

Практическое занятие № 5 РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА

Имеется участок автомагистрали длиной 500 м, на котором расположен регулируемый пешеходный переход. Объем воздуха вблизи участка дороги составляет примерно 100 000 м³.

В таблице 1 указано количество легковых автомобилей (*X*), микроавтобусов (*Y*), грузовых автомобилей, работающих на дизельном топливе (*Z*), проезжающих через фиксированное сечение автомагистрали в обоих направлениях по всем полосам движения за 20 мин. Средняя скорость движения автотранспортного потока *V*, км/час.

За 20 мин 20 раз загорается запрещающий и разрешающий сигнал светофора, длительностью 20 сек и 40 сек соответственно. На каждый запрещающий сигнал светофора останавливаются *A* легковых автомобилей, *B* микроавтобусов, *C* грузовых автомобилей, работающих на дизельном топливе.

Исходные данные

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>X</i>	100	75	90	100	85	75	75	80	90	50	45	90	80	65	75
<i>Y</i>	40	20	35	25	45	20	20	50	60	30	55	10	30	35	45
<i>Z</i>	5	3	7	4	6	2	4	6	15	5	2	10	4	8	10
<i>V</i>	45	50	40	55	45	60	50	40	35	50	55	60	65	55	50
<i>A</i>	22	25	29	32	35	38	41	44	38	30	23	26	30	36	39
<i>B</i>	9	12	16	19	22	25	28	31	35	37	10	13	17	23	26
<i>C</i>	1	4	8	11	14	17	20	23	27	29	2	5	9	15	18
Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>X</i>	90	75	65	40	40	35	90	60	30	20	50	40	20	70	40
<i>Y</i>	15	42	21	36	24	49	24	28	57	68	34	59	13	37	39
<i>Z</i>	2	6	4	9	4	7	2	8	6	12	5	4	7	9	2
<i>V</i>	60	45	50	40	55	45	60	50	40	35	50	55	60	65	55
<i>A</i>	42	45	47	24	27	31	34	40	24	21	28	33	17	46	31
<i>B</i>	29	32	34	11	14	18	21	27	30	36	15	20	24	33	38
<i>C</i>	21	24	26	3	6	10	13	19	22	28	7	12	16	25	30

1. Определить среднесуточную концентрацию ($C_{с.с.}$, мг/м³) загрязняющих веществ (СО, NO₂, C_xH_y, сажа, SO₂, формальдегид, соединения свинца, бенз(а)пирен) в атмосферном воздухе на заданном участке. Полученные данные представить в таблице 2.
2. Сопоставьте полученные результаты с ПДК каждого из вредных веществ и сделайте вывод о степени антропогенного загрязнения атмосферы исследованного района. Величины ПДК_{с.с.} в атмосферном воздухе населенных мест регламентируются гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
3. Сделайте вывод по проведенным расчетам и предложите мероприятия по уменьшению выбросов автотранспорта.

Выбросы загрязняющих веществ автотранспортом на автомагистрали с регулируемым переходом

Выбросы загрязняющих веществ	СО	NO ₂	C _x H _y	Сажа	SO ₂	Формаль-дегид	Бенз(а)-пирен	Соединения свинца
M_{Li} , г/мин								
M_{Pi} , г/мин								
M_i , г/мин								
$C_{с.с.}$, мг/м ³								
ПДК _{с.с.} , мг/м ³	3	0,04	300	0,05	0,05	0,003	$1 \cdot 10^{-6}$	0,00004

Методические указания

Основная причина загрязнения воздуха разнообразными двигателями, использующими в качестве топлива продукты нефтепереработки, заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Основными загрязняющими веществами, входящими в состав выхлопных газов практически всех двигателей, являются СО, C_xH_y, NO_x. При определенных условиях в выхлопных газах содержатся также SO₂, сажа, бенз(а)пирен, соединения свинца.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора. Поэтому, для автомагистрали (или ее участка) с повышенной интенсивностью движения целесообразно дополнительно учитывать выброс автотранспорта в районе перекрестка.

Таким образом, для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс i -го загрязняющего вещества M_i будет равен:

$$M_i = M_{Li} + M_{Pi}, \quad (1)$$

где M_{Li} , г/мин – выброс i -го загрязняющего вещества автотранспортным потоком, движущимся через фиксированное сечение автомагистрали в обоих направлениях по всем полосам движения, M_{Pi} , г/мин – выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора.

Выброс i -го загрязняющего вещества M_{Li} , г/мин движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле:

$$M_{Li} = \frac{Lr_i \sum_{k=1}^n M_{k,i}^n G_k}{t}, \quad (2)$$

где $M_{k,i}^n$, г/км – пробеговый выброс i -го вредного вещества автомобилями k -й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по таблице 3;

k – количество групп автомобилей;

G_k – количество автомобилей каждой из k групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

r_i – поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока, определяемый по таблице 4;

L , км – протяженность участка автомагистрали;

t , мин – время проведения замеров, n – количество групп автомобилей.

Значения пробеговых выбросов $M_{k,i}^{\Pi}$, г/км для различных групп автомобилей

Таблица 3

№ группы автомобилей	СО	NO _x (в пересчете на NO ₂)	C _x H _y	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
I	19,0	1,8	2,1	–	0,065	0,006	0,019	1,7×10 ⁻⁶
Ид	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003	–	–
II	69,4	2,9	11,5	–	0,20	0,020	0,026	4,5×10 ⁻⁶
III	75,0	5,2	13,4	–	0,22	0,022	0,033	6,3×10 ⁻⁶
IV	97,6	5,3	13,4	–	0,32	0,03	0,041	6,4×10 ⁻⁶
V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	–	6,5×10 ⁻⁶
VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	–	6,7×10 ⁻⁶
VII	39,0	2,6	1,3*	–	0,18	0,002	–	2,0×10 ⁻⁶

* значение выброса за вычетом метана.

Группы автомобилей:

I. Легковые, из них отдельно легковые и легковые дизельные автомобили;

II. Грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (УАЗ, «Газель», РАФ и др.);

III. Грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛ, Урал и др.);

IV. Автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ);

V. Грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ);

VI. Автобусы дизельные (городские и интуристовские «Икарусы»);

VII. Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе.

Значения коэффициентов r_i , учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

Таблица 4

	Скорость движения (V , км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
r_i	1,35	1,28	1,2	1,1	1,0	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение r_i принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час.

Выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора $M_{\Pi i}$, г/мин определяется по формуле:

$$M_{\Pi i} = \frac{PN_{\Pi} \sum_{k=1}^n M'_{\Pi k, i} G_k}{t}$$

где P , мин – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора, включая желтый цвет; t – время проведения замеров,

N_{Π} – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$M'_{pk,i}$, г/мин – удельный выброс i -го загрязняющего вещества автомобилями k -ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора, определяемый по таблице 5;

G_k – количество автомобилей k группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце цикла запрещающего сигнала светофора.

Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

$$M'_{pk,i}, \text{ г/мин}$$

Таблица 5

№ группы автомобилей	СО	NO _x (в пересчете на NO ₂)	C _x H _y	Сажа	SO ₂	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
I	3,5	0,05	0,25	–	0,01	0,0008	0,0044	$2,0 \times 10^{-6}$
II	6,3	0,075	1,0	–	0,02	0,0015	0,0047	$4,0 \times 10^{-6}$
III	18,4	0,2	2,96	–	0,028	0,006	0,0075	$4,4 \times 10^{-6}$
IV	16,1	0,16	2,64	–	0,03	0,012	0,0075	$4,5 \times 10^{-6}$
V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	–	$6,3 \times 10^{-6}$
VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	–	$6,4 \times 10^{-6}$
VII	6,44	0,09	0,26*	–	0,01	0,0004	–	$3,6 \times 10^{-6}$

Среднесуточная концентрацию загрязняющего вещества $C_{c.ci}$, мг/м³ в атмосферном воздухе района определяется по формуле:

$$C_{c.ci} = \frac{M_i t_{\text{сут}}}{V_{\text{возд}}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{сут}}$ – количество минут в сутках. **Обратите внимание, что при подстановке в формулу (3) M_i необходимо привести к мг/мин.**