## 1.1 Котельные( отопительный) (ИЗА №2)Кот ел1

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) | 0,0568376 | 0,91645 |
| 304 | Азот (II) оксид (Азота оксид) | 0,0092361 | 0,148923 |
| 337 | Углерод оксид | 0,1345427 | 2,162179 |
| 703 | Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен) | 0,0000003 | 0,0000049 |

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 |
| --- | --- | --- | --- |
| Котлы КССУ. Природный газ, газопровод Ставрополь-Невинномыск-Грозный. Расход: B' = 39,363 л/с, B = 632,586 тыс. нм³/год. Камерная топка. Водогрейный котел. | Горелка дутьевая напорного типа: βк = 1. Котел работает в общем случае. Температура горячего воздуха (воздуха для дутья): tгв = 30°С. Доля воздуха подаваемого в промежуточную зону факела: δ = 0. Рециркуляции нет. Объем сухих дымовых газов задается. Теплонапряжение топочного объема рассчитывается. | Qr= 34,18 МДж/нм³; p= 0,6977 кг/нм³; Qн= 2,957884 МВт; βa= 1,225; βr= 0; βδ= 0; Vt= 0,4 м³; t= 4368 ч.; Sr'= 0,003 %; Sr= 0,003 %; q3= 0,2 %; q4= 0 %; Vсг= 10,108 м³/м³; α"т= 1,1; | - |

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

**Газообразное топливо, водогрейный котел.**

Оксиды азота.

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***r*NO2* · ***ß****к* · ***ß****t* · ***ß****α* · (1 - ***ß****r*) · (1 - ***ß****δ*) · ***k****П* (1.1.1)

где ***B****p* - расчетный расход топлива, *л/с (тыс. нм³/год)*;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/нм³*;

***K***r*NO2* - удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, *г/МДж*;

***ß****k* - безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки;

***ß****t* - безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения;

***ß****α* - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота;

***ß****r* - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота;

***ß****δ* - безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру;

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

Для водогрейных котлов ***K***г*NO2* считается по формуле (1.1.2):

***K***r*NO2* = 0,0113 · √***Q****Т* + 0,03 (1.1.2)

где ***Q****Т* - фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, *МВт*.

***Q****T* определяется по формуле (1.1.3):

***Q****Т* = ***B'****р* · ***Q***r*i* · ***k****П* (1.1.3)

где ***B****р* - расчетный расход топлива, *л/с*;

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/нм³*.

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

Коэффициент ***ß****t* определяется по формуле (1.1.4):

***ß****t* = 1 + 0,002 · (***t****гв* - 30) (1.1.4)

где ***t****гв* - температура горячего воздуха, *°С*.

При подаче газов рециркуляции в смеси с воздухом ***ß****r* определяется формулой (1.1.5):

***ß****r* = 0,16 · √***r*** (1.1.5)

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

Коэффициент ***ß****δ* определяется формулой (1.1.6):

***ß****δ* = 0,022 · ***δ*** (1.1.6)

где ***δ*** - доля воздуха, подаваемого в промежуточную зону факела (в процентах от общего количества организованного воздуха).

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 (1.1.7 - 1.1.8):

***M****NO2* = 0,8 · ***M****NOx* (1.1.7)

***M****NO* = 0,13 · ***M****NOx* (1.1.8)

Оксиды серы.

Суммарное количество оксидов серы ***M****SO2*, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами ( *г/с*, *т/год*), вычисляется по формуле (1.1.9):

***M****SO2* = 0,02 · ***B*** · ***ρ*** · ***S***r · (1 - ***η’****SO2*) (1.1.9)

где ***B*** - расход натурального топлива за рассматриваемый период, *л/с (тыс. нм³/год)*;

***ρ*** - плотность газообразного топлива, *кг/нм³*;

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

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

Оксид углерода.

При отсутствии данных инструментальных замеров оценка суммарного количества выбросов оксида углерода, *г/с (т/год)*, может быть выполнена по соотношению (1.1.10):

***M****CO* = 10-3 · ***B*** · ***C****CO* · (1 - ***q****4* / 100) (1.1.10)

где ***B*** - расход топлива, *л/с (тыс. нм³/год)*;

***C****CO* - выход оксида углерода при сжигании топлива, *г/нм³*;

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

Параметр ***C****CO* определяется по формуле (1.1.11):

***C****CO* = ***q****3* · ***R*** · ***Q***r*i* (1.1.11)

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

***Q***r*i* - низшая теплота сгорания топлива, *МДж/нм³*;

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

Бенз(а)пирен.

Суммарное количество ***M****j* загрязняющего вещества ***j***, поступающего в атмосферу с дымовыми газами (г/с, т/год), определяется по формуле (1.1.12):

***М****j* = ***c****j* · ***V****сг* · ***B****р* · ***k****П* (1.1.12)

***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 нм³* топлива, при ***α****0* = 1,4, *нм³/нм³* топлива;

***B****р* - расчетный расход топлива; при определении выбросов в *г/с*, ***B****р* берется в *тыс. нм³/ч*; при определении выбросов в *т/г*, ***B****р* берется в *тыс. нм³/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.

Расчетный расход топлива ***В****р*, *тыс. нм³/ч* или *тыс. нм³/год*, определяется по формуле (1.1.13):

***B****p* = (1 - ***q****4* / 100) · ***B*** (1.1.13)

где ***B*** - полный расход топлива на котел *тыс. нм³/ч* или *тыс. нм³/год*

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

Концентрация бенз(а)пирена, *мг/нм³*, в сухих продуктах сгорания природного газа на выходе из топочной зоны водогрейных котлов малой мощности определяется следующим образом:

для ***α’’****T* = 1,08 ÷ 1,25 по формуле (1.1.14):

***с***Г*бп* = 10-6 · (0,11 · ***q****v* - 7,0) · ***K****Д* · ***K****Р* · ***K****СТ* / ***e***3,5 · (α’’т - 1) (1.1.14)

для ***α’’****T* > 1,25 по формуле (1.1.15):

***с***Г*бп* = 10-6 · (0,13 · ***q****v* - 5,0) · ***K****Д* · ***K****Р* · ***K****СТ* / (1,3 · ***e***3,5 · (α’’т - 1)) (1.1.15)

где ***α’’****Т* - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;

***q****V* - теплонапряжение топочного объема, *кВт/м³*;

***K****Д* - коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

***K****Р* - коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания;

***K****СТ* - коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорании;

Для расчета максимальных и валовых выбросов концентрация бенз(а)пирена приводятся к избыткам воздуха ***α****0* = 1,4 по формуле (1.1.16):

***c****j* = ***c***Г*бп* · ***α''****T* / ***α****0* (1.1.16)

где ***α''****T* - коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки.

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

Котлы КССУ

***B'****p* = 39,363 · (1 - 0 / 100) = 39,363 *л/с*;

***B****p* = 632,586 · (1 - 0 / 100) = 632,586 *тыс. нм³/год*;

***Q'****T* = 39,363 · 10-3 · 34,18 = 1,345427 *МВт*;

***Q****T* = (632,586 / 4368 / 3600 · 106) · 10-3 · 34,18 = 1,375012 *МВт*;

***K'***г*NOx* = 0,0113 · √1,345427 + 0,03 = 0,0431072 *г/МДж*;

***K***г*NOx* = 0,0113 · √1,375012 + 0,03 = 0,0432505 *г/МДж*;

***ß****t* = 1 + 0,002 · (30 - 30) = 1;

***ß****r* = 0;

***ß****δ* = 0,022 · 0 = 0;

***K'****д* = 1,4 · (1,345427 / 2,957884)2 - 5,3 · 1,345427 / 2,957884 + 4,9 = 2,778893;

***K****д* = 1,4 · (1,375012 / 2,957884)2 - 5,3 · 1,375012 / 2,957884 + 4,9 = 2,73876;

***K****р* = 0 · 0 + 1 = 1;

***K****ст* = 0 / 14,22 + 1 = 1;

***C****CO* = 0,2 · 0,5 · 34,18 = 3,418 *г/нм³*;

***q****v* = 1375,012 / 0,4 = 4681,6056 *кВт/м³*;

***q'****v* = 1345,4273 / 0,4 = 4681,5492 *кВт/м³*;

***C'****БП* = 10-6 · 1 · (0,11 · 4681,5492 - 7) / e3,5 · (1,1 - 1) · 2,778893 · 1 · 1 = 0,0009947 *мг/нм³*;

***C****БП* = 10-6 · 1 · (0,11 · 4681,6056 - 7) / e3,5 · (1,1 - 1) · 2,73876 · 1 · 1 = 0,0009804 *мг/нм³*;

***M'***NOx*301* = 39,363 · 34,18 · 0,0431072 · 1 · 1 · 1,225 · (1 - 0) · (1 - 0) · 0,001 · 0,8 = 0,0568376 *г/с*;

***M***NOx*301* = 632,586 · 34,18 · 0,0432505 · 1 · 1 · 1,225 · (1 - 0) · (1 - 0) · 0,001 · 0,8 = 0,91645 *т/год*.

***M'***NOx*304* = 39,363 · 34,18 · 0,0431072 · 1 · 1 · 1,225 · (1 - 0) · (1 - 0) · 0,001 · 0,13 = 0,0092361 *г/с*;

***M***NOx*304* = 632,586 · 34,18 · 0,0432505 · 1 · 1 · 1,225 · (1 - 0) · (1 - 0) · 0,001 · 0,13 = 0,148923 *т/год*.

***M'***CO*337* = 10-3 · 39,363 · 3,418 · (1 - 0 / 100) = 0,1345427 *г/с*;

***M***CO*337* = 10-3 · 632,586 · 3,418 · (1 - 0 / 100) = 2,162179 *т/год*.

***M'***БП*703* = (0,0009947 · 1,1 / 1,4) · 10,108 · (39,363 · 3600 · 10-6) · 0,000278 = 0,0000003 *г/с*;

***M***БП*703* = (0,0009804 · 1,1 / 1,4) · 10,108 · 632,586 · 0,000001 = 0,0000049 *т/год*.