

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН РАССЕЙВАНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЕЙ

*В.С. Петухов*

Описана токсичность выхлопных газов, определено количество выбрасываемых газов автотранспортом на основных магистралях г. Миасса, рассчитаны зоны рассеивания выхлопных газов при преобладающем направлении ветра.

Ключевые слова: выхлопные газы, токсичность, зона рассеивания, диоксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен.

По данным ГИБДД, прирост транспорта в России составляет в среднем 5,5 % в год и насчитывает в настоящее время более 50 миллионов автомобилей. Рост автопарка приводит к увеличению загрязнения окружающей среды выхлопными газами. В связи с этим оценка уровня воздействия автомобиля на окружающую среду является актуальной [3, 5, 6, 7].

Выхлопные газы – отработавшее в двигателе рабочее тело. Они являются продуктами окисления и неполного сгорания углеводородного топлива [7].

Основными составляющими выхлопных газов являются диоксид азота, бенз(а)пирен, оксид углерода, формальдегид, диоксид серы [3, 6].

Токсическое действие диоксида азота сводится к воздействию в основном на дыхательную систему организма. Имеются данные о снижении сопротивляемости организма к заболеваниям, и усилению действия канцерогенных веществ [2].

Бенз(а)пирен – химическое соединение, представитель семейства полициклических углеводородов, вещество первого класса опасности. Является наиболее типичным химическим канцерогеном окружающей среды, он опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством биоаккумуляции [8].

Действие оксида углерода основано на вытеснении кислорода из оксигемоглобина (НЬО) крови, и образовании устойчивого соединения – карбоксигемоглобин (СОНЬ). Диссоциация СОНЬ происходит в 3600 раз медленнее, чем НЬО [2].

Формальдегид представляет собой раздражающий газ, вызывает дегенеративные процессы в паренхиматозных органах, сенсibiliзирует кожу. Есть указания о сильном действии на центральную нервную систему, особенно на зрительные бугры. Однако такое действие связывают не с прямым действием формальдегида, а с наличием в техническом формалине примеси метилового спирта, а также его распадом в организме на муравьиную кислоту и метиловый спирт, избирательно поражающий зрительные бугры и сетчатку глаза [1].

Общее действие диоксида серы заключается в нарушении углеводного и белкового обмена; угнетении окислительных процессов в головном мозге, печени, селезенке, мышцах; торможении окислительного дезаминирования аминокислот и окисления пировиноградной кислоты; снижении содержания витаминов В1 и С. Токсичность резко возрастает при одновременном воздействии  $SO_2$  и CO [2].

Количественную оценку выделяющихся при движении автомобиля газов проводили согласно методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов утвержденную приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года [4].

Выброс  $i$ -го вредного вещества автотранспортным потоком ( $M_{ki}^{\Pi}$ ) определяли для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой, структура и интенсивность автотранспортных потоков изменялась не более, чем на 20–25 % по формуле:

$$M_L = \frac{L}{3600} \sum_1^k M_{ki}^{\Pi} G_k K_{ki} \quad (1)$$

где  $M_{ki}^{\Pi}$  (г/км) – пробеговый выброс  $i$ -го вредного вещества автомобилями  $k$ -й группы для городских условий эксплуатации;

$k$  – количество групп автомобилей;

$G_k$  (1/час) – фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из  $K$  групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

$K_{ki}$  – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока;

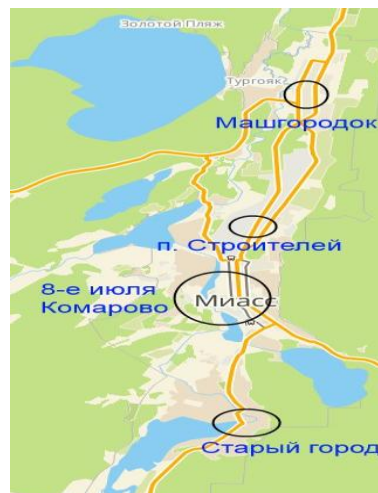
$L$  (км) – протяженность автомагистрали (или ее участка).

Для моделирования границ участков с превышением ПДК по веществам, содержащихся в выхлопных газах, определяли длину ( $V$ ):

$$V = \frac{M_{ki}^{П} \times 10^5}{ПДК \times L \times h}, \quad (2)$$

условного эллиптического цилиндра шириной ( $L$ ) равной длине исследуемого участка. За высоту ( $h$ ) фигуры брали среднюю высоту пятиэтажного дома для районов города с высотными застройками, и высоту двухэтажного дома, для районов с преобладанием частного сектора. Объем цилиндра рассчитывали исходя из ПДК по конкретному веществу, время выделения газов взяли равным 8 часам.

Для определения количества машин проходящих за единицу времени через фиксированную длину участка в городе было выбрано пять точек согласно рисунку.



Точки подсчета количества машин  
на территории города

На основании проведенных исследований были получены следующие результаты (табл. 1). При равной длине участков в районе ул. 8-е Июля и ул. Лихачева (район Комарово), на первом участке за счет разрешенного движения грузового автотранспорта выделение составляющих выхлопных газов значительно превышает показатели второго участка. Так, оксида углерода и диоксида азота в районе ул. 8-е Июля выделяется в среднем на 44,5 % больше чем в районе Комарово, формальдегида – на 80 %, бенз(а)пирена – на 51 %.

Таблица 1  
Выделение составляющих выхлопных газов в различных районах г. Миасса

Район города	Выделение, г/с				
	Оксид углерода	Диоксид азота	Диоксид серы	Формальдегид	Бенз(а)пирен, 10 <sup>-6</sup>
8-е Июля	1,58	0,142	0,0109	0,00143	0,148
Комарово	0,885	0,077	0,00318	0,00028	0,075
Старый город	2,44	0,172	0,00796	0,00074	0,191
Строителей	0,618	0,0472	0,00206	0,00019	0,0506
Машгородок	0,416	0,0312	0,0014	0,00013	0,0332

Наибольшее выделение составляющих выхлопных газов наблюдалось в районе Старого города, что так же вызвано большим количеством грузовых машин, проходящих по данной автомагистрали.

Значительное выделение выхлопных газов в исследуемых точках обуславливает покрытие ими большой зоны района г. Миасса с превышением ПДК (табл. 2)

Таблица 2  
Зона покрытия составляющих выхлопных газов с превышением ПДК в различных районах города

Составляющая	пдк, мг\м <sup>3</sup>	В,м				
		8-е Июля	Комарово	Старый город	Строителей	Машгородок
СО	3	309	637	2572	134	180
NO <sub>2</sub>	0,04	2054	4156	13600	767	1016
SO <sub>2</sub>	0,05	128	137	503	27	36
Формальдегид	0,003	280	201	780	41	56
Бенз(а)пирен	0,0000001	869	1626	6041	329	433

Из данных таблицы видно, что максимальная зона покрытия с превышением ПДК наблюдается в Старом городе, минимальная – в поселке строителей. На всех участках большую площадь загрязняет диоксид азота, далее в порядке уменьшения границы с превышением ПДК располагаются оксид углерода, бенз(а)пирен, формальдегид и диоксид серы.

Таким образом, результаты проведённых экспериментальных исследований показывают, что выделение составляющих выхлопных газов резко возрастает на магистралях с разрешенным движением грузового транспорта. Моделирование зон распространения газов в окружающей среде с превышением ПДК показывает, что максимальную площадь займут такие газы диоксид азота и бенз(а)пирен. Для снижения негативного воздействия на жителей города можно предложить строительство объездной дороги для грузового транспорта.

#### Библиографический список

1. Лазарев, Н.В. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3 т. Т. 1: Вредные вещества в промышленности / Н.В. Лазарев. – 7-е изд., перераб. и доп. – Л.: «Химия», 1976. – 571 с.
2. Лазарев, Н.В. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3 т. Т. 3: Вредные вещества в промышленности / Н.В. Лазарев. – 7-е изд., перераб. и доп. – Л.: «Химия», 1976. – 593 с.
3. Лобанов, А.И. Оценка воздействия выбросов автотранспортных средств на воздушную среду города и их минимизация: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.И. Лобанов. – Красноярск, 2004. – 19 с.
4. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – URL: [http://www.info-sait.ru/norma\\_doc/45/45343/index.html](http://www.info-sait.ru/norma_doc/45/45343/index.html).
5. Статистические данные ГИБДД РФ. – URL: <http://www.gibdd.ru/stat>.
6. Сюй, Вэньин Выбросы автотранспорта и транспортный шум как факторы риска для здоровья населения мегаполисов: автореф. дис. ... канд. тех. наук / Вэньин Сюй. – М., 1999. – 19 с.
7. Тишкин, С.А. Оценка влияния вредных выбросов грузового автотранспорта на экологическую обстановку в районе его действия: автореф. дис. ... канд. тех. наук / С.А. Тишкин. – М., 2012. – 19 с.
8. Токсикологическая характеристика бенз(а)пирена. – URL: <http://ru.wikipedia.org>.

[К содержанию](#)