

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
Российской Федерации
(Ростехнадзор)
Филиал Федерального государственного учреждения
«Центр лабораторного анализа и технических измерений по Южному Федеральному округу»
(«ЦЛАТИ по ЮФО»)
«Центр лабораторного анализа и технических измерений по Ростовской области»
(«ЦЛАТИ по Ростовской области»)

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ
ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ
ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
для ГОУ НПО «Лицей сервиса №6»
г. Ростов-на-Дону**

Директор
филиала ФГУ «ЦЛАТИ по ЮФО»
«ЦЛАТИ по РО»



/С.И. Маслов/

Директор
ГОУ НПО «Лицей сервиса №6»

(Handwritten signature)

/Л.В.Фролова/

г. Ростов-на-Дону
2007 г.

Список исполнителей

Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ГОУ НПО «Лицей сервиса №6» выполнена специалистами филиала ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЮФО» (ЦЛАТИ по ЮФО) - «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Ростовской области» («ЦЛАТИ по РО»).

Руководитель:

Начальник отдела



/Г.М. Ефремова/

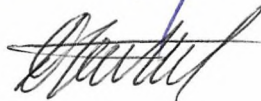
Исполнители:

Зам. начальника отдела



/И.П.Кокорев/

Ведущий инженер



/Д.В.Павелко/

Аннотация.

Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ГОУ НПО «Лицей сервиса №6» проводилась на основании договора № 1-165 от 27.09.2007г.

В работе содержатся краткие сведения о предприятии, источнике выделения и выброса загрязняющих веществ в атмосферу.

При проведении работы обследован 1 организованный источник выброса, выделяющий в атмосферу 5 загрязняющих веществ:

- азота диоксид;
- азота оксид;
- серы диоксид;
- углерода оксид;
- бенз(а)пирен.

Суммарный валовый выброс организации составил 0,1900 (т/год).

Содержание

Введение	5
1. Общие сведения о предприятии	5
1.1. Реквизиты предприятия	5
1.2. Реквизиты исполнителя.....	5
1.3. Краткая характеристика района расположения предприятия	5
2. Предприятие, как источник загрязнения атмосферы	6
2.1.. Краткая технологическая характеристика предприятия.....	6
2.2. Краткая характеристика пылеулавливающих установок	6
2.3. Сведения о перспективе развития предприятия	6
2.4. Количественная и качественная характеристики выбросов и обоснование их полноты и достоверности	6
<u>Список литературных источников.....</u>	<u>7</u>
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	
Раздел 1. Источники выделения загрязняющих веществ.....	8
Раздел 2. Характеристика источников загрязнения атмосферы.....	9
Раздел 3. Показатели работы газоочистных и пылеулавливающих установок.....	10
Раздел 4. Суммарные выбросы ЗВ в атмосферу, их очистка и утилизация.....	11
Раздел 5. Выбросы автотранспорта предприятия.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. План-схема ГОУ НПО "Лицей сервиса № 6"	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Расчёт выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/час.....	15-17

Введение.

В соответствии с Законами РФ «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002, статья 69 и «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 13.05.99 глава IV, статья 21, юридические лица, имеющие источники вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, а также количество и состав выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, виды и размеры вредных физических воздействий на него, подлежат государственному учёту.

1. Общие сведения о предприятии

1.1. Реквизиты предприятия

Обследуемое предприятие: ГОУ НПО «Лицей сервиса № 6»

Директор – Фролова Л.В.

Почтовый адрес: 344041, г. Ростов-на-Дону, ул. Мадояна, 205 Б.

Телефон: 223-02-51

1.2. Реквизиты исполнителя

Филиал ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЮФО» - «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Ростовской области»

Директор – Маслов С.И.

Почтовый адрес: 344039, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, корп. 3

Телефон: 266-69-55 (ф)

1.3. Краткая характеристика района расположения предприятия.

ГОУ НПО «Лицей сервиса № 6» осуществляет обучение специалистов профессионально-технического профиля. Иногородние учащиеся проживают в общежитии в Советском районе г. Ростова н/Д по ул. Малиновского, 9. Для его отопления имеется котельная, расположенная в дворовой территории.

Территория общежития граничит: с севера - с оптовой продуктовой базой и хладокомбинатом № 3, с востока на расстоянии 500 метров расположена жилая зона с высотными зданиями, с юга через дорогу находится база автотранспортного предприятия, западнее – различные мелкие предприятия и склады.

План-схема расположения общежития, котельной и источника выброса приведены в Приложении № 3..

2. Предприятие, как источник загрязнения атмосферы

2.1. Краткая технологическая характеристика предприятия.

Основная деятельность организации не связана с технологией, загрязняющей атмосферный воздух. Источником выбросов загрязняющих веществ является отопительная котельная с 2-мя водогрейными котлами АОГВ-100, работающих на природном газе попеременно (1 в работе, 1 в резерве). Котельная работает круглосуточно в период отопительного сезона. Расход газа составляет 40 (тыс. м³ в год).

2.2. Краткая характеристика пылеулавливающих установок.

Котельная работает на природном газе и газоочистных и пылеулавливающих установок не имеет.

2.3. Сведения о перспективе развития предприятия.

В ближайшие 5 лет увеличения мощности котельной не предусматривается.

2.4. Количественная и качественная характеристики выбросов и обоснование их полноты и достоверности.

Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для ГОУ НПО «Лицей сервиса № 6:» выполнена в октябре 2007 специалистами филиала ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по ЮФО» (ЦЛАТИ по ЮФО) - «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Ростовской области» («ЦЛАТИ по РО»). Аттестат об аккредитации № РОСС RU 001.511067 .

Количественные и качественные составляющие выбросов определены расчетным методом на период максимальной нагрузки котлов, т.е. на зимний период.

Материалы инвентаризации оформлены в виде таблиц по форме «1-Воздух» (Приложение 1, разделы 1-5) в соответствии с инструкцией [1].

Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу и параметры выбросов указаны в разделах 1,2 и 4. Раздел 4 является исходным для начисления платы за загрязнение окружающей среды.

Список литературных источников:

1. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Ленинград, ВНИИ охраны природы и заповедного дела. 1991
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Ленинград, Гидрометеоздат, 1987.
3. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. С.-Пб., 2005.
4. Методическое письмо НИИ «Атмосфера» № 0335/33-07 от 07.05.2000 г. « О проведении расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 т пара в час или менее 20 Гкал/час».

Раздел 1. ИСТОЧНИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ.

Существующее положение : 10.10.07г.

Наименование производства, № цеха, участка и т.д.	№ источника загрязн. атмосферы	Источник выделения загрязняющих веществ		Наименование выпускаемой продукции	Время работы источника выделения (час)		ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО		Кол-во загрязняющего вещества, отходящего от источн. выделения (т/год)
		№	Наименование		в сутки	в год	Наименование	Код	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Площадка:									
Цех:									
Общежитие ГООУ начального профессионального образования. Лицей сервиса №6	0001	000101	Котельная. Котлы АОГВ-100 2 шт.	теплоэнергия	24	4380	углерода оксид	0337	0,126488
							азота оксиды, в т.ч.:	-	-
							азота оксид	0304	0,008786
							азота диоксид	0301	0,05407
							сера диоксид	0330	0,00056
бенз(а)пирен	0703	0,76x10 ⁻⁹							

Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ,

Существующее положение: 10.10.07г.

№ источника загрязнения атмосферы	Параметры источника загрязнения атмосферы		Параметры газовой смеси на выходе источника загрязнения атмосферы			Код загрязняющего вещества	Количество загрязн. веществ, выбрасываемых в атмосферу		Координаты источников загрязнения в заводской системе координат			
	высота (м)	диаметр или сечение устья (м)	скорость (м/с)	объёмный расход (м ³ /с)	температ. (°С)		макс. (г/с)	суммарн. (т/год)	точечного.источн. или 1-го конца линейного источн.	точечного.источн. или 1-го конца линейного источн.	2-го конца линейного источника	2-го конца линейного источника
									(X1)	(Y1)	(X2)	(Y2)
1.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
площадка:												
ех:												
0001	8,0	0,6	0,127	0,036	78	0337	0,008126	0,126488	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	
						0304	0,000565	0,008786	-	-	-	-
						0301	0,003476	0,05407	-	-	-	-
						0330	0,000036	0,00056	-	-	-	-
						0703	0,5x10 ⁻¹⁰	0,76x10 ⁻⁹				

Раздел 3. ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ГАЗООЧИСТНЫХ И ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК.

Существующее положение: 10.10.07г.

№ источника выброса	Наименование и тип пылегазоулавливающего оборудования	КПД аппаратов %		Код загрязняющего вещества, по которому происходит очистка	Коэффициент обеспечения K(1), %		Капитальные вложения, (тыс. руб.)	Затраты на газоочистку (тыс. руб./год)
		проект	факт.		норм.	факт.		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
0001	Газоочистных и пылеулавливающих установок нет							

Раздел 4. СУММАРНЫЕ ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ, ИХ ОЧИСТКА И УТИЛИЗАЦИЯ

Существующее положение: 10.10.07г.

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО		Количество ЗВ, отходящих от источников (т/год)	В том числе:		Из поступивших на очистку:			ВСЕГО выброшено в атмосферу (т/год)
Код	Наименование		выбрасывается без очистки	поступает на очистку	выброшено в атмосферу	уловлено и обезврежено, фактически	из уловленных- утилизировано	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА - ТВЕРДЫЕ И ГАЗООБРАЗНЫЕ								
0301	азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,05407	0,05407					0,05407
0304	азот (II) оксид (азота оксид)	0,008786	0,008786					0,008786
0330	сера диоксид	0,00056	0,00056					0,00056
0337	углерод оксид	0,126488	0,126488					0,126488
0703	бенз(а)пирен	0,76x10-9	0,76x10-9					0,76x10-9
	ВСЕГО веществ:	0,189904	0,189904					0,189904
	в том числе: - твёрдых	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	- газообразных	0,189904	0,189904					0,189904

План-схема расположения ИЗА котельной общежития

ГОУ НПО «Лицей сервиса №6»

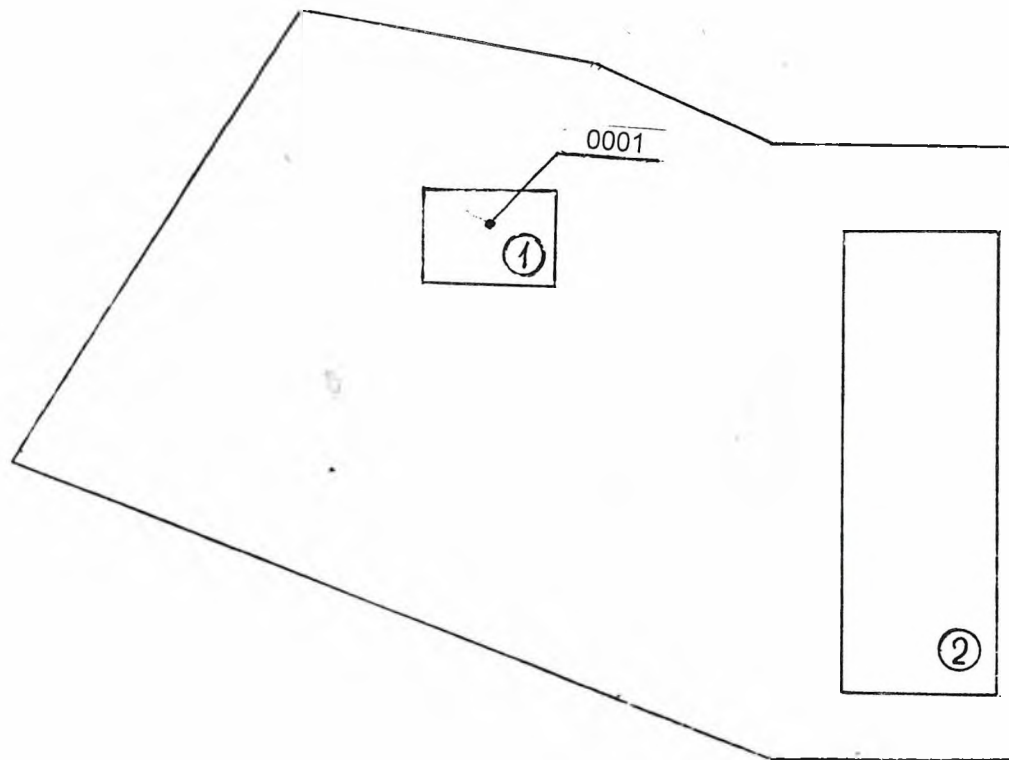
ул. Малиновского, 9



П Л А Н – С Х Е М А

расположения источников загрязнения атмосферы ГОУ СПТУ-6

М 1 : 500



Экспликация зданий и сооружений

- 1. Котельная**
- 2. Общежитие**

Расчет выброса загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч.

Программа реализует 'Методику определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час', Москва, 1999. Утверждена Госкомэкологии России 09.07.1999 г.

Программа учитывает методическое письмо НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000 "О проведении расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу по 'Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час'"

Программа учитывает методическое письмо НИИ Атмосфера № 838/33-07 от 11.09.2001 'Изменения к методическому письму НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000'.

Программа учитывает 'Методическое пособие по расчёту, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух', Санкт-Петербург 2002г.

Утверждена Госкомэкологии России 09.07.1999 г.

(с) ИНТЕГРАЛ 1996-2003 'Котельные' (Версия 3.3).

Название объекта: ГОУ Начального профессионального образования Лицей сервиса №6

Название источника: Труба

Площадка: 1 Цех: 1 Источник: 0001 Вариант: 0

Источник выделения: Котел АОГВ-100

Выброс источника:

Код	Наименование выброса	Максимально-разовый выброс [г/с]	Валовой выброс [т/год]
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0.0034762	0.054070
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0005649	0.008786
0330	Сера диоксид	0.0000360	0.000560
0337	Углерод оксид	0.0081268	0.126488
0703	Бенз/а/пирен (3, 4-Бензпирен)	0.00000000005	0.00000000076

Исходные данные.

Наименование топлива: Газопровод Северный Кавказ-Центр

Тип топлива: Газ

Характер топлива: Газ

Фактический расход топлива (В, В').

В = 40 [тыс.м3/год]

В' = 2.57 [л/с]

Котел водогрейный.

Расчетные формулы:

1. Расчет выбросов оксидов азота при сжигании природного газа.

Расчетный расход топлива (В_р, В_р').

В_р = В = 40 [тыс.м3/год]

В_р' = В' = 2.57 [л/с] = 0.00257 [м3/с]

Низшая теплота сгорания топлива (Q_г).

Q_г = 31.8 [МДж/м3]

Удельный выброс оксидов азота при сжигании газа (К_{но2}, К_{но2}').

Котел водогрейный.

Время работы котла за год Time = 4380 [ч]

Фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу (Q_т, Q_т'):

$$Q_T = V_p / \text{Time} / 3.6 * Q_r = 0.08067 \text{ [МВт]}$$

$$Q_T' = V_p' * Q_r = 0.08173 \text{ [МВт]}$$

$$K_{no2} = 0.0113 * (Q_T^{**0.5}) + 0.03 = 0.0332095 \text{ [г/МДж]}$$

$$K_{no2}' = 0.0113 * (Q_T'^{**0.5}) + 0.03 = 0.0332304 \text{ [г/МДж]}$$

Коэффициент, учитывающий температуру воздуха (β_t).

Температура горячего воздуха $t_{гв} = 30 [^{\circ}\text{C}]$

$$\beta_t = 1 + 0.002 * (t_{гв} - 30) = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние избытка воздуха на образование оксидов азота (β_a).

Котел работает в соответствии с режимной картой.

$$\beta_a = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование оксидов азота (β_r).

Степень рециркуляции дымовых газов $r = 0 [\%]$

$$\beta_r = 0.16 * (r^{**0.5}) = 0$$

Коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру (β_d).

Доля воздуха, подаваемого в промежуточную факельную зону $\delta = 0 [\%]$

$$\beta_d = 0.022 * \delta = 0$$

Выброс оксидов азота (M_{nox} , M_{nox}' , M_{no} , M_{no}' , M_{no2} , M_{no2}').

$k_p = 0.001$ (для валового)

$k_p = 1$ (для максимально-разового)

$$M_{nox} = V_p * Q_r * K_{no2} * \beta_k * \beta_r * \beta_a * (1 - \beta_t) * (1 - \beta_d) * k_p = 40 * 31.8 * 0.0332095 * 1.6 * 1 * 1 * (1 - 0) * (1 - 0) * 0.001 = 0.0675879 \text{ [т/год]}$$

$$M_{nox}' = V_p' * Q_r * K_{no2}' * \beta_k * \beta_r * \beta_a * (1 - \beta_t) * (1 - \beta_d) * k_p = 0.00257 * 31.8 * 0.0332304 * 1.6 * 1 * 1 * (1 - 0) * (1 - 0) = 0.0043453 \text{ [г/с]}$$

$$M_{no} = 0.13 * M_{nox} = 0.0087864 \text{ [т/год]}$$

$$M_{no}' = 0.13 * M_{nox}' = 0.0005649 \text{ [г/с]}$$

$$M_{no2} = 0.8 * M_{nox} = 0.0540703 \text{ [т/год]}$$

$$M_{no2}' = 0.8 * M_{nox}' = 0.0034762 \text{ [г/с]}$$

2. Расчет выбросов диоксида серы.

Расход натурального топлива за рассматриваемый период (V , V').

$$V = 40 \text{ [тыс. м}^3\text{/год]}$$

$$V' = 2.57 \text{ [л/с]} = 0.00257 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Содержание серы в топливе на рабочую массу (S_r , S_r')

$$S_r = 0.001 [\%] \text{ (для валового)}$$

$$S_r' = 0.001 [\%] \text{ (для максимально-разового)}$$

Доля оксидов серы, связываемых летучей золой в котле (η_{so2}'):

Тип топлива : Газ

$$\eta_{so2}' = 0$$

Доля оксидов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц (η_{so2}''): 0

Плотность топлива (P_T): 0.7

Выброс диоксида серы (M_{so2} , M_{so2}').

$$M_{so2} = 0.02 * V * S_r * (1 - \eta_{so2}') * (1 - \eta_{so2}'') * P_T = 0.00056 \text{ [т/год]}$$

$$M_{so2}' = 0.02 * V' * S_r' * (1 - \eta_{so2}') * (1 - \eta_{so2}'') * 1000 * P_T = 0.000036 \text{ [г/с]}$$

3. Расчет выбросов оксида углерода.

Расход натурального топлива за рассматриваемый период (V , V').

$$V = 40 \text{ [тыс. м}^3\text{/год]}$$

$$V' = 2.57 \text{ [л/с]} = 0.00257 \text{ [м}^3\text{/с]}$$

Выход оксида углерода при сжигании топлива (C_{so}).

Потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива (q_3): 0.2 [%]

Коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода (R): Газ. R=0.5

Низшая теплота сгорания топлива (Q_r): 31.8 [МДж/кг (МДж/нм³)]

$$C_{so} = q_3 * R * Q_r = 3.18 \text{ [г/кг (г/нм}^3\text{) или кг/т (кг/тыс.нм}^3\text{)]}$$

Потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива (q_4): 0.56 [%]

Выброс оксида углерода (M_{co} , M_{co}').

$$M_{co} = 0.001 * V * C_{so} * (1 - q_4 / 100) = 0.1264877 \text{ [т/год]}$$

$$M_{co}' = V' * C_{so} * (1 - q_4 / 100) = 0.0081268 \text{ [г/с]}$$

4. Расчетное определение выбросов бенз(а)пирена водогрейными котлами.

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания (K_d).

$$K_d = 2.6 - 3.2 * (D_{отн} - 0.5) = 1.64$$

Коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания (K_p).

Степень рециркуляции в дутьевой воздух или кольцевой канал вокруг горелок: 0 [%]

$$K_p = 4.15 \cdot 0 + 1 = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз (а) пирена в продуктах сгорания ($K_{ст}$).

Доля воздуха, подаваемая помимо горелок (над ними) $K_{ст}' : 0$

$$K_{ст} = K_{ст}' / 0.14 + 1 = 1$$

Теплонапряжение топочного объема (Q_v).

Расчётный расход топлива на номинальной нагрузке (V_p):

$$V_p = V_n \cdot (1 - q_4 / 100) = 0.0025556 \text{ [кг/с (м}^3\text{/с)]};$$

Фактический расход топлива на номинальной нагрузке (V_n): 0.00257 [кг/с (м³/с)];

Низшая теплота сгорания топлива (Q_r): 31800 [кДж/кг (кДж/м³)];

Объем топочной камеры (V_t): 1 [м³];

$$Q_v = V_p \cdot Q_r / V_t = 0.0025556 \cdot 31800 / 1 = 81.2683344 \text{ [кВт/м}^3\text{]}.$$

Концентрация бенз (а) пирена ($C_{бп}'$).

Коэффициент избытка воздуха на выходе из топки ($\alpha_{т''}$): 1.4;

$$C_{бп}' = 0.000001 \cdot ((0.13 \cdot Q_v - 5) / (1.3 \cdot \text{Exp}(3.5 \cdot (\alpha_{т''} - 1)))) \cdot K_d \cdot K_p \cdot K_{ст} = 0.0000017 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

Концентрация бенз (а) пирена, приведенная к избытку воздуха $\alpha_0 = 1.4$ ($C_{бп}$).

$$C_{бп} = C_{бп}' \cdot \alpha_{т''} / \alpha_0 = 0.0000017 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

Расчет объема сухих дымовых газов при нормальных условиях ($\alpha_0 = 1.4$), образующихся при полном сгорании 1 кг (1 м³) топлива. ($V_{сг}$)

Расчет производится по приближенной формуле.

Коэффициент, учитывающий характер топлива (K): 0.345

Низшая теплота сгорания топлива (Q_r): 31.8 [МДж/кг (МДж/м³)]

$$V_{сг} = K \cdot Q_r = 10.971 \text{ [м}^3\text{/кг топлива] ([м}^3\text{/м}^3\text{ топлива])}$$

Выброс бенз (а) пирена ($M_{бп}$, $M_{бп}'$).

$$M_{бп} = C_{бп} \cdot V_{сг} \cdot V_p \cdot k_p$$

Расчетный расход топлива (V_p , V_p')

$$V_p = V \cdot (1 - q_4 / 100) = 39.776 \text{ [т/год] (тыс. м}^3\text{/год)}$$

$$V_p' = V' \cdot (1 - q_4 / 100) \cdot 0.0036 = 0.0092 \text{ [т/ч] (тыс. м}^3\text{/ч)}$$

$$C_{бп} = 0.0000017 \text{ [мг/м}^3\text{]}$$

$k_p = 0.000001$ (для валового)

$k_p = 0.000278$ (для максимально-разового)

$$M_{бп} = 0.0000017 \cdot 10.971 \cdot 39.776 \cdot 0.000001 = 0.00000000076 \text{ [т/год]}$$

$$M_{бп}' = 0.0000017 \cdot 10.971 \cdot 0.0092002 \cdot 0.000278 = 0.00000000005 \text{ [г/с]}$$