

## Практическое занятие №4.

### АППАРАТЫ МОКРОЙ ОЧИСТКИ ЗАПЫЛЕННЫХ ГАЗОВ.

#### РАСЧЕТ СКРУББЕРА И ФОРСУНКИ

##### Вводная часть

Мокрые газоочистные аппараты применяют для предварительной очистки и подготовки (кондиционирования) газов, поступающих в газоочистные аппараты других типов, например в рукавные фильтры, электрофильтры. Мокрые пылеуловители широко применяются для очистки воздуха от пыли с размером частиц  $d_{\text{ч}}=0,3-2$  мкм, а также при высоких температурах очищаемого газа. В качестве орошаемой жидкости (абсорбента) чаще всего применяется вода.

Мокрая очистка эффективнее сухой очистки. Контакт пыли или газа с каплями жидкости увеличивает эффективность очистки. Принцип действия мокрых пылеуловителей заключается в осаждении частицы пыли на поверхность капель и пленки жидкости за счет сил инерции и броуновского движения. При мокрой очистке важную роль играет смачиваемость частиц жидкостью: чем лучше смачиваемость – тем эффективнее очистка.

С учетом конструктивных особенностей мокрые газоочистные аппараты делят на следующие типы: скрубберы Вентуры; форсуночные и центробежные скрубберы; ударно-инерционные аппараты; барботажно-пенные аппараты и др.

Форсуночный скруббер (рис.4.1) состоит из полой емкости 1, в которую встроены форсунок 2.

Очищаемый газ поступает через патрубок 3 и направляется на поверхность воды, где осаждаются крупные частицы. Далее поток поднимается вверх на встречу потока капель жидкости, распыляемый через форсунок.

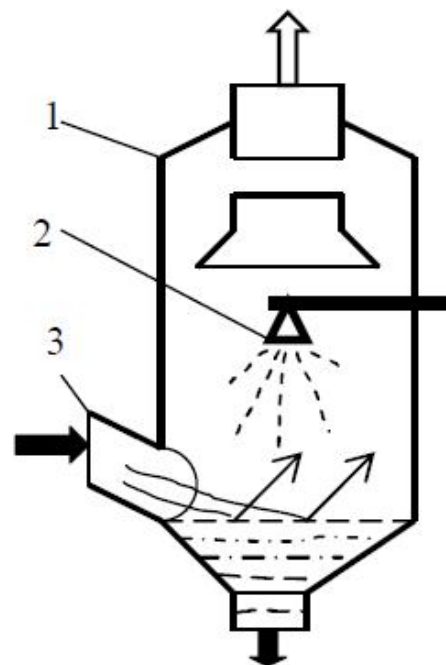


Рис. 4.1. Полый форсуночный скруббер.

Частицы адсорбируются на поверхности капель и падают вниз. Шлам выводится через нижнюю часть аппарата.

Очищенный газ выводится через верхнюю часть аппарата. Количество форсунок может быть несколько. Удельный расход воды составляет  $q=3-6 \text{ л/м}^3$ , гидравлическое сопротивление – до  $\Delta P=250$

Па, при скорости потока  $v=0,7-1,5 \text{ м/с}$ . Сечение аппарата можно определить по формуле  $S=Q/v$ , где  $Q$  – объемный расход очищаемого газа,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $v$  - скорость пропускания потока,  $\text{м/с}$ .

Форсунки используются для распыления жидкости и распределения газа в различных аппаратах защиты окружающей среды (аппараты мокрой очистки газов, абсорберы, адсорберы и др.)

Форсунки можно разделить на три класса: центробежные, центробежно-струйные, ударно-струйные. В каждом классе десятки различных конструкций. В данной работе рассматривается центробежно-струйная форсунка с завихряющими вставками (рис. 4.2). Для расчета скруббера и форсунки необходимы следующие исходные данные: расход очищаемого газа  $Q_{\text{газ}}$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ); скорость потока ( $\text{м/с}$ ); требуемая производительность форсунки  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ); перепад давления  $\Delta P_{\text{ж}}$  (Па); корневой угол факела  $\beta$  (град.);

свойства жидкости: плотность  $\rho_{\text{ж}}$  ( $\text{кг/м}^3$ ), вязкость  $\mu_{\text{ж}}$  ( $\text{Па}\cdot\text{с}$ ) и поверхностное

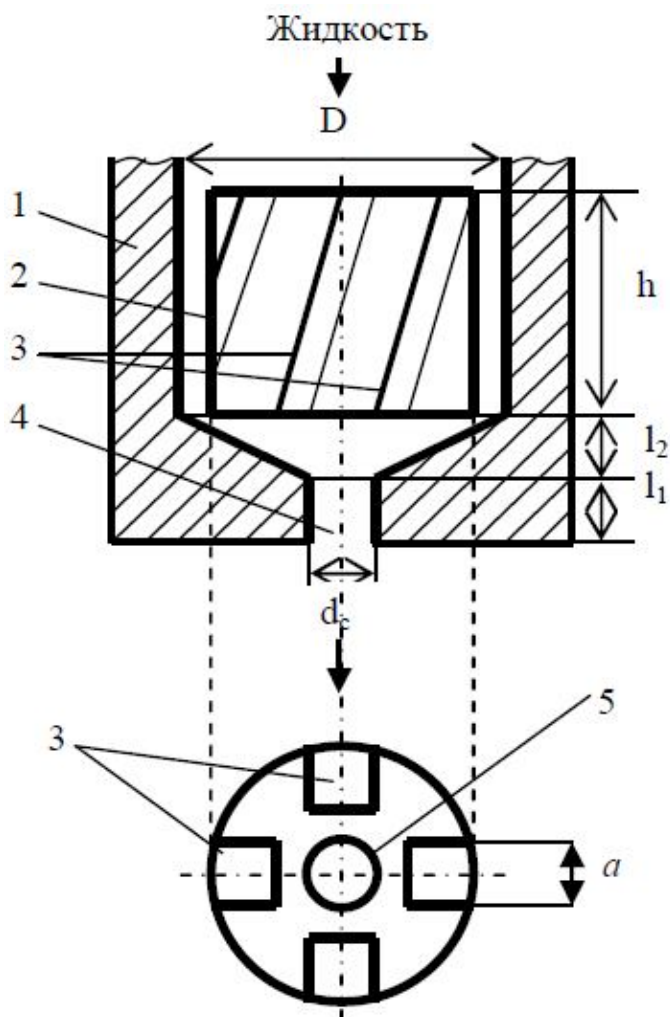


Рис. 4.2. Центробежно-струйная форсунка: 1 – корпус; 2 – вкладыш; 3 – каналы завихряющие; 4 – сопло; 5 – центральный канал

натяжение  $\sigma$ ; плотность  $\rho_r$  и вязкость  $\mu_r$  окружающего газа; коэффициент расхода  $\gamma$ .

### Методика расчета

#### Упражнение 1. Расчет скруббера

1. Определяют сечение скруббера:

$$S = \frac{Q_{\text{газ}}}{v} \quad (4.1)$$

2. Определяют диаметр скруббера:

$$D_{\text{СК}} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} \quad (4.2)$$

3. Определяют высоту скруббера:

$$H_{\text{СКР}} = (3 \div 4) D_{\text{СКР}} \quad (4.3)$$

#### Упражнение 2. Расчет центробежно-струйной форсунки

1. Определяют диаметр сопла форсунки:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \gamma \sqrt{2 \cdot \Delta P_{\text{ж}} / \rho_{\text{ж}}}}} \text{, м.} \quad (4.4)$$

Для воды  $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Далее значения  $d_c$  переводят в мм.

2. Определяют диаметр вкладыша и равный ему внутренний диаметр корпуса форсунки:

$$D = 1,925 \cdot d_c \text{, мм.} \quad (4.5)$$

При  $d_c \leq 14 \text{ мм}$  значения  $D$  принимают 27 мм.

3. Определяют высоту вкладыша:

$$h = 2,5 + 2 \cdot d_c \text{, мм} \quad (4.6)$$

4. Определяют длину соплового канала:

$$\ell_1 = (0,5 \div 1,0) \cdot d_c \text{, мм} \quad (4.7)$$

5. Определяют высоту камеры смещения:

$$\ell_2 = \frac{D - d_c}{2 \cdot \text{tg} \frac{\theta}{2}} \text{, мм,} \quad (4.8)$$

где угол конусности камеры  $\theta = 110 \div 130^\circ$ .

6. Определяют диаметр центрального канала:

$$d_0 = d_c \sqrt{0,676 - 0,024 \cdot d_c} \text{, мм.} \quad (4.9)$$

7. Определяют суммарную площадь закручивающихся каналов:

$$S_k = 1,075 \cdot \pi \cdot d_0^2 \text{, мм}^2 \quad (4.10)$$

8. Определяют угол наклона закручивающих каналов:

$$\lg \alpha = 0,053 \cdot \beta \cdot \left( \frac{d_0^2}{d_c^2} \right)^{0,58} + 0,32, \quad (4.11)$$

где  $\beta$  в [рад] (1 рад=57,3 град). Далее находят  $\alpha=10^x$ , [рад], и переводят в [град], где  $x=\lg \alpha$ .

9. Определяют размер закручивающих каналов:

$$a = \sqrt{\frac{S_K}{n \cdot \cos \alpha}}, \text{ мм}, \quad (4.12)$$

где число каналов  $n=4 \div 6$  (если  $\alpha > 90^\circ$ , то заменит  $\cos \alpha$  на  $\cos(\alpha-90)$ ).

10. По необходимости определяют средний объемно-поверхностный диаметр капель жидкости:

$$d_{ж} = 0,154 \cdot \Delta P_{ж}^{0,44} \cdot d_c^{0,23}, \text{ мм}, \quad (4.13)$$

где  $\Delta P_{ж}$  в [МПа],  $d_c$  в [мм].

Таблица 4.1.

Исходные данные (варианты).

| № вар. | $Q_{\text{газ}}, \text{ м}^3/\text{ч}$ | $Q, \text{ м}^3/\text{ч}$ | $v, \text{ м/с}$ | $\Delta P_{ж}, \text{ МПа}$ | $\gamma$ | $\beta$ |
|--------|--|---------------------------|------------------|-----------------------------|----------|---------|
| 1, 10  | 3000                                   | 30                        | 0,5              | 0,5                         | 0,85     | 60      |
| 2, 11  | 2500                                   | 25                        | 0,4              | 0,4                         | 0,80     | 65      |
| 3, 12  | 2000                                   | 20                        | 0,3              | 0,3                         | 0,78     | 70      |
| 4, 13  | 1500                                   | 15                        | 0,2              | 0,2                         | 0,73     | 75      |
| 5, 14  | 1000                                   | 10                        | 0,15             | 0,15                        | 0,70     | 80      |
| 6, 15  | 500                                    | 5                         | 0,15             | 0,15                        | 0,65     | 60      |
| 7, 16  | 2200                                   | 22                        | 0,45             | 0,45                        | 0,67     | 70      |
| 8, 17  | 1800                                   | 18                        | 0,22             | 0,22                        | 0,75     | 80      |
| 9, 18  | 1200                                   | 12                        | 0,25             | 0,25                        | 0,79     | 65      |

### Контрольные вопросы.

1. Сущность метода мокрой очистки газов.
2. Классификация аппаратов мокрой очистки.
3. Принцип работы и классификация форсунок, область применения.
4. Параметры форсунок.