

## **Расчет выбросов газообразных загрязняющих веществ в атмосферу, городской полигон ТБО**

В толще твердых бытовых и промышленных отходов, захороненных на полигонах, под воздействием микрофлоры происходит биотермический анаэробный распад органической составляющей отходов. Конечным продуктом этого распада является биогаз, основную объемную массу которого составляет метан и диоксид углерода.

Количественный и качественный состав биогаза зависит от многих факторов, в том числе, от климатических и геологических условий места расположения полигона, состава завозимых отходов, условий складирования и т.д.

В качестве исходных данных для расчета выбросов газообразных загрязняющих веществ в атмосферу принимают: климатические условия, сроки эксплуатации полигона, количество завозимых отходов, содержание жироподобных, углеводородных и белковых веществ в органике отходов.

Расчет проведен на основе методики расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов.

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу, приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 - Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу

код	Загрязняющее вещество наименование	Максимально разовый вы- брос, г/с	Годовой выброс, т/год
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,7186871	13,802108
303	Аммиак	3,4380295	66,026035
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,4533098	8,70564
333	Дигидросульфид (Сероводород)	0,1683132	3,23239
337	Углерод оксид	1,6253066	31,213389
410	Метан	341,28755	6554,2961
616	Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	2,8551289	54,831652
621	Метилбензол (Толуол)	4,6616562	89,525314
627	Этилбензол	0,6149111	11,809132
1325	Формальдегид	0,621623	11,938031

Исходные данные для расчета выделений загрязняющих веществ приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - Исходные данные для расчета

Наимено- вание	Расчётный параметр		
	характеристика, обозначение	единица	значение
<b>Полигон ТБО</b>			
Концентрации компонентов в биогазе, $C_i$ :			
	301. Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	мг/м <sup>3</sup>	1392
	303. Аммиак	мг/м <sup>3</sup>	6659
	330. Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	мг/м <sup>3</sup>	878
	333. Дигидросульфид (Сероводород)	мг/м <sup>3</sup>	326
	337. Углерод оксид	мг/м <sup>3</sup>	3148
	410. Метан	мг/м <sup>3</sup>	661028
	616. Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м-, п-)	мг/м <sup>3</sup>	5530
	621. Метилбензол (Толуол)	мг/м <sup>3</sup>	9029
	627. Этилбензол	мг/м <sup>3</sup>	1191
	1325. Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	1204
<b>Тестовый набор метеоданных</b>			
	Средняя температура	°С	11,67
	Количество теплых дней ( $t > 8^{\circ}\text{C}$ )	-	153
	Количество теплых месяцев ( $t > 8^{\circ}\text{C}$ )	-	5
	Количество холодных дней ( $0^{\circ}\text{C} < t \leq 8^{\circ}\text{C}$ )	-	91
	Количество холодных месяцев ( $0^{\circ}\text{C} < t \leq 8^{\circ}\text{C}$ )	-	3
<b>Параметры полигона</b>			
	Период функционирования полигона	лет	37
	Количество отходов в год	т	274656
	Органические составляющие	%	33,38
	Жироподобные вещества	%	0,67
	Углеводородные вещества	%	27,71

Продолжение таблицы 1.1.2

Наименование	Расчётный параметр		
	характеристика, обозначение	единица	значение
Белковые вещества		%	5
Влажность		%	47

Удельный выход биогаза за период его активного выделения определяется по формуле (1.1.1):

$$Q_w = 10^{-6} \cdot R \cdot (100 - W) \cdot (0,92 \cdot Ж + 0,62 \cdot У + 0,34 \cdot Б), \text{ кг/кг} \quad (1.1.1)$$

где  $R$  - содержание органической составляющей в отходах, %;

$W$  - средняя влажность отходов, %;

$Ж$  - содержание жироподобных веществ в органике отходов, %;

$У$  - содержание углеводородных веществ в органике отходов, %;

$Б$  - содержание белковых веществ в органике отходов, %.

Период активного выделения биогаза определяется по формуле (1.1.2):

$$t_{сбр.} = 10248 / (T_{тепл.} \cdot t_{ср. темп.}^{0,301966}), \text{ лет} \quad (1.1.2)$$

где  $T_{тепл.}$  - продолжительность теплого периода года ( $t > 0^\circ\text{C}$ ) в районе полигона ТБО и ПО, дней;

$t_{ср. темп.}$  - средняя из среднемесячных температура воздуха (учитываются месяцы со среднемесячной температурой выше  $0^\circ\text{C}$ ),  $^\circ\text{C}$ .

Если рассчитанный по формуле (1.1.2) период активного выделения биогаза превышает 20 лет, то он принимается равным 20 годам.

Количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне захороненных отходов, определяется по формуле (1.1.3):

$$P_{уд.} = 10^3 \cdot Q_w / t_{сбр.}, \text{ кг/т} \quad (1.1.3)$$

Плотность биогаза определяется по формуле (1.1.4):

$$\rho_{б.з.} = 10^{-6} \cdot \sum C_i, \text{ кг/м}^3 \quad (1.1.4)$$

где  $C_i$  - концентрация компонентов в биогазе,  $\text{мг/м}^3$ .

Весовое процентное содержание  $i$ -го компонента в биогазе определяется по формуле (1.1.5):

$$C_{вес. i} = 10^{-4} \cdot C_i / \rho_{б.з.}, \% \quad (1.1.5)$$

Количество активных стабильно выделяющих биогаз отходов определяется по формуле (1.1.6):

$$D = (t_{сбр.} - 2) \cdot M, \text{ т} \quad (1.1.6)$$

где  $M$  - общее количество отходов,  $\text{т}$ .

Суммарный максимально-разовый выброс всех компонентов биогаза определяется по формуле (1.1.7):

$$M_{сум.} = K_{пер.} \cdot P_{уд.} \cdot D / (86,4 \cdot T_{тепл.}), \text{ г/с} \quad (1.1.7)$$

где  $K_{пер.}$  - коэффициент, принимаемый по Письму НИИ Атмосфера №07-2/248-а от 16.03.2007 г. равным 1,3 для случая когда измерения производились в переходном периоде и равным 1 для измерений теплого периода, дней;

$T_{тепл.}$  - продолжительность теплого периода года ( $t > 8^\circ\text{C}$ ) в районе полигона ТБО и ПО, дней.

Максимальный выброс  $i$ -го компонента биогаза определяется по формуле (1.1.8):

$$M_i = 10^{-2} \cdot M_{сум.} \cdot C_{вес. i}, \text{ г/с} \quad (1.1.8)$$

где  $C_{вес. i}$  – весовое процентное содержание  $i$ -го компонента в биогазе.

Суммарный валовый выброс всех компонентов биогаза определяется по формуле (1.1.9):

$$G_{сум.} = M_{сум.} \cdot 10^{-6} \cdot (a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / 12 + b \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / (12 \cdot 1,3)), m/год \quad (1.1.9)$$

где  $a$  - количество теплых месяцев (со средней температурой выше 8°C);

$b$  - количество месяцев со среднемесячной температурой от 0 до 8°C.

Валовый выброс  $i$ -го компонента биогаза определяется по формуле (1.1.10):

$$G_i = 10^{-2} \cdot G_{сум.} \cdot C_{вес. i}, m/год \quad (1.1.10)$$

Расчет годового и максимально разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведен ниже.

Уважаемый коллега, благодарю Вас за внимание к этому расчету.

Этот расчет первоначально был выложен мной на свой сайт, в раздел «Примеры расчетов для экологов»:

<http://eco-profi.info/index.php/eco-raschet.html>

С этой страницы Вы можете загрузить и другие примеры расчетов для экологов.

Если Вам требуется много примеров расчетов выбросов, то забирайте их здесь:

<http://prom-eco.info/product/sbornik-gotovyh-primerov-raschetov-vybrosov-zagryaznyayuschih-veschestv-v-atmosferu-ssylki-na-zagruzku-2>

В составе сборника Вы получите более 200 примеров расчетов выброса.

Если Вам нужно провести расчеты выбросов для своего предприятия (в рамках Инвентаризации источников выброса или в рамках проведения контроля), то напишите мне: [eco-profi@yandex.ru](mailto:eco-profi@yandex.ru) Возможно, я смогу Вам помочь.

Разрешается свободно распространять этот расчет в сети Интернет и иными способами, при условии сохранения авторского блока (т.е. этой страницы).

С уважением,  
Дмитрий Афанасьев  
2019 год.  
[eco-profi@yandex.ru](mailto:eco-profi@yandex.ru)