

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ
2. ПОДБОР АППАРАТА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ НА ЭВМ
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ
4. ВЫБОР И РАСЧЕТ АППАРАТА ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

В системах воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для очистки от пыли применяются устройства, называемые пылеуловителями. В данной работе используются инерционные пылеуловители, они основаны на принципе выделения пыли из воздушного потока под действием центробежной силы. И используются для очистки воздуха от пыли 2-ой группы дисперсности с размером эффективно улавливаемых частиц более 7 мкм.

По сравнению с другими сухими пылеуловителями преимущество данного типа состоит в том, что они имеют более простую конструкцию, обладая большой пропускной способностью, просты в эксплуатации.

Для обеспечения нормальной работы циклона применяют герметичные бункера. В работе рассчитана пылеулавливающая установка двухступенчатой очистки. При расчете циклона 1-ой ступени очистки - ЦН-15 определяем его диаметр, гидравлическое сопротивление, коэффициент очистки и общие размеры. Аппаратом 2-ой ступени очистки является мокрый инерционный пылеуловитель - скруббер Вентури. В зависимости от гидравлического сопротивления скруббера Вентури подразделяется на низконапорные с $P < 5 \text{ кПа}$ и высоконапорные с $P > 5 \text{ кПа}$.

Работа скруббера Вентури основана на дробление воды турбулентным газовым потоком, в захвате частиц пыли каплями воды с последующей их коагуляцией и осаждением в каплеуловителе инерционного действия. В данной работе в качестве каплеуловителя принят прямоточный циклон ЦН-15.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

Исходные данные:

- начальная запыленность воздуха $C_H=70$ г/м³.
- допустимая конечная концентрация пыли в выбрасываемом воздухе $C_K=90$ мг/м³.

Расчет:

- необходимая эффективность:

$$E_{1,2} = \frac{C_H - C_K}{C_H} \cdot 100\% = \frac{70000 - 90}{70000} \cdot 100 = 99,1\%$$

- предварительный выбор производится исходя из необходимой эффективности пылеуловителя.

В качестве аппарата 1-ой ступени очистки применяют пылеуловитель 3-го класса - циклон ЦН-11, улавливающий пыль 2-го класса дисперсности с эффективностью 99,9% - пыль размером более 4 мкм.

В качестве аппарата 2-ой ступени очистки применяют мокрый пылеуловитель типа скруббера Вентури.

1. Выбор циклона ЦН-11. Определение его гидравлического сопротивления и эффективности.

Исходные данные:

- расход газа при н. у. $L_0=6600$ м³/ч;
- плотность газа при температуре $t=50^\circ\text{C}$, $\rho_0=1,29$ кг/м³;
- барометрическое давление $P_B=101,3$ кПа;
- средний размер пыли $d=7$ мкм;
- плотность пыли $\rho_n=2500$ кг/м³;
- разряжение в циклоне $P_{Ц}=800$ Па;

начальная концентрация пыли $C_H=70$ г/м³;

Расчет:

1. Определить плотность газа при нормальных условиях:

$$\rho_{\Gamma} = \rho_o \cdot \frac{273(P_{\text{Б}} - P_{\text{Ц}})}{(273 + \tau)P_{\text{Б}}} = 1,29 \cdot \frac{273(101300 - 800)}{(273 + 50)101300} = 1,082 \text{ кг/м}^3$$

2. Расход газа при рабочих условиях:

$$L_{\Gamma} = \frac{L_o \cdot \rho_o}{\rho_{\Gamma} \cdot 3600} = \frac{6600 \cdot 1,29}{1,082 \cdot 3600} = 2,2 \text{ м}^3 / \text{с}$$

3. Определить диаметр циклона при оптимальной скорости для ЦН-11, $v_{\text{опт}}=3,5 \text{ м/с}$:

$$D = \sqrt{\frac{L_{\Gamma}}{0,785 \cdot v_{\text{опт}}}} = \sqrt{\frac{2,2}{0,785 \cdot 3,5}} = 0,8 \text{ м}$$

Принимаем ближайший стандартный диаметр $D=900 \text{ мм}$.

4. Определяем действительную скорость:

$$v_c = \frac{L_{\Gamma}}{0,785 \cdot D^2} = \frac{2,2}{0,785 \cdot 0,9^2} = 3,45 \text{ м/с}$$

Действительная скорость должна отличаться от оптимальной скорости не более 15%. $v_c = 3,45 \text{ м/с}$ отличается от $v_{\text{опт}}=3,5 \text{ м/с}$ на 1,2%.

5. Коэффициент местного сопротивления циклона:

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{500} + K_3, \text{ где}$$

K_1 -поправочный коэффициент на диаметр циклона, $K_1=1$.

Studlancer.net - закажи реферат, курсовую, диплом!

K_2 -коэффициент на влияние запылённости, $K_2=0,915$.

K_3 -коэффициент учитывающий количество циклонов, $K_3=28$.

ξ_{500} - коэффициент сопротивления стандартного циклона с диаметром 900 мм., $\xi_{500}=235$ (для ЦН-11).

$$\xi = 1 * 0,915 * 235 + 28 = 243,03$$

6. Определить гидравлическое сопротивление циклона:

$$P_{\text{ц}} = \xi \cdot \frac{v_{\text{ц}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{г}} = 243,03 \cdot \frac{3,5^2}{2} \cdot 1,082 = 1610,6 \text{ Па}$$

7. Размер частиц d_{50} , улавливаемых выбранным циклоном при рабочих условиях с эффективностью 50%:

$$d_{50} = d_{50}^T \cdot \sqrt{\frac{D}{D_T} \cdot \frac{\rho_{\text{п}}^T}{\rho_{\text{п}}} \cdot \frac{\mu}{\mu_T} \cdot \frac{v_T}{v_{\text{ц}}}}$$

$v_T=3,5$ м/с; $d_{50}^T=3,65$ мкм; $\mu_T=22,2 \cdot 10^{-6}$ нс/м²; $D_T=600$ мм; $\rho_{\text{п}}^T=1930$ кг/м³.

$$d_{50} = 3,65 \sqrt{\frac{900}{600} \cdot \frac{1930}{6600} \cdot \frac{19,6 \cdot 10^{-6}}{22,2 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{3,5}{3,45}} = 2,28 \text{ мкм};$$

8. Среднеквадратичное отклонение:

$$\lg \delta_N = \lg \frac{d_{84,1}}{d_m} = \lg \frac{17}{7} = 0,38, \quad \text{где}$$

$d_{84,1}$ -абсцисса точек, ордината которых имеет значение 84,1%, определяются по распределению пыли по размерам: $d_{84,1}=17$ мкм.

9. Определить функцию нормального распределения:

$$\chi = \frac{\lg \frac{d_m}{d_{50}}}{\sqrt{\lg^2 \delta_n + \lg^2 \delta_n}};$$

$$\chi = \frac{\lg \frac{7}{2,28}}{\sqrt{0,352^2 + 0,38^2}} = 0,47$$

10. По значению $\chi=0,3$ определить значение нормальной функции $\Phi(x)=0,6331$

11. Находим эффективность циклона:

$$E_1=50 [1+\Phi(x)] = 50 [1+0,6331] = 79,23 \%$$

Расчёт графаналитическим методом:

КПД очистки аппарата:

$$d'_{50} = 548,5 \cdot d_{50} \cdot \sqrt{\frac{D \cdot \mu \cdot v_0}{P_n \cdot w}};$$

$$d'_{50} = 548,5 \cdot 2,28 \cdot \sqrt{\frac{900 \cdot 22,2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,5}{6600 \cdot 3,6}} = 6,78 \text{ мкм};$$

Пользуясь рисунком методички определяем КПД циклона, $\eta=0,82$.

Рассчитываем концентрацию пыли после очистки:

$$C_2=90-90 \cdot 0,82= 16,2 \text{ г/м}^3.$$

2. ПОДБОР АППАРАТА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ НА ЭВМ

Исходные данные:

- Расход очищаемого газа или воздуха, $6600 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- Количество циклонов в группе, 1 шт;
- Плотность газов при нормальных условиях, $1,29 \text{ кг/м}^3$;

Studlancer.net - закажи реферат, курсовую, диплом!

- Температура газового потока перед очисткой, 50°C;
- Концентрация пыли или летучей золы на входе, 70 г/м³;
- Средний (медианный) размер частиц пыли, 7 мкм;
- Степень полидисперсности частиц пыли 0,35;
- Плотность частиц пыли или золы, 2500 кг/м³;
- Динамическая вязкость газового потока, 1,96*10⁻⁶ Па*с;
- Коэффициент увеличения цен на промышленную продукцию по отношению к 1989 г., (98);
- Стоимость электроэнергии, 2,5руб. / (кВт*ч);
- Период работы пылеуловителя, 4320 ч/г.

Полученные характеристики циклонов и газового потока:

- Число циклонов в группе, 1 шт;
- Диаметр циклонов, 0,6 м;
- Степень очистки, 84,2 %;
- Остаточная концентрация пыли или золы в газовом потоке, 11,06 г/м³;
- Скорость газового потока в циклоне, % 3,54 м/с;
- Коэффициент местного сопротивления газоочистной установки 228,45;
- Потери давления в газоочистной установке, % 1207,62 Па;
- Стоимость газоочистной установки, 32,78 тыс. руб.;
- Стоимость затрат на электроэнергию, % 12,28 тыс. руб. /г.;
- Приведенные затраты на газоочистку, % 18,83 тыс. руб. /г.;
- Установочная электромощность газоочистной установки, % 1,42 кВт;
- Годовой расход электроэнергии на газоочистку, % 6137, 56 кВт/г.;

Габаритные характеристики одного циклона:

- Высота цилиндрической части циклона 1,24 м;
- Высота конической части циклона 1,2 м;
- Высота выхлопной трубы циклона 0,94 м;

Studlancer.net - закажи реферат, курсовую, диплом!

- Внутренний диаметр выхлопной трубы 0,35 м;
- Диаметр бункера для сбора пыли 0,9 м;
- Высота цилиндрической части бункера, 0,48 м.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ

- необходимая эффективность $E_{1,2}=99,1 \%$.
- эффективность 1-ой ступени $E_1=84,2 \%$.

$$E_2 = \frac{E_{1,2} - E_1}{1 - E_1} = \frac{0,991 - 0,842}{1 - 0,842} = 0,943 = 94,3\%$$

4. ВЫБОР И РАСЧЕТ АППАРАТА ВТОРОЙ СТУПЕНИ ОЧИСТКИ

Расчитать скруббер Вентури для очистки отходящих газов электропечи:

Исходные данные:

расход газа $L_0=6600 \text{ м}^3/\text{ч}$

- температура газа $t_1=50^\circ\text{C}$
- барометрическое давление $P_6=101,3 \text{ кПа}$
- разряжение в циклоне $P_{\text{ц}}=800 \text{ Па}$
- плотность газа $\rho_0=1,29 \text{ кг/м}^3$
- напор воды на орошение $P_{\text{ж}}=300 \text{ кПа}$
- необходимая концентрация пыли на выходе $C_{\text{к}}=90 \text{ мг/м}^3$
- $t_{\text{ж}}=20^\circ\text{C}$

Расчет:

Простейший скруббер Вентури состоит из трубы Вентури и каплеуловителя - прямоточного циклона ЦН-11.

Труба включает: конфузор, горловину и диффузор.

1. Расчет проводится по энергетическому методу, т.е. эффективность работы пылеуловителя определяется затратами энергии на процесс очистки:

$$N_r = \ln \frac{1}{1 - \eta} = \ln \frac{1}{1 - 0.943} = 2,86$$

2. Удельная энергия, затрачиваемая на процесс пылеуловителя:

$$N_r = B \cdot K_T^\chi,$$

где

B и χ - константы зависящие от физико-химических свойств пыли и дисперсного состава пыли, пыль при выплавки силикомарганца $B=6,9 \cdot 10^{-3}$, $\chi=0,67$;

K_T - удельная энергия.

$$K_T = \left(\frac{N_r}{B} \right)^{\frac{1}{\chi}} = \left(\frac{2,86}{6,9 \cdot 10^{-3}} \right)^{\frac{1}{0,67}} = 7945,12 \text{ кДж/1000м}^3$$

3. Определяем общее гидравлическое сопротивление скруббера:

$$\Delta P = K_r - P_{жс} \cdot m, \text{ где}$$

m - удельный расход воды на орошение для трубы с центральным орошением $0,0004 \div 0,0017$, $m=0,0017 \text{ кг/м}^3$

$$\Delta P = 7945,12 - 300 \cdot 10^3 \cdot 0,0017 = 7435,12 \text{ Па}$$

4. Плотность газов на входе в трубу Вентури при рабочих условиях:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{273(P_0 - P_1)}{(273 + t_1)P_0} = 1,29 \frac{273(101,3 - 2)}{(273 + 80) \cdot 101,3} = 0,978 \text{ кг/м}^3$$

5. Объемный расход газа в трубе при рабочих условиях:

$$L_r = \frac{L_0}{3600} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{6600}{3600} \cdot \frac{1,29}{0,978} = 2,42 \text{ м}^3 / \text{с}$$

6. Расход орошаемой воды:

$$M_B = L_r \cdot m = 2,42 \cdot 0,0017 \cdot 10^3 = 4,103 \text{ кг/с}$$

7. Температура газа на выходе из скруббера:

$$t_2 = (0,133 - 0,041 \cdot m) \cdot t_1 + 35 = (0,133 - 0,041 \cdot 1,7) \cdot 50 + 35 = 38,2^\circ \text{C}$$

8. Плотность газа на выходе из трубы:

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{273(P_0 - P_1 - \Delta P)}{(273 + t_2) \cdot P_0} = 1,29 \frac{273(101,3 - 2 - 7,95)}{(273 + 38,2) \cdot 101,3} = 0,37 \text{ кг/м}^3$$

9. Объемный расход газов на выходе из трубы:

$$L_2 = \frac{L_0}{3600} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_2} = \frac{6600}{3600} \cdot \frac{1,29}{0,37} = 6,38 \text{ м}^3 / \text{с}$$

10. Размеры циклона - каплеуловителя:

$$D_{\text{ц}} = 1,13 \sqrt{\frac{L_2}{W_{\text{ц}}}} = 1,13 \sqrt{\frac{6,38}{4,5}} = 1,6 \text{ м}$$

$W_{ц}$ - скорость воздуха в циклоне от 2,5 ÷ 4,5 м/с

$$H = 2,5 \cdot D_{ц} = 2,5 \cdot 1,6 = 4,0 \text{ м}$$

11. Гидравлическое сопротивление циклона:

$$\Delta P_{ц} = \xi_{ц} \cdot \frac{W_{ц}^2 \cdot \rho_2}{2} = 30 \cdot \frac{4,5^2 \cdot 0,37}{2} = 112,39 \text{ Па}$$

12. Гидравлическое сопротивление трубы Вентури:

$$\Delta P_{Тр} = \Delta P - \Delta P_{ц} = 7435,12 - 112,39 = 7322,73 \text{ Па}$$

13. Коэффициент сопротивления, обуславливается вводом орошающей жидкости. Для трубы с центральным орошением:

$$\rho_{ин} = 0,63 \cdot \xi_c \left(\frac{M_B}{M_r} \cdot \frac{\rho_r}{\rho_{ж}} \right)^{-0,3}; \quad \text{где}$$

ξ_c - К. М.С. сухой трубы 0,12 ÷ 0,15

M_r - расход газа:

$$M_r = L_r \cdot \rho_2 = 2,42 \cdot 0,37 = 0,8954 \text{ кг/с}$$

$\rho_{ж}$ - плотность воды, 1000 кг/м³

$$\rho_{ин} = 0,63 \cdot 0,15 \left(\frac{4,103}{1,096} \cdot \frac{0,37}{1000} \right)^{-0,3} = 0,64$$

14. Определить необходимую скорость газа в горловине:

$$W_r = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{Tp}}{\xi_c \cdot \rho_2 + \xi_u \cdot \rho_u \cdot m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7435,12}{0,15 \cdot 0,37 + 0,64 \cdot 1000 \cdot 0,0017}} = 498,4 \text{ м/с}$$

15. Определить геометрические размеры трубы Вентури:

- диаметр горловины:

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{L_2}{W_r}} = 1,13 \sqrt{\frac{2,55}{180,3}} = 0,134 \text{ м}$$

- длина горловины:

$$l_2 = 0,15 \cdot d_2 = 0,15 \cdot 0,134 = 0,020 \text{ м}$$

- угол сужения горловины:

α_1 - угол сужения конфузора, $15^\circ \div 28^\circ$

- диаметр входного отверстия конфузора:

$$d_k = 1,88 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{L}{V_{ввх}}} = 0,0188 \sqrt{\frac{3400}{15}} = 0,28 \text{ м}$$

- длина конфузора:

$$l_k = \frac{d_1 - d_2}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2}} = \frac{0,28 - 0,134}{2 \operatorname{tg} \frac{20}{2}} = 0,4 \text{ м}$$

$V_{вх}$ - скорость воздуха во входном патрубке, 15-20 м/с

- диаметр входного отверстия диффузора:

$$d_d = 1,88 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{L}{V_{\text{вых}}}} = 0,0188 \sqrt{\frac{3400}{16}} = 0,27 \text{ м}$$

$V_{\text{вых}}$ - скорость выхода воздуха из диффузора, 16-18 м/с

- Угол расширения диффузора:

$$\alpha_2 = 6^{\circ} \div 8^{\circ}$$

- длина диффузора:

$$l_d = \frac{d_d - d_r}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}} = \frac{0,27 - 0,134}{2 \operatorname{tg} \frac{7}{2}} = 0,828 \text{ м}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер М.И. Справочник по пыле- и золоулавливанию / М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков; под общ. ред. А. А. Русланова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 312 с.
2. Старк С.Б. "Пылеулавливание и очистка газов в металлургии". М.: Стройиздат, 1977-328 с.
3. Справочник проектировщика "Вентиляция и кондиционирование воздуха". Издание 3, часть 2. Стороверов и т.д. - М.: Стройиздат, 1978 - 512 с.