

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

С.В. АНТИМОНОВ, С.Ю. СОЛОВЫХ, В.П. ХАНИН, В.П. ПОПОВ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КУРСУ ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2005

УДК 664.002.5 531.787 (07)
ББК 36.81 5Я7
А 37

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Т.А. Никифорова

А 37 Антимонов С.В.
Решение задач [Текст]: методические указания по курсу
вентиляционные установки / С.В. Антимонов, С.Ю. Соловых,
В.П. Ханин, В.П. Попов – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 21 с.

Методические указания предназначены для решения задач на практических занятиях в ходе изучения дисциплины «Вентиляционные установки» для студентов специальности 260601 и 260201 всех форм обучения.

© Антимонов С.В.,
Соловых С.Ю,
Ханин В.П.,
Попов В.П., 2005
© ГОУ ОГУ, 2005

1 Примеры решения задач

1.1 Примеры решения задач на знание «Зависимостей между единицами измерения давлений»

Пример 1. Барометр показывает давление атмосферного воздуха 748 мм рт.ст. выразить его в кПа.

Решение:

$$P_{в.в.} = \frac{748 \cdot 133,3}{1000} = 99,71 \text{ кПа}$$

$$1 \text{ мм.рт.ст.} = 133,3 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 133,3 \text{ Па} = \frac{133,3}{1000} = 0,1333 \text{ кПа.}$$

Пример 2. Давление в воздухопроводе 10300 мм водного столба выразить его в кПа.

Решение:

$$P_{в} = \frac{10300 \cdot 9,81}{1000} = 101,1 \text{ кПа}$$

$$1 \text{ ммрт.ст.} = 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \frac{9,81 \text{ Па}}{1000} = 0,00981 \text{ кПа}$$

Пример 3. Давление в воздухопроводе 10400 мм водного столба, давление атмосферы 760 мм рт. ст. Определить избыточное давление в воздухопроводе (при нормальных условиях).

Решение:

$$P_{изб} = P_{в} - P_{а} = 10400 \cdot 9,81 - 760 \cdot 133,3 = 716 \text{ Па} = 0,72 \text{ кПа}$$

1.2 Примеры решения задач на знание «Закона неразрывности воздушного потока и следствий из него»

Пример 1. По количеству протекающего воздуха 40 м³/мин (2400 м³/ч) и скорости 13 м/с определить диаметр воздухопровода (мм).

В формуле расхода воздуха выразим площадь воздухопровода через диаметр

$$Q = Sv, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где $S = \frac{\pi D^2}{4}$ - площадь воздухопровода, мм²;

ν - скорость воздуха, м/с.

Тогда формула (1) примет следующий вид

$$Q = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \nu, \text{ м}^3/\text{ч} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \nu}} \quad (2)$$

Решение:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2400}{3600 \cdot 3,14 \cdot 13}} = 0,255 \text{ м} = 255 \text{ мм.}$$

Пример 2. По диаметру воздухопровода 400 мм и скорости воздушного потока определить количество протекающего воздуха (м³/ч) (скорость принять надежно транспортную):

$$Q = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \nu, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Решение:

$$Q = 3600 \frac{3,14 (0,4)^2}{4} 12 = 5442 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Пример 3. По количеству воздуха 6000 м³/ч и диаметру воздухопровода 400 мм определить скорость движения воздушного потока и величину динамического давления (Па), (условия стандартные).

$$\text{Из формулы (2) } Q = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \nu \Rightarrow \nu = \frac{4Q}{3600 \pi D^2}$$

Динамическое давление находим по формуле

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho \nu^2}{2}, \quad (3)$$

где ρ - плотность воздуха при стандартных условиях, кг/м³.

Решение:

$$v = \frac{4\ 6000}{3600\ 3,14\ (0,4)^2} = 13,2\ \text{м/с}.$$

Подставляем полученное значение скорости в формулу динамического давления

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2\ (13,2)^2}{2} = 104,5\ \text{Па}.$$

Пример 4. Через сечения (условно I-I) воздухопровода диаметром 300 мм протекает 3000 м³/ч воздуха. Определить скорости движения воздуха и динамические давления в двух условных сечениях I-I и II-II, если известно, что диаметр сечения II-II – 400 мм.

Из уравнения неразрывности воздушного потока следует, что

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 & Q_1 &= 3600 \frac{\pi D^2}{4} v_1 \\ v_1 &= \frac{4Q_1}{3600\pi D^2} & v_2 &= \frac{4Q_2}{3600\pi D^2} \end{aligned}$$

Динамическое давление

$$H_{\text{дин}_1} = \frac{\rho v_1^2}{2}$$

$$H_{\text{дин}_2} = \frac{\rho v_2^2}{2}.$$

Решение:

$$v_1 = \frac{4\ 3000}{3600\ 3,14\ (0,3)^2} = 11,8\ \text{м/с}$$

$$v_2 = \frac{4\ 3000}{3600\ 3,14\ (0,4)^2} = 6,63\ \text{м/с}.$$

$$H_{дин_1} = \frac{1,2 (11,8)^2}{2} = 83,6 \text{ Па}$$

$$H_{дин_2} = \frac{1,2 (6,63)^2}{2} = 26,4 \text{ Па.}$$

1.3 Примеры решения задач на тему «Пылеотделители и эффективность их работы»

Пример 1. Определить коэффициент очистки циклона 4БЦШ, если первоначальная концентрация пыли в оборудовании 300 мг/м³. Сделайте вывод об эффективности работы циклона.

$$\eta = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где a_1 и a_2 - первоначальная (до пылеотделителя) и конечная (после пылеотделителя) концентрация пыли, мг/м³.

Решение:

$$\eta = \frac{300 - 60}{300} \cdot 100 \% = 80 \%$$

$a_2 = 60$ мг/м³ (при нормальных условиях согласно нормативу).

Эффективность очистки циклона 4БЦШ 98 % - 99 %.

Полученная эффективность 80 % – данная установка работает неэффективно.

Пример 2. Определить эффективность очистки фильтра Г4-1 БФМ-30, если первоначальная концентрация пыли в сети 300 мг/м³ и сделать вывод об эффективности.

Решение:

$$\eta = \frac{300 - 20}{300} \cdot 100 \% = 93 \%$$

Вывод: Система работает эффективно

1.4 Примеры решения задач на тему «Определение потерь давления в прямых участках и фасонных частях воздухопровода»

Пример 1. По расходу воздуха 7000 м³/ч и скорости движения воздушного потока в воздуховоде 10 м/с определить диаметр воздуховода, отношение коэффициента трения к диаметру $\frac{\lambda}{D}$ значение скоростного давления $\frac{\rho v^2}{2}$ и потери давления на 1 м длины воздуховода H .

По номограмме (рисунок Б.1) по заданному расходу воздуха и скорости движения воздушного потока находим $D=500$ мм, $\frac{\lambda}{D} = 0,029$ и $\frac{\rho v^2}{2} = 61,2$ Па.

$$H = l \frac{\lambda}{D} \frac{\rho v^2}{2} = 1 \cdot 0,029 \cdot 61,2 = 1,78 \text{ Па}$$

Пример 2. Рассчитать участок сети (длина участка, с учетом длины отводов - $l=15$ м) по схеме, приведенной на рисунке 1. Определить диаметр воздуховода и потери давления участка сети с учетом потерь в машине. Расчет вести методом «потерь давления на 1 м длины трубы».

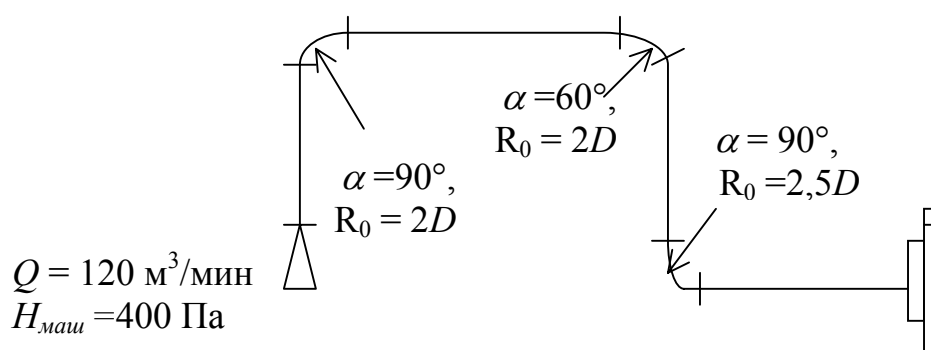


Рисунок 1 – Схема вентиляционной сети

По данным характеристикам фасонных деталей определяем коэффициенты местных сопротивлений из таблиц 10 и 12 /2 / или Приложение 5/1/:

для конфузора с $\alpha = 30^\circ, l_k/D \dots \dots \dots \xi_k = 0,1$

для отводов: с $\alpha = 90^\circ, R_0 = 2D \dots \dots \dots \xi_{отв} = 0,15$

с $\alpha = 60^\circ, R_0 = 2D \dots \dots \dots \xi_{отв} = 0,12$

с $\alpha = 60^\circ, R_0 = 2,5D \dots \dots \dots \xi_{отв} = 0,13$

$$\sum \xi = 0,50$$

По количеству воздуха $Q = 120 \text{ м}^3/\text{мин}$ и скорости движения воздушного потока $v=12,6 \text{ м/с}$ находим (по номограмме, приложение Б) величину потерь давления на 1 м длины прямого воздуховода и диаметр трубы D воздуховода:

$$D = 450 \text{ мм}, R = 3,36 \text{ Па/м и } \frac{\rho v^2}{2} = 97,1 \text{ Па}$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\sum \xi = 0,50$.

Потери давления в участке с учетом потерь в машине:

$$\sum H_{уч} = H_{маш} + Rl + \sum \xi \frac{\rho v^2}{2} = 400 + 3,36 \cdot 15 + 0,50 \cdot 97,1 = 490 \text{ Па}$$

Пример 3. Рассчитать разветвленную сеть воздуховода по схеме, приведенной на рисунке 2. Определить диаметры воздуховода и потери давления в магистрали. Расчет выполнить методом «потерь давлений на 1 м длины воздуховода».

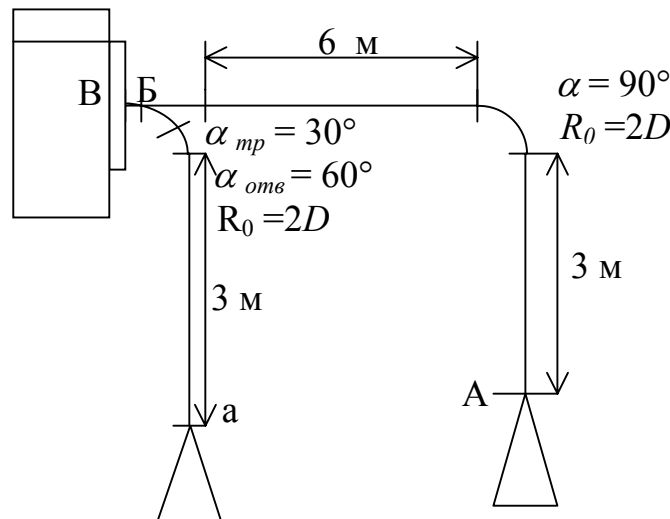


Рисунок 2 – Расчетная схема вентиляционной сети

Суммарные потери давления на участке с учетом потерь в машине, рассчитываются по следующей зависимости:

$$\sum H_{уч} = H_{маш} + H_{пр} + H_{м.с} \quad (5)$$

где $H_{маш}$ - потери давления в аспирируемом объекте, Па;

$H_{пр}$ - потери давления прямых участков воздуховода, Па;

$H_{м.с}$ - потери давления на местные сопротивления, Па.

Распишем уравнение (5) через потери давлений на 1 м длины воздуховода, динамическое давление тогда зависимость примет следующий вид

$$\sum H_{уч} = H_{маш} + Rl + \sum \xi_{м.с} \frac{\rho v^2}{2} \quad (6)$$

где R - потери давления на 1 м длины воздуховода;
 l – суммарная длина прямых участков воздуховода и фасонных частей (за исключением длины тройника);
 $\sum \xi_{м.с}$ – коэффициентов местных сопротивлений;
 $H_{\partial} = \frac{\rho v^2}{2}$ – динамическое давление на участке, Па.

Окончательно формула (6) примет вид

$$\sum H_{уч} = H_{маш} + Rl + \sum \xi_{м.с} H_{\partial} \quad (7)$$

Участок АБ. Скорость движения на первом участке главной магистрали принимаем минимально надежно транспортирующую 12 м/с.

По номограмме, соединив линейкой расход воздуха 900 м³/ч и скорость 12 м/с, находим ближайший диаметр воздуховода – 163 мм. Принимаем ближайший стандартный диаметр воздуховода – 160 мм.

Затем по расходу воздуха 900 м³/ч и диаметру 160 мм уточняют скорость интерполированием данных или рассчитывают по формуле

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{900}{3600 \cdot 0,0201} = 12,46 \text{ м/с}$$

По номограмме по расходу воздуха 900 м³/ч и уточненной скорости находим динамическое давление – $H_{\partial} = 94,8$ Па и потери давления на единицу длины воздуховода $R = 12,3$ Па/м.

По диаметру 160 мм и скорости 12,46 м/с определяем потери давления на единицу длины воздуховода $R = 12,3$ Па/м.

Длина участка АБ состоит из длины конфузора, длины примыков, длины отвода. Длина тройника не учитывается, так как она входит в расчетную формулу

$$l_{АБ} = l_{конф.} + l_{прям.} + l_{отв.} + l_{прям.}, \text{ м}$$

Длина конфузора рассчитывается по формуле

$$l_{конф.} = \frac{b - D}{2tg \frac{\alpha}{2}}, \text{ мм} \quad (8)$$

где b – наибольший размер входного отверстия конфузора; в зависимости от аспирируемого объекта, принимается по справочнику или рассчитывается; в нашем примере, принимаем $b = 1400$ мм,

α – угол сужения конфузора; принимаем $\alpha = 45^\circ$, если позволяет высота этажа.

В нашем примере в виду больших размеров b принимаем $\alpha = 90^\circ$

$$l_{\text{конф.}} = \frac{1400 - 160}{2 \operatorname{tg} \frac{90}{2}} = 620 \text{ мм}$$

Длину отвода находим по формуле

$$l_{\text{отв.}} = \frac{\pi \alpha n D}{180}, \text{ мм} \quad (9)$$

где n – отношение радиуса отвода к диаметру;

α – угол отвода, град;

D – диаметр воздухопровода, мм.

$$l_{\text{отв.}} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 2 \cdot 160}{180} = 500 \text{ мм}$$

Тогда расчетная длина участка АБ будет

$$l_{AB} = 0,62 + 3 + 0,5 + 6 = 10,12 \text{ м}$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений участка АБ состоит из коэффициентов сопротивлений конфузора, отвода и проходного участка тройника

$$\xi_{AB} = \xi_{\text{конф.}} + \xi_{\text{отв.}} + \xi_{\text{тр.пр.}}$$

Коэффициент сопротивления конфузора $\xi_{\text{конф.}} = 0,19$ находят из таблицы 10 /2/ или Приложения 5 /1/ по углу $\alpha = 90^\circ$ и отношению $\frac{l_{\text{конф.}}}{D} = 620/160 > 1,0$.

Коэффициент сопротивления отвода можно определить из таблицы 12 /2/ или Приложение 5 /1/, а также из расчетной формулы

$$\xi_{\text{отв.}} = 0,008 \frac{\alpha^{0,75}}{n^{0,6}}$$

При $n=2$ и угле отвода $\alpha = 90^0 - \xi_{отв.} = 0,15$

Коэффициенты сопротивлений в тройнике находят при выравнивании потерь в проходном АБ и боковом аБ участках ($\sum H_{AB} = \sum H_{aB}$), поэтому переходим к участку аБ.

Участок аБ. Расчет ведется аналогично предыдущему участку. Скорость движения на данном участке боковой ветви сети принимаем также минимально надежно транспортирующую – 12 м/с.

По номограмме, соединив линейкой расход воздуха 900 м³/ч и скорость 12 м/с, находим ближайший диаметр воздухопровода – 163 мм. Принимаем ближайший стандартный диаметр воздухопровода – 160 мм.

Затем по расходу воздуха 900 м³/ч и диаметру 160 мм уточняют скорость интерполированием данных или рассчитывают по формуле

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{900}{3600 \cdot 0,0201} = 12,46 \text{ м/с}$$

По номограмме по расходу воздуха 900 м³/ч и уточненной скорости находим динамическое давление - $H_d = 94,8$ Па и потери давления на единицу длины воздухопровода $R = 12,3$ Па/м.

По диаметру 160 мм и скорости 12,46 м/с определяем потери давления на единицу длины воздухопровода $R = 12,3$ Па/м.

Длина участка аБ состоит из длины конфузора, длины прямика, длины отвода. Длина тройника также не учитывается, так как она входит в расчетную формулу

$$l_{aB} = l_{конф.} + l_{прям.} + l_{отв.}, \text{ м}$$

Для участка аБ b принимаем $\alpha = 90^0$.

$$l_{конф.} = \frac{1400 - 160}{2 \operatorname{tg} \frac{90}{2}} = 620 \text{ мм}$$

Длину отвода находим по формуле

$$l_{отв.} = \frac{\pi \alpha n D}{180}, \text{ мм} \quad (10)$$

где n - отношение радиуса отвода к диаметру;

α - угол отвода, град;

D – диаметр воздухопровода, мм.

$$l_{отв.} = \frac{3,14 \cdot 602 \cdot 160}{180} = 334,9 \approx 335 \text{ мм}$$

Тогда расчетная длина участка аБ будет

$$l_{аБ} = 0,62 + 3 + 0,34 = 3,96 \text{ м}$$

Сумма коэффициентов местных сопротивлений участка аБ состоит из коэффициентов сопротивлений конфузора, бокового участка тройника, так как в значение величины сопротивлений тройника бокового участка учитывает сопротивление отвода

$$\xi_{аБ} = \xi_{конф.} + \xi_{тр.бок.}$$

Коэффициент сопротивления конфузора $\xi_{конф.} = 0,19$ находят из таблицы 10 /2/ или Приложения 5 /1/ по углу $\alpha = 90^\circ$ и отношению $\frac{l_{конф}}{D} = 620/160 > 1,0$.

Для расчета сопротивлений тройника необходимо: значение величины угла β в градусах;

отношении площадей, (м^2) в боковом и проходных участках (то есть значений диаметров проходного и бокового участков) к объединенному потоку –

$$\frac{S_{проход.}}{S_{объед.}} \text{ и } \frac{S_{бок.}}{S_{объед.}};$$

отношение расходов воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$ - $\frac{Q_{бок.}}{Q_{объед.}}$.

В нашем примере из номограммы для участка АБ диаметр воздухопровода $D = 160 \text{ мм} \Rightarrow S_{проход} = S_{АБ} = 0,0201 \text{ м}^2$, для участка аБ аналогично $D = 160 \text{ мм} \Rightarrow S_{объед.} = S_{аБ} = 0,0201 \text{ м}^2$.

Для того чтобы определить $S_{объед} = S_{БВ}$, примем скорость на участке БВ, несколько больше надежно транспортной – 13 м/с, а расход воздуха будет равен

$$Q_{объед} = Q_{БВ} = Q_{проход.} + Q_{бок} = Q_{АБ} + Q_{аБ} = 900 + 900 = 1800 \text{ м}^3/\text{ч}$$

По номограмме, соединив линейкой, расход воздуха $1800 \text{ м}^3/\text{ч}$ и скорость 13 м/с находим ближайший диаметр воздухопровода – 225 мм. Принимаем ближайший стандартный диаметр воздухопровода – 225 мм, которому соответствует $S_{объед} = S_{БВ} = 0,0397 \text{ м}^2$.

В нашем примере для тройника:

$$\alpha=30^{\circ}; \frac{S_{\text{проход.}}}{S_{\text{объед.}}} = \frac{0,0201}{0,0397} = 0,5; \frac{S_{\text{бок.}}}{S_{\text{объед.}}} = \frac{0,0201}{0,0397} = 0,5; \frac{Q_{\text{бок.}}}{Q_{\text{объед.}}} = \frac{900}{1800} = 0,5.$$

По полученным значениям из таблицы 15 /2/ находим следующие значения – $\frac{0}{0,5}$, где знаменатель дроби – коэффициент сопротивления тройника для проходного участка $\xi_{\text{проход.}} = \xi_{AB} = 0$, а числитель коэффициент сопротивления тройника бокового участка $\xi_{\text{бок.}} = \xi_{aB} = 0,5$ (с учетом коэффициента сопротивления отвода).

Величины коэффициентов сопротивления тройника могут быть равны нулю, так иметь и отрицательное значение, из отношения скоростей и расходов.

Вернемся к расчету участка АБ, суммарное сопротивление участка будет равняться

$$\xi_{AB} = 0,19 + 0,15 + 0 = 0,34$$

Согласно формуле (7) найдем суммарные потери на участке АБ

$$\sum H_{AB} = +Rl + \sum \xi_{m.c} H_{\partial} = 80 + 12,3 \cdot 10,12 + 0,34 \cdot 94,8 = 236,71 \text{ Па}$$

Рассчитаем потери давления на участке аБ

$$\xi_{aB} = 0,19 + 0,5 = 0,69$$

$$\sum H_{aB} = +Rl + \sum \xi_{m.c} H_{\partial} = 80 + 12,3 \cdot 3,96 + 0,69 \cdot 94,8 = 194,12 \text{ Па}$$

2 Варианты заданий

2.1 Варианты задач на знание «Зависимостей между единицами измерения давлений»

Задача № 2.1.1

Барометр показывает давление атмосферного воздуха $P_{в.в.}$, мм рт. ст. Выразить его в кПа.

Таблица 2.1 – Варианты заданий для задачи №2.1.1

| N, п.п. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $P_{в.в.}$, мм рт. ст. | 710 | 715 | 720 | 725 | 730 | 735 | 740 | 745 | 750 | 755 |

Задача № 2.1.2

Давление в воздуховоде $P_{в.}$, мм вод. ст. Выразить его в кПа.

Таблица 2.2 – Варианты заданий для задачи №2.1.2

| N, п.п. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| $P_{в.}$, мм вод. ст. | 1100 | 1120 | 1130 | 1146 | 1161 | 1176 | 11917 | 1206 | 1221 | 1236 |

Задача № 2.1.3

Давление в воздуховоде в мм вод. ст., давление атмосферы в мм рт. ст. Определить избыточное давление в воздуховоде (стандартные условия)?

Значение $P_{в.}$ взять из таблицы для задания №2.1.2.

2.2 Варианты задач на знание «Закона неразрывности воздушного потока и следствий из него»

Задача № 2.2.1

По количеству протекаемого воздуха Q , м³/ч и скорости v , м/с определить диаметр воздуховода?

Таблица 2.3 – Варианты заданий для задачи №2.2.1

| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q , м ³ /мин | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 |
| v , м/с | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |

Задача № 2.2.2

По диаметру воздуховода D , мм и скорости воздушного потока определить количество протекающего воздуха Q , м³/ч (условия стандартные)?

Таблица 2.4 – Варианты заданий для задачи №2.2.2

| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D , мм | 80 | 100 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 300 |

Задача № 2.2.3

По количеству воздуха Q , м³/ч и диаметру воздуховода D , мм определить скорость движения воздушного потока и величину динамического давления (Па) при стандартных условиях?

Таблица 2.5 – Варианты заданий для задачи №2.2.3

| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Q , м ³ /ч | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 |
| D , мм | 80 | 100 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 300 |

Задача № 2.2.4

Через сечение (условно I-I) воздуховода диаметром D , мм протекает Q , м³/ч воздуха. Определить скорость движения воздуха и динамическое давление в двух (условных сечениях I-I и II-II), если известно, что диаметр сечения – D , мм?

Таблица 2.6 – Варианты заданий для задачи №2.2.4

| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Q , м ³ /ч | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 |
| D_1 , мм | 80 | 100 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 300 |
| D_2 , мм | 100 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 300 | 325 |

2.3 Варианты задач на тему «Пылеотделители и эффективность их работы»

Задача № 2.3.1

Определить коэффициент очистки батарейной установки 4БЦШ. Если первоначальная концентрация пыли в оборудовании a_1 мг/м³. Сделать вывод об эффективности работы аспирационной сети. Укажите на возможные причины, в том случае если система работает неудовлетворительно.

Таблица 2.7 – Варианты заданий для задачи №2.3.1

| № вар. | 1-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 |
|---------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| a_1 , мг/м ³ | 200-1000 | 1200-2000 | 2200-3000 | 3200-4000 |

Задача № 2.3.2

Определить коэффициент очистки циклона ЦОЛ. Если первоначальная концентрация пыли в оборудовании a_1 мг/м³. Сделать вывод об эффективности работы аспирационной сети. Укажите на возможные причины, в том случае если система работает неудовлетворительно. Исходные данные взять из таблицы для задачи № 2.3.1.

Задача № 2.3.3

Определить коэффициент очистки матерчатого фильтра Г4-1БФМ. Если первоначальная концентрация пыли в оборудовании a_1 мг/м³. Сделать вывод об эффективности работы аспирационной сети. Укажите на возможные причины, в

том случае если система работает неудовлетворительно. Исходные данные взять из таблицы для задачи № 2.3.1.

Задача № 2.3.4

КПД очистки первой ступени батарейной установки составляет η_1 %
КПД очистки второй ступени батарейной установки – η_2 %. Во сколько эффективнее работает первая ступень, чем вторая?

Таблица 2.8 – Варианты заданий для задачи №2.3.4

| № вар. | 1-5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| η_1 , % | 80-85 | 86-90 | 91-95 | 96-99 |
| η_2 , % | 90 | 95 | 98 | 99 |

Задача № 2.3.5

Подобрать циклон ЦОЛ для вентиляционной сети с расходом воздуха 8460 м³/ч. Определить входную скорость и сопротивления циклона. (Площадь входного отверстия 0,138 м²). Условия стандартные.

Задача № 2.3.6

Подобрать центробежный отделитель ЦОЛ для вентиляционной сети с расходом воздуха 8460 м³/ч (с учетом 5 % подсоса в сети). Определить действительную входную скорость воздушного потока в циклон? (Ближайшая наименьшая входная площадь 0,138 м²).

Задача № 2.3.7

Подобрать батарейную установку циклонов типа 4БЦШ для вентиляционной сети с расходом воздуха 3600 м³/ч. Определить сопротивление циклонов (потери давления в батарейной установке). Площадь сечения входного патрубка 0,0574 м².

2.4 Варианты задач на тему «Определение потерь давления в прямых участках и фасонных частях воздухопровода»

Задача №2.4.1

При помощи номограммы по расходу воздуха Q , м³/ч и скорости движения воздушного потока в воздуховоде v , м/с определить диаметр воздуховода, отношение коэффициента трения к диаметру $\frac{\lambda}{D}$, значение скоростного

давления $\frac{\rho v^2}{2}$ и потери давления на 1 м длины воздуховода H .

Таблица 2.9 – Варианты заданий для задачи №2.4.1

| № вар. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Q , м ³ /ч | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10000 |
| v , м/с | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 20 | 22 | 23 | 24 |

Продолжение таблицы 2.9

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| № вар. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Q , м ³ /ч | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2100 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
| v , м/с | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 |

Задача №2.4.2

Рассчитать участок сети (длина участка, с учетом длины отводов – $l = 20$ м) по схеме, приведенной на рисунке 1. Определить диаметр воздуховода и потери давления участка сети с учетом потерь в машине. Расчет вести методом «потерь давления на 1 м длины трубы».

Таблица 2.10 – Варианты заданий для задачи №2.4.2

| | | |
|---------------------------|---------|---------|
| № вар. | 1-10 | 11-20 |
| Q , м ³ /мин | 100-200 | 300-400 |
| $H_{\text{маш}}$, Па | 100-200 | 200-400 |
| v , м/с | 10-20 | 20-30 |

Задача № 2.4.3

Рассчитать разветвленную сеть воздуховода по схеме, приведенной на рисунке 2. Определить диаметры воздуховода и потери давления в магистрали. Расчет выполнить методом «потерь давлений на 1 м длины воздуховода».

Таблица 2.11 – Варианты заданий для задачи №2.4.3

| | | | | |
|-------------------------|---------|----------|-----------|-----------|
| № вар. | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 |
| v , м/с | 10-20 | 21-30 | 10-20 | 21-30 |
| Q , м ³ /ч | 100-500 | 600-1000 | 1100-1600 | 1700-2400 |
| $H_{\text{маш}}$, Па | 20-120 | 130-230 | 240-340 | 350-450 |

Список использованных источников

1. Вайсман М.Р., Грубиян И.Я. Вентиляционные и пневмотранспортные установки [Текст] / М.Р. Вайсман, И.Я. Грубиян – М.: Колос, 1984. – 367 с.
2. Веселов С.А. Проектирование вентиляционных установок предприятий по хранению и переработке зерна [Текст] / С.А. Веселов – М.: Колос, 1974. – 288 с.
3. Веселов С.А. Практикум по вентиляционным установкам [Текст] / С.А. Веселов – М.: Колос, 1982.- 90 с.

Приложение А

(справочное)

Правила перевода единиц измерения

В системе СИ давление измеряется в Па.

Паскаль – давление, которое создается силой в 1 Н на площади 1 м².

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$$

В технической системе давление выражалось в кГ/м² (уст.), мм вод. ст., мм рт. ст., кГ/см² (уст.), технических атмосферах, физических атмосферах, кгс/см².

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 0,102 \text{ кГ/м}^2 \text{ (уст.)} = 0,102 \text{ мм вод. ст.};$$

$$1 \text{ кГ/м}^2 \text{ (уст.)} = 1 \text{ мм вод. ст.} = 9,81 \text{ Па};$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 980066,5 \text{ Па};$$

$$1 \text{ ат (техн.)} = 10\,000 \text{ кГ/м}^2 \text{ (уст.)} = 10\,000 \text{ мм вод. ст.} = 735 \text{ мм рт. ст.} = 98\,100 \text{ Па};$$

$$1 \text{ ат (физич.)} = 10\,333 \text{ мм вод. ст.} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 101\,366 \text{ Па}.$$

Приложение Б

(справочное)

Номограмма для расчета вентиляционных воздухопроводов

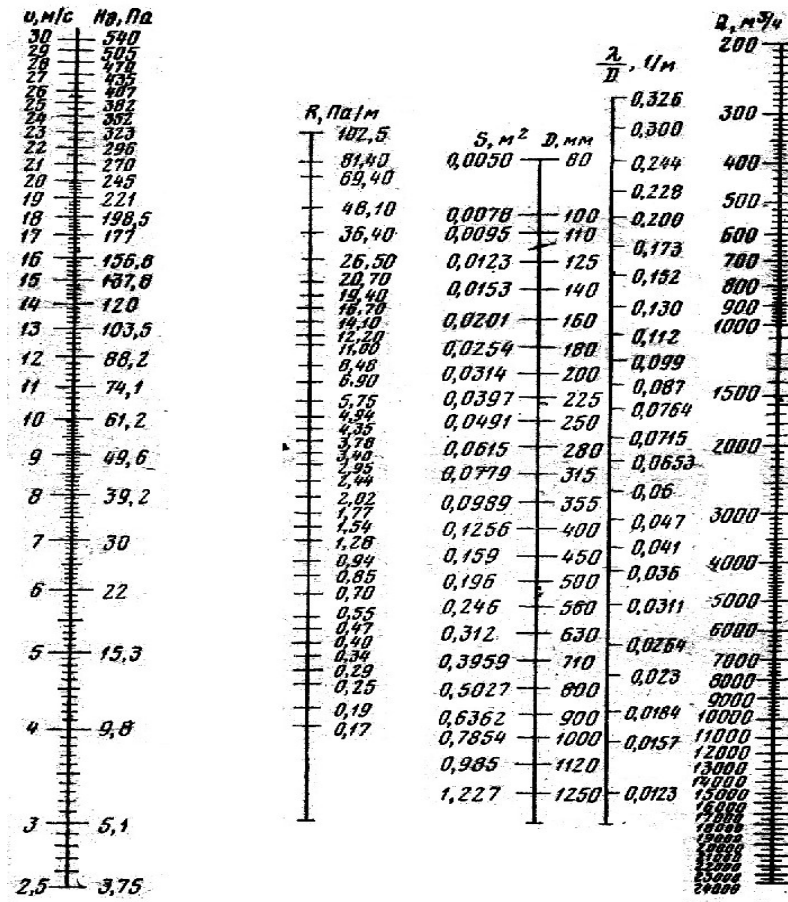


Рисунок Б.1 – Номограмма для расчета вентиляционных воздухопроводов

Лист нормоконтроля на учебно-методический документ №

«Решение задач», методические указания по курсу вентиляционные установки для студентов специальности 260601 «Машины и аппараты пищевых производств» и 260201 «Технология хранения и переработки зерна» всех форм обучения, авторов Антимонова С.В., Соловых С.Ю., Ханин В.П., Попов В.П.

| Замечания | Предложения |
|-----------|-------------|
| | |

Заключение: _____

Нормоконтролер _____
