

## АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

высоты и диаметра металлической дымовой трубы  
для замены сборной железобетонной дымовой трубы  $H=45,0\text{м}$   $D_{\text{у}}=2,1\text{м}$   
(инв. №\*\*\*\*\*) котельной по адресу: г. \*\*\*\*\*)  
с проверкой максимальных выбросов загрязняющих веществ.

## 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- 1.1 Эксплуатируемое оборудование – водогрейный котел ПТВМ-30М.
- 1.2 Количество котлов – 3 шт.
- 1.3 Вид топлива – природный газ.
- 1.4 Необходимые для расчета рабочие характеристики оборудования, согласно утвержденным режимным картам, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Рабочие характеристики оборудования

Наименование параметра	Единица измерения	ПТВМ-30М №3	ПТВМ-30М №4	ПТВМ-30М №5
Расход газа на котел, $B$	нм <sup>3</sup> /ч	4150 <sup>1)</sup>	4212 <sup>2)</sup>	4096 <sup>1)</sup>
Температура уходящих газов за котлом, $t_{г}$	°С	186	199	185
Коэффициент избытка воздуха за котлом, $\alpha$	-	1,14	1,17	1,17
Коэффициент полезного действия котла брутто	%	90,98	90,88	91,40
Удельный расход условного топлива на выработку тепла	кг у.т./Гкал	157,0	157,2	156,3
Теплопроизводительность котла	Гкал/ч	30,64	30,87	30,38
<sup>1)</sup> При сжигании природного газа с низшей теплотой сгорания $Q_{н} = 8114$ ккал/нм <sup>3</sup>				
<sup>2)</sup> При сжигании природного газа с низшей теплотой сгорания $Q_{н} = 8066$ ккал/нм <sup>3</sup>				

- 1.5 Согласно СП 89.13330.2012 «Котельные установки» расчет дымовой трубы выполним с учетом работы котельной при ее максимальной мощности. Эксплуатация оборудования в таком режиме предполагается только в зимний период, при этом расчетная температура наружного воздуха согласно СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» для данного периода в г. Ростов-на-Дону составляет -25 °С.

## 2 РАСЧЕТ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

- 2.1 Рассчитаем основные параметры дымовых газов.
- 2.1.1 Суммарный расход дымовых газов, нм<sup>3</sup>/ч:

,

Для решения данного уравнения зададим ряд значений диаметра дымовой трубы (таблица 2), для которых будут получены соответствующие значения ее высоты.

Таблица 2 – Заданные значения диаметра дымовой трубы

№	1	2	3	4	5	6	7
$D$ , м	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4

2.3 Определим расчетную скорость дымовых газов [2]:

$$w_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma} \cdot \frac{273 + t_{\Gamma}}{273}}{3600 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчетная скорость дымовых газов

№	1	2	3	4	5	6	7
$w_{\Gamma}$ , м/с	28,31	25,41	22,93	20,8	18,95	17,34	15,92

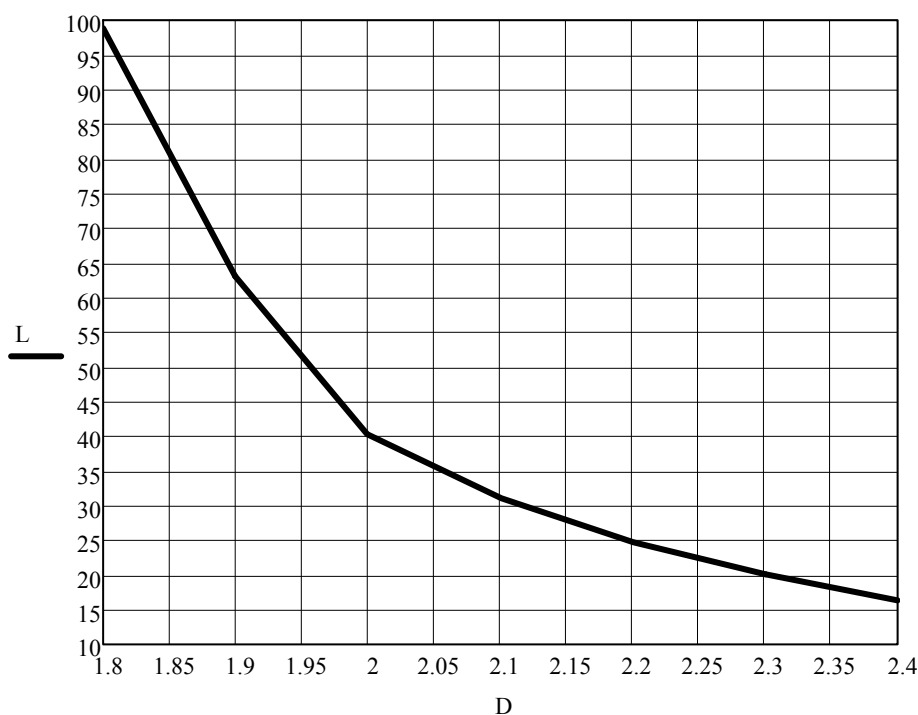
2.4 Расчетные значения высоты трубы при максимальной мощности котельной представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Расчетные значения высоты трубы

№	1	2	3	4	5	6	7
$D$ , м	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
$L$ , м	98,91	63,22	40,25	31,08	24,67	19,98	16,44

2.5 По полученным данным построим график зависимости высоты дымовой трубы от ее диаметра.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ



В результате проведенного аэродинамического расчета получена зависимость высоты дымовой трубы от ее диаметра. Данная зависимость определяет значения высоты дымовой трубы при соответствующем минимальном диаметре.

Окончательный выбор высоты дымовой трубы и соответствующий ей минимальный диаметр следует производить после проверки по условиям рассеивания в атмосфере вредных веществ.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). Изд. 3-е перераб. и доп., Санкт-Петербург, 1998;
2. Аэродинамический расчёт котельных установок (нормативный метод). Под ред. С.И.Мочана. Изд. 3-е. Л., «Энергия», 1977.

## Расчет максимальных выбросов загрязняющих веществ от котельной.

Расчет максимальных выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени выполнен по «Методическим указаниям по расчету выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 т/ч. ГК СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. 1985 г.». Расчет приведен ниже.

В котельной установлено три котла водогрейных типа ПТВМ-30М, теплопроизводительностью 30 Гкал/ч, каждый.

Часовой расход природного газа на котельную составляет 12458 м<sup>3</sup>/ч, 3460,5 л/с.

Максимальный выброс **оксид углерода (г/с)** определяем по формуле:

$$M_{co} = 0,001 \times C_{co} \times B \times \left[ 1 - \frac{q_4}{100} \right],$$

$C_{CO}$  - выход оксид углерода при сжигании топлива, в кг на тонну или тыс. м<sup>3</sup>. Рассчитывается по формуле:

$$C_{co} = q_3 \times R \times Q_i^r;$$

$q_3$  - потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %;

$q_3 = 0,04\%$ ;

$R$  - коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода, принимается для природного газа 0,5;

$$C_{co} = 0,04 \times 0,5 \times 33,7 = 0,674 \text{ кг}$$

Отсюда:

$$M_{co} = 0,001 \times 0,674 \times 3460,5 \times \left[ 1 - \frac{05}{100} \right] = 2,32 \text{ г/с}$$

Максимальный выброс **окислов азота в пересчете на диоксид азота** определяем по формуле:

$$M_{NO_2} = 0,001 \times Q_i^r \times B \times K_{NO_2} \times (1 - \beta),$$

$K_{NO_2}$  - параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж, кг/ГДж;  $K_{NO_2} = 0,12$ ;

$\beta$  - коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений;

Отсюда:

$$M_{NO_2} = 0,001 \times 33,7 \times 3460,5 \times 0,12 \times (1 - 0) = 14,0 \text{ г/с}$$

Расчет высоты дымовых труб по условиям рассеивания в атмосфере загрязняющих веществ

№ п/п	Показатели	Обозначение	Ед. изм.	ПТВМ-30М №3, ПТВМ-30М №4, ПТВМ-30М №5	Примечание
1	Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы для неблагоприятных метеорологических условий (НМУ), определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе	A	$c^{2/3}$ мг $K^{1/3}$ /г	200	
2	Безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (значение безразмерного коэффициента равно 1 т.к. скорость упорядоченного оседания газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей практически равна нулю)			1	
3	Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени	NO <sub>2</sub> CO	г/с г/с	14,0 2,32	
4	Безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газов из дымовой трубы			0,92	
5	Безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газов из дымовой трубы			1	
6	Безразмерный			1	

	коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, данный коэффициент равен 1)				
7	Фоновая загрязненность от других источников	NO <sub>2</sub> CO	мг/м <sup>3</sup> мг/м <sup>3</sup>	0,07 1,5	
8	Число одинаковых дымовых труб		шт.	1	
9	Объем дымовых газов приходящийся на дымовую трубу Скорость дымовых газов		м <sup>3</sup> /с г/с	42,45 16,0	
10	Температура выбрасываемых атмосферных газов		°С	190	
11	Температура окружающего атмосферного воздуха (средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца)		°С	28,4	
12	Предельно допустимая концентрация вещества, лимитирующего чистоту воздушного бассейна, мг/м <sup>3</sup>	ПДК NO <sub>2</sub> CO	мг/м <sup>3</sup>	0,2 5,0	
13	Расчетная высота дымовой трубы (аэродинамический расчет)	Н	м	16,0	
	Принятая высота дымовых труб по проекту, по условиям рассеивания	Н	м	23,0	

Максимальные концентрации загрязняющих веществ в приземном слое населенных мест принять (в долях ПДК) согласно расчета рассеивания:

Код вещества	Наименование вещества и групп суммации	Значения максимальных концентраций в долях ПДК		
		Максимальные концентрации на границе жилой застройки без учета фона	Максимальные концентрации на границе жилой застройки с учетом фона	
0301	Азот (IV) оксид (Азота диоксид)	0,04	0,32	
0337	Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	0,09	0,32	

Итоговые карты расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ от котельной с дымовой трубой высотой 23 м и диаметром 2,4 м, прикладываются.