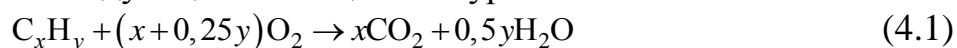


#### 4. Расчёт выбросов загрязняющих веществ двигателями автотранспорта

Основная причина загрязнения воздуха двигателями, использующими в качестве топлива продукты нефтепереработки, заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Камера сгорания двигателя – своеобразный химический реактор, синтезирующий загрязняющие вещества, выделяющиеся с выхлопными газами в атмосферу.

Основная химическая реакция, протекающая в процессе сгорания топлива, может быть представлена следующим обобщенным уравнением



где  $C_xH_y$  – условное обозначение гаммы углеводородов, входящих в состав топлива.

Однако эта реакция не проходит полностью даже при стехиометрическом соотношении исходных компонентов. Основными загрязняющими веществами, входящими в состав выхлопных газов практически всех двигателей, являются CO,  $C_nH_m$ ,  $NO_x$ . При определенных условиях в выхлопных газах содержатся также  $SO_2$ , сажа, бензапирен, соединения свинца.

Выбросы загрязняющих веществ двигателями автотранспорта осуществляются на следующих основных этапах его работы: прогрев двигателя, холостой ход, пробег по территории предприятия и движение по трассе.

Удельные выбросы загрязняющих веществ двигателями автотранспорта зависят от категории автомобилей, их грузоподъемности, типа двигателя, используемого топлива, организации контроля содержания загрязняющих веществ в отработавших газах, периода года.

Выделяют холодный, теплый и переходный периоды года, отличающиеся величиной среднемесячной температуры. Месяцы, в которых среднемесячная температура ниже  $-5^\circ C$ , относятся к холодному периоду; месяцы со среднемесячной температурой выше  $+5^\circ C$  – к теплomu периоду, а с температурой от  $-5^\circ C$  до  $+5^\circ C$  – к переходному периоду. Для разных климатических зон продолжительность условных периодов разная и определяется согласно СНиП 2.01.01-82.

Влияние периода года учитывается только для выезжающих с открытых стоянок автомобилей. При хранении автомобилей на закрытых стоянках расчет годовых выбросов выполняется как для постоянно теплого периода года.

Пробег автомобиля по территории предприятия в день соответствует пути, проходимому от центра площадки-стоянки до ворот при въезде и выезде в сумме.

Массовый выброс продуктов неполного сгорания при прогреве двигателя – величина непостоянная, по мере прогрева выбросы CO,  $C_nH_m$  и сажи (C) уменьшаются, а выбросы  $NO_x$  незначительны. Удельные нормативные выбросы отражают интегральную оценку выбросов за это время.

Валовое выделение (в г/день) загрязняющего вещества одним автомобилем  $K$ -й группы в день при выезде с территории предприятия ( $M'_K$ ) и возврате ( $M''_K$ ) определяется по формулам

$$M'_K = g_{np}t_{np} + g_L L' + g_{xx}t_{xx}, \quad (4.2)$$

$$M''_K = g_L L'' + g_{xx} t_{xx}, \quad (4.3)$$

где  $g_{np}$  – удельное выделение загрязняющего вещества при прогреве двигателя автомобиля, г/мин;  $g_L$  – удельное выделение загрязняющего вещества при движении по территории, г/км;  $g_{xx}$  – удельное выделение загрязняющего вещества двигателем на холостом ходу, г/мин;  $L'(L'')$  – пробег по территории предприятия в день при выезде (возврате), км;  $t_{np}$  – время прогрева двигателя, мин;  $t_{xx}$  – время работы двигателя на холостом ходу, мин.

Величина  $t_{np}$  принимается одинаковой для различных типов автомобилей, но существенно зависит от температуры воздуха (см. табл.).

При хранении в помещении  $t_{np}$  равно 0,5 мин. При наличии средств прогрева при температуре ниже минус 5°C  $t_{np}$  равно 6 мин.

Температура воздуха, °C	$t_{np}$ , мин
выше +5	4
+5..... –5	6
–5.....–10	12
–10.....–15	20
–15.....–20	28
–20.....–25	36
ниже –25	45

Продолжительность работы двигателя на холостом ходу при выезде на линию (возврате) в среднем составляет 1 мин.

Валовое выделение (в т/год) загрязняющего вещества от группы из  $N$  штук автомобилей рассчитывается отдельно для теплого (Т), переходного (П) и холодного (Х) периодов года по следующей формуле

$$M^{T(P,X)} = \alpha (M'_K + M''_K) N D^{T(P,X)} \cdot 10^{-6}, \quad (4.4)$$

где  $\alpha$  – коэффициент выпуска – отношение количества выезжающих с территории предприятия к количеству имеющихся автомобилей данной группы;  $D^{T(P,X)}$  – количество рабочих дней в рассчитываемом периоде года (холодном, теплом, переходном).

Общее (годовое) валовое выделение загрязняющего вещества определяется суммированием по формуле:

$$M^\Sigma = M^T + M^P + M^X. \quad (4.5)$$

Максимально разовое выделение (в г/с) загрязняющего вещества автомобилей  $K$ -й группы рассчитывается для месяца с наиболее низкой среднемесячной температурой по формуле

$$G = M'_K \alpha N / (60 t_p) \quad (4.6)$$

где  $t_p$  – время разъезда автомобилей, мин.

## ПРИМЕРЫ 4.

**ПРИМЕР 4.1.** Калужский молокозавод имеет один грузовой автомобиль ГАЗ-51, место стоянки которого находится в 100 м от въездных ворот и 30 м от выездных ворот. Автомобиль выезжает с территории и въезжает один раз в день.

Определить валовый выброс загрязняющих веществ за 20 отработанных дней в июле.

*Решение.* Удельные выделения загрязняющих веществ автомобиля с карбюраторным двигателем, грузоподъемностью от 1 до 3 т в июле (теплый период года) представлены в таблице:

Удельное выделение загрязняющих веществ	$CO$	$C_nH_m$	$NO_x$	$SO_2$
при прогреве двигателя, г/мин	8,1	1,6	0,1	0,016
при пробеге по территории, г/км	27,6	4,9	0,6	0,1
на холостом ходу, г/мин	8,1	1,6	0,1	0,016

1). По уравнению (4.2) валовое выделение загрязняющих веществ одним автомобилем при однократном выезде с территории:

2). По уравнению (4.3) валовое выделение загрязняющих веществ одним автомобилем при однократном въезде на территорию:

3). В данном случае валовый выброс загрязняющих веществ равен валовому выделению и за весь месяц составит:

**ПРИМЕР 4.2.** Определить годовой валовый выброс оксида углерода от 20 автобусов Икарус-250 Домодедовского автобусного парка при ежедневной работе с коэффициентом выпуска на линию равным 0,7. Расстояние от центра открытой стоянки до ворот 230 м.

*Решение.* Удельные выделения CO автобусов большого класса с дизельными двигателями по периодам года составляют:

Период года	теплый	переходный	холодный
при прогреве двигателя, г/мин	4,6	8,01	8,9
при пробеге по территории, г/км	5,1	5,58	6,2
на холостом ходу, г/мин	4,6		

Длительность периодов года для Москвы и Московской области: теплый – 6 месяцев (183 дня); переходный – 3 месяца (92 дня); холодный – 3 месяца (90 дней).

1). По уравнению (4.2) для одного автобуса валовое выделение за день при выезде составляет:

А). в теплый период

- Б). в переходный период
- В). в холодный период

2). По уравнению (4.3) для одного автобуса валовое выделение за день при возврате составляет:

- А). в теплый период
- Б). в переходный период
- В). в холодный период

3). По уравнению (4.4) в данном случае валовый выброс равен валовому выделению и по периодам года составляет:

- А). в теплый период
- Б). в переходный период
- В). в холодный период

4). По уравнению (4.5) определяем общий (годовой) валовый выброс оксида углерода:

*ПРИМЕР 4.3.* Определить максимально разовое выделение оксида углерода для предприятия, описанного в предыдущем примере, при времени разезда автобусов – 30 мин.

*Решение.*

- 1). По уравнению (4.6) максимально разовое выделение СО в холодный период:

*ПРИМЕР 4.4.* Архангельский таксопарк выпускает на линию ежедневно 68 легковых автомобилей из 95 имеющихся. Расстояние от ворот до центра крытой стоянки 30 м. Время разезда 45 мин.

Определить валовый и максимально разовый выбросы в атмосферу оксидов азота общей вытяжной вентиляционной системой крытой стоянки.

*Решение.* Удельные выделения  $\text{NO}_x$  легковых автомобилей, использующих в качестве топлива бензин, при хранении в помещении принимаются как для теплого периода и составляют: при прогреве двигателя – 0,05 г/мин; при пробеге по территории – 0,4 г/км; на холостом ходу – 0,05 г/мин.

1). По уравнению (4.2) валовое выделение для одного легкового автомобиля за день при выезде составляет:

2). По уравнению (4.3) валовое выделение для одного легкового автомобиля за день при возврате на стоянку:

3). По уравнению (4.4) валовый выброс равный, в данном случае, валовому выделению за год при коэффициенте выпуска  $\alpha = 68/95 = 0,716$

4). По уравнению (4.6) максимально разовый выброс  $\text{NO}_x$ , в данном случае также равный максимально разовому выделению: