



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»

Колледж Сам ГТУ

Сагитова Л.А.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ПО МОНТАЖУ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

*Методические указания к
практическим занятиям*

САМАРА
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
2024

Печатается по решению методической комиссии Колледжа СамГТУ (протокол № 3 от 22.11.2024 г.).

Составитель: Сагитова Л.А.

Выполнение работ по монтажу и техническому обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования: методические указания к практическим занятиям для студентов СПО/ Сагитова Л.А – Самара: Самарский государственный технический университет, 2024.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 08.02.13 Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции.

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и участия в выполнении практических работ по междисциплинарному курсу Выполнение работ по монтажу и техническому обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования студентам СПО.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие 1. Исследование параметров воздуха в помещении	4
Практическое занятие 2. Определение кратности воздухообмена	11
Практическое занятие 3. Чтение чертежей и схем системы вентиляции здания и кондиционирования	16
Практическое занятие 4. Выполнение монтажной схемы воздуховодов, схемы разбивки вентиляционной системы на укрупненные узлы. Составление комплектной ведомости укрупненных узлов вентиляционной системы	19
Практическое занятие 5. Выполнение схемы строповки оборудования систем вентиляции кондиционирования воздуха	25
Практическое занятие 6. Выбор машин и механизмов для монтажа систем вентиляции кондиционирования воздуха	27
Практическое занятие 7. Выполнение схемы монтажа радиального вентилятора автокраном	28
Практическое занятие 8. Составление карты операционного контроля качества монтажа металлических воздуховодов	31
Практическое занятие 9. Обработка результатов измерений аэродинамического испытания вентиляционной системы	35
Практическое занятие 10. Заполнение акта обкатки вентиляционной системы	38
Практическое занятие 11. Заполнение акта приемки системы вентиляции	39

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.13 Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции и осваивающих МДК.02.01 Выполнение работ по монтажу и техническому обслуживанию систем вентиляции и кондиционирования

Практическое занятие 1

Тема: Исследование параметров воздуха в помещении.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и научиться пользоваться i-d диаграммой для определения параметров воздуха

Задание. По заданным параметрам температуры и относительной влажности воздуха помещения определить с помощью i-d диаграммы влажного воздуха (Приложение) температуру точки росы $t_{рр}$, температуру точки мокрого термометра $t_{м.т.}$, влагосодержание, теплосодержание и парциальное давление воздуха заданных параметров.

Обозначение параметра	Ед-ца изм.	Варианты																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
t	°C	16	18	20	22	24	16	18	20	22	24	16	18	20	22	24	16	18	20	22	24
φ	%	45	50	55	60	65	50	55	50	55	60	55	45	60	50	55	50	60	45	55	50

Методические указания

Правила пользования i-d диаграммой влажного воздуха:

1. Для нахождения точки на диаграмме нужно знать любые два взаимно независимых параметра влажного воздуха. На пересечении двух линий с выбранными параметрами находится точка, характеризующая данное состояние влажного воздуха. По этой точке можно считать все остальные параметры.
2. Процессы нагрева и охлаждения воздуха на i-d диаграмме изображаются лучами по линии d-const.
3. Процессы смешения влажного воздуха изображаются на i-d диаграмме прямой линией, соединяющей исходные состояния смешиваемого воздуха.
4. Для точного построения процессов необходима i-d диаграмма для каждого района, так как барометрическое давление для разных районов России изменяется.
Использование диаграммы позволяет наглядно отобразить вентиляционный процесс, избегая сложных вычислений по формулам.

Задание на практическую работу:

1. Изучить задание и исходные данные.
2. На i-d диаграмме найти по заданным параметрам температуры внутреннего воздуха t_v и влажности φ точку А.
3. Опустить из точки А вниз вертикальную линию d=const до пересечения ее с кривой

$\phi=100\%$ и поставить точку В.

4. Определить по шкале температур температуру точки росы $t_{т.р.}$.
5. Провести линию $I=\text{const}$ до пересечения ее с кривой $\phi=100\%$ и поставить точку С.
6. Определить удельное теплосодержание (энтальпию), соответствующие точкам А и С.
7. Определить по шкале температур температуру точки мокрого термометра $t_{м.т.}$.
8. Опустить из точки А вниз вертикальную линию $d=\text{const}$ и определить значение влагосодержания водяного пара.
9. От точки А провести вниз вертикальную линию $d=\text{const}$ до пересечения с линией $P=\text{const}$ и определить величину расчетного парциального давления.
10. Полученные данные внести в таблицу:

Наименование показателя	Обозначение	Ед-ца измерения	Значение показателя	Примечание
Температура внутреннего воздуха	t_v	$^{\circ}\text{C}$		По заданию
Относительная влажность воздуха	ϕ	%		По заданию
Температура точки росы	$t_{т.р.}$	$^{\circ}\text{C}$		по i-d диаграмме
Температура мокрого термометра	$t_{м.т.}$	$^{\circ}\text{C}$		по i-d диаграмме
Влагосодержание водяного пара	q	$\frac{\text{гр}}{\text{кг}}$		по i-d диаграмме
Удельное теплосодержание (энтальпия)	I_v	$\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$		по i-d диаграмме
Парциальное давление	$P_{п}$	кПа		по i-d диаграмме

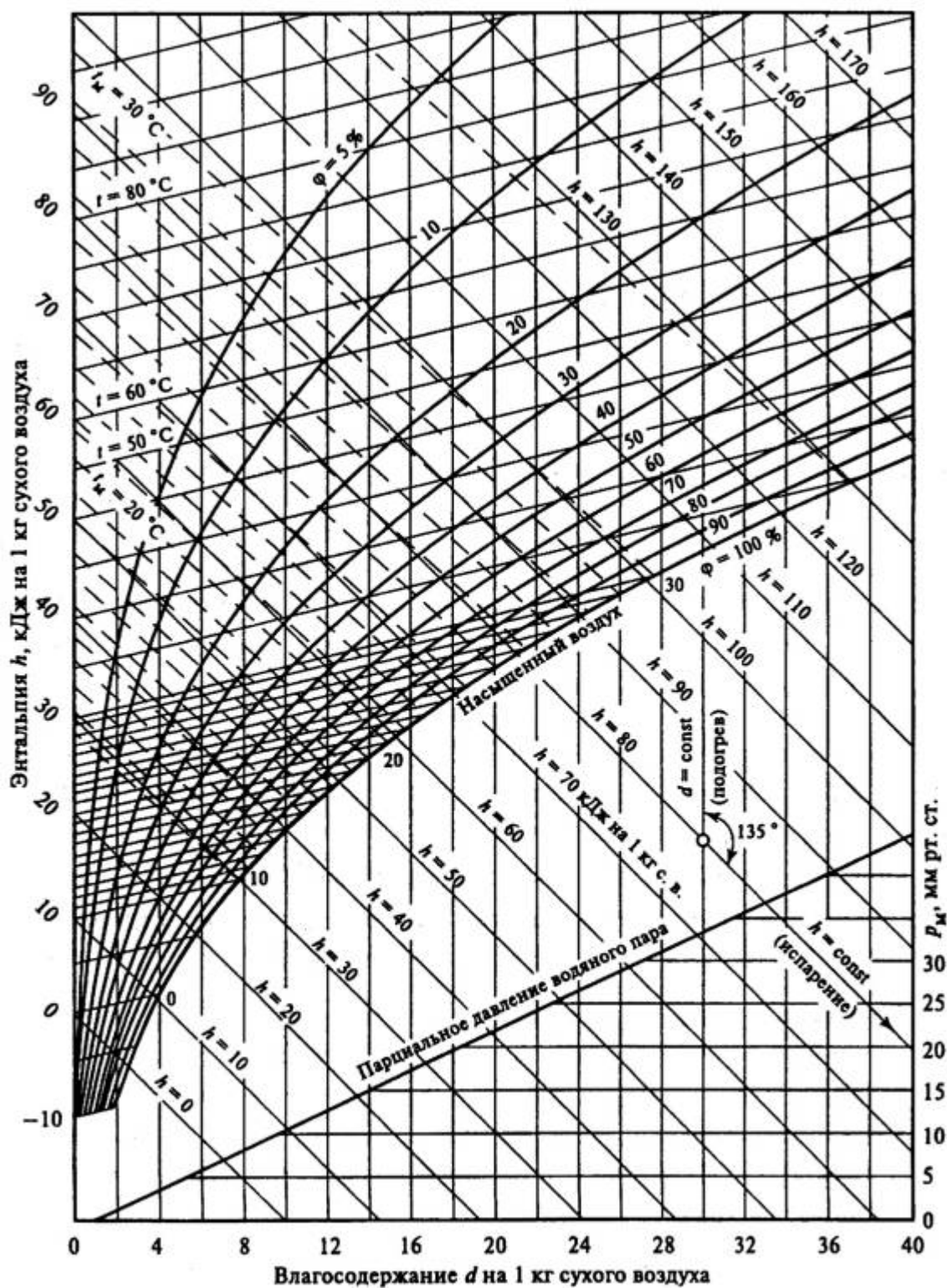


Рис. 10.1. h, d -диаграмма влажного воздуха при $p = 745$ мм рт. ст. (993,3 гПа)

Практическое занятие 2

Тема: Определение кратности воздухообмена.

Цель: занятия: закрепить теоретический материал и научиться пользоваться нормативной литературой для определения нормируемой кратности воздухообмена в помещениях различного назначения.

Отчетный материал: Таблица воздухообмена помещений.

Задание: Для заданного здания определить объем каждого помещения, нормативную кратность и общий воздухообмен помещений.

Методические указания

Потребный воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{G \cdot 1000}{x_v - x_n}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где: L, м³/ч-потребный воздухообмен;

G, г/ч-количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения;

x_v, мг/м³–предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 (Табл.2. приложения);

x_n, мг/м³–максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (табл. 1 приложения), согласно СН-3086-84.

Применяется также понятие кратности воздухообмена (n), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение n < λ может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = L / V_n, \text{ ч}^{-1} \text{ где:}$$

V_n– внутренний объем помещения, м³.

Согласно СН 245-71, кратность воздухообмена n > 10 недопустимо.

Пример

В помещении объемом V_n=1050 м³ три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

По (5) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух:

$$G = 0,6 \cdot 0,001 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 3 = 1,8 \text{ мг}$$

Определяем потребный воздухообмен:

- для свинца и его соединений находим из таблиц 1 и 2 приложения: $X_v = 0,01 \text{ мг/м}^3$;

$X_n = 0,001 \text{ мг/м}^3$;

$$L = 1,8 / (0,01 - 0,001) = 200,0 \text{ м}^3/\text{час},$$

Ответ: $L = 185,5 \text{ м}^3/\text{час}$,

Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота (CO_2).

Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой ее концентрации.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в таблицах 4 и 5 приложения.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержание CO_2 :

для сельских населенных пунктов	-0,33 л/м ³
для малых городов (до 300 тыс. жителей)	- 0,4 л/м ³
для больших городов (свыше 300 тыс. жителей)	- 0,5 л/м ³

П р и м е р

Определить потребную кратность воздухообмена в помещении, где работают три человека

Решение:

1. По таблице 3 приложения определяем количество CO_2 , выделяемой одним человеком $g = 23 \text{ л/ч}$.

По таблице 4 приложения определяем допустимую концентрацию CO_2 , $X_v = 1 \text{ л/м}^3$ и содержание CO_2 в наружном воздухе для больших городов принимаем: $X_n = 0,5 \text{ л/м}^3$.

Определяем потребный воздухообмен: $L =$

$$23 \cdot 3 / (1 - 0,5) = 138 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Ответ: $L = 138 \text{ м}^3/\text{ч}$

Воздухообмен в гражданских и общественных зданиях можно определить по величине нормативной кратности.

Расчет ведется по формуле:

$$L=n \cdot V_{\text{пом}}(\text{м}^3/\text{ч}),$$

где:

L -расход приточного или вытяжного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$

n -кратность воздухообмена (СП60.13330.2020) Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха)

$V_{\text{пом}}$ -объем помещения м^3 .

Пример

Определить воздухообмен офисного помещения объемом $V_{\text{пом}}=108 \text{ м}^3$ Нормативная кратность воздухообмена офисных помещений согласно СП 60.13330.2020 $n=3.5$

Определим воздухообмен по формуле $L=n \cdot V_{\text{пом}}=3.5 \cdot 108=378 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Практическое занятие 3


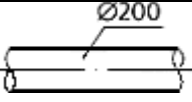
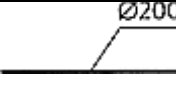
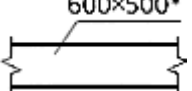
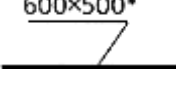
Тема: Чтение чертежей и схем системы вентиляции здания и кондиционирования.


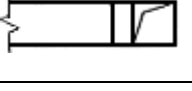
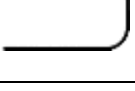

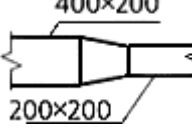
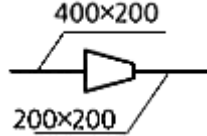
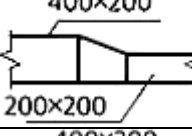
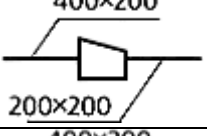
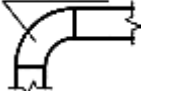
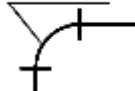
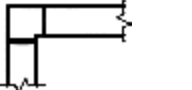
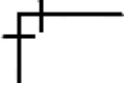
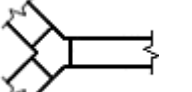
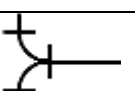
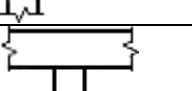
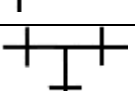
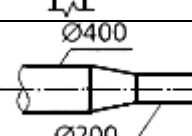
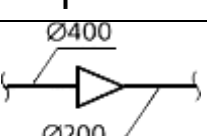
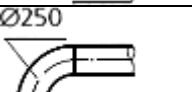
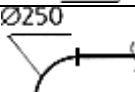
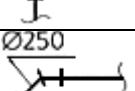
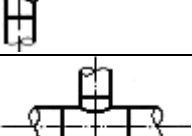
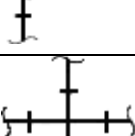
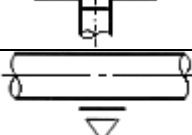
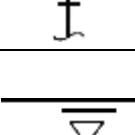
Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить первичные навыки чтения чертежей.

Методические указания

Условные графические обозначения применяются на всех стадиях проектирования систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и тепло-холодоснабжения, а также при монтаже, наладке и эксплуатации указанных систем, т.к. они позволяют передать в графическом виде общую информацию, необходимую при работе с проектом, и облегчить процесс проектирования, изучения и анализа проектов.

Условные обозначения систем вентиляции

обозначения		наименование
На планах	На схемах	
		Воздуховод
		Воздуховод круглого сечения
		Воздуховод прямоугольного сечения

		Воздуховод круглого сечения, идущий в видимую сторону
		Воздуховод прямоугольный, идущий в видимую сторону
		Воздуховод гибкий
		Переход симметричный
		Переход ассиметричный
		Переход с прямоугольного на круглое сечение
		Отвод под углом 90°
		Колено
		Раздвоение потока острое
		Раздвоение потока плавное
		Ответвление прямое
		Переход на воздуховодах круглого сечения
		Отвод по радиусу с углом 90°
		Отвод секционный
		крестовина
		Отверстие(решетка) для выпуска воздуха

Практическое занятие 4

Тема: Выполнение монтажной схемы воздухопроводов, схемы разбивки вентиляционной системы на укрупненные узлы. Составление комплектовочной ведомости укрупненных узлов вентиляционной системы

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить первичные навыки монтажного проектирования системы вентиляции.

Методические указания

Состав монтажного проекта систем вентиляции включает:

1. Аксонометрическую монтажную схему системы. На ней делят трассы воздухопроводов на детали, как правило, унифицированные.
2. Комплектующие ведомости. В них указывают сечение, длину, толщину металла, количество деталей, площадь поверхности одной детали и общую площадь поверхностей однотипных деталей, а также количество фланцев по сечениям воздухопроводов и фасонных частей.
3. Эскизы (чертежи) неунифицированных деталей. В них определяют все необходимые для изготовления размеров.
Исходными данными для разработки монтажного проекта служат рабочие чертежи: планы и разрезы зданий и отдельных помещений, аксонометрические схемы вентиляционных систем, чертежи вент камер.

Порядок выполнения практической работы:

1. Изучить задание и исходные данные.
2. Выбрать нормативно-техническую литературу.
3. Разбить аксонометрическую схему вентиляционной системы, выполненную в масштабе с указанием размеров сечений воздухопроводов на следующие элементы: прямые участки, тройники, отводы, переходы.
4. Узлы ответвления образовать из унифицированных узлов и деталей: прямых участков с одной или двумя базовыми врезками.
5. Пронумеровать на схеме все элементы вентиляционной системы (прямые участки и участки с базовыми врезками, переходы, отводы).
6. Вычертить эскизы деталей узлов воздухопроводов.
7. Определить монтажную длину прямого участка воздуховода по формуле:

$$l_{\text{монт.}} = l_{\text{стр.}} - U \quad [\text{мм}]$$

где: $l_{\text{монт}}$ - монтажная длина прямого участка в мм;

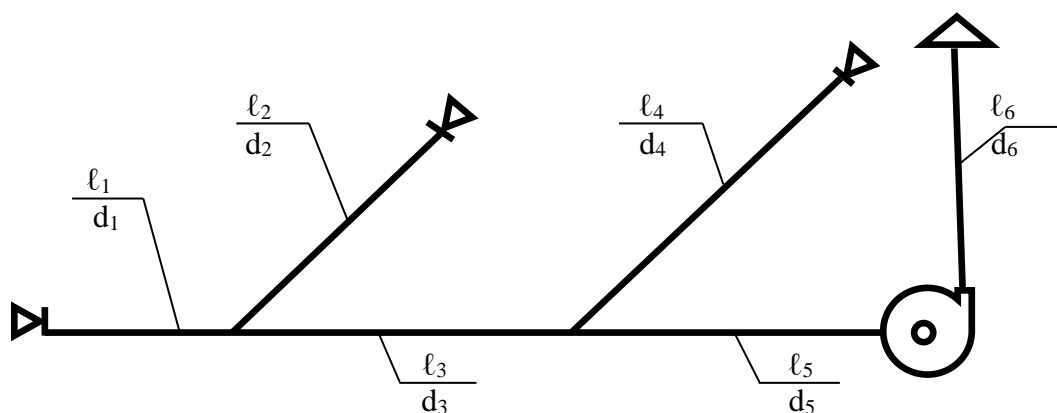
$l_{\text{стр}}$ - строительная длина прямого участка в мм;

U – скид, мм

8. Заполнить комплектующую ведомость, используя каталог продукции ОАО «Росвент».

Монтажные чертежи должны разрабатываться с максимальным использованием стандартных сечений воздухопроводов, типовых вентиляционных деталей.

АксонOMETрическая схема систем вентиляции

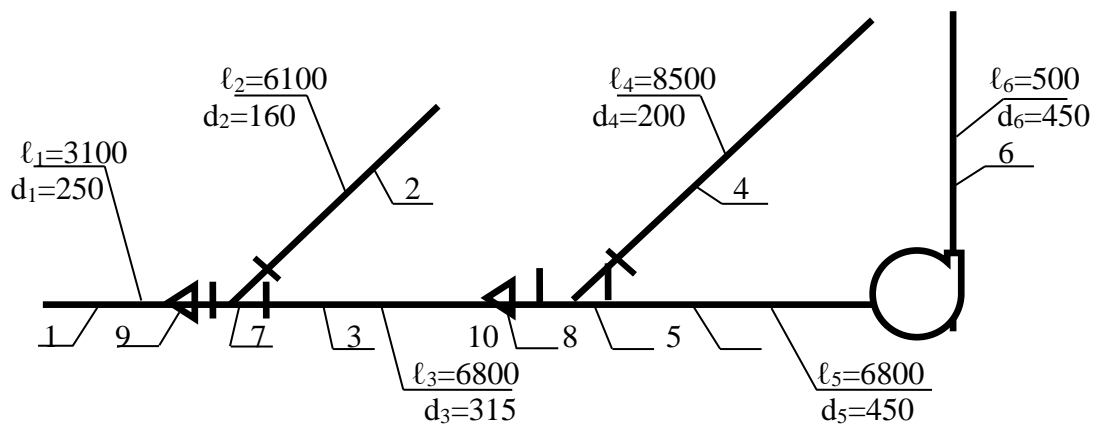


Исходные данные задания

Вариант	l_1 мм	l_2 мм	l_3 мм	l_4 мм	l_5 мм	l_6 мм	d_1 мм	d_2 мм	d_3 мм	d_4 мм	d_5 мм	d_6 мм
1	2500	4300	5100	6200	5100	500	160	160	250	160	355	355
2	3200	6300	6800	7900	6800	1000	160	200	280	160	400	400
3	2800	5300	6400	7300	6400	1500	200	250	355	250	500	500
4	3100	6100	6800	8500	6800	500	250	160	315	200	450	450
5	2600	7000	7900	8100	7900	1000	280	160	355	160	450	450
6	4400	5500	6200	8300	6200	1500	200	200	315	200	500	500
7	3800	4500	5700	6700	5700	500	315	160	355	200	450	450
8	4600	7100	7900	9600	7900	1000	200	250	400	250	560	560
9	4200	6500	7200	8900	7200	1500	250	280	450	280	630	630
10	2700	7300	8100	9700	8100	500	280	160	315	160	400	400
11	4800	5700	6300	8700	6300	1000	160	160	280	160	355	355
12	3600	4700	5400	6400	5400	1500	160	200	315	200	500	500
13	5600	6600	7200	9100	7200	500	200	250	355	250	560	560
14	4000	5900	6700	7500	6700	1000	250	160	315	160	450	450
15	5000	7500	8200	9500	8200	1500	280	315	355	160	500	500
16	2900	4900	5700	6600	5700	500	280	250	315	250	560	560

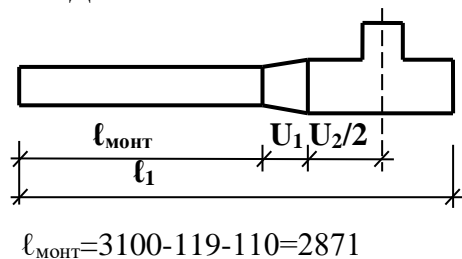
Пример выполнения задания

Монтажная схема

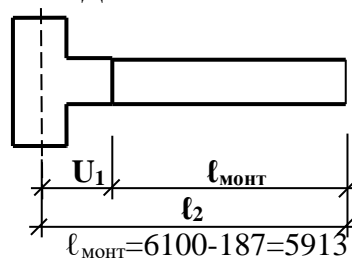


Деталировочная ведомость

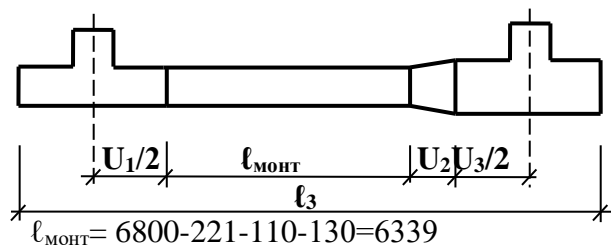
Деталь 1



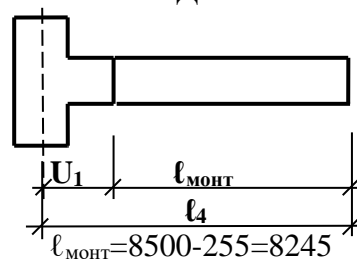
Деталь 2



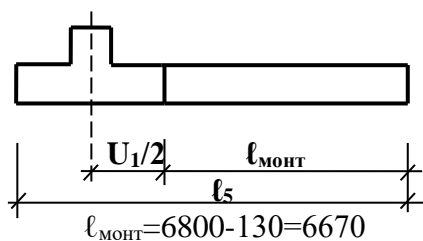
Деталь 3



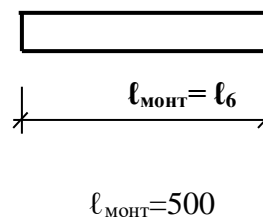
Деталь 4



Деталь 5



Деталь 6



Комплектовочная ведомость

Номер детали	Наименование детали	Длина детали, м	Кол-во, шт	Центр. угол	Площадь поверхности, м ²	
					Единицы длины	Общая
1	ПН d=250	2,87	1	-	0,79	2,27
2	П d=160	3	1	-	0,51	1,53
2 ¹	ПН d=160	2,91	1	-	0,51	1,48
3	П d=315	3	2	-	0,99	5,94
3 ¹	ПН d=315	0,34	1	-	0,99	0,34
4	П d=200	3	2	-	0,63	3,78
4 ¹	ПН d=200	2,25	1	-	0,63	1,42
5	П d=450	3	2	-	1,42	8,52
5 ¹	ПН d=450	0,67	1	-	1,42	0,95
6	ПН d=450	0,5	1	-	1,42	0,71
7	Т 315x160	0,22	1	-	0,33	0,07
8	Т 450x200	0,26	1	-	0,52	0,135
9	П 315x250	0,119	1	-	0,25	0,03
10	П 450x315	0,221	1	-	0,47	0,104

Практическое занятие 5

Тема: Выполнение схемы строповки оборудования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки выполнения схем строповки вентиляционного оборудования.

Методические указания

В качестве механизированных грузоподъемных средств на объектах используют лебедки, автопогрузчики, автокраны, стреловые краны на пневмоколесном и гусеничном ходу, башенные и козловые краны. Стropовку воздухопроводов и вентиляционного оборудования производят инвентарными грузозахватными средствами. Стropы следует выбирать в зависимости от вида, массы поднимаемого груза и способа строповки. Наиболее распространенные стропы приведены на рис.1.

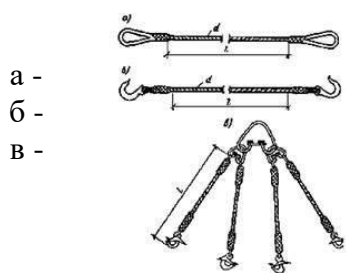
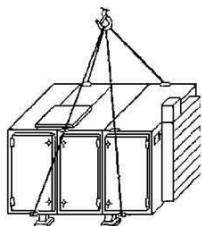


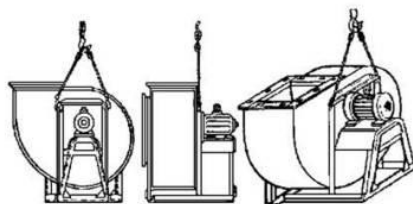
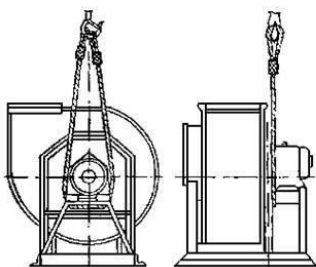
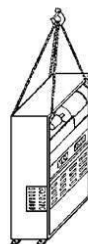
Рис. 1. Стropы
облегченный строп с петлями;
облегченный строп с крюками;
четырёхветевой строп

Поднимаемый груз следует удерживать от вращения оттяжками из пеньковых канатов диаметром 20 - 25 мм или оттяжками из стальных канатов диаметром 8 - 12 мм. Для горизонтальных элементов вентсистем (укрупненные узлы воздухопроводов) следует применять две оттяжки, для вертикальных (секции кондиционеров, крышные вентиляторы, воздухопроводы и др.) - одну.

Наиболее распространенные методы строповки приведены на рис.



Стropовка приточной камеры и калорифера



Стropовка вентиляторов

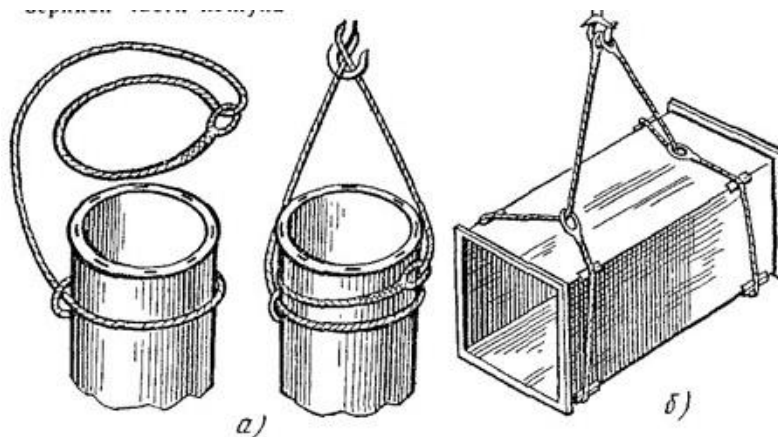


Рис. 100. Строповка воздуховодов:
а — круглого сечения, б — прямоугольного сечения

Задание для практической работы:

Составить схему строповки воздуховодов по заданию преподавателя.

Практическое занятие 6

Тема: Выбор машин и механизмов для монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки выбора машин и механизмов для монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

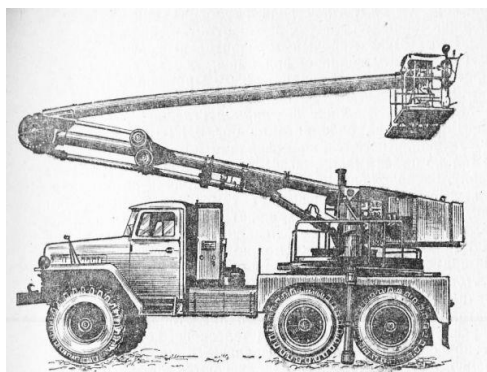
Методические указания

Выбор машин и механизмов для монтажа систем вентиляции и кондиционирования воздуха определяется проектом производства работ. Он зависит от массы и габаритных размеров вентиляционных изделий, высоты, на которую их поднимают, и местных условий.

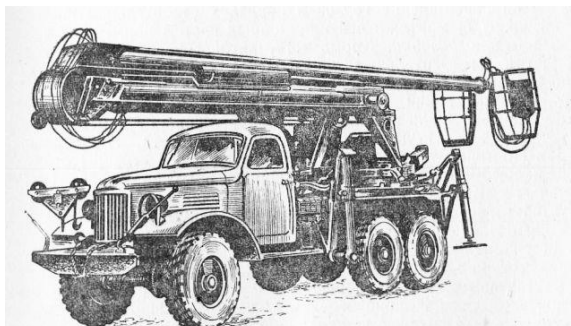
Некоторые машины и механизмы, которые используют для монтажа:

1. Автопогрузчики.
Применяют для перемещения грузов в пределах строительной площадки, а также для монтажа вентиляционных систем.
2. Стреловые самоходные краны.
К ним относятся автомобильные, пневмоколёсные и гусеничные краны. Они обладают мобильностью, высокой производительностью и универсальностью.
3. Монтажные гидроподъёмники.
Например, гидроподъёмник А-96, смонтированный на базе автомобиля УРАЛ-377, поднимает двух рабочих с инструментом и дополнительным грузом до 100 кг на высоту 18 м.
4. Выдвижные самоходные подмости.
Например, ПВС-12 на гусеничном ходу предназначены для различных монтажных работ, в том числе для монтажа воздуховодов.

Монтажный гидроподъёмник. А-96, или, иначе, самоходная площадка обслуживания (СПО-15М), смонтирован на базе автомобиля УРАЛ-377 и имеет две стрелы (нижнюю и верхнюю) и две рабочие площадки. Движением стрел управляют с дистанционного пульта. Гидроподъёмник А-96 поднимает двух рабочих с инструментом и дополнительным грузом до 100 кг на высоту 18 м (грузоподъёмность при различных положениях стрелы 300 кг). Кроме того, стрела гидроподъёмника может рабочие площадки на 4 м ниже отметки, на которой установлен механизм. Максимальный горизонтальный вылет стрелы гидроподъёмника от оси вращения равен 12,6 м, а максимальныйворот его рабочих площадок — 350°.



Монтажная вышка с шарнирной стрелой МШТС-2А смонтирована на базе автомашины ЗИЛ-157. Эта вышка имеет две люльки. Конструкция механизма позволяет подавать люльки не только по вертикали, но и в сторону под любым углом, а также в зону, расположенную ниже уровня стоянки автомобиля на 7,5 м под углом 90°. Независимо от изменения положения и вылета мачты люльки всегда сохраняют вертикальное положение, что достигается специальным следящим устройством, встроенным в мачту. Монтажную вышку можно использовать в качестве крана для подъема грузов до 400 кг на высоту 17,8 м



Задание для практической работы:

Сделать выбор машины и механизма для монтажа воздухопроводов по заданию преподавателя.

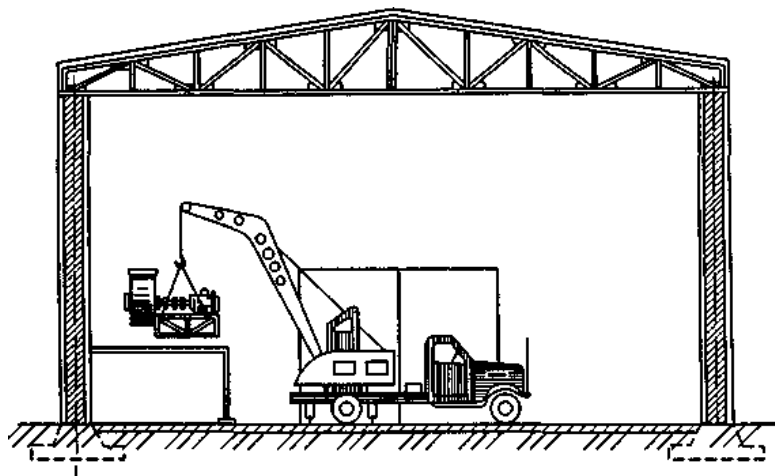
Практическое занятие 7

Тема:Выполнение схемы монтажа радиального вентилятора автокраном.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки составления схемы монтажа радиального вентилятора автокраном.

Методические указания

После приемки фундамента приступают к монтажу вентагрегатов. Их монтаж состоит в подъеме на подготовленное основание, например, автокраном (рис.3) и креплении в проектном положении.



Монтаж вентилятора автокраном

На кронштейны и площадки вентиляторы поднимают с помощью строп лебедками или таялями, а на фундаменты, кроме того, - накатыванием или надвижкой по лагам

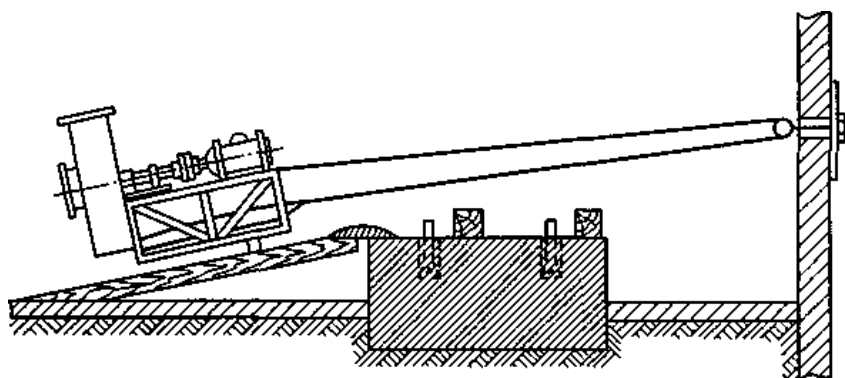


Схема установки вентиляторов на фундамент накаткой

При установке на жесткое основание станина вентилятора должна плотно прилегать к звукоизолирующим прокладкам.

При выверке установленного вентилятора следует добиваться, чтобы его вал был расположен строго горизонтально, а стенки кожуха не имели перекосов. Положение станины вентилятора на фундаменте корректируется деревянными клиньями и металлическими подкладками. Подбивая клинья под станину или вытаскивая их на некоторую величину, добиваются правильного положения вентилятора, после чего его фиксируют металлическими подкладками. Образовавшийся зазор между станиной вентилятора и фундаментом заполняют цементным раствором (подливка под раму). Для обеспечения монолитности на фундаменте перед подливкой следует сделать насечку, пыль и крошки бетона удалить, рабочую поверхность смочить водой. При выполнении подливки нельзя делать перерыв в работе.

Затяжка гаек на фундаментных болтах должна производиться только после схватывания цементного раствора. Болты следует закреплять контргайками.

При установке радиальных вентиляторов на пружинные виброизоляторы их предварительно крепят болтами к раме, при этом необходимо, чтобы осадка была равномерной.

У крупных радиальных вентиляторов (свыше N 12) кожух может выполняться составным в виде двух частей (верхней и нижней) и отдельно устанавливаемым электродвигателем, соединяемым с вентилятором ременной передачей.

Сначала устанавливают раму вентилятора и выверяют ее положение. Затем на ней монтируют нижнюю половину кожуха. Сняв входной патрубок, производят монтаж вала со стойкой, на который насаживают рабочее колесо, после выверки положения его закрепляют. Устанавливают верхнюю половину кожуха. Между верхней и нижней частями кожуха ставится прокладка. Обе части соединяются на болтах. Устанавливают и закрепляют входной патрубок вентилятора.

Задание для практической работы:

Выполнить схему монтажа радиального вентилятора автокраном.

Практическое занятие 8

Тема: Составление карты операционного контроля качества монтажа металлических воздуховодов.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки составления карты операционного контроля качества монтажа металлических воздуховодов.

Методические указания

Карты операционного контроля качества монтажа металлических воздуховодов включает в себя:

1. Поставку деталей воздуховодов к месту монтажа.
Проверку комплектности системы вентиляции (наличие регулирующих устройств, средств крепления и т. д.).
 2. Разметку мест установки крепления воздуховодов.
Шаг установки креплений в соответствии со СНиП 3.05.01-85.
 3. Сверление отверстий в строительных конструкциях.
Глубина сверления.
 4. Установку крепления.
Прочность установки креплений.
 5. Сборку в укрупнённые узлы деталей воздуховодов, регулирующих и воздухораспределительных устройств на площадке.
Правильность сборки в соответствии с проектом, герметичность соединений.
 6. Подъём на проектную отметку и соединение между собой укрупнённых узлов воздуховодов с предварительным закреплением.
Положение поперечных швов и разъёмных соединений воздуховодов относительно строительных конструкций, вертикальность стояков, отсутствие изломов, кривизны на прямых участках воздуховодов.
 7. Выверку смонтированных воздуховодов и окончательное закрепление их.
Горизонтальность установки воздуховодов и соблюдение уклонов в разводящих участках воздуховодов, плотность охвата воздуховода хомутами, надёжность и внешний вид креплений.
 8. Присоединение воздуховодов к вентиляционному оборудованию.
Правильность установки мягких вставок (отсутствие провиса).
 9. Опробование действия регулирующих устройств.
Плавность работы регулирующих устройств.
- Результаты операционного контроля фиксируются в журнале работ.

Задание для практической работы:

Составить карту операционного контроля качества монтажа металлических воздуховодов.

Пример выполнения практической работы.

КАРТА ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ МОНТАЖА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ

Технологический процесс	Контролируемые показатели	Измерительный инструмент	Вид контроля
Поставка деталей воздуховодов к месту монтажа	Проверка комплектности системы вентиляции (наличие регулирующих устройств, средств крепления и т.д.)	-	Постоянный 100%. Визуально. Соответствие с комплектовочной ведомостью, эскизами
Разметка мест установки средств крепления воздуховодов	Шаг установки креплений в соответствии со СНиП 3.05.01-85	Рулетка $l = 10$ м Шнур Отвес $M = 200$ г	Постоянный 100%
Сверление отверстий в строительных конструкциях	Глубина сверления	Метр стальной	Постоянный 100%
Установка средств крепления	Прочность установки креплений	-	Постоянный 100%. Визуально
Сборка в укрупненные узлы деталей воздуховодов, регулирующих и воздухораспределительных устройств на площадке	Правильность сборки в соответствии с проектом. Герметичность соединений	-	Визуально. Постоянный 100%
Подъем на проектную отметку и соединение между собой укрупненных узлов воздуховодов с предварительным закреплением	Положение поперечных швов и разъемных соединений воздуховодов относительно строительных конструкций. Вертикальность стояков. Отсутствие изломов, кривизны на прямых участках воздуховодов	- Отвес $M = 200$ г	Визуально. Постоянный 100%
Выверка смонтированных воздуховодов и окончательное закрепление их	Горизонтальность установки воздуховодов и соблюдение уклонов в разводящих участках воздуховодов. Плотность охвата воздуховода хомутами. Надежность и внешний вид креплений	Метр металлический, рулетка $l = 10$ м, уровень $l = 300$ мм	Постоянный 100%. Визуально
Присоединение воздуховодов к вентиляционному оборудованию	Правильность установки мягких вставок (отсутствие провиса)	-	Постоянный 100%. Визуально
Опробование действия регулирующих устройств	Плавность работы регулирующих устройств		Выходной 100%. Визуально

Практическое занятие 9

Тема: Обработка результатов измерений аэродинамического испытания вентиляционной системы

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки измерений аэродинамического испытания вентиляционной системы.

Методические указания

Обработка результатов измерений аэродинамического испытания вентиляционной системы проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.018-79.

На основе измеренных величин определяют:

1. относительную влажность перемещаемого воздуха (в%);
2. плотность перемещаемого воздуха (кг/м³);
3. скорости движения воздуха (м/с);
4. расход воздуха (м³/ч);
5. потери полного давления в вентиляционной сети или в отдельных её элементах (кПа);
6. коэффициент потерь давления вентиляционной сети или её элемента.

Относительную влажность перемещаемого воздуха определяют по показаниям сухого и влажного термометров в соответствии с паспортом прибора.

Плотность перемещаемого воздуха определяют по формуле, в которой используют статическое или полное давление потока, измеренное в одной из точек мерного сечения, и коэффициент, зависящий от температуры и влажности перемещаемого воздуха.

В случаях, предусмотренных программой испытаний, производят расчёт предельной погрешности определения расхода воздуха по результатам измерений.

Методика определения влажности психрометром Ассмана.

Влажность определяют одновременно с измерением температуры воздуха в центре помещения на высоте 1,5 м от пола вдали от отопительных приборов и прямых солнечных лучей.

При *определении влажности психрометром Ассмана* предварительно готовят прибор: проверяют его комплектность, исправность термометров, готовят штатив или крюк для подвешивания психрометра, дистиллированную воду.

Убедившись в полной готовности прибора и места определения, набирают дистиллированную воду в резиновый баллончик (пипетку), имеющийся в комплекте психрометра, и увлажняют батиновую обертку «влажного» термометра, избегая при этом попадания капель воды внутрь трубок психрометра. После смачивания пипетку вынимают, и капли воды, оставшиеся на внутренней стенке металлической трубки, удаляют полоской фильтровальной бумаги. Заводят механизм аспиратора и подвешивают прибор вертикально резервуарами вниз в месте измерения. При этом исследуемый воздух засасывается в трубки, омывает резервуары термометров, затем поступает в вертикальную металлическую трубку, расположенную между термометрами, и удаляется через отверстия в верхней части прибора.

Плотность воздуха при комнатных давлении и температуре рассчитывается по уравнению

$$\rho = \frac{PM}{RT}$$

где P – давление газа;



V – объем газа; m – масса газа;

M – молярная масса газа;

$R = 8,3145 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура газа.

Атмосферное давление P отсчитывается по барометру.

Скорость воздуха в вентиляционной сети определяют анемометром. Включенное устройство нужно поднести к вентиляционной решетке. На экране прибора отобразится скорость воздушного потока. Норма — не меньше 3 м/с в отводе вентшахты и не меньше 5 м/с — в самой вентиляционной шахте.

Проверка тяги анемометром.

Если оценивать производительность — нормальным считается показатель в 60 м³/ч для кухни с электроплитой, 90 м³/ч — с электрической, и 25 м³/ч — для кухни/ванной.

Для измерения расхода воздуха используют различные приборы, например:

1. Трубка Пито. Фиксирует разницу между статическим и полным давлением.
2. Термоанемометр. Определяет скорость потока на основе скорости снижения температуры сенсора.
3. Крыльчатый анемометр. Выполняет измерения на основе изменения скорости вращения крыльчатки.
4. Болометр. Определяет расход воздуха за счёт концентрации потока в точке замера, сечение при этом устанавливается предварительно.

Задание для практической работы:

1. Определить
 - относительную влажность перемещаемого воздуха (в%);
 - плотность перемещаемого воздуха (кг/м³);
 - скорость движения воздуха (м/с);
 - расход воздуха (м³/ч);
2. Полученные результаты измерений оформить в табличной форме.

Пример выполнения практической работы

ПРОТОКОЛ № 1-А				
аэродинамических испытаний эффективности систем вентиляции				
Дата оформления протокола замера: 01.02.18				
Дата проведения замера: 01.02.18				
Номер установки: П1				Сечение 1 (за вентилятором)
1.	Основание для испытаний: Договор оказания услуг.			
2.	Наименование и адрес объекта: Максимально полное название объекта с адресом			
3.	Место проведения работ (условия замера): венткамера (помещение 24) в осях А-Б/2, 6-7, отм. -3,000			
4.	Назначение вентиляционной системы: общеобменная приточная в обслуживаемые помещения			
5.	Сведения о средствах измерения			
	Свидетельства о поверке минимально необходимого комплекта, в зависимости от вида работ.			
6.	Методика проведения измерений ГОСТ 12.3.018-79 «Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний.», МУ 4425-87 «Санитарно-гигиенический контроль систем вентиляции производственных помещений»			
7.	Параметры оценки измеряемой величины СП 73.13330.2012 «Внутренние санитарно-технические системы зданий», проект XXXXX - ОВ разработан ООО «Проектная организация» в 2018 г.			
8.	Запись в рабочем журнале Рабочий журнал №1 стр. -			
9.	Параметры работы вентиляционной установки			
Наименование показателей			Проверяемые параметры	
			норматив	факт
Температура воздуха, °С:			23,0	
Скорость воздуха в мерном сечении, м/с:			3,7	
Расход воздуха, м³/час			660	670
Отклонение от проекта (норматива), %:			±10	2%
10.	Замечания:			
	Проекту соответствует.			
11.	Измерения выполнил:			
Ведущий инженер				
При проведении замеров присутствовал:				
(должность и подпись представителя предприятия)				

Практическое занятие 10

Тема: Заполнение акта обкатки вентиляционной системы

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки заполнения акта обкатки вентиляционной системы.

Методические указания

В акте обкатки вентиляционной системы комиссия подтверждает, что система вентиляции прошла необходимую обкатку согласно техническим условиям и паспорту объекта. Также в акте указывается, что в результате обкатки требования по сборке и монтажу оборудования, приведённые в документации предприятий-изготовителей,

соблюдены, дефекты, брак и неисправности в работе системы не обнаружены.

Форма акта обкатки вентиляционной системы

Объект _____

**АКТ
ОБКАТКИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Мы нижеподписавшиеся, представители _____

составили настоящий акт « » _____ 200 ____ г. В том, что смонтированные

вентиляционные системы № _____

прошли ____ часовую обкатку. Вентиляторы работают нормально: нагрев электродвигателей и подшипников в пределах нормы. _____

В чем и составлен настоящий акт.

**Представитель технического
надзора заказчика**

(подпись)

**Представитель генерального
подрядчика**

(подпись)

**Представитель монтажной
организации**

(подпись)

Задание для практической работы:

Заполнить акт обкатки вентиляционного оборудования по исходным данным, выданным преподавателем.

Практическое занятие 11

Тема: Заполнение акта приемки системы вентиляции.

Цель занятия: закрепить теоретический материал и получить навыки заполнения акта приемки вентиляционной системы.

Методические указания

Для заполнения акта приёмки системы вентиляции необходимо указать следующую информацию:

1. Дата и место проведения приёмки. Указывается город и дата приёмки систем приточно-вытяжной вентиляции.
2. Наименование и адрес объекта. Указывается, в каком здании производилась приёмка и по какому адресу.
3. Представителей, которые произвели приёмку. Указываются инициалы, фамилии и должности ответственных лиц, зарегистрированных в территориальном органе Госархстройнадзора.
4. Документацию, которую предъявили заказчик и подрядчик. К ней относятся акты индивидуального испытания оборудования и паспорт вентиляционной системы.
5. Результат осмотра и проверки установленного оборудования. Указывается, что вентиляционные системы выполнены согласно проекту и нормативной документации.
6. Решение о приёмке. На основании осмотра, проверки в действии и предъявленной документации системы приточно-вытяжной вентиляции здания считаются принятыми и допущенными к эксплуатационной наладке.
7. Подписи представителей. Указываются инициалы, фамилии и должности ответственных лиц, которые подписали акт.

Форма акта приёмки системы вентиляции

АКТ **приемки систем приточно-вытяжной вентиляции**

г.Москва

« ____ » _____ 20 ____ г

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

(указать должность,
Ф И О., организацию)

Авторского надзора _____

Технадзора заказчика _____

Генерального подрядчика _____

Субподрядной (монтажной)
организации _____

Эксплуатационной организации _____

произвели приемку систем приточно-вытяжной вентиляции в здании _____

по адресу: _____

(район застройки, квартал, улица, № дома, корпуса)

Осмотром вентиляционных систем и проверкой установленного оборудования в действии установлено, что вентиляционные системы выполнены согласно проекту и СНиП

Заказчиком и подрядчиком предъявлена следующая документация.

- акт индивидуального испытания оборудования;
- паспорт вентиляционной системы.

На основании осмотра, проверки в действии и предъявленной документации системы приточно-вытяжной вентиляции здания _____

считать принятыми и допущенными к эксплуатационной наладке

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

(подписи)

Авторского надзора _____

Технадзора заказчика _____

Генерального подрядчика _____

Субподрядной (монтажной)
организации _____

Эксплуатационной организации _____

Задание для практической работы:

Заполнить акт приемки приточно-вытяжной вентиляции

Образец заполнения Акта приемки вентиляционной системы

**АКТ
приемки системы естественной вентиляции**

г. Москва

«10» апреля 20 13 г.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:
(указать должность,
Ф.И.О., организацию)

Авторского надзора ГИП Борисов Р.Н., АО АУРА
Технадзора заказчика инспектор Кузнецов И.Е., ООО UNR
Генерального подрядчика прораб Смирнов А.Н., СУ-12
Субподрядной (монтажной)
организации инженер ПТО Мальцев К.П.
Эксплуатационной организации техник Мишин Д.С.

Произвели осмотр и приемку в эксплуатацию системы естественной вентиляции в _____
жилом доме, ул. Маяковского, 15
(наименование и адрес объекта)

В процессе приемки проверено:

1. Соответствие выполненных работ проекту и СНиП.
 2. Наличие тяги в решетках у вентиляционных отверстий.
- На основании произведенного осмотра и испытаний систему естественной вентиляции считать принятой и допущенной к эксплуатации.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ:
(подписи)

Авторского надзора Борисов
Технадзора заказчика Кузнецов
Генерального подрядчика заказчика Смирнов
Субподрядной (монтажной)
организации Мальцев
Эксплуатационной организации Мишин



ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (СН 3086-84)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Агрегатное состояние
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин(углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Мышьяк и его не орг.соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль(кремнесодержащая-более70%)	0,15	0,05	а
Пыль не токсичная(фиброгенного дейст-я)	0,5	0,15	а
Ртут хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Серная кислота	0,3	0,1	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения(газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	Агрегатное состояние
Хлористый водород	0,2	0,2	п

Примечание:

п-пары/илигазы; а -
аэрозоль

Таблица2

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны
(ГОСТ12.1.005-88)

Наименование Вредных веществ	ПДК., мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин(углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2к	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения(от2-30%)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его не орг.соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль(кремнесодержащая-более70%)	1,5	4	а
Пыль не токсичная(фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртуты хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения(газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе -максимально разовые; в знаменателе- среднесменные

Таблица3

Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей

Наименование лакокрасочных материалов/способна несения краски	Расход лакокрасочных материалов (А, г/м ²)	Содержание летучей части(т, %)
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак/кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитро шпаклевка/кистью	100-180	10-35
Нитро клей/кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица4

Количество углекислоты , выделяемой человеком при разной работе

Возраст человека и характер работы	КоличествоСО ₂	
	вл/ч	вг/ч
Взрослые:		
При физической работе	45	68
При легкой работе(в учреждениях)	23	35
В состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица5

Предельно-допустимые концентрации углекислоты

Наименование помещений	КоличествоСО ₂	
	вл/ч	вг/кг
Для постоянного пребывания людей(жилые ком)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратко временного пребывания людей	2	3

Библиографический список

1. Павлинова, И. И. Устройство систем водоснабжения и водоотведения : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. И. Павлинова, В. И. Баженов. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 174 с.
2. Сазонов, Э. В. Вентиляция: теоретические основы расчета : учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. В. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 201 с.
3. Павлинова, И. И. Эксплуатация сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. И. Павлинова, В. И. Баженов. — 6-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 207 с.
4. Шиялев, М. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Примеры расчета систем : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. И. Шиялев, Е. М. Хромова, Ю. Н. Дорошенко ; под редакцией М. И. Шиялева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 250 с.
5. Дроздов, В.Ф. Санитарно-технические устройства зданий : [Учеб.].- М., Стройиздат, 1969.- 207 с.
6. Экономия энергии в системах теплоснабжения и вентиляции гражданских зданий : сб. науч. тр. [Текст] / Центр. науч.-исслед. и проект.-эксперим. ин-т инж. оборудования городов, жилых и обществ. зданий; [отв. ред. Тарнопольский М. Д.].- Москва, ЦНИИЭП инж. оборудования, 1985.- 148 с.
7. Богуславский, Леонтий Давыдович Санитарно-технические устройства зданий : [учеб. для жил.-коммун. и строит. техникумов] [Текст] .- 5-е изд., перераб. и доп..- Москва, Высш. шк., 1988.- 254 с.
8. Строительный каталог. СК-8 // Инженерное оборудование зданий и сооружений.Разд.86.Оборудование насосное для санитарно-технических систем и котельных установок .Насосыцентробежные. Фекальные насосы : Унифицир. каталож.л. [Текст] / Всерос. науч.-исслед. ин-т проблем науч.-техн. прогресса и информ. в стр-ве (ВНИИНТПИ), Гос. проект., конструктор. и науч.-исслед. ин-т САНТЕХНИИПРОЕКТ.- Москва, 1992.- 49л. С
9. Михеев, Олег Павлович Проектирование санитарно-технических приборов и устройств зданий [Текст] .- Москва, Стройиздат, 1982.- 224с.: ил.
10. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Кн. 1. // Вентиляция и кондиционирование воздуха: в 3 ч. [Текст] / под ред. Н. Н. Павлова, Ю. И. Шиллера.- 4-е изд., перераб. и доп..- Москва, Стройиздат, 1992.- 319 с.
11. Исаев, Вячеслав Николаевич Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий: [учеб. для ПТУ] [Текст].- 2-е изд., перераб. и доп..- Москва, Высш. шк., 1989.- 352 с.: ил.
12. Устройство и монтаж санитарно-технических систем зданий: практ.пособие для слесаря-сантехника [Текст] .- Москва, Изд-во "НЦ ЭНАС", 2007.- 212с.

Электронные издания

Краснов, В. И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха : учебное пособие / В.И. Краснов. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-004299-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843210> (дата обращения: 13.12.2021). – Режим доступа: по подписке.