



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Методические указания
к курсовому проекту
по дисциплине
«Вентиляция»

«Отопление и вентиляция
деревообрабатывающего цеха»

Авторы
Медведева И.Г.,
Пирожникова А.П.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по отоплению и вентиляции деревообрабатывающего цеха. Рассматриваются технологические процессы, даются рекомендации по устройству систем отопления и вентиляции в соответствии с требованиями действующих строительных норм и правил с применением современного отопительно-вентиляционного оборудования.

Авторы

ст. преподаватель
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»
Медведева И.Г.

ст. преподаватель
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»
Пирожникова А.П.

Оглавление

УКАЗАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	5
3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ	5
4. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	5
5. РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЙ ТЕПЛОТЫ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ	5
6. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	6
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, УДАЛЯЕМОГО СИСТЕМАМИ МЕСТНЫХ ОТСОСОВ.....	6
8. РАСЧЕТ РАСХОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА	6
9. ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ	7
10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ	8
11. ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	11
12. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ	16
13. ПРОТИВОДЫМНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	26
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	28
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	30
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	32

УКАЗАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка должна быть выполнена на стандартных листах писчей бумаги формата А4 (210X297) с полями слева 25 мм, справа 10 мм, сверху и снизу 20 мм.

Содержание пояснительной записки

Содержание.

1. Введение.
2. Исходные данные для проектирования.
3. Краткое описание технологического процесса.
4. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.
5. Расчет потерь теплоты через наружные ограждения.
6. Расчет поступлений теплоты от солнечной радиации.
7. Расчет теплопоступлений и влаговыведений от технологического оборудования.
8. Определение количества воздуха, удаляемого системами местных отсосов.
9. Расчет расхода и температуры приточного воздуха.
10. Основные решения по отоплению и вентиляции.
11. Подбор вентиляционного оборудования.
12. Гидравлический расчет вентиляционных систем.
13. Список использованных источников

Графическая часть должна быть выполнена в программе AutoCad и распечатана на листе чертежной бумаги формата А1.

На листе должны быть приведены следующие чертежи:

- 1) план деревообрабатывающего цеха на отм. 0.000 с нанесением технологического оборудования и систем вентиляции;
- 2) экспликация технологического оборудования;
- 3) разрез цеха с нанесением технологического оборудования и воздуховодов;
- 4) схема приточной системы;
- 5) плоскостная схема аспирационной системы со спецификацией деталей (Приложение 1, табл. 4).
- 6) установочный чертеж приточной системы;
- 7) спецификация оборудования приточной установки.

В разделе «Содержание» должны быть перечислены все разделы пояснительной записки с указанием номеров страниц.

В разделе «Введение» должны быть указаны основные положения по необходимости проектирования вентиляции в деревообрабатывающих цехах.

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Исходные данные для проектирования принимаются по заданию преподавателя и оформляются на специальном бланке задания. Расчетные температуры наружного и внутреннего воздуха определяются в соответствии с [1] и [4,5].

2. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Деревянные заготовки, поступающие из склада сухих заготовок, в машинном отделении подвергаются обработке на деревообделочных станках.

Процесс обработки древесины на станках сопровождается образованием большого количества отходов в виде опилок, стружек, древесной пыли.

Удаление вредностей, в первую очередь, должно осуществляться соответствующей организацией технологического процесса, конструктивными решениями оборудования, в том числе его герметизацией, устройством встроенных местных отсосов, укрытий.

Помещение деревообрабатывающего цеха относится к помещениям категории В1, т.е. к пожароопасным помещениям.

Категория работ в деревообрабатывающем цехе – средней тяжести, IIб.

Деревообрабатывающий цех работает в 2 смены.

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

В данном курсовом проекте необходимо произвести теплотехнический расчет покрытия деревообрабатывающего цеха, а также рассчитать требуемую толщину утеплителя. Вид утеплителя должен быть указан в исходных данных для проектирования. Для остальных ограждающих конструкций необходимо лишь определить приведенные сопротивления теплопередаче в зависимости от численного значения ГСОП [3].

4. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛОТЫ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Расчет потерь теплоты через наружные ограждения необходимо произвести отдельно для деревообрабатывающего цеха, отдельно для помещения вентиляционной камеры. Температура внутреннего воздуха в помещении гальванического цеха принимается в соответствии с требованиями.

Температуру внутреннего воздуха в вентиляционной камере принять равной $+5^{\circ}\text{C}$.

5. РАСЧЕТ ПОСТУПЛЕНИЙ ТЕПЛОТЫ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Расчет производится в соответствии с [2] и [4,5].

Количество теплоты, поступающее в помещение за счет солнечной радиации, состоит из двух составляющих:

- теплоты, поступающей через световые проемы;
- теплоты, поступающей через кровлю (через массивное наружное ограждение).

Необходимо рассчитать количество теплоты, поступающее в помещение за счет солнечной радиации отдельно для световых проемов, ориентированных по разным сторонам света, отдельно через кровлю для расчетного времени суток (с 8.00 до 18.00). Затем сложить итоговые показатели по расчетным часам суток.

По максимальному значению Q_0 определяется расчетное количество теплоты, поступающее от солнечной радиации в теплый период года.

6. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Поступление теплоты от электродвигателей и приводимого ими в действие оборудования рассчитываются по формуле

$$Q_{\text{эл. дв.}} = 10^3 N_y k_{\text{и}} k_3 k_0 (1 - \eta_{\text{п}} + k_{\text{т}} \eta_{\text{п}}), \quad (1)$$

где N_y – суммарная установочная мощность электродвигателей;

$k_{\text{и}}$ – коэффициент использования мощности, равный 0,8;

k_3 – коэффициент загрузки двигателя, равный 0,7;

k_0 – коэффициент одновременности работы, равный 0,9;

$\eta_{\text{п}}$ – коэффициент полезного действия, равный 0,85;

$k_{\text{т}}$ – коэффициент ассимиляции, равный 1.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, УДАЛЯЕМОГО СИСТЕМАМИ МЕСТНЫХ ОТСОСОВ

Количество воздуха, удаляемого системами местных отсосов, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется как сумма количества воздуха, удаляемого от всех станков, расположенных в помещении деревообрабатывающего цеха (см. экспликацию оборудования).

Количество воздуха, которое необходимо удалить от каждого станка, и места расположения встроенных отсосов указаны в паспорте станка и приведены в Приложении 1, табл. 1.

8. РАСЧЕТ РАСХОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИТОЧНОГО ВОЗДУХА

Расход воздуха следует определять отдельно для теплого и холодного периодов года при плотности приточного и удаляемого воздуха, равной $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$:

а) по избыткам явной теплоты:

$$L = L_{w,z} + \frac{3,6Q - cL_{w,z}(t_{w,z} - t_{in})}{c(t_l - t_{in})}; \quad (2)$$

где $L_{w,z}$ – расход воздуха, удаляемого из обслуживаемой или рабочей зоны помещения системами местных отсосов, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q – избыточный явный тепловой поток в помещение, Вт;

c – теплоемкость воздуха, равная $1,2 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{w,z}$ – температура воздуха, удаляемого системами местных отсосов, $^\circ\text{C}$;

t_l – температура воздуха, удаляемого из помещения, $^\circ\text{C}$;

t_{in} – температура воздуха, подаваемого в помещение, $^\circ\text{C}$;

Параметры воздуха $t_{w,z}$ следует принимать равными расчетным параметрам в рабочей зоне помещения.

Параметр воздуха

Вентиляция

$$t_l = \frac{t_{wz} - (1 - m)t_{in}}{m}, \quad (3)$$

где $m = 0,65$.

Для обеспечения параметров воздуха в пределах *допустимых* норм в рабочей зоне производственных помещений (на постоянных и непостоянных рабочих местах) температуру воздуха принять в *холодный* период года:

- минимальную из допустимых температур при отсутствии избытков явной теплоты в помещениях;
- экономически целесообразную температуру воздуха – в пределах допустимых норм в помещениях с избытками теплоты;

в *теплый* период года в обслуживаемой или рабочей зоне помещений, при наличии избытков теплоты, температуру воздуха – в пределах допустимых температур, но не более чем на 4 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А) и не более максимально допустимой температуры по Приложению 2 [4].

При отсутствии избытков теплоты температуру воздуха – в пределах допустимых температур.

9. ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОТОПЛЕНИЮ И ВЕНТИЛЯЦИИ

В данном курсовом проекте в деревообрабатывающем цехе в холодный период года имеют место недостатки явной теплоты. Для возмещения их необходимо предусмотреть систему воздушного отопления или систему водяного отопления. Производительность системы воздушного отопления, а также температура приточного воздуха, определяются в соответствии с указаниями раздела 10.

Температура теплоносителя в системе отопления местными отопительными приборами должна быть не более 130°С. Поверхность отопительных приборов должна быть гладкой, допускающей легкую очистку от пыли.

В нерабочее время температура в цехе должна поддерживаться не ниже +5°С (дежурное отопление). Допускается рециркуляция воздуха из верхней зоны помещения.

В холодный период года производительность приточной общеобменной вентиляции (в случае выброса воздуха, удаляемого системой местных отсосов, в атмосферу) равна производительности системы местных отсосов, что видно из формулы (2), приведенной в разделе 9.

В холодный период года приточный воздух следует подавать в верхнюю зону помещения на высоте не ниже 3,0 м от пола. В качестве воздухораспределителей рекомендуется использовать воздухораспределители типа ВР.

В теплый период года в помещении деревообрабатывающего цеха имеют место избытки явной теплоты.

Для ассимиляции избытков теплоты необходимо предусмотреть устройство вытяжной общеобменной вентиляции посредством крышных вентиляторов, установленных на кровле (в дополнение к системам местных отсосов).

Приток естественный, через нижние фрамуги окон. Площадь открывающихся фрамуг определяется по формуле

$$A = \frac{L}{3600v}, \quad (4)$$

где L – то же, что в формуле (2);
 v – скорость воздуха, принять равной 1 м/с.

Подбор сечений и диаметров воздуховодов следует производить по формуле (4) или по таблице гидравлического расчета воздуховодов при скорости воздуха в магистральных воздуховодах общеобменных систем до 12 м/с, в воздуховодах систем аспирации ≥ 16 м/с.

Уклон горизонтальных участков аспирационных воздуховодов должен составлять 0,01.

В зависимости от вида пылеуловителей, применяемых для очистки пылевоздушной смеси, возможны два варианта решений аспирации оборудования деревообрабатывающего цеха.

Вариант 1

Воздух, содержащие вредные примеси в виде стружки и древесных опилок, необходимо очистить в циклоне, размещенном на территории завода, и рассеять в приземном слое атмосферы.

При применении пылеуловителей для сухой очистки пожароопасной пылевоздушной смеси, выбрасывающих воздух после очистки в атмосферу, допускается размещать их вне помещения деревообрабатывающего цеха непосредственно у стен, если по всей высоте здания на расстоянии не менее 2 м по горизонтали от пылеуловителей отсутствуют оконные проемы. При наличии открывающихся окон пылеуловители следует размещать на расстоянии не менее 10 м от стен здания. В качестве пылеуловителей рекомендуется применять циклоны Древопрома, предусматривая установку их на нагнетании. В этом случае приточная система общеобменной вентиляции должна быть рассчитана на компенсацию воздуха, удаляемого системой местных отсосов.

Вариант 2

Воздух, содержащие вредные примеси в виде стружки и древесных опилок, необходимо очистить в рециркуляционных пылеулавливающих агрегатах.

При применении рециркуляционных пылеулавливающих агрегатов, возвращающих отфильтрованный чистый воздух в помещение деревообрабатывающего цеха, должна быть предусмотрена система воздушного отопления, рассчитанная на возмещение недостатков теплоты в холодный период года в соответствии с расчетами.

В помещении приточной вентиляционной камеры необходимо предусмотреть приточную вентиляцию с не менее чем двухкратным воздухообменом в 1 ч, используя оборудование, размещенное в этом помещении.

10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Систему воздушного отопления следует проектировать с резервным вентилятором, предусматривая АВР (автоматическое включение резерва) на случай остановки рабочей вентиляторной секции.

Вентиляция

Воздух в помещение рекомендуется подавать одной или несколькими прямооточными горизонтальными струями. Конструкция воздухораспределителя должна обеспечивать изменение угла подачи струи в вертикальной плоскости. Воздухораспределители необходимо располагать выше рабочей зоны помещения так, чтобы обеспечивать движение обратного потока воздуха через рабочую зону. Места выпуска воздуха нужно проектировать с таким расчетом, чтобы воздушные струи не встречали на своем пути массивных строительных конструкций или оборудования.

Расстояние в плане между воздухораспределительными устройствами при установке их в ряд принимается не более трех высот помещения, способ подачи воздуха – сверху вниз веерными струями через воздухораспределители типа ВР.

Последовательность расчета системы воздушного отопления

1) определяется удельная тепловая характеристика помещения, q , Вт/(м³·°С), по формуле

$$q = \frac{Q}{V_n(t_g - t_n)} ; \quad (5)$$

2) определяется длина зоны, обслуживаемой одним воздухораспределителем, м

$$l = 0,7\sqrt{F_n} ; \quad (6)$$

3) определяется требуемая площадь поперечного сечения помещения, м², которая приходится на один воздухораспределитель

$$F_n^{тp} = \left[\frac{1,57 \cdot 10^6}{lmnq(t_g - t_n)} \left(\frac{v_{норм}}{K} \right)^3 \right]^2 ; \quad (7)$$

4) рассчитывается предварительно ширина зоны обслуживания одного воздухораспределителя, т.е. шаг установки воздухораспределителей

$$b = F_n / H_n \quad (8)$$

при соблюдении условия $b \leq 3 H_n$;

5) определяется необходимое количество воздухораспределителей по формуле

$$N = \frac{L_n B_n}{lb} ; \quad (9)$$

6) принимается ближайшее большее целое число воздухораспределителей, а затем корректируются размеры b и $F_n = bH_n$;

7) находится требуемая расчетная площадь воздухораспределителя по формуле

Вентиляция

$$F_0^{TP} = F_{II} \left(\frac{v_{норм}}{v_0 K} \right)^2 ; \quad (10)$$

8) по принятым значениям F_0 и v_0 рассчитывается расход воздуха на один воздухоораспределитель по формуле

$$L_0 = 3600 F_0 v_0;$$

9) определяется температура подаваемого воздуха по формуле

$$t_o = t_g + \frac{3,6Q}{1,2L_0 N} \quad (11)$$

10) определяется допустимая избыточная температура подаваемого воздуха по формуле

$$\Delta t_o = 1300 \frac{v_0^2 \sqrt{F_0}}{mnF_n} ; \quad (12)$$

11) определяется значение $\Delta t_o = t_o - t_b$ и сравнивается с значением Δt_o , определенным по формуле (12), которое должно быть больше или равно найденному значению Δt_o ; если условие не соблюдено, к расчету принимается значение

$$t_o = t_b + \Delta t_o,$$

где Δt_o – допустимая избыточная температура подаваемого воздуха, рассчитанная по формуле (11);

12) определяется минимальный расход приточного воздуха, м³/ч, по формуле

$$L_{min} = \geq \frac{0,002(mnF_n \Delta t_o)^2}{v_o^3}, \quad (13)$$

где $\Delta t_o = t_o - t_b$

13) значение L_{min} сравнивается с значением $L_0 N$, которое должно быть больше или равно L_{min} , если условие не соблюдено, величина расхода воздуха на один воздухоораспределитель принимается равной L_{min} .

В формулах (6)-(13) :

Q – недостатки теплоты в холодный период года в соответствии с тепло-воздушным балансом, Вт;

V_n – объем помещения, м³;

t_n – расчетная температура наружного воздуха, °С;

t_b – расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

F_n – площадь помещения, m^2 ;

H_n – высота помещения, м;

L_n – длина помещения, м;

B_n – ширина помещения, м;

$v_{норм}$ – допустимая скорость воздуха в рабочей зоне помещения, принимается равной 0,4 м/с.

v_0 – начальная скорость движения воздуха, отнесенная к расчетной площади воздухоораспределительного устройства F_0 , принимается равной $8 \div 10$ м/с;

m, n – скоростной и температурный коэффициенты воздухоораспределителя, для воздухоораспределителя типа ВР $m = 2,7$; $n = 2,5$;

K – коэффициент, принимаемый в зависимости от числа воздухоораспределителей, устанавливаемых в один ряд:

Число воздухоораспределителей

в ряду	1	2	4	6	8
K	1,3	1,15	1,05	1,0	0,95

11. ПОДБОР ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

11.1 Подбор оборудования приточной системы

Для поддержания в рабочей зоне помещения деревообрабатывающего цеха нормируемой температуры воздуха в холодный период, необходимо предусмотреть приточную систему. Эта система обеспечит требуемые санитарными нормами условия на рабочем месте.

Воздух, подаваемый приточными системами в холодный период, подогревается в воздухонагревателе.

Для очистки приточного воздуха от пыли и других вредных веществ, в приточных камерах предусматриваются ячейковые воздушные фильтры.

Исходными данными для подбора вентиляционных агрегатов являются данные, полученные в результате расчета воздухообменов.

Необходимо учесть подсос и утечку воздуха в системах в размере 10% от расхода.

Значения потерь давления в системах принимается из результатов аэродинамического расчета.

Исходными данными для подбора являются:

- производительность системы L , $m^3/ч$;
- располагаемый напор P , Па;
- расчетные температуры наружного и приточного воздуха;
- подающая и обратная температуры теплоносителя.

Необходимый вентиляционный агрегат подбирается в зависимости от расчётной производительности системы L и потерь давления P_c .

Расчётная производительность L , $m^3/ч$, определяется по формуле

$$L = 1,1 \cdot \frac{G}{\rho} \quad (14)$$

Вентиляция

где $1,1$ – коэффициент запаса;

G – расход воздуха в системе, кг/ч;

ρ – плотность воздуха в зависимости от его температуры, кг/м³.

Полное давление вентилятора принимается равным потерям давления в системе, которые определяются в результате аэродинамического расчёта. В соответствии с этими данными подбирается типоразмер приточной камеры.

Соответствие установочной мощности электродвигателя расчётной определяется по формуле

$$N_{уст} = k_э \times N \tag{15}$$

где $N_{уст}$ – расчётная установочная мощность, кВт;

$k_э$ – коэффициент запаса мощности;

N – потребная мощность на валу электродвигателя, кВт.

Величина $k_э$ зависит от мощности на валу электродвигателя и определяется по табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициент запаса мощности электродвигателей

N, кВт	$k_э$ для радиальных вентиляторов
0,5	1,50
0,51 – 1,0	1,30
1,01 – 2,0	1,30
2,01 – 5,0	1,15
5,0	1,10

Расходуемая мощность на валу электродвигателя N , кВт,

$$N = \frac{L \cdot P_c}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_p \cdot \eta_n} \tag{16}$$

где $\eta_в$ – КПД вентилятора;

η_p – КПД передачи (на одном валу с электродвигателем – 1, для клиновых ремней – 0,9-0,95);

η_n – КПД подшипников (0,95-0,98);

P_c – потери давления в вентиляционной системе, Па.

Мощность принятого к установке электродвигателя должна быть ближайшей большей из выпускаемых комплектов.

Помещения для вентиляционного оборудования следует, как правило, размещать в пределах пожарного отсека, в котором находятся обслуживаемые помещения. Помещения для вентиляционного оборудования допускается размещать за пределами обслуживаемого пожарного отсека при условии установки нормально открытых противопожарных клапанов на воздуховодах, пересекающих ограждающие строительные конструкции с нормируемыми пределами огнестойкости помещений для вентиляционного оборудования в зданиях I и II степени огнестойкости.

11.2 Подбор оборудования аспирационной системы

1 вариант

Вентиляторы систем местных отсосов следует подбирать по расчетной производительности с коэффициентом запаса, равным 1,1 (учитывает подсос воздуха во фланцевых соединениях) и расчетным потерям давления в сети (в соответствии с аэродинамическим расчетом).

При подборе вентиляторов в пределах приведенной характеристики не рекомендуется использовать режим работы, при котором К.П.Д. меньше 0,85 максимального.

Вентилятор аспирационной системы необходимо подобрать в пылевом исполнении.

Вентиляторы пылевые ВЦП 7-40 (ВР 140-40) применяются в системах вентиляции для работы в системах пылеочистных установок, пневмотранспорта, для удаления древесной и металлической пыли и стружки от деревообрабатывающих и металлообрабатывающих станков.



Рисунок 1 – Пылевой вентилятор ЦП 7-40

В нижней части кожуха вентилятора должны быть предусмотрены устройства для отвода конденсата в канализацию.

Характеристики вентиляторов пылевых среднего давления приведены в Приложении 2.

В случае проектирования аспирационных систем по 1 варианту, для очистки воздуха, удаляемого системой аспирации, необходимо применить циклоны сухой очистки.

Циклоны *Древпрома* типа УЦ предназначены для очистки технологических выбросов деревообрабатывающих производств в атмосферу от неслипающихся неволокнистых пылей, а также смесей пыли с сухими опилками и стружкой.

Циклоны состоят из 3-х составных частей: корпуса, цилиндра внутреннего и цилиндра внешнего. Улитки состоят из двух составных частей: клапана и корпуса. Циклоны изготавливаются правого и левого исполнения.

Циклонами правого исполнения называются циклоны, в которых воздушный поток в плане имеет направление вращения – по часовой стрелке, левого исполнения – против часовой стрелки.

Циклон УЦ может устанавливаться как на нагнетательной стороне системы (под давлением, после пылевого вентилятора), так и на всасывающей стороне (под разрежением, до вентилятора).

При установке циклона УЦ вне помещения после вентилятора (работа на нагнетание) требуется зонт для предотвращения попадания осадков в систему.

Бункер под циклон типа УЦ заказывается отдельно.



Рисунок 2 – Циклон УЦ Древлпрома

Технические характеристики циклонов УЦ приведены в Приложении 3.

Аспирационные коллекторы являются одним из важнейших элементов аспирационной системы и представляют собой камеру постоянного статического давления, создающего одинаковые аэродинамические условия в местах присоединения к коллектору отдельных ответвлений. Коллекторы служат переходным звеном между разветвленным и магистральным участком аспирационной сети.

Коллекторы не предназначены для систем, в которых перемещаются взрывоопасные вещества.

Вентиляция



Рисунок 3 – Аспирационный коллектор

Технические характеристики аспирационных коллекторов в Приложении 4.

2 вариант

Рециркуляционные аспирационные установки Эковент ПУА-М предназначены для отсоса и очистки воздуха от сухой неслипающей крупнодисперсной пыли и стружки. Аппарат состоит из корпуса, малозумного пылевого вентилятора с профилированными лопатками, пылесборного мешка и фильтровальной ступени. В качестве фильтровального элемента на аппарат устанавливается фильтровальный мешок из иглопробивного, каландрированного материала на основе полиэфирных волокон.

Аппараты ПУА-М предназначены для крупнодисперсной пыли, т. к. имеют относительно небольшую фильтрующую поверхность и, вследствие этого, низкую пылеемкость.



Рисунок 4
Аппараты ПУА-М-1500
и ПУА-М-2000



Рисунок 5
Аппараты ПУА-М-3000 и
ПУА-М-4000

Технические характеристики пылеулавливающих аппаратов ПУА-М приведены в Приложении 5.

12. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Целью гидравлического расчета является подбор диаметров воздуховодов и определение потерь давления в системе.

Гидравлический расчет воздуховодов допускается произвести для одной приточной системы. При определении диаметров круглых воздуховодов необходимо ориентироваться на допустимые скорости в воздуховодах, указанные в разделе 10. Расчет следует производить по таблицам для гидравлического расчета воздуховодов.

Полные потери давления в системе, P , Па, складываются из потерь давления в сети и из потерь давления в оборудовании:

$$P = P_c + P_{об} \quad (17)$$

Потери давления в сети, P_c , Па, следует определять как сумму потерь давления на трение (RI) и потерь давления в местных сопротивлениях (Z):

$$P_c = RI + Z \quad (18)$$

Потери давления в оборудовании, $P_{об}$, Па, следует определять в соответствии со значениями, указанными в каталогах соответствующего оборудования.

Гидравлический расчет потерь давления в сети воздуховодов следует производить в табличной форме (табл. 3 Приложения 1).

Требования, предъявляемые к воздуховодам в системах аспирации, несколько отличаются от требований к элементам систем общеобменной вентиляции.

Основные отличия:

- прямые участки воздуховодов изготавливаются, как правило, прямошовными;
- способ соединения элементов воздуховодов между собой – фланец из уголка;
- радиус закругления отводов равен двум и более диаметрам воздуховода;
- ответвления воздуховодов делаются с помощью тройников;
- в местах изменения направления трассы воздуховодов и их сечения устанавливаются смотровые лючки для осмотра и очистки.

Воздуховоды должны быть проложены без провисания отдельных участков.



Рисунок 6 – Воздуховоды аспирационной системы

Таблица размеров основных изделий для систем аспирации приведена в Приложении 6.

13. ПРОТИВОДЫМНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Противодымную вентиляцию следует предусматривать для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека.

Системы приточно-вытяжной противодымной вентиляции зданий (далее – противодымной вентиляции) должны обеспечивать блокирование и (или) ограничение распространения продуктов горения в помещения безопасных зон и по путям эвакуации людей, в том числе с целью создания необходимых условий пожарным подразделениям для выполнения работ по спасанию людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании.

Расчет системы дымоудаления с естественным побуждением тяги, обеспечивающей незадымленную зону в нижней части помещения

Полное давление снаружи помещения $P_{нар}$, Па, определяют по формуле

$$P_{нар} = P_{н0} - g\rho_{н}H, \quad (19)$$

где $P_{н0}$ – давление снаружи здания на нулевом уровне (на уровне пола помещения), Па;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 ρ_n – плотность наружного воздуха, кг/м³;
 u – вертикальная координата рассматриваемой точки (расстояние от уровня пола до рассматриваемого уровня), м.

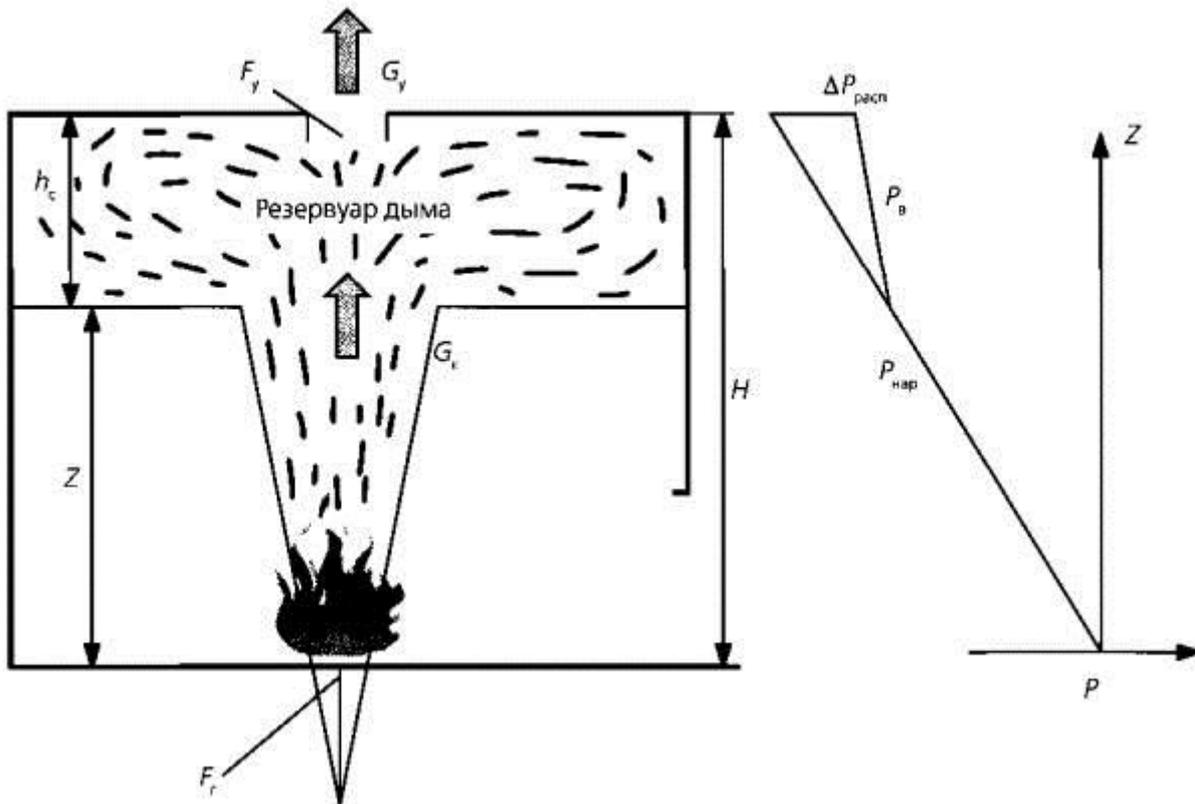


Рисунок 7 – Схема расчета параметров системы дымоудаления, обеспечивающей незадымленную зону в нижней части помещения

F_f – площадь очага пожара, м²;
 Z – высота незадымленной зоны, м;
 H – высота помещения от пола до места выброса продуктов горения, м;
 h_c – толщина слоя продуктов горения, м;
 F_y – площадь проема дымоудаления, м²;
 G_k – массовый расход продуктов горения, поступающих с конвективной колонкой в подпотолочный слой, кг/с;
 G_y – массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;
 $P_{нар}$ – полное давление снаружи помещения, Па;
 $P_в$ – давление внутри помещения от уровня пола до нижней границы слоя продуктов горения, Па;
 $\Delta P_{расп}$ – располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления), Па.

Давление внутри здания от уровня пола до нижней границы слоя продуктов горения P_B , Па, определяют по формуле

$$P_B = P_{B0} - g\rho_n y, \quad (20)$$

где P_{B0} – давление внутри помещения на нулевом уровне (на уровне пола помещения), Па;

g, ρ_n, y – то же, что в формуле 19.

Давление внутри здания выше уровня нижней границы слоя продуктов горения P_B , Па, определяют по формуле

$$P_B = P_{B0} - g\rho_n Z - g\rho_{пг} (Z - y), \quad (21)$$

где P_{B0} – то же, что в формуле (2);

g, ρ_n, y – то же, что в формуле (1);

Z – высота незадымленной зоны, м;

$\rho_{пг}$ – плотность продуктов горения, кг/м³.

Располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления) $\Delta P_{расп}$, Па, определяют по формуле

$$\Delta P_{расп} = P_{B0} - P_{H0} + g(\rho_n - \rho_{пг})(H - Z), \quad (22)$$

где P_{B0} – то же, что в формуле (2);

P_{H0}, g, ρ_n – тоже, что в формуле (1);

$\rho_{пг}, Z$ – то же, что в формуле (3);

H – высота помещения от пола до места выброса продуктов горения, м.

Массовый расход продуктов горения, поступающих с конвективной колонкой в подпотолочный слой, G_k , кг/с, определяют по формуле

$$G_k = 0,032 Q_k^{3/5} Z, \quad (23)$$

где Q_k – конвективная составляющая мощности очага пожара (часть тепловыделения пожара, идущая на нагрев продуктов горения), кВт;

$$Q_k = (1 - \phi) \eta Q_p \psi_{уд} F_r, \quad (24)$$

где ϕ – доля теплоты, отдаваемой очагом пожара ограждающим конструкциям; при отсутствии данных рекомендуется принимать равным 0,4;

η – коэффициент полноты сгорания; принимают равным 0,85 – 0,95;

Q_p – теплота сгорания, кДж/кг;

$\psi_{уд}$ – Удельная скорость выгорания, кг/(м²·с); F_r – площадь очага пожара, м²;

Z – то же, что в формуле (8.3).

Плотности наружного воздуха ρ_n и продуктов горения $\rho_{пг}$, кг/м³, определяют в соответствии с их температурой по формулам

$$\rho_n = \frac{353}{T_n} = \frac{353}{t_n + 273}; \quad (25)$$

$$\rho_{пг} = \frac{353}{T_{пг}} = \frac{353}{t_{пг} + 273}; \quad (26)$$

где T_n , t_n – температура наружного воздуха соответственно в К и °С; при расчете систем с естественным побуждением тяги принимают по таблице 2 для теплого периода года [2];

$T_{пг}$, $t_{пг}$ – температура продуктов горения соответственно в К и °С; определяют из уравнения теплового баланса, которое представляет собой математическую запись равенства количества теплоты, приходящего в подпотолочный слой с конвективной колонкой и уходящего с дымовыми газами,

$$Q_k = c_p G_y (T_{пг} - T_B) + \alpha [AB + 2(A + B)(H - Z)] (T_{пг} - T_B); \quad (27)$$

$$T_{пг} = \frac{Q_k}{c_p G_y + \alpha [AB + 2(A + B)(H - Z)]} + T_B, \quad (28)$$

где Q_k – то же, что в формуле (23);

c_p – удельная изобарная теплоемкость воздуха и продуктов горения, кДж/(кг·К); принимают равной 1,09;

G_y – массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;

α – коэффициент теплоотдачи от продуктов горения к ограждающим конструкциям, кВт/(м²·К); принимают равным 0,012;

A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H – высота помещения от пола до места выброса продуктов горения, м;

Z – высота незадымленной зоны, м;

T_B – температура внутреннего воздуха, К.

Требуемую площадь проема дымоудаления F_y , м², определяют по формуле

$$F_y = \frac{G_y}{\mu(2\rho_{пг}\Delta P_{раск})^{\frac{1}{2}}}, \quad (29)$$

где G_y – массовый расход удаляемых продуктов горения, кг/с;

Вентиляция

μ – коэффициент расхода проема дымоудаления; для проемов прямоугольного или квадратного сечения принимают равным 0,64, для щелей и проемов круглого сечения – 0,8;

$\rho_{пг}$ – плотность продуктов горения, кг/м³.

$\Delta P_{расп}$ – располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления); при расположении проемов дымоудаления в покрытии помещения определяют по формуле (30).

В случае если площадь приточных проемов в 2,5 – 3 раза больше площади проемов дымоудаления, разность давлений на уровне пола внутри и снаружи помещения ($P_{в0}$ – $P_{н0}$) мала и ею можно пренебречь. В этом случае располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления) $\Delta P_{расп}$, Па, определяют по формуле

$$\Delta P_{расп} = g (\rho_n - \rho_{пг}) (H - Z), \quad (30)$$

где g , ρ_n – то же, что в формуле (19);

$\rho_{пг}$, Z , H – то же, что в формуле (28).

Объемный часовой расход удаляемых продуктов горения L , м³/ч, определяют по формуле

$$L = \frac{3600 G_y}{\rho_{пг}}, \quad (31)$$

где G_y , $\rho_{пг}$ – тоже, что в формуле (29).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 – Местные отсосы и укрытия

№ п/п	Технологическое оборудование	Марка станка	Скорость воздуха в рабочем проеме, м/с	Объем удаляемого воздуха, м ³ /ч	Вредности, удаляемые местными отсосами	Коэффициент местного сопротивления кожуха
1	2	3	4	5	6	7
1	Станок универсальный круглопильный	Ц-2М	16	840	Опилки	1,5
2	Станок круглопильный с кареткой и наклоняющимся валом	ЦУ-2	16	840	Опилки	1,5
3	Ленточнопильный станок	ЛО-80-3	16	1200	Опилки	1,5
4	Станок фуговальный	СФ-6	16	1320	Стружка	2,0
5	Станок рейсмусовый	СР6-2	18	1320	«	2,0
6	Станок универсальный	С-26-2	А-19	А-1500	«	2,0
			Б-19	Б-1500	«	
			В-19	В-1500	«	
			Г-19	Г-1500	«	
			Д-19	Д-1500	«	
7	Станок фрезерный	Ф-3	18	960	«	2.0
8	Шипорез с автоматической подачей «Ласточкин хвост»	ШЛХА	18	1080	Опилки	1,5
9	Станок шипорезный рамный односторонний	ШО-6-1	А-16	А-840	Опилки	1,5
			Б-18	Б-840		
			В-18	В-840		
			Г-16	Г-840		
10	Станок усовочный	УС	15	840	Опилки	1,5

Вентиляция

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
11	Станок трехпильный обрезной	ЦТЭФ-1	14	А-840	Опилки	1,0
			14	Б-840		
			14	В-840		
12	Станок сверлильный	СВПГ-2	18	А-475	Стружка,	1,0
				Б-475	пыль	
13	Станок трехпильный	ШО16-4	18	2020	Опилки,	1,1
					стружка,	
					пыль	
14	Станок торцовочный однопильный	ЦПА-40	17	840	Опилки	1,0
15	Станок для высверливания сучков	СВА-2	18	150	Стружка, пыль	0,5
16	Станок прирезной однопильный	ЦДК4-3	17	1000	Опилки, пыль	1,2
17	Станок цепнодолбежный	ЦДА-4	18	500	Опилки, пыль	1,5
18	Станок горизонтально-сверлильный	СГВП-1	18	1000	Стружка, пыль	1,0
19	Станок токарный	ТВ-63	17	1080	Стружка	1,0
20	Станок круглопильный	Ц6-2	17	840	Опилки, пыль	1,0
21	Станок торцовочный	ЦП	15	840	Опилки, пыль	1,0
22	Станок прирезной многопильный	ЦДК-5	15	А-1200, Б-1000	Опилки	1,0
23	Станок двухсторонний фуговальный	С2Ф4-1	18	А-1500, Б-270	Стружка, сталь	1,0
24	Станок шипорезный двухсторонний	ШД-15	17	А-2200	Опилки	0,8
			15	Б-840		1,0
			15	В-720		1,0
			17	Г-2200		0,8
			15	Д-840		1,0
			15	Е-720		1,0
25	Станок рейсмусовый односторонний	СР12-1	18	2500	Стружка	0,8

Вентиляция

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
26	Станок строгальный четырехсторонний	СПЗО-1	19	А-1500	Опилки	0,8
			19	Б-1500	Стружка	2,0
			19	В-1080		
			19	Г-1080		
			19	Д-1080		
27	Станок фрезерный	Ф-4	18	960	«	
28	Станок фрезерный	Ф-3	18	960	«	2,0

Таблица 2 – Таблица местных отсосов от технологического оборудования

№ п/п	№ поз. обор.	Наименование оборудования	Кол. шт.	Характеристика выделяющихся вредностей	Объем удаляемого воздуха, м ³ /ч		Расчетные формулы	Характеристика местного отсоса	№ системы
					от един.	общ.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 3 – Определение потерь давления в сети воздуховодов

№ уч.	L, м ³ /ч	l, м	d, мм	w, м\с	R, Па/м	RI, Па	Σζ -	Rдин., Па	Z, Па	RI+Z, Па	Рузл., Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 4 – Спецификация деталей системы АС1

№ п/п	Наименование детали	Ед. измер.	Кол-во	Угол отвода	R отвода	Размер	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технические характеристики вентиляторов серии ВЦП 7-40

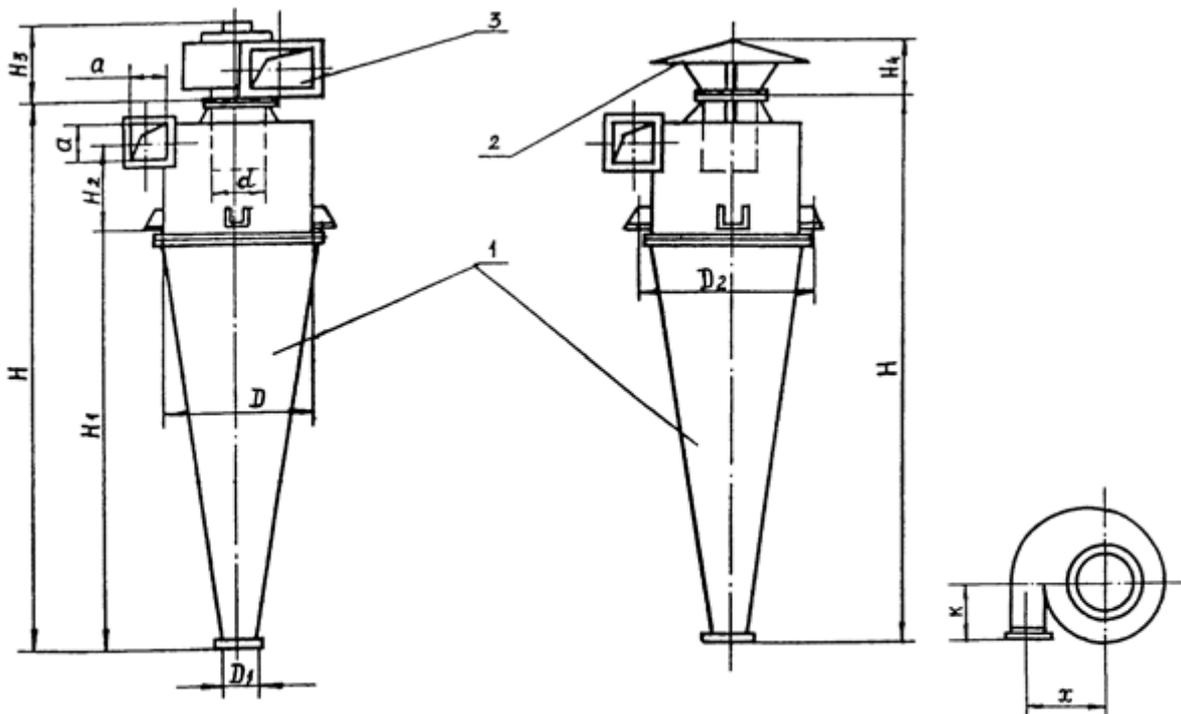
№ вентилятора	Тип электродвигателя	Мощность, кВт	Частота вращения об/мин	Масса не более, кг	Виброизоляторы	
					Тип	Кол-во
2,5 исп-1	5A80MA2	1,5	2850	23	ДО 38	4
	5A80MB2	2,2	2850	24,5		4
3,15 исп-1	5A80MB2	2,2	2800	36	ДО 38	4
	AIP100S2	4,0	2850	38		4
4,0 исп-1	AIP100S2	4,0	2870	54	ДО 39	4
	AIP100L2	5,5	2870	70,5		4
5,0 исп-5	AIP112M4	5,5	1460	351	ДО 42	6
	AIP112M4	5,5	1810	360		6
	AIP112M4	5,5	2030	362		6
	AIP132S4	7,5	2030	387		6
	AIP132S4	7,5	2285	389		6
	AIP132M4	11,0	2285	411		6
	AIP132M4	11,0	2575	422		6
6,3 исп-5	AIP160S4	15,0	2575	476	ДО 42	6
	AIP132M4	11,0	1615	495		6
	AIP160S4	15,0	1810	541		6
	AIP160M4	18,5	1810	554		6
	AIP160M4	18,5	2040	582		6
8,0 исп-5	AIP160S4	22,0	2040	566	ДО 43	6
	AIP160M4	18,5	1450	715		6
	AIP180S4	22,0	1450	733		6
	AIP180S4	22,0	1615	729		6
	AIP180M4	30,0	1615	758		6
	AIP180M4	30,0	1810	758		6
	AIP200M4	37,0	1615	837		6
	AIP200M4	37,0	1810	844		6
AIP200L4	45,0	1810	884	6		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технические характеристики циклонов серии УЦ

Типоразмер	Производительность по воздуху, м ³ /ч	Габаритные размеры		Масса, кг
		Диаметр, мм	Высота, мм	
Циклон УЦ-500	790 – 990	500	2040	52
Циклон УЦ-560	960 – 1210	560	2257	63
Циклон УЦ-630	1160 – 1480	630	2504	71
Циклон УЦ-710	1400 – 1810	710	2608	82
Циклон УЦ-800	1760 – 2290	800	3040	120
Циклон УЦ-900	2200 – 2900	900	3370	170
Циклон УЦ-1000	2700 – 3600	1000	3800	220
Циклон УЦ-1100	3230 – 4350	1100	4220	260
Циклон УЦ-1200	3880 – 5200	1200	4570	290
Циклон УЦ-1300	4580 – 6100	1300	4930	355
Циклон УЦ-1400	5240 – 7000	1400	5290	405
Циклон УЦ-1500	6050 – 8050	1500	5720	450
Циклон УЦ-1600	6900 – 9200	1600	6010	495
Циклон УЦ-1800	8700 – 11600	1800	6880	645
Циклон УЦ-2000	10800 – 14400	2000	7450	750

Габаритные и присоединительные размеры циклонов серии УЦ

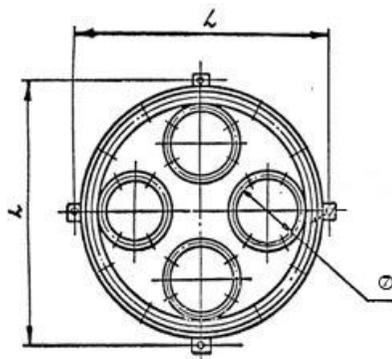


1-циклон, 2-зонт, 3-улитка

Вентиляция

Тип циклона	D	D_1	D_2	d				H	H_1	H_2	a	K	x	Масса, кг			
				№ модификации										№ модификации			
				1	2	3	4							1	2	3	4
УЦ 500	500	100	644	190	225	263	300	2040	1409	329	125	250	313	70,5	70,3	70,3	70
УЦ 560	560	112	704	213	252	294	336	2257	1577	369	140	280	350	82	83,5	83,3	83
УЦ 630	630	126	774	239	284	331	378	2508	1773	413	158	315	398	99,9	99,8	99,7	99,4
УЦ 710	710	142	710	270	320	373	426	2698	1562	905	178	355	444	120	121	122	121
УЦ 800	800	160	800	304	360	420	480	3125	1740	1037	200	400	504	154	156	156	155
УЦ 900	900	180	900	342	405	473	540	3370	2000	1088	225	450	562	182	184	186	184
УЦ 1000	1000	200	1000	384	450	525	600	3800	2300	1175	250	500	625	225	227	228	227
УЦ 1100	1100	220	1100	424	495	578	660	4220	2600	1263	275	550	687	288	294	288	285
УЦ 1200	1200	240	1354	456	540	630	720	4570	3370	767	300	600	754	317	319	323	318
УЦ 1300	1300	260	1454	494	585	683	780	4930	3650	865	325	650	817	368	372	375	369
УЦ 1400	1400	280	1554	532	630	735	840	5290	3930	932	350	700	879	418	423	426	420
УЦ 1500	1500	300	1500	574	675	788	900	5720	3700	1513	375	750	937	466	471	474	470
УЦ 1600	1600	320	1600	608	720	840	960	6010	3980	1572	400	800	1004	517	521	524	515
УЦ 1800	1800	360	1800	684	810	945	1080	6880	4550	1725	450	900	1125	670	680	685	681
УЦ 2000	2000	400	2000	760	900	1050	1200	7450	5100	1847	500	1000	1254	800	806	809	798

ПРИЛОЖЕНИЕ 4



Технические характеристики аспирационных барабанных проходных коллекторов

Наименование	Произ- сть, м ³ /ч	Входной патрубок		Выходной патрубок	Размеры, мм			Масса, кг
		Кол-во, шт.	Ø	Db, мм	Dh	H	L	
A2B051.000 (БП-4)	6480	4	180	315	600	710	700	38
A2B052.000 (БП-6)	9720	6	180	400	750	860	860	56
A2B053.000 (БП-8)	12960	8	180	450	950	1080	1060	79
A2B054.000 (БП-10)	16200	10	180	500	1100	1240	1210	102
A2B055.000 (БП-12)	19440	12	180	560	1200	1300	1320	116,5
A2B056.000 (БП-15)	24300	15	180	630	1500	1700	1610	180

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Технические характеристики пылеулавливающих агрегатов ПУА-М

Модель	ПУА-М-1500	ПУА-М-2000	ПУА-М-3000	ПУА-М-4000
Производительность, м ³ /ч	1500	2000	3000	4000
Установленная мощность эл. Двигателя, кВт	1,1	1,5	3	4
Объем пылесборного мешка, м ³	0,3	0,3	2x0,3	2x0,3
Вес, кг	42	45	70	77
Количество отсосов, шт. мах	3	3	4	4
Уровень шума, дБа	76	78	79	82
Максимальная входная концентрация пыли, г/м ³	5	5	5	5
Эффективность очистки от пыли, не менее, %	99,5	99,5	99,5	99,5
Габаритные размеры в сборе, мм	1010x580x2600	1010x580x2635	1660x580x2640	1660x580x2675

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблицы размеров основных изделий для систем аспирации

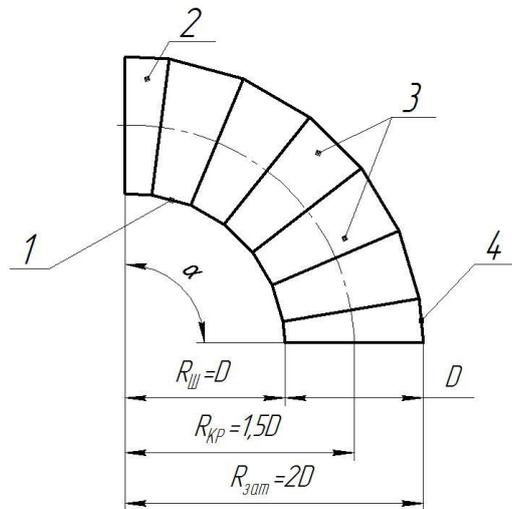


Рисунок 1 – Отвод

Таблица 1 – Размеры стандартных отводов, мм

Диаметр, D, мм	Радиус кривизны, R _{кр} , мм	Диаметр, D, мм	Радиус кривизны, R _{кр} , мм
100	150	500	750
125	187,5	560	840
140	210	630	945
160	240	710	1065
180	270	800	1200
200	300	900	1350
225	337	1000	1500
250	375	1120	1680
280	420	1250	1875
315	487,5	1400	2100
355	532,5	1600	2400
400	600	1800	2700
450	675	2000	3000

Вентиляция

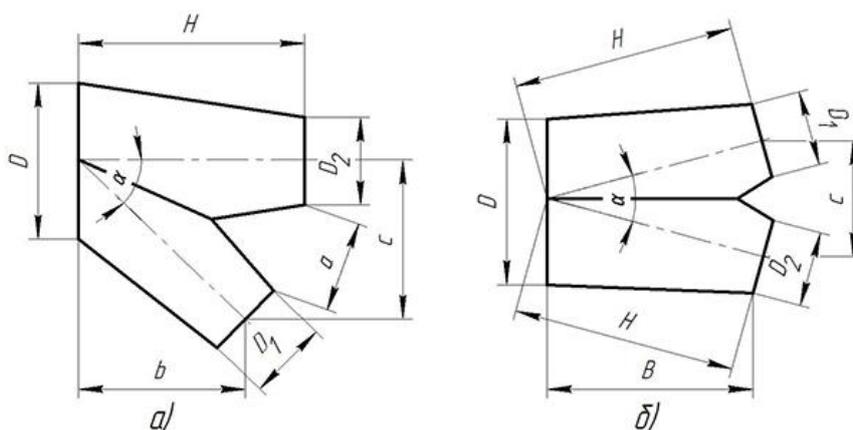


Рисунок 2 – Тройники: а) прямой; б) штанообразный

Таблица 2 – Размеры стандартных тройников

D, D1, D2, мм (наружный)	α, град	H, мм	c, мм	B, мм
100	30	303	157	293
110		321	165	310
125		348	180	336
140		377	195	364
160		415	215	401
180		452	234	437
200		508	263	491
225		554	287	536
250		601	311	580
280		657	340	635
315		723	374	698
355		798	413	771
400		881	456	851
450		976	505	943
500		1068	553	1032
560		1180	611	1140
630	1312	679	1267	
710	45	948	726	876
800		1057	809	976
900		1178	902	1089
1000		1299	994	1200
1120		1457	1115	1346
1250		1614	1235	1491
1400		1794	1373	1657
1600		2036	1558	1881

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003» М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012.
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*» М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012.
3. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012.
4. ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» М.: Стандартинформ, 2006.
5. СП 56.13330.2011 «Производственные здания». Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001» М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.
6. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования» М.: Министерство РФ по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий.