

## Работа 1. Расчет токсичных выбросов в атмосферу при эксплуатации

Цель работы – познакомиться с методикой расчета выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) при эксплуатации автомобилей.

В работе определяют мощность эмиссии загрязняющих веществ  $q_i$ , мг/м·с, рассчитывают концентрации загрязняющих веществ на различном расстоянии от дороги  $C$ , мг/м<sup>3</sup>, строятся графики зависимости изменения концентрации ЗВ при удалении от кромки дороги  $l$ , м.

### 1.1. Методика расчета

Основными токсичными компонентами отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автотранспорта являются оксиды углерода, азота и углеводородов. Оценку уровня загрязнения воздушной среды отработавшими газами следует производить на основе расчета. Методика расчета включает поэтапное определение мощностей эмиссии (выбросов) отработавших газов и концентраций этих газов в воздухе на различном удалении от дороги, а затем сравнение полученных данных с ПДК данных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. При расчете выбросов учитываются различные типы автотранспортных средств и конкретные дорожные условия.

Расчет выполняют в следующей последовательности:

1. Определяют мощность эмиссии  $q_i$ , мг/м·с, загрязняющих веществ отдельно для каждого компонента (окиси углерода, оксидов азота, углеводородов) на конкретном участке дороги по формуле:

$$q_i = 0,206 \cdot m \cdot [\sum (G_{ik} \cdot N_{ik} \cdot K_k) + \sum (G_{id} \cdot N_{id} \cdot K_d)] \quad (1.1)$$

где  $m$  – коэффициент, учитывающий дорожные и транспортные условия, принимается по графику на рис. 1.1 в зависимости от средней скорости транспортного потока  $V$ , км/ч;

$G_{ik}$  – средний эксплуатационный расход топлива для данного типа карбюраторных автомобилей, принимается по табл. 1.1, л/км;  $G_{id}$  – то же для дизельных автомобилей, л/км;

$N_{ik}$  – интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./ч;  $N_{id}$  – то же дизельных автомобилей, авт./ч;

$K_k$  и  $K_d$  – коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения: с карбюраторными и дизельными типами ДВС, соответственно, по таблице 1.2.

2. Рассчитывают концентрации токсичных компонентов отработавших газов в атмосферном воздухе  $C_j$ , мг/м<sup>3</sup>, на различном удалении от дороги  $l$ , используя модель Гауссова распределения примесей в атмосфере на небольших высотах, по формуле:

$$C_j = \frac{2q_j}{\sqrt{2\pi} \cdot \sin \varphi \cdot v_a \cdot \delta} + F_j \quad (1.2)$$

где  $\delta$  – стандартное отклонение Гауссова рассеивания в вертикальном направлении по табл. 1.3, м;  $v_a$  – скорость ветра, преобладающего в расчетный период, м/с,  $\varphi$  – угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги (при угле менее 30° принять равным 0,5);  $F_j$  – фоновая концентрация загрязнения воздуха, мг/м<sup>3</sup>.

3. Результаты расчета сопоставляют с ПДК, установленными для токсичных составляющих отработавших газов тепловых двигателей в воздухе населенных мест, которые приведены в табл. 1.4.

### 1.2. Задание на расчет

Определить уровни загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода, оксидами азота и углеводородами в солнечную и дождливую погоду в расчетном поперечнике на расстояниях  $l$  от кромки автомобильной дороги, указанных в табл. 1.6. Выбрать защитные



мероприятия по снижению концентрации ЗВ в зоне жилой застройки, удаленной на расстояние  $l$ , м, от дороги, до допустимого уровня, если скорость господствующего ветра составляет 3 м/с. Сведения о фоновых концентрациях отсутствуют ( $C_{ф} = 0$ ).

Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.6., а именно: интенсивность движения автотранспорта  $N$ , авт./ч; шифры типов автомобилей (1..6) соответствуют принятым в табл. 1.1; средняя скорость потока движения  $V$ , км/ч; угол направления ветра к оси трассы  $\varphi$ , град.

### 1.3. Методические указания по выполнению задания и анализу результатов расчета

Перед началом выполнения задания студент должен внимательно изучить методику расчета токсичных выбросов при эксплуатации автомобилей, изложенную в подразделе 1.1.

При выполнении задания сначала он определяет мощность эмиссии каждого компонента ЗВ на конкретном участке дороги по формуле (1.1), а затем рассчитывает концентрации каждого компонента ЗВ на различном удалении от дороги в поперечном направлении и в зоне жилой застройки по формуле (1.2).

По полученным результатам студент строит графики загрязненности воздуха придорожной зоны токсичными компонентами отработавших газов и сравнивает их с величинами ПДК (табл. 1.5). С помощью этих графиков он определяет концентрации ЗВ и на границе жилой застройки. В случае превышения ПДК ему следует дать рекомендации по нормализации концентраций ЗВ в жилой зоне в соответствии с положениями, изложенными в подразделах 1.1 и 1.4

### 1.4. Инженерные решения по результатам расчета

Инженерные решения по результатам расчета, направленные на снижение концентрации токсичных компонентов отработавших газов в зоне влияния дороги, следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения следующих вариантов защитных мероприятий:

- 1) изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока (при расширении дороги в 2 раза скорость потока условно увеличивается в 2 раза);
- 2) ограничения движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени (при ограничении движения группы автомобилей она не учитывается в формуле 1.1.);
- 3) усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными ДВС в целях минимизации токсичных выбросов;
- 4) применение неэтилированного бензина и каталитического дожигания выхлопных газов карбюраторных ДВС;
- 5) устройство защитных сооружений.

Главным критерием при таком сравнении служит уменьшение концентрации ЗВ в расчетных точках при наименьших приведенных затратах на обустройство 1 км дороги, достигнутое без снижения ее пропускной способности. Наиболее эффективными, с позиций экологии, не требующими значительных капитальных вложений на реконструкцию дорожной сети, являются первый и пятый варианты защитных мероприятий. Второй и третий варианты относятся к организационным мероприятиям, не требуют больших капитальных затрат, но дают значительно меньший экологический эффект. Реализация второго варианта ведет к преднамеренному снижению интенсивности движения по сравнению с проектной. Внедрение четвертого варианта по всей территории РФ будет возможно лишь после внедрения новых стандартов на автомобильные бензины и повсеместного контроля за их соблюдением. Поэтому защитные мероприятия необходимо применять в комплексе и с учетом специфики местных условий.



В итоговом заключении студент приводит основные выводы по расчету концентраций токсичных выбросов в атмосфере при эксплуатации автомобилей и предлагает экономически и экологически целесообразные природоохранные мероприятия.

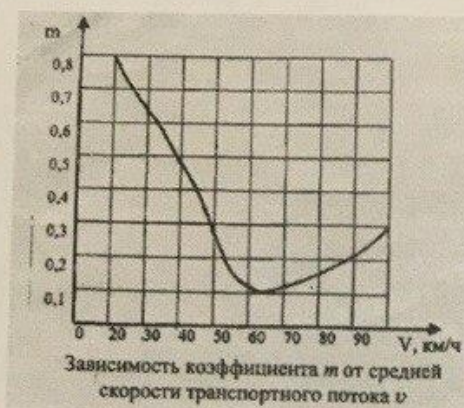


рисунок 1.1.

Средние эксплуатационные нормы расхода топлива в л на 1 км пути

Тип автомобиля	Значение $G$ , л/км
1. Легковые автомобили	0,11
2. Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 6 тонн)	0,16
3. Грузовые автомобили карбюраторные (6 тонн и более)	0,33
4. Грузовые автомобили дизельные	0,34
5. Автобусы карбюраторные	0,37
6. Автобусы дизельные	0,28

Табл. 1.1.

Значение коэффициентов  $K_k$  и  $K_d$

Вид выбросов	Тип ДВС	
	Карбюраторный	Дизельный
Окись углерода	0,6	0,14
Углеводороды	0,12	0,037
Оксиды азота	0,06	0,015

Табл. 1.2.

Значение стандартного Гауссова отклонения от состояние погоды на различном удалении от кромки дороги

Состояние погоды	Величина $\delta$ при удалении $l$ от кромки проезжей части, м								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Дождливая	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Солнечная	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Табл. 1.3.

Снижение концентрации ЗВ различными мероприятиями

Мероприятия	Снижение концентрации, %
1	2
1. Один ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5 м на полосе газона 3...4 м	10
2. Два ряда деревьев без кустарника на газоне 8...10 м	15
3. Два ряда деревьев с кустарником на газоне 10...12 м	30
4. Три ряда деревьев с двумя рядами кустарника на полосе газона 15...20 м	40
5. Четыре ряда деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе газона 25...30 м	50
6. Сплошные экраны, стены зданий высотой более 5 м от уровня проезжей части	70

Табл. 1.4.

Табл. 1.5.

ПДК отработавших газов в воздухе населенных мест		
Вид вещества	Класс опасности	Среднесуточные ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Оксид углерода	4	3,0
Углеводороды	3	1,5
Оксиды азота	2	0,04

Табл. 1.6.

Вариант	N <sub>а</sub> авт/ч	Распределение автомобилей по типам, %						V, км/ч	φ, град	l, м
		1	2	3	4	5	6			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1000	40	5	25	20	5	5	20	20	50
2	2000	35	5	30	20	5	5	25	30	60
3	3000	45	10	15	15	5	10	30	35	80
4	4000	30	15	15	20	10	10	35	40	100
5	500	40	10	15	20	5	10	40	45	50
6	600	20	20	20	20	10	10	45	25	60
7	700	50	5	25	15	0	5	50	50	70
8	800	40	10	10	25	5	10	55	55	80
9	900	45	10	15	20	5	5	60	60	60
10	1000	25	25	25	20	0	5	60	65	50
11	1100	40	20	25	5	5	5	55	70	60
12	1200	40	5	25	20	5	5	50	75	70
13	1300	35	5	30	20	5	5	45	80	80
14	1400	45	10	15	15	5	10	40	85	60
15	1500	30	15	15	20	10	10	35	20	100
16	1000	40	10	15	20	5	10	30	25	80
17	200	20	20	20	20	10	10	70	80	40
18	300	50	5	25	10	5	5	80	75	50
19	400	40	10	10	25	5	10	60	70	50
20	500	45	10	15	20	5	10	55	65	40
21	600	25	25	20	20	5	5	45	60	50
22	700	40	5	25	20	5	5	30	55	60
23	800	35	5	30	20	5	5	40	50	70
24	900	45	15	10	15	5	10	30	45	80
25	100	20	20	20	20	10	10	30	90	40