## 1.1 ИВ №4

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 ГКалл в час (с учетом методического письма НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17 мая 2000 г.)», Москва, 1999.

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

Таблица 1.1.1 - **Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу**

| Загрязняющее вещество | | Максимально разовый выброс, г/с | Годовой выброс, т/год |
| --- | --- | --- | --- |
| код | наименование |
| 301 | Азота диоксид (Азот (IV) оксид) | 0,0178227 | 0,3252556 |
| 304 | Азот (II) оксид (Азота оксид) | 0,0028962 | 0,052854 |
| 328 | Углерод (Сажа) | 0,124847 | 2,278458 |
| 337 | Углерод оксид | 0,39984 | 7,29708 |
| 703 | Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) | 0,0000002 | 0,0000043 |
| 2902 | Взвешенные вещества | 0,025 | 0,45625 |

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

Таблица 1.1.2 - **Исходные данные для расчета**

| Данные | Параметры | Коэффициенты | Одновременность |
| --- | --- | --- | --- |
| Буржуйка. Дрова. Расход: B' = 20 г/с, B = 365 т/год. Топка с неподвижной решеткой и ручным забросом топлива. | Рециркуляции нет. Объем сухих дымовых газов задается. Теплонапряжение зеркала горения рассчитывается. | Qr= 10,2 МДж/кг; F= 0,245602 м²; Ō'= 1; R6= 50 %; tн= 150 °С; R= 350; A= 1,5; Аун= 0,25; Sr'= 0 %; Sr= 0 %; q3= 2 %; q4= 2 %; Vсг= 4,07 м³/кг; α"т= 1,6; αт= 1,6; Ar'= 0,5 %; Ar= 0,5 %; q4ун= 2 %; | - |

Принятые условные обозначения, расчетные формулы, а также расчетные параметры и их обоснование приведены ниже.

**Твердое топливо.**

Оксиды азота.

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота ***NO****x* в пересчете на ***NO****2*(в *г/с*, *т/год*), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1.1.1):

***M****NOx* = ***B****p* · ***Q***r*i* · ***K***Т*NO2* · ***ß****r* · ***k****П* (1.1.1)

где ***B****p* - расчетный расход топлива, *г/с (т/год)*;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/кг*;

***K***Т*NO2* - удельный выброс оксидов азота при слоевом сжигании твердого топлива, *г/МДж*;

***ß****r* - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота;

***k****П* - коэффициент пересчета, ***k****П* = 10-3.

***B****p* определяется по формуле (1.1.2):

***B****p* = ***B*** · (1 - ***q****4* / 100) (1.1.2)

где ***B*** - фактический расход топлива на котел, *г/с (т/год)*;

***q****4* - потери тепла от механической неполноты сгорания, *%*.

Величина ***K***T*NO2* определяется по формуле (1.1.3):

***K***Т*NO2* = 11 · 10-3***α****Т* · (1 + 5,46 · (100 - ***R****6*) / 100) · 4√(***Q***r*i* · ***q****R*) (1.1.3)

где ***α****Т* - коэффициент избытка воздуха в топке;

***R****6* - характеристика гранулометрического состава угля - остаток на сите с размером ячеек 6 мм, *%*;

***q****R* - тепловое напряжение зеркала горения, *МВт/м²*.

Величина ***q****R* определяется по формуле (1.1.4):

***q****R* = ***Q****Т* / ***F*** (1.1.4)

где ***F*** - зеркало горения, *м²*.

Коэффициент ***ß****r* определяется по формуле (1.1.5):

***ß****r* = 1 - 0,075 · √***r*** (1.1.5)

где ***r*** - степень рециркуляции дымовых газов, *%*.

В связи с установленными раздельными ПДК для оксида и диоксида азота и с учетом трансформации оксида азота в атмосферном воздухе суммарные выбросы оксидов азота разделяются на составляющие по формулам (1.1.6 - 1.1.7):

***M****NO2* = 0,8 · ***M****NOx* (1.1.6)

***M****NO* = 0,13 · ***M****NOx* (1.1.7)

Оксиды серы.

Суммарное количество оксидов серы ***M****SO2*, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами ( *г/с*, *т/год*), вычисляются по формуле (1.1.8):

***M****SO2* = 0,02 · ***B*** · ***S***r · (1 - ***η’****SO2*) (1.1.8)

где ***B*** - расход натурального топлива за рассматриваемый период, *г/с (т/год)*;

***S***r - содержание серы в топливе на рабочую массу, *%*;

***η’****SO2* - доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле.

Оксиды углерода.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, *г/с (т/год)*, может быть выполнена по соотношению (1.1.9):

***M****CO* = 10-3 · ***B*** · ***C****CO* · (1 - ***q****4* / 100) (1.1.9)

где ***B*** - расход топлива, *г/с (т/год)*;

***C****CO* - выход оксида углерода при сжигании топлива, *г/кг*;

***q****4* - потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, *%*.

Параметр ***C****CO* определяется по формуле (1.1.10):

***C****CO* = ***q****3* · ***R*** · ***Q***r*i* (1.1.10)

где ***q****3* - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, *%*;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/кг*;

***R*** - коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода.

Твердые частицы.

Суммарное количество твердых частиц (летучей золы и несгоревшего топлива) ***M****тв*, поступающих в атмосферу с дымовыми газами котлов ( *г/с*, *т/год*), вычисляют по формуле (1.1.11):

***M****ТВ* = 0,01 · ***B*** · (***a****ун* · ***A***r + ***q****4* · ***Q***r*i* / 32,68) (1.1.11)

где ***B*** - расход натурального топлива, *г/с (т/год)*;

***A***r - зольность топлива на рабочую массу, *%*;

***a****ун* - доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе);

***q****4* - потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, *%*;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/кг*.

Количество летучей золы ***M****з* в *г/с (т/год)*, входящее в суммарное количество твердых частиц, уносимых в атмосферу, вычисляют по формуле (1.1.12):

***M****З* = 0,01 · ***B*** · ***a****ун* · ***A***r (1.1.12)

где ***B*** - расход натурального топлива, *г/с (т/год)*;

***A***r - зольность топлива на рабочую массу, *%*;

***a****ун* - доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе).

Количество коксовых остатков при сжигании твердого топлива ***M****к* в *г/с (т/год)*, образующихся в топке в результате механического недожога топлива и выбрасываемых в атмосферу, определяют по формуле (1.1.13):

***M****К* = ***M****ТВ* - ***M****З* (1.1.13)

Бенз(а)пирен.

Суммарное количество ***M****j* загрязняющего вещества ***j***, поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), определяется по формуле (1.1.14):

***М****j* = ***c****j* · ***V****сг* · ***B****р* · ***k****П* (1.1.14)

где ***c****j* - массовая концентрация загрязняющего вещества ***j*** в сухих дымовых газах при стандартном коэффициенте избытка воздуха ***α****0* = 1,4 и нормальных условиях, *мг/нм³*;

***V****сг* - объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании 1 *кг* топлива, при ***α****0* = 1,4 *нм³/кг* топлива;

***B****р* - расчетный расход топлива; при определении выбросов в *г/с* ***B****р* берется в *т/ч*; при определении выбросов в *т/г* ***B****р* берется в *т/год*;

***k****П* - коэффициент пересчета; при определении выбросов в *г/с*, ***k****П* = 0,278 · 10-3, при определении выбросов в *т/г*, ***k****П* = 10-6.

Концентрацию бенз(а)пирена в сухих дымовых газах котлов малой мощности при слоевом сжигании твердых топлив ***с****бп* ( *мг/нм³*), приведенную к избытку воздуха в газах ***α*** = 1,4, рассчитывают по формуле (1.1.15):

***с****бп* = 10-3 · (***A*** · ***Q***r*i* / ***e***2,5 · α’’т + ***R*** / ***t****н*) · ***K****Д* (1.1.15)

где ***A*** - коэффициент, характеризующий тип колосниковой решетки и вид топлива;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/кг*;

***R*** - коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов;

***t****н* - температура насыщения, *°C*;

***K****Д* - коэффициент, учитывающий нагрузку котла.

Коэффициент ***K****Д* определяется по формуле (1.1.16):

***K****Д* = (***D****Н* / ***D****Ф*)1,2 (1.1.16)

где ***D****Н* - номинальная нагрузка котла, *кг/с*;

***D****Ф* - фактическая нагрузка котла, *кг/с*.

Относительная нагрузка котла является отношением фактической его нагрузки к номинальной нагрузке и определяется по формуле (1.1.17):

***Ō'*** = ***D****Ф* / ***D****Н* (1.1.17)

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

Буржуйка

***B'****p* = 20 · (1 - 2 / 100) = 19,6 *г/с*;

***B****p* = 365 · (1 - 2 / 100) = 357,7 *т/год*;

***q'****R* = (19,6 · 10-3 · 10,2) / 0,245602 = 0,814 *МВт/м²*;

***q****R* = (357,7 / (5070 · 3600) · 103 · 10,2) / 0,245602 = 0,81391 *МВт/м²*;

***K'***т*NOx* = 11 · 10-3 · 1,6 · (1 + 5,46 · (100 - 50) / 100) · ⁴√(10,2 · 0,81391) = 0,1114335 *г/МДж*;

***K***т*NOx* = 11 · 10-3 · 1,6 · (1 + 5,46 · (100 - 50) / 100) · ⁴√(10,2 · 0,814) = 0,1114365 *г/МДж*;

***ß****r* = 1;

***K'****д* = (1 / 1)1,2 = 1;

***K****д* = (1 / 0,99989)1,2 = 1,000132;

***K****р* = 0 · 0 + 1 = 1;

***K****ст* = 0 / 14,22 + 1 = 1;

***C****CO* = 2 · 1 · 10,2 = 20,4 *г/кг*;

***C'****БП* = 10-3 · (1,5 · 10,2 / e2,5 · 1,6 + 350 / 150) · 1 = 0,0026136 *мг/нм³*;

***C****БП* = 10-3 · (1,5 · 10,2 / e2,5 · 1,6 + 350 / 150) · 1,000132 = 0,0026139 *мг/нм³*;

***M'***NOx*301* = 19,6 · 1 · 10,2 · 0,1114365 · 1 · 0,001 · 0,8 = 0,0178227 *г/с*;

***M***NOx*301* = 357,7 · 10,2 · 0,1114335 · 1 · 0,001 · 0,8 = 0,3252556 *т/год*.

***M'***NOx*304* = 19,6 · 1 · 10,2 · 0,1114365 · 1 · 0,001 · 0,13 = 0,0028962 *г/с*;

***M***NOx*304* = 357,7 · 10,2 · 0,1114335 · 1 · 0,001 · 0,13 = 0,052854 *т/год*.

***M'***KO*328* = 0,01 · 20 · (2 · 10,2 / 32,68) = 0,124847 *г/с*;

***M***KO*328* = 0,01 · 365 · (2 · 10,2 / 32,68) = 2,278458 *т/год*.

***M'***SO2*330* = 0,02 · 20 · 0 · (1 - 0,15) = 0 *г/с*;

***M***SO2*330* = 0,02 · 365 · 0 · (1 - 0,15) = 0 *т/год*.

***M'***CO*337* = 10-3 · 20 · 20,4 · (1 - 2 / 100) = 0,39984 *г/с*;

***M***CO*337* = 10-3 · 365 · 20,4 · (1 - 2 / 100) = 7,29708 *т/год*.

***M'***БП*703* = (0,0026136 · 1,6 / 1,4) · 4,07 · (19,6 · 3600 · 10-6) · 0,000278 = 0,0000002 *г/с*;

***M***БП*703* = (0,0026139 · 1,6 / 1,4) · 4,07 · 357,7 · 0,000001 = 0,0000043 *т/год*.

***M'***T*2902* = 0,01 · 20 · 0,25 · 0,5 = 0,025 *г/с*;

***M***T*2902* = 0,01 · 365 · 0,25 · 0,5 = 0,45625 *т/год*.