
	сильная	умеренная	слабая	облачно	ясно
	Категория погодных условий				
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
2	А	А-В	В	Е	
2-3	А-В	В	С	Е	
3-5	В	В-С	С	Д	Е
5-6	С	С-Д	Д	Д	Д
6	С	Д	Д	Д	Д

## 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.

**ВЫВОД**

Анализ показывает, что наиболее опасны категории погодных условий «З», дающие при скорости ветра 2-3 м/с максимальную концентрацию при Н=0 м. Снижение концентрации токсичных веществ может быть обеспечено следующими 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 %.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог: Учеб. / В. В. Сильянов. М.: Транспорт, 1984. 287 с.
2. Курьянов В. К. Лесотранспорт как система ВАДС: Учеб. пособие для вузов / В. К. Курьянов. Воронеж, 2002. 251 с.