

Расчет производим для котла ТГМ-96.

Исходные данные:

- 1) Расход топлива $B = 10,29 \text{ м}^3/\text{с} ; (37050 \text{ кг (нм)}^3)/\text{час}$;
- 2) Теоретически необходимый объем воздуха $V_0 = 9,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$;
- 3) Коэффициент избытка воздуха на выходе из топки $\alpha = 1,1$;
- 4) Средняя скорость потока $W=14 \text{ м/с}$.
- 5) Минимальная годовая температура в регионе $t_{\text{мин}}=-34^\circ\text{C}$;
- 6) Температура воздуха, поступающего к воздухоподогревателям $t_{x0}=70^\circ\text{C}$;
- 7) Секундный расход воздуха до калорифера:

$$V_{\text{сек}} = V_0 B \alpha \frac{t_{\text{мин}} + 273}{273} = 10,29 \cdot 9,5 \cdot 1,1 \frac{-34 + 273}{273} = 94,15 \text{ м}^3/\text{с}$$

- 8) Секундный расход воздуха после калорифера:

$$V_{\text{сек}} = V_0 B \alpha \frac{t_{x0} + 273}{273} = 10,29 \cdot 9,5 \cdot 1,1 \frac{70 + 273}{273} = 135,1 \text{ м}^3/\text{с}$$

На котле установлено два дутьевых вентилятора ВДН-24.

Расчетные данные:

Потери давления газовоздушного тракта складываются из потерь на трение и потерь давления на местных сопротивлениях:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_m \text{ кг/м}^2 \quad (1)$$

$$\text{Потери на трение: } \Delta P_{\text{тр}} = \frac{l \cdot \lambda \rho w^2}{d} \text{ кг/м}^2, \quad (2)$$

где

l — длина участка воздуховода, м;

d — эквивалентный диаметр воздуховода прямоугольного сечения, м;

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трения (принят в расчетах 0,02 — для стали);

ρ — плотность воздуха.

$$\text{Местные потери: } \Delta P_m = \sum \xi P_0 \text{ кг/м}^2, \quad (3)$$

где $\sum \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке воздуховального тракта.

Аэродинамическое сопротивление движению воздуха в калорифере:

$$\Delta P_k = 0,23 \cdot v_k^{17} \text{ кг/м}^2, \quad (4)$$

где v_k — весовая скорость воздуха, кг/м²·с.

Коэффициент местных сопротивлений на поворотах воздухопровода определяются по формуле:

$$\xi = \Delta K \xi \cdot B \cdot C, \quad (5)$$

где $\Delta K \xi$ — коэффициент, учитывающий форму и кривизну поворота, и шероховатость стенок,

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. изм. №
Изм.	Кол. уч.	Лист

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Лист

B – коэффициент, определяемый в зависимости от угла поворота;

C – коэффициент, определяемый для отводов и коленьев с закруглением кромок в зависимости от отношения размеров поперечного сечения a/b .

Таблица 1 – Аэродинамический расчет реконструируемого участка воздуховода котла при закрытом дымоходе.

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула	Единица измерения	Значение
1. Диффузор за вентилятором				
Отношение выходного и входного сечений	F_2/F_1	$a_1 b_1 / a_2 \cdot b_2$	–	1,64
Коэффициент местного сопротивления	ξ_1	–	–	0,60
Потери на трение	$\Delta P_{\text{тр}1}$	(2)	$\text{kz}/\text{м}^2$	0,72
Местные потери	ΔP_{m1}	(3)	$\text{kz}/\text{м}^2$	8,85
Суммарные потери	ΔP_1	(1)	$\text{kz}/\text{м}^2$	9,57
2. Поворот на 12 градусов				
Коэффициент сопротивления для поворота	ξ_2	(5)	–	0,175
Местные потери	ΔP_{m2}	(3)	$\text{kz}/\text{м}^2$	2,58
Суммарно за два поворота	$\Delta P_{m2} \cdot 2$		$\text{kz}/\text{м}^2$	5,17
3. Поворот на 90 градусов				
Коэффициент сопротивления для поворота	ξ_3	(5)	–	0,80
Местные потери	ΔP_{m3}	(3)	$\text{kz}/\text{м}^2$	11,81
Потери на трение	$\Delta P_{\text{тр}3}$	(2)	$\text{kz}/\text{м}^2$	0,44
Суммарные потери	ΔP_3	(1)	$\text{kz}/\text{м}^2$	12,25
Изм. № подл.	Подпись	Лист	Лист	
Изм. Кол. уч. № док.	Подпись	Дата		

4. Калорифер				
Суммарные потери в калорифере	ΔP_4	(из паспорта калорифера)	$\text{кг}/\text{м}^2$	42,53
5. Поворот на 45 градусов				
Коэффициент сопротивления для поворота	ξ_5	(5)	-	0,15
Местные потери	ΔP_{m5}	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	1,54
Потери на трение	ΔP_{tr5}	(2)	$\text{кг}/\text{м}^2$	1,41
Суммарные потери	ΔP_5	(1)	$\text{кг}/\text{м}^2$	2,95
Суммарное сопротивление участка тракта от вентилятора до шибера	ΔP	$\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5$	$\text{кг}/\text{м}^2$	72,48

Таблица 2 – Аэродинамический расчет реконструируемого участка воздуховода котла при открытом дымосее.

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула	Единица измерения	Значение
1. Диффузор за вентилятором				
Отношение выходного и входного сечений	F_2/F_1	$a_1 b_1 / a_2 b_2$	-	1,64
Коэффициент местного сопротивления	ξ_1	-	-	0,60
Потери на трение	ΔP_{tr1}	(2)	$\text{кг}/\text{м}^2$	0,72
Местные потери	ΔP_{m1}	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	8,85
Суммарные потери	ΔP_1	(1)	$\text{кг}/\text{м}^2$	9,57
2. Поворот на 12 градусов				
Коэффициент сопротивления для поворота	ξ_2	(5)	-	0,175

Изм № подл.	Подпись и дата	Взам. изм №

Местные потери	ΔP_{M_2}	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	2,58
Суммарно за два поворота	$\Delta P_{M_2} \cdot 2$		$\text{кг}/\text{м}^2$	5,17
3. Отрезок воздуховода перед калорифера				
Потери на трение	ΔP_{mp7}	(2)	$\text{кг}/\text{м}^2$	0,44
Суммарные потери	ΔP_7	(1)	$\text{кг}/\text{м}^2$	0,44
4. Поворот на 45 градусов				
Коэффициент со-противления для поворота	ξ_9	(5)	-	0,15
Местные потери	ΔP_{M_9}	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	2,22
Потери на трение	ΔP_{mp9}	(2)	$\text{кг}/\text{м}^2$	0,48
Суммарные потери	ΔP_9	(1)	$\text{кг}/\text{м}^2$	2,70
5. Падение давления в створках клапана			$\text{кг}/\text{м}^2$	6,12
6. Поворот 90 градусов				
Коэффициент со-противления для поворота	ξ_{11}	(5)	-	1
Местные потери	$\Delta P_{M_{11}}$	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	14,7
7. Поворот 45 градусов				
Коэффициент со-противления для поворота	ξ_{12}	(5)	-	0,6
Местные потери	$\Delta P_{M_{12}}$	(3)	$\text{кг}/\text{м}^2$	2,22
Суммарное сопротивление участка тракта от вентилятора до шибера	ΔP	$\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_7 + \Delta P_8 + \Delta P_9 + \Delta P_{10}$	$\text{кг}/\text{м}^2$	41,31

При открытии дросселя сопротивление уменьшается на 31,2 $\text{кг}/\text{м}^2$ (на реконструируемом участке), что позволяет эксплуатацию котла при работе дутьевого вентилятора на первой скорости с меньшими энергозатратами.

Инд. № подл.	Подпись и дата				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Лист