Ю. С. КРАСНОВ

СПРАВОЧНИК молодого рабочего по изготовлению и монтажу вентиляционных систем

2-е издание,
переработанное и дополненное

МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1989

ББК 38.762
К78
УДК 697.912(035.5)

Рецензенты: В. В. Шумаков, инж., С. А. Харланов, инж.

Рекомендовано к изданию Государственным комитетом СССР по профессионально-техническому образованию в качестве справочного пособия.

Краснов Ю. С.

К78 Справочник молодого рабочего по изготовлению и монтажу вентиляционных систем. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1989. —224с.: ил.

ISBN 5—06—001450—9

Приведены справочные сведения о вентиляционных системах и их оборудовании; описаны материалы, механизмы, станки и приспособления, используемые при изготовлении и монтаже вентиляционных систем; даны справочные сведения по заготовительным и монтажным работам. Второе издание (1-е — в 1983 г.) дополнено сведениями о новых механизмах, оборудовании, конструкциях воздуховодов. Справочник может быть использован при профессиональном обучении рабочих на производстве.

$К \frac{3206000000(4307000000)-125}{052(01)-89}$ КБ—1—23—88

ББК 38.762
6С9.4

ISBN 5—06—001450—9

© Издательство «Высшая школа», 1983
© Издательство «Высшая школа», 1989, с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Высшей целью экономической стратегии партии был и остается неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа. Реализация этой цели в предстоящем периоде требует ускорения социально-экономического развития, всемерной интенсификации и повышения эффективности производства на базе научно-технического прогресса.

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года», утвержденными XXVII съездом КПСС, выдвинута основная задача капитального строительства — создание и ускоренное обновление основных фондов народного хозяйства, предназначенных для развития общественного производства и решения социальных вопросов, кардинальное повышение эффективности строительного производства.

Для решения этих задач во всех отраслях промышленности необходимо создать условия для высокопроизводительного труда, что неразрывно связано с состоянием воздушной среды на рабочих местах, с созданием в производственных помещениях такого внутреннего микроклимата, при котором условия труда были бы безвредными, а качество продукции — высокое. Эта задача решается с помощью систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Системами вентиляции и кондиционирования воздуха в помещениях зданий и сооружений обеспечиваются установленные санитарными и технологическими нормами микроклимат и чистота воздуха, обеспечивающие повышение производительности труда и творческой активности рабочих. Другая задача этих систем — очистка воздуха, выбрасываемого промышленными предприятиями в атмосферу, до такой степени, чтобы он не загрязнял окружающую среду.

В связи с ускоренным развитием химической, пищевой, станкостроительной отраслей промышленности, радиоэлектроники и др., а также строительством административных, общественных и сельскохозяйственных комплексов вентиляция и кондиционирование воздуха приобретают все большее значение. На некоторых производствах многих отраслей промышленности технологические процессы вообще невозможны без вентиляции.

Вентиляция — это бурно развивающаяся отрасль строительства. Предстоящую программу работ по монтажу вентиляционных систем

можно выполнить только при условии дальнейшего совершенствования и развития научно обоснованных методов производства заготовительных и монтажных работ, широкой унификации деталей воздуховодов, применением укрупненных звеньев, повышением уровня заводской готовности и комплектности вентиляционного оборудования, оснащением заводов вентиляционных заготовок и монтажных организаций высокопроизводительными механизмами и оборудованием, повышением общей культуры производства, что во многом зависит от квалификации рабочих, их умения правильно и качественно выполнять различные виды работ.

Справочник издан в дополнение к учебникам А. Г. Егиазарова «Устройство и изготовление вентиляционных систем» (М., 1987) и С. А. Харланова, В. А. Степанова «Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха» (М., 1986), в которых подробно изложены изготовление и монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Партия и правительство постоянно заботятся об улучшении подготовки молодых рабочих. Основной источник пополнения предприятий строительной индустрии квалифицированными рабочими — профессионально-технические училища. В текущем пятилетии планируется развивать систему профессионально-технического образования, улучшить подготовку квалифицированных рабочих непосредственно на производстве в соответствии с требованиями научно-технического прогресса.

Глава I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Для поддержания в помещениях нормальных условий воздушной среды, которая отвечает санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям, устраивают вентиляцию. Вентиляция — это естественный или искусственный регулируемый воздухообмен в помещениях, обеспечивающий создание воздушной среды в соответствии с санитарно-гигиеническими и технологическими требованиями.

Система вентиляции — комплекс архитектурно-строительных, планировочных, конструктивных и инженерных решений, с помощью которого при правильной эксплуатации обеспечивается необходимый воздухообмен в помещениях здания.

Системы вентиляции, создающие благоприятные санитарно-гигиенические условия для находящихся в помещениях людей, называются *комфортной вентиляцией* и осуществляются, как правило, системами кондиционирования.

Системы вентиляции, обеспечивающие в помещениях заданные параметры воздуха — температуру, влажность, запыленность — в соответствии с требованиями технологических процессов, называются технологическими.

Вентиляционная система — элемент системы вентиляции, представляющий собой совокупность устройств для обработки, перемещения, подачи или удаления воздуха.

По назначению вентиляционные системы делятся на приточные, которые подают свежий воздух в помещения, вытяжные, удаляющие из помещений загрязненный воздух, и приточно-вытяжные, обеспечивающие одновременно подачу воздуха и организованное удаление его. Разновидность приточных систем — воздушные завесы, служащие для предотвращения проникновения холодного воздуха через открытые проемы производственных зданий или двери общественных зданий в холодный период времени года.

Если в помещениях нет вредных выделений, то приточные вентиляционные системы выполняют таким образом, что часть воздуха они забирают снаружи, а часть — из помещения. Системы, в которых вторично используется воздух помещений, называются приточно-рециркуляционными.

По способу перемещения воздуха вентиляционные системы бывают естественные и механические (с искусственным побуждением).

В *естественных вентиляционных системах* движение воздуха происходит за счет разности плотностей внутреннего (нагретого и более легкого) и наружного (холодного и более тяжелого) воздуха.

В *механических вентиляционных системах* воздух перемещается с помощью вентилятора, приводимого в действие электродвигателем, либо за счет другого оборудования (дымососа, воздуходувки, эжектора и т. п.). Протяженность воздуховодов механических систем может достигать нескольких десятков и даже сотен метров. Сечения воздуховодов таких систем намного меньше, чем естественных при той же подаче (производительности), в результате более высоких скоростей воздуха в них.

По способу организации воздухообмена вентиляционные системы подразделяют на общеобменные и местные.

Общеобменные приточно-вытяжные вентиляционные системы подают и удаляют воздух равномерно по обслуживаемому помещению и создают по всему объему рабочей зоны воздушную среду с расчетными параметрами. Такие системы могут быть как естественные, так и механические.

Местные вытяжные вентиляционные системы удаляют воздух в местах непосредственного образования вредных выделений (у ванн, печей, станков и другого технологического оборудования), предотвращая их распространение по всему объему помещения. Воздух в таких системах перед выбросом в атмосферу обычно очищают в пылеуловителях или фильтрах.

Местные приточные вентиляционные системы подают свежий воздух непосредственно на рабочие места. Воздушный душ — устройство в местной приточной системе, обеспечивающее подачу сосредоточенного потока воздуха.

Системы аспирации и пневмотранспорта — разновидность местных вытяжных вентиляционных систем. С помощью аспирационных систем удаляют воздух вместе со взвешенными в нем пылевыми частицами от дробилок, грохотов, элеваторных подъемников, бункеров и др. Системы пневмотранспорта предназначены для транспортирования сыпучих материалов, пищевых продуктов и различных отходов производства — пыли, металлических и древесных стружек, опилок, земли и пр. Эти материалы перемещаются по воздухопроводам вместе с потоком воздуха.

В системах аспирации (рис. 1) и пневмотранспорта (рис. 2) устанавливают пылевые вентиляторы, обладающие повышенной прочностью и устойчивостью к абразивному изнашиванию, пылеуловители. Воздуховоды для этих систем должны обладать повышенной плотностью и быть достаточно устойчивыми к абразивному изнашиванию. Их изготовляют сварными из тонколистовой стали толщиной 1,5...2 мм. Тройники

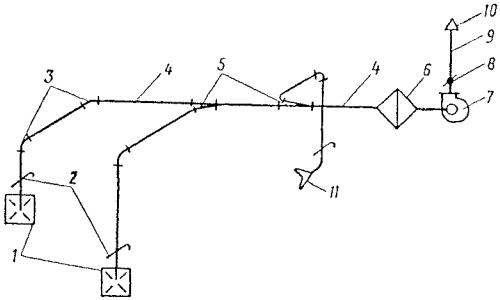


Рис. 1. Схема системы аспирации:

1 — местные укрытия, *2* — шиберы, *3* — отводы, *4* — воздуховоды, *5* — тройники, *6* — пылеуловитель, *7* — вентилятор, *8* — клапан, *9* — вытяжная шахта, *10* — зонт, *11* — местный отсос

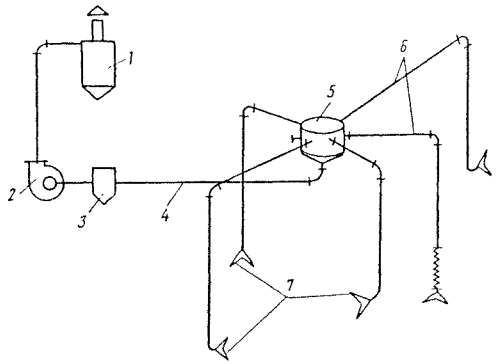


Рис. 2. Схема системы пневмотранспорта:

1 — циклон с зонтом, *2* — вентилятор, *3* — уловитель крупных отходов, *4* — магистральный воздуховод, *5* — цилиндрический сборник, *6* — воздуховоды от местных отсосов, *7* — местные отсосы

(узлы ответвлений воздуховодов) для этих систем применяют с ответвлением, отходящим от оси основного потока на угол 30° при диаметре основания тройника 630 мм и менее и на угол 45° при большем диаметре основания, а отводы — со средним радиусом закругления, равным двум диаметрам.

Воздуховоды систем аспирации, чтобы пыль в них не оседала, обычно прокладывают вертикально либо наклонно, под углом 45...60°

к горизонту. Если в системе имеются горизонтальные участки, то скорость воздуха в них должна быть не менее 12 м/с, а в верхней части через каждые 10 м устанавливают герметические лючки для прочистки воздуховодов.

Скорость воздуха в воздуховодах систем пневмотранспорта зависит от перемещаемой среды (табл. 1).

Таблица 1. **Скорость движения воздуха в воздуховодах, предназначенных для пневматического транспорта материалов**

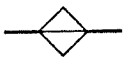
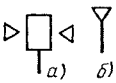
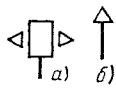
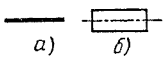
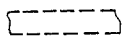
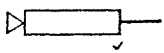
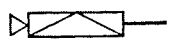
Транспортируемый материал	Скорость, м/с, на участках воздуховодов	
	вертикальных	горизонтальных
Гипс, тонкомолотая известь	10	11
Земляная и песочная пыль	13	15
Древесные отходы (опилки, стружки)	13	15
Лоскут	14	15
Шамот, семена подсолнечника	14	17
Цемент	14	18
Пыль шлифовальная	16	19
Формовочная земля (куски до 20 мм)	17	20
Рис	18	20
Шлак (частицы до 10...15 мм)	20	22
Чугунные и стальные опилки	19	23
Пшеница	20	25
Антрацитовый штыб	25	25
Кукуруза	20	26

Кондиционирование воздуха — создание и автоматическое поддержание в закрытых помещениях температуры, относительной влажности, чистоты, состава и скорости движения воздуха, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологических процессов, работы оборудования и приборов, хранения материалов.

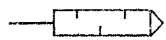
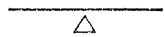
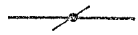
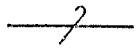
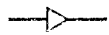
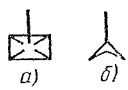
При центральном кондиционировании в помещения поступает воздух определенных параметров от центральных кондиционеров. Местное кондиционирование осуществляется подачей воздуха заданных параметров в одно или два помещения от местного кондиционера. При кондиционировании воздуха часто применяют рециркуляцию.

При изображении вентиляционных систем на чертежах используют условные изображения отдельных элементов в соответствии с ГОСТами ЕСКД (табл. 2).

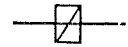
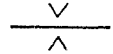
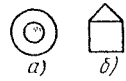
Таблица 2. **Условные графические изображения отдельных элементов вентиляционных систем**

Наименование	Обозначения
Вентилятор радиальный	
Вентилятор осевой	
Фильтр или пылеуловитель	
Форсуночная камера или увлажнитель	
Воздухоохладитель	
Воздухонагреватель (калорифер)	
Воздухозаборная шахта	
Шахта для удаления воздуха	
Воздуховод	
Подпольный канал	
Вентиляционная приточная камера	
Кондиционер	

Продолжение табл. 2

Наименование	Обозначения
Воздушно-отопительный агрегат	
Глушитель	
Воздухозаборное отверстие в воздуховоде	
Отверстие для выпуска воздуха	
Вентиляционная заслонка или клапан	
Шибер	
Переход сечения воздуховода	
Воздухораспределительный приточный (насадок)	
Воздухораспределитель сосредоточенной подачи воздуха	
Укрытие, местный отсос	
Обратный клапан	
Огнезадерживающий (вентиляционный) клапан	

Продолжение табл. 2

Наименование	Обозначения
Заслонка с электроприводом	
Электродвигатель	
Диафрагма на воздуховоде	
Дефлектор	

Примечание. На эскизах приняты обозначения: *а* — на видах сверху и на планах, *б* — на видах спереди или сбоку, на разрезах и схемах.

Глава II

МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И МОНТАЖЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

В качестве материалов для изготовления вентиляционных систем, выбираемых в зависимости от качеств транспортируемой среды в соответствии со СНиП 2.04.05 — 86, применяют металлические (сталь, цветные металлы) и неметаллические (пластмассы, полиэтилен, стеклоткань и др.) материалы.

§ 1. ПРОКАТНАЯ СТАЛЬ

Сталь горячекатаную круглую диаметром от 5 до 36 мм (рис. 3,*а*) и **квадратную** со стороной квадрата от 5 до 36 мм (рис. 3, *б*) применяют для подвесок воздуховодов, фундаментных болтов, креплений вентиляторов, воздухонагревателей (калориферов) и другого оборудования (табл. 3).



Рис. 3. Виды сортовой и фасонной прокатной стали:

а — круглая, *б* — квадратная, *в* — полоса, *г* — угловая равнополочная, *д* — угловая неравнополочная, *е* — швеллер, *ж* — двутавровая балка

Стальную горячекатаную полосу (рис. 3, *в*) выпускают шириной от 12 до 100 мм, толщиной от 4 до 16 мм (табл. 4). Из полосы изготовляют хомуты, подвески и фланцы.

Прокатная угловая сталь бывает равнополочной и неравнополочной.

Угловую равнополочную сталь (рис. 3, *г*) выпускают размерами от 20 × 20 × 3 до 160 × 160 × 16 мм (табл. 5). Из угловой стали размерами от 20 × 20 × 3 до 100 × 100 × 12 мм изготовляют каркасы, опоры под оборудование, рамы и станины вентиляторов, фланцы воздуховодов.

Угловую неравнополочную сталь (рис. 3 *д*; табл. 6) используют большей частью для создания ребер жесткости и каркасов оборудования.

Швеллеры (рис. 3, *е*; табл. 7) из горячекатаной стали служат для создания опор, стоек, каркасов и рам под оборудование.

Двутавровые балки (рис. 3, *ж*; табл. 8) из горячекатаной стали применяют при изготовлении каркасов и рам под оборудование.

Таблица 3. **Сталь горячекатаная круглая (ГОСТ 2590—71*) и квадратная (ГОСТ 2591—71*)**

Диаметр или сторона квадрата, мм	Масса 1 м стали, кг		Диаметр или сторона квадрата, мм	Масса 1 м стали, кг	
	круглой	квадратной		круглой	квадратной
5	0,154	0,196	17	1,78	2,27
5,5	0,18	—	18	2,00	2,54
6	0,222	0,283	19	2,23	2,82
7	0,302	0,385	20	2,47	3,14
8	0,395	0,502	21	2,72	3,46
9	0,499	0,636	22	2,98	3,80
10	0,617	0,785	24	3,55	4,52
11	0,746	0,95	25	3,85	4,91
12	0,888	1,13	28	4,83	6,15
13	1,04	1,33	30	5,55	7,06
14	1,21	1,54	32	6,31	8,04
15	1,39	1,77	34	7,13	9,07
16	1,58	2,01	36	7,99	10,17

Таблица 4. Стальная горячекатаная полоса (ГОСТ 103—76*)

Ширина, мм	Масса 1 м, кг, при толщине, мм								
	4	5	6	7	8	10	12	14	16
12	0,38	0,47	0,56	0,66	0,75	—	—	—	—
14	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	—	—	—	—
16	0,5	0,63	0,75	0,88	1	1,26	—	—	—
18	0,56	0,71	0,85	0,99	1,13	1,41	—	—	—
20	0,63	0,78	0,94	1,1	1,26	1,57	1,88	2,2	2,51
22	0,69	0,86	1,04	1,2	1,38	1 73	2,07	2,42	2,76
25	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,96	2,36	2,75	3,14
30	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88	2,36	2,83	3,3	3,77
32	1,02	1,26	1,51	1,76	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02
36	1,13	1,41	1,69	1,98	2,26	2,83	3,39	3,96	4,52
40	1,26	1,57	1,88	2,2	2,51	3,24	3,77	4,4	5,02
45	1,41	1,77	2,12	2,47	2,83	3,53	4,24	4,95	5,65
50	1,57	1,96	2,36	2,75	3,24	3,92	4,71	5,5	6,28
55	1,73	2,16	2,59	3,02	3,45	4,32	5,18	6,04	6,91
60	1,88	2,36	2,83	3,3	3,77	4,71	5,65	6,59	7,54
63	1,98	2,47	2,97	3,46	3,96	4,95	5,93	6,92	7,91
65	2,04	2,55	3,06	3,57	4,08	5,1	6,12	7,14	8,16
70	2,2	2,75	3,3	3,85	4,4	5,5	6,59	7,69	8,79
75	2,36	2,94	3,53	4,12	4,71	5,89	7,06	8,24	9,42
80	2,51	3,14	3,77	4,4	5,02	6,28	7,54	8,79	10,05
90	2,83	3,53	4,24	4,95	5,65	7,06	8,48	9,89	11,3
100	3,14	3,92	4,71	5,5	6,28	7,85	9,42	10,99	12,56

Таблица 5. **Прокатная угловая равнополочная сталь (ГОСТ 8509—86)**

№ профиля	Ширина полки, мм	Толщина полки, мм	Площадь сечения, $см^2$	Масса 1 м, кг
2	20	3 4	1,13 1,46	0,89 1,15
2,5	25	3 4	1,43 1,86	1,12 1,46
2,8	28	3	1,62	1,27
3,2	32	3 4	1,86 2,43	1,46 1,91
3,5	35	3 4 5	2,04 2,17 3,28	1,6 2,1 2,58

Продолжение табл. 5

№ профиля	Ширина полки, мм	Толщина полки, мм	Площадь сечения, $см^2$	Масса 1 м, кг
4	40	3	2,35	1,85
		4	3,08	2,42
		5	3,79	2,98
4,5	45	3	2,65	2,08
		4	3,48	2,73
		5	4,29	3,37
5	50	3	2,96	2,32
		4	3,89	3,05
		5	4,8	3,77
		6	5,69	4,47
5,6	56	4	4,38	3,44
		5	5,41	4,25
6,3	63	4	4,96	3,9
		5	6,13	4,81
		6	7,28	5,72
7	70	4,5	6,2	4,87
		5	6,86	5,38
		6	8,15	6,39
		7	9,42	7,39
		8	10,7	8,37
7,5	75	5	7,39	5,8
		6	8,78	6,89
		7	10,1	7,96
		8	11,5	9,02
		9	12,8	10,1
8	80	5,5	8,63	6,78
		6	9,38	7,36
		7	10,8	8,51
		8	12,3	9,65
9	90	6	10,6	8,33
		7	12,3	9,64
		8	13,9	10,9
		9	15,6	12,2
10	100	6,5	12,8	10,1
		7	13,8	10,8
		8	15,6	12,2
		10	19,2	15,1
		12	22,8	17,9
		14	26,3	20,6
		16	29,7	23,3

Продолжение табл. 5

№ профиля	Ширина полки, мм	Толщина полки, мм	Площадь сечения, см^2	Масса 1 м, кг
11	110	7	15,2	11,9
		8	16,2	13,5
12,5	125	8	19,7	15,5
		9	22	17,3
		10	24,3	19,1
		12	28,9	22,7
		14	33,4	26,2
		16	37,8	29,6
14	140	9	24,7	19,4
		10	27,3	21,5
		12	32,5	25,5
16	160	10	31,4	24,7
		11	34,4	27
		12	37,4	29,4
		14	43,3	34
		16	49,1	38,5
		18	54,8	43
		20	60,4	47,4

Таблица 6. **Прокатная угловая неравнополочная сталь (ГОСТ 8510—86)**

№ профиля	Ширина полки, мм		Толщина полки, мм	Площадь сечения, см^2	Масса 1 м, кг
	большей	меньшей			
2,5/1,6	25	16	3	1,16	0,91
3,2/2	32	20	3	1,49	1,17
			4	1,94	1,52
4/2,5	40	25	3	1,89	1,48
			4	2,47	1,94
			5	3,03	2,37
4,5/2,8	45	28	3	2,14	1,68
			4	2,8	2,2
5/3,2	50	32	3	2,42	1,9
			4	3,17	2,4
5,6/3,6	56	36	4	3,58	2,81
			5	4,41	3,46

Продолжение табл. 6

№ профиля	Ширина полки, мм		Толщина полки, мм	Площадь сечения, см²	Масса 1 м, кг
	большей	меньшей			
6,3/4	63	40	4 5 6 8	4,04 4,98 5,9 7,68	3,17 3,91 4,63 6,03
7/4,5	70	45	5	5,59	4,39
7,5/5	75	50	5 6 8	6,11 7,25 9,47	4,79 5,69 7,43
8/5	80	50	5 6	6,36 7,55	4,99 5,92
9/5,6	90	56	5,5 6 8	7,86 8,54 11,2	6,17 6,7 8,77
10/6,3	100	63	6 7 8 10	9,58 11,1 12,6 15,5	7,53 8,7 9,87 12,1
11/7	110	70	6,5 8	11,4 13,9	8,98 10,9
12,5/8	125	80	7 8 10 12	14,1 16 19,7 23,4	11 12,5 15,5 18,3
14/9	140	90	8 10	18 22,2	14,1 17,5
16/10	160	100	9 10 12 14	22,9 26,3 30 34,7	18 19,8 23,6 27,3

Стальную холоднокатаную ленту из низкоуглеродистой стали (ГОСТ 503—81*) выпускают толщиной от 0,05 до 4 мм (промежуточная толщина лент от 0,05 до 1,95 мм — через 0,05 мм, более 2,1 мм — через 0,1 мм), шириной от 4 до 450 мм (промежуточная ширина до 46 мм — через 1 мм, от 46 до 125 мм — через 2...4 мм, от 125 до

Таблица 7. **Швеллеры (ГОСТ 8240—72*)**

№ профиля	Высота, мм	Ширина полки, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, $см^2$	Масса 1 м, кг
5	50	32	4,4	6,16	4,84
6,5	65	36	4,4	7,51	5,9
8	80	40	4,5	8,98	7,05
10	100	46	4,5	10,9	8,59
12	120	52	4,8	13,3	10,4
14	140	58	4,9	15,6	12,3
14а	140	62	4,9	17,0	13,3
16	160	64	5	18,1	14,2
16а	160	68	5	19,5	15,3
18	180	70	5,1	20,7	16,3
18а	180	74	5,1	22,2	17,4
20	200	76	5,2	23,4	18,4
20а	200	80	5,2	25,2	19,8
22	220	82	5,4	26,7	21
22а	220	87	5,4	28,8	22,6
24	240	90	5,6	30,6	24
24а	240	95	5,6	32,9	25,8
27	270	95	6	35,2	27,7
30	300	100	6,5	40,5	31,8

Таблица 8. **Двутавровые балки (ГОСТ 8239—72*)**

№ профиля	Высота, мм	Ширина полки, мм	Толщина стенки, мм	Площадь сечения, $см^2$	Масса 1 м кг
10	100	55	4,5	12	9,46
12	120	64	4,8	14,7	11,5
14	140	73	4,9	17,4	13,7
16	160	81	5	20,2	15,9
18	180	90	5,1	23,4	18,4
18а	180	100	5,1	25,4	19,9
20	200	100	5,2	26,8	21
20а	200	110	5,2	28,9	22,7
22	220	110	5,4	30,6	24
22а	220	120	5,4	32,8	25,8
24	240	115	5,6	34,8	27,3
24а	240	125	5,6	37,5	29,4
27	270	125	6	40,2	31,5
27а	270	135	6	43,2	33,9
30	300	135	6,6	46,5	36,5

450 мм — через 5...10 мм). Из ленты изготовляют спиральные воздуховоды.

Тонколистовую рулонную холоднокатаную углеродистую сталь (ТУ 14-309-44—74) изготовляют толщиной 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,5 и 2 мм,

шириной 100, 400, 625, 750 и 1250 мм и поставляют рулонами массой не более 10 т. Сталь служит для производства электросварных спирально-шовных воздуховодов.

Горячекатаную тонколистовую сталь (ГОСТ 19903—74*, ГОСТ 16523—70*) выпускают толщиной от 0,5 до 2,0 мм, шириной от 600 до 1800 мм, длиной, зависящей от ширины, от 1200 до 6000 мм. Для подсчета теоретической массы прокатной стали массу листа толщиной 1 мм, площадью 1 м^2 принимают равной 7,85 кг. Применяют для изготовления воздуховодов общеобменной вентиляции и аспирации.

Оцинкованную тонколистовую сталь (ГОСТ 14918—80*) толщиной от 0,5 до 1 мм (не более), размером листов 1000 × 2000 и 1250 × 2500 мм применяют для изготовления только фальцевых воздуховодов.

Тонколистовую коррозионно-стойкую, жаростойкую и жаропрочную сталь (ГОСТ 5582—75*) выпускают толщиной от 0,5 до 3,9 мм в виде листов размером от 600 × 1200 до 1800 × 6000 мм. Коррозионно-стойкие хромистые и хромоникелевые стали применяют для изготовления воздуховодов и вентиляционного оборудования, по которым перемещается воздух с агрессивными, химически активными газами, парами, пылью.

Металлопласт — конструкционный материал, представляющий собой низкоуглеродистую холоднокатаную тонколистовую сталь, покрытую пленкой. Промышленность выпускает металлопласт двух видов: с одно- и двусторонним покрытием.

Металлопласт с односторонним покрытием (ТУ 14-1-1114—74) выпускают в виде стальной ленты толщиной 0,5 ..1 мм, защищенной с одной стороны поливинилхлоридной пленкой толщиной (0,3 ± ± 0,03) мм. Металлопласт поставляют в рулонах шириной полосы (1000 ± 5) мм, массой до 5,5 т. Наружный диаметр рулона не более 1500 мм, внутренний (500 ± 50) мм. Такая пленка химически стойка в средах концентрации, указанной в скобках: кислотах серной (до 50%), соляной (до 10%), азотной (до 10%), уксусной (до 5%), хромовом ангидриде (до 10%), бензине, аммиаке (до 10%).

Металлопласт с двусторонним покрытием (ТУ 95-133—72) представляет собой стальную ленту толщиной 0,5...0,8 мм, обе стороны которой защищены пленкой из модифицированного полиэтилена толщиной 0,45 мм. Такая пленка химически стойка в следующих средах: концентрированных серной и азотной кислотах, уайт-спирите, бензине, ацетоне, соляной кислоте 36%-ной концентрации, этиловом спирте. Металлопласт с двусторонним покрытием поставляют в рулонах шириной (750 ± 5) мм; масса рулона до 3 т. Допускается изготовление металлопласта в листах размером 1500 × 750 и 2000 × 750 мм.

Металлопласт обладает свойствами, присущими металлу и пластмассам; он пластичен, может быть подвергнут обработке на механизмах, изготовляющих фальцевые воздуховоды.

§ 2. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Алюминий — серебристо-белый, легкий ($\rho = 2700$ кг/м^3) и пластичный металл. Взаимодействуя с кислородом воздуха, алюминий покрывается тонкой и прочной пленкой оксида алюминия, которая хорошо защищает металл от коррозии. Из алюминия изготовляют фальцевые и сварные воздуховоды.

Листы из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 21631—76*), выпускаемые толщиной от 0,4 до 10 мм, шириной 400, 500, 600, 800 и 1000 мм, длиной 2000 мм, применяют для изготовления воздуховодов и отдельных деталей вентиляционных систем.

Уголки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 13737—80*) выпускают шириной полки от 10 до 250 мм. При одной и той же ширине полки профили могут быть различной толщины. Из уголков изготовляют отдельные элементы сетевого оборудования.

Алюминиевую фольгу (ГОСТ 618—73) выпускают толщиной от 0,05 до 0,4 мм и поставляют в рулонах. Используют фольгу для гибких гофрированных воздуховодов. Высота гофра 4 мм, расстояние между гофрами 10 мм. Такие воздуховоды легко изгибаются и служат для присоединения к местным отсосам.

Титан — серебристо-белый тугоплавкий металл, обладающий высокой коррозионной стойкостью (особенно к кислотам), достаточно пластичный, плотностью $\rho = 4500$ кг/м^3. Высокая прочность титановых сплавов сохраняется при температурах от —253 до +500 °С.

Технически чистый титан марки ВТ1-00 или ВТ1-0, а также **низколегированные сплавы** повышенной пластичности марки СТ4-0 или СТ4-1 в виде листов толщиной от 0,4 до 4 мм применяют для изготовления воздуховодов. Воздуховоды из титана изготовляют, как правило, сварными.

Медь — вязкий металл красноватого цвета, тепло- и электропроводный, достаточно пластичный, что позволяет обрабатывать его прокаткой, штамповкой, волочением. Медь в чистом виде, как правило, в вентиляционных системах не применяют; обычно используют сплавы меди с другими металлами. Сплав меди с цинком называется латунью. Латунь по сравнению с медью прочнее, пластичнее и тверже, устойчивее против коррозии и при литье обладает хорошей заполняемостью форм.

Медно-цинковые сплавы (латуни) (ГОСТ 15527—70*) выпускают семи марок: Л96, Л90, Л85, Л80, Л70, Л68, Л62 (цифры указывают средний процент меди в сплаве). Из латуни изготовляют искрозащищенное вентиляционное оборудование.

§ 3. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Листы из непластифицированного поливинилхлорида (винипласт листовой) (ГОСТ 9639—71*) изготовляют из *непластифицированной* поливинилхлоридной композиции с добавлением вспомогательных веществ (стабилизаторов, смазочных материалов и др.) прессованием пленок или экструзией. Такие листы выпускают следующих марок:

ВН — непрозрачные, неокрашенные или окрашенные, изготовленные методом прессования;

ВНЭ — непрозрачные, неокрашенные или окрашенные, изготовленные методом экструзии;

ВП — прозрачные, бесцветные или окрашенные, изготовленные методом прессования или экструзии;

ВД — декоративные, однотонные, изготовленные методом прессования или экструзии и применяемые в качестве облицовочного материала.

Листы из непластифицированного поливинилхлорида производят длиной не менее 1300 мм, шириной не менее 500 мм. Толщина листов зависит от их марки и составляет для листового винипласта: ВН — от 1 до 20 мм; ВНЭ и ВП — от 1 до 5 мм; ВД — от 1,5 до 3 мм.

Листовой винипласт обладает высокой механической прочностью, хорошо поддается как ручной, так и механической обработке на обычных металлодеревообрабатывающих станках. При разогреве приобретает пластичность и легко формуется. После охлаждения нагретого винипласта все его механические свойства восстанавливаются. Винипласт — электроизолирующий материал.

Листовой винипласт применяют при изготовлении воздуховодов в качестве антикоррозионного материала, работающего при температуре от —20 до +60 °С.

Полиэтилен — синтетический полимер, плотный, характеризующийся высокой химической стойкостью. Применяют при температуре до 60 °С. Из полиэтилена высокой плотности изготовляют пленку для вентиляционных воздуховодов, которая поступает на стройку в виде рулона, намотанного на втулку. В рулон наматывается 300...400 м пленки шириной до 4000 мм, толщиной от 30 до 200 мкм.

Асбестоцемент — строительный материал, изготовляемый из водной смеси портландцемента и асбестового волокна. Из асбестоцемента производят бесшовные прямоугольные короба для вентиляционных воздуховодов. Размер коробов от 100 × 100 до 300 × 300 мм; толщина стенки 8...10 мм. Расчетная масса 1 м короба в зависимости от размеров колеблется от 4,1 до 14,2 кг.

Стеклоткань — материал, образованный переплетением взаимно перпендикулярных нитей стеклянного волокна (ГОСТ 8481—75*). Из стеклоткани СПЛ, пропитанной латексом (ТУ 6-11-400—79), изготовляют гибкие армированные воздуховоды с применением клея 4НБ и пружинной проволоки из углеродистой стали диаметром 2...2,5 мм.

§ 4. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ (МЕТИЗЫ)

К металлическим изделиям (метизам), применяемым при изготовлении вентиляционных систем, относятся стальная проволока, проволочные сетки, крепежные изделия.

Стальную низкоуглеродистую проволоку (ГОСТ 3282—74*) выпускают 36 диаметров — от 0,16 до 10 мм. Из проволоки изготовляют подвески, оттяжки, ее используют для временного крепления деталей во время монтажа систем.

Проволочные тканые сетки с квадратными ячейками (ГОСТ 6613—86) выпускают 13 номеров — от 0,4 до 2,5 соответственно с размерами стороны ячейки от 0,4 до 2,5 мм. Сетки изготовляют из проволоки диаметром от 0,16 до 0,5 мм. Тканые сетки применяют для ограждения подвижных, вращающихся частей вентиляционного оборудования.

Крепежные детали служат для жесткого соединения элементов вентиляционных систем. К крепежным деталям относятся болты, гайки, шайбы, винты, заклепки.

Болты с шестигранной головкой с обыкновенной метрической резьбой выпускают 10 диаметров — от 6 до 24 мм — и различной длины (табл. 9).

Таблица 9. **Размеры, мм, болтов с шестигранной головкой (ГОСТ 7798—70*)**

Диаметр стержня	Размер «под ключ»	Длина		Диаметр стержня	Размер «под ключ»	Длина	
		болта	резьбы			болта	резьбы
6	10	22...75	18	16	24	45...150	38
8	13(14)	28...85	22	(18)	27	50...150	42
10	17	32...150	26	20	30	55...150	46
12	19	35...150	30	(22)	32	60...150	50
(14)	22	40...150	34	24	36	65...150	54

Примечания: 1. Кроме указанных значений длина болтов может иметь промежуточные значения: 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 50, 55, 60, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140 мм. 2. Размеры в скобках применять не рекомендуется.

Шестигранные гайки выпускают также 10 диаметров — от 6 до 24 мм (табл. 10).

Шайбы, предназначенные для болтов под гайку, выпускают внутренним диаметром несколько больше диаметров болтов (табл. 11).

Самонарезающиеся винты с полукруглой головкой (ГОСТ 10621—80*) выпускают диаметром головки 2,5; 3; 4; 5; 6; 8 мм, длиной от 6 до 50 мм. Такие винты применяют для металлических соединений и соединений из пластмассы.

Таблица 10. **Шестигранные гайки: размеры, мм, масса, кг (ГОСТ 5915—70*)**

Диаметр резьбы	Размер «под ключ»	Высота	Масса 1000 шт.
6	10	5	2,514
8	13(14)	6	6,074
10	17	8	11,08
12	19	10	17,24
14	22	11	25,22
16	24	13	33,54
18	27	14	46,15
20	30	16	64,47
22	32	18	79,09
24	36	19	110,2

Заклепки используют для неразъемных соединений элементов вентиляционных систем.

Заклепки с полукруглой головкой (ГОСТ 10299—80*) выпускают 21 диаметра стержня от 1 до 36 мм. Длину выбирают из следующего ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180 мм.

Заклепки с потайной головкой (ГОСТ 10300—80*) выпускают 18 диаметров стержня — от 1,9 до 49 мм. Длину заклепок выбирают из того же ряда, что и заклепок с полукруглой головкой.

Заклепки с полупотайной головкой (ГОСТ 10301—80*) выпускают диаметром стержня от 2 до 36 мм. Длину выбирают из следующего ряда: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210 мм.

Заклепки с полукруглой низкой головкой (ГОСТ 10302—80) выпускают диаметром стержня от 2 до 10 мм. Длину выбирают из следующе-

Таблица 11. **Шайбы: размеры, мм, масса, кг (ГОСТ 11371—78*)**

Номинальный диаметр болта, винта, винтьки	Диаметр отверстия	Наружный диаметр	Толщина	Масса 1000 шт.
6	6,4	12,5	1,2	0,853
8	8,4	17,5	1,6	2,32
10	10,5	21	2	4,08
12	13	24	2,5	6,27
14	15	28	3	10,34
16	17	30	3	11,3
18	19	34	3	14,7
20	21	37	4	22,9
22	23	39	4	24,5
24	25	44	4	32,3

го ряда: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50 мм.

Заклепки с плоской головкой (ГОСТ 10303—80) выпускают диаметром стержня от 2 до 36 мм. Длину выбирают из следующего ряда: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, (11), 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 40, 43, 45, 48, 50, 52, 55, 58, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180 мм.

Заклепки для односторонней клепки изготовляют диаметром 5 мм, длиной 8 мм. Длина стержня 38 мм, диаметр стержня 2,4...2,5 мм. Масса одной заклепки со стержнем 2,2 г.

§ 5. ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Металлические воздуховоды в зависимости от транспортируемой среды и ее температуры защищают от воздействия коррозии соответствующими покрытиями: масляными, перхлорвиниловыми (табл. 12).

Таблица 12. **Грунтовка для различных типов покрытий лакокрасочных материалов в зависимости от условий эксплуатации**

Тип покрытий лакокрасочных материалов	Группа покрытия (по условиям эксплуатации)	Рекомендуемые грунтовки
Масляные	А*	ГФ-021, ФЛ-03к, ФЛ-03ж, ФЛ-013
	П	ГФ-021, ФЛ-03к, ФЛ-03ж, ФЛ-013, без грунтовки
	Пт	Без грунтовки
Перхлорвиниловые	А, П, Х	ГФ-021, ФЛ-03к, ФЛ-03ж, ХС-010, лак ХСЛ с наполнителем
	АТ, ПТ, ХТ, В	ФЛ-03к, ФЛ-03ж, ХС-010
	ХК, ВТ, ХЩ, ХЩТ, ХКТ	ХС-010

* Условные обозначения различных групп лакокрасочных покрытий: А — атмосферостойкие в условиях умеренного климата; АТ — атмосферостойкие в условиях тропического климата; П — стойкие внутри помещений в условиях умеренного климата; ПТ — стойкие внутри помещений в условиях тропического климата, Х — химически стойкие при воздействии атмосферы, содержащей агрессивные газы и пары химических производств; ХК — химически стойкие при воздействии растворов кислот; ХЩ — химически стойкие при воздействии щелочей; ХТ, ХКТ, ХЩТ — то же, в условиях тропического климата. Кроме того, различают водостойкие (В, ВМ, ВТ, ВМТ) группы покрытий.

Таблица 13. Масляные краски

Покрытие	Группа	Режим сушки в течение 24 ч при температуре, °С	Цвет покрытия
Краски масляные цветные густотертые (ГОСТ 8292—85):			
для наружных работ МА-015:	А	18...22	
сурик железный			Коричневый
мумия			Красный
охра			Желтый
для внутренних работ МА-025	П	18...22	Различный

Как правило, металлические воздуховоды перед нанесением покрытий грунтуют.

Масляные краски используют для покрытия воздуховодов, по которым перемещается воздух температурой до 70 °С (табл. 13). Покрытия масляными красками атмосферостойкие; сохраняют защитные свойства в умеренном климате 1,5 года.

Перхлорвинильными эмалями и лаками покрывают воздуховоды, эксплуатируемые в агрессивных средах (табл. 14).

Таблица 14. **Покрытия для изделий, эксплуатируемых в агрессивных средах**

Покрытие	Группа	Режим сушки		Цвет покрытия	Назначение покрытия
		температура, °С	время, ч		
Эмаль марки ХВ-785 (ГОСТ 7313—75*) при высыхании до степени:	Х, ХК, ХШ, А, П, В			Различный	Эмаль ХВ-785 и лак ХВ-784 предназначены для защиты от агрессивных газов, солей, кислот, щелочей при температуре не более 60 °С
3		20±2	1		
5			24		
Лак марки ХВ-784 (ГОСТ 7313—75*) при высыхании до степени:	Х, ХК, ХШ, П,			Бесцветный	
3					
5					

Продолжение табл. 14.

Покрытие	Группа	Режим сушки		Цвет покрытия	Назначение покрытия
		температура, °С	время ч		
Эмаль перхлорвиниловая марки ХВ-1100 (ГОСТ 6993—79) при высыхании до степени:	А, П			Различный	Эмаль ХВ-1100 предназначена для окраски предварительно загрунтованных металлических поверхностей изделий и оборудования, эксплуатируемых в условиях умеренного и холодного климата
3		20±2	1		
5			24		
Эмаль перхлорвиниловая марки ХВ-124 (ГОСТ 10144—74*) при высыхании до степени:	А, П			Серый, зеленый, бежевый и др.	
3		20±2	2		
5			24		

Количество слоев в покрытии определяется агрессивностью среды и может доходить до 12. При нанесении на поверхность очередного слоя грунтовки, эмали или лака предыдущий слой высушивают (табл. 15). Характеристика защитного покрытия и количество слоев краски определяются проектом.

Таблица 15. **Режим сушки грунтовок для умеренного климата**

Грунтовки	Температура, °С	Время
Грунтовка ГФ-021 (ГОСТ 25129-82)	100...110 или 18...23	35 мин 24 ч
Грунтовка ФЛ-03к (ГОСТ 9109—81*) при высыхании до степени:		
1	18...22	2 ч
3	18...22	8 ч
4	100...110	35 мин
Грунтовка ФЛ-03ж (ГОСТ 9109—81*) при высыхании до степени:		
1	18...22	8 ч
3	18...22	12 ч
4	150	20 мин
Грунтовка ХС-010 (ГОСТ 9355—81*)	18...22	1 ч
Сурик на олифе	18...23	72 ч

Растворители, применяемые для разбавления лакокрасочных материалов, приведены ниже

Растворитель	Назначение
Растворитель Р-4 (ГОСТ 7827—74*)	Разбавление перхлорвиниловых грунтовок, эмалей и лака
№ 1 (бутилацетат 12%, ацетон 26%, толуол 62%)	То же
№ 2 (ксилол 15%, ацетон 15%, толуол 70%)	»
Уайт-спирит (ГОСТ 3134—78)	Разбавление масляных красок
Сольвент каменноугольный (ГОСТ 1928—79*)	Разбавление красок и лаков
Скипидар	Разбавление олифы

Противокоррозионный фосфатный краситель «Фанкор» применяют в качестве заменителя грунтовки ГФ-021. При этом почти вдвое увеличивается срок службы покрытия.

«Фанкор» — водоэмульсионный состав, состоящий из хромовофосфатной пасты (ТУ 6-18-30—84) и водяной эмульсии синтетического латекса БС-65 (ТУ 38-10 35-50—84). «Фанкор» наносят по обезжиренной поверхности и высушивают при температуре 60...70 °С в течение 10 мин. Состав непожароопасен и не требует расхода традиционных растворителей. Расход красителя «Фанкор» 0,38 кг/м^2; покрытие однослойное.

Грунт-преобразователь ржавчины Э-К4-0184 (ТУ 6-10-1916—83) — суспензия пигментов, наполнителей, модификатора ржавчины и других компонентов в водном растворе синтетического латекса БСК-65/3М. Грунт применяют для грунтовки металлических поверхностей, имеющих небольшой слой окалины или плотнодержащейся ржавчины, который не превышает 20...40 мкм, с целью последующей защиты поверхности от коррозии. Грунт наносят кистью или путем пневматического распыления на обезжиренную поверхность. Расход грунта 0,09...0,11 кг/м^2; время высыхания 1 ч при температуре 20 °С.

§ 6. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Стальную сварочную проволоку (ГОСТ 2246—70*), предназначенную для сварки изделий из стали, применяют марок: углеродистую — Св08А, Св08ГА, Св10ГА, Св10Г2; легированную — Св08ГС, Св08Г2С, Св08Г2СА, Св12ГС. Диаметр проволоки 0,3...12 мм.

Сварочную проволоку из алюминия и алюминиевых сплавов (ГОСТ 7871—75*) выпускают марок: СвАМц, СвАМг3, СвМг4, СвМг5, СвМг6, СвАК5, СвАК10, СвАК12, СвА97, СвА85Т, СвА5, Св1557, СвАМг63, СвАМг61, Св1201. Диаметр проволоки 0,8...2,8 мм.

Покрытые металлические электроды (ГОСТ 9466—75) для ручной дуговой сварки и наплавки изготовляют типов: У — для углеродистых низколегированных сталей; Л — для легированных сталей; Т — для жа-

Таблица 16. **Окраска баллонов и надписи на них**

Газ	Цвет окраски баллона	Надпись	Цвет надписи
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный
Аргон технический	Черный	Аргон технический	Синий
Диоксид углерода	»	Углекислота	Желтый
Пропан-бутановая смесь	Красный	Пропан	Белый
Кислород	Голубой	Кислород	Черный
Водород	Темно-зеленый	Водород	Красный
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый
Метан	Красный	Метан	»

рочных легированных сталей. Диаметр стержня электрода 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 мм.

Газообразный и жидкий аргон (ГОСТ 10157—79*) марок А, Б предназначен для сварки алюминиевых сплавов; марки В — для сварки нержавеющих сталей.

Технический ацетилен (ГОСТ 5457—75*) и **газообразный технический кислород** (ГОСТ 5583—78*) применяют для газовой сварки.

Аргон, ацетилен, кислород и другие газы поставляют в стальных баллонах (ГОСТ 949—73*) вместимостью 40 л, соответственно окрашенных (табл. 16). Ацетилен в баллоне находится в растворенном в ацетоне состоянии, остальные газы — в сжатом или сжиженном.

Приводные клиновые ремни (ГОСТ 1284—80*) состоят из кордткани или кордшнура, оберточной ткани и резины, соединенных в одно целое путем вулканизации. Приводные ремни передают вращательный момент от электродвигателя к станкам, механизмам и вентиляторам. Характеристика ремней приведена в табл. 17.

Таблица 17. **Размеры приводных клиновых ремней, мм**

Сечение	Наибольшая ширина	Расчетная ширина	Высота	Пределы длин
О	10	8,5	6	400...2500
А	13	11	8	560...4000
Б	17	14	10,5	800...6300
В	22	19	13,5	1800...10 600
Г	32	27	19	3150...15 000
Д	38	32	23,5	4500...18 000
Е	50	42	30	6300...18 000

Примечание. Длины изготовляемых ремней, мм: 400, 425, 450, 475, 500, 530, 560, 600, 630, 670, 710, 750, 800, 850, 900, 1000, 1060, 1120, 1180, 1250, 1320, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2120, 2240, 2360, 2500, 2650, 2800, 3000, 3150, 3550, 3750, 4000, 4250, 4500, 4750, 5000, 5300, 5600, 6000, 6300, 6700, 7100, 7500, 8000, 8500, 9000, 10 000, 10 600, 11 200, 11 800, 12 500, 13 200, 14 000, 15 000, 16 000, 17 000, 18 000.

Смазочные материалы применяют для смазывания трущихся, вращающихся деталей механизмов, оборудования, вентиляторов, кондиционеров. В вентиляционных фильтрах смазочные материалы используют для смачивания сеток, на которых оседает средне- и мелкодисперсная пыль. В качестве смазочных материалов применяют масла (табл. 18) и пластичные смазки (табл. 19).

Таблица 18. **Техническая характеристика масел**

Масло	Кинематическая вязкость $м^2/с$, при температуре, °С			Температура застывания, °С	Назначение
	50	80	100		
Индустриальное-12 (веретенное-2) (ГОСТ 20799—75*)	10...14	—	—	—30	Для смазывания трущихся частей механизмов
Индустриальное-20 (веретенное-3) (ГОСТ 20799—75*)	17...23	—	—	—20	То же
Для вентиляционных фильтров (ГОСТ 7611—75*)	19...24	16...24	—	—20	Для поглощения пыли в фильтрах
Компрессорное (ГОСТ 1861—73*):					
К-12	—	—	11...14	—	Для смазывания компрессоров и воздуходувок
К-19	—	—	17...20	—	

Таблица 19. **Пластичные смазки**

Смазка	Температура каплевыделения, °С, не менее	Назначение
Солидол жировой (ГОСТ 1033—79*)	75	Для смазывания различных механизмов, работающих при температуре от —25 до +65 °С
Солидол синтетический (ГОСТ 4366—76*)	Не нормируется	То же

Прокладочные материалы используют для уменьшения утечек воздуха в системах вентиляции, а также для снижения уровня шума и вибрации. Прокладочные материалы при хранении и транспортировании необходимо защищать от увлажнения. К прокладочным материалам относятся: асбестовый шнур и картон, прокладочный картон, техническая резина, манжеты СТУМ, материал ПРК-2, жгут ПМЖ-1.

Асбестовые шнуры (ГОСТ 1779 - 83) выпускают диаметром от 3 до 25 мм. Применяют в качестве теплоизоляционного материала при температуре изолируемой поверхности не более 400 °С.

Асбестовый картон (ГОСТ 2850—80*) марок КАОН-1 и КАОН-2 используют как теплоизоляционный и огнезащитный материал. Температура изолируемой поверхности должна быть не более 500 °С. Картон марки КАП служит прокладочным материалом для вентиляционного оборудования и приборов.

Прокладочный картон и уплотнительные прокладки из него (ГОСТ 9347—74*) выпускают в листах и рулонах толщиной, мм: марки А (пропитанный) — 0,3; 0,5; 0,8; 1,5; марки Б (непропитанный) — 0,3; 0,5; 0,8; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5. Перед применением прокладки смачивают водой и проваривают в олифе.

Листовую техническую резину выпускают пяти типов: кислото-, щелоче-, термо-, маслобензостойкую и пищевую. Размеры листов или лент из технической резины, мм: длина 500...10 000, ширина 200...1750, толщина 0,5...50. Используют резину для изготовления прокладок, уплотнителей, клапанов, амортизаторов и других деталей вентиляционных систем. Теплостойкая резина сохраняет свои свойства в условиях эксплуатации при температуре воздуха до 90 °С или водяного пара до 140 °С. Морозостойкую резину используют в воздушной среде при температуре до —45 °С.

Соединительные термоусаживающиеся уплотняющие манжеты СТУМ (ТУ 13-85—76), изготовленные из полиэтиленовых листов с последующей радиационной обработкой, обладают способностью сжиматься при нагреве, оставаясь в дальнейшем в этом состоянии. Эту способность СТУМ используют для прочного и плотного соединения деталей круглых воздуховодов между собой без применения фланцев. СТУМ выпускают диаметром 130...355 мм. Условное обозначение СТУМ состоит из трех цифр, например 130/90-110. Первые две цифры, написанные через косую, указывают диаметр манжеты до (130 мм) и после (90 мм) усадки; третья цифра — ширину манжеты (100 мм). Температура применения СТУМ от —40 до +60 °С.

ПРК-2 — полимерный мастичный материал в виде плоской ленты шириной 40...50 мм, толщиной 5...6 мм, изготовленный из полиизобутилена, нефтяного битума, парафина, асбеста и нейтрального масла. Материал эластичен и хорошо прилегает к зеркалу фланца. Материал, пересыпанный тальком, транспортируют и хранят в свернутом состоянии.

ПМЖ-1 — полимерный мастичный жгут диаметром 8...10 мм. Материал по химическому составу аналогичен ПРК-2. Используют для герметизации фланцевых соединений воздуховодов.

Нетвердеющие герметики («Бутепрол» и «Герлен») предназначены для уплотнения соединений деталей в вентиляционных системах и предотвращения утечки или подсоса воздуха.

«Бутепрол» (ТУ 21-29-26—74) — невысыхающий герметик, широко применяемый в вентиляционных работах для герметизации бандажных соединений воздуховодов.

«Герлен» (ТУ 400-1/413-21--78) — нетвердеющая герметизирующая эластичная лента, выпускаемая двух видов: дублированная нетканым материалом и недублированная. Длина ленты 12 м, ширина 80, 100, 120 и 200 мм, толщина 3 мм. Температура применения до 40 °С.

Глава III

ОБОРУДОВАНИЕ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

§ 7. ВЕНТИЛЯТОРЫ

Классификация. Вентиляторы общего назначения предназначены для систем вентиляции, кондиционирования, аспирации, пневмотранспорта и других систем с принудительным перемещением воздуха и газов.

По направлению движения воздуха в рабочем колесе вентиляторы общего назначения подразделяются на радиальные (центробежные) и осевые. К вентиляторам общего назначения относятся также крышные вентиляторы.

В зависимости от физико-химических свойств перемещаемой среды вентиляторы изготовляют:

обычного исполнения — для перемещения неагрессивных сред;

коррозионно-стойкие — для перемещения воздуха, загрязненного агрессивными примесями;

искрозащищенные — для перемещения некоторых взрывоопасных газопаровоздушных смесей;

пылевые — для перемещения воздуха, содержащего пылевидные примеси.

По направлению вращения рабочего колеса, если смотреть со стороны всасывания, вентиляторы (ГОСТ 10616—73*) бывают: *правого вращения* (правые) — колесо вращается по часовой стрелке; *левого вращения* (левые) — колесо вращается против часовой стрелки.

Размер вентилятора характеризуется его номером. За номер вентилятора принимается значение, соответствующее наружному диаметру рабочего колеса в дециметрах. В вентиляционных системах обычно используют вентиляторы номеров: 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16 и 20.

Работа вентилятора в сети. Аэродинамические параметры вентилятора определяются совокупностью режимов его работы и представляют собой зависимость полного давления $P_{полн}$, развиваемого вентилятором, потребляемой мощности N и коэффициента полезного действия η от

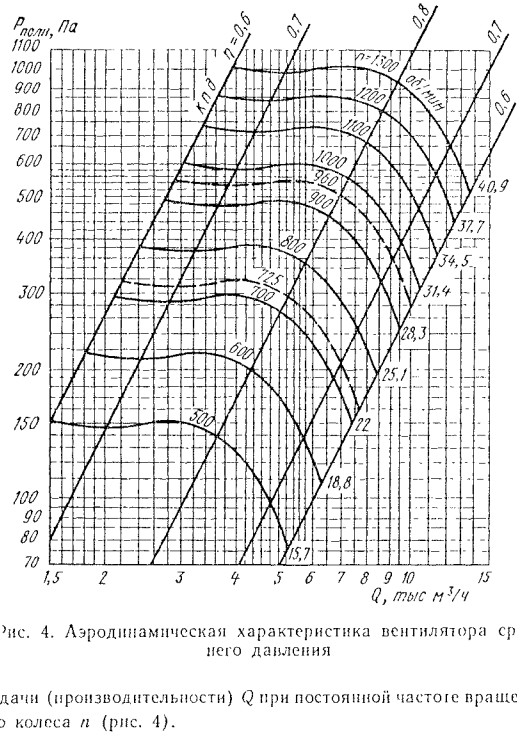


Рис. 4. Аэродинамическая характеристика вентилятора среднего давления

его подачи (производительности) Q при постоянной частоте вращения рабочего колеса n (рис. 4).

Аэродинамические параметры (N, η, Q, n) вентилятора зависят от его характеристики и характеристики сети, в которой он работает. Под характеристикой сети понимают зависимость потерь давления в ней от расхода (подачи) проходящего воздуха Q, которая выражается следующей формулой:

$$P = KQ^2,$$

где K — коэффициент, характеризующий конкретную сеть.

Параметры работы вентилятора определяются на пересечении характеристики сети с характеристикой вентилятора (рабочая точка). С изменением частоты вращения n вентилятора при работе в одной и той же сети рабочая точка будет перемещаться по линии характеристики сети.

Номинальный режим работы вентилятора отвечает максимальному значению коэффициента полезного действия η_{max}.

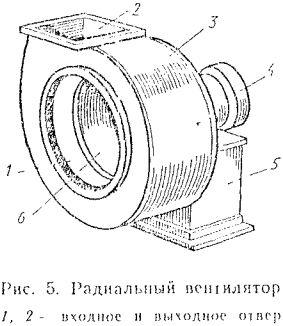


Рис. 5. Радиальный вентилятор:

1, 2 - входное и выходное отверстия, *3* — кожух, *4* — электродвигатель, *5* - станина, *6* — рабочее колесо

Радиальные вентиляторы общего назначения (ГОСТ 5976—73*). В зависимости от полного давления, создаваемого при перемещении воздуха при максимальной для каждой конструкции частоте вращения, радиальные вентиляторы бывают: *низкого давления* — полное давление до 1 кПа; *среднего давления* — от 1 до 3 кПа; *высокого давления* — от 3 до 12 кПа.

Радиальный вентилятор (рис. 5) состоит из рабочего колеса, спирального корпуса и привода. Воздух входит в рабочее колесо в осевом направлении, отклоняется в нем на 90° в радиальном направлении и затем поступает в улитку спирального корпуса.

Вентиляторы по наклону выхода лопаток рабочего колеса относительно направления вращения делятся на три типа: с лопатками, загнутыми вперед (в сторону вращения) или назад, и радиальными лопатками.

Различают *вентиляторы одностороннего всасывания*, когда воздух всасывается во входное отверстие с одной стороны, и *двустороннего*, когда воздух всасывается с обеих сторон корпуса, а колесо состоит из двух зеркально-симметричных половин.

По расположению привода вентиляторы изготовляют семи конструктивных исполнений: рабочее колесо вентилятора *1* посажено непосредственно на вал электродвигателя *2* (рис. 6, *I*); вал рабочего колеса укреплен в одном (рис. 6, *II*) или двух (рис. 6, *III*) подшипниках и соединен муфтой *3* с электродвигателем *2*; вал рабочего колеса укреплен в подшипниках и соединен с электродвигателем клиноременной передачей *4* (рис.6, *IV*, *V*); вентилятор *1* двустороннего всасывания, у которого вал рабочего колеса укреплен в двух подшипниках и соединен с электродвигателем *2* муфтой *3* (рис. 6, *V*) или клиноременной передачей *4* (рис. 6, *VII*). Промышленность выпускает радиальные вентиляторы в основном по схемам *I*, *VI* и *VII*.

Радиальные вентиляторы имеют различные положения корпуса (рис. 7), которые обозначаются направлением вращения (Пр и Л) и углом поворота выходного патрубка в градусах.

В обозначение радиального вентилятора входят буквы В и Ц, тип и номер вентилятора. Например, В-Ц4-70-6,3 означает: вентилятор центробежный (радиальный) тип 4-70, номер 6,3.

Радиальные вентиляторы В-Ц4-70, В-Ц4-76, В-Ц14-46 и В-Ц4-75 предназначены для перемещения воздуха температурой до 80 °С,

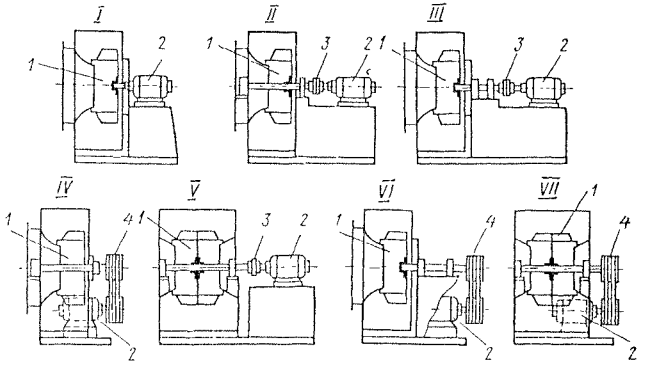


Рис. 6. Схемы конструктивных исполнений (*I*...*VII*) радиальных вентиляторов:

1 — вентилятор, *2* — электродвигатель, *3* — эластичная муфта, *4* — клиноременная передача

не содержащего пыли и других твердых примесей в количестве более 100 мг/м^3, а также липких веществ и волокнистых материалов.

Вентиляторы В-Ц4-75 имеют более высокий коэффициент полезного действия.

Вентиляторы В-Ц4-70 изготовляют по схемам конструктивного исполнения *I* и *VI* (см. рис. 6), вентиляторы В-Ц4-76 — только по схеме *VI* и вентиляторы В-Ц14-46 и В-Ц4-75 — только по схеме *I*.

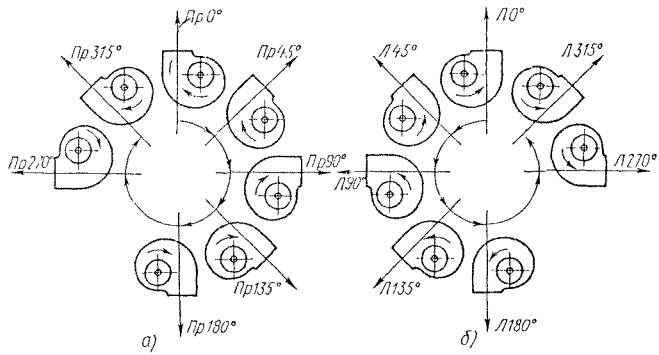


Рис. 7. Схемы положений корпусов вентиляторов правого (*а*) и левого (*б*) вращений

Радиальные вентиляторы общего назначения одной и той же марки могут быть изготовлены с промежуточными диаметрами рабочих колес, несколько отличающимися от номинального значения, которые составляют 90, 95, 105 и 110 % от основного размера. Это облегчает подбор вентилятора к вентиляционной сети.

На строительные объекты для монтажа поставляют не отдельные вентиляторы, а вентиляторные агрегаты, каждый с определенным электродвигателем и определенной частотой вращения рабочего колеса вентилятора (табл. 20). Условное обозначение агрегатов состоит

Таблица 20. **Технические характеристики радиальных вентиляторных агрегатов общего назначения**

Условное обозначение	Вентилятор		Электродвигатель		Масса агрегата, кг
	номер	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	частота вращения, $мин^{-1}$	
Вентиляторные агрегаты (рис. 8, *а, б*) *с вентилятором В-Ц4-70* (исполнение I, см. рис. 5)					
А2,5.095-1	2,5	1375	0,12	1375	26
А2,5.095-2		2740	0,37; 0,55	2740	28
А2,5.100-1		1375	0,12	1375	26
А2,5.100-2		2740	0,55	2740	28
А2,5.105-1		1375	0,12	1375	26
А2,5.105-2		2840	0,75	2840	37
А2,5.110-1		1375	0,12	1375	26
А2,5.110-2		2840	0,75; 1,1	2840	37
А3,15.095-1	3,15	1380	0,25	1380	38
А3,15.095-2		2850	1,5	2850	49
А3,15.100-1		1380	0,25	1380	38
А3,15.100-2		2850	1,5	2850	49
А3,15.105-1		1365	0,37	1365	38
А3,15.105-2		2850	2,2	2850	52
А3,15.110-1		1365	0,37	1365	38
А3,15.110-2		2840	3	2840	60
А4.095-1	4	910	0,37	910	63
А4.095-2		1390	0,55	1390	63
А4.100-1		910	0,37	910	63
А4.100-2		1390	0,75	1390	63
А4.105-1		910	0,37	910	63
А4.105-2		1420	1,1	1420	65
А4.110-1		910	0,37	910	63
А4 110-2		1420	1,1	1420	65

Продолжение табл. 20

Условное обозначение	Вентилятор		Электродвигатель		Масса агрегата, кг
	номер	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	частота вращения, $мин^{-1}$	
А5.090-1		900	0,55	900	89
А5.090-2		1415	1,5	1415	92
А5.095-1		900	0,55	900	90
А5.095-2		1420	1,5; 2,2	1420	95; 104
А5.100-1	5	915	0,75	915	94
А5.100-2		1420	1,5; 2,2	1420	96; 105
А5.105-1		915	0,75	915	94
А5.105-2		1430	2,2; 3	1430	106; 113
А5.110-1		920	1,1	920	98
А5.110-2		1435	3	1435	114
А6,3.095-1		935	1,5	935	70
А6,3.095-2		1440	4; 5,5	1440	183; 197
А6,3.100-1		950	2,2	950	185
А6,3.100-2		1450	5,5; 7,5	1450	199; 220
А6,3.105-1	6,3	950	2,2	950	186
А6,3.105-2		1455	7,5	1455	221
А6,3.110-1		955	3	955	202
А6,3.110-2		1460	11	1460	289
А8.090-1		950	4	950	321
А8.095-1		700	3	700	321
А8.095-2		965	5,5	965	342
А8.100-1	8	720	4	720	342
А8.100-2		970	7,5	970	358
А8.105-1		975	11	975	400
А10.090-1		720	5,5	720	463
А10.090-2		975	11	975	505
А10.095-1	10	730	7,5	730	505
А10.095-2		975	15	975	530
А10.100-1		730	11	730	530
А10.100-2		975	22	975	640
Вентиляторные агрегаты (рис. 8, *в*) *с вентилятором В-Ц4-70* (исполнение VI, рис. 5)					
А10-1		530	4	950	571
А10-2		600	5,5	965	598
А10-3	10	670	7,5	970	627
А10-4		750	11	975	677
А10-5		845	15	975	707
А10-6		950	18,5	975	740

Условное обозначение	Вентилятор		Электродвигатель		Масса агрегата, кг
	номер	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	частота вращения, $мин^{-1}$	
А12,5-1	12,5	425	5,5	965	988
А12,5-2		475	7,5	970	1014
А12,5-3		530	11	975	1062
А12,5-4		600	15	975	1090
А12,5-5		670	18,5; 22	975	1123; 1211
А12,5-6		755	30	980	1245
А16-1	16	350	11	1460	2028
А16-2		370	15	1465	2070
А16-3		420	18,5	1465	2095
А16-4		450	22	1470	2110
А16-5		500	30	1470	2130
А16-6		550	45	1475	2245
А16-7		600	55	985	2570
А16-8		670	75	985	2720
Вентиляторные агрегаты (рис. 8, *а, д*) *с вентилятором В-Ц14-46* (исполнение VI, рис. 5)					
Б8-1	8	910	5,5	1455	546
Б8-2		1030	7,5	1455	575
Б8-3		1140	11	1460	605
Б8-4		1270	15	1465	647
Б8-5		1420	22	1470	717
Б8-6		1600	30	1470	767
Б10-1	10	800	11	1460	790
Б10-2		900	15	1465	830
Б10-3		1000	22	1470	876
Б10-4		1120	30	1470	933
Б10-5		1280	45	1475	1070
Б16-1	16	420	18,5	975	2385
Б16-2		480	22	975	2460
Б16-3		565	37	980	2545
Б16-4		680	55	985	2725
Вентиляторные агрегаты (рис. 8 *а, д*) *с вентилятором В-Ц14-46* (исполнение 1, рис. 5)					
В2.095-1		1370	0,12; 0,18; 0,25; 0,37	1370	21; 21; 24; 24
В2.095 2		2850	0,75; 1,1; 1,5; 2,2	2850	33; 33; 36; 38

Продолжение табл. 20

Условное обозначение	Вентилятор		Электродвигатель		Масса агрегата, кг
	номер	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	частота вращения, $мин^{-1}$	
В2.100-1	2	1370	0,18; 0,25; 0,37	1370	21; 24; 24
В2.100-2		2850	1,1; 1,5; 2,2	2850	33; 36; 38
В2.105-1		1380	0,18; 0,25; 0,37; 0,55	1380	21; 24; 24; 33
В2.105-2		2850	1,1; 1,5; 2,2; 3	2850	33; 36; 38, 50
В2,5.095-1		1370	0,37; 0,55	1370	33; 42
В2,5.095-2		2850	2,2; 3; 4	2850	47; 58; 64
В2,5.100-1	2,5	1380	0,37; 0,55; 0,75	1380	33; 42; 42
В2,5.100-2		2860	2,2; 3; 4; 5,5	2860	47; 58; 64; 69
В2,5.105-1		1400	0,55; 0,75; 1,1	1400	42; 42; 45
В2,5.105-2		2880	3; 4; 5,5; 7,5	2880	56; 64; 69; 84
В3,15.095-1		910	0,37; 0,55	910	53; 53
В3,15.095-2		1410	0,75; 1,1; 1,5	1410	53; 55; 58
В3,15.100-1	3,15	910	0,37; 0,55; 0,75	910	53; 53; 55
В3,15.100-2		1420	1,1; 1,5; 2,2	1420	55; 58; 66
В3,15.105-1		910	0,55; 0,75; 1,1	910	53; 55; 58
В3,15.105-2		1420	1,1; 1,5; 2,2; 3	1420	55; 58; 66; 74
В4.095-1		930	0,75; 1,1; 1,5; 2,2	930	74; 77; 86; 99
В4.095-2		1430	2,2; 3; 4; 5,5	1430	86; 93; 99; 115
В4.100-1	4	940	1,1; 1,5; 2,2; 3	940	77; 86; 99; 115
В4.100-2		1440	4; 5,5; 7,5	1440	99; 115; 139
В4.105-1		950	1,5; 2,2; 3; 4	950	86; 99; 115; 115
В4.105-2		1450	4; 5,5; 7,5; 11	1450	99; 115; 139; 155
В5.095-1		960	3; 4; 5; 7,5	960	145; 145; 166; 181
В5.095-2		1460	7,5; 11; 15; 18,5	1460	166; 181; 224; 249
В5.100-1	5	965	4; 5,5; 7,5; 11	965	145; 166; 181; 224
В5.100-2		1460	11; 15; 18,5; 22	1460	181; 224; 249; 264
В5.105-1		970	4; 5,5; 7,5; 11; 15	970	145; 166; 181; 224; 249
В5.105-2		1465	15; 18,5; 22; 30	1465	224; 249; 264; 285
В6,3.095-1		720	3; 4; 5,5; 7,5; 11	720	203; 224; 232; 276; 300
В6,3.095-2		975	7,5; 11; 15; 18,5	975	232; 276; 300; 335
В6,3.100-1	6,3	720	4; 5,5; 7,5; 11	720	224; 232; 276; 300
В6,3.100-2		975	11; 15; 18,5; 22	975	276; 300; 335; 411
В6,3.105-1		730	5,5; 7,5; 11; 15	730	232; 276; 300; 335
В6,3.105-2		975	11; 15; 18,5; 22; 30	975	276; 300; 335; 411; 451
В8.095-1		730	7,5; 11; 15; 18,5; 22	730	367; 392; 409; 504; 544
В8.095-2		980	18,5; 22; 30; 37; 45	980	409; 504; 544; 590; 725
В8.100-1	8	730	15; 18,5; 22; 30	730	409; 504; 544; 590
В8.100-2		980	22; 30; 37; 45; 55	980	504; 544; 590; 725; 770

Продолжение табл. 20

Условное обозначение	Вентилятор		Электродвигатель		Масса агрегата, кг
	число	частота вращения, $мин^{-1}$	мощность, кВт	частота вращения, $мин^{-1}$	
В8.105-1		730	15; 18,5; 22; 30; 37	730	409; 504; 544; 590; 725
В8.105-2		985	30; 37; 45; 55	985	544; 590; 725; 770

Вентиляторные агрегаты (рис. 8, *а*) *с вентилятором В-Ц4-75* (исполнение 1, рис. 5)

Е5.090-1		910	0,37	910	89
Е5.090-2		1420	1,1	1420	92
Е5.095-1		900	0,55	900	90
Е5.095-2		1415	1,5	1415	95
Е5.100-1	5	900	0,55	900	91
Е5.100 2		1415	1,5	1415	96
Е5.105-1		915	0,75	915	94
Е5.105-2		1430	2,2; 3	1430	106; 113
Е5.110-1		915	0,75; 1,1	915	95; 98
Е5.110-2		1430	2,2; 3	1430	106; 114
Е6,3.090-1		920	1,1	920	160
Е6,3.090-2		1430	3; 4	1430	176; 182
Е6,3.095-1		930	1,1; 1,5	920	161; 170
Е6,3.095-2		1440	4; 5,5	1440	183; 197
Е6,3.100-1	6,3	935	1,5	935	172
Е6,3.100-2		1445	5,5	1445	199
Е6,3.105-1		950	2,2	950	186
Е6,3.105-2		1455	7,5	1455	221
Е6,3.110-1		950	2,2; 3	950	188; 202
Е6,3.110-2		1455	7,5; 11	1455	223; 239

Примечание. Аэродинамические характеристики радиальных вентиляторных агрегатов см. приложение 1.

из буквы и цифры. Первая буква соответствует марке вентилятора: А — для В-Ц4-70; Б — для В-Ц4-76; В — для В-Ц14-46, Е — для В-Ц4-75; следующая за ней цифра — номер вентилятора, далее условное обозначение диаметра рабочего колеса D: 090, если $D=0{,}90D_{ном}$;

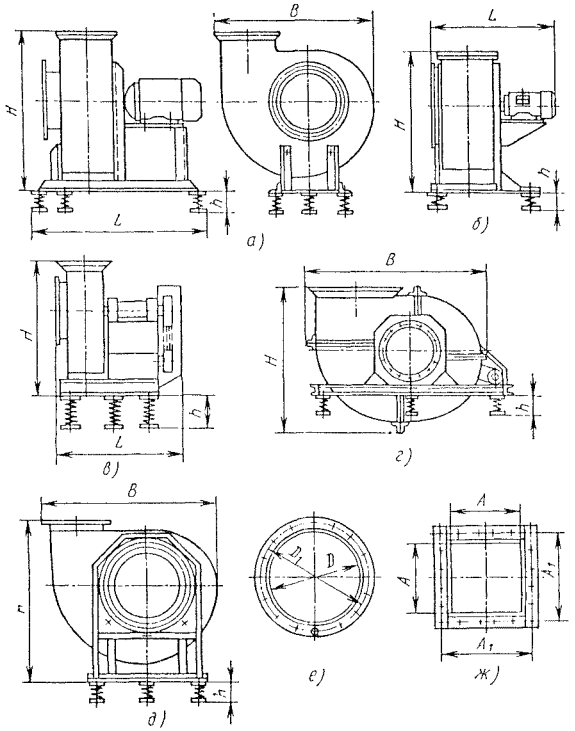


Рис. 8. Схемы вентиляторных агрегатов с вентиляторами:
а — В-Ц1-70, № 2,5...6,3, В-Ц14-46 № 2...4 и В-Ц4-75 № 5 и 6,3; *б* — В-Ц1-70 № 8 и 10; *в* — В-Ц4-70 № 10...16, В-Ц4-76 № 8 и 10; *г* — В-Ц4-76 № 16Л; *д* — В-Ц14-46 № 5...8; *е* — фланец всасывающего патрубка вентилятора, *ж* — фланец выходного патрубка вентилятора

095, если $D = 0{,}95D_{ном}$; 105, если $D = 1{,}05D_{ном}$; 110, если $D = 1{,}10D_{ном}$. Последняя цифра определяет частоту вращения рабочего колеса вентилятора.

Например, в обозначение вентиляторного агрегата А6,3.095-2 входит вентилятор В-Ц4-70 № 6,3 с колесом диаметром, равным $0{,}95D_{ном}$ и частотой вращения рабочего колеса $n = 1440$ мин$^{-1}$.

Таблица 21. Габаритные и присоединительные размеры радиальных вентиляторных агрегатов (см. рис. 8)

Тип вентилятора	Номер рисунка	Номер вентилятора	Размеры, мм								Отверстия во фланцах		
											число		размер, мм
			L	H	n	B	D	D_1	A	A_1	в круглом	в прямоугольном	
В-Ц4-70	8, *а*	2,5	500	505...523	68	478	250	280	175	200	8	8	∅7
		3,15	600	623...650	66	593	320	345	224	255	8	12	
		4	790	761...770	76	749	400	430	280	310	8	12	
		5	820	571...600	98	917	504	530	353	380	16	16	
		6,3	990	704...746	110	1143	633	660	444	470	16	20	
В-Ц4-76	8, *б*	8	1089...1231	1461	130	1417	800	830	560	600	16	16	12×20
		10	1387...1617	1756	130	1811	1000	1035	700	750	24	20	
	8, *в*	10	1553	1845	172	1808	1000	1035	700	750	24	20	12×20
		12,5	1950	2355	213	2245	1250	1285	875	925	24	28	12×20
		16А	2600	2705	210	2900	1679	1735	1008	1174	28	28	∅14
		8	1432...1495	1545	57...88	1580	800	830	640×560	680×600	16	16	12×20
		10	1666...1748	1900	57...88	1960	1000	1035	810×710	850×750	24	20	
	8, *г*	16А	2530	2670	290	3146	1446	1490	1260×1120	1346×1190	36	34	13×20

В-Ц14-46	8, *а*	2	425...510	393...427	—	392	203	235	140	170	8	8	Ø7
		2,5	500...620	515...564	46...70	480	253	280	175	200	8	8	
		3,15	590	631...650	40...49	602	323	345	224	255	8	12	
		4	705...805	771...823	61...85	742	403	430	280	310	8	12	
	8, *д*	5	1108	988	67...92	915	500	535	354×352	380	16	16	Ø7 Ø11
		6,3	1210	1140	82...132	1343	630	660	448×445	470	20	20	
		8	1538	1438	105...153	1460	800	850	567×563	600	16	16	
В-Ц4-75	8, *а*	5	820	898...927	98	917	504	530	353×350	380	16	16	Ø7
		6,3	990	1102...1154	110	1343	533	660	444×441	470	16	20	

В табл. 21 приведены габаритные и присоединительные размеры радиальных вентиляторных агрегатов общего назначения.

Радиальные пылевые вентиляторы В-ЦП7-40 № 5 и № 6 и В-ЦП6-45 № 8 перемещают невзрывоопасные и неабразивные пылегазовоздушные смеси, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям не превышает агрессивности воздуха. Смеси, температура которых не более 80°С, не должны содержать липкие и волокнистые материалы. Содержание механических примесей в перемещаемой среде до 1 кг/м^3.

Конструктивно пылевые вентиляторы отличаются от вентиляторов общего назначения рабочим колесом, которое выполнено без переднего и заднего дисков и в котором лопатки прикреплены непосредственно к ступице.

Пылевые вентиляторные агрегаты (табл. 22) применяют для удаления древесных стружек, металлических опилок и пыли, в системах пневмотранспорта зерна и других материалов.

Радиальные вентиляторы высокого давления выпускают типов: ВВД № 8, 9 и 11, В-Ц10-28 № 2,5; 3,15; 4 и 5 и В-Ц6-28 № 8 и 10. От вентиляторов общего назначения они отличаются меньшей шириной рабочего колеса и более высокими прочностными характеристиками. Применяют вентиляторы высокого давления для систем пылеуборки и пневмотранспорта, а также в качестве дутьевых вентиляторов для котельных установок.

Для регулирования подачи вентиляторных агрегатов больших размеров без снижения их коэффициента полезного действия и для уменьшения силы пускового тока применяют осевые направляющие аппараты, гидроустановки и индукторные муфты скольжения.

Осевыми направляющими аппаратами

Таблица 22. **Габаритные и присоединительные размеры пылевых вентиляторных агрегатов, мм** (рис. 9)

Тип вентилятора	Номер	Размеры			Входной патрубок			Выходной патрубок			Масса (без электродвигателя), кг
		H	*B*	ширина	диаметр	число отверстий	диаметр отверстий	сторона	число отверстий	диаметр отверстий	
В-ЦП7-40	5	850	1375	825	300	12	11	300	14	11	245
В-ЦП7-40	6	980	1600	935	360	12	11	360	16	11	332
В-ЦП6-45	8	1308	2195	970	672	16	12	480	20	12	565...625

Примечание. Аэродинамические характеристики радиальных пылевых вентиляторных агрегатов, а также осевых и крышных вентиляторов см. приложение 2.

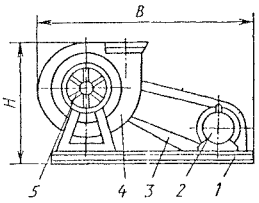


Рис. 9. Схема пылевого вентиляторного агрегата с вентилятором В-ЦП7-40:

1 — рама, *2* — электродвигатель, *3* — привод, *4* — корпус вентилятора, *5* — рабочее колесо

(рис. 10) изменяют подачу вентилятора и создаваемое им давление поворотом лопаток *1* на определенный угол $\alpha_{на}$, а также уменьшают пусковую нагрузку электродвигателя путем полного закрытия лопаток. Осевой направляющий аппарат устанавливают непосредственно на входной патрубок вентилятора таким образом, чтобы лопатки аппарата закручивали воздух в сторону вращения рабочего колеса вентилятора, что несколько увеличивает коэффициент полезного действия вентилятора. Направляющие аппараты изготовляют как правого, так и левого исполнения. Лопатки направляющего аппарата поворачиваются все вместе специальным механизмом *4* (с ручным или электрическим приводом) на любой заданный угол $\alpha_{на}$ вокруг своих осей.

Гидроустановки (гидромуфты) применяют для уменьшения пусковой нагрузки электродвигателя и бесступенчатого регулирования вентиляторных агрегатов двустороннего всасывания больших размеров.

Индукторные муфты скольжения предназначены для тех же целей, что и гидромуфты, но они более надежны и просты в эксплуатации.

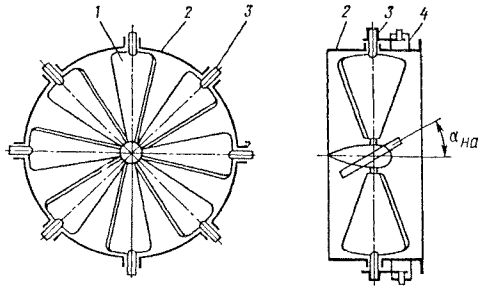


Рис. 10. Осевой направляющий аппарат:
1 — поворотные лопатки, *2* — корпус, *3* — ось лопатки, *4* — механизм поворота лопаток

Индукторная муфта состоит из индуктора, располагаемого на ведомом валу, который соединен с вентилятором, и якоря на ведущем валу, соединенном с электродвигателем. При вращении якоря относительно намагниченного индуктора возникают вихревые электрические токи, которые, взаимодействуя с магнитным потоком, создают крутящий момент. Индукторные муфты могут иметь ручное местное, ручное дистанционное и автоматическое управление.

Осевые вентиляторы (ГОСТ 11442—74*) состоят из рабочего колеса *1* (рис. 11) с лопатками *3* пропеллерного типа, цилиндрического корпуса *4* и электродвигателя *2*. Воздух проходит через корпус и рабочее колесо в направлении вдоль оси вращения колеса. Промышленность выпускает осевые вентиляторы только с листовыми лопатками, изготовляемыми из металлического листа одинаковой толщины.

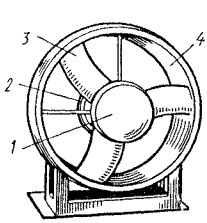


Рис. 11. Осевой вентилятор:
1 — рабочее колесо, *2* — электродвигатель, *3* — лопатка, *4* — корпус

В зависимости от соединения рабочих колес вентиляторов с приводом осевые вентиляторы выпускают шести конструктивных исполнений (рис. 12). Направление вращения осевых вентиляторов определяют так же, как и у радиальных. Изменение направления вращения на противоположное приводит к изменению направления движения воздуха на обратное и ухудшению аэродинамических параметров вентилятора.

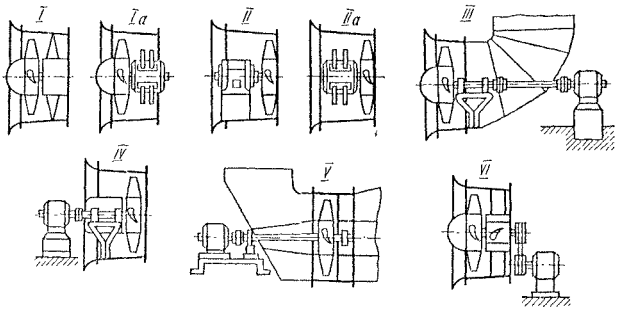


Рис. 12. Схемы конструктивных исполнений (*I*...*VI*) осевых вентиляторов

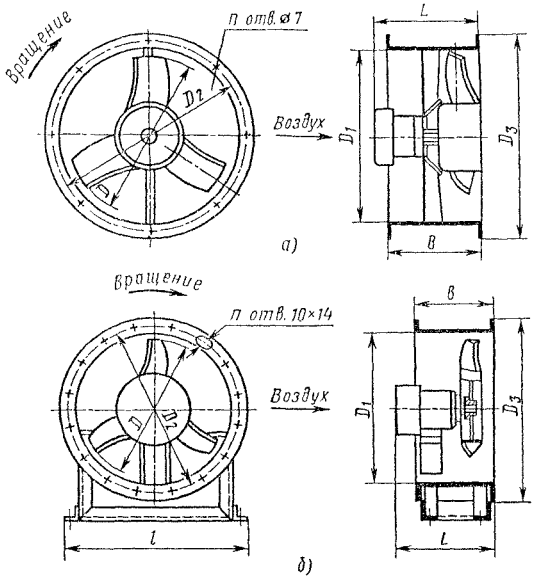


Рис. 13. Схемы осевых вентиляторов В-06-300:
а — № 4...6,3, *б* — № 8...12,5

Осевые вентиляторы общего назначения В-06-300 предназначены для перемещения воздуха и других газовых смесей, агрессивность которых по отношению к углеродистым сталям обыкновенного качества не выше агрессивности воздуха температурой от —20 до + 40 °С, не содержащих пыли и других твердых примесей в количестве более 10 мг/м^3, а также липких веществ и волокнистых материалов.

Вентиляторы В-06-300 выполняют с горизонтальной осью вращения по двум конструктивным исполнениям (см. рис. 12): IIа — для вентиляторов № 4; 5 и 6,3 (рис. 13, *а*) и II — для вентиляторов № 8, 10 и 12,5 (рис. 13, *б*). Основные размеры осевых вентиляторов В-06-300 приведены в табл. 23.

Таблица 23. **Габаритные и присоединительные размеры, мм, осевых вентиляторов В-06-300** (см. рис. 13) и **В-2,3-130** (см. рис. 14)

Номер вентилятора	Диаметр рабочего колеса D	D_1	D_2	D_3	L	b	l	Количество отверстий n, шт	Масса (без электродвигателя), кг
				Вентилятор В-06-300					
4	400	403	430	460	364	200	—	8	10
5	500	503	530	560	384	250	—	16	17,2
6,3	630	633	660	690	467	315	—	16	32
8	800	805	835	860	620	320	806	16	54
10	1000	1006	1045	1060	740	400	960	16	86
12,5	1250	1258	1295	1320	860	500	1160	24	137
				Вентилятор В-2,3-130					
8	800	805	835	860	610	375	830	16	91,4
10	1000	1008	1045	1060	740	475	960	16	151,7
12,5	1250	1258	1295	1320	893	560	1160	24	220,2

Осевые вентиляторы В-2,3-130 № 8; 10 и 12,5 используют для тех же целей, что и вентиляторы В-06-300, но они обладают повышенным коэффициентом полезного действия. Вентиляторы В-2,3-130 (рис. 14) — многолопастные и имеют на выходе спрямляющий аппарат. Основные размеры осевых вентиляторов В-2,3-130 приведены в табл. 23.

Крышные вентиляторы (ГОСТ 24814—81) служат для систем вытяжной вентиляции промышленных и общественных зданий и их устанавливают непосредственно на кровле. Так как ось вращения крышного вентилятора расположена вертикально, удаляемый из помещений воздух движется по вертикали вверх. Далее в зависимости от требований или конструкции вентилятора воздух может направляться вверх (факельный выброс) или отклоняться колпаком вниз.

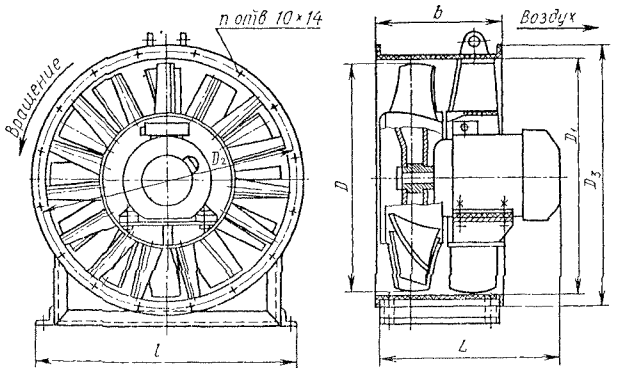


Рис. 14. Схема осевого вентилятора В-2,3-130 № 8...12,5

Крышные радиальные вентиляторы КЦ3-90 (рис. 15, *а*) и *КЦ4-84* предназначены для перемещения воздуха и неагрессивных газов с содержанием твердых примесей не более 100 мг/м^3 и температурой до 50 °С, не содержащих липких и волокнистых материалов. Вентиляторы КЦ3-90 выпускают № 4; 5; 6,3, а КЦ4-84—№ 8; 10 и 12 (табл. 24). Вентиляторы приспособлены для установки непосредственно на кровлях

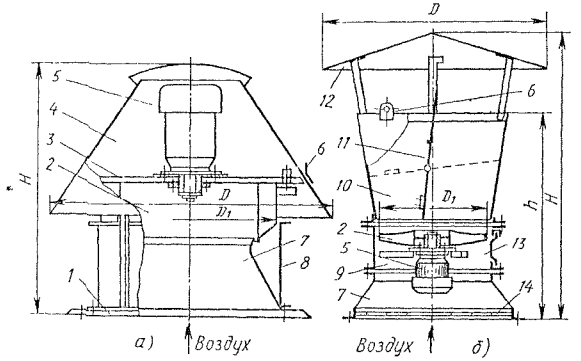


Рис. 15. Крышные вентиляторы:

а — радиальный КЦ3-90, *б* — осевой; *1* — основание, *2* — рабочее колесо, *3* — рама, *4* — крышка, *5* — электродвигатель, *6* — проушины, *7* — коллектор, *8* — защитный цилиндр, *9* — корпус, *10* — диффузор, *11* — самооткрывающийся клапан, *12* — зонт, *13* — люк для обслуживания, *14* — предохранительная решетка

Таблица 24. **Габаритные и присоединительные размеры радиальных крышных вентиляторов КЦ3-90 и КЦ4-84, мм**
(см. рис. 15, *а*)

Тип и номер вентилятора	Диаметр рабочего колеса D_1	Наибольший диаметр D	Высота H	Отверстия для крепления		Масса, кг
				число	размер	
КЦ3-90 № 4	400	750	715	8	∅ 14	68,3
КЦ3-90 № 5	500	940	800	8	∅ 14	85,5
КЦ3-90 № 6,3	630	1114	960	8	∅ 14	135
КЦ4-84 № 8	800	1500	1320	8	16×25	335
КЦ4-84 № 10	1000	2000	1545	8	16×25	457
КЦ4-84 № 12	1250	2400	1675	8	16×25	649

Таблица 25. **Габаритные и присоединительные размеры осевых крышных вентиляторов, мм**
(см. рис. 15, *б*)

Номер вентилятора	D	D_1	H	h	Отверстия для крепления		Масса, кг
					число	диаметр	
4	400	800	1150	870	8	16	48
5	500	1000	1310	960	8	16	70
6,3	630	1260	1570	1000	8	16	93
8-В	800	1600	1940	1380	8	20	240
12-В	1200	2400	2840	2000	8	20	590

зданий и могут применяться как для работы без сети, так и с сетью воздуховодов.

Крышные осевые вентиляторы (рис. 15, *б*) выпускают № 4; 5 и 6,3 с обычным основанием и № 8-В и 12-В с виброизолирующим основанием (табл. 25). Вентиляторы предназначены для удаления воздуха и неагрессивных газов с содержанием твердых примесей не более 10 мг/м^3 и температурой до 40 °С.

§ 8. ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛИ (КАЛОРИФЕРЫ)

Воздухонагреватели предназначены для нагревания воздуха в системах вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления и воздушных тепловых завес.

По движению теплоносителя по трубам воздухонагреватели подразделяют на одноходовые (для теплоносителя — пар) и многоходовые

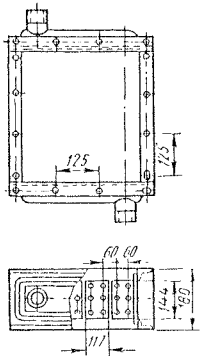


Рис. 16. Конструктивные размеры воздухонагревателей КПС-П

(для теплоносителя — высокотемпературная вода); виду оребрения — на пластинчатые, спирально-навивные и накатные; по числу трубок по ходу воздуха — малая модель М — 2 шт., средняя модель С — 3 шт., большая модель Б — 4 шт.; по материалу трубок — стальные, биметаллические (сталь, алюминий).

Одноходовые воздухонагреватели устанавливают вертикально, а многоходовые — горизонтально по отношению к входным и выходным патрубкам.

Многоходовые пластинчатые воздухонагреватели КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ используют, если теплоносителем служит высокотемпературная вода при рабочем давлении до 1,2 МПа.

Одноходовые пластинчатые воздухонагреватели КПС-П (рис. 16), **КПБ-П** применяют, если теплоносителем является пар давлением до 1,2 МПа. Нагревательный элемент этих воздухонагревателей состоит из трех или четырех рядов стальных трубок наружным диаметром 16 мм и толщиной стенки 1 мм с насаженными на них с шагом 5,5 мм гофрированными пластинами оребрения толщиной с учетом цинкового покрытия 0,55 мм. Трубки и пластины после изготовления воздухонагревателя оцинковывают, что улучшает теплотехнические показатели воздухонагревателя и предохраняет его от коррозии.

Воздухонагреватели КВСБ-ПУЗ и КВББ-ПУЗ, КПС-П и КПБ-П выпускают семи номеров (с № 6 до № 12). Водяные (табл. 26) и паровые воздухонагреватели одних и тех же номеров имеют одинаковые габарит-

Таблица 26. **Технические характеристики воздухонагревателей КВСБ-ПУЗ, КВББ-ПУЗ, КСк3 и КСк4 (модель О2ХЛ3А)**

Модель и номер воздухонагревателя	Габаритные размеры, мм			Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь живого сечения, м²		Масса, кг
	высота	ширина	глубина		по воздуху	по теплоносителю	
КВС6Б-ПУЗ	602	575	180	12,92	0,267	0,00087	55
КВС7Б-ПУЗ	727	575		15,92	0,329	0,00087	65
КВС8Б-ПУЗ	852	575		18,96	0,392	0,00087	75
КВС9Б-ПУЗ	977	575		22,02	0,455	0,00087	85
КВС10Б-ПУЗ	1227	575		28,11	0,581	0,00087	105
КВС11Б-ПУЗ	1727	1075		80,3	1,66	0,00261	273
КВС12Б-ПУЗ	1727	1575		120,4	2,488	0,00392	401

Продолжение табл. 26

Модель и номер воздухонагревателя	Габаритные размеры, мм			Площадь поверхности нагрева, м²	Площадь живого сечения, м²		Масса, кг
	высота	ширина	глубина		по воздуху	по теплоносителю	
КВБ6Б-ПУЗ	602	575		17,22	0,267	0,00116	71
КВБ7Б-ПУЗ	727	575		21,22	0,329	0,00116	84
КВБ8Б-ПУЗ	852	575		25,29	0,392	0,00116	97
КВБ9Б-ПУЗ	977	575	220	29,34	0,455	0,00116	111
КВБ10Б-ПУЗ	1227	575		37,48	0,581	0,00116	137
КВБ11Б-ПУЗ	1727	1075		107,08	1,66	0,00348	359
КВБ12Б-ПУЗ	1727	1575		160,49	2,488	0,00592	529
КСк3-6	602	575		13,26	0,267	0,00085	38
КСк3-7	727	575		16,34	0,329	0,00085	44
КСк3-8	852	575		19,42	0,392	0,00085	50
КСк3-9	977	575	180	22,5	0,455	0,00085	56
КСк3-10	1227	575		28,66	0,581	0,00085	68
КСк3-11	1727	1075		83,12	1,66	0,00258	176
КСк3-12	1727	1575		125,27	2,488	0,00388	259
ксК4-6	602	575		17,42	0,267	0,00111	45
КСК4-7	727	575		21,47	0,329	0,00111	53
КСК4-8	852	575		25,52	0,392	0,00111	61
КСК4-9	977	575	180	29,57	0,455	0,00111	68
КСК4-10	1227	575		37,66	0,581	0,00111	85
КСК4-11	1727	1075		110,05	1,66	0,00341	223
КСК4-12	1727	1575		166,25	2,488	0,00515	331

Примечание. Эксплуатационные характеристики воздухонагревателей см. приложение 3.

ные и присоединительные размеры и площадь поверхности нагревательного элемента, но отличаются площадью сечения для прохода теплоносителя.

Биметаллические воздухонагреватели с накатным оребрением (ТУ 22-43-34—78) изготовляют двух моделей: КСк3 — с тремя рядами трубок и КСк4 — с четырьмя рядами трубок по ходу движения воздуха. Теплоотдающая поверхность состоит из биметаллических трубок, представляющих собой алюминиевую трубку с накатным оребрением наружным диаметром 39 мм и с шагом ребер 3 мм, внутри которой находится стальная трубка наружным диаметром 16 мм, толщиной стенки 1,2 мм. Такие воздухонагреватели имеют высокие теплотехнические характеристики. Воздухонагреватели КСк3 и КСк4 выпускают семи номеров (см. табл. 26).

Электрокалориферы СФО, применяемые в тех случаях, когда отсутствует теплоноситель (вода или пар), выпускают мощностью 4,8... 250 кВт нескольких моделей (табл. 27).

Таблица 27. Технические характеристики электрокалориферов СФО

Показатели	Модель								
	5* / 1ТМ01	10 / 1ТМ01	16 / 1ТМ01	25 / 1ТМ01	40 / 1ТМ01	60 / 1ТМ01	100 / 1ТМ01	160 / 1ТМ01	250 / 1ТМ01
Потребляемая мощность, кВт	4,8	9,6	15	22,5	45	67,5	90	157,5	225
Число электрических секций	1	2	2	3	3	3	3	3	3
Мощность трубчатого нагревателя, кВт	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Перепад температуры воздуха, °С	18...5	33...12	25...15	40...20	50...30	56...32	51...30	65...38	63...39
Количество нагреваемого воздуха при указанном перепаде температур, $м^3/ч$	800...2400		1600...2800		2400... 4300	3300... 5700	4500... 9000	6600... 12000	9800... 18000
Аэродинамическое сопротивление воздухонагревателя по воздуху, Па, не более	100		150			250		300	

* В числителе — мощность, кВт, калорифера; в знаменателе: 1 — рабочая температура выходящего из калорифера воздуха в сотнях градусов Цельсия, °С, Т — трубчатый нагреватель, М01 — модификация.

§ 9. ФИЛЬТРЫ И ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ

Эффективностью очистки воздуха E называется отношение массы пыли m_1 (мг или мг/м^3), осажденной в оборудовании (фильтрах, циклонах, скрубберах), к массе пыли m_2, поступившей с загрязненным воздухом в фильтр, выраженное в %:

$$E = (m_1/m_2)100.$$

Фильтры применяют для очистки воздуха от взвешенных частиц в приточных установках и установках кондиционирования воздуха. В зависимости от эффективности очистки фильтры подразделяются на классы (табл. 28).

Таблица 28. **Классификация фильтров по эффективности очистки воздуха**

Класс	Размеры улавливаемых взвешенных частиц, мкм	Эффективность очистки воздуха, %
I	Любые	99
II	Более 1	85
III	10...50	60

Фильтры I класса применяют для поддержания в помещениях заданной в соответствии с технологическими требованиями чистоты воздуха; фильтры II и III классов — для уменьшения запыленности воздуха, подаваемого в помещения, если концентрация пыли в районе расположения здания или вблизи забора воздуха систематически превышает допустимую концентрацию (ПДК).

По конструкции и принципу действия фильтры подразделяются на:

ячейковые (рис. 17), у которых фильтрующий материал неподвижно вмонтирован в установочную раму *2;*

рулонные (рис. 18), у которых фильтрующий материал *2* намотан на катушку *3*; загрязненный материал периодически сматывается с катушки на катушку;

панельные с периодической сменой фильтрующего материала;

самоочищающиеся, оборудованные устройством для непрерывной очистки фильтрующих панелей;

электрические, оборудованные устройством, которое работает по принципу ионизации и осаждения пыли.

Унифицированные ячейковые фильтры Фя предназначены для очистки приточного воздуха с концентрацией пыли 1 мг/м^3 (максимально до 10 мг/м^3). Эффективность очистки воздуха 80 %. Ячейка фильтра (см. рис. 17) представляет собой металлическую разъемную коробку, закрепленную в установочной раме *2* пружинными защелками *3*. Разъемная коробка состоит из корпуса *1,* в который уложен заполнитель — фильтрующий материал, и крышки, которая плотно вставляется в корпус

и защелкивается в нем при сборе зигами, выштампованными на боковых стенках деталей. Рама и крышка могут быть снабжены опорными решетками, удерживающими фильтрующий слой от выпадения под действием воздушной нагрузки. На корпусе ячейки сделаны ручки для его установки и извлечения. Ячейковые фильтры в зависимости от фильтрующего материала бывают марок:

ФяР — с 12 стальными гофрированными сетками (ГОСТ 3826—82) (5 сеток № 2,5; 4 сетки № 1,2 и 3 сетки № 0,63);

ФяВ — с 12 винипластовыми гофрированными сетками (СТУ 30-124-23—62);

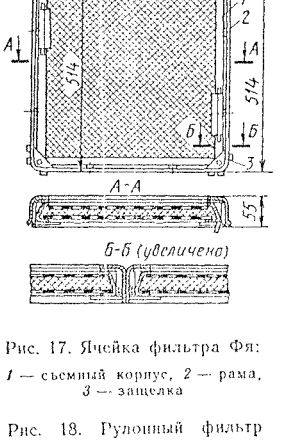


Рис. 17. Ячейка фильтра Фя:
1 — съемный корпус, *2* — рама, *3* — защелка

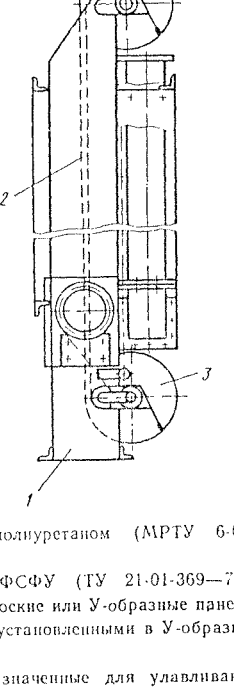


Рис. 18. Рулонный фильтр ФР:
1 — корпус, *2* — фильтрующий материал, *3* — катушки

ФяП — с модифицированным пенополиуретаном (МРТУ 6-05-1150—68);

ФяУ — с упругим стекловолокном ФСФУ (ТУ 21-01-369—70).

Фильтры Фя можно монтировать в плоские или У-образные панели. Угол между двумя смежными ячейками, установленными в У-образной панели, должен быть не менее 30 °.

Ячейковые фильтры ЛАНК, предназначенные для улавливания очень тонкодисперсной пыли и бактерий, обладают эффективностью очистки воздуха 100 % (проскок взвешенных частиц размером 0,1...

0,3 мкм через фильтры не превышает 0,01...0,03 %). Фильтрующим материалом служит материал ФП, который представляет собой слой ультратонкого химического волокна, уложенного на марлевую подложку. Фильтрующий материал не регенерируется (не восстанавливается).

Рулонные фильтры ФРП предназначены для очистки наружного и рециркуляционного воздуха от волокнистой пыли. Эффективность очистки воздуха 95 %. В фильтрах используется фильтрующий волокнистый нетканый материал ФВП (ТУ РСФСР 17-2803—69). Фильтры изготовляют в правом и левом исполнениях.

Рулонные фильтры ФРУ применяют для очистки наружного и рециркуляционного воздуха от пыли. Эффективность очистки воздуха 95 %. Конструкция фильтров ФРУ аналогична конструкции фильтров ФР (см. рис. 18); отличие состоит в том, что в фильтрах ФРУ нет системы удаления пыли с фильтрующего полотна. Фильтрующим материалом служит упругое стекловолокно ФСВУ, которое не подлежит регенерации, его заменяют новым.

Панельные фильтры служат для очистки наружного и рециркуляционного воздуха от пыли при концентрации ее до 1 мг/м^3. Эффективность очистки воздуха 80 %. В качестве фильтрующего материала используют материал ФРПК (ТУ РСФСР 17-9—108—73). Фильтр состоит из корпуса, в котором уложена зигзагообразная рама из прутьев. Фильтрующий материал наматывается на катушку с помощью электропривода, когда сопротивление фильтра достигает предельной величины (300 Па).

Ячейковые электрические фильтры ФЭ (рис. 19) используют для очистки наружного и рециркуляционного воздуха при любой его запыленности. Эффективность очистки воздуха 90...95 %. В фильтрах воздух сначала проходит через ионизационную камеру *1*, выполненную в виде решетки из металлических пластин с натянутыми между ними вертикальными коронирующими электродами из тонкой проволоки, которые образуют электростатическое поле. К коронирующим электродам подводится напряжение (постоянный ток) 13 кВ от положительного источника полюса источника питания *2*. В ионизационной зоне частицы пыли приобретают электрический заряд. Далее воздух проходит через осадительную зону *3*, которая представляет собой пакет металлических пластин, установленных параллельно одна другой.

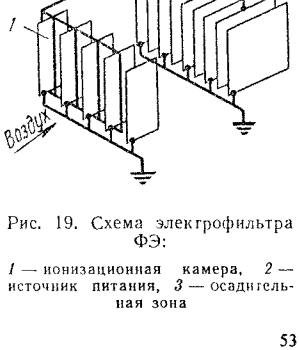


Рис. 19. Схема электрофильтра ФЭ:

1 — ионизационная камера, *2* — источник питания, *3* — осадительная зона

гой на расстоянии 8...12 мм. К пластинам через одну подводится напряжение 6,5 кВ. Пыль осаждается на заземленных пластинах.

Фильтры собирают из унифицированных ячеек двух размеров: 358×250×465 и 965×250×465 мм.

Масляные самоочищающиеся фильтры КТ предназначены для очистки наружного и рециркуляционного воздуха от средне- и мелкозернистой неволокнистой пыли при ее концентрации до 10 мг/м^3. Эффективность очистки воздуха 90 %.

Пылеуловители вентиляционных выбросов предназначены для очистки запыленного воздуха, удаляемого из помещения в атмосферу. В соответствии со СН 369—74 содержание пыли C, мг/м^3, в воздухе, выбрасываемом в атмосферу, не должно превышать:

при объеме выбрасываемого в атмосферу воздуха L более 15 тыс. м^3/ч — $100K$, где K — коэффициент, зависящий от предельно допускаемой концентрации пыли, мг/м^3, в воздухе рабочей зоны помещения. При концентрации пыли 2 мг/м^3 и менее $K = 0{,}3$; более 2 до 3 — $K = 0{,}6$; более 4 до 6 — $K = 0{,}8$; и более 6 — $K = 1$;

при объеме выбрасываемого в атмосферу воздуха $L = 15$ тыс. м^3/ч и менее — $(160 - 4L)K$.

По принципу действия пылеуловители подразделяются на *инерционные* (сухие и мокрые), в которых пыль улавливается под действием центробежных и гравитационных сил, и *тканевые*, в которых осаждение

Таблица 29. **Классификация пылеуловителей по эффективности очистки воздуха**

Класс пылеуловителя	Размеры улавливаемых взвешенных частиц, мкм	Группа пыли по дисперсности	Эффективность очистки воздуха, %
I	Более 0,3...0,5	V IV	80 99,9...80
II	» 2	IV III	92...45 99,9...92
III	» 4	III II	99...80 99,9...99
IV	» 8	II I	99,9...95 99,9
V	» 20	I	99

Примечание. Классификация пыли по дисперсности: I — очень крупнодисперсная пыль; II — крупнодисперсная пыль (например, мелкозернистый песок для строительных растворов); III — среднедисперсная пыль (например, цемент); IV — мелкодисперсная пыль (например, молотый пылевидный кварц); V — очень мелкодисперсная пыль.

пыли достигается при фильтрации воздуха, проходящего через сетчатый или тканый материал.

К инерционным пылеуловителям относятся циклоны, скрубберы.

По эффективности очистки воздуха пылеуловители подразделяются на классы (табл. 29).

Сухие пылеуловители обеспечивают очистку воздуха от сухой пыли. В циклонах пыль улавливается в результате использования центробежных и гравитационных сил. Доля улавливания тонкодисперсной пыли в циклонах невелика. Эффективность очистки воздуха в сухих циклонах 90... 95%.

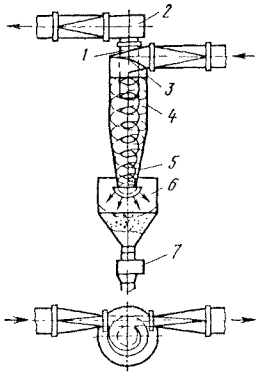


Рис. 20. Схема циклона ЦН-11:

1 — выхлопная труба, *2* — раскручивающий аппарат, *3* — входной патрубок, *4*, *5* — соответственно цилиндрическая и конусная части циклона, *6* — бункер, *7* — затвор

Циклоны НИИОГАЗ ЦН-11 (рис. 20) и *ЦН-15* применяют для очистки воздуха от сухой неслипающейся неволокнистой пыли. Эти циклоны работают следующим образом. Загрязненный воздух входит в патрубок *3* по касательной к поверхности циклона и по спирали перемещается вниз. Частицы пыли прижимаются к внутренней поверхности циклона *4* и под действием силы тяжести опускаются в пылеосадочный бункер *6*. Пыль выгружается через пылевой затвор *7*. Очищенный воздух через выхлопную трубу *1* и раскручивающий аппарат *2* удаляется в атмосферу. Принцип действия всех циклонов аналогичен.

Циклон СИОТ и *циклон с обратным конусом* служат также для очистки воздуха от сухой неслипающейся неволокнистой пыли. Циклоны с обратным конусом допускается применять для очистки воздуха от слипающейся пыли (сажа, тальк).

Циклоны Клайпедского ОЭКДМ предназначены для улавливания древесных отходов (щепы, стружки, опилок). Эффективность очистки воздуха 98...99 %.

В мокрых пылеуловителях для повышения эффективности очистки воздуха до 99 % применяют воду.

Циклоны с водяной пленкой ЦВП, используемые для очистки вентиляционных выбросов от любых видов нецементирующейся пыли, изготовляют нескольких моделей (табл. 30).

Скоростные промыватели СИОТ применяют для очистки воздуха от смачиваемой пыли различных видов, за исключением цементирующейся и волокнистой. Промыватель представляет собой прямоточный

Таблица 30. **Техническая характеристика циклонов ЦВП**

Модель	Диаметр корпуса, мм	Высота, мм	Масса, кг	Подача воздуха, м³/ч	
				основное исполнение	скоростное исполнение
ЦВП-3	315	2306	64	1200...2000	1200...1750
ЦВП-4	400	2858	107	1800...5300	2000...2900
ЦВП-5	500	3598	161	2800...6000	3200...4400
ЦВП-6	630	4328	237	4500...8000	5000...7000
ЦВП-8	800	5421	370	7500...13 000	8000...11 000
ЦВП-10	1000	6703	570	11 000...20 000	11 500...17 500

пылеуловитель, в котором частицы пыли улавливаются путем осаждения их на смоченные стенки аппарата под действием центробежных сил, а также путем промывки воздуха водой, распыляемой воздушным потоком.

Коагуляционный мокрый пылеуловитель КМП очищает воздух от минеральной пыли, содержащей до 15 % цементирующихся и слипающихся веществ. Допустимая концентрация пыли в воздухе, поступающем в КМП, не более 30 г/м³.

§ 10. КОНДИЦИОНЕРЫ

Кондиционеры бывают центральные и местные.

Центральные кондиционеры, снабжающиеся извне теплотой, холодом и электроэнергией, располагают вне обслуживаемых помещений.

Центральные кондиционеры (рис. 21) состоят из ряда унифицированных секций. Воздушный утепленный клапан *1* приточного воздуха

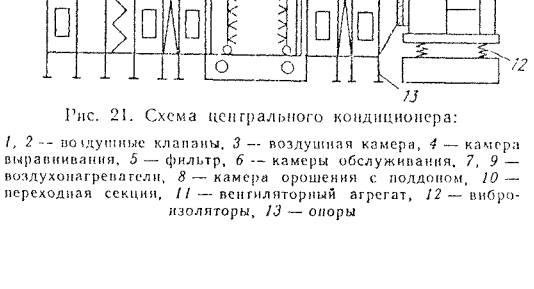


Рис. 21. Схема центрального кондиционера:

1, 2 — воздушные клапаны, *3* — воздушная камера, *4* — камера выравнивания, *5* — фильтр, *6* — камеры обслуживания, *7, 9* — воздухонагреватели, *8* — камера орошения с поддоном, *10* — переходная секция, *11* — вентиляторный агрегат, *12* — виброизоляторы, *13* — опоры

препятствует попаданию наружного воздуха внутрь неработающего кондиционера, предотвращая тем самым замораживание воды в трубках воздухонагревателя первого подогрева. Клапан открывается одновременно с пуском вентиляторного агрегата *11*. Воздушный клапан *2* рециркуляционного воздуха служит для регулирования его количества. В воздушной камере *3* смешивается приточный (наружный) и рециркуляционный воздух, а в камере выравнивания *4* равномерно распределяются скорости воздушного потока по всей площади сечения камеры, что требуется для нормальной работы воздушного фильтра *5*. Обычно в центральных кондиционерах устанавливают воздушные фильтры с объемным нетканым фильтрующим материалом, который закрепляют в корпусе фильтра. Благодаря зигзагообразному размещению материала площадь его поверхности в 5 раз превышает площадь сечения корпуса фильтра.

Камеры обслуживания *6*, снабженные герметическими дверями и встроенными светильниками, монтируют у секций, требующих периодического осмотра и текущего ремонта в период эксплуатации (фильтры, воздухонагреватели, камеры орошения, блоки тепломассообмена).

Воздухонагреватели первого *7* и второго *9* подогрева служат для нагрева воздуха. Первый подогрев производится только в холодный период года. Теплоносителем в воздухонагревателе служит высокотемпературная (перегретая) вода температурой 150...70 °С либо пар давлением до 1,2 МПа. Второй подогрев, осуществляемый для уменьшения относительной влажности подаваемого воздуха и снижения перепада температур между приточным воздухом и воздухом обслуживаемых помещений, выполняют как в холодный, так и в теплый период года. Воздухонагреватели выполнены из биметаллических (сталь-алюминий) труб с оребрением, увеличивающим поверхность, контактирующую с проходящим воздухом. Иногда на трубки воздухонагревателя навита стальная лента (спирально-навивные). В этом случае поверхность труб и лент оцинковывается.

В камере орошения *8* воздух обрабатывается водой. В корпусе камеры установлены пакеты пластинчатых воздухораспределителей, выравнивающих поток воздуха, который входит в камеру. Оросительная система камеры состоит из двух рядов широкофакельных форсунок, распыляющих воду. Форсунки размещены с различной плотностью в каждом ряду: первый по ходу движения ряд имеет бо́льшую плотность, второй — меньшую. Распыление воды в камере взаимовстречное: первый ряд распыляет воду по ходу движения воздуха, второй ряд — против движения воздуха. На выходе из камеры орошения смонтированы пластины каплеуловителя (сепаратора), которые препятствуют уносу водяных капель из камеры. Корпус камеры орошения установлен на поддоне, в котором собирается распыляемая форсунками вода. Поддон оборудован патрубками для забора воды, дренажом и переливом на случай переполнения поддона и шаровым краном.

Вентиляторный агрегат *II* служит для перемещения воздуха через кондиционер и подачи его в сеть воздуховодов для транспортирования к местам воздухораздачи. Вентиляторный агрегат оборудован направляющим аппаратом, который устанавливается перед всасывающим патрубком вентилятора.

Промышленность выпускает типовые центральные кондиционеры КТЦ2А нескольких марок (табл. 31).

Таблица 31. **Технические характеристики центральных кондиционеров типа КТЦ2А**

Марка	Подача воздуха, тыс. м³/ч	Мощность электродвигателя, кВт	Масса, кг (ориентировочно*)
КТЦ2А-10	10	5,5	1 300
КТЦ2А-20	20	7,5; 10	2 100
КТЦ2А-31,5	31,5	13; 17	5 600
КТЦ2А-40	40	17; 22	6 300
КТЦ2А-63	63	22; 30; 40	10 400
КТЦ2А-80	80	30; 40; 55	12 000
КТЦ2А-125	125	40; 55; 75	17 600
КТЦ2А-160	160	55; 75; 110	22 000
КТЦ2А-200	200	75; 110; 132	25 600
КТЦ2А-250	250	110; 132; 160	32 600

* Зависит от базовой схемы обработки воздуха и набора унифицированных секций.

Оборудование кондиционеров рассчитано на работу без динамических нагрузок с разрежением внутри кондиционера до 1 кПа.

Местные кондиционеры бывают неавтономные и автономные.

Неавтономные кондиционеры КТН (рис. 22), предназначенные для автоматического поддержания в обслуживаемом помещении заданной температуры и относительной влажности воздуха, снабжаются холодом и теплотой от внешних источников. В табл. 32 приведены технические характеристики кондиционеров КТН.

Автономные кондиционеры КТА имеют встроенный источник холода в виде компрессионной холодильной машины с водяным (индекс «1») или воздушным (индекс «2») охлаждением конденсатора (табл. 33).

Эжекционные кондиционеры-доводчики КНЭ-У-08Б и **КНЭ-У-1,2А** предназначены для круглогодичного кондиционирования воздуха в общественных и административных многокомнатных зданиях. Эти кондиционеры требуют централизованного снабжения первичным воздухом, теплотой и холодом.

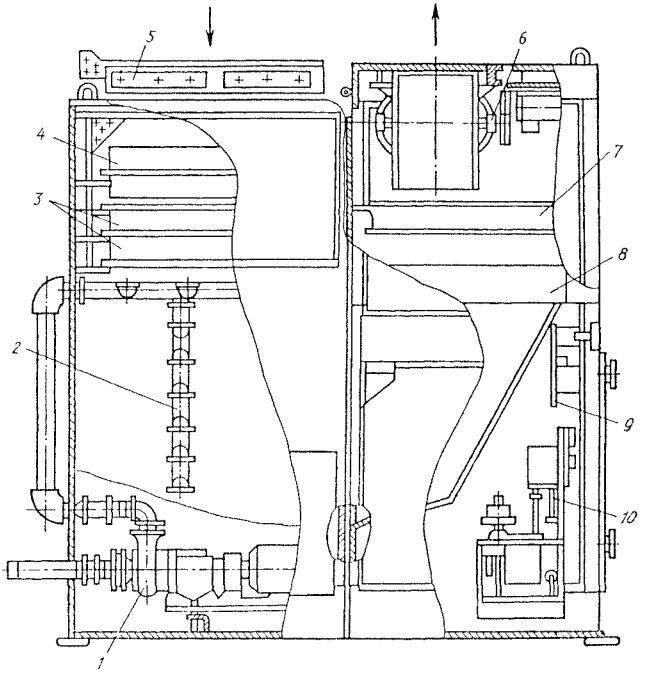


Рис. 22. Схема неавтономного кондиционера КТН-3,15-01:

1 — насос, *2* — коллектор с форсунками для распыла воды, *3*, *7* — воздухонагреватели первого и второго подогрева, *4* — воздушный фильтр, *5* — воздушный клапан, *6* — вентиляторный агрегат, *8* — каплеуловитель, *9* — силовая панель, *10* — блок управления

Таблица 32. **Технические характеристики неавтономных местных кондиционеров типа КТН**

Показатели	КТН-3,15-01	КТН-6,3-01	КТН-10-01	КТН-20-03
Подача воздуха, м³/ч	3150	6300	10000	20000
Запас полного давления на выходе, Па	300	300	300	300

Продолжение табл. 32

Показатели	КТН-3,15-01	КТН-6,3-01	КТН-10-01	КТН-20-03
Холодопроизводительность, кВт	21,5	43	67,5	135
Холодоноситель	Холодная вода температурой 8...10 °С			
Теплопроизводительность, кВт:				
первого подогрева	62,5	125	200	400
второго подогрева	14,5	29	46	80
Теплоноситель	Горячая вода температурой 130...70 °С			
Эффективность очистки воздуха, %	90	92	92	92
Теплообменная поверхность одного воздухонагревателя, $м^2$:				
первого подогрева	12,4	17,8	31,1	31,1
второго подогрева	12,4	12,4	31,1	31,1
Количество воздухонагревателей, шт.:				
первого подогрева	2	2	2	4
второго подогрева	1	1	1	1
Потребляемая мощность, кВт	2,25	4,5	7,7	15,4
Установочная мощность, кВт:				
вентилятора	0,75	3	5,5	11
насоса	1,5	1,5	2,2	4,4
Напряжение в силовой сети, В	380	380	380	380
Габаритные размеры, мм:				
ширина	1904	2174	1785	2715
глубина	810	810	1450	1450
высота	2085	2085	2430	2430
Масса, кг	780	920	1400	2100

Таблица 33. **Технические характеристики автономных местных кондиционеров типа КТА**

Показатели	КТА1-2,0-04Б	КТА1-3,15-04	КТА1-4,0-01	КТА1-6,3-01А	КТА1-10-01А
Подача воздуха, $м^3/ч$	2000	3150	4000	6300	10 000
Запас полного давления на выходе, Па	300	300	400	400	400
Холодопроизводительность, кВт	6,3	14,5	18,5	29	46,5
Холодильный агент	Хладон-12		Хладон-22	Хладон-12	Хладон-22

Продолжение табл. 33

Показатели	КТАТ-2,0-04Б	КТАТ-3,15-04	КТАТ-4,0-01	КТАТ-6,3-01А	КТАТ-10-01А
Теплопроизводительность, кВт:					
электронагревателя	6,3	15	12,2	15	24
водяного воздухонагревателя	14,5	23,2	29	46,4	73,3
Мощность при номинальной холодопроизводительности, кВт	3	10	8,3	12	18,9
Мощность увлажнителя, кВт	—	2	2	12	9
Установочная мощность, кВт	11,7	24,2	21	32	43
Максимальная температура воды, поступающей в конденсатор, °С	28	40	24	28	28
Эффективность очистки воздуха от пыли, %	70	85	85	85	85
Габаритные размеры, мм:					
ширина	930	1200	1200	1200	1900
глубина	530	810	530	810	810
высота	1860	1860	1860	1860	1860
Масса, кг	400	870	540	870	1300

Бытовые (автономные) кондиционеры БК оконного типа используют в жилых, служебных и других помещениях для создания комфортных условий воздушной среды. Такие кондиционеры обеспечивают охлаждение и осушение воздуха в помещении в теплый период года,

Технические характеристики бытовых кондиционеров

	БК-1500	БК-2500
Подача воздуха, $м^3/ч$, при скорости:		
высокой	420	620
низкой	320	500
Холодопроизводительность, кВт	1,75	2,9
Уровень шума в комнате, дБ, при скорости:		
высокой	56	58
низкой	50	53
Мощность, кВт	1	1,6
Габаритные размеры, мм:		
ширина	600	660
высота	400	460
глубина	585	615
Масса, кг	51	63

очистку рециркуляционного воздуха от пыли, подачу в помещение наружного воздуха (не более 15 % от общей производительности кондиционера по воздуху) и автоматическое поддержание заданной температуры внутреннего воздуха.

Крановые кондиционеры КТ1,0-4,1; КТ1,0-4,2; КТ1,0-4,3 служат для обработки воздуха: охлаждения, очистки от пыли, увлажнения, осушения наружного и рециркуляционного воздуха с автоматическим поддержанием температуры в кабинах машинистов мостовых электрических кранов при окружающей температуре до 60 °С.

§ 11. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ПРИТОЧНЫЕ КАМЕРЫ

В промышленных, жилых и общественных зданиях применяют вентиляционные приточные камеры без рециркуляции и с рециркуляцией воздуха. Последние могут быть использованы для дежурного отопления.

Камеры 2ПК-10...2ПК-150 с подачей воздуха 3,5...150 тыс. м^3/ч (рис. 23) состоят из вентиляторного агрегата *1*, соединительной *2*,

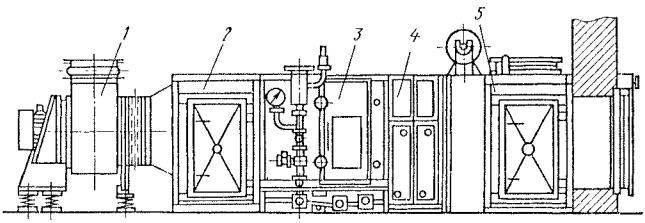


Рис. 23. Схема приточной вентиляционной камеры:

1 — вентиляторный агрегат, *2* — соединительная секция, *3* — оросительная секция, *4* — воздухонагревательная секция, *5* — приемная секция

оросительной *3*, воздухонагревательной *4* и приемной *5* секций. Камеры могут быть левого и правого исполнений. Левая камера обслуживается с левой стороны, а правая — с правой, если смотреть на камеру со стороны входа воздуха. В зависимости от технологических требований к обработке воздуха камеры изготовляют с перечисленным набором секций либо без оросительной секции. Приемная секция может быть со встроенным фильтром или без него, а также с заслонками (клапанами) для рециркуляционного воздуха или без них.

Приточно-вентиляционные агрегаты (камеры) ВПА (рис. 24) с увлажнением воздуха применяют в зданиях из легких металлических конструкций. Их можно использовать также и для других зда-

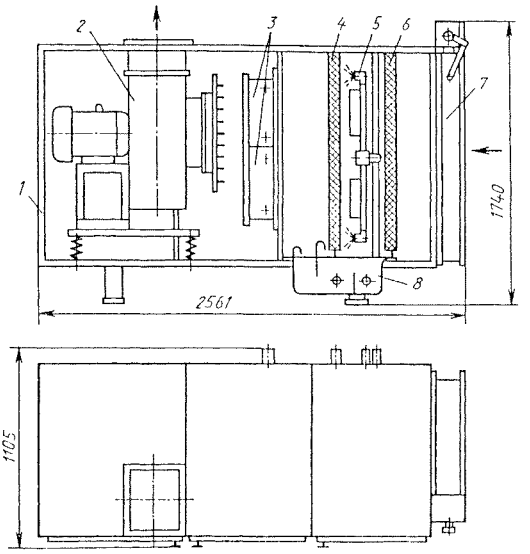


Рис. 24. Приточно-вентиляционный агрегат ВПА-10:

1 — каркас, *2* — радиальный вентилятор с электродвигателем, *3* — воздухонагреватели, *4* — оросительная насадка, *5* — распылитель с форсунками, *6* — фильтр, *7* — утепленный клапан, *8* — поддон для воды

ний. Агрегаты отличаются меньшей по сравнению со всеми другими типами камер металлоемкостью и энергопотреблением, что позволяет монтировать их не только на фундаменте, но и подвешивать к строительным конструкциям и фермам покрытий.

Технические характеристики приточно-вентиляционных агрегатов ВПА

	ВПА-10	ВПА-20	ВПА-40
Подача воздуха, тыс. м³/ч . . .	10	20	40
Габаритные размеры, мм:			
длина	2560	2760	3160
ширина	1105	1455	2080
высота	1740	2180	2440
Масса, кг	805	1130	2500

Теплоутилизаторы позволяют сохранить часть теплоты (иногда до 70...80%), удаляемой из помещения вытяжными вентиляционными системами нагретого воздуха в холодный период года, или холода, создаваемого системами кондиционирования воздуха в теплый период.

Теплоутилизаторы подразделяют на два класса: регенеративные, у которых передача теплоты (холода) происходит за счет периодического нагрева (охлаждения) специальной теплоемкой насадки удаляемым из помещения воздухом и последующей передачи теплоты (холода) от насадки приточному воздуху, и рекуперативные, у которых передача теплоты осуществляется через разделительную перегородку.

Регенеративные вращающиеся теплоутилизаторы (рис. 25) типов ТП. 10-Э2РГ.01, ТП.16-Э2РГ.01 и ГП.25-Э2РГ.01 производят пропускной способностью по воздуху соответственно 10, 16, 25 тыс. м^3/ч. Роторная насадка *3*, медленно вращающаяся от мотор-редуктора (частота вращения 12 мин$^{-1}$), изготовлена из гофрированных и плоских алюминиевых лент толщиной 0,1...0,15 мм таким образом, что образуется множество мелких каналов параллельно оси насадки. Потоки разделены

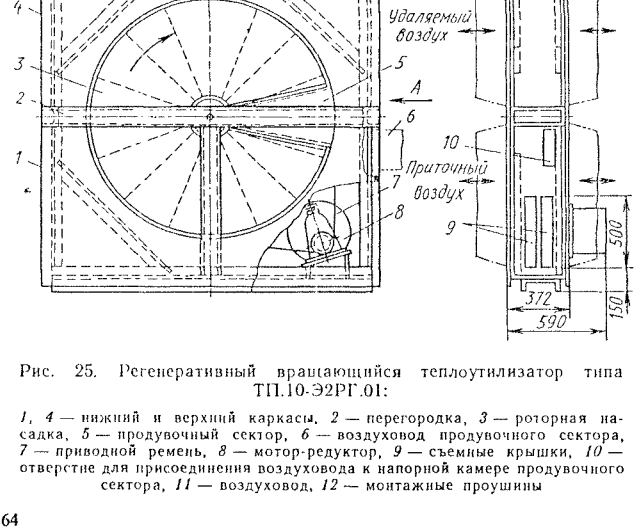


Рис. 25. Регенеративный вращающийся теплоутилизатор типа ТП.10-Э2РГ.01:

1, *4* — нижний и верхний каркасы, *2* — перегородка, *3* — роторная насадка, *5* — продувочный сектор, *6* — воздуховод продувочного сектора, *7* — приводной ремень, *8* — мотор-редуктор, *9* — съемные крышки, *10* — отверстие для присоединения воздуховода к напорной камере продувочного сектора, *11* — воздуховод, *12* — монтажные проушины

перегородкой 2. Через одну половину насадки проходит поток теплого воздуха, удаляемого вытяжной системой вентиляции, а через вторую – двигаясь противоточно, поток холодного приточного воздуха (в зимний период года). Для того чтобы удаляемый воздух не проникал в приточную систему, предусмотрен продувочный сектор 5, снабженный камерой наддува, которая соединена с приточным вентилятором.

Утилизация теплоты происходит при перемещении роторной насадки из потока теплого (вытяжного) воздуха в поток холодного (приточного). Установочная мощность мотор-редуктора теплоутилизатора 1,1 кВт.

Рекуперативные пластинчатые теплоутилизаторы типа ТП.05-Т2 (рис. 26) выпускают пропускной способностью по воздуху 5 тыс. м³/ч.

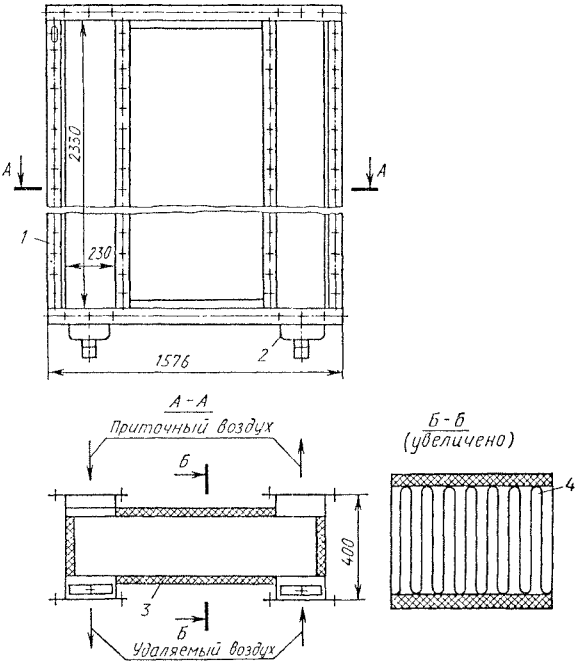


Рис. 26. Рекуперативный пластинчатый теплоутилизатор типа ТП.05-Т2:

1 — корпус, *2* — патрубок слива конденсата из поддона, *3* — герметик, *4* — пакет пластин

Вытяжной теплый воздух проходит через пакет пластин *4* теплоутилизатора, передавая теплоту холодному приточному воздуху, проходящему с другой стороны пластин. Площадь теплообменной поверхности 220 м^2.

Рекуперативные теплоутилизаторы на базе тепловых трубок выпускают двух типоразмеров: ТП.2,5-Т1РК.02 и ТП.10-Т1РК.02 пропускной способностью по воздуху соответственно 2,5 и 10 тыс.м^3/ч. Теплообмен между вытяжным и приточным воздухом основан на фазовом превращении наполнителя трубок (хладон-22). Нижняя половина трубок, установленных в вертикальном положении, находится в потоке теплого воздуха, верхняя — в потоке холодного воздуха. Нагреваемый хладон-22, испаряясь, перемещается из нижней части трубок в верхнюю, где конденсируется и отдает через стенки трубок теплоту конденсации приточному воздуху, а сам стекает вниз, и цикл повторяется. Такой теплоутилизатор используется аналогично и для утилизации холода для систем кондиционирования воздуха в теплый период года.

В **рекуперативных теплоутилизаторах с промежуточным теплоносителем** не требуется, чтобы приточная и вытяжная системы находились в непосредственной близости. Теплообмен между вентиляционными системами осуществляется с помощью теплообменников, установленных в воздуховодах *как приточной, так и вытяжной систем*. Воздухообменники соединены трубопроводами с циркуляционным насосом, по которым теплоноситель, нагретый в теплообменнике вытяжной системы, поступает в теплообменник приточной системы, где отдает свою теплоту. В качестве теплоносителя используют раствор солей, обладающий низкой температурой замерзания и малой коррозионностью. Теплообменники изготовляют на базе спирально-накатных биметаллических воздухонагревателей типа КСк.

§ 13. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

Вентиляторы и другое вентиляционное оборудование приводится в действие, как правило, трехфазными асинхронными электродвигателями серий: 4А (закрытое обдуваемое исполнение) и В (взрывозащищенное исполнение). Номинальная мощность электродвигателей, используемых в вентиляции, составляет: 0,12; 0,18; 0,25; 0,37; 0,55; 0,75; 1,1; 1,5; 2,2; 3; 4; 5,5; 7,5; 11; 15; 18,5; 22; 30; 37; 45; 55; 75; 90; 110 кВт с синхронной частотой вращения ротора 3000, 1500, 1000, 750 мин$^{-1}$.

Вентиляторы из обычной углеродистой и нержавеющей коррозионностойкой стали, из титана и пластмассовые комплектуют электродвигателями серии 4А, вентиляторы из разнородных металлов с повышенной защитой от искрообразования и взрывозащищенные — только электродвигателями серии В во взрывобезопасном исполнении с указанием уровня взрывозащиты.

Глава IV

ВОЗДУХОВОДЫ И ТИПОВЫЕ ДЕТАЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

§ 14. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

Воздуховоды и фасонные части к ним изготовляют определенных размеров и видов, установленных ВСН 353—86 «Проектирование и применение воздуховодов из унифицированных деталей», «Временной нормалью на металлические воздуховоды круглого сечения для систем аспирации», ТУ 36-736—78 «Воздуховоды металлические» и СНиП 2.04.05—86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

При транспортировании воздуха температурой до 80 °С и относительной влажностью до 60% применяют воздуховоды, изготовленные из горячекатаной или оцинкованной тонколистовой стали, стальной холоднокатаной ленты, тонколистовой рулонной холоднокатаной стали, стеклоткани, асбестоцементных труб и коробов (воздуховоды из асбестоцементных конструкций не допускается применять в системах приточной вентиляции). Если температура или относительная влажность воздуха, перемещаемого по воздуховодам, выше указанных пределов, используют оцинкованную тонколистовую сталь, тонколистовую сталь увеличенной толщины (до 1,5...2 мм), листовой алюминий, пластмассовые трубы и листы (только при повышенной относительной влажности), стеклоткань, асбестоцементные трубы.

В том случае, если в воздушной смеси содержатся химически активные газы, пары или пыль, для изготовления воздуховодов применяют металлопласт, тонколистовую сталь увеличенной толщины (до 1,5...2 мм) с соответствующим транспортируемой среде защитным покрытием (перхлорвиниловые эмали и лаки), пластмассовые и асбестоцементные трубы, короба и листы, стеклоткань. В некоторых случаях для перемещения агрессивной среды применяют воздуховоды из тонколистовой коррозионно-стойкой, жаростойкой и жаропрочной сталей или из титана.

Круглые воздуховоды. Воздуховоды круглого сечения изготовляют диаметрами, мм: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800 и 2000; для систем аспирации и пневмотранспорта дополнительно используют диаметры, мм: 110, 140, 180, 225 и 280.

Для воздуховодов из кровельной тонколистовой стали за нормируемый диаметр принимают наружный диаметр воздуховода.

Толщина стенки круглых воздуховодов, по которым перемещается воздух температурой не более 80 °С, зависит от их диаметра.

Диаметр воздуховода, мм . .	До 200	250...450	500...800
Толщина стенки воздуховода, мм	0,5	0,6	0,7

Диаметр воздуховода, мм . .	900...1250	1400	1600	1800...2000
Толщина стенки воздуховода, мм	1,0	1,2		1,4

Воздуховоды из металлопласта с одно- или двусторонним покрытием изготовляют как спирально-замковые диаметром 100...800 мм, так и прямошовные. Технология изготовления воздуховодов из металлопласта не отличается от изготовления их из стального листа или ленты.

Прямые участки круглых воздуховодов принимают длиной 2500, 3000, 4000, 5000 и 6000 мм.

Фасонные части круглого сечения изображены на рис. 27. Отводы с одним звеном и двумя стаканами и полуотводы (рис. 27, *а, б*) средним радиусом $R=D$ применяют для общеобменных систем вентиляции; для систем аспирации и пневмотранспорта используют отводы, состоящие из пяти звеньев и двух стаканов (рис. 27, *в*) средним радиусом $R = 2D$ при диаметре отвода более 315 мм или из трех звеньев и двух стаканов при диаметре отвода 315 мм и менее.

Штампованные отводы (рис. 27, *г*), обладающие высокими аэродинамическими свойствами, применяют для общеобменных систем вентиляции.

Узлы ответвлений (тройники), изображенные на рис. 27, *д, е, з, и, л*, применяют только для общеобменных систем вентиляции, а на рис. 27, *ж, к, м* — для систем аспирации и пневмотранспорта.

Унифицированные осевые переходы (рис. 27, *н*) стандартизованы по длине.

Гибкие гофрированные металлические воздуховоды (ТУ 400-2-157—86) изготовляют из следующих материалов:

стальной низкоуглеродистой ленты холодного проката или оцинкованной (ГОСТ 503—81*) сечением 0,1×100 мм;

холоднокатаной ленты сечением 0,1×100 мм из коррозионно-стойкой и жаростойкой стали (ГОСТ 4986—79*);

Таблица 34. **Размеры и масса гибких металлических гофрированных воздуховодов**

Диаметр, мм			Радиус изгиба, мм, не менее	Масса 1 м воздуховода, кг	
условный	внутренний	наружный		из стальной ленты	из алюминиевой фольги
100	99	107	120	1,25	0,65
160	159	167	160	1,76	0,90
200	199	207	200	2,17	1,1
250	249	257	250	2,8	1,55
315	314	322	315	3,5	1,8
355	354	362	355	3,96	2,1

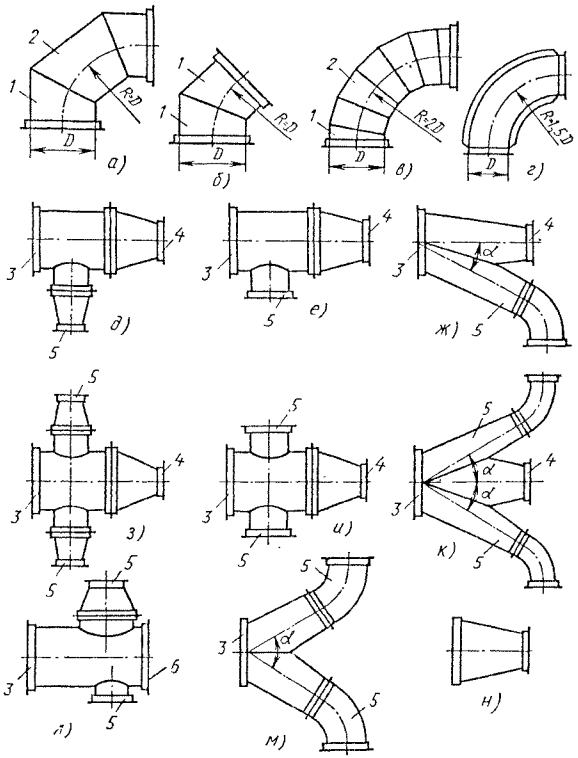


Рис. 27. Фасонные части круглых воздуховодов:

а, б — отводы с центральным углом 90 и 45°, *в* — отвод для систем аспирации и пневмотранспорта, *г* — штампованный отвод, *д* — узел с переходом на ответвлении, *е* — узел с прямой врезкой ответвления, *ж* — прямой тройник для систем аспирации и пневмотранспорта, *з* — крестовина с переходами на ответвлениях, *и* — крестовина с прямыми врезками, *к* — крестовина для систем аспирации и пневмотранспорта, *л* — узел ответвления с заглушкой, *м* — штанообразный тройник, *н* — унифицированный переход; *1* — стакан, *2* — звено, *3* — основание, *4* — проход, *5* — ответвление, *6* — заглушка

алюминиевой рулонной мягкой фольги (ГОСТ 618—73*) толщиной 0,1...0,15 мм, шириной 100 мм.

Радиус изгиба гибких гофрированных воздуховодов зависит от условного диаметра (табл. 34).

Прямоугольные воздуховоды. Воздуховоды прямоугольного сечения изготовляют с размерами сторон, мм: 100×150, 150×150, 150×200, 250×250, 300×150, 300×250, 400×250, 400×400, 500×250, 500×400, 500×500, 600×400, 600×500, 600×600, 800×400, 800×500, 800×600, 800×800, 1000×500, 1000×600, 1000×800, 1000×1000, 1250×600, 1250×800, 1250×1000, 1250×1250, 1600×800, 1600×1000, 1600×1250, 1600×1600, 2000×1000, 2000×1250, 2000×1600, 2000×2000, 2500×1250, 2500×1600, 2500×2000, 2500×2500, 3150×1600, 3150×2000, 3150×2500, 3150×3200, 4000×2500, 4000×3150.

Толщина стенки прямоугольных воздуховодов, по которым перемещается воздух температурой до 80°С, зависит от их сечения.

Наибольшая сторона сечения воздуховода, мм (включительно)	250	1000	2000
Толщина стенки воздуховода, мм	0,5	0,7	0,9

Для обеспечения жесткости прямых участков воздуховодов, стандартная длина которых 2500 мм, со стороной сечения от 400 до 1000 мм выполняют зиги с шагом 200...300 мм по периметру воздуховода или

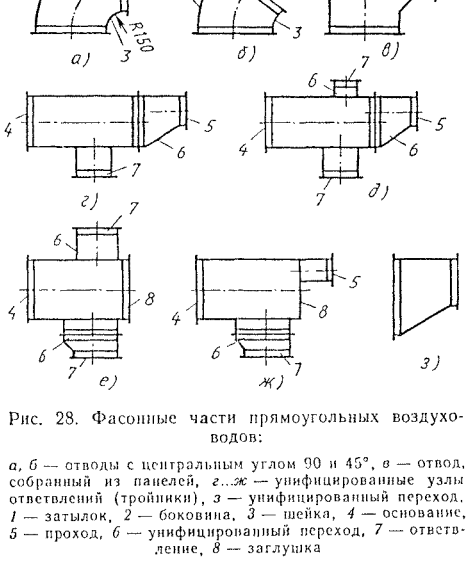


Рис. 28. Фасонные части прямоугольных воздуховодов:

а, б — отводы с центральным углом 90 и 45°, *в* — отвод, собранный из панелей, *г...ж* — унифицированные узлы ответвлений (тройники), *з* — унифицированный переход. *1* — затылок, *2* — боковина, *3* — шейка, *4* — основание, *5* — проход, *6* — унифицированный переход, *7* — ответвление, *8* — заглушка

диагональные перегибы (зиги). При стороне сечения более 1000 мм, кроме того, устанавливают наружные или внутренние рамки жесткости. В качестве наружных рамок жесткости применяют обычно диагональные стальные уголки, а внутренних — круглые или овальные вставки из стальной полосы с шагом 1250 мм. Рамки жесткости должны быть надежно соединены с воздуховодом точечной сваркой или заклепками. При размере одной стороны воздуховода более 2000 мм его жесткость обеспечивается сборкой его из отдельных панелей.

Фасонные части прямоугольного сечения изображены на рис. 28. Отводы прямоугольных воздуховодов (рис. 28, *а, б*) имеют постоянный радиус шейки 150 мм при ширине отвода до 2000 мм. При большей ширине отвод собирают из панелей (рис. 28, *в*).

Прямоугольные узлы ответвлений (тройники) (рис. 28, *г...ж*) собирают из прямых участков, патрубков и унифицированных переходов; иногда к ним добавляют заглушки.

Унифицированные переходы (рис. 28, *з*) односторонние с нормализованной высотой 300, 400, 500, 700 и 900 мм применяют для изменения сечений воздуховодов и ответвлений.

§ 15. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВОЗДУХОВОДЫ

Воздуховоды из асбестоцементных коробов для вентиляционных систем промышленность выпускает различных сечений (табл. 35), длиной от 2000 до 4000 мм, толщиной стенки короба 8...10 мм.

Кроме асбестоцементных коробов прямоугольного сечения применя-

Таблица 35. **Размеры и масса асбестоцементных бесшовных коробов**

Размеры сторон, мм	Длина, мм	Толщина стенки, мм	Масса, кг	Внутренние размеры муфты, мм
100×100	2000 3000	8,0	4,1	140×140
100×150	2000 3000	8,0	5,6	140×190
150×150	2000 3000	8,0	6,7	190×190
150×200	4000	9,0	7,7	190×240
150×300	4000	9,0	10,5	190×340
200×200	4000	9,0	10,0	240×240
200×300	4000	9,0	11,2	240×340
200×400	4000	10,0	14,0	250×450
300×300	4000	10,0	14,0	336×336

ют асбестоцементные трубы диаметром 100...300 мм. Короба и трубы соединяют между собой муфтами.

Воздуховоды из полиэтиленовой пленки применяют для приточных систем вентиляции животноводческих комплексов, птицефабрик, теплиц. Благодаря гладкой поверхности стенок скорость движения воздуха в таких воздуховодах может быть значительно увеличена, в результате снижается площадь поперечного сечения воздуховодов и расход пленки. Масса воздуховодов из полиэтиленовой пленки во много раз меньше стальных, а стоимость полиэтилена значительно ниже стоимости стали.

Пленку, изготовляемую из полиэтилена высокого давления, выпускают для воздуховодов в виде рулонов, намотанных на втулки. Рулон содержит 300...400 м пленки в виде рукава шириной до 2000 мм, толщиной 30...200 мкм.

Допускаемая температура воздуха, транспортируемого по полиэтиленовому воздуховоду, не должна превышать 45°С.

Недостатки воздуховодов из полиэтиленовой пленки: небольшая прочность, малый срок службы (2...3 года) и горючесть.

Винипластовые воздуховоды, предназначенные для перемещения агрессивных сред, производят как круглого, так и прямоугольного сечений. Воздуховоды и фасонные части для них изготовляют формованием и с помощью сварки. На таких воздуховодах запорно-регулирующую арматуру устанавливают также из винипласта.

По условиям пожарной безопасности воздуховоды из винипласта разрешается прокладывать только в пределах вентилируемого помещения, что ограничивает их применение.

Гибкие воздуховоды из стеклоткани марки СПЛ, армированные стальной проволокой, изготовляют методом спиральной навивки стеклотканевой ленты внахлест с одновременной навивкой проволоки и склеиванием клеем 4НБ. Гибкие воздуховоды из стеклоткани СПЛ применяют в качестве отводов и подводок к местным отсосам в стесненных условиях в системах промышленной вентиляции при перемещении воздуха температурой до 70°С. Воздуховоды из стеклоткани имеют повышенное по сравнению со стальными аэродинамическое сопротивление.

§ 16. ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Воздухораспределители служат для подачи воздуха системами вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования в помещение или рабочую зону помещения, в которой должны быть обеспечены заданные параметры среды.

Прямоструйный воздухораспределитель ВСП (рис. 29) для сосредоточенной подачи воздуха из верхней зоны помещения в рабочую зону компактной струей состоит из неподвижного корпуса *7* — прямоугольного патрубка, присоединяемого к воздуховоду, поворотного патрубка *6*

с горизонтальными и вертикальными полками для направления потока воздуха, и заслонки *3*. Патрубок *6* может поворачиваться вокруг шарнира *5* на угол от 10° вверх и до 35° вниз от горизонтали, меняя соответственно и направление струи воздуха, выходящего из патрубка. Воздухораспределители выпускают пяти типоразмеров (табл. 36).

Прямоточный регулируемый воздухораспределитель ВР (рис. 30) предназначен для подачи воздуха веерными струями в верхнюю зону помещения системами вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления. Воздухораспределитель ВР — устройство плафонного типа, его устанавливают в потолке помещения. Веерная струя, создаваемая воздухораспределителем,

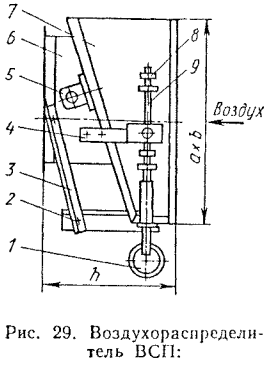


Рис. 29. Воздухораспределитель ВСП:

1 — кольцо для штанги, *2* — ось заслонки, *3* — заслонка, *4* — рычаг, *5* — шарнир, *6* — поворотный патрубок, *7* — корпус прямоугольного сечения, *8* — упор, *9* — винт

Таблица 36. **Технические данные воздухораспределителей типа ВСП** (см. рис. 29)

Обозначение	Номинальная подача воздуха, тыс. м³/ч	Размер неподвижного патрубка $a \times b$, мм	Размер h, мм	Масса, кг
ВСП-1	3,6...10,8	500×500	280	22
ВСП-2	14,4...43,2	1000×1000	480	56
ВСП-3	20,7...62,1	1250×1250	640	76
ВСП-4	36,9...11,07	1600×1600	745	136
ВСП-5	57,6...173	2000×2000	930	186

Таблица 37. **Технические данные воздухораспределителей типа ВР** (см. рис. 30)

Обозначения	Номинальная подача воздуха, тыс. м³/ч	d_0, мм	D, мм	B, мм	Масса, кг
ВР-2,5	0,7...2,12	250	325	202	2,3
ВР-3	1,12...3,36	315	410	218	3,9
ВР-5	2,8...8,5	500	650	292	8,7
ВР-7	5,7...17,1	710	920	416	16,5
ВР-10	11,3...34	1000	1300	516	36,7
ВР-14	22,2...66,5	1400	1820	696	59,8

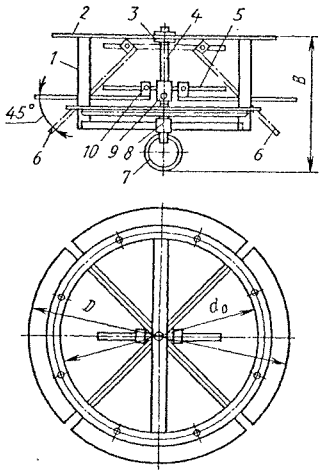


Рис. 30. Воздухораспределитель ВР:

1 — каркас, *2* — присоединительный фланец, *3* — гайка-упор, *4* — регулировочный винт, *5* — стержень, *6* — заслонки, *7* — кольцо, *8* — опора, *9* — крестовина, *10* — петля заслонки

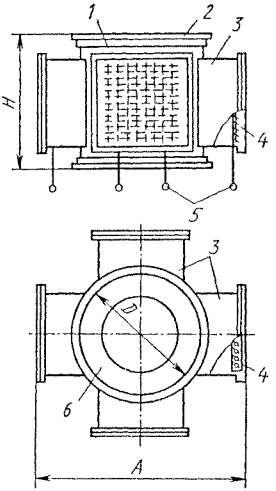


Рис. 31. Приколонный веерный воздухораспределитель НРВ:

1 — корпус, *2* — присоединительный фланец, *3* — патрубки, *4* — решетки РР, *5* — тяги, *6* — диафрагма

в зависимости от положения поворотных заслонок *6* настилается на потолок или распространяется свободно. Воздухораспределители ВР выпускают шести типоразмеров (табл. 37).

Приколонные воздухораспределители НРВ (рис. 31) предназначены для подачи воздуха из средней зоны в рабочую наклонными струями. Устанавливают в производственных помещениях высотой от 8,5 до 30 м. Внутри корпуса в середине по высоте установлена диафрагма *6* для выравнивания скоростей воздуха, выходящего из решеток *4*. Расход воздуха в решетках регулируют тягами *5*. Воздухораспределители изготовляют двух- и четырехструйными с верхним или нижним присоединением к воздуховоду (табл. 38).

Двухструйные шестидиффузорные воздухораспределители ВДШп (рис. 32) для подачи воздуха в верхнюю зону помещений через подшивной потолок изготовляют с квадратными диффузорами *4*. Воздухораспределители оборудованы направляющей решеткой *1* и перфорированной диафрагмой *2*, которые обеспечивают равномерную подачу воз-

Таблица 38. **Технические данные воздухораспределителей типа НРВ** (см. рис. 31)

Обозначение	Номинальная подача воздуха, тыс. м³/ч	Размеры, мм			Масса, кг
		D	*A*	*H*	
		Двухструйные			
1ВД; 1НД	2,5	315	400	340	12
2ВД; 2НД	5	400	515	565	16
3ВД; 3НД	10	630	830	600	40
4ВД; 4НД	15	710	910	750	56
5ВД; 5НД	22	900	1250	750	93
6ВД; 6НД	30	1250	1650	750	130
		Четырехструйные			
7ВЧ; 7НЧ	5	400	600	300	24
8ВЧ; 8НЧ	10	500	800	500	40
9ВЧ; 9НЧ	22,5	710	1100	500	75
10ВЧ; 10НЧ	30	1000	1400	750	100
11ВЧ; 11НЧ	45	1250	1950	750	165
12ВЧ; 12НЧ	60	1400	2200	750	220

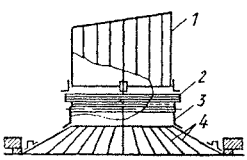


Рис. 32. Воздухораспределитель ВДШп:

1 — решетка, *2* — диафрагма, *3* — корпус, *4* — диффузоры

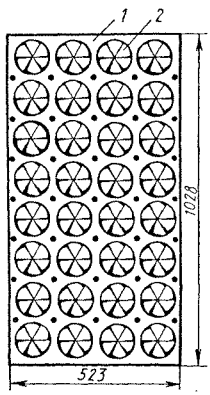


Рис. 33. Штампованная панель эжекционного воздухораспределителя ВЭПш:

1 — панель, *2* — закручиватель

духа. Воздухораспределители ВДШп выпускают в корпусах с присоединительными размерами 250, 315, 400, 500, 630 и 800 мм, массой от 10 до 68 кг.

Эжекционные панельные штампованные воздухораспределители ВЭПш (рис. 33) изготовляют как напольного, так и потолочного типов

с вертикальным и боковым подводом воздуха. Основной элемент воздухораспределителя — стандартная штампованная панель *1* размером 523×540 (П-ВЭПш-10У) или 523×1028 (П-ВЭПш-11У) с 16 или 32 закручивателями *2* диаметром 114 мм. Каждый закручиватель имеет шесть отогнутых под углом 18° от плоскости панели лепестков, которые при выпуске воздуха создают закрученную струю, что способствует интенсивному подмешиванию (эжекции) окружающего воздуха и быстрому затуханию струи.

Эжекционные воздухораспределители выпускают с расчетной воздухораздающей поверхностью от 0,25 до 4 м^2 с одно-, дву- и трехсторонним выпуском воздуха.

Перфорированные круглые воздухораспределители ВПК служат для подачи в помещение воздуха с малой скоростью движения или в том случае, когда разность температур подаваемого воздуха и воздуха помещения сравнительно велика. Воздухораспределитель собирают из стандартных прямых участков фальцевых воздуховодов с «телескопически» увеличивающимися диаметрами. Каждый прямой участок стандартной длиной 2,5 м имеет шесть или 12 рядов отверстий (перфораций) размером 20×25 мм с отогнутыми внутрь воздуховода язычками, через которые воздух подается в помещение. Шаг отверстий 100 мм. Минимальный диаметр трубы ВПК 315 мм, максимальный — 800 мм. Длина воздухораспределителя до 5 до 40 м, высота установки 2,5...4 м от поверхности пола. Перфорированные воздухораспределители характеризуются высокой равномерностью распределения воздуха по помещению и незначительными скоростями струй.

Душирующие патрубки с верхним ПДв и нижним ПДн подводом воздуха (рис. 34) предназначены для создания требуемых параметров воздуха на рабочих местах, подверженных тепловому облучению. Душирующие патрубки ПДв и ПДн изготовляют различных типоразмеров (табл. 39).

Приточно-вытяжные щелевые регулирующие решетки Р (СТД-296) (рис. 35) предназначены для подачи в помещение и удаления из него

Таблица 39. **Размеры патрубков ПДв** (рис. 34, *а*) **и ПДи** (рис. 34, *б*)

Тип	*D*	*A*	*B*	*H*	*C*	*K*	Площадь живого сечения, м^2	Масса, кг
ПДв-3	315	330	440	760	—	—	0,14	20,7
ПДв-4	400	440	560	960	—	—	0,23	30
ПДв-5	500	550	700	1200	—	—	0,36	42,7
ПДн-3	315	330	440	565	553	150	0,14	24,3
ПДн-4	400	440	560	780	689	190	0,23	35,1
ПДи-5	500	550	700	900	831	240	0,36	52,1

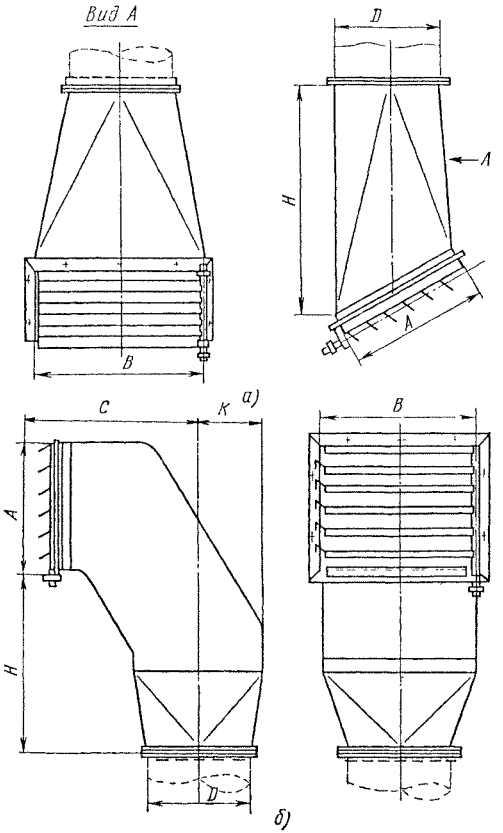


Рис. 34. Душирующие патрубки ПДв (*а*) и ПДн (*б*)

воздуха. Устанавливают решетки в промышленных, жилых и общественных зданиях. Решетки Р выпускают двух типов: Р150 и Р200, которые могут быть установлены как отдельно, так и в блоке по 2, 3 и 4 шт. (табл. 40).

Приточные запорно-регулирующие решетки РР (СТД-294) (рис. 36) используют для регулирования количества воздуха с помощью регуля-

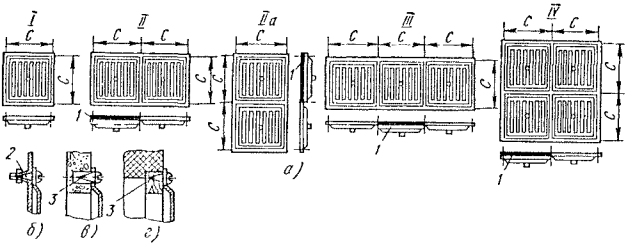


Рис. 35. Щелевые регулирующие решетки Р (*а*); варианты крепления решеток к воздуховоду или каналу соответственно металлическому (*б*), бетонному (*в*) и кирпичному (*г*):

1 — прокладка, *2* — винт, *3* — шуруп

Таблица 40. **Блоки из щелевых регулирующих решеток Р** (рис. 35)

Схема	Тип	Число решеток	Число винтов или шурупов	Размер окна в воздуховоде, мм	*С*, мм	Масса, кг
I	Р150 Р200	1	4	150×150 200×200	190 242	0,41 0,64
II	Р150 Р200	2	6	340×150 440×200	190 242	0,82 1,28
IIа	Р150 Р200	2	6	150×340 200×440	190 242	0,82 1,28
III	Р150 Р200	3	8	530×150 680×200	190 242	1,23 1,92
IV	Р300 Р400	4	8	340×340 440×440	190 242	1,64 2,56

Таблица 41. **Размеры и масса приточных решеток РР**

Тип	Размер в свету, мм	Живое сечение, м²	Масса, кг
РР1	100×200	0,0128	0,965
РР2	100×400	0,0254	1,77
РР3	200×200	0,0256	1,52
РР4	200×400	0,0491	2,7
РР5	200×600	0,0734	3,88

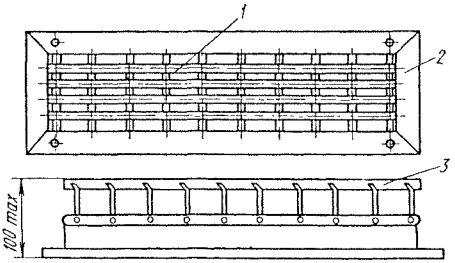


Рис. 36. Решетка РР:

1 — направляющие перья, *2* — корпус, *3* — регулятор расхода

тора расхода *3* и изменения направления потока воздуха направляющими перьями *1*. Решетки РР выпускают нескольких типоразмеров (табл. 41).

§ 17. ВОЗДУХОРЕГУЛИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Стальные неутепленные дроссель-клапаны для круглых и прямоугольных воздуховодов (рис. 37) предназначены для регулирования количества воздуха соответственно в круглых и прямоугольных воздуховодах вентиляционных систем. Управляют ими вручную с помощью рукоятки *2* или рычагом с канатами. Секторную рукоятку устанавливают в патрубке так, чтобы при открытом полотне дроссель-клапана она находилась параллельно оси патрубка. В зависимости от диаметра корпуса дроссель-клапаны выпускают нескольких типоразмеров (табл. 42).

Неутепленные стальные шиберы (рис. 38) применяют для регулирования количества воздуха в воздуховодах на отдельных участках систем пневмотранспорта и аспирации. Шиберы устанавливают как на горизонтальных, так и на вертикальных участках воздуховодов.

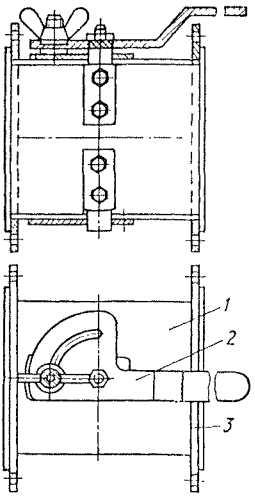


Рис. 37. Стальной неутепленный дроссель-клапан для воздуховодов:

1 — корпус, *2* — секторная рукоятка, *3* — присоединительный фланец

Таблица 42. **Размеры круглых дроссель-клапанов, мм**

Обозначение	Диаметр корпуса	Длина корпуса	Масса, кг
ДК2	200	220	3,0
ДК2,5	250	220	3,8
ДК2,8	280	220	4,3
ДК3	315	325	5,7
ДК4	400	325	8,1
ДК4,5	450	450	10,5
ДК5	500	450	12,3
ДК6	630	650	20,5
ДК7	710	650	23,6

Обратные клапаны общего назначения КО (ТУ 550.1-103—82) служат для предотвращения перетекания воздуха через воздуховоды при остановленном вентиляторе. Кроме того, их одновременно можно использовать для регулирования подачи воздуха в вентиляционных сетях.

Клапаны круглого сечения КОв (рис. 39, *а*) устанавливают в вертикальных воздуховодах, клапаны КОг — в горизонтальных. Обратные клапаны выпускают прямоугольного сечения (рис. 39, *б*) типа КОп. Обратные клапаны изготовляют нескольких типоразмеров (табл. 43).

Воздушные заслонки круглого и прямоугольного сечений с электроприводом (рис. 40) используют как для регулирования, так и для отключения участков сети воздуховодов или системы в целом. Заслонки выпускают с ручным управлением и с пневмоприводом. Заслонки с электроприводом изготовляют нескольких типов (табл. 44).

Огнезадерживающие клапаны прямоугольного сечения ОК (рис. 41) предназначены для отключения системы вентиляции от помещения, в котором возник пожар. Клапаны ОК устанавливают в местах пересечения воздуховодами противопожарных преград (противопожарных стен и перекрытий). Полотно *2* клапана удерживается в открытом положении легкоплавкой (температура плавления 72 °С) вставкой *3*,

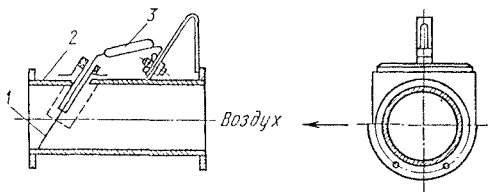


Рис. 38. Стальной неутепленный шибер:
1 — полотно, *2* — корпус, *3* — рукоятка

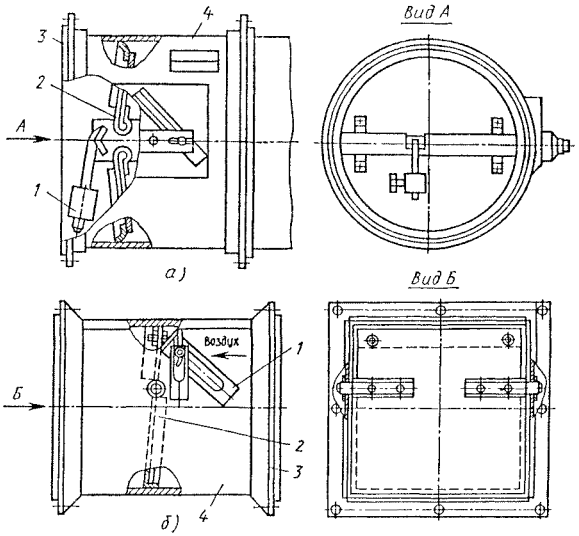


Рис. 39. Обратный клапан круглого (*а*) и прямоугольного (*б*) сечений:

1 — регулировочный груз — противовес створок, *2* — створки клапана, *3* — присоединительный фланец, *4* — корпус

Таблица 43. **Размеры и масса обратных клапанов общего назначения КО**

Обозначение	Диаметр или сторона, мм	Длина патрубка, мм	Масса, кг	Обозначение	Диаметр или сторона, мм	Длина патрубка, мм	Масса, кг
Клапаны круглого сечения				*Клапаны прямоугольного сечения*			
КОг1	400	265	8,6	КОп6	150	220	3,6
КОг2	500	320	11,6	КОп7	200	245	4,8
КОг3	630	400	20,5	КОп1	250	345	6,6
КОг4	800	500	30,8	КОп2	400	445	12,1
КОг5	1000	600	48	КОп3	500	500	15,9
КОв1	400	265	9,2	КОп4	800	460	47,4
КОв2	500	320	12	КОп5	1000	530	69,4
КОв3	630	400	19				
КОв4	800	500	28				
КОв5	1000	600	47				

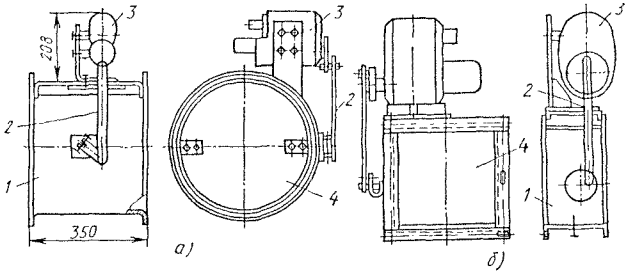


Рис. 40. Воздушная заслонка круглого (*а*) и прямоугольного (*б*) сечений с электроприводом:

1 — корпус, *2* — рычаг управления, *3* — электропривод с редуктором, *4* — полотно

пороховой нитью или целлулоидной пленкой. Если возникнет пожар, легкоплавкие вставки сгорают и полотно падает.

Огнезадерживающие клапаны выпускают шести типоразмеров сечением от 250×250 до 800×800 мм, массой 7,2...63 кг. На корпус и полотно клапана нанесено огнезащитное вспученное покрытие ВПМ-2 толщиной 3,5...4 мм. Предел огнестойкости клапана 1,2 ч.

Перекидные клапаны ПК прямоугольного сечения (рис. 42) располагают в местах соединений воздуховодов, присоединяемых к двум параллельно установленным вентиляторам, один из которых резервный. Клапан работает автоматически за счет воздушного потока, который отбрасывает полотно клапана в противоположную сторону и отключает от сети нагнетательный воздуховод неработающего вентилятора.

Таблица 44. **Размеры и масса воздушных унифицированных заслонок с электроприводом**

Тип	Диаметр или размер сечения, мм	Масса, кг	Тип	Диаметр или размер сечения, мм	Масса, кг
Заслонки круглого сечения			*Заслонки прямоугольного сечения*		
Р200Э	200	12,8	Р200×200Э	200×200	12,2
Р250Э	250	13,9	Р200×400Э	200×400	14,5
Р315Э	315	15,6	Р400×300Э	400×300	16,5
Р400Э	400	18,7	Р400×400Э	400×400	17,9
Р500Э	500	24	Р400×600Э	400×600	20,9
Р630Э	630	36,2	Р600×600Э	600×600	25,2
Р800Э	800	44,8	Р800×800Э	800×800	33,6
Р1000Э	1000	56,9	Р1000×1000Э	1000×1000	43,6

Воздушные утепленные клапаны КВУ, используемые в системах приточной вентиляции, предотвращают проникновение наружного воздуха в приточную установку при неработающем вентиляторе. Клапаны оснащены электронагревателями, которые подогревают створки в случае их обледенения, что исключает поломку смерзшихся створок при открывании. Электронагреватель включается только на 5...7 мин перед открытием клапана. Створки клапана приводятся в движение электрическим исполняющим механизмом. Комплектация клапанов электронагревателями приведена в табл. 45.

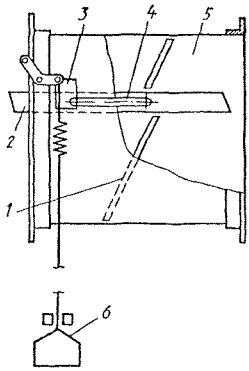


Рис. 41. Огнезадерживающий клапан ОК:

1 — ограничитель перемещения полотна, *2* — полотно, *3* — легкоплавкая вставка-замок, *4* — рукоятка управления, *5* — корпус, *6* — ручка для закрытия клапана вручную

Некоторые воздухорегулирующие устройства, в том числе обратные клапаны, выпускают также в искрозащищенном исполнении. В этом случае в местах возможного искрообразования применяют пары металлов (сталь—латунь или алюминий и его сплавы), которые при соприкосновении или ударе один о другой не образуют искры.

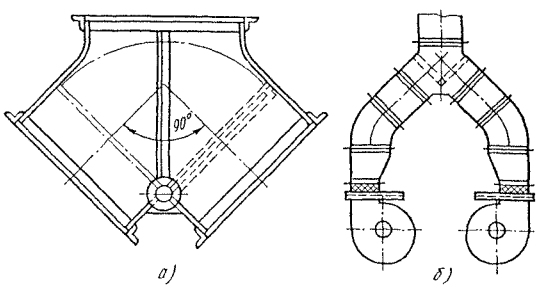


Рис. 42. Перекидной клапан ПК (*а*) и схема его установки (*б*)

Таблица 45. **Комплектация клапанов КВУ электронагревателями**

Клапан	Число электронагревателей, шт.	Мощность, кВт	Клапан	Число электронагревателей, шт.	Мощность, кВт
КВУ600×1000	4	1,5	КВУ2400×1000	14	5,5
КВУ1600×1000	9	3,6	КВУ1800×1400	11	6,6
КВУ1800×1000	11	4,4	КВУ2400×1400	14	8,4

§ 18. ШУМОГЛУШИТЕЛИ

В вентиляционных системах применяют трубчатые шумоглушители и пластины шумоглушения (звукопоглощающие), которые снижают шум, создаваемый вентилятором или возникающий в воздуховодах.

Трубчатые шумоглушители (ТУ 36-2456—83), которые бывают круглые ГТК и прямоугольные ГТП (рис. 43, *а*), состоят из кожуха *4*, диафрагмы *2* и каркаса *3*. Каркас выполнен из стального перфорированного листа и обтянут стеклотканью. Пространство между кожухом и каркасом равномерно заполнено по длине и сечению звукопоглоща-

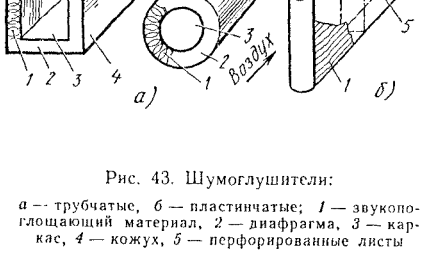


Рис. 43. Шумоглушители:

а — трубчатые, *б* — пластинчатые; *1* — звукопоглощающий материал, *2* — диафрагма, *3* — каркас, *4* — кожух, *5* — перфорированные листы

ющим материалом *1*. Толщина слоя звукопоглощающего материала для типоразмеров трубчатых шумоглушителей принята равной 100 мм. Круглые и прямоугольные трубчатые глушители выпускают различных размеров (табл. 46).

Таблица 46. **Размеры и масса трубчатых шумоглушителей**

Обозначение	Площадь свободного сечения, $м^2$	Размеры, мм			Масса, кг
		внутреннее сечение	наружное сечение	длина	
		Круглые шумоглушители			
ГКТ-1-1	0,0123	∅ 125	∅ 315		9,7
ГТК-1-2	0,0314	∅ 200	∅ 400	980	12,9
ГТК-1-3	0,0491	∅ 250	∅ 450		16
ГТК-1-4	0,0779	∅ 315	∅ 560		22,1
ГТК-1-5	0,126	∅ 400	∅ 710		31,3
ГТК-1-6	0,196	∅ 500	∅ 800		37,2
ГТК-2-1	0,0123	∅ 125	∅ 315		5,7
ГТК-2-2	0,0314	∅ 200	∅ 400		7,7
ГТК-2-3	0,0491	∅ 250	∅ 450	480	9,6
ГТК-2-4	0,0779	∅ 315	∅ 560		13,2
ГТК-2-5	0,126	∅ 400	∅ 710		19,5
ГТК-2-6	0,196	∅ 500	∅ 800		23,1
		Прямоугольные шумоглушители			
ГТП-1-1	0,02	100×200	300×400		18,8
ГТП-1-2	0,06	200×300	400×500		26,2
ГТП-1-3	0,08	200×400	400×600	980	29,6
ГТП-1-4	0,12	300×400	500×600		33,7
ГТП-1-5	0,16	400×400	600×600		37,3
ГТП-2-1	0,02	100×200	300×400		11,2
ГТП-2-2	0,06	200×300	400×500		15,6
ГТП-2-3	0,08	200×400	400×600	480	18,1
ГТП-2-4	0,12	300×400	500×600		20,4
ГТП-2-5	0,16	400×400	600×600		22,2

Таблица 47. **Рекомендуемые звукопоглощающие материалы для шумоглушителей**

Материал	ТУ или ГОСТ	Плотность, $кг/м^3$	Назначение
Маты (холсты) из супертонкого стекловолокна (СТВ) марки Ш	ТУ 21-01-224—69	15...20	Для приточных и вытяжных систем
Холсты из ультрасупертонкого базальтового волокна (БСТВ) марок Б или С	ТУ 550.224—72	15...20	То же

Продолжение табл. 47

Материал	ТУ или ГОСТ	Плотность, кг/м³	Назначение
Плиты полужесткие из стекловолокна марки ЦФД	ТУ 21-РСФСР-80—73	30...40	Для вытяжных систем, за исключением низкочастотных глушителей
Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем марок:			Для низкочастотных шумоглушителей (пластины толщиной 800 мм) вытяжных систем
П-50	ГОСТ 9573—82	50	
П-75		75	

Таблица 48. **Размеры, мм, и масса пластин шумоглушения**

Обозначение	Толщина	Высота	Длина	Масса, кг
П-1-1	100	500	750	8,1
П-1-2	100	500	1000	10,4
П-1-3	100	1000	1000	19,2
П-2-1	200	500	750	11,1
П-2-2	200	500	1000	14,1
П-2-3	200	1000	1000	25,9
П-3-1	400	500	750	17,2
П-3-2	400	500	1000	21,4
П-3-3	400	1000	1000	39,2

Пластины шумоглушения (ТУ 36-2054—77) состоят из корпуса *3* (рис. 43, *б*), который выполняется сварным из стального листа толщиной 1,5 мм или фальцевым толщиной 0,9...1 мм. Перфорированные листы *5*, оклеенные стеклотканью, крепятся к корпусу усиками. В пластинах длиной 1000 мм предусмотрена перегородка, увеличивающая жесткость конструкции и улучшающая звукопоглощающие свойства шумоглушителя. Между перфорированными листами уложен звукопоглощающий материал *1* (табл. 47). Основные размеры пластин шумоглушения приведены в табл. 48.

§ 19. РЕШЕТКИ, ЗОНТЫ, ДЕФЛЕКТОРЫ, УЗЛЫ ПРОХОДА ЧЕРЕЗ КРОВЛЮ

Штампованные жалюзийные вентиляционные решетки (рис. 44), предназначенные для установки в воздухозаборных устройствах, выпускают двух типов (табл. 49).

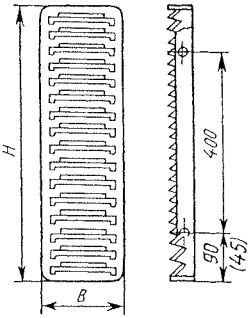


Рис. 44. Штампованная жалюзийная решетка

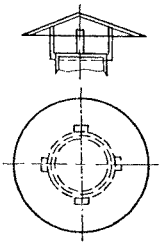


Рис. 45. Зонт для вытяжной шахты

Таблица 49. **Размеры и масса штампованных жалюзийных решеток** (см. рис. 44)

Тип	Площадь живого сечения, м²	Размеры, мм		Масса, кг
		B	*H*	
СТД-301	0,052	150	490	0,97
СТД-302	0,066	150	580	1,13

Щелевую регулирующую пластмассовую решетку типа Р размером 150×150 мм (СТД-ПГ/1) применяют в вытяжных и приточных системах промышленных, административных и жилых зданий.

Вентиляционные зонты (ТУ 2337—86) (рис. 45) предотвращают попадание осадков в вентиляционные шахты. Их устанавливают в системах вентиляции с естественным и механическим побуждением. Зонты изготовляют в нескольких исполнениях: круглые и прямоугольные, из оцинкованной и неоцинкованной стали. Круглые зонты используют для шахт диаметром от 200 до 1250 мм, прямоугольные — от 250×250 до 800×1000 мм.

Дефлекторы СТД-210 (ТУ 36-1512—76) служат для создания естественной тяги за счет теплового и ветрового напора. Ветер, набегая на дефлектор, создает внутри цилиндрической оболочки зону пониженного давления, способствующего работе вытяжной системы. Дефлекторы устанавливают на шахтах вытяжных систем естественной вентиляции. Дефлекторы (рис. 46) выпускают нескольких номеров (табл. 50). Деф-

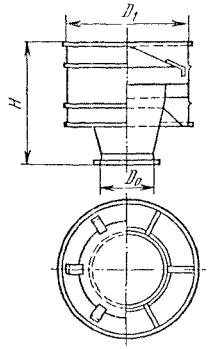


Рис. 46. Дефлектор

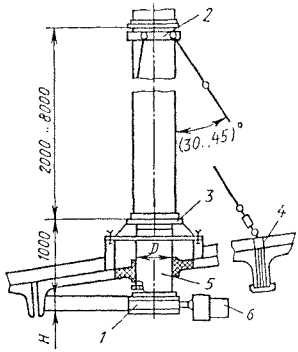


Рис. 47. Узел прохода через кровлю:

1 — утепленный клапан, *2* — хомут с растяжками, *3* — опорный фланец, *4* — кронштейн крепления, *5* — патрубок, *6* — исполнительный механизм

Таблица 50. **Размеры и масса дефлекторов** (см. рис. 46)

Тип	D_0, мм	D_1, мм	H, мм	Масса, кг
СТД-210/3	280	530	450	10,8
СТД-210/4	400	750	640	20,1
СТД-210/5	500	990	840	32,5
СТД-210/6	630	1190	1010	47,1
СТД-210/7	710	1320	1120	84
СТД-210/8	800	1600	1350	112
СТД-210/9	900	1770	1500	144
СТД-210/10	1000	2020	1705	195

лекторы № 3—5 поставляют комплектно в сборе, № 6—10 — разобранными (собирают на монтаже) комплектно с крепежными деталями.

Узлы прохода через кровлю промышленных зданий (ТУ 36-2315—86) (рис. 47) предназначены для установки на них стальных вентиляционных вытяжных шахт диаметром от 200 до 1250 мм в системах механической и естественной вентиляции помещений общего назначения. Узлы изготовляют в нескольких исполнениях: без клапана, с клапаном с ручным управлением или с электроприводом, с утепленным клапаном с ручным управлением или с электроприводом, с кольцом для сбора конденсата и без него.

В качестве тепловой изоляции применяют минераловатные плиты, обернутые снаружи стеклотканью. Для дистанционного управления клапаном служит исполнительный механизм типа МОЭ-16/25-0,63 (ГОСТ 7192—80Е).

§ 20. ФЛАНЦЫ, БАНДАЖИ, ГИБКИЕ ВСТАВКИ

Фланцы служат для соединения отдельных деталей воздуховодов между собой. С помощью фланцев соединяют сварные воздуховоды, воздуховоды систем аспирации и пневмотранспорта, а также фальцевые воздуховоды большого сечения (круглые диаметром более 900 мм, прямоугольные сечением более 1000×1000 мм).

Сведения о фланцах для круглых и прямоугольных воздуховодов приведены в табл. 51, 52.

Таблица 51. **Фланцы для круглых воздуховодов (ГОСТ 26270—84)**

Диаметр воздуховода, мм	Диаметр центров отверстий в фланцах, мм	Материал фланцев	Овальные отверстия в фланцах под болты		Размер болтов, мм
			число	размер, мм	
100 110	130 140	Листовая сталь δ = 3 мм	4		
125 140 160	155 170 190				
180 200 225 250	210 230 255 280	Полосовая сталь 4×25 мм	6	7×10	M6×20
280 315	310 345		8		
355 400	385 430	Угловая сталь 25×25×3 мм			
450 500 560	480 530 590		10		
630 710 800	660 740 830	Угловая сталь 25×25×4 мм	12		
900 1000	940 1040	Угловая сталь 32×32×4 мм	16	10×15	M8×25

Диаметр воздухо-вода, мм	Диаметр центров отверстий в фланцах, мм	Материал фланцев	Овальные отверстия в фланцах под болты		Размер болтов, мм
			число	размер, мм	
1120 1250	1160 1290	Угловая сталь 36 × 36 × 4 мм	18		
1400 1600	1450 1650		24		
1800 2000	1850 2050	Угловая сталь 40 × 40 × 4 мм	28	12 × 18	M10 × 30

Таблица 52. **Фланцы для прямоугольных воздуховодов**

Размер большей стороны воздухо-вода, мм	Расстояние от воздухо-вода до центра от-верстий, мм	Материал фланцев	Овальные отверстия под болты			Размер болтов, мм
			шаг, мм	число	размер, мм	
150 200 250	15	Угловая сталь 25 × 25 × 3 мм	120 175 190	2	7 × 10	M6 × 20
300 400			135 170	3		
500		Угловая сталь 25 × 25 × 4 мм	155	4		
600 800		Угловая сталь 32 × 32 × 4	135 190	3	10 × 16	M8 × 25
1000	20	Угловая сталь 36 × 36 × 4 мм	190	6	10 × 16	M8 × 25
1250		Угловая сталь 40 × 40 × 4 мм		7	12 × 18	M10 × 30
1600 2000	25			9 11		
2500 3200 4000	30	По проекту		14 17 21	15 × 24	M12 × 40

Примечание. Размер угловой стали для фланца определяется большей стороной воздуховода.

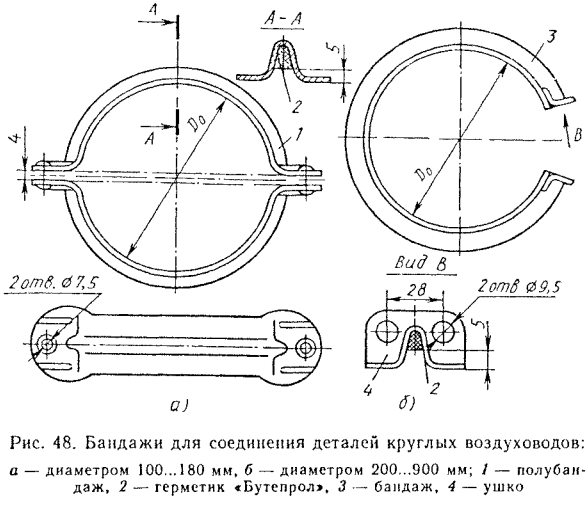


Рис. 48. Бандажи для соединения деталей круглых воздуховодов:

а — диаметром 100...180 мм, *б* — диаметром 200...900 мм; *1* — полубандаж, *2* — герметик «Бутепрол», *3* — бандаж, *4* — ушко

Бандажи для соединения воздуховодов (ТУ 36-2050—77) предназначены для сборки деталей воздуховодов круглого сечения диаметром от 100 до 900 мм.

Для воздуховодов диаметром от 100 до 180 мм бандажи изготовляют штампованными из двух полубандажей (рис. 48, *а*) из стальной ленты толщиной 0,8 мм. При монтаже воздуховодов полубандажи соединяют двумя болтами М6×25.

Рис. 49. Гибкая вставка (*а*) и вариант обрамления конца вставки под бандажное соединение (*б*):

1 — фланец, присоединяемый к вентилятору, *2* — металлический патрубок, *3* — полоса из брезента или другого плотного материала, *4* — хомут

Для воздуховодов диаметром 200...400 мм обод бандажа изготовляют из стальной ленты толщиной 0,8 мм, диаметром 450...630 мм — толщиной 1,0 мм и диаметром 710...900 мм — толщиной 1,5 мм (рис. 48, *б*). Ушко бандажа выполняют из листовой стали толщиной 3 мм. Бандажи из неоцинкован-

ной стали покрывают грунтовкой ГФ-021. В ручей бандажа закладывают герметизирующую нетвердеющую мастику «Бутепрол».

Гибкие вставки (рис. 49) типа ВВ круглого сечения, предназначенные для присоединения к всасывающему патрубку радиального вентилятора, и типа ВН прямоугольного сечения, применяемые для присоединения к выхлопному патрубку вентилятора, состоят из двух металлических патрубков *2* для подсоединения к вентилятору и воздуховоду и брезентовой полосы *3* между ними. Гибкие вставки, выпускаемые для различных серий вентиляторов от № 2 до № 20, предохраняют воздуховоды от вибраций, создаваемых вентиляторами.

§ 21. ХОМУТЫ, ПОДВЕСКИ, ПРУЖИННЫЕ ВИБРОИЗОЛЯТОРЫ

Хомуты СТД-205 (рис. 50) (ТУ 36-1195—84) предназначены для крепления (подвешивания) круглых воздуховодов к строительным конструкциям на тягах, захватах, талрепах и др. Хомуты изготовляют из стальной ленты шириной, мм: при наружном диаметре воздуховода до 400 мм — 25, от 450 до 1600 мм — 30. В комплект поставки входят болт с гайкой. Размеры хомутов приведены в табл. 53.

Таблица 53. **Размеры и масса хомутов для крепления круглых воздуховодов** (см. рис. 50)

Наружный диаметр воздуховода D_1, мм	Допустимая максимальная нагрузка P_{max}, Н	Размеры, мм				Масса, кг
		D	H	s	A	
100	2500	105	69	2	10	0,15
125		130	82			0,18
160		165	99			0,22
200		205	119			0,27
250		255	144			0,33
315		320	177			0,41
355		360	197			0,46
400		405	219			0,52
450	5000	455	248	3	12	1,04
500		505	273			1,15
560		565	303			1,29
630		635	338			1,44
710		715	378			1,62
800		805	423		14	1,81
900		905	477			2,03
1000		1005	523			2,26
1120		1125	583		16	2,52
1250		1255	648			2,81
1400		1405	723			3,13
1600		1605	823			3,58

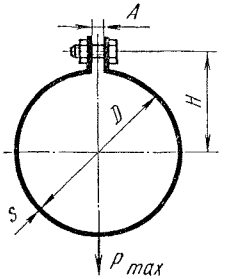


Рис. 50. Хомут для крепления круглых воздуховодов

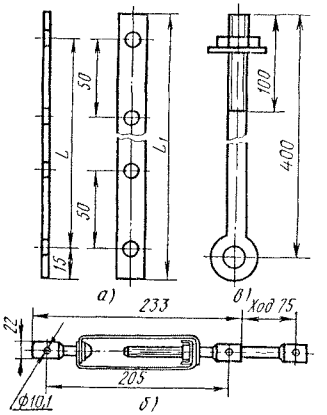


Рис. 51. Подвески (*а*, *б*) и тяги (*в*) для воздуховодов

Таблица 54. **Размеры и масса подвесок** (см. рис. 51, *а*)

Тип	*L*, мм	L_1, мм	Масса, кг
СТД-6208	280	250	0,137
СТД-6209	430	400	0,215
СТД-6210	730	700	0,370

Кронштейны для крепления воздуховодов устанавливают без нарушения цельности и прочности строительных конструкций. Кронштейны крепят к строительным конструкциям двумя способами: заделкой в строительные конструкции и пристрелкой их дюбелями с помощью монтажного поршневого пистолета ПЦ52-1.

Подвески для воздуховодов (ТУ 36-1199—74) рассчитаны на нагрузку до 2500 Н (рис. 51, *а*). Подвески выпускают нескольких типов (табл. 54).

Подвески регулируемые СТД-446 (ТУ 36-1845—75) предназначены для регулирования натяжения и длины расчалок вентиляционных шахт и подвесок воздуховодов (рис. 51, *б*).

Тяги СТД-6327, СТД-6328 (ТУ 36-1643—73) служат для подвешивания воздуховодов к строительным конструкциям (рис. 51, *в*). Тяга диаметром 10 мм выдерживает нагрузку 2500 Н, диаметром 12 мм — 5000 Н.

Пружинные виброизоляторы снижают уровень механических вибраций, которые передаются от работающего вентиляторного агрегата строительным конструкциям здания. Виброизоляторы устанавливают

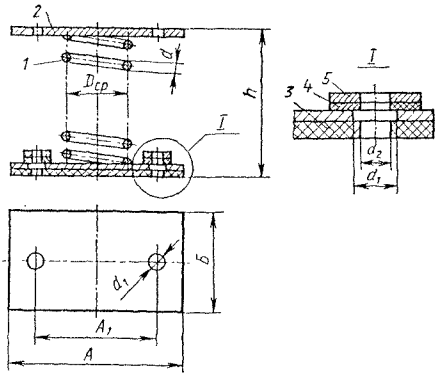


Рис. 52. Пружинные виброизоляторы типа ДО:
1 — пружина, *2* — верхняя планка, *3* — прокладка, *4* — резиновая шайба, *5* — стальная шайба

между рамой вентиляторного агрегата и фундаментом, кронштейнами или покрытием пола.

Наиболее распространенные пружинные виброизоляторы типа ДО (рис. 52) выпускают нескольких типоразмеров (табл. 55).

Таблица 55. **Технические характеристики виброизоляторов типа ДО**

Обозначение	Рабочая нагрузка, Н	Высота без нагрузки, мм	Осадка под нагрузкой, мм	Размеры, мм							Масса, кг
				A	A_1	*Б*	$Д_{ср}$	*d*	d_1	d_2	
ДО38	122	72	27	100	70	60	30	3	12	8,5	0,3
ДО39	219	93	36	110	80	70	40	4			0,4
ДО40	339	113	42	130	100	90	50	5		8,9	1,0
ДО41	540	129	43	130	100	90	54	6			1,2
ДО42	942	170	57	150	120	110	72	8	14	10,5	1,8
ДО43	1648	192	56	160	130	120	80	10			2,5
ДО44	2384	226	66	180	150	140	96	12			3,8
ДО45	3728	281	84	220	180	170	120	16	16	12,5	6,6

Глава V

МЕХАНИЗМЫ, СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И МОНТАЖА ВОЗДУХОВОДОВ И ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 22. МЕХАНИЗМЫ, СТАНКИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЗДУХОВОДОВ

При раскрое вентиляционных заготовок применяют гильотинные ножницы — механизмы СТД-9А и СТД-9Б.

Механизм СТД-9А (рис. 53) с наклонным ножом предназначен для прямолинейной резки листовых стали, латуни, алюминия и других материалов толщиной до 5 мм.

Техническая характеристика механизма СТД-9А

Максимальные размеры разрезаемого листа, мм:	
толщина	4...5
ширина	2500
Ход ножа, мм	80
Максимальная ширина полосы, отрезаемой по упору, мм:	
заднему	500
переднему	1000
Мощность электродвигателя, кВт	6,4
Габаритные размеры, мм:	
длина	3300
ширина	2180
высота	1940
Масса, кг	4900

На механизме СТД-9А смонтировано предохранительное приспособление, которое ограждает на столе ножниц опасную зону прижимной балки и ножа от попадания в нее рук работающего.

Механизм СТД-9Б в отличие от механизма СТД-9А комплектуется подъемным столом и роликовым конвейером для стандартных листов, подлежащих резке, и транспортной тележкой для приема мерных, отрезанных заготовок, что существенно снижает число ручных операций.

Высечной механизм ВМС-106 (рис. 54) используют для прямолинейной и фасонной резки листового металла по наружному и внутреннему контуру. По сравнению с другими механизмами высечной механизм ВМС-106 имеет увеличенный вылет хобота станины, что позволяет производить вырезки в заготовках больших размеров.

Техническая характеристика механизма ВМС-106

Максимальная толщина разрезаемого листа, мм	4
Максимальная толщина листа, допускаемая при вырезке по внутренним контурам, мм	3
Максимальный ход верхнего ножа, мм	8
Вылет хобота станины, мм	1250
Мощность электродвигателя, кВт	2,2

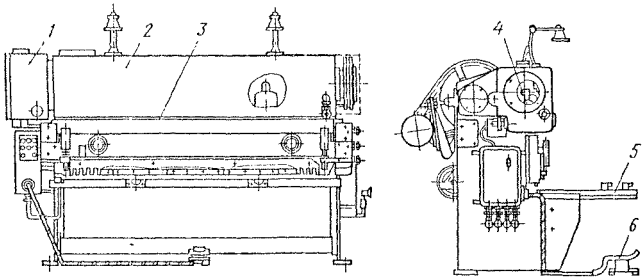


Рис. 53. Механизм СТД-9А:

1 — пульт управления с электроприводом, *2* — станина, *3* — балка ножевая с прижимом, *4* — муфта включения, *5* — стол-траверса, *6* — педаль управления

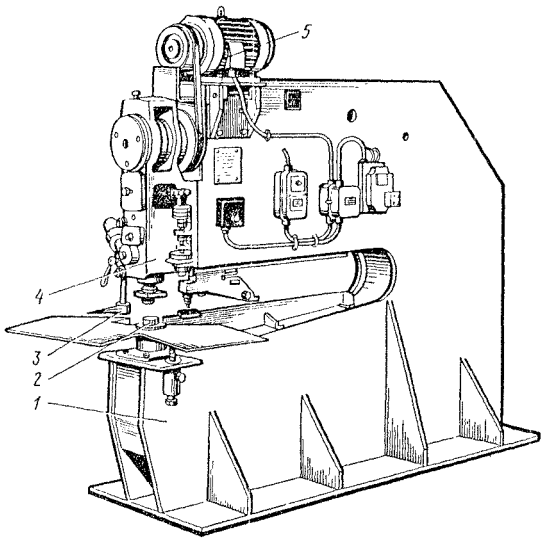


Рис. 54. Механизм ВМС-106:

1 — станина, *2* — неподвижный нож, *3* — подвижный нож, *4* — рабочая головка, *5* — электродвигатель

Габаритные размеры, мм:	
длина	2280
ширина	1100
высота	1900
Масса, кг	1300

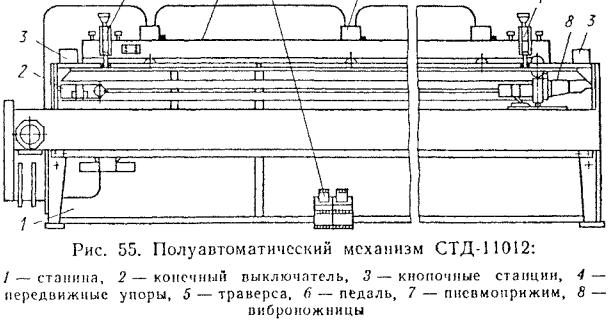


Рис. 55. Полуавтоматический механизм СТД-11012:

1 — станина, *2* — конечный выключатель, *3* — кнопочные станции, *4* — передвижные упоры, *5* — траверса, *6* — педаль, *7* — пневмоприжим, *8* — виброножницы

Полуавтоматический механизм СТД-11012 (рис. 55) предназначен для криволинейной резки разверток звеньев и стаканов для вентиляционных деталей, для отводов и полуотводов.

Техническая характеристика механизма СТД-11012

Толщина разрезаемого листа стали, мм	до 2
Наибольшая длина разрезаемого листа, мм	2600
Скорость перемещения продольной каретки с виброножницами, м/мин	2,2...5,5
Мощность электродвигателя, кВт	0,65
Габаритные размеры, мм:	
длина	3585
ширина	1210
высота	1200
Масса, кг	606

Механизм СТД-14001 (рис. 56) служит для резки листового и сортового металлопроката, пробивки отверстий и зарубок.

Техническая характеристика механизма СТД-14001

Наибольшие размеры разрезаемого металлопроката, мм:	
толщина листа	16
полоса	18×190
круг	50
квадрат (сторона)	45
угловая сталь	125×125×14
швеллер и двутавр	№ 18а
пробивка отверстий диаметром	32
Мощность электродвигателя, кВт	3

Габаритные размеры, мм:	
длина	1950
ширина	700
высота	1780
Масса, кг	3200

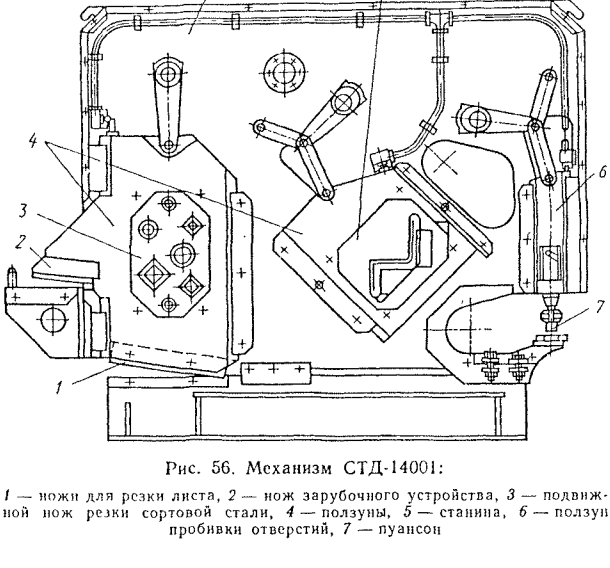


Рис. 56. Механизм СТД-14001:

1 — ножи для резки листа, *2* — нож зарубочного устройства, *3* — подвижной нож резки сортовой стали, *4* — ползуны, *5* — станина, *6* — ползун пробивки отверстий, *7* — пуансон

Механизм СТД-518 предназначен для вальцевания цилиндрических обечаек небольших размеров.

Техническая характеристика механизма СТД-518

Максимальные размеры вальцуемой заготовки, мм:	
толщина	2
ширина	1200
Минимальный диаметр вальцуемой обечайки, мм	100
Скорость вальцевания, м/мин	3
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Масса, кг	740

Четырехвалковый механизм СТД-14 (рис. 57) служит для вальцевания заготовок цилиндрических обечаек (царг) из листовой стали без предварительного отгиба кромок листа.

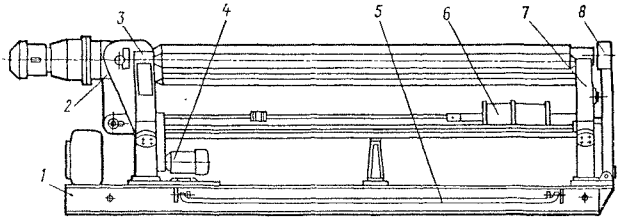


Рис. 57. Механизм СТД-14:

1 — рама, *2* — поворотная цапфа, *3* — стойка, *4* — электродвигатель, *5* — аварийная педаль, *6* — пневмоцилиндр, *7* — стойка, *8* — откидной подшипник

Техническая характеристика механизма СТД-14

Максимальные размеры вальцуемого листа, мм:	
толщина	3
ширина	2500
Минимальный диаметр вальцуемой заготовки, мм	250
Скорость вальцевания, м/мин	9
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	4500
ширина	1220
высота	1227
Масса, кг	3750

Механизм СТД-521 предназначен для прямоугольной гибки листа.

Техническая характеристика механизма СТД-521

Максимальные размеры сгибаемого листа, мм:	
толщина	2
длина	2500
Минимальные размеры поперечного сечения заготовки, мм	200×200
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габаритные размеры, мм:	
длина	3765
ширина	1075
высота	1425
Масса, кг	2900

Фальцепрокатный механизм СТД-16А (рис. 58) служит для прокатывания заготовок фальцевого зацелочного соединения, не требующего последующей осадки, которое применяют при изготовлении воздуховодов прямоугольного сечения, а при наличии соответствующего комплекта роликов — для прокатывания заготовок углового и лежачего фальцев и соединительной рейки при изготовлении воздуховодов круглого и прямоугольного сечений.

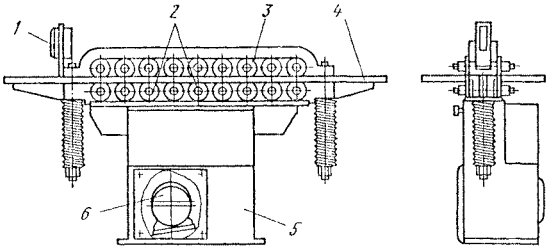


Рис. 58. Механизм СТД-16А:

1 — кнопочная станция, *2*, *3* — нижние и верхние профилирующие ролики, *4* — стол, *5* — станина с приводом, *6* — электрооборудование

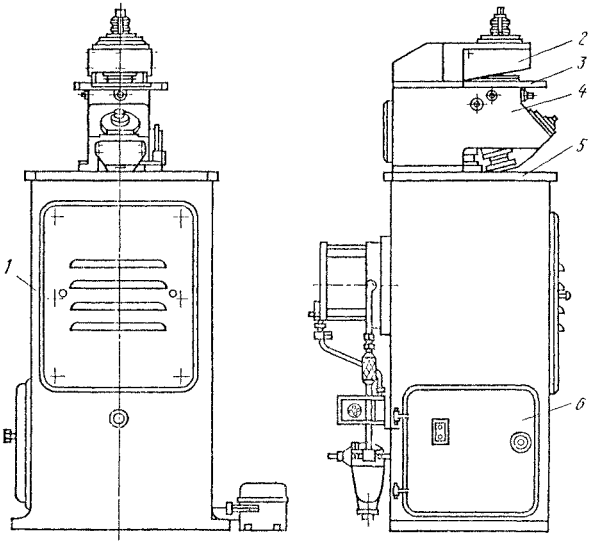


Рис. 59. Механизм СТД-13:

1 — тумба-станина, *2* — просечная головка, *3* — стол с опорой, *4* — формующая головка, *5* — стальная плита, *6* — электрооборудование

Техническая характеристика механизма СТД-16А

Толщина прокатываемого листа, мм	0,5...1
Скорость прокатывания, м/с	0,17
Мощность электродвигателя, кВт	2,2

Габаритные размеры, мм:	
длина	2210
ширина	780
высота	1235
Масса, кг	900

Механизм для прокатывания фальцевых швов СТД-11019 дает возможность работать как с шестью, так и с десятью парами комплектов роликов, что расширяет область его применения.

Механизм СТД-13 (рис. 59) предназначен для отгиба криволинейной кромки с просечкой на боковинах заготовок прямоугольных отводов, собираемых на защелочном соединении. На механизме можно отгибать кромку и без просечки.

Техническая характеристика механизма СТД-13

Максимальная толщина отгибаемого металла, мм	1
Минимальный радиус кривизны отгибаемой кромки, мм	150
Скорость прокатки, м/с	0,076
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Габаритные размеры, мм:	
длина	710
ширина	630
высота	1425
Масса, кг	420

Механизм СТД-28В используют для осаживания лежачих и угловых швов круглых и прямоугольных воздуховодов, фальцы которых изготовлены на фальцепрокатных механизмах.

Техническая характеристика механизма СТД-28В

Максимальная толщина обрабатываемого листа, мм:	
для углового шва	0,7...1,0
для лежачего шва	0,5...1,25
Диаметр обрабатываемых воздуховодов, мм	160...1600
Размеры сторон обрабатываемых воздуховодов прямоугольного сечения, мм	от 160×160 до 750×750
Максимальная длина обрабатываемого воздуховода, мм	2500
Скорость перемещения каретки, м/мин	10
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	4685
ширина	2520
высота	2585
Масса, кг	1700

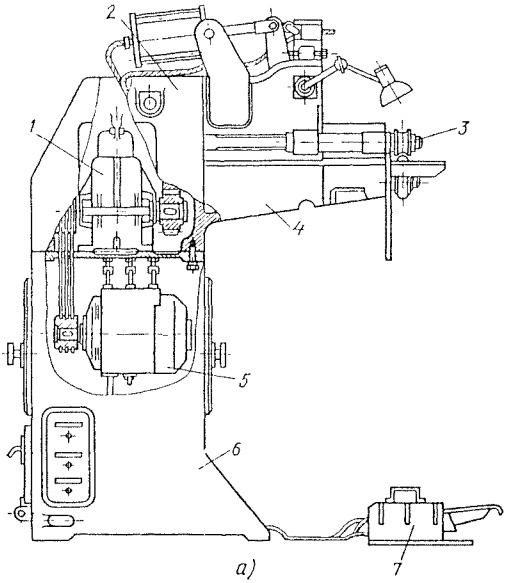


Рис. 60. Механизмы ВМС-76В (*а*) и СТД-865 (*б*):

1 — редуктор, *2* — корпус, *3* — рабочий инструмент, *4* — хобот, *5* — электродвигатель, *6* — станина, *7* — пневматическая педаль, *8*, *10* — хоботы, *9* — направляющие

Механизмы ВМС-76В (рис. 60, *а*) и **СТД-865** (рис. 60, *б*) служат для изготовления отводов из цилиндрических фальцевых заготовок путем соединения звеньев на зигах. Механизмы могут быть использованы для офланцовки, резки и отбортовки звеньев воздуховодов и изготовления раструбов.

Технические характеристики механизмов

	ВМС-76В	СТД-865
Максимальная толщина обрабатываемого материала, мм . .	2	0,8
Диаметр воздуховодов, мм . . .	315...1000	100...315
Скорость прокатки зига, м/мин	6,6...10	2,16; 4,64; 6,49
Мощность двухскоростного элект-		

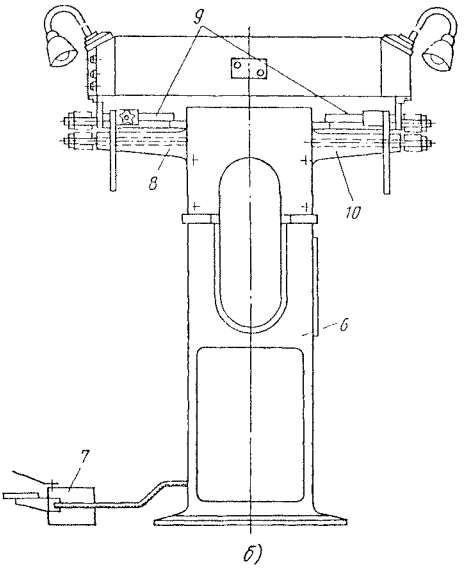


Рис. 60. Продолжение

родвигателя, кВт	1,1/1,6	0,75/1,1
Габаритные размеры, мм:		
длина	1390	1335
ширина	670	550
высота	1860	1500
Масса, кг	1100	400

Механизированный комплекс СТД-13025 для изготовления отводов круглого сечения (рис. 61) по принципу работы аналогичен зигмашинам (механизмы ВМС-76В и ВМС-78). Благодаря вертикальному расположению осей отбортовочных роликов облегчается процесс сборки звеньев. Этому способствует также привод роликов от электродвигателя с бесступенчатым регулированием. Для повышения производительности устанавливают два механизма: один — налаженный на сборку отводов на зигах, второй — на отбортовку, что исключает переналадку механизмов.

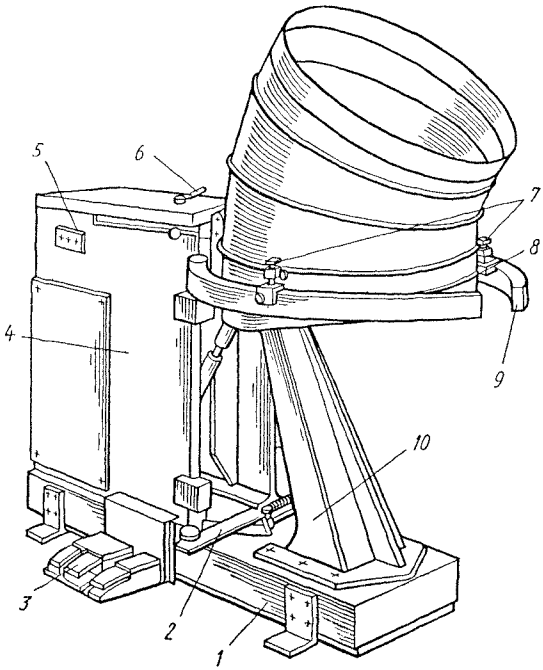


Рис. 61. Механизированный комплекс СТД-13025:

1 — основание, *2* — рычаг, *3* — педаль управления, *4* — коробка, *5* — кнопочная станция, *6* — регулятор скорости, *7* — стопорные винты, *8* — поддерживающие ролики, *9* — сменные дуги, *10* — стойка

Техническая характеристика механизированного комплекса СТД-13025

Максимальная толщина прокатываемого металла, мм	1,0
Диаметр обрабатываемых отводов, мм:	
из одного звена и двух стаканов	355...1000
из трех звеньев и двух стаканов	200...1000
Регулируемая скорость профилирующих колес, $мин^{-1}$	1,5...75
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Габаритные размеры, мм:	
длина	1610
ширина	720
высота	1045
Масса, кг	1005

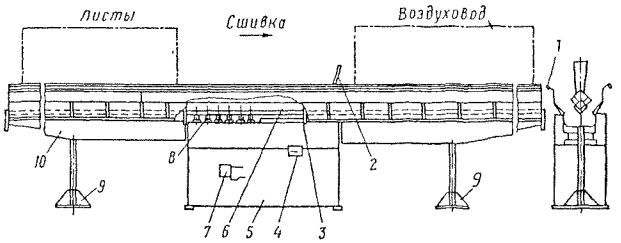


Рис. 62. Полуавтомат СТД-11013 для угловой сшивки воздуховодов прямоугольного сечения:

1 — поддержка, 2 — каретка, 3 — осаживающие ролики, 4 — кнопочная станция, 5 — станина, 6 — формовочная балка, 7 — привод, 8 — профилирующие ролики, 9 — дополнительные опоры, 10 — удлинительные кронштейны

Полуавтомат для угловой сшивки прямоугольных воздуховодов СТД-11013 (рис. 62) предназначен для образования углового фальцевого соединения и его осадки (уплотнения) из коробообразных заготовок. На полуавтомате СТД-11013 можно собирать прямоугольные воздуховоды из отдельных плоских или Г-образных панелей, а также путем сочетания П-образной панели с плоской.

Техническая характеристика полуавтомата СТД-11013

Толщина обрабатываемого металла, мм	0,5...1,0
Размеры сшиваемых воздуховодов, мм:	
размеры сторон	200...1000
длина (без дополнительных кронштейнов)	2500
Скорость сшивки, м/мин	10
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габаритные размеры, мм:	
длина	6300
ширина	600
высота	1330
Масса, кг	1125

Механизм СТД-1015 (рис. 63) служит для отбортовки воздуховодов прямоугольного сечения на плоскость фланца.

Техническая характеристика механизма СТД-1015

Максимальная толщина обрабатываемого металла, мм	1,0
Максимальная длина стороны воздуховода, мм	1250
Мощность электродвигателя, кВт	5,5

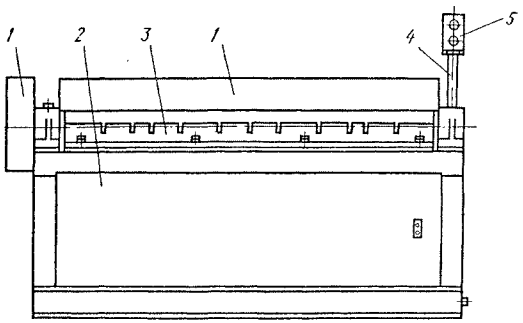


Рис. 63. Механизмы СТД-1015:

1 — ограждение, *2* — станина, *3* — гребенка, *4* — стойка, *5* — пульт

Габаритные размеры, мм:	
длина	1700
ширина	750
высота	820
Масса, кг	820

Механизм СТД-747 (рис. 64) применяют для гибки фланцев и бандажей круглых воздуховодов из листового, полосового и углового металлопроката.

Техническая характеристика механизма СТД-747

Диаметр изгибаемых заготовок, мм:	
минимальный для фланцев и бандажей	180
максимальный для бандажей	900
максимальный для фланцев	1400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	1250
ширина	900
высота	1900
Масса, кг	2030

Механизм СТД-588 применяют для отбортовки воздуховодов наперекало фланца или под бандаж.

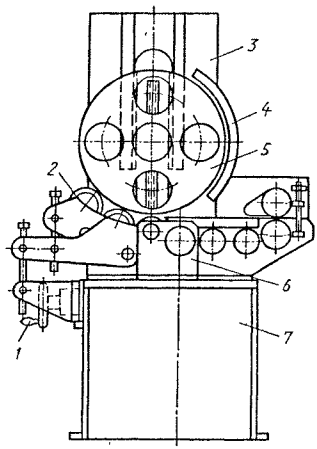


Рис. 64. Механизм СТД-747:

1 — ручной привод, *2* — блок роликов, *3* — стойка, *4* — съемник, *5* — шаблон, *6* — кронштейн, *7* — станина

Техническая характеристика механизма СТД-588

Размеры обрабатываемых воздуховодов, мм:	
диаметр	100...2000
длина	500...2500
Максимальная толщина материала, мм	1,5
Средняя скорость отборотовки, м/мин	6,4
Мощность электродвигателей, кВт	4,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	4400
ширина	1050
высота	1350
Масса, кг	2650

На **стане СТД-3918А** (рис. 65) изготовляют из рулонной стали прямые звенья воздуховодов круглого сечения со спирально-сварным швом.

Техническая характеристика стана СТД-3918А

Размеры изготовляемых труб, мм:	
диаметр	180...2000
длина	до 6000
Размеры рулонной стали, мм:	
ширина	400...750
толщина	0,8...2,2
Мощность электродвигателей, кВт	20
Скорость выхода готовой трубы (средняя), м/ч	35
Механизм сварки	установка для плазменной сварки СТД-71002
Механизм отрезки	фреза или плазматрон
Габаритные размеры, мм:	
длина	11 600
ширина	7 800
высота	2 850
Масса, кг	12 000

На **автоматической линии СТД-450Б** изготовляют спирально-сварные прямые участки воздуховодов круглого сечения. Линия состоит из разматывателя рулонной стали, механизма мерной резки, формовочных головок, аналогичных головкам стана СТД-3918А, приемного устройства и механизма двусторонней отбортовки СТД-588.

Техническая характеристика автоматической линии СТД-450Б

Диаметры изготовляемых труб, мм	100...2000
Длина отрезаемых труб, мм:	
в наладочном режиме	100...6000
в автоматическом режиме	2000...6000

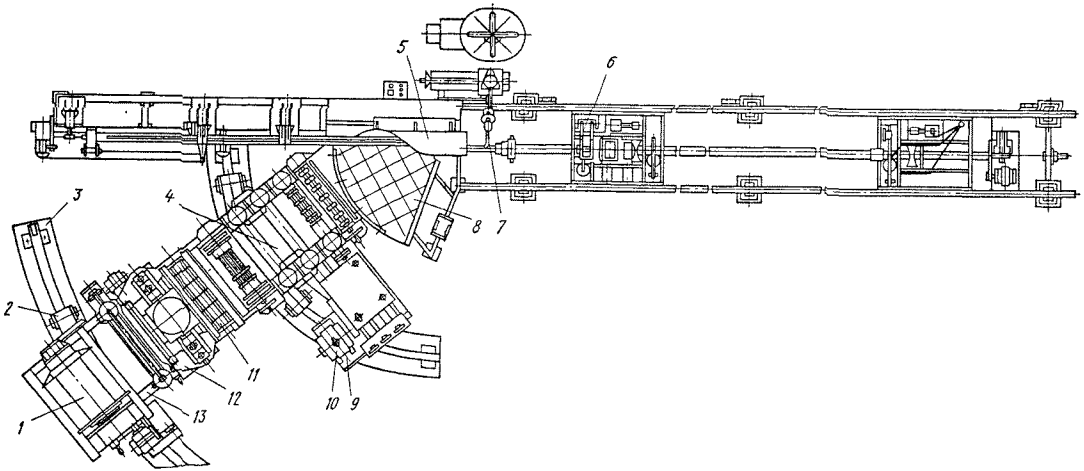


Рис. 65. Стан СТД-3918А:

1 — разматыватель ленты, *2* — катки, *3* — рельсы, *4* — валковая клеть, *5* — формующие гильзы, *6* — механизм отрезки, *7* — сварочная головка, *8* — механизм формования, *9* — механизм поворота рамы, *10* — электродвигатель, *11* — механизм сварки ленты, *12* — гильотинные ножницы, *13* — поворотная рама

Размер ленты, мм:	
ширина	200...750
толщина	0,8...2,2
Максимальная масса рулона стальной ленты, кг	5000
Средняя производительность, $м^2/ч$	720
Мощность электродвигателей, кВт	8,6
Габаритные размеры, мм:	
длина	14 000
ширина	8 000
высота	2 850
Масса, кг	14 200

Стан СТД-3921 (рис. 66) предназначен для изготовления прямых участков воздуховодов круглого сечения со спирально-замковым (фальцевым) швом путем навивки стальной ленты.

Техническая характеристика стана СТД-3921

Наружный диаметр изготовляемых труб, мм	160...2000
Длина труб, мм	до 6000
Размеры стальной ленты, мм:	

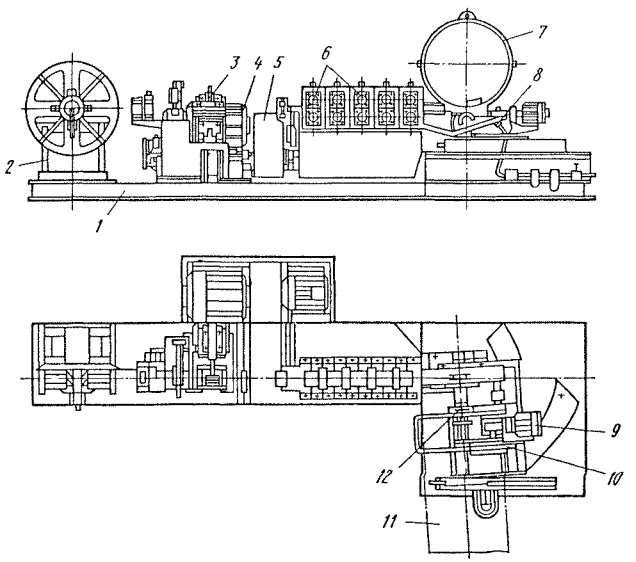


Рис. 66. Стан СТД-3921:

1 — станина, *2* — разматыватель, *3* — механизм резки и сварки ленты, *4* — привод, *5* — редуктор, *6* — профилировочный механизм, *7* — формовочная головка, *8* — механизм возврата пилы, *9* — электродвигатель, *10* — каретка, *11* — труба, *12* — фреза

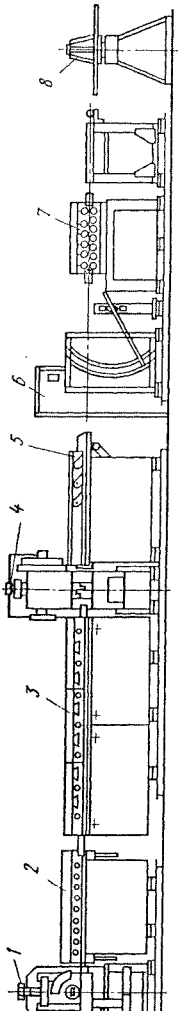


Рис. 67. Автоматизированная линия СТД-180А:
1 — механизм гибки профиля, *2* — механизм формования профиля, *3* — механизм транспортирования заготовки, *4* — штамп, *5* — механизм шаговой подачи, *6* — электрошкаф, *7* — механизм подачи ленты, *8* — рулонница

ширина	125, 130, 135
толщина	0,5...1,0
Скорость выхода готовой трубы, м/мин	1,5...10,8
Мощность электродвигателей, кВт	25
Габаритные размеры, мм:	
длина	6000
ширина	2650
высота	1800
Масса, кг	2500

Автоматическая линия СТД-850 предназначена для изготовления спирально-фальцевых труб. Линия состоит из разматывателя ленты, формообразующего механизма по типу спирально-замкового стана, механизма отрезки и приемного устройства.

Техническая характеристика автоматической линии СТД-850

Размеры изготовляемых труб, мм:	
диаметр	100...1600
длина	до 3000
Размеры стальной рулонной ленты, мм:	
ширина	100
толщина	0,55; 0,7; 1,0
Максимальная масса рулона, кг	800
Бесступенчато-регулируемая скорость ленты, м/мин	0...70
Средняя производительность линии, $м^2/ч$	150
Мощность электродвигателей, кВт	24,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	5625
ширина	6310
высота	2624
Масса линии, кг	3175

Автоматизированную линию СТД-180А (рис. 67) используют для массового изготовления бандажей сварной конструкции. На линии к получаемому бандажу приваривают ушки и ручей бандажа заполняют мастикой «Бутепрол»

Техническая характеристика линии СТД-180А

Диаметр воздуховодов под изготовляемые бандажи, мм . 200...900
Размеры рулонной ленты, мм:
ширина . . . . . 56...60
толщина 0,8; 1,0; 1,5
Общая мощность электродвигателей, кВт 11,4
Общая мощность сварочных аппаратов, кВт 22
Габаритные размеры, мм:
длина 16 345
ширина 8 600
высота 2 162
Масса (без сварочных аппаратов), кг 7 500

§ 23. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Для повышения производительности труда на монтажных работах важное значение имеют механизация погрузочно-разгрузочных работ и транспортирование материалов и вентиляционного оборудования в процессе монтажа. Для производства вентиляционных работ в качестве такелажных и подъемных средств применяют блоки, полиспасты, ручные и электрические лебедки, тали и домкраты.

Блоки (рис. 68) — широко распространенные элемеиты грузоподъемиых машин; прн монтажных работах блоки иногда применяют как самостоятельное средство для подъема грузов, а также для изменения направления движения каната (неподвижные блоки). По грузоподъемности и количеству роликов блоки бывают одно- и многорольные (табл. 56).

Таблица 56. **Техническая характеристика блоков**
(см. рнс. 68)

Наибольшее тяговое усилие, кН	Диаметр ролика, мм	Максимальный диаметр стального каната, мм	Размеры, мм				Масса, кг
			А	*Б*	*В*	*Г*	
		Однорольные блоки					
10	150	8,7	505	240	297	80	10,5
50	300	19,5	890	420	535	130	46
100	400	24	1170	560	700	165	93,5
		Двухрольные блоки					
100	300	19,5	1000	440	570	210	88
150	400	24	1300	560	725	235	175
200	400	24	1380	560	750	245	203

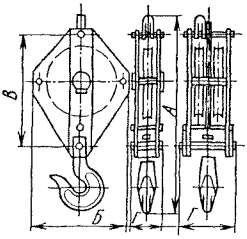


Рис. 68. Блоки

Лебедки — грузоподъемные машины, у которых для подъема или перемещения груза канат навивается на барабан. Номинальное тяговое усилие в канате у ручных лебедок, широко применяемых при монтажных работах, как правило, небольшое.

Универсальную лебедку СТД-53010 используют для подъема звеньев воздуховодов и вентиляционного оборудования в производственных зданиях. Барабан вращается через червячную пару вручную либо от электрического привода электросверлильной машины.

Техническая характеристика лебедки СТД-53010

Номинальное тяговое усилие в канате, кН	4
Канатоемкость барабана, м	30
Диаметр каната, мм	4,1
Подача каната за один оборот ручки, мм	25
Скорость намотки каната от электропривода, м/с	0,04
Габаритные размеры, мм:	
длина	360
ширина	510
высота	350
Масса, кг	26

Таблица 57. **Технические характеристики барабанных электрических лебедок различных марок**

Показатели	СТД-53009	СТД-53008	СТД-53007
Номинальное усилие в канате, кН	4	10	32
Диаметр каната, мм	5,1	8,1	13,5
Канатоемкость, м	40	80	120
Скорость навивки каната, м/с	0,12	0,12	0,12
Мощность электродвигателя, кВт	0,55	2,2	7,5
Габаритные размеры, мм:			
длина	535	1040	1475
ширина	620	740	1228
высота	700	610	600
Масса, кг	70	263	832

Примечание. Каждая лебедка комплектуется двумя однорольными блоками с откидной щечкой и наибольшим тяговым усилием, вдвое превышающим номинальное тяговое усилие в канате лебедки.

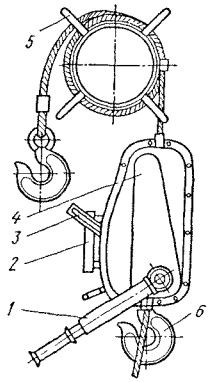


Рис. 69. Монтажно-тяговый механизм МТМ:

1 — телескопический рычаг, *2* — ручка, *3* — рычаг обратного хода, *4* — корпус, *5* — обойма для намотки каната, *6* — крюк

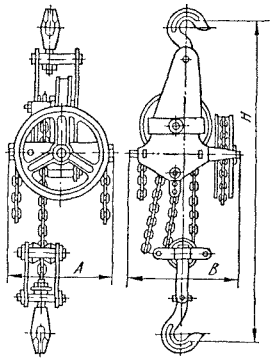


Рис. 70. Червячная таль

Барабанные электрические лебедки используют при поднятии звеньев воздуховодов и вентиляционного оборудования. Для вентиляционных работ применяют электрические лебедки различных марок (табл. 57).

Монтажно-тяговые механизмы МТМ (ручные рычажные лебедки) (рис. 69) выпускают с тяговым усилием в канате 16 и 32 кН (1,6 и 3,2 т). Масса лебедки (без каната) с тяговым усилием 16 кН составляет

Таблица 58. **Технические характеристики червячных талей** (см. рис. 70)

Грузоподъемность, т	Скорость подъема груза, м/мин	Тяговое усилие на цепи, Н	Размеры, мм			Масса, с цепями, кг	
			H (в стянутом виде)	*A*	*B*	сварными	пластинчатыми
1	0,6	350	610	270	290	40	45
3	0,33	656	960	370	360	80	90
5	0,23	750	1180	480	460	145	180
10	0,12	750	1610	670	670	—	410

Примечание. Масса талей указана с цепями длиной, обеспечивающей подъем груза на высоту 3 м.

17,8 кг, а с тяговым усилием 32 кН — 29,5 кг. Наибольшая масса и большая маневренность способствуют распространению лебедок при монтажных работах.

Тали (рис. 70) — распространенные подъемные механизмы при монтаже вентиляционных систем; имеют сравнительно простую конструкцию, небольшую массу, надежны в работе, легко закрепляются на опоре. Тали бывают червячные (табл. 58), шестеренные и рычажные.

Домкрат — переносной грузоподъемный механизм, предназначенный для подъема тяжеловесного груза на небольшую высоту (100... 500 мм). По конструкции различают винтовые, гидравлические, клиновые и реечные домкраты.

Винтовые домкраты (рис. 71, *а*) изготовляют грузоподъемностью

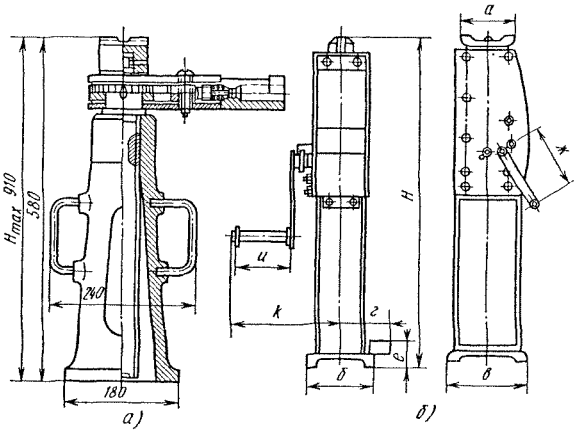


Рис. 71. Домкраты:
а — винтовой, *б* — реечный

Таблица 59. **Технические характеристики реечных домкратов** (см. рис. 71, *б*)

№ домкрата	Грузоподъемность, т	Усилие на рукоятке, Н	Размеры, мм								Масса, кг
			Н	*а*	*б*	*в*	*г*	*е*	*ж*	*к*	
1	3	220	710...1100	120	90	150	76	60	175	256	27
2	5	250	724...1124	140	80	180	76	67	200	300	50
3	5	250	850...1220	120	150	190	108	70	250	278	32

Таблица 60. **Выбор диаметра стальных канатов, применяемых для изготовления стропов**

Диаметр каната, мм	Допускаемое усилие на одну ветвь стропа, кН, при угле наклона стропа к вертикали, град			
	0	30	45	60
8,7	4	3,5	2,8	2
11	6	5	4	3
13	9	8	6	4
15,5	13	11	9	6
17,5	17	15	12	8
19,5	21	18	15	10
22	27	23	19	13
24	32	28	23	16
26	39	34	28	20

до 20 т; они надежно удерживают груз в любом положении и могут плавно его опускать.

Гидравлические домкраты работают по принципу гидравлического пресса; в вентиляционных работах их применяют редко.

Клиновые домкраты работают по принципу перемещения двух клиновидных пластин навстречу одна другой. Грузоподъемность клиновых домкратов от 1 до 10 т.

Реечные домкраты (рис. 71, *б*) выпускают грузоподъемностью до 5 т с высотой подъема 0,3...0,4 м и ручным приводом (табл. 59).

Стропы используют для строповки грузов при погрузочно-разгрузочных работах и монтаже вентиляционных устройств с помощью грузоподъемных средств. Диаметр инвентарных стропов и стальных канатов, используемых при такелажных работах, выбирают в зависимости от усилия и угла наклона стропа (табл. 60).

§ 24. САМОХОДНОЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

При производстве вентиляционных работ как на строительно-монтажных объектах, так и в условиях заготовительного производства применяют различные грузоподъемные краны — башенные, автомобильные, гусеничные, козловые, мостовые, кран-балки и др.

Башенные краны марок КБ-100.3А-1, КБ-308А; КБ-403А; КБ-405.1А; КБ-674 и др. (ГОСТ 13556—85) — универсальные монтажные машины, применяемые для монтажа высоких и протяженных сооружений. По грузоподъемности при максимальном вылете башенные краны подразделяют на несколько групп: для подъема грузов менее 3,5 м с грузовым моментом до 1000 кН·м, грузов от 3,5 до 6 т с грузовым моментом до 4000 кН·м и грузов до 16 т с грузовым моментом более 10 000 кН·м.

Таблица 61. **Основные технические данные подъемных машин и механизмов**

Подъемная машина или механизм	Наибольшая высота подъема крюка или площадки, м	Вылет стрелы или люльки, м	Грузоподъемность, т	Габаритные размеры в транспортном положении, м			Масса, кг
				длина	ширина	высота	
Полиоповоротные самоходные автомобильные краны:							
МКА-6,3 на шасси ЗИЛ-130	8,1 и 12,1	3,4 и 5	6,3 и 2,5	9,25	2,6	3,9	9,8
МКА-10М » » МАЗ-500А	10 и 18	4 и 5,5	10 и 4,5	13,3	2,65	3,95	14,6
МКА-16 » » КрАЗ-257К	10,5 и 25	4,1 и 7,5	16 и 5,5	14,3	2,7	4,1	23,6
Краны на пневмоколесном ходу:							
МКП-10	10 и 18	4 и 6,5	10 и 3,8	14,3	3,2	3,8	16
МКП-16	10,5 и 25	4,1 и 7,5	16 и 5,5	14,5	3,2	4	24
Краны на гусеничном ходу:							
МКГ-6,3	10 и 18	4 и 5,5	6,3 и 2,8	4,15	3,0	3,5	15,9
МКГ-10А	10 и 18	4 и 5,5	10 и 4,5	5,55	3,2	3,5	20
МКГ-16М	10 и 25	4 и 7,5	16 и 5,5	15,3	3,2	3,5	25,5
Автопогрузчики:							
4091	4,5	—	1,0	2,56	0,96	2,8	2,2
4092	4,5	—	2,0	3,46	1,12	2,8	3,6
4013	4,5	—	3,2	4,82	2,16	3,15	4,95
4014	4,5	—	5,0	5,1	2,33	2,8	6,45
Телескопические вышки:							
ВИ-15М на базе ГАЗ-51А	13,6	—	0,2	6,2	2,28	3,42	4,3
ВИ-23А » ЗИЛ-164	21,65	—	0,35	8,4	2,35	3,27	7,1
Монтажная вышка с шарнирной стрелой МШТС-3С на базе ЗИЛ-157К	20,2	8	0,4	10,2	2,6	3,3	11,4
Монтажные автогидроподъемники:							
АГП-12М на базе ГАЗ-53А	12	9	0,2	8,3	2,5	3,32	6
АГП-18 » » ГАЗ-53А	18	9	0,35	10	2,4	3,4	7,4
АГП-22 » » ЗИЛ-130АН	22	10,5	0,3	11,8	2,5	3,57	9,2
АГП-28 » » ЗИЛ-133Г2	28	13,5	0,3	13,3	2,5	3,78	15
Выдвижные самоходные подмости ПВС-12	12,3	—	0,7	5	2,7	3,3	4,8

Автомобильные краны (рис. 72), у которых поворотная платформа монтируется на шасси грузового автомобиля, обладают большой скоростью передвижения, маневренностью и большой проходимостью. По виду привода автомобильные краны разделяются на краны с механическим, электрическим и гидравлическим приводами. Крановыми механизмами управляют с пульта на поворотной платформе, а механизмами передвижения — из кабины автомобиля.

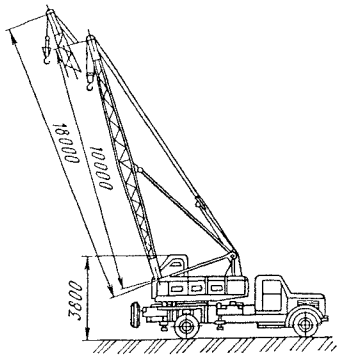


Рис. 72. Автомобильный кран

Помимо автомобильных кранов на монтажных и заготовительных работах используют краны на пневмоколесном ходу и гусеничные краны, автопогрузчики, телескопические вышки, автогидроподъемники. Сведения о подъемных машинах и механизмах приведены в табл. 61.

Монтажная вышка ВМД-4 (рис. 73) предназначена для выполнения монтажных работ на высоте 3,8...6 м. Основание *4* вышки состоит из сварной рамы с планками для навешивания телескопа, двух откидных опор *2*, которые обеспечивают устойчивость при работе, и четырех

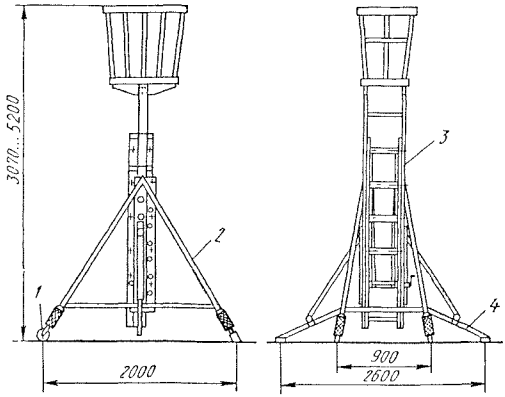


Рис. 73. Монтажная вышка ВМД-4:

1 — колесо, *2* — откидная опора, *3* — телескопическая стойка, *4* — основание

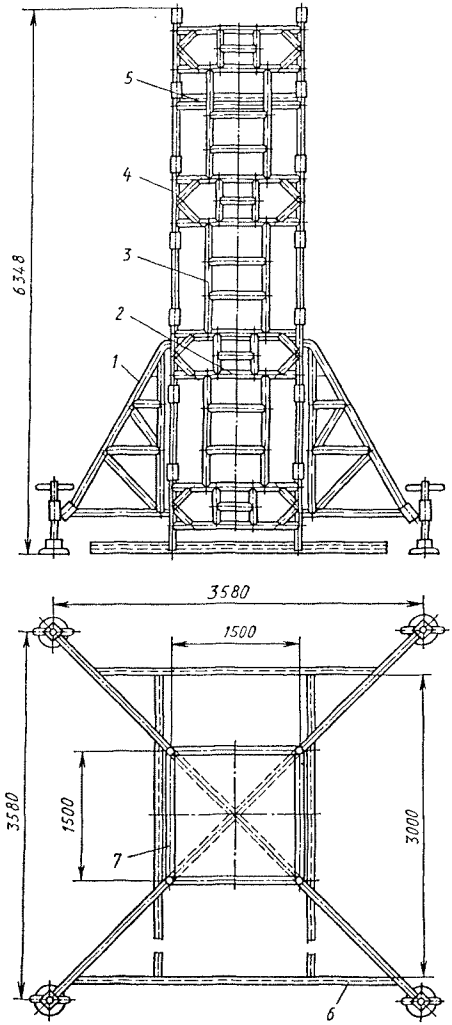


Рис. 74. Разборные подмости АЗ-8204/1:
1 — подкос, *2* — диагональ, *3, 5* — лестницы, *4* — панель, *6* — рама, *7* — рабочая площадка

регулируемых опор с двумя колесами *1* для перемещения вышки в рабочей зоне. Телескоп выполнен в виде двух стоек *3*, перемещающихся одна в другой в вертикальном направлении. К выдвижной части телескопа крепится площадка (корзина) с откидной крышкой люка. Площадка поднимается и опускается на требуемую высоту вращением рукоятки подъемного устройства.

Техническая характеристика вышки ВМД-4

Грузоподъемность, кг	100
Высота до рабочей площадки, мм:	
минимальная	2270
максимальная	4400
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	2100
ширина	920
высота	3070
Масса, кг	62,5

Разборные подмости АЗ-8204/1 (рис. 74), изготовленные из алюминиевого проката, состоят из колонны, которая собирается из панелей *4*, скрепляемых лестницами *3*. Колонна установлена на раме *6*, а устойчивость ее обеспечивается подкосами *1*. В верхней части колонны находится рабочая площадка *7* размером 1500×1500 мм, с которой монтируют воздуховоды.

Техническая характеристика подмостей АЗ-8204/1

Допускаемая нагрузка, Н:	
вертикальная	1000
горизонтальная	500
Наибольшее расстояние от пола до рабочей площадки, мм	5345
Габаритные размеры, мм:	
длина	3580
ширина	3580
высота (наибольшая)	6348
Масса, кг	445

§ 25. ИНСТРУМЕНТЫ

К **измерительным инструментам** относятся штангенциркули, кронциркули, нутромеры.

Штангенциркулем (рис. 75, *а*) контролируют геометрические размеры деталей, обработанных на металлорежущих станках, а также его используют при монтажно-сборочных работах. Штангенциркулем можно измерять наружные и внутренние диаметры изделий, расстояния между поверхностями, плоскостями, осями, измерять толщину и размеры металлопроката.

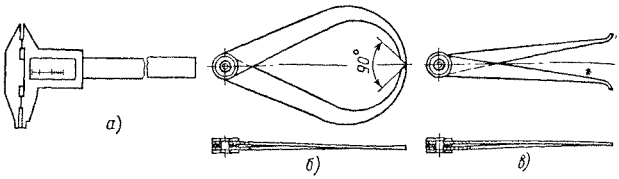


Рис. 75. Измерительные инструменты:
а — штангенциркуль, *б* — кронциркуль, *в* — нутромер

Кронциркулем (рис. 75, *б*) измеряют диаметры наружных цилиндрических поверхностей, *нутромером* (рис. 75, *в*) — диаметры внутренних цилиндрических поверхностей.

Разметочные инструменты применяют для перенесения размеров с чертежа на заготовку путем нанесения на нее точек и линий, которые обозначают оси и контуры детали. Такими инструментами служат масштабные линейки, линейки со скошенными краями, угольники с основанием, угломеры, кронциркули, разметочные циркули, чертилки, кернеры, клейма.

Чертилкой проводят риски при разметке деталей при производстве заготовительных и слесарно-сборочных работ. В зависимости от выполнения разметочной операции применяют чертилки разных видов (рис. 76, *а*). Чертилки обычно изготовляют из инструментальной стали.

Кернером (рис. 76, *б*) выбивают на рисках небольшие углубления (керны), обеспечивающие восстановление риски в случае ее истирания.

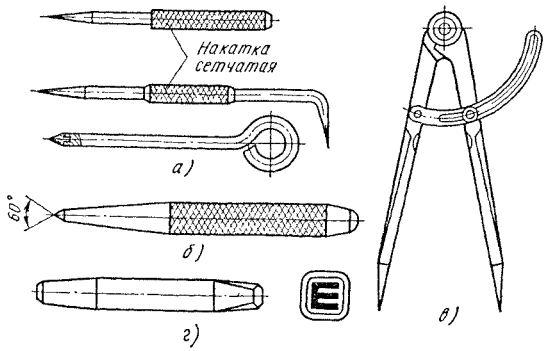


Рис. 76. Разметочные инструменты:
а — чертилки, *б* — кернер, *в* — циркуль, *г* — алфавитные клейма

Разметочным циркулем (рис. 76, *в*) проводят криволинейные риски (радиусы, окружности) при выполнении разметочных работ.

Алфавитные клейма (рис. 76, *г*) используют для маркирования деталей, сборочных единиц при выполнении слесарно-сборочных работ.

Ручные монтажные инструменты и приспособления для монтажа вентиляционных систем весьма разнообразны. К ним относятся: раздвижные и обычные двусторонние ключи, электрические гайковерты, сверлильные электрические машины, инструмент для резки и опиловки металла, дисковые пилы, ножовки, струбцины, стяжные устройства и др.

Двусторонние гаечные ключи (ГОСТ 2839—80) изготовляют с размерами зева: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 22, 24, 27 и 30 мм.

Разводные гаечные ключи (ГОСТ 7275—75) выпускают с максимальным раскрытием зева 19 и 30 мм.

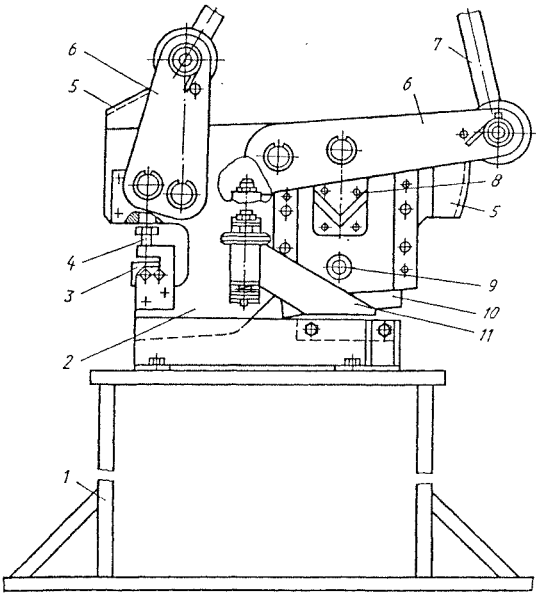


Рис. 77. Комбинированные ножницы для вентиляционных работ СТД-53005:

1 — подставка, *2* — корпус, *3, 4* — матрица и пуансон для пробивки отверстий, *5* — сектор, *6* — щеки, *7* — рычаг, *8* — нож для резки угловой стали, *9* — нож для резки круглой стали, *10* — нож для резки листовой стали, *11* — упор

Ручные кровельные ножницы СТД-48 и *СТД-951* изготовляют как правые, так и левые, общей длиной 250...300 мм. Режущие кромки ножниц выполнены из твердосплавных пластин. Ножницы применяют для резки кровельной тонколистовой стали толщиной до 1,5 мм.

Комбинированные ножницы для вентиляционных работ СТД-53005 (рис. 77) служат для ручной резки листов, фасонного металлопроката и пробивки отверстий.

Техническая характеристика ручных комбинированных ножниц СТД-53005

Наибольшая толщина разрезаемого металлопроката, мм:	
угловая сталь	36×36×4
круглая сталь	12
листовая сталь	4
Наибольший диаметр отверстий, пробиваемых в металле толщиной до 4 мм, мм	10
Габаритные размеры, мм:	
длина	1600
ширина	320
высота	1086
Масса, кг	54

Электрические ножницы ИЭ-5404 и *ИЭ-5405* с двойной изоляцией токонесущих частей состоят из электродвигателя, передающего крутящий момент через шестеренный редуктор к кривошипно-ползунному механизму, который создает возвратно-поступательное движение ползуна с закрепленным на нем ножом. Другой, неподвижный нож закреплен в державке.

Техническая характеристика ножевых электрических ножниц

	ИЭ-5404	ИЭ-5405
Наибольшая толщина разрезаемого металла, мм	1,6	2,5
Число двойных ходов ножа в 1 мин	1800	1140
Напряжение питания, В	220	220
Мощность электродвигателя, Вт	230	420
Масса, кг	3	4,5

Ручные шлифовальные машины применяют для вырезки отверстий и окон в воздуховодах, резки металлопроката, зачистки сварных швов. Режущим инструментом в машине служат высокоскоростные, армированные стеклотканью, шлифовальные круги. Шлифовальные круги режут любой металл, в том числе и легированные стали.

Техническая характеристика шлифовальных машин

	Ш1-178	Ш1-230
Размеры шлифовального круга, мм:		
диаметр	178	230
толщина	2...10	2...10
Частота вращения шпинделя, $мин^{-1}$	8500	6600
Мощность электродвигателя, Вт	1900	1900
Напряжение питания, В	220	220
Масса, кг	9	9,2

Ручные ударные электрогайковерты ИЭ-3113А и *ИЭ-3115Б* предназначены для сборки резьбовых соединений. Крутящий момент от электродвигателя через редуктор и ударный механизм передается шпинделю с головкой. Гайка завинчивается плавно, пока момент сопротивления закручиванию не превысит крутящий момент, передаваемый от электродвигателя. После этого ударный механизм начинает совершать возвратно-поступательные движения, периодическими ударами закручивая гайку до отказа.

Техническая характеристика ручных гайковертов

	ИЭ-3113А	ИЭ-3115Б
Диаметр затягиваемой резьбы, мм	до 16	12...30
Наибольший момент затяжки, Н·м	125	700
Частота вращения шпинделя, $мин^{-1}$	1000	120
Мощность электродвигателя, Вт	340	420
Напряжение питания, В	220	220
Масса, кг	3,5	5,1

Электрические сверлильные машины ИЭ-1035 и *ИЭ-1032А* с двойной изоляцией токонесущих частей предназначены для сверления отверстий в деталях из металла и других материалов.

Техническая характеристика сверлильных машин

	ИЭ-1035	ИЭ-1032А
Наибольший диаметр сверления, мм	14	9
Частота вращения шпинделя, $мин^{-1}$	700	940
Мощность электродвигателя, Вт	400	420
Напряжение питания, В	220	220
Масса, кг	2,5	1,7

Ручные ножовочные рамки (ГОСТ 17270—71) применяют при ручной резке металлопроката. *Ножовочные полотна* (ГОСТ 6645—86) изготовляют с межцентровым расстоянием 250 и 300 мм из стали марок Р9 и Х6ВФ.

Напильники общего назначения (ГОСТ 1465—80) используют при опиловке деталей и изделий. По форме сечения напильники бывают:

плоские (тупоносые и остроносые), круглые, полукруглые, квадратные, трехгранные, ромбические и ножовочные с длиной рабочей части 100...400 мм.

Надфили (ГОСТ 1513—77*) служат для тонкой зачистки изделий. Так же как и напильники, их изготовляют различной конфигурации, длиной рабочей части 40, 60 и 80 мм.

Струбцина СТД-51005 с двусторонними губками (рис. 78) с максимальным зевом 150 мм предназначена для сборки воздуховодов на бандажном и фланцевом соединениях. Фиксаторы *1* на губках *3* и *5* вставляют в одну из пар отверстий для соединения бандажа или

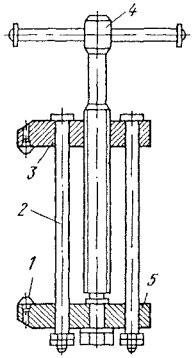


Рис. 78. Струбцина СТД-51005:

1 — фиксатор, *2* — *направляющие*, *3*, *5* — губки, *4* — винт

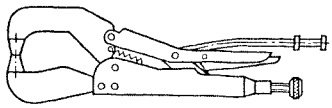


Рис. 79. Фиксаторные клещи СТД-153

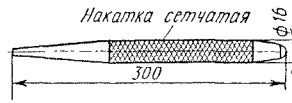


Рис. 80. Удлиненная оправка СТД-931/2

фланца и стягивают винтом *4* до тех пор, пока через вторую пару отверстий можно будет вставить болт и навернуть на него гайку. Габаритные размеры струбцины 170×74×260 мм; масса 2,2 кг.

Фиксаторными клещами СТД-153 (рис. 79) с максимальным зевом 120 мм стягивают бандажи при сборке воздуховодов на бандажном соединении. Масса клещей 1,5 кг.

Удлиненную оправку СТД-931/2 (рис. 80) применяют при сборке воздуховодов для совмещения отверстий во фланцевых соединениях. На участке, где монтажник держит оправку рукой, сделана сетчатая накатка. Ударная часть оправки обработана термически. Острый конец оправки вставляют в отверстия фланцев, а другим ее концом как рычагом совмещают фланцы в нужную сторону до совпадения отверстий.

Клещи для односторонней клепки СТД-53004 (рис. 81, *а*) используют при сборке изделий из листового металла с помощью комбинированных заклепок.

Техническая характеристика клещей для односторонней клепки СТД-53004

Диаметр заклепки, мм	3...5,3
Диаметр стержня, мм	1,8...2,5
Толщина склепываемого пакета, мм	3...5
Габаритные размеры, мм:	
длина	350
ширина	35
высота	80
Масса, кг	0,9

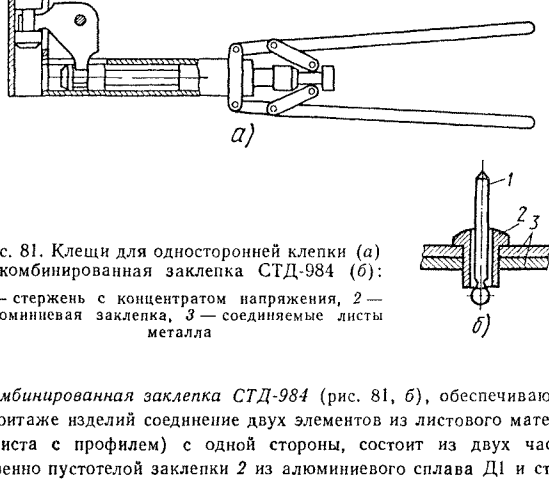


Рис. 81. Клещи для односторонней клепки (*а*) и комбинированная заклепка СТД-984 (*б*):

1 — стержень с концентратом напряжения, *2* — алюминиевая заклепка, *3* — соединяемые листы металла

Комбинированная заклепка СТД-984 (рис. 81, *б*), обеспечивающая при монтаже изделий соединение двух элементов из листового материала (листа с профилем) с одной стороны, состоит из двух частей: собственно пустотелой заклепки *2* из алюминиевого сплава Д1 и стального стержня *1* (сердечника), который образует замыкающую головку.

§ 26. БРИГАДНЫЕ КОМПЛЕКТЫ ИНСТРУМЕНТА, ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ

Монтаж вентиляционных систем ведется бригадным методом. В состав комплексной бригады слесарей по изготовлению и монтажу вентиляционных систем обычно входят два-три человека со смежными специальностями электросварщика и газорезчика. Численный состав

бригады, как правило, шесть-семь человек. Каждая бригада должна быть обеспечена набором инструментов повседневного и периодического пользования (табл. 62), что позволяет бригаде либо ее звеньям выполнять весь объем работ по монтажу вентиляционных систем.

Таблица 62. **Рекомендуемый набор инструментов, монтажных приспособлений и средств малой механизации повседневного и периодического пользования для бригады слесарей по изготовлению и монтажу вентиляционных систем в составе шести человек**

Наименование	Основной параметр	Количество, шт.	Масса единицы, кг	Срок службы, мес.
Набор повседневного пользования				
Метр складной металлический	0...1000 мм	6	0,1	12
Молоток слесарный стальной	Масса 0,5...1 кг	3	0,5...1	24
Молоток кровельный МКР-1	» 0,5 кг	4	0,5	24
Кувалда кузнечная тупоносая	Масса 2...4 кг	2	2...4	36
Зубило слесарное	Длина 160... 200 мм	2	0,45	9
Ключи гаечные двусторонние с открытым зевом	Размер зева, мм:			
	8×10	4	0,1	24
	12×13	4	0,12	24
	13×14	4	0,13	24
	17×19	4	0,18	24
	22×24	2	0,37	24
	27×30	2	0,59	24
	32×36	2	0,83	24
Ключ гаечный разводной	Размер зева 30 мм	2	1,2	24
Отвертка слесарно-монтажная (комплект — 4 шт.)	Длина 160...200; для резьбы 4, 5, 6 и 8 мм	1	1,2	18
Плоскогубцы комбинированные	Длина 200 мм	2	0,6	24
Напильники плоские, квадратные, круглые, трехгранные, полукруглые, с насечкой № 1, 2, 3 (набор)	Длина 150... 400 мм	1 компл.	2,4	6
Кериер	$D=9$ мм; длина 125...160 мм	2	0,1	9
Ножницы ручные для резки металла	Длина 250... 320 мм	2	0,6	24
Чертилка	Длина 150 мм	2	0,05	6
Рамка ножовочная	Длина ножовочных полотен 250... 300 мм	1	0,4	24

Продолжение табл. 62

Наименование	Основной параметр	Количество, шт.	Масса единицы, кг	Срок службы, мес.
Лом монтажный ЛМ	$D = 24$ мм, длина 560...1320 мм	2	2...4,6	24
Рулетка измерительная металлическая РС	Длина ленты 5... 20 м	1	0,4	24
Киянка плоская	355 × 140 × 70 мм	2	0,4	6
Оправка удлиненная СТД-931/2	$D = 16$ мм, $l = 300$ мм	6	0,34	6
Бородки слесарные	$D = 8...10$ мм, $l = 160...200$ мм	6	0,1	24
Отвес строительный	Масса 0,4 кг	2	0,4	36
Уровень строительный УС-2	$l = 300$ мм	1	0,25	24
Монтажно-тяговый механизм МТМ-1,6	Тяговое усилие 16 кН	2	18	24
Струбцина с двусторонними губками СТД-51005	Максимальный размер зева 150 мм	6	0,8	24
Клещи для сборки бандажных соединений СТД-153	Размер зева 120 мм	4	0,6	24
Тиски слесарные ручные	Раскрытие губок 80 мм	1	10	36
Щетка стальная	$l = 300$ мм	1	0,25	24
Линейка измерительная металлическая	Длина 1000 мм	1	0,2	12
Штангенциркуль ШЦ-1	Предел измерений 0...125 мм	1	0,2	24
Циркуль разметочный	$l = 250$ мм	1	0,2	24
Лебедка специальная монтажная СТД-53009	Тяговое усилие 4 кН	1	70	24
Блок однорольный, монтажный с откидной щекой	То же, 8 кН	2	3	24
Ящик для инструмента трехсекционный	—	3	1,2	36
Сверлильная машина электрическая ИЭ-1035	Диаметр сверла до 14 мм	1	2,5	24
Шлифовальная машина электрическая Ш1-178 или Ш1-230	Диаметр отрезного круга 178 или 230 мм	1	9	24
Набор периодического пользования				
Сверлильная машина электрическая ИЭ-1032А	Диаметр сверла до 9 мм	1	1,7	24
Гайковерт электрический ИЭ-3113А	Момент затяжки 125 Н·м	1	3,5	24
Насадка гибкая на гайковерт	$l = 270$ мм	1	0,2	24
		1	9,5	24

Продолжение табл. 62

Наименование	Основной параметр	Количество, шт.	Масса единицы, кг	Срок службы, мес.
Перфоратор электрический ИЭ-4712 или ИЭ-4709А	Энергия удара 1 или 6,4 Дж			
Ножницы ножевые электрические ИЭ-5405 или ИЭ-5404	Толщина реза листа 2,5 или 1,6 мм	1	4,5 или 3,0	24
Электрозаточной станок ИЭ-9703В	Диаметр круга 100 мм	1	12	24
Клещи СТД-53004 для односторонней клепки	Толщина пакета 3...5 мм	1	0,9	24
Подкладка клиновая ПР-5	Грузоподъемность 5 т	1	22	24
Предохранительное устройство ПВУ-2	Максимальная масса падающего груза 100 кг	1	5	24
Монтажно-тяговый механизм МТМ-3,2	Тяговое усилие 32 Н	1	29,5	24
Лебедка электрическая специальная монтажная СТД-53008	Тяговое усилие 10 кН	2	263	24
Блок однорольный монтажный с откидной щекой	Тяговое усилие, кН:			
	20	2	9,4	36
	63	2	17,3	36
Строп облегченный	$D = 8{,}5...11{,}5$ мм	2	2,1	12
Строп с крюками на концах	$D = 8{,}5...11{,}5$ мм	4	3,9	12
	$D = 13{,}5...15{,}5$ мм	2	13,2	12
Сжимы для стальных канатов	$D = 8{,}5$; 11,5; 13,5; 15,5	8	0,2...0,4	12

Помимо этого бригада обычно оснащается набором оборудования и инструментов для выполнения электросварочных работ (табл. 63) и комплектом оборудования для газовой резки стали (табл. 64).

Таблица 63. **Рекомендуемый набор электросварочного оборудования и инструмента для бригады слесарей по изготовлению и монтажу вентиляционных систем**

Оборудование и инструмент	Количество	Масса единицы, кг
Однопостовой однофазный сварочный трансформатор ТС-300 или ТДМ-317	1 компл.	137 или 80
Ограничитель напряжения холостого хода трансформатора ОНСТ-2М-У2	1 шт.	16
Стабилизатор дуги СД-3	1 шт.	12
Кабель сварочный КОГТ:		
1×35 мм^2	20 м	5

Продолжение табл. 63

Оборудование и инструмент	Количество	Масса единицы, кг
1×50 мм²	20 м	10
Кабель для подключения питания КРПТ 3×10 мм²	25 м	3
Электрододержатель ЭП-2А	1 шт.	0,7
Клеммы заземления К-3П12	2 шт.	0,2
Щиток электросварщика	2 шт.	0,6
Светофильтры Э3	6 компл.	0,05
Щетка стальная для зачистки сварных швов ЩЗ-1	2 шт.	0,9

Таблица 64. **Комплект оборудования для газовой резки конструкционных сталей**

Оборудование	Количество	Масса единицы, кг
Резак РІА инжекторный для ручной кислородной резки металла толщиной до 25 мм (с набором мундштуков 0, 1, 2, 3 и 4)	1 компл.	1,8
Редуктор кислородный баллонный ДКП-1-65	1 шт.	1,5
Редуктор пропан-бутановый, баллонный ДПП-1-65	1 шт.	1,2
Шланги кислородные и для пропан-бутана	1 компл.	6,0
Кислород газообразный давлением 15 или 20 МПа в баллоне объемом 40 л	1 шт.	72
Пропан-бутановая смесь давлением до 1,6 МПа в баллоне	1 шт.	30
Очки защитные для газорезчика	2 шт.	0,15

Для хранения на объектах монтажа инструментов как постоянного, так и периодического пользования, а также набора электросварочного оборудования (за исключением двух лебедок СТД-53008 с блоками и стропами) используют бригадную инструментальную кладовую (БИК) контейнерного типа с десятью ящиками для инструмента и средств механизации и нишей для сварочного трансформатора. Габаритные размеры БИК: 1916×890×1805 мм. Масса с инструментом 1540 кг, без инструмента 700 кг.

Глава VI

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЗДУХОВОДОВ

§ 27. КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ

Воздуховоды вентиляционных систем собирают из отдельных деталей: прямых участков (труб), отводов, узлов ответвлений (тройников) и переходов, которые изготовляют из металла в соответствии с ТУ

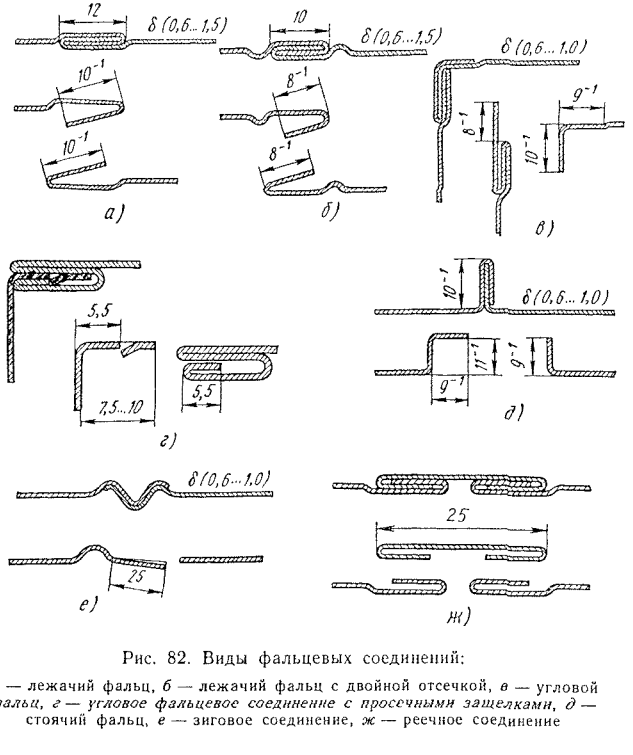


Рис. 82. Виды фальцевых соединений:

а — лежачий фальц, *б* — лежачий фальц с двойной отсечкой, *в* — угловой *фальц, г — угловое фальцевое соединение с просечными защелками, д* — стоячий фальц, *е* — зиговое соединение, *ж* — реечное соединение

36-736—78 «Воздуховоды металлические». Толщина тонколистовой стали для изготовления воздуховодов указывается в проекте, при отсутствии указаний принимается в соответствии со СНиП 2.04.05—86 «Нормы проектирования. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Воздуховоды в зависимости от толщины металлических листов, из которых изготовляют детали, можно собирать на фальцевых или сварных соединениях; при этом воздуховоды называют соответственно фальцевыми или сварными.

Фальцевые соединения применяют при изготовлении деталей воздуховодов из тонколистовой и кровельной стали толщиной до 1 мм, из алюминия толщиной до 2 мм. Элементы круглого сечения соединяют с помощью лежачего фальца (рис. 82, *а*) или лежачего фальца с двойной отсечкой (рис. 82, *б*), элементы прямоугольного сечения — с по-

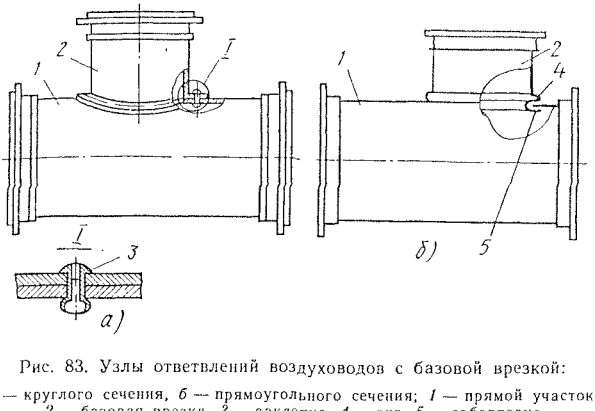


Рис. 83. Узлы ответвлений воздуховодов с базовой врезкой:

а — круглого сечения, *б* — прямоугольного сечения; *1* — прямой участок, *2* — базовая врезка, *3* — заклепка, *4* — зиг, *5* — отбортовка

мощью лежачего и углового (рис. 82, *в*) фальцев. Детали воздуховодов прямоугольного сечения можно собирать, используя угловое фальцевое соединение с просечными защелками (рис. 82, *г*).

Отводы круглого сечения для систем аспирации и пневмотранспорта,

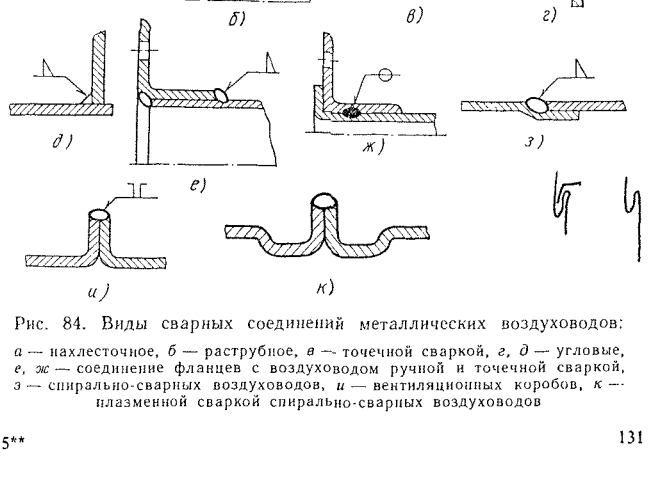


Рис. 84. Виды сварных соединений металлических воздуховодов:

а — нахлесточное, *б* — раструбное, *в* — точечной сваркой, *г*, *д* — угловые, *е*, *ж* — соединение фланцев с воздуховодом ручной и точечной сваркой, *з* — спирально-сварных воздуховодов, *и* — вентиляционных коробов, *к* — плазменной сваркой спирально-сварных воздуховодов

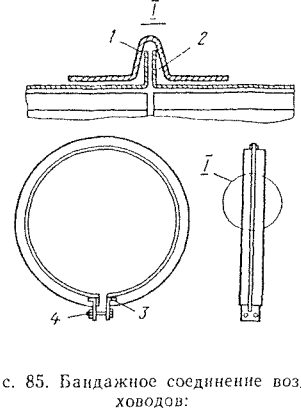


Рис. 85. Бандажное соединение воздуховодов:

1 — бандаж, *2* — герметик «Бутепрол», *3* — ушко, *4* — болт

состоящие из отдельных элементов, соединяют на стоячем (рис. 82, *д*) и лежачем фальцах, а отводы для общеобменных систем вентиляции — на зиговом соединении (рис. 82, *е*). В некоторых случаях отводы собирают из отдельных элементов «враструб» с последующей сваркой на контактно-шовной машине или на полуавтоматах.

Узлы ответвлений воздуховодов круглого и прямоугольного сечений собирают на заклепках *3* (рис. 83, *а*), либо на отбортовке с прокаткой зига *4* (рис. 83, *б*), либо на сварке.

Существует метод сборки круглых узлов ответвлений в монтажных условиях из двух деталей: трубы основания узла и ответвления с заранее присоединенным к ответвлению фартуком того же диаметра, что и труба основания. Для сборки узла в основании прорезают отверстие, несколько большее, чем ответвление, и используя прокладку из герлена, на заклепках, самонарезающихся шурупах или с помощью двух бандажей подсоединяют ответвление.

Сварные соединения (рис. 84) используют при изготовлении деталей воздуховодов из тонколистовой стали толщиной более 1 мм (в некоторых случаях толщиной более 0,8 мм).

Реечное соединение (см. рис. 82, *ж*) применяют при сборке тройников для систем аспирации и пневмотранспорта, а также деталей прямоугольного сечения длиной сторон до 400 мм.

Бандажные соединения (рис. 85) служат для соединения отдельных деталей круглых фальцевых воздуховодов диаметром до 900 мм при их монтаже.

Фланцевые соединения применяют для круглых и прямоугольных сварных воздуховодов и круглых фальцевых воздуховодов при диаметре более 900 мм.

Соединения на шинах (рис. 86) используют для деталей фальцевых прямоугольных воздуховодов периметром до 4 м.

Материал фланцев, количество и диаметр отверстий под болты указаны в табл. 51 и 52. Отбортовка воздуховодов на зеркало фланцев не должна перекрывать отверстия для болтов.

Вид соединения отдельных деталей учитывается при изготовлении

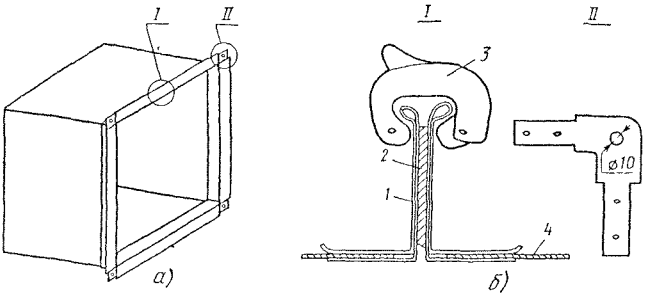


Рис. 86. Соединение деталей прямоугольных воздуховодов на шинах:

а — профиль соединения, *б* — защелка и штампованный уголок; *1* — фасонная шина, *2* — прокладка, *3* — защелка, *4* — воздуховод

воздуховодов, так как требует различных методов обработки присоединяемых торцов.

При изготовлении воздуховодов ТУ 36-736—78 допускает небольшие отклонения их размеров (табл. 65).

Таблица 65. **Допускаемые отклонения наружных размеров поперечных сечений воздуховодов, овальность для круглых воздуховодов и неплоскостность стенок для прямоугольных воздуховодов, мм**

Наружный диаметр воздуховода круглого сечения	Наружный размер стороны воздуховода прямоугольного сечения	Допускаемое отклонение	
		по размерам	овальность или плоскостность
100...250	100...250	—3	5
280...500	300...500	—4	10
560...1250	600...1200	—6	15
1400...2000	1600...2000	—7	25/20*

* В числителе приведена допускаемая овальность, в знаменателе — допускаемая неплоскостность по сечению.

Торцы воздуховодов должны быть перпендикулярны их осям. Отклонение от перпендикуляра торца не должно превышать 10 мм на 1000 мм длины стороны или диаметра поперечного сечения воздуховода.

§ 28. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ НА ФАЛЬЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Изготовление прямых участков. Прямые участки воздуховодов изготовляют из картин, которые представляют собой развертку поверхности воздуховода с припуском на замыкающее продольное фальцевое соединение и отбортовку. Картины собирают из стандартных листов размером 1000×2000, 1250×2500 мм или из рулонной стали шириной 1250 мм.

Для фальцевого соединения листов между собой их кромки прокатывают на механизмах для заготовки фальцев. Используя на таких механизмах комплекты сменных роликов различного рабочего профиля, можно прокатывать все виды фальцевых соединений и рейки разнообразного поперечного сечения.

Совместив фальцы двух листов, заготовку помещают на балку-матрицу механизма для осаживания фальцевых швов. Осаживающий ролик прокатывается вдоль шва, осаживая и уплотняя шов. Фальцевые швы воздуховодов круглого сечения осаживают одним комплектом роликов, прямоугольного сечения — другим комплектом. Концы фальцевого шва закрепляют точечной сваркой. При изготовлении воздуховодов из металлопласта концы фальцевых швов закрепляют алюминиевыми или стальными заклепками с эпоксидным покрытием.

Картины для изготовления прямых участков воздуховодов круглого сечения стандартных диаметров размечают по таблицам, находящимся на заводах вентиляционных заготовок или в центральных заготовительных мастерских. При разметке прямых участков нестандартного диаметра длину развертки L определяют по формуле

$$L = \pi D + 2a,$$

где D — диаметр воздуховода, мм; a — размер припуска на фальцевое соединение, зависящий от его конструкции, мм.

До прокатки продольного замыкающего фальцевого соединения размеченную картину выкатывают на механизме для вальцевания, если изготовляют участок круглого сечения, либо гнут на механизме для гибки, если изготовляют воздуховод прямоугольного сечения. Сборка прямого участка заканчивается прокаткой продольного замыкающего фальцевого шва, насадкой фланцев с обеих сторон прямого участка и отбортовкой кромок воздуховода на зеркало фланца.

Детали фальцевых воздуховодов круглого сечения диаметром до 900 мм обычно соединяют между собой на бандажных соединениях. В этом случае при изготовлении отпадают операции офланцовки и отбортовки воздуховодов на зеркало фланца, а появляется операция отбортовки под бандажное соединение, которую выполняют на механизмах двусторонней офланцовки (отбортовки). Отбортовку под бандажное соединение производят как на прямых участках, так и на фасон-

Таблица 66. **Технологические операции при изготовлении прямых участков воздуховодов на фальцевых соединениях**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Разметка и раскрой	Разметка по таблицам кроя	Разметочный стол, метр, слесарный молоток, керн, чертилка
	Прямолинейная резка по разметке	Механизм СТД-9Б с наклонным ножом
Заготовка полуфабрикатов трубы (царги)	Выкатка картины для круглых воздуховодов	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Гибка картины для прямоугольных воздуховодов	Механизм СТД-521 для гибки
	Прокатка замыкающего продольного фальца	Механизм СТД-16А или СТД-11019 для заготовки фальцев
Сборка детали	Сборка заготовки на балке-матрице фальцеосадочного механизма и осадка замыкающего фальца	Механизм СТД-28В для осаживания фальцевых соединений, слесарный молоток, киянка
	Насадка фланцев	Слесарный молоток, киянка, угольники
	Отбортовка кромок	Механизм СТД-588 для отбортовки воздуховодов круглого сечения или СТД-1015 — для прямоугольных

ных деталях (отводах, узлах ответвлений, переходах и др.). При диаметре воздуховодов более 900 мм деталь соединяют на фланцах.

Технологическая последовательность изготовления прямых участков воздуховодов на фальцевых соединениях приведена в табл. 66.

При изготовлении прямых участков прямоугольного сечения на полуавтомате СТД-11013 операции упрощаются, так как угловой шов формируется и осаживается одновременно при движении каретки механизма.

Изготовление отводов. Технологическая последовательность изготовления отводов зависит от формы и размеров сечения.

Отводы круглого сечения диаметром до 630 мм изготовляют из прямых труб соответствующего диаметра. Для общеобменных систем вентиляции отводы 90° выполняют из одного звена *2* и двух стаканов *1* (см. рис. 27, *а*), для систем аспирации и пневмотранспорта — из пяти звеньев и двух стаканов (см. рис. 27, *в*). Средний радиус отводов для аспирационных систем принимают равным двум диаметрам, для общеобменных систем — одному диаметру. Технологическая последовательность изготовления отводов диаметром до 630 мм приведена в табл. 67.

Таблица 67. **Технологические операции при изготовлении отводов круглого сечения на фальцевых соединениях**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Отводы диаметром до 630 мм на зиговом соединении		
Разметка и раскрой	Разметка прямого участка на стаканы и звенья по копир-шаблону	Копир-шаблон, чертилка
	Резка прямого участка по разметке на стаканы и звенья с образованием гофра и зига	Механизм ВМС-76В или СТД-865 для изготовления отводов (зигмашины)
Сборка отводов	Прихватка фальцевых швов и звеньев электросваркой	Электроконтактная точечная машина
	Сборка и соединение звеньев и стаканов в отводы и полуотводы прокаткой двойных зигов в местах соединений	Механизм ВМС-76В или СТД-865 для изготовления отводов (зигмашины)
Офланцовка	Насадка фланцев	Молоток, киянка, угольник
	Отбортовка кромок отводов на зеркало фланца	Механизм СТД-588 для отбортовки или механизмы ВМС-76В, СТД-865 для изготовления отводов
Отводы диаметром до 630 мм на стоячем фальце		
Разметка и раскрой	Разметка листа по длине развертки стакана и звеньев отвода по количеству звеньев отвода	Разметочный стол, метр, угольник, чертилка
	Резка листа по разметке	Механизм СТД-9Б с наклоиным иожом
	Установка координатных точек на механизме СТД-11012	Таблица координатных точек
Сборка отводов	Резка заготовок на звеиья и стаканы	Механизм СТД-11012 для криволинейного реза
	Вальцевание заготовок стаканов и звеньев	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Сборка заготовок стаканов и звеньев с прокаткой и осадкой с закреплением концов швов точечной сваркой	Механизм СТД-16А или СТД-11019 для заготовки фальцев, механизм СТД-28В для осаживания швов, электроконтактная точечная машина

Продолжение табл. 67

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
	Отбортовка под стоячий фальц стаканов и звеньев отвода	Комплекс механизма СТД-13025
	Сборка отвода, закатывание фальцевых швов, осадка и уплотнение швов	То же
Офланцовка	Насадка фланцев или отбортовка под бандажное соединение	Молоток, кианка, угольник, механизмы ВМС-76В, СТД-865 для изготовления отводов
	Отбортовка на зеркало фланца или насадка бандажей	Механизм СТД-588 для отбортовки или механизмы ВМС-76В, СТД-865 для изготовления отводов, бандажные клещи
	Отводы диаметром более 630 мм	
Разметка и раскрой	Построение развертки стаканов и звеньев на листах и картинах	Разметочный стол, накладные шаблоны или таблицы, чертилка
	Вырезка контура развертки по разметке	Механизм высечной ВМС-106 или СТД-11012 для криволинейного реза
Заготовка полуфабрикатов	Прокатка фальцев на прямолинейных участках	Механизм СТД-16А или СТД-11019 для заготовки фальцев
	Вальцевание стаканов и звеньев	Механизм СТД-14 для вальцевания
	Соединение и осадка замыкающих швов стаканов и звеньев	Верстак, молоток, кианка
	Отгиб криволинейной кромки под стоячий фальц	Механизм СТД-13 для отгиба криволинейных кромок, механизмы ВМС-76В, СТД-865 для изготовления отводов
Сборка отводов	Сборка и соединение между собой стаканов и звеньев	Верстак, молоток
Офланцовка	Насадка двух фланцев	Верстак, молоток, угольник
	Отбортовка кромок отвода на зеркало фланца	Механизм СТД-588 для отбортовки

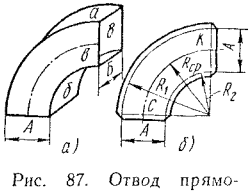


Рис. 87. Отвод прямоугольного сечения:

а — общий вид, *б* — построение развертки

Отводы круглого сечения диаметром более 630 мм (см. табл. 67) изготовляют из плоских заготовок, которые размечают с помощью накладных шаблонов и таблиц. После разметки и вырезки одного стакана по нему размечают остальные элементы отвода.

При использовании полуавтоматического механизма СТД-11012 для криволинейной резки заготовок вентиляционных деталей существенно упрощается разметка и резка заготовок для отводов.

При сборке отводов на механизированном комплексе СТД-13025, состоящем из двух механизмов, исключается переналадка и работать становится значительно легче.

Штампованные круглые отводы диаметром от 100 до 315 мм состоят из двух или четырех штампованных элементов (скорлуп), соединенных точечной сваркой. Такие отводы, характеризующиеся низким коэффициентом местного сопротивления, можно применять как для аспирационных, так и для общеобменных систем вентиляции.

Отводы прямоугольного сечения (рис. 87, *а*) изготовляют из четырех частей: затылка *а*, шейки *б* и двух боковых стенок *в*. Радиус шейки прямоугольных отводов постоянен и равен 150 мм при ширине отвода *Б* до 2000 мм включительно.

Разметку отводов по заданным сторонам *А* и *Б* и среднему радиусу $R_{ср}$ выполняют следующим образом (рис. 87, *б*). Стороны угла 90° соединяют дугой радиусом $R_{ср}$. На сторонах угла откладывают по обе стороны от пересечения с дугой *СК* по 0,5*А*; через концы этих отрезков проводят дуги окружностей $R_1 = R_{ср} + A/2$ и $R_2 = R_{ср} - A/2$ и затем делают припуск на фальцы и отбортовку.

Развертки затылка и шейки представляют собой прямоугольники шириной *Б* и длиной: для затылка $a = 1{,}57R_1$ и для шейки $б = 1{,}57R_2$. К этим прямоугольникам необходимо добавить припуск на фальцы и отбортовку.

Технологическая последовательность изготовления различных видов прямоугольных отводов приведена в табл. 68.

Таблица 68. **Технологические операции при изготовлении различных видов фальцевых прямоугольных отводов**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Отводы на угловом фальцевом соединении		
Разметка и раскрой	Построение развертки затылка, шейки и боковых стенок	Разметочный стол, таблицы, шаблоны, метр, чертилка

Продолжение табл. 68

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
	Прямолинейная резка шейки и затылка, криволинейная резка боковых стенок	Механизм СТД-9Б с наклонным ножом, механизм высечной ВМС-106
Заготовка полуфабрикатов	Прокатка длинного углового фальца на шейке и затылке	Механизм СТД-16А или СТД-1019 для заготовки фальцев
	Вальцовка шейки и затылка	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Отгиб кромок (короткий угловой фальц) на боковых стенках	Механизм СТД-13 для отгиба криволинейных кромок
Сборка деталей	Сборка отвода с осадкой углового фальца вручную	Верстак, киянка, молоток
Офланцовка	Насадка двух фланцев	Верстак, киянка, молоток
	Отбортовка на зеркало фланца	Механизм СТД-1015 для отбортовки
Отводы на угловом фальцевом соединении с просечными защелками		
Разметка и раскрой	Построение развертки затылка и шейки	Разметочный стол, таблицы, метр, чертилка
	Прямолинейная резка затылка и шейки, штамповка боковин со стороны радиуса под шейку с одновременным отгибом кромки, криволинейная резка боковых стенок по шаблону	Механизм СТД-9Б с наклонным ножом, механизм высечной ВМС-106, пресс
Заготовка полуфабрикатов	Прокатка длинного углового фальца защелочного соединения на затылке и шейке отвода	Механизм СТД-16А или СТД-11019 для заготовки фальцев
	Вальцовка шейки и затылка	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Прокатка (отгиб кромки и просечка) короткого углового фальца защелочного соединения на боковинах	Механизм СТД-13 для отгиба криволинейных кромок
Сборка деталей	Сборка отвода	Верстак, киянка, молоток
Офланцовка	Насадка двух фланцев	То же
	Отбортовка на зеркало фланца	Механизм СТД-1015 для отбортовки

Широкое распространение получило угловое соединение с просечными защелками, особенно при изготовлении отводов прямоугольного сечения, так как этот вид соединения исключает операцию осадки фальцевого шва и менее трудоемок, чем обычное фальцевое соединение. Элементы, из которых состоят трубы и отводы на угловом соединении с просечными защелками, могут собираться и в монтажных условиях, так как для их сборки не требуется каких-либо механизмов и приспособлений, кроме обычного молотка и киянки.

Изготовление узлов ответвлений. Для общеобменных вентиляционных систем применяют узлы ответвлений по ВСН 353—86.

Узел ответвления круглого сечения (см. рис. 83, *а*) состоит из основания в виде отрезка стандартной трубы *1* и цилиндрической базовой врезки *2*, которые соединяются между собой на самонарезающихся (формообразующих) шурупах или комбинированных заклепках *3* с уплотнением соединения герметиком либо на сварке. Узел комплектуется стандартными переходами для прохода и ответвления.

Узел ответвления прямоугольного сечения (см. рис. 83, *б*) включает в себя основание в виде отрезка прямоугольной трубы и ответвление в виде патрубка с зигом у основания. Так же как и круглые узлы ответвлений, прямоугольные комплектуют унифицированными односторонними переходами для прохода и ответвления узла.

Технологическая последовательность изготовления узлов ответвлений приведена в табл. 69.

Таблица 69. **Технологические операции при изготовлении фальцевых узлов ответвлений**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Узлы ответвлений круглого сечения		
Разметка и раскрой	Разметка прямых участков для основания и базовой врезки, в том числе криволинейных линий реза	Приспособление для разметки отверстий под базовую врезку, копир-шаблон, чертилка
	Резка прямых участков по разметке	Механизм ВМС-76В или СТД-865 для изготовления отводов (зиг-машины)
	Вырезка отверстия в основании узла под базовую врезку	Аппарат СТД-1149 воздушно-плазменной резки
Сборка узла	Отбортовка базовой врезки	Механизм ВМС-76В или СТД-865 (зиг-машины), молоток, киянка
	Нанесение герметика на отбортовку	Герметик, шпатель

Продолжение табл. 69

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
	Сборка узла с помощью самонарезающихся шурупов или комбинированных заклепок	Электрическая сверлильная машина ИЭ-1032А, клещи односторонней клепки СТД-53004, отвертки
Офланцовка	Насадка фланцев	Верстак, молоток, киянка
	Отбортовка кромок на зеркало фланца	Механизм СТД-588 для отбортовки или ВМС-76В, СТД-865
Узлы ответвлений прямоугольного сечения		
Разметка и раскрой	Разметка прямоугольной трубы основания и патрубка ответвления	Таблицы, метр, угольник, чертилка
	Вырезка отверстия в основании	Аппарат СТД-1149 воздушно-плазменной резки, шлифовальная машина Ш1-178 или Ш1-230
	Образование зига у основания патрубка ответвления	Механизмы ВМС-76В или СТД-865 (зиг-машины)
Сборка узла	Нанесение герметика на зиг ответвления и вставка ответвления в отверстие основания	Герметик, шпатель, молоток
	Отгиб крепежных лепестков ответвления либо сборка узла с помощью самонарезающихся шурупов или комбинированных заклепок	Электрическая сверлильная машина ИЭ-1032А, клещи для односторонней клепки СТД-53004, молоток, отвертки
Офланцовка	Насадка фланцев	Верстак, молоток, киянка, угольник
	Отбортовка кромок на зеркало фланца	Механизм СТД-1015 для отбортовки

Изготовление тройников и крестовин. Тройники и крестовины круглого сечения для систем аспирации и пневмотранспорта изготовляют с углом ответвления 30° от оси при диаметре основания тройника или крестовины до 630 мм и с углом ответвления 45° при большем диаметре. Технологическая последовательность изготовления фальцевых тройников и крестовин для систем аспирации приведена в табл. 70.

Развертки круглых нормализованных тройников и крестовин размечают по шаблонам, разработанным институтом Проектпромвентиляция и трестом «Сантехдеталь».

Таблица 70. **Технологические операции при изготовлении фальцевых тройников и крестовин круглого сечения для систем аспирации**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Разметка и раскрой	Построение разверток ствола и ответвлений на картине	Разметочный стол, шаблоны, мологок, керн, метр, чертилка
	Вырезка контуров разверток по разметке	Механизм высечной ВМС-106
Заготовка полуфабрикатов	Прокатка прямолинейных фальцев заготовок	Механизм СТД-16А или СТД-11019 для заготовок фальцев
	Прокатка криволинейного фальца для реечного соединения	Механизм СТД-13 для отгиба криволинейных кромок
	Вальцовка заготовок	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
Сборка детали	Сборка ствола и ответвления с осадкой фальцев	Верстак, киянка, молоток, механизм СТД-28В для осаживания швов
	Соединение ствола с ответвлением на рейке	Верстак, пневмомолоток
Офланцовка	Насадка фланцев	Молоток, киянка, угольник
	Отбортовка кромок тройника или крестовины на зеркало фланца	Механизм СТД-588 для отбортовки или механизмы ВМС-76В, СТД-865 (зиг-машины)

Изготовление переходов. Конические переходы с круглого на круглое сечение (рис. 88, *а*) характеризуются следующими размерами: диаметром нижнего *D* и верхнего *d* основания, высотой перехода *h*, длиной образующей *l*.

Развертку перехода строят следующим образом (рис. 88, *б*). Сначала откладывают прямую *АБ*, равную диаметру нижнего основания *D*. Из середины отрезка *АБ* восставляют перпендикуляр *МН*, равный

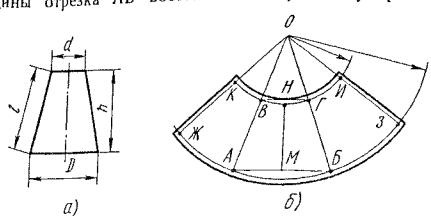


Рис. 88. Конический центральный круглый переход (*а*) и построение его развертки (*б*)

высоте перехода h. Далее через точку H проводят линию, параллельную отрезку $АБ$, и на ней откладывают по обе стороны от точки H отрезки, равные половине диаметра верхнего основания $d/2$ (отрезок $ВГ=d$). Точки $А$ и $В$, а также $Б$ и $Г$ соединяют прямыми, на продолжении которых в точке $О$ лежит вершина перехода. Из вершины $О$ проводят дуги радиусом $ОА$ и $ОВ$. На верхней дуге откладывают от произвольно выбранной точки $К$ длину окружности верхнего основания πd. Через крайние точки $К$ и $И$ из вершины $О$ проводят прямые до пересечения с нижней дугой. Фигура $ЖКВГИЗБАЖ$ и будет разверткой усеченного конуса, к которой добавляют припуски на фальцы и отбортовку.

Если диаметр верхнего основания d незначительно отличается от диаметра нижнего основания D, то на боковом виде усеченного конуса в пределах листа нельзя получить пересечения боковых граней конуса. В этом случае для построения развертки пользуются методом приближенного построения (рис. 89). По диаметрам нижнего и верхнего d оснований и высоте перехода h строят боковой вид перехода (см. рис. 88, $б$), по которому определяют длину образующей конуса l. Затем строят шаблон (рис. 89, $а$), нижнее основание которого равно 1/12 окружности нижнего основания перехода ($\pi D/12$), верхнее — $\pi d/12$, а высота — боковой образующей перехода l. Пользуясь таким шаблоном, на листе вычерчиают половину развертки перехода из шести частей (рис. 89, б). Далее через середины сторон — точки *1, 2, 3, 4, 5, 6* — описывают кривую верхнего основания, а через точки *7, 8, 9, 10, 11, 12* — кривую нижнего основания и добавляют припуски на соединения и отбортовку. Вторую половину развертки выкраивают по первой.

При бо́льших размерах можно делать переход из четырех частей (метод построения развертки такой же, как и при построении развертки из двух частей). Остальные технологические операции аналогичны описанным выше.

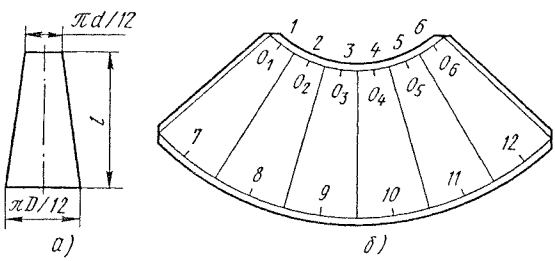


Рис. 89. Метод приближенного построения развертки перехода:

а — шаблон, *б* — развертка половины перехода

Оба метода применяют при построении разверток косых переходов, переходов с прямоугольного на прямоугольное сечение, переходов с прямоугольного на круглое сечение, переходов с круглого на прямоугольное сечение и др.

§ 29. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ И ФАСОННЫХ ЧАСТЕЙ СВАРНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ

Технологическая последовательность изготовления прямых участков сварных воздуховодов приведена в табл. 71, а отводов — в табл. 72.

Изготовление сварных круглых и прямоугольных узлов ответвлений отличается от изготовления фальцевых конструкций только методом соединения базовой врезки, которое выполняется на сварке.

Технологическая последовательность изготовления сварных тройников и крестовин круглого сечения для систем аспирации и пневмотранспорта приведена в табл. 73.

Таблица 71. **Технологические операции при изготовлении прямых участков сварных воздуховодов**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Разметка и раскрой	Разметка листов по таблицам	Разметочный стол, метр, слесарный молоток, керн, чертилка
	Прямолинейная резка листов по разметке на элементы	Механизм СТД-9Б с наклонным ножом
Заготовка полуфабрикатов	Отбортовка элементов на штампе (для листов толщиной до 1,5 мм)	Штамп со специальным устройством
	Вальцевание элементов для круглых воздуховодов	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Гибка элементов для прямоугольных воздуховодов	Механизм СТД-521 для гибки
Сборка деталей	Сборка элементов прямого участка с использованием фланцев в качестве кондукторов и прихватка ручной дуговой сваркой	Сварочные трансформаторы, струбцины
	Сварка швов воздуховода на полуавтоматах. Обварка фланцев (для воздуховодов толщиной стенок более 1,5 мм)	Сварочный полуавтомат А-547-У

Таблица 72. **Технологические операции при изготовлении сварных отводов**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
	Круглые отводы	
Разметка и раскрой	Построение развертки стаканов и звеньев на листах и картинах	Разметочный стол, накладные шаблоны или таблицы, чертилка
	Вырезка контура развертки по разметке	Высечной механизм ВМС-106
Заготовка полуфабрикатов	Вальцевание стаканов и звеньев	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Сборка отдельных стаканов и звеньев на прихватках электросваркой	Сварочный преобразователь ПС-300 или сварочные трансформаторы
	Сварка замыкающих швов с последующей очисткой от шлака	Сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка
	Выкатка раструба на стаканах и звеньях	Механизм ВМС-76В или СТД-865 для изготовления отводов
Сборка отводов	Сборка стаканов и звеньев между собой со сваркой швов и их зачисткой от шлака	Сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка
Офланцовка	Насадка двух фланцев	Верстак, молоток, угольник
	Отбортовка кромок отводов на зеркало фланца (при толщине металла до 1,5 мм) или приварка фланцев	Механизм СТД-588 для отбортовки, сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка
	Прямоугольные отводы	
Разметка и раскрой	Построение развертки элементов отвода	Разметочный стол, таблицы, метр, чертилка
	Прямолинейная и криволинейная резка по разметке	Механизм СТД-9Б с наклонным ножом и высечной механизм ВМС-106
Заготовка полуфабрикатов и сборка	Вальцевание шейки и затылка	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания
	Сборка элементов на прихватках электросваркой	Верстак, сварочный преобразователь ПС-300 или сварочные трансформаторы
	Сварка швов отвода с их зачисткой от шлака	Сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка

Продолжение табл. 72

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Офланцовка	Насадка двух фланцев Отбортовка кромок отвода (при толщине металла до 1,5 мм) или обварка фланца с зачисткой швов от шлака	Верстак, молоток, угольник Механизм СТД-588 для отбортовки, сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка

Таблица 73. **Технологические операции при изготовлении сварных тройников и крестовин круглого сечения для систем аспирации**

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Разметка и раскрой	Построение разверток ствола и ответвления на картине Вырезка контуров разверток по разметке	Разметочный стол, шаблоны, молоток, керн, метр, чертилка Высечной механизм ВМС-106
Заготовка полуфабрикатов	Вальцевание заготовок ствола и ответвления Сборка ствола и ответвления на прихватках электросваркой	Механизм СТД-14 или СТД-518 для вальцевания Верстак, сварочный преобразователь ПС-300 или сварочные трансформаторы
	Сварка швов ствола и ответвления с зачисткой от шлака	Сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка
Сборка деталей	Сборка ствола с ответвлением на прихватках электросваркой	Верстак, сварочный преобразователь ПС-300 или сварочные трансформаторы
—	Сварка швов тройника с зачисткой их от шлака	Сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка
Офланцовка	Насадка фланцев	Верстак, молоток, угольник
	Отбортовка кромок тройника на зеркало фланца (при толщине металла до 1,5 мм) или приварка фланцев	Механизм СТД-588 для отбортовки, сварочный полуавтомат А-547-У, молоток, стальная щетка

§ 30. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ СПИРАЛЬНО-ЗАМКОВЫХ И СПИРАЛЬНО-СВАРНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ И ВОЗДУХОВОДОВ ИЗ ПАНЕЛЕЙ

Прямые участки спирально-замковых воздуховодов круглого сечения диаметром 100...2000 мм изготовляют из низкоуглеродистой холоднокатаной стальной ленты толщиной 0,5...1,0 мм, шириной 125...135 мм на специальном стане. Спирально-замковые воздуховоды обладают повышенной жесткостью по сравнению с фальцевыми прямошовными такой же толщины и диаметра, но требуют большего расхода металла на образование шва. Длина прямых участков воздуховодов 6 м и более.

Прямые участки спирально-сварных воздуховодов круглого сечения диаметром 100...2000 мм изготовляют из горячекатаной рулонной стали шириной 200...750 мм, толщиной 0,8...2 мм также на специальном стане. Спиральный шов сваривают с помощью установки для плазменной сварки СТД-71002, которая обеспечивает высокие скорость сварки и качество сварного шва.

Спиральные воздуховоды отличаются повышенной точностью исполнения; их производят любой длины, которая определяется условиями транспортирования и доставки в зону монтажных работ.

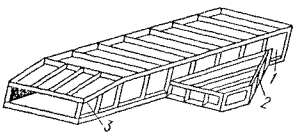


Рис.90. Панельный воздуховод:

1 — прямой участок, *2* — переход на ответвлении, *3* — переход на проходе

Панельные воздуховоды (рис. 90) изготовляют только прямоугольного сечения с размером стороны сечения 2000, 2400, 3200 и 4000 мм из отдельных унифицированных панелей рамной конструкции, которые соединяются между собой болтами М10×30 и М10×40 мм. В качестве прокладочного материала используют техническую листовую резину толщиной 5 мм.

§ 31. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЗДУХОВОДОВ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Воздуховоды из легированной коррозионно-стойкой стали при толщине листов до 1 мм изготовляют на фальцевых соединениях по той же технологии, что и обычные стальные. При большей толщине металла воздуховоды изготовляют на сварных соединениях. Сварку выполняют ручную дуговую с использованием специальных электродов тоже из легированной стали на постоянном токе с обратной полярностью («—» на землю, «+» на электрод) или аргонодуговую неплавящимся вольфрамовым электродом.

Воздуховоды из алюминия толщиной до 2 мм изготовляют на фальцевых соединениях по технологии, принятой для стальных воздуховодов, при большей толщине — на дуговой, аргонодуговой и газовой сварке. Поверхность свариваемых деталей должна быть тщательно обезжирена и зачищена. Дуговую сварку тонколистового алюминия производят вручную угольным или графитовым электродом на постоянном токе прямой полярности. При газовой сварке алюминия используют флюсы.

Воздуховоды из титана и титановых сплавов изготовляют из листов толщиной от 0,4 до 4 мм.

Воздуховоды из титана марок ВТ1-00 и ВТ1-0 можно изготовлять на тех же механизмах, что и фальцевые воздуховоды. При толщине листов титана до 1 мм воздуховоды изготовляют на фальцевых соединениях, при большей толщине — на сварных соединениях.

Для сварных соединений из титана применяют ручную сварку неплавящимся вольфрамовым электродом в защитной среде аргона. Свариваемые кромки и присадочный металл должны быть хорошо очищены и обезжирены.

При прокатке соединений воздуховодов из металлопласта на механизме СТД-16А расстояния между фальцеобразующими роликами должны быть несколько увеличены.

§ 32. ИЗГОТОВЛЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ

Винипластовые воздуховоды изготовляют как круглого, так и прямоугольного сечений. Толщина стенок винипластовых воздуховодов зависит от сечения воздуховода (табл. 74).

Таблица 74. **Толщина стенок винипластовых воздуховодов в зависимости от их сечения**

Диаметр круглых воздуховодов, мм	Периметр прямоугольных воздуховодов, мм	Толщина листового винипласта, мм
До 400	До 1200	2
900	3000	3
1250	4000	4
1600	5000	5

Круглые воздуховоды изготовляют посредством формования листов винипласта на матрицах-болванках при температуре 120...140°С. Прямоугольные воздуховоды при изготовлении изгибают с использованием местного нагрева вдоль линии сгиба. Технологическая последовательность изготовления винипластовых воздуховодов приведена в табл. 75.

Сварку винипласта выполняют струей горячего воздуха, поступающего от электрической горелки. Воздух нагревает кромки листов до температуры 200...220°С, при которой пластмасса переходит в вязкоте-

Таблица 75. Технологические операции при изготовлении круглых и прямоугольных винипластовых воздуховодов

Технологический процесс	Технологические операции	Оборудование и инструмент
Разметка и раскрой	Построение разверток труб и фасонных частей и составление картин	Разметочный стол, таблицы, шаблоны, метр, угольники, чертилка
	Прямолинейная резка по разметке	Циркульная пила, механизм СТД-9Б с наклонным ножом
	Криволинейная резка	Ленточная или лобзиковая пила
	Снятие фасок на кромках	Электрофуганок, напильники
Заготовка полуфабрикатов	Формование круглых воздуховодов	Печь-термостат с температурой до 150 °С. Станок для формования круглых воздуховодов
	Гибка прямоугольных воздуховодов	Листогибочный станок для винипласта с электроподогревом
Сборка деталей	Сборка и подгонка швов	Электрофуганок, напильники, ножовки
	Сварка швов	Электрогорелка, присадочные прутки
Офланцовка	Насадка фланцев на детали или насадка раструбов	Верстак, ножовка, напильники
	Обварка фланцев или раструбов	Электрогорелки, присадочные прутки

кучее состояние. В зону сварки подают присадочный винипластовый пруток диаметром 2...4 мм, который укладывают в размягченном состоянии на шов.

Воздуховоды из полиэтиленовой пленки диаметром до 400 мм изготовляют путем сварки кромок сложенного вдвое полотнища по длине линейным электронагревателем, который доводит кромки пленки до температуры 270...300°С, достаточной для получения прочного сварного соединения. Для равномерного выхода воздуха в полотнище штампуют отверстия диаметром не более 40 мм с шагом 250 мм.

§ 33. ДУГОВАЯ И ГАЗОВАЯ СВАРКА, ГАЗОВАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

Дуговую сварку и газоплазменную резку металлов применяют при изготовлении сварных воздуховодов и различных вентиляционных изделий.

Стыковое соединение (рис. 91, *а*) дает наименьший расход основ-

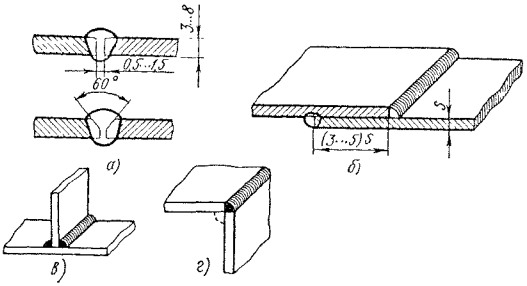


Рис. 91. Сварные соединения:
а — стыковые, *б* — нахлесточное, *в* — тавровое, *г* — угловое

ного и наплавленного металла, обладает высокой механической прочностью, на его сварку требуется немного времени. Однако для такого соединения необходимо тщательно подготовлять кромки листов и точно подгонять свариваемые кромки.

Нахлесточные соединения (рис. 91, *б*) наиболее широко применяют при сварке изделий из тонколистовой стали. При таком соединении не нужно точно подгонять кромки, однако возрастает расход основного и наплавленного металла.

Тавровые (рис. 91, *в*) и *угловые* (рис. 91, *г*) *соединения* применяют в основном при сварке металлоконструкций, кронштейнов, средств креплений.

При изготовлении и монтаже элементов вентиляционных систем используют ручную и автоматическую дуговую сварку, сварку под флюсом, в защитных газах плавящимися и неплавящимися электродами, сварку порошковой проволокой, контактную (точечную и шовную) и реже газовую сварку.

Ручную дуговую сварку (рис. 92) производят штучным электродом *5*, который укреплен в электрододержателе *6*.

Основной объем работ при ручной дуговой сварке выполняют с ис-

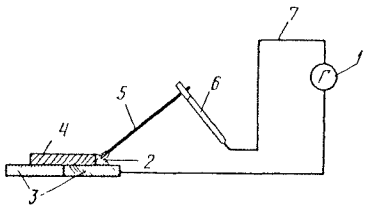


Рис. 92. Схема ручной дуговой сварки:
1 — источник тока, *2* — электрическая дуга, *3*, *4* — свариваемые детали, *5* — электрод, *6* — электрододержатель, *7* — провод

Таблица 76. **Рекомендуемые диаметры электродов и необходимая сила тока для сварки в зависимости от толщины металла**

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А
1...2	2...3	90...140
2,5...3,5	3...4	120...180
4...6	4...5	160...225

пользованием электродов диаметром 2...5 мм при токе 90...225 А и напряжении дуги 18...30 В (*табл. 76*).



Рис. 93. Пространственные положения сварных соединений:

а — нижнее, *б* — вертикальное, *в* — потолочное

Ручной дуговой сваркой выполняют швы различного вида во всех пространственных положениях (рис. 93): нижнем, вертикальном, потолочном.

Питается электрическая дуга, которая возникает при замыкании сварочной цепи между электродом и свариваемой деталью *3*, переменным или постоянным током. Источником питания может быть сварочный трансформатор (табл. 77), генератор постоянного тока или выпрямитель.

При **автоматической дуговой сварке под слоем флюса** электрическая дуга горит между концом электродной проволоки и свариваемым металлом в флюсогазовом пузыре, возникающем между расплавленным флюсом и поверхностью расплавленного металла сварочной ванны. Флюс, затвердевая, образует на поверхности шва шлаковую корку. Используемый для сварки флюс подается впереди дуги, засыпая шов слоем 30...60 мм. Подача электродной проволоки и движение сварочной головки вдоль шва механизированы. Качество полученного шва очень высокое, но сварку можно выполнять только в нижнем положении, поэтому этот вид сварки используют только на заводах вентиляционных заготовок.

Таблица 77. **Технические данные сварочных трансформаторов**

Тип	Напряжение питающей сети, В	Вторичное напряжение, В	Номинальный режим работы ПН, %	Номинальный сварочный ток, А	Пределы регулирования сварочного тока, А	Масса, кг
СТШ-250	380	61	20	250	80...260	44
СТШ-300	380, 220	63	60	300	110...405	158
СТШ-500	380, 220	60	60	500	145...650	220
СТШ-500-80	380	80	60	500	60...800	323
ТС-120	380, 220	68	65	120	50...160	90
ТС-300	380, 220	68	65	300	110...385	185
ТС-500	380, 220	60	65	500	165...650	250
ТСК-300	380	63	65	300	110...385	215
ТСК-500	380	60	65	500	165...650	280
ТД-500	380, 220	59; 73	60	500	100...560	210
ТД-300	380, 220	61; 79	60	300	60...400	137
ТД-304	380, 220	65	50	300	120...350	150
ТСП-2	380, 220	62	20	300	90...300	63

Сварку в углекислом газе плавящимся электродом широко применяют в вентиляционных работах. Основные преимущества такой сварки — возможность сварки тонколистового металла, начиная с толщины в 0,8 мм, в различных пространственных положениях, высокое качество шва и большая производительность. Для сварки деталей воздуховодов в углекислом газе наиболее широко используют шланговый сварочный полуавтомат.

Аргонодуговую сварку неплавящимся вольфрамовым электродом, при которой получается высококачественный шов, применяют для сваривания нержавеющих и жаропрочных сталей, алюминия, меди, титана и их сплавов. Шов образуется за счет расплавления кромок изделия и, если необходимо, подаваемой в зону дуги присадочной проволоки. Зона горения дуги для предохранения от образования оксидов защищается инертным газом — аргоном.

Сварка порошковой проволокой — перспективный вид сварки. Если при сварке в защитных газах надежность защиты может нарушаться воздействием движущегося окружающего воздуха или в результате засорения газового сопла брызгами, то сварка порошковой проволокой лишена этих недостатков. Сердечник проволоки на 50...70 % состоит из неметаллических материалов, которые при расплавлении защищают сварочную ванну. Сварка обычно ведется полуавтоматами.

При **контактной сварке** с применением давления нагрев производится теплотой, выделяемой при прохождении электрического тока через

находящиеся в контакте соединяемые детали (см. рис. 84, *в*). Контактная сварка может быть точечной и шовной. Хорошее качество соединения достигается нагревом металла в зоне контакта до пластического состояния или плавления.

Газовая сварка основана на расплавлении металла под действием высокотемпературного пламени (свыше 3000 °С), получаемого при сгорании ацетилена в струе кислорода. При изготовлении вентиляционных систем этот способ применяют при сварке металла толщиной до 0,8 мм, когда дуговая сварка непригодна. При газовой сварке для заполнения зазоров между стыками используют присадочную проволоку, которую вводят в пламя газовой горелки и она расплавляется одновременно с кромками деталей.

Ацетилен и кислород подают в газосварочную горелку из баллонов через редукторы, понижающие их давление, по шлангам. Газосварочная горелка устроена таким образом, что в ней происходит эжектирование ацетилена струей кислорода, смешивание газов в смесительной камере и подача в мундштук. Соотношение расходов газов регулируют вентилями.

Газовая резка стали основана на сгорании стали в струе кислорода, подаваемого из резака. Резак устроен аналогично газосварочной горелке, но имеет дополнительный канал для выхода струи кислорода. Процесс резки начинается с местного нагрева стали с края реза ацетилено-кислородным пламенем, затем подается струя кислорода и резак ведется по контуру реза.

Плазменная резка металлов основана на расплавлении и выдувании расплавленного металла плазменной струей. Дуговая плазма, температура которой может достигать 16 000 °С, образуется при подаче газа в сопло плазмотрона, который, проходя столб электрической дуги, нагревается, увеличивается в объеме и сжимает столб, повышая его температуру. Плазменной струей можно резать практически все металлы толщиной до 100 мм и шириной реза от десятых долей миллиметра до 8...10 мм.

При использовании водоохлаждаемых циркониевых или гафниевых электродов плазмообразующим газом может служить воздух. В вентиляционных работах применяются установки воздушно-плазменной резки АВПР-36, СТД-1149, СТД-663 и др.

При сварке тонколистового металла применяют легкие электродо-

Таблица 78. **Длина прихваток в зависимости от толщины листов**

Толщина свариваемых листов, мм	Длина прихватки, мм	Расстояние между прихватками, мм
До 1	3...5	40...50
1...1,5		50...70
2...2,5		80...100

держатели. Сечение гибких проводов для подвода электроэнергии к держателям 16...50 мм². Детали перед сваркой очищают от грязи и ржавчины и тщательно подгоняют с минимальными зазорами между ними. Тонколистовые конструкции перед сваркой прихватывают короткими швами, что снижает деформацию конструкций от местного нагрева сварочной дугой (табл. 78).

§ 34. ОКРАСКА ВОЗДУХОВОДОВ

Прочность, противокоррозионные свойства и внешний вид лакокрасочного покрытия в значительной степени зависят от качества подготовки поверхности под окраску. Окраску или грунтовку выполняют для всех воздуховодов, кроме изготовленных из оцинкованной или легированной сталей и из цветных металлов. На заводах вентиляционных заготовок выполняют грунтовку деталей изнутри и снаружи обычно глифталевым грунтом ГФ-021 за один раз или покрывают специальными покрытиями.

Назначение грунтовки — создание прочной связи между поверхностью изделия и последующими лакокрасочными слоями.

В зависимости от объемов и номенклатуры изделий из тонколистового металла вентиляционные воздуховоды и изделия грунтуют и окрашивают различными способами: струйным обливом с последующей выдержкой в парах растворителя; окунанием; безвоздушным распылением под высоким давлением; ручной окраской; пневматическим распылением. При грунтовке и окраске струйным обливом или окунанием весь процесс может осуществляться в автоматическом и полуавтоматическом циклах. Способом безвоздушного распыления можно окрашивать изделия любой конфигурации, однако при этом способе, так же как и при пневматическом распылении, применяют ручную окраску краскораспылителем.

К специальным покрытиям относятся различные битумные и кислотостойкие эмали и лаки, а также окраска кислото- и щелочестойкими перхлорвиниловыми красителями. Наиболее трудоемкий процесс — многослойное покрытие полихлорвиниловыми эмалями и лаками — требует особенно тщательной подготовки поверхности. Прочное сцепление покрытия с металлом образуется только при полном удалении с поверхности окалины, ржавчины, жировых загрязнений, что достигается травлением или пескоструйной обработкой поверхности.

До отправки на объекты детали воздуховодов должны быть замаркированы в соответствии с монтажными чертежами. Существуют два способа маркировки: нанесение маркировочного знака на поверхность воздуховода несмываемой краской, отличающейся по цвету от грунта, с помощью трафарета и прикрепление к фланцу воздуховода металлической бирки с выштампованным знаком.

Размеры цифр маркировочных знаков, мм: — высота — 50, ширина — 25 и толщина линий — 6.

Глава VII

МОНТАЖ ВОЗДУХОВОДОВ И ВЕНТИЛЯЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 35. ПОДГОТОВКА К ПРОИЗВОДСТВУ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Обработка технической документации. Техническая документация (рабочие чертежи и сметы) поступает в монтажное управление и направляется в отдел подготовки производства (ОПП), который регистрирует техническую документацию; выявляет реальную возможность выполнения работ, заложенных в рабочих чертежах; согласует изменения с проектной организацией; разрабатывает монтажные чертежи и эскизы по рабочим чертежам; составляет проекты производства работ (ППР) или технологические записки; передает монтажные чертежи на завод вентиляционных заготовок или в мастерскую и согласует график их изготовления; составляет сводные ведомости монтажных заготовок, вентиляционного оборудования и изделий, а также заявки на материалы и типовые изделия; составляет лимитные карты на основные материалы и оборудование по объектам; принимает объекты под монтаж вентиляционных систем (совместно с линейным персоналом).

После указанной обработки рабочих чертежей техническая документация со всеми замечаниями, согласованиями и изменениями передается главному инженеру монтажного управления для утверждения ее к производству работ.

Проект производства работ (ППР) — это основное руководство по организации и производству монтажных работ на объекте. ППР включает в себя следующие разделы:

ситуационный генплан объекта с нанесением и привязкой мест складирования воздуховодов и вентиляционного оборудования, согласованный с генеральным подрядчиком;

схематический план объекта с нанесением места расположения вентиляционного оборудования;

перечень вентиляционного оборудования, поставляемого заказчиком;

характеристики воздуховодов по вентиляционным системам и перечень монтажных чертежей на них;

указания по производству такелажных и монтажных работ и технике безопасности с рекомендацией по установке средств креплений воздуховодов и креплений лебедок и блоков к строительным конструкциям;

производственные калькуляции трудоемкости монтажных работ и сводные ведомости трудовых затрат и заработной платы;

график поступления воздуховодов на объект, согласованный с заводом вентиляционных заготовок;

график поступления вентиляционного оборудования на приобъектный склад или в зону монтажа, согласованный с заказчиком;

календарный или сетевой график производства работ, согласованный с генеральным подрядчиком (строителями);

ведомость основных и вспомогательных материалов;

технико-экономические показатели и пояснительную записку.

ППР комплектуется типовыми технологическими картами (ТТК) на производство отдельных видов работ.

В типовой технологической карте указывается область ее применения на объекте, даются указания по организации и технологии монтажного процесса, методам безопасного ведения работ, приводится перечень необходимых инструментов, механизмов и приспособлений. При привязке технологической карты к конкретным условиям объекта уточняют средства подмащивания и разрабатывают схему проведения монтажных работ, привязанную к реальным размерам здания и другим местным условиям.

ППР составляют на основе рабочих чертежей, смет, директивных сроков строительства объектов и согласованного с генеральным подрядчиком графика производства работ.

Приемка объекта под монтажные работы. До начала монтажа вентиляционных систем на объекте генеральным подрядчиком по согласованию с представителем монтажной организации должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

возведены фундаменты, устроены площадки и другие опорные конструкции под вентиляционное оборудование;

возведены стены и перегородки в вентиляционных камерах, а также и перекрытия, если ППР не предусматривает подачу вентиляционного оборудования через верх камер;

установлены предусмотренные проектом закладные детали в вентиляционных камерах для подсоединения вентиляционного оборудования и по трассе систем для крепления воздуховодов;

устроены горизонтальные и вертикальные монтажные проемы для подачи вентиляционного оборудования и воздуховодов с приобъектного склада в зону монтажа;

возведены, а также оштукатурены и окрашены стены и перекрытия в местах прокладки воздуховодов и установки воздухораспределителей;

пробиты отверстия в местах прохода воздуховодов через стены, перекрытия и перегородки, если они не оставлены при возведении здания;

выполнены вентиляционные каналы в строительном исполнении (кирпичные, бетонные, из асбестоцементных труб и листов и др.);

устроены железобетонные стаканы в перекрытиях в местах прохода вентиляционных шахт или установки крышных вентиляторов;

остеклены окна и фонари;

установлены крепления крупногабаритных воздуховодов и созданы площадки под циклоны, скрубберы, фильтры и т. п.;

очищены места производства вентиляционных работ от строительного мусора;

проведено освещение мест производства работ.

После выполнения указанных работ объект или захватка принимается по двустороннему акту под монтаж.

К началу монтажных работ на объекте генподрядчик должен предоставить монтажной организации помещения для конторы, мастерской и кладовой, бытовки для рабочих, площадки для открытого хранения и навесы для складирования воздуховодов и вентиляционного оборудования в зоне действия транспортных средств. Обеспечить снабжение электроэнергией, водой и теплоносителем как для производства работ, так и для бытовых помещений. Осуществлять пожарно-сторожевую охрану. В местах выполнения вентиляционных работ проемы и шахты должны быть ограждены и устроены леса.

После приемки под монтаж на объект доставляют монтажные приспособления (лестницы, стремянки, вышки, траверсы, блоки, подмости и т. д.), монтажные механизмы (ручные и электрические лебедки, грузоподъемные механизмы), электрифицированный инструмент, сварочное оборудование и комплекты инструментов постоянного пользования.

Складирование воздуховодов и оборудования на объекте. Воздуховоды складируют на открытых площадках, расположение которых согласовано с генеральным подрядчиком.

Закрытые складские помещения и навесы используют для хранения металлопроката, вентиляционного оборудования, комплектующих деталей и изделий.

На приобъектных складах хранят минимально необходимый запас воздуховодов, гарантирующий бесперебойный монтаж вентиляционных систем (табл. 79).

Таблица 79. **Рекомендуемый резерв воздуховодов на объекте, обеспечивающий бесперебойную работу монтажников**

Способ перевозки воздуховодов	Расстояние от заготовительного предприятия до объекта, км	Запас воздуховодов, обеспечивающий работу монтажников, дней
Автомобильным транспортом	Менее и равно 50	12
	Более 50	15...20
Железнодорожным транспортом	» 50	25...30

Размер площадки для складирования воздуховодов ориентировочно зависит от способа перевозки и расстояния (табл. 80).

Средняя загрузка 1 м^2 площади склада с учетом проходов и проездов составляет 4 м^2 воздуховодов.

Складировать и хранить воздуховоды следует с соблюдением требований: воздуховоды укладывать на деревянные инвентарные подкладки

Таблица 80. **Запас воздуховодов на объекте и размеры площадок для складирования**

Общий объем воздуховодов на объекте, м²	Средняя продолжительность монтажных работ, дни	Запас воздуховодов, м²			Площадь склада, м²		
		при перевозке транспортом					
		автомобильным на расстояние		железнодорожным на расстояние	автомобильным на расстояние		железнодорожным на расстояние
		менее или равное 50 км	более 50 км	более 50 км	менее или равное 50 км	более 50 км	более 50 км
До 5 000	100	600	800	1250	150	200	310
» 20 000	250	1000	1200	2000	250	300	500
» 100 000	500	2400	3000	5000	600	750	1250

сечением 60×40 мм; круглые воздуховоды устанавливать вертикально, прямоугольные укладывать в штабеля высотой не более 2,7 м, фасонные части — в штабеля высотой не более 2 м; воздуховоды, доставленные в инвентарных контейнерах, хранить в этих же контейнерах; между штабелями воздуховодов оставлять проходы шириной 1 м и через каждые три штабеля — проезды для транспорта шириной 3 м; штабеля и контейнеры должны быть снабжены указателями с наименованием номера монтажного чертежа и системы.

По согласованию с генподрядчиком вентиляционные изделия хранят в помещениях строящегося объекта, если возможно применить подъемно-транспортные механизмы для погрузочно-разгрузочных работ.

При отсутствии складских площадок или ограниченных их размерах, как исключение, допускается сокращение запаса воздуховодов, но не менее трехдневного и при условии жесткого выполнения ежесуточного графика доставки воздуховодов на объект.

Графики производства монтажных работ. Графики, определяющие сроки проведения общестроительных и монтажных работ по отдельным элементам, захваткам, конструкциям, составляют на основе директивного графика строительства. Графики составляют по всем строящимся объектам в одной из двух форм: календарной или сетевой и согласовывают с организациями, участвующими в строительстве.

Календарный график — один из основных документов для разработки ППР.

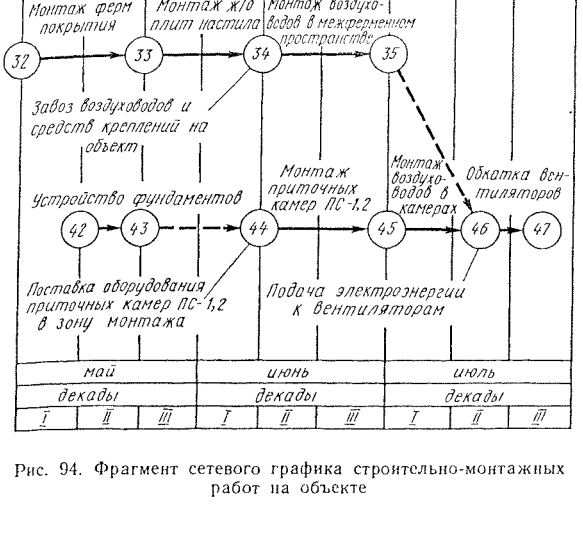


Рис. 94. Фрагмент сетевого графика строительно-монтажных работ на объекте

Сетевые графики (рис. 94) применяют для наиболее важных и сложных объектов. Каждая работа в нем проставляется стрелкой, а событие, связанное с окончанием одного вида работ и началом другого, — кружками в начале и конце стрелки. Под стрелками обычно проставляют трудоемкость работ. Зная продолжительность между событиями, легко найти расчетное количество рабочих для выполнения конкретных работ.

Сетевые графики позволяют представлять технологическую последовательность выполнения работ и их взаимосвязи. По графикам рассчитывают сроки обеспечения объекта строительными материалами, механизмами, рабочими, автотранспортом и т. д. На сетевом графике легко определить «критический путь», т. е. те работы, первоначальные сроки проведения которых сдерживают окончание работ по объекту в целом. Увеличивая интенсивность работ, лежащих на «критическом пути», можно существенно сократить сроки ввода объекта в эксплуатацию.

§ 36. ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

Строповка и подъем вентиляционного оборудования и воздуховодов. Строповка — наиболее ответственная операция при подъеме грузов. Обязанности стропальщика могут выполнять рабочие не моложе 18 лет, прошедшие обучение по специальной программе и аттестацию, которая

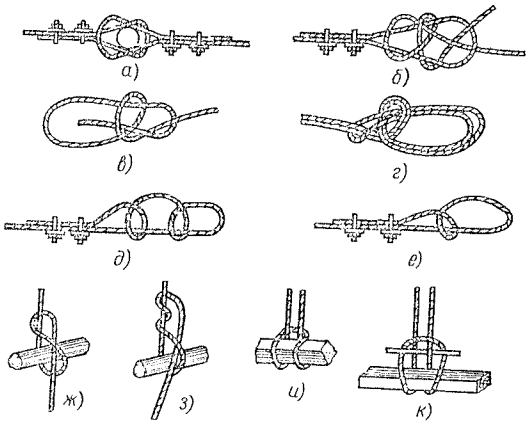


Рис. 95. Канатные узлы:

а — прямой, *б* — брамшкотовый, *в* — беседочный, *г* — двойной беседочный, *д* — штыковой, *е* — полуштыковой, *ж* — восьмерка (удавка), *з* — двойная восьмерка, *и* — мертвая петля, *к* — закладочная мертвая петля

проводится периодически, не реже одного раза в 12 мес. Аттестованному стропальщику выдают удостоверение, которое он должен иметь при себе во время работы.

При подъеме грузов используют пеньковые, капроновые и стальные канаты. Для крепления канатов к оборудованию и между собой применяют различные петли и узлы (рис. 95).

Перед началом работы стропальщик должен знать массу груза, подобрать и проверить грузозахватные приспособления, убедиться в правильной установке крана по отношению к окружающим сооружениям и линиям электропередачи. Минимальное расстояние от поворотной платформы или стрелы крана до ограждающих конструкций должно быть не менее 1 м. Запрещается вести работы и складировать конструкции и оборудование в охранной зоне электропередачи, а также непосредственно под линией электропередачи (ЛЭП).

Охранная зона вдоль воздушных ЛЭП — участок земли и надземное пространство, заключенное между вертикальными плоскостями, которые отстоят от крайних проводов на определенном расстоянии в зависимости от напряжения линии:

Напряжение, кВ	До 1	1...20	35	110...150	220	330...400	750	800 (постоянный ток)
Ширина охранной зоны, м	2	10	15	20	25	30	40	50

Работу в охранной зоне выполняют только при наличии письменного разрешения на производство работ от организации, эксплуатирующей ЛЭП. В этом случае назначается ответственное лицо за безопасное ведение работ и все перемещения крана производятся под наблюдением этого лица. Однако существует еще и опасная зона до неогражденных частей электроустановок, кабеля и проводов, где производить работу полностью запрещено:

Напряжение, кВ	До 1	1...20	35...110	150...220	330	550...750	800 (постоянный ток)
Ширина опасной зоны, м	1,5	2	4	5	6	9	

Место проведения такелажных работ должно быть хорошо освещено в темное время суток.

При обвязке и зацепке грузов стропальщик обязан руководствоваться типовыми схемами строповки, указаниями проекта производства работ и соблюдать следующие основные правила:

стропить оборудование и механизмы в упаковке за раму упаковки; на упаковке обычно обозначены точки строповки и центр тяжести груза и обязательно указаны масса груза без упаковки (нетто) и общая масса груза с тарой (брутто);

стропить вентиляционное оборудование только за специально предусмотренные проушины, крючки и отверстия (рис. 96), а при их отсутствии — за раму, на которой смонтировано оборудование; при подъеме обеспечить устойчивость в подвешенном состоянии;

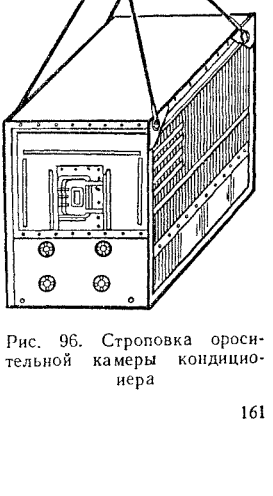


Рис. 96. Строповка оросительной камеры кондиционера

осмотреть воздуховоды перед подъемом изнутри, чтобы убедиться в отсутствии там льда, кирпичей и других предметов, могущих выпасть при подъеме; блоки воздуховодов длиной более 12 м стропят с помощью траверсы;

удерживать поднимаемый груз от вращения оттяжками из пеньковых и стальных канатов диаметром соответственно 20...25 или 8...12 мм; для укрупненных звеньев воздуховодов, поднимаемых горизонтально, следует применять две оттяжки, для других грузов — одну;

стропить вентиляторы одним или двумя стропами в зависимости от его массы (рис. 97, 98);

стропить листовой или сортовой

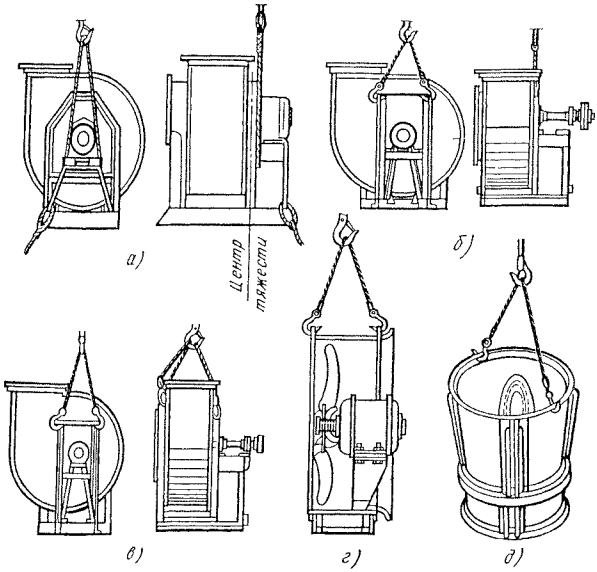


Рис. 97. Строповка вентиляторов:

а — массой до 100 кг, *б* — массой до 500 кг, *в* — массой свыше 500 кг, *г* — осевых, *д* — крышных

металлопрокат универсальными или облегченными стропами; под острые углы в местах соприкосновения стропа с металлом помещать деревянные подкладки;

стропить вентиляционное оборудование (рис. 99) и воздуховоды (рис. 100) таким образом, чтобы подача их к месту установки производилась в положении, наиболее близком к проектному;

проверять до подъема груза правильность установки такелажных средств путем пробного подъема на высоту 200...300 мм и при равномерных натяжении строп, затяжке узлов и петель и уравновешенности груза начинать подъем.

Места установки и способы крепления такелажных средств к строительным конструкциям должны быть указаны в ППР и согласованы с организацией, монтирующей эти конструкции. Крепления блоков и монтажно-тяговых механизмов к металлическим и железобетонным фермам производятся только в узлах фермы с использованием инвентарных или деревянных подкладок (рис. 101).

Во время подъема все сигналы машинисту крана должен подавать

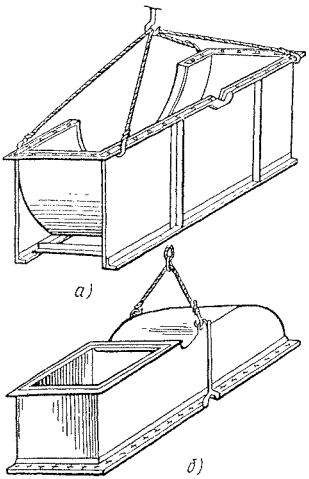


Рис. 98. Строповка вентиляторов № 16 и № 20:

а — нижней части кожуха, *б* — верхней части кожуха

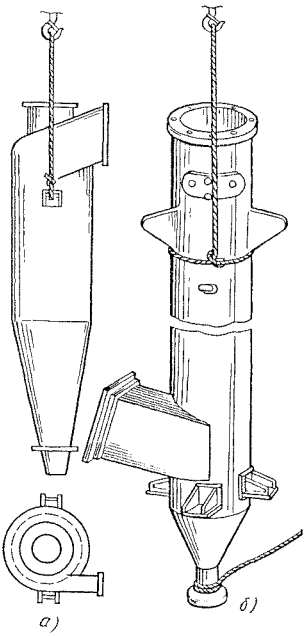


Рис. 99. Строповка циклона (*а*) и скруббера (*б*)

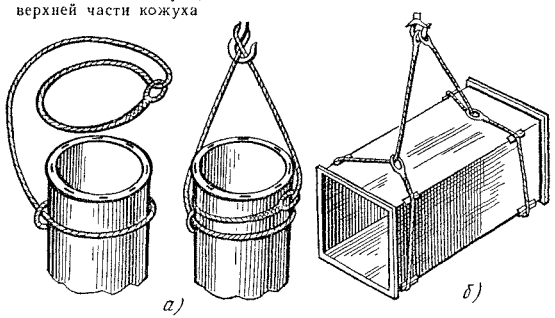


Рис. 100. Строповка воздуховодов:

а — круглого сечения, *б* — прямоугольного сечения

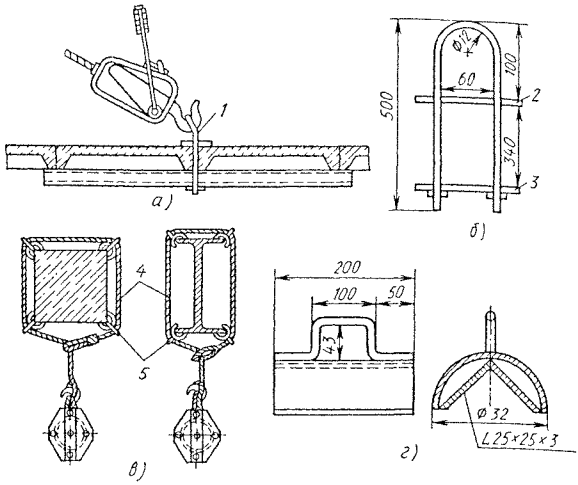


Рис. 101. Крепление монтажно-тяговых механизмов (ручных лебедок) и блоков к строительным конструкциям:

а — крепление лебедки к плитам покрытий, *б* — закладная деталь, *в* — крепление блока к ферме и балке, *г* — инвентарная металлическая подкладка; *1* — закладная деталь, *2* — стальная пластина 100×100×2 мм, приваренная при изготовлении, *3* — стальная полоса 40×6 мм, устанавливаемая на гайках, *4* — инвентарный строп, *5* — инвентарная металлическая подкладка

Таблица 81. **Основные знаки, применяемые при перемещении грузов кранами**

Команда	Положение руки, дающей команду	Сигнализирующий знак	Положение второй руки
Поднять груз или крюк	Перед грудью, согнута в локте, локоть прижат к поясу, ладонью вверх	Прерывистое движение кистью вверх-вниз	Свободно вдоль тела
Опустить груз или крюк	То же, но ладонью вниз	То же, вниз-вверх	То же
Повернуть стрелу	То же, ладонью вертикально в сторону поворота	Прерывистое движение кистью в сторону поворота	»
Поднять стрелу	Рука вытянута вдоль тела	Подъем вытянутой руки до горизонтального положения ладонью кверху	»

Продолжение табл. 81

Команда	Положение руки, дающей команду	Сигнализирующий знак	Положение второй руки
Опустить стрелу	Вытянута горизонтально вперед, ладонью вниз	Опускание руки вниз	Свободно вдоль тела
Стоп (прекратить все виды движения)	Перед грудью, согнута в локте, локоть прижат к поясу, ладонью вниз	Резкие движения кистью вправо-влево	То же
Осторожно	Кисти обеих рук параллельны и на небольшом расстоянии одна от другой на уровне груди		—

один человек — ответственный руководитель этих работ. При перемещении грузов кранами применяют знаковую сигнализацию (табл. 81).

Внутриобъектное транспортирование грузов и погрузочно-разгрузочные работы. Вентиляционное оборудование и воздуховоды непосредственно в зону монтажа могут доставляться обычными транспортными средствами: автомашинами, автопогрузчиками, трейлерами и т. п. На незначительные расстояния грузы перекатывают с помощью катков, представляющих собой обрезки стальных труб диаметром 50...100 мм. Под катки укладывают направляющие из досок толщиной 40...50 мм. В зимний период года оборудование можно транспортировать в зону монтажа на санях. Если оборудование необходимо подать на небольшое расстояние (до 20 м), то тяговое усилие создают лебедкой; при бо́льших расстояниях можно использовать колесный или гусеничный трактор.

При разгрузке оборудования с автомашин по лежням-спускам последние должны быть надежно укреплены и быть одинаковой длины. Запрещается стоять против лежней-спусков.

§ 37. МОНТАЖ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Радиальные и осевые вентиляторы общего назначения. По степени сложности монтажа вентиляторы могут быть разделены на три группы:

массой до 50 кг — радиальные до № 3,2, осевые до № 8; габаритные размеры таких вентиляторов небольшие и трудностей с их транспортированием и подъемом к месту монтажа не возникает, поэтому эту работу можно выполнять как вручную, так и с помощью механизмов;

массой до 1500 кг — радиальные вентиляторы до № 12,5, осевые свыше № 8 и все крышные вентиляторы; такое оборудование поставляют в виде вентиляторных агрегатов, т. е. комплектно с электродвигателем, рамой, клиноременной передачей. Монтаж вентиляторов обычно ведется

без разборки агрегата. Транспортирование и подъем к месту монтажа требуют наличия монтажных проемов и грузоподъемных механизмов;

массой свыше 1500 кг — радиальные № 16 и выше; поставляют отдельными укрупненными блоками; кожух вентилятора из нескольких частей, привод, рама, вал с рабочим колесом, виброизоляторы. Монтаж вентиляторов начинают обычно с подачи укрупненных блоков к месту монтажа, где агрегат собирают непосредственно на фундаменте.

До начала монтажа вентиляторов необходимо: принять под монтаж помещение вентиляционных камер, площадки, фундаменты и другие опорные конструкции; осмотреть вентилятор и электродвигатель; сравнить их данные с проектными; подготовить и установить в соответствии с указаниями ППР грузоподъемные приспособления и механизмы; проверить габаритные размеры монтажных проемов и проходов; доставить вентиляторы или укрупненные блоки в зону монтажа.

При осмотре вентиляторных агрегатов проверяют тип вентилятора, направление его вращения, номер, исполнение, тип и марку электродвигателя, его мощность, частоту вращения, диаметры шкивов. При несоответствии одного или нескольких параметров проектным данным монтаж вентилятора может быть разрешен только после согласования изменений с проектной организацией.

Радиальные вентиляторы 1-й и 2-й групп до № 12,5 включительно монтируют в такой последовательности:

производят строповку вентилятора;

поднимают (опускают) вентилятор на уровень проектной отметки возможно ближе к месту установки и перемещают его горизонтально до проектного положения;

проверяют правильность установки виброизоляторов и равномерность их сжатия, горизонтальность, точность привязки к конструкциям, горизонтальность вала рабочего колеса;

проверяют до подсоединения воздуховодов балансировку рабочего колеса, натяжение ремней клиноременной передачи, крепление ограждения;

выполняют ревизию подшипников вала рабочего колеса и электродвигателя и определяют наличие смазочного материала;

проверяют изоляцию обмоток электродвигателя и подсоединяют электропитание, эту работу выполняют специалисты-электрики;

проверяют работу вентилятора, в том числе правильность направления вращения рабочего колеса.

В настоящее время внедряются предмонтажная ревизия и прокрутка вентиляторов на заводах, в монтажных организациях либо на складах заказчика.

В зависимости от решения, принятого в ППР, местных условий и наличия механизмов вентиляторы поднимают различными грузоподъемными механизмами — автомобильными, башенными и мостовыми кранами, лебедками, электрическими талями, автопогрузчиками. Горизон-

тальное перемещение вентиляторов к фундаментам и площадкам осуществляется на катках из обрезков труб с помощью лебедок или вручную.

Устанавливать вентиляторы на фундамент можно накаткой посредством ручных лебедок по лагам, уложенным на фундамент под небольшим углом.

Радиальные вентиляторы устанавливают обычно на пружинных виброизоляторах. Если вентилятор устанавливают непосредственно на пол, то пружинные виброизоляторы типа ДО к полу не крепят. При монтаже вентиляторов на металлоконструкциях или фундаментах пружинные виброизоляторы крепят к ним болтами через отверстия, имеющиеся в нижней плите виброизоляторов. Элементы металлоконструкций и закладные части, к которым крепят виброизоляторы, должны совпадать в плане с соответствующими элементами рамы вентилятора, чтобы можно было корректировать положение виброизоляторов.

Если компоновка вентиляторного агрегата не соответствует проектной и центр тяжести агрегата смещен от расчетного положения, то места расположения виброизоляторов определяют опытным путем. Для этого вентилятор помещают на виброизоляторы и, перемещая их вдоль рамы, достигают их равномерной осадки и горизонтального положения рамы. При регулировании более сжатые амортизаторы отодвигают от предполагаемого центра тяжести агрегата. Отметив места окончательной установки виброизоляторов, в раме агрегата сверлят отверстия для их крепления.

Вентиляторы высокого давления и пылевые обычно устанавливают непосредственно на бетонные фундаменты и для крепления используют анкерные болты, которые вставляют резьбовой частью снизу в раму вентилятора. На болты навертывают гайки и контргайки, опускают их в гнезда и заливают цементным раствором. После схватывания раствора проверяют правильность установки вентилятора по уровню. Если требуется, между рамой и фундаментом помещают металлические подкладки и окончательно затягивают гайки анкерных болтов. Затем производят подливку фундамента цементным раствором до уровня нижней части рамы.

При установке вентиляторов на жесткое основание в некоторых случаях под раму вентилятора подкладывают листовую резину толщиной до 20...25 мм, чтобы снизить уровень механических вибраций. Под гайки анкерных болтов при этом подкладывают резиновые шайбы, а отверстия под болты делают значительно большего диаметра, чтобы исключить контакт между рамой и болтами.

Перед подсоединением воздуховодов к установленному вентилятору проверяют статическую балансировку его рабочего колеса. Для этого снимают клиновые ремни, если вентилятор оборудован клиноременной передачей, и на рабочем колесе, которое должно свободно вращаться от руки, мелом наносят риску. Такую же риску наносят напротив сде-

ланной на входном патрубке. Рабочее колесо проворачивают, чтобы оно выполнило несколько оборотов, и смотрят на положение рисок. Если при нескольких таких операциях риска на рабочем колесе занимает различные произвольные положения, то колесо правильно отбалансировано. Если колесо останавливается в одном определенном положении, то к верхней части переднего обода рабочего колеса следует прикрепить груз и все операции повторить. Определив массу и положение груза, при которых будет наблюдаться безразличное равновесие рабочего колеса, к нему в найденном месте обода приваривают расчетным швом стальную пластинку той же массы.

Радиальные вентиляторы 3-й группы № 16 и выше — монтируют из отдельных укрупненных сборочных единиц в такой последовательности:

отдельные сборочные единицы, в том числе и кожух, состоящий из нескольких частей, подают к месту установки, распаковывают и расконсервируют;

собирают раму вентилятора и устанавливают ее вместе с виброизоляторами на выверенный фундамент, помещая временные подкладки (деревянные бруски);

устанавливают на раму на клиньях нижнюю часть кожуха и детали привода;

привод, в том числе вал со стойкой, закрепляют к раме и насаживают на вал рабочее колесо;

подают верхнюю часть кожуха и на болтах соединяют с нижней, применяя уплотняющие прокладки;

устанавливают и закрепляют на кожухе входной патрубок с фланцем;

выверяют с помощью клиньев расположение кожуха относительно рамы и стойки и добиваются требуемого зазора между рабочим колесом вентилятора и входным патрубком и закрепляют кожух. Данный зазор (рис. 102) влияет на характеристику вентилятора и не должен превышать 1,0 % от диаметра рабочего колеса (*узел 1*). Если необходимо, величину зазора регулируют путем перемещения входного патрубка вдоль фланца;

после выверки зазоров в патрубке по месту сверлят отверстия и закрепляют патрубок к кожуху;

проверяют наличие смазочного материала в подшипниках и устанавливают виброизоляторы так, чтобы они были равномерно нагружены;

проверяют горизонтальность вала рабочего колеса; отклонение вала от горизонтального положения допускается не более 0,5 мм на 1 м; горизонтальность вала регулируют регулировочными гайками виброизоляторов;

после проверки натяжения клиновых ремней, качества изоляции обмоток электродвигателя, свободного, без заеданий, вращения рабо-

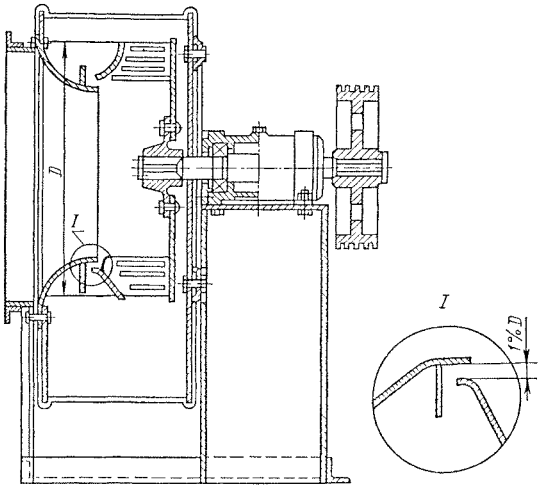


Рис. 102. Выверка зазоров при сборке вентилятора

чего колеса и затяжки всех болтовых соединений кратковременным включением электродвигателя вентиляторного агрегата определяют правильность направления вращения колеса;

производят пробный пуск и обкатку при подсоединенных гибких вставках всасывающего и нагнетательного патрубков к воздуховодам.

У вентиляторных агрегатов, у которых вентилятор соединен с электродвигателем клиноременной передачей, шнуром, приложенным к боковым кромкам шкивов, выверяют параллельность шкивов и отсутствие перегибов ремней. Клиноременная передача должна иметь ограждение, не допускающее случайного соприкосновения с вращающимися частями.

Муфты, с помощью которых вентиляторы соосно соединены с электродвигателем, должны иметь ограждение в виде изогнутого металлического листа, прикрепленного к стойке.

Радиальные вентиляторы могут быть установлены на кронштейнах в том случае, если номер вентилятора не превышает 6,3. Кронштейны крепят на стенах (рис. 103) или на колоннах зданий.

Осевые вентиляторы 1-й и 2-й групп устанавливают непосредственно в воздуховодах, на кронштейнах, в стенных и оконных проемах.

Высота установки осевых вентиляторов обычно значительно превы-

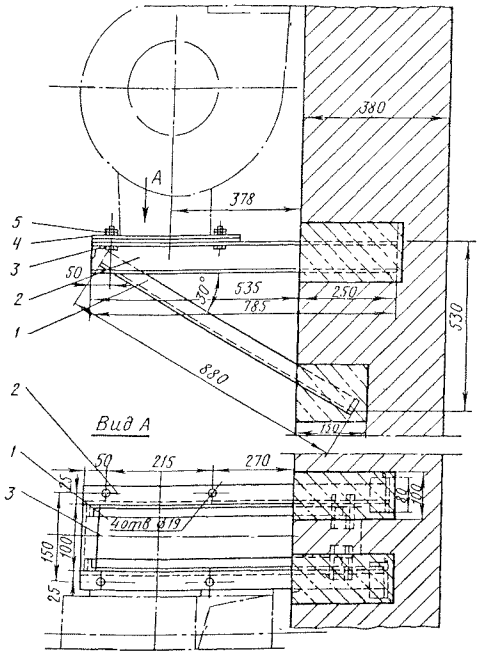


Рис. 103. Монтаж вентилятора В-Ц4-70 № 4 на кронштейнах:

1 — подкос, *2* — консоль, *3* — связь, *4* — резиновая прокладка, *5* — болт с гайкой и контргайкой

шает высоту рабочей зоны, и монтаж их ведется с применением автопогрузчиков, автокранов или лебедками.

При установке осевого вентилятора *1* в воздуховоде (рис. 104) вентилятор должен быть укреплеи на основании или кронштейне *2*, а фланцы кожуха соединены на болтах с резиновой прокладкой с фланцами воздуховодов *5*. В воздуховоде, расположением со стороны электродвигателя, делают люк для подключения вентилятора к электросети и проведения профилактического обслуживания.

При установке осевого вентилятора в стенном проеме его закрепляют болтами к закладной металлической раме, обрамляющей проем. Для защиты от атмосферных осадков с наружной стороны устанавливают полуотвод. Осевые вентиляторы, монтируемые в стеных или окон-

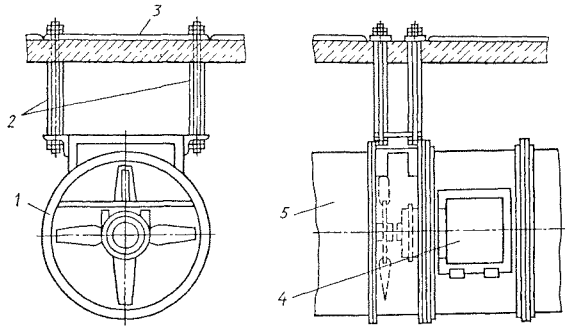


Рис. 104. Установка осевого вентилятора в воздуховоде:

1 — осевой вентилятор, *2* — кронштейн, *3* — перекрытие, *4* — лючок, *5* — воздуховод

ных проемах, оборудуют клапанами, управление которыми должно находиться в помещении на высоте 1,5...1,8 м от пола.

Монтаж осевых вентиляторов ведут в такой последовательности: устанавливают и выверяют кронштейн, раму или подвески для крепления вентилятора; монтируют вентилятор в проектном положении и закрепляют опорные болты; проверяют зазоры между обечайкой (цилиндрическим корпусом) и рабочим колесом (лопастями); зазор должен быть равномерный и не превышать 1 % от диаметра рабочего колеса; подсоединяют электроэнергию, проверяют правильность направления вращения рабочего колеса и производят обкатку вентилятора.

Крышные вентиляторы. Радиальные и осевые крышные вентиляторы устанавливают на типовые сборные железобетонные стаканы (рис. 105), которые служат конструктивной частью усиленной железобетонной пли-

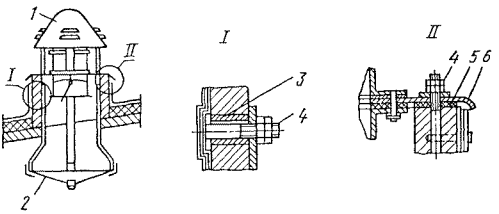


Рис. 105. Установка крышного вентилятора на железобетонном стакане:

1 — вентилятор, *2* — поддон, *3* — закладная трубка, *4* — болт, *5* — прокладка, *6* — козырек

ты перекрытия цеха. Стаканы внутренним диаметром 700, 1000 и 1450 мм, минимальной высотой 400 мм оборудуются закладными деталями: анкерными болтами *4* для крепления вентилятора и трубками *3*, через которые проходят болты крепления поддона *2* вентилятора *1*. Поддоны предназначены для сбора влаги, конденсирующейся на металлических частях вентилятора в холодный период года. Поддоны оборудуют дренажным трубопроводом диаметром 15...20 мм, который присоединяют к муфте в нижней части поддона. По периметру примыкания вентилятора к стакану устанавливают козырек *6*, чтобы атмосферные осадки не проникали в зазор между стаканом и вентилятором. Вентиляторы крепят к стакану восемью закладными анкерными болтами. Между стаканом и вентилятором устанавливают резиновую прокладку *5*.

Перед монтажом крышного вентилятора проверяют: размеры и привязку стакана к строительным конструкциям; высоту стакана и соответствие закладных анкерных болтов в стакане диаметру и шагу крепежного фланца вентилятора.

До начала монтажа выполняют ревизию вентилятора и его электродвигателя и проверяют зазор между рабочим колесом и обечайкой или входным патрубком.

После осмотра к всасывающему патрубку радиального вентилятора присоединяют самооткрывающийся обратный клапан, который автоматически открывается при работе вентилятора, а при его остановке закрывает сечение патрубка. Если в соответствии с проектом к крышному вентилятору подключают сеть воздуховодов, то ее первое звено (патрубок) присоединяют к вентилятору до его монтажа на стакане.

Масса сети воздуховодов не должна передаваться на крышный вентилятор, для чего воздуховоды крепят к строительным конструкциям. До монтажа крышного вентилятора к внутренней стороне стакана четырьмя болтами, пропущенными через закладные трубки, крепят поддон.

Монтаж крышного вентилятора ведут в такой последовательности:

стропят вентилятор (см. рис. 97, *д*), поднимают и перемещают его башенным или автомобильным краном к месту установки либо надвигают на стакан вручную; если вентилятор оборудован виброизоляторами, то виброизолированную часть крепят стопорными болтами и втулками, предусмотренными в конструкции вентилятора;

устанавливают вентилятор на железобетонный стакан, на который предварительно надета резиновая прокладка; отверстия крепежного фланца вентилятора осторожно пропускают через анкерные болты;

выверяют горизонтальность положения вентилятора по уровню и устанавливают козырек; на каждый анкерный болт навертывают гайку и контргайку; под гайки подкладывают шайбы;

после монтажа вентилятора проверяют легкость хода самооткры-

вающегося клапана и при необходимости регулируют противовесом; у вентиляторов, снабженных виброизоляторами, снимают стопорные болты и втулки, которыми была закреплена виброизолированная часть при транспортировании и такелажных работах;

подсоединяют электропитание и, убедившись в прочности всех соединений, легкости вращения рабочего колеса, наличии смазочного материала в подшипниках электродвигателя и привода рабочего колеса, пробным включением определяют соответствие направления вращения рабочего колеса вентилятора указанию стрелки.

§ 38. МОНТАЖ КОНДИЦИОНЕРОВ И ПРИТОЧНЫХ КАМЕР

Подготовительные работы по приемке помещений под монтаж кондиционеров и приточных камер заключаются в проверке соответствия размеров фундаментов и расположения отверстий под анкерные болты, правильности выполнения бетонных оснований под секции и детали кондиционеров и соответствия отметок оснований и фундаментов. К приемочному акту должна быть приложена схема геодезической съемки отметок фундаментов и оснований.

До начала монтажа проверяют: наличие и размеры закладных деталей и обрамлений отверстий, к которым крепятся приемные секции и утепленные клапаны; правильность расположения, размеры и отметки фундаментов под вентиляторные агрегаты и бетонные основания оросительных камер; наличие монтажных проемов и отверстий и соответствие их размеров беспрепятственному перемещению отдельных секций в зону монтажа.

Таблица 82. **Минимальные размеры монтажных проемов и отверстий для внутриобъектного транспортирования секций центральных кондиционеров**

Тип кондиционера	Минимальные размеры монтажных проемов, мм, при сборке			
	из отдельных узлов и деталей		из предварительно собранных секций	
	в стенах	в перекрытиях	в стенах	в перекрытиях
КТЦ2-10	1400×2100	1400×2100	—	—
КТЦ2-20	2200×2100	2200×2100	—	—
КТЦ2-31,5	3100×2800	3800×3100	3100×2800	4000×3100
КТЦ2-30	3100×2800	3800×3100	3100×2800	4000×3100
КТЦ2-63	2500×2300	4100×2500	3200×3200	4300×3200
КТЦ2-80	2500×2300	4100×2500	3200×3600	4300×3200
КТЦ2-125	2500×2700	4500×2500	4000×5100	4700×4000
КТЦ2-160	2300×2400	5700×2300	6100×3700	5900×3700
КТЦ2-200	2600×3000	6300×2600	5100×4000	6500×4000
КТЦ2-250	2600×3000	6300×2600	6100×4200	6500×4200

Таблица 83. **Минимальная масса деталей или секций центральных кондиционеров КТЦ2, кг**

Тип кондиционера	При сборке из отдельных деталей	При сборке из предварительно собранных секций	Тип кондиционера	При сборке из отдельных деталей	При сборке из предварительно собранных секций
КТЦ2-10	550	—	КТЦ2-80	2000	3000
КТЦ2-20	800	—	КТЦ2-125	3000	4200
КТЦ2-31,5	1800	1900	КТЦ2-160	3500	5500
КТЦ2-40	1800	1900	КТЦ2-200	4000	5800
КТЦ2-63	2000	2700	КТЦ2-250	4000	9000

Минимальные размеры монтажных проемов зависят от степени сборки отдельных узлов и секций кондиционеров (табл. 82).

Центральные кондиционеры марок КТЦ2-10 и КТЦ2-20 поставляют полностью собранными секциями, а кондиционеры КТЦ2-31,5 и КТЦ2-250 — отдельными элементами, которые собирают в секции либо в зоне монтажа на фундаменте, либо на отдельной сборочной площадке, а затем подают к месту установки,

В табл. 83 приведена масса наиболее тяжелой детали или секции, что требуется знать при выборе грузоподъемных механизмов.

Рис. 106. Монтаж секций кондиционера с помощью электрической тали:

а — план вентиляционной камеры монорельсами, *б* — разрез камеры; *1* — воздухозаборный канал, *2* — монорельсы, *3* — электрическая таль

Секции кондиционеров, контактирующие с наружным воздухом (приемные и присоединительные, камеры воздушные и обслуживания, блоки тепломассообмена и камеры орошения), изготовляют с шипами под крепление тепловой изоляции. Изоляцию наносят после установки камер и сдачи их организации, выполняющей теплоизоляционные работы.

Последовательность сборки секций центральных кондиционеров зависит от места их монтажа.

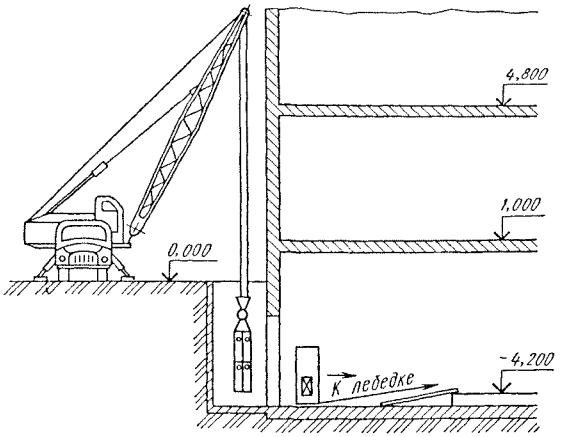


Рис. 107. Монтаж секций кондиционера автомобильным краном через монтажный приямок

При установке кондиционеров в подвалах и на антресолях эти помещения часто оборудуют электрическими талями с монорельсами, которые предназначены для последующего обслуживания и эксплуатации кондиционеров, но могут быть использованы и для подачи отдельных секций и деталей от монтажного проема непосредственно в зону монтажа (рис. 106). В этом случае монтаж кондиционеров начинают с приемного клапана, присоединяемого к воздухозаборному каналу *1*, и ведут по направлению к вентилятору.

Детали секции кондиционеров, устанавливаемые в подвалах многоэтажных зданий, подают через специальные монтажные приямки (рис. 107), закрываемые впоследствии съемными перекрытиями.

Горизонтальное перемещение секций к месту установки кондиционера выполняют ручными рычажными или электрическими лебедками с использованием катков либо автопогрузчиками.

При установке кондиционеров на отметке пола первого этажа промышленных зданий или в энергоблоках следует предусматривать возможность подачи деталей и секций без нарушения их упаковки к фундаментам башенными или автомобильными кранами до устройства перекрытий камер. Кондиционеры в этом случае монтируют после сдачи строительных работ в камере, начиная обычно с оросительной камеры.

Незначительная высота подъема оборудования, устанавливаемо-

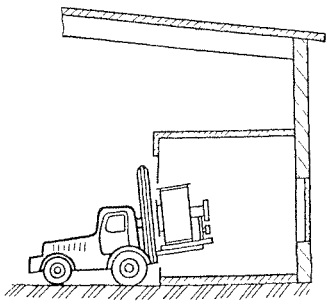


Рис. 108. Монтаж секций кондиционера автопогрузчиком

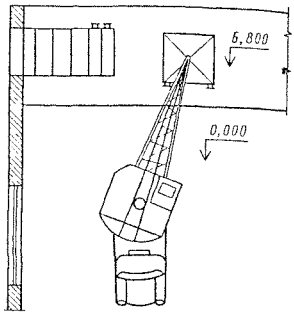


Рис. 109. Монтаж секций кондиционера автокраном на антресолях

го на нулевой отметке, позволяет широко применять маневренные автопогрузчики (рис. 108).

На антресоли или площадки секции и детали кондиционеров подают автомобильными кранами (рис. 109). Если подачу и монтаж секций кондиционеров невозможно производить краном или автопогрузчиком, то используют электрические или ручные лебедки (рис. 110).

При подаче секций и деталей кондиционеров к месту монтажа и использовании грузоподъемных механизмов руководствуются указаниями ППР и типовыми технологическими картами.

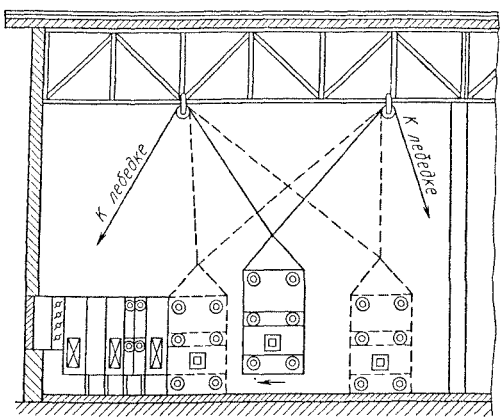


Рис. 110. Монтаж секций кондиционера с помощью лебедок

Монтаж кондиционеров в металлическом исполнении ведут в такой последовательности. Проверяют наличие деталей в соответствии с заводской комплектовочной ведомостью. Далее расконсервируют детали и тщательно их осматривают; замеченные повреждения устраняют до начала монтажа. После этого размечают оси кондиционера и собирают оросительную камеру или блок тепломассообмена на фундаменте.

Фундамент камеры заливают слоем горячего битума толщиной 10...15 мм и на него устанавливают бак, днище которого предварительно очищают от грязи и ржавчины и покрывают двумя слоями праймера (битум, растворенный в бензине). На бак помещают стенки корпуса камеры, потолок, каплеуловитель, воздухораспределитель, трубопроводы с форсунками, а к блокам тепломассообмена присоединяют теплообменники. При сборке оросительной камеры и других секций кондиционера руководствуются инструкциями, высылаемыми заводом-изготовителем вместе с оборудованием. Все соединения корпуса камеры выполняют на болтах с установкой резиновых прокладок, входящих в комплект камеры. После окончания монтажа кондиционера оросительную камеру проверяют на герметичность пуском воды из форсунок. По обе стороны от оросительной камеры устанавливают камеры обслуживания.

Из теплообменников собирают воздухонагреватели первого и второго подогрева. В некоторых случаях над теплообменниками устраивают обводной канал для прохода воздуха, минуя воздухонагреватель (для теплого периода года). В зависимости от подачи воздуха воздухонагреватель комплектуется различным числом теплообменников. Все соединения теплообменников выполняют на болтах с применением прокладок из листового асбеста либо асбестового шнура. Чтобы в трубках теплообменников в процессе эксплуатации не образовывалось водяных пробок, что может повлечь их размораживание, теплообменники необходимо устанавливать очень точно: отклонение трубок от горизонтали допускается не более 2 мм на длину живого сечения (прохода для воздуха) теплообменника. Перед подготовкой теплообменника к пуску следует убедиться в надежной затяжке болтов всех соединений и очистить от пыли и посторонних предметов оребренные поверхности теплообменников.

Затем монтируют камеры выравнивания, сухой воздушный фильтр, который собирается из одной или нескольких панелей, камеры обслуживания, присоединительные секции к воздушному клапану и вентиляторному агрегату и приемный воздушный клапан. Между закладной рамой воздухозаборного отверстия и приемным воздушным клапаном устанавливают стальной патрубок. В заключение монтируют вентиляторный агрегат на фундаменте, подсоединяют к нему направляющий аппарат и гибкую вставку.

Вентиляторные агрегаты кондиционеров КТЦ2-10, КТЦ2-20,

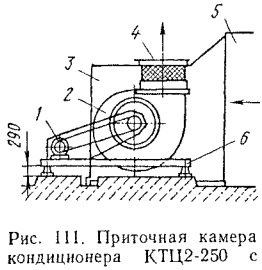


Рис. 111. Приточная камера кондиционера КТЦ2-250 с вентилятором двустороннего всасывания:

1 — электродвигатель, *2* — кожух вентиляторного агрегата, *3* — корпус камеры, *4* — выхлопной патрубок, *5* — секция кондиционера, *6* — виброизолирующее основание

КТЦ2-31,5 и КТЦ2-40 поставляют в собранном виде, а кондиционеров КТЦ2-63...КТЦ2-125 — сборочными единицами. Монтаж таких агрегатов практически не отличается от монтажа обычных вентиляторов общего назначения.

Вентиляторные агрегаты кондиционеров КТЦ2-160...КТЦ2-250 состоят из радиального вентилятора двустороннего всасывания ВЦ4-100 № 16/2 или № 20/2, установленного в приточной камере *3* кондиционера (рис. 111), электродвигателя *1* с гидроустановкой и виброизолирующего основания *6*. Вентиляторные агрегаты поставляют отдельными сборочными единицами и деталями и монтируют на заранее подготовленном фундаменте приточной камеры до ее сборки в такой последовательности:

собирают раму вентилятора с виброизоляторами и закрепляют в проектном положении;

собирают на прокладках нижнюю половину кожуха вентилятора;

снимают с опор вала с рабочим колесом боковые уголки, которые используют при его транспортировании, заводят вал внутрь нижней половины кожуха и закрепляют болтами;

устанавливают на раму нижнюю половину кожуха в сборе с валом и закрепляют болтами;

собирают на прокладках верхнюю половину кожуха;

снимают с опор вала верхние уголки, используемые при транспортировании, устанавливают на прокладках верхнюю половину кожуха и закрепляют ее;

проверяют зазоры между входными патрубками и рабочим колесом вентилятора (см. рис. 102). Если необходимо отрегулировать зазор, то вал с рабочим колесом перемещают по вертикали с помощью регулировочных прокладок под корпусами подшипников вала, а по горизонтали — за счет овальности отверстий крепления корпусов подшипников;

после регулирования зазора затягивают гайку конической втулки роликоподшипникового вала, надевают крышки и закрепляют корпуса подшипников; гайку конической втулки затягивают до тех пор, пока радиальный зазор между верхним роликом и поверхностью качения наружного кольца подшипника, замеренный щупом, будет равен 0,03...0,05 мм;

устанавливают на раму привод с гидромуфтой и проверяют соос-

ность канавок под клиновые ремни шкивов вентилятора и электропривода; смещение канавок не должно превышать 2 мм на 1 м межцентрового расстояния;

надевают клиновые ремни и регулируют их натяжение;

после проверки электрического сопротивления обмоток электродвигателя, наличия смазочного материала в подшипниках, масла в гидроустановке и затяжке всех болтовых соединений путем кратковременного включения двигателя определяют правильность направления вращения рабочего колеса в соответствии с указанием стрелки на его среднем диске.

После окончания монтажа вентиляторного агрегата монтируют приточную камеру. Для этого на фундамент приточной камеры устанавливают раму, проверяют ее горизонтальность по уровню и закрепляют анкерными болтами. Далее на раме монтируют стены и потолок камеры; нагнетательный патрубок камеры должен находиться напротив нагнетательного патрубка вентилятора и быть соединен с ним мягкой вставкой. После этого приточную камеру соединяют с кондиционером с помощью переходной приточной секции и устанавливают герметические двери и светильники. Затем устанавливают и закрепляют ограждение привода вентилятора. В заключение проверяют герметичность камеры и устраняют обнаруженные щели и неплотности соединений.

Во время эксплуатации приточных камер категорически запрещается входить в них при работающем вентиляторном агрегате. Открытие герметических дверок должно быть сблокировано с одновременным отключением электродвигателя привода.

Вентиляторные агрегаты двустороннего всасывания оборудуют гидроустановками или индукторными муфтами для уменьшения пусковой нагрузки электродвигателя и для бесступенчатого регулирования частоты вращения рабочего колеса агрегата. Если требуется уменьшить частоту вращения рабочего колеса вплоть до его полной остановки, масло из гидроустановки откачивают в маслобак шестеренным насосом, входящим в комплект установки. Для достижения проектной частоты вращения гидроустановка заполняется маслом шестеренным насосом. Индукторную муфту регулируют переключением ее обмоток.

Монтаж центральных кондиционеров в строительном исполнении выполняют из таких же рабочих секций (клапанов, фильтров, воздухонагревателей, оросительных камер, блоков тепломассообмена, вентиляторных агрегатов), как и для типовых кондиционеров. Строительные конструкции заменяют собой только камеры обслуживания, выравнивания, приточные и воздушные, а также присоединительные секции (рис. 112).

Камеры выполняют из железобетона или кирпича и оборудуют герметическими дверями для входа при монтаже и обслуживании при эксплуатации и перегородками с проемами для подсоединения к ним

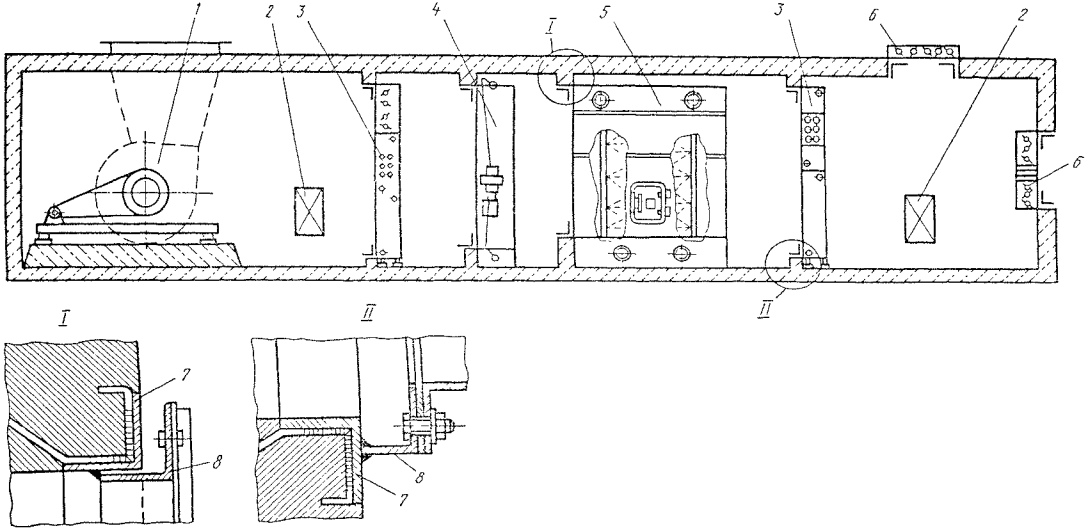


Рис. 112. Центральный кондиционер в строительном исполнении:

1 — вентиляторный агрегат, *2* — герметические двери, *3* — воздухонагреватели, *4* — фильтр, *5* — оросительная камера, *6* — многостворчатые клапаны, *7* — закладная рама, *8* — контрфланец

рабочих секций кондиционеров. Проемы обрамляют металлическими закладными рамами из угловой стали одновременно с устройством перегородок. Рабочие секции кондиционеров подсоединяют к металлическим закладным рамам (рис. 112, *I*, *II*) посредством ответных контрфланцев, приваренных к ним. Контрфланцы и фланцы рабочих секций соединяют на болтах с установкой прокладок.

Порядок монтажа секций, пробный пуск и обкатка оборудования не отличаются от описанного ранее. Крупногабаритные сборочные единицы и детали кондиционеров должны быть доставлены на место их установки до окончания строительных работ.

Монтаж местных автономных и неавтономных кондиционеров, поставляемых на объекты в собранном виде, состоит в установке их на пол или специальный постамент. Место установки должно быть выверено по уровню.

К месту установки кондиционеры можно подавать башенными, мостовыми, автомобильными кранами и автопогрузчиками. Стропят кондиционеры за четыре угла, снабженные проушинами. При перемещении местных кондиционеров нельзя допускать резких толчков или ударов. В помещении, где устанавливают кондиционер, строительные работы должны быть окончены и кондиционер принимают под монтаж по акту. Местные кондиционеры оборудуют устройством для забора наружного воздуха, которое защищают от попадания атмосферных осадков жалюзийными решетками. На воздуховоды, по которым проходит наружный воздух к кондиционеру, наносят тепловую изоляцию. Выходной патрубок кондиционера соединяют с воздуховодами, которые раздают воздух по помещениям.

Для автономных местных кондиционеров должна быть подведена электроэнергия и в некоторых случаях сжатый воздух для работы приборов и исполнительных механизмов автоматики, а для охлаждения конденсатора с водяным охлаждением — водопроводная вода и обеспечен ее слив. Неавтономные кондиционеры требуют подвода трубопроводов теплоносителя для холодного периода года — высокотемпературной (до 130...150°С) воды, а в теплый период — холодоносителя — воды температурой около 8°С.

Перед пуском местные кондиционеры должны пройти ревизию и проверку работоспособности отдельных агрегатов.

Автономные комнатные кондиционеры типа БК устанавливают в деревянном кожухе, который вставляют в нижнюю часть оконной рамы, вынув часть переплета. Щели между кожухом и кондиционером заделывают поролоном. Внутренняя панель кондиционера должна быть установлена заподлицо с оконной рамой, а наружная — выступать на менее чем на 200 мм за пределы наружных ограждений.

Монтаж приточных камер осуществляют следующим образом. Секции типовых приточных камер 2ПК-10...2ПК-150 — приемная, подогрева, соединительная и вентиляторная, оросительная — доставляют на

объекты в собранном виде либо деталями и панелями. Их монтаж во многом совпадает с монтажом секций кондиционеров.

До начала монтажа типовой приточной камеры подготовляют площадку в виде бетонной подушки высотой 100 мм. Плоскость подушки должна быть горизонтальна. Для вентиляторных агрегатов камер 2ПК-70...2ПК-150 устраивают специальный бетонный фундамент.

Воздухозаборный канал наружного воздуха для приточной камеры оборудуют проемом с закладной рамой для подсоединения утепленной заслонки приемной секции.

Для подъема и горизонтального перемещения секций приточной камеры должны быть предусмотрены монтажные проемы и отверстия. Секции и детали стропят только за предусмотренные для этой цели отверстия и проушины.

Монтаж типовых приточных камер ведут в такой последовательности:

монтируют в отверстии воздухозаборного канала контрфланец утепленной заслонки приемной секции; для камер 2ПК-70...2ПК-150 устанавливают контрфланец на сдвоенные утепленные заслонки;

соединяют утепленные заслонки приемной секции с контрфланцем воздухозаборного канала;

при наличии рециркуляции воздуха соединяют рециркуляционный воздуховод с заслонкой, расположенной вверху приемной секции;

последовательно к приемной секции на болтах с прокладками подсоединяют секции подогрева, оросительную и соединительную, которые устанавливают непосредственно на бетонную подушку;

устанавливают на виброизоляторах вентиляционную секцию и соединяют ее гибкими вставками с соединительной секцией и приточным воздуховодом.

Вентиляционно-приточные агрегаты (камеры) ВПА, которые поступают на строительную площадку комплектно в собранном виде, доставляют в зону монтажа, поднимают на проектную отметку и надвигают на фундамент. Затем подсоединяют воздуховоды, подводят трубопровод питьевой воды и электроснабжение.

§ 39. МОНТАЖ ЭЖЕКЦИОННЫХ ДОВОДЧИКОВ, ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ И ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ АГРЕГАТОВ

Монтаж эжекционных доводчиков. Их монтаж осуществляется в подоконном пространстве помещения. Воздух от доводчика подается через решетку в подоконной панели.

Эжекционный доводчик монтируют в такой последовательности (рис. 113). В помещении на уровне пола прокладывают воздуховод первичного воздуха *1*, идущий от центрального кондиционера (рис. 113, *а*). Воздуховод первичного воздуха, снабженный патрубком

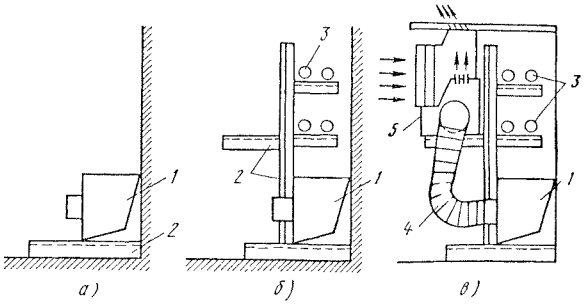


Рис. 113. Последовательность монтажа (*а—в*) эжекционного доводчика:

1 — воздуховод первичного воздуха от кондиционера, *2* — кронштейны, *3* — трубопроводы холодной и горячей воды, *4* — присоединительный патрубок, *5* — эжекционный доводчик

для подсоединения к доводчику *5*, монтируют на опорах, лежащих на полу. Далее устанавливают опоры под доводчик и прокладывают трубопроводы холодной и горячей воды *3* (рис. 113, *б*). Доводчик *5* помещают на металлический каркас и соединяют с воздуховодом первичного воздуха гофрированным патрубком *4* диаметром 100 мм (рис. 113, *в*). Теплообменники доводчика соединяют с трубопроводами. Затем в подоконной панели устанавливают приточную решетку и доводчик закрывают декоративной съемной вертикальной панелью с решеткой для забора воздуха из помещения.

Монтаж воздухонагревателей. Воздухонагреватели обычно устанавливают группами по нескольку штук. Перед установкой воздухонагреватели должны быть очищены; помятое оребрение выправляют, стараясь не повредить цинковое покрытие. Воздухонагреватели проверяют на герметичность гидравлическим испытанием под давлением на 0,2 МПа выше рабочего, но не более 1,2 МПа. При проведении испытания появление течи и капель не допускается.

До монтажа воздухонагреватели собирают в блоки и в зависимости от способа их установки соединяют между собой с помощью фланцев (при последовательной установке по ходу движения воздуха) или посредством металлических полос, прикрепляемых болтами к фланцам (при параллельной установке). Все соединения выполняют на болтах с асбестовыми прокладками. Такой блок заготовляют в мастерских, где его обвязывают трубопроводами горячей и обратной воды, и в собранном виде транспортируют на объект.

Воздухонагреватели к месту установки подают автомобильными, башенными кранами, автопогрузчиками, ручными и электрическими

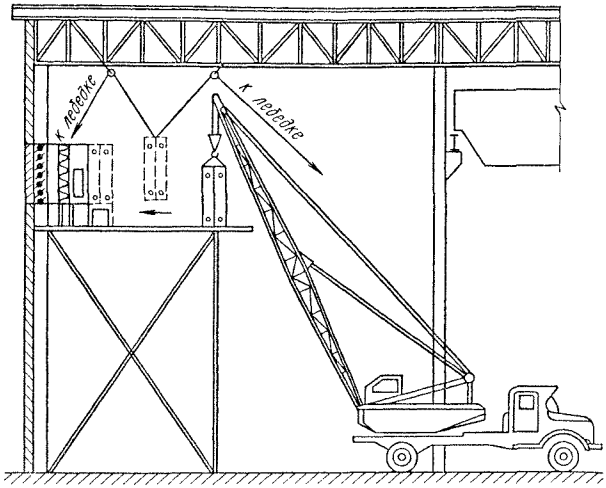


Рис. 114. Монтаж воздухонагревательного блока автомобильным краном и лебедками

лебедками (рис. 114) и другими грузоподъемными механизмами. Стропят воздухонагреватели за специально предусмотренные транспортировочные косынки с отверстиями, закрепленными в углах фланцев. Воздухонагреватели помещают на металлические подставки из угловой стали.

Одноходовые воздухонагреватели, в которых теплоносителем служит пар, монтируют с вертикальным расположением трубок и подводом пара сверху. При установке многоходовых воздухонагревателей с теплоносителем — высокотемпературной водой — тщательно проверяют горизонтальность трубок, чтобы не образовывалось водяных пробок и мешков и не было последующего их размораживания.

По окончании монтажа тщательно заделывают все неплотности между воздухонагревателями и вертикальными перегородками вентиляционных камер, чтобы исключить проход воздуха помимо воздухонагревателей.

Для обслуживания воздухонагревателей (осмотра и ремонта во время эксплуатации) в приточных камерах оставляют свободное пространство шириной не менее 700 мм. Вход в камеру должен быть снабжен герметической дверью.

Монтаж отопительно-вентиляционных агрегатов. Агрегаты, как подвесные, так и напольные, поступают на объекты в комплектном

и собранном виде. Для напольных агрегатов должно быть подготовлено место установки с гнездами для анкерных болтов и выверена горизонтальность фундамента, а для подвесных — смонтированы кронштейны с отверстиями для подвески агрегатов.

Стропят отопительно-вентиляционные агрегаты за приваренные к корпусу проушины. При монтаже напольный агрегат устанавливают в проектное положение, подсоединяют электроэнергию и трубопроводы высокотемпературной воды или пара и конденсатопровода.

Поднимают навесные агрегаты в проектное положение автомобильными кранами или лебедками. Устанавливают подвески и крепят агрегат двое рабочих, используя для работы на высоте автогидроподъемник, монтажную вышку или подмости.

§ 40. МОНТАЖ ФИЛЬТРОВ, ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ И ЦИКЛОНОВ

Монтаж фильтров. Многообразие конструкций фильтров определяет различные методы их монтажа.

Унифицированные ячейковые фильтры со стандартным размером кассеты 500 × 500 × 55 мм поставляют на монтаж в собранном виде и устанавливают в плоских панелях с числом ячеек от 2 до 25 шт. Размеры плоских панелей от 518 × 1034 до 2582 × 2582 мм. Установочные рамки *3* (рис. 115) кассет соединяют между собой заклепками и закрепляют в панели *2*. Плоские панели на болтовых соединениях закрепляют к закладным деталям проема для фильтров. При монтаже устраняют все неплотности между панелью и проемом для фильтра, чтобы предотвратить пропуск неочищенного воздуха. Для сбора масла, стекающего с фильтров, под панелью устанавливают поддон.

Рулонные фильтры ФРУ и *ФРП* поставляют на монтаж в разобранном виде, посекционно, со снятым приводом. Фильтры собирают из одной, двух или трех унифицированных секций шириной 800 или 1050 мм. До начала монтажа фильтров проверяют соответствие проемов для прохода воздуха габаритным размерам фильтра, горизонтальность площадки или постамента, принимают вентиляционную камеру под монтаж.

Рулонный фильтр монтируют в такой последовательности: устанавливают на площадке или постаменте приводную секцию; секции фильтра соединяют между собой стяжками и горизонтальными уголками присоединительных фланцев; при соединении секций устанавливают их



Рис. 115. Установка ячейковых фильтров:

1 — ячейка фильтра, *2* — панель, *3* — установочная рамка

нижние валы, чтобы они вошли в зацепление с соединительной муфтой приводной секции; устанавливают прижимы, электропривод с цепью и нижние катушки фильтра; собранный фильтр присоединяют на болтах с прокладками с помощью патрубка с контрфланцем к воздушному проему; на верхний вал помещают катушки с фильтрующим материалом и пропускают начало полотен вниз по подвижным решеткам до закрепления их на нижних свободных катушках.

Фильтрующий материал заправляют в фильтры в брезентовых рукавицах и комбинезонах.

Монтаж тканевых пылеуловителей. Монтаж пылеуловителей, поставляемых в разобранном виде, начинают с подготовки места установки, проверки горизонтальности площадки по уровню, соответствия проемов и отверстий проекту и фактическим размерам пылеуловителя. Пылеуловитель монтируют с помощью автомобильного крана или лебедки. Сначала на опорную конструкцию помещают бункер, закрепляют его и на нем монтируют каркас, коллекторы очищенного и продувочно-

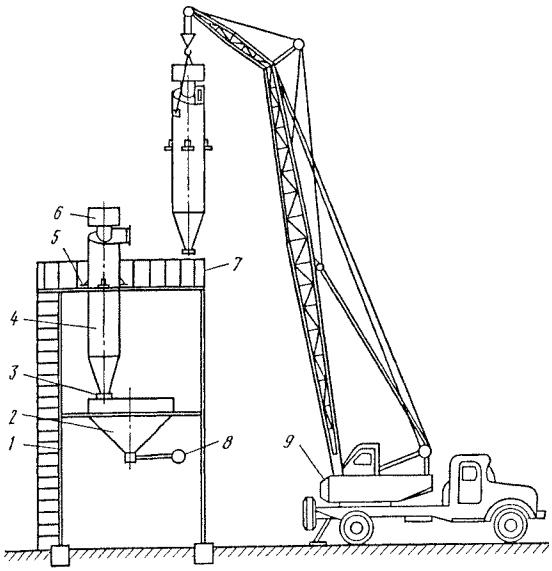


Рис. 116. Монтаж циклона:

1 — металлоконструкции опор, *2* — бункер, *3* — присоединительный фланец, *4* — циклон, *5* — косынка, *6* — улитка, *7* — верхняя площадка, *8* — рычаг затвора, *9* — автомобильный кран

го воздуха и механизм встряхивания. Устанавливают тканевые рукава, монтируют винтовой конвейер и приводы механизма. Все соединения выполняют на болтах с применением резиновых прокладок.

После проверки правильности сборки и наличия смазочного материала во всех сборочных единицах и подшипниках затягивают крепежные болты, испытывают фильтр на герметичность и пускают фильтр в работу на холостом ходу.

Монтаж циклонов. Циклоны в зависимости от размеров и массы поставляют на объекты в собранном виде либо отдельными транспортными деталями (корпус, бункер, улитка). Их монтаж ведут с использованием металлических или железобетонных опор. Циклоны могут быть сгруппированы по нескольку штук в одном блоке с общим бункером либо установлены раздельно. К корпусу циклона приварены косынки для крепления корпуса к опорам и проушины для его подъема. Циклоны чаще всего монтируют автомобильными кранами. До начала монтажа по акту принимают металлоконструкции опор под бункер с тщательной проверкой соответствия отверстий для бункера и циклонов и их креплений в площадках и геодезических отметок конструкций.

Монтаж циклонов ведут в такой последовательности (рис. 116): устанавливают бункер *2* и закрепляют его к опорам *1*, монтируют верхнюю опорную площадку; последовательно один за другим в отверстия площадки автомобильным краном устанавливают циклоны *4* с улитками *6*. К опорной площадке циклоны крепят косыками *5* на болтах; положение циклонов выверяют по отвесу; фланец *3* подсоединяют к бункеру; снизу к бункеру подсоединяют затвор для периодического удаления отходов; проверяют затяжку всех болтовых соединений и монтируют воздуховоды вентиляционной системы с подсоединением их к циклонам.

Монтаж скрубберов, цнклонов-промывателей, цнклонов с водяной пленкой, мокрых пылеуловителей. Монтаж этого оборудования ведут в помещениях, где температура воздуха не опускается ниже +5 °С. Скрубберы и другие мокрые пылеуловители поставляют в собранном виде комплектно с форсунками для распыления воды и гидрозатворами для удаления шлама. Скрубберы поднимают на проектную отметку автомобильными кранами или лебедками (рис. 117).

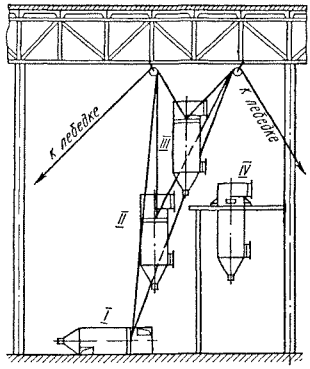


Рис. 117. Монтаж скруббера (*I...IV* — последовательность монтажа)

Монтаж скрубберов и других мокрых пылеуловителей ведут в та-

кой последовательности: поднимают скруббер на проектную отметку и вставляют в гнездо опоры; проверяют вертикальность установки корпуса скруббера и крепят его к опорам; монтируют систему распыления воды; соединяют гидрозатвор скруббера с системой шламоудаления; соединяют входной и выходной патрубки с воздуховодами вытяжной вентиляционной системы; подключив воду, испытывают скруббер на герметичность.

§ 41. МОНТАЖ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ И ДЕТАЛЕЙ

Общие положения. Монтаж воздуховодов на объектах выполняют после возведения наружных ограждений зданий, внутренних стен и вентиляционных камер. На крупных стройках воздуховоды монтируют сразу после установки ферм и устройства покрытий, на небольших объектах — после установки вентиляционного оборудования. Исключение составляют воздуховоды вентиляционных систем, связанных с технологическим оборудованием. Их монтируют после установки оборудования либо одновременно с ним.

Внутри объекта воздуховоды транспортируются в соответствии с ППР. Для этого используют автомашины или автопогрузчики. На незначительные расстояния воздуховоды переносят вручную. Для подъема воздуховодов применяют башенные и автомобильные краны, подъемники, лифты. Строповка воздуховодов приведена на рис. 100.

До начала монтажа воздуховодов:

принимают объект по акту под монтаж; завозят воздуховоды вентиляционных систем на приобъектный склад, где проверяют наличие деталей для каждой вентиляционной системы в соответствии с монтажными чертежами и комплектность средств креплений; укладывают детали с учетом последовательности их монтажа;

производят предварительное укрупнение прямых участков и фасонных частей в звенья и плети в зависимости от способа монтажа, массы деталей, грузоподъемности механизмов и местных условий; устанавливают последовательность монтажа блоков;

размечают места установки креплений и проверяют наличие закладных деталей для креплений, если они предусмотрены проектом; места креплений подвесок для воздуховодов размечают по оси трассы снизу либо сверху покрытия; места установки кронштейнов по колоннам размечают с учетом средней длины регулируемых подвесок; места крепления вертикальных шахт по стенам и колоннам здания размечают с применением отвеса;

окончательно определяют последовательность проведения монтажа воздуховодов; места установки грузоподъемных средств (блоков, лебедок) должны быть предусмотрены в ППР и согласованы со строителями.

При выполнении монтажных работ следует соблюдать основные положения:

воздуховоды, предназначенные для транспортирования увлажненного воздуха (местные отсосы от ванн, системы кондиционирования воздуха), монтируют таким образом, чтобы в нижней части не было продольных швов с уклоном 0,01...0,015 в сторону дренажных устройств;

вертикальные воздуховоды не должны отклоняться от отвесной линии более чем на 2 мм на 1 м длины;

болты всех фланцевых соединений должны быть затянуты до отказа и гайки болтов расположены с одной стороны фланца; при установке болтов вертикально гайки располагают с нижней стороны соединения;

прокладки между фланцами воздуховодов должны обеспечивать плотность соединения и не выступать внутрь или наружу воздуховодов; в качестве прокладочного материала можно использовать поролон, ленту профильной резины толщиной 4...5 мм, пористую резину, полимерные мастичные жгуты, асбестовый шнур и картон (при температуре перемещаемой среды свыше 70°С), кислотощелочестойкую резину и пластикат (для сред с агрессивными парами и веществами);

бесфланцевые соединения воздуховодов (на бандажах и шинах) герметизируют лентой «Герлен» (при температуре перемещаемой среды до 40°С), мастикой «Бутепрол» (воздуховоды круглого сечения, по которым перемещается среда температурой до 70°С);

разъемные соединения воздуховодов следует располагать за пределами стен, перегородок и покрытий;

монтаж воздуховодов вести способами, предусмотренными «Типовыми технологическими картами на монтаж воздуховодов» и указаниями ППР.

Крепления воздуховодов. Крепления стальных горизонтальных металлических воздуховодов устанавливают на расстоянии не более 4 м один от другого при диаметре круглого воздуховода или размере большей стороны прямоугольного воздуховода менее 400 мм и на расстоянии 3 м при диаметре круглого и размере большей стороны прямоугольного 400 мм и более.

Крепления вертикальных металлических воздуховодов размещают на расстоянии не более 4 м одно от другого. Крепить растяжки и подвески непосредственно к фланцам воздуховодов не разрешается.

Хомуты должны плотно охватывать воздуховоды.

Свободно подвешиваемые воздуховоды расчаливают путем установки двойных подвесок с углом между ними не менее 45° через каждые две одинарные подвески, если их длина находится в пределах от 0,5 до 1,5 м, и через каждую одинарную подвеску — при длине подвесок более 1,5 м.

Воздуховоды должны быть укреплены так, чтобы их масса не передавалась на вентиляционное оборудование.

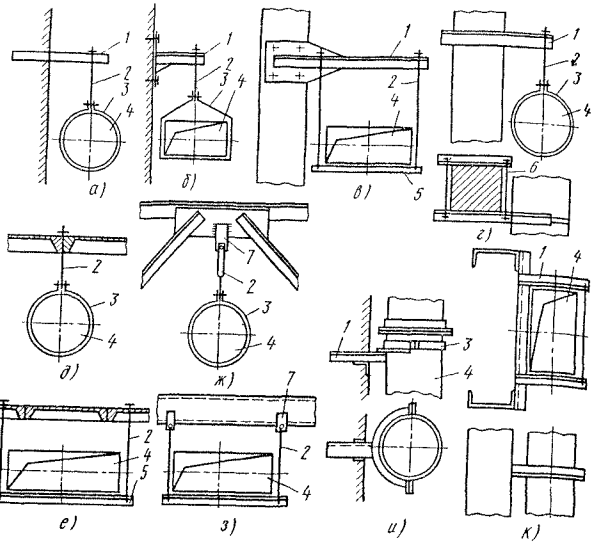


Рис. 118. Виды креплений воздуховодов:

а—з — горизонтальных воздуховодов, *и, к* — вертикальных воздуховодов; *а, и* — к стенам, *б, в, г, к* — к колоннам, *д, е* — к перекрытиям, *ж, з* — к фермам и прогонам; *1* — консоль, *2* — тяга, *3* — хомут, *4* — воздуховод, *5* — траверса, *6* — стяжной болт, *7* — накладка

Типовые крепления круглых и прямоугольных воздуховодов к стенам и металлоконструкциям показаны на рис. 118. При креплении кронштейнов к стене глубина заделки составляет 250...510 мм (рис. 118, *а*). Расстояние между горизонтальным воздуховодом круглого сечения и колонной для всех размеров сечений принимают равным 50 мм.

Прямоугольные воздуховоды периметром до 1000 мм подвешивают на хомутах (рис. 118, *б*), свыше 1000 мм — на траверсах (рис. 118, *в, е, з*). Крепления вертикальных шахт приведены на рис. 118, *и, к*, крепление к колоннам и плитам перекрытий — на рис. 118, *г, д*.

Для воздуховодов прямоугольного сечения периметром до 1000 мм и круглого сечения диаметром до 400 мм хомуты изготовляют из полосы 25×2 мм; для больших сечений воздуховодов — из полосы 30×3 мм. В качестве траверс используют угловую сталь. Тяги для подвески воздуховодов изготовляют диаметром 8, 10 и 12 мм с метрической резьбой на обоих концах. Длина тяг не лимитируется. Для изменения длины подвесок и тяг в небольших пределах для равно-

мерной нагрузки на кронштейны применяют регулируемую подвеску.

Крепления устанавливают по тщательно выполненной разметке.

К фермам покрытий цехов воздуховоды *4* крепят только в узлах (рис. 118, *ж*). К узлу фермы приваривают пластину (накладку *7*) и к ней крепят подвеску на сварке или на болтовом соединении.

Изолированные воздуховоды крепят в соответствии с проектом, в котором указано расстояние между опорами и их конструкция.

Монтаж горизонтальных металлических воздуховодов. Их монтаж ведут в такой последовательности (рис. 119):

тщательно осматривают места прокладки и выявляют наиболее рациональные пути транспортирования воздуховодов, места их сборки в укрупненные блоки, потребность в грузоподъемных средствах; если решение о методе и последовательности монтажа воздуховодов несколько отличается от рекомендаций ППР, то вопросы, касающиеся нагрузок на строительные конструкции (места установки креплений, блоков лебедок и пр.), согласовывают с генподрядчиком с соответствующей записью в ППР;

размечают места установки средств креплений, выполняют подготовительные работы (сверлят отверстия, приваривают закладные детали) и устанавливают крепления (кронштейны, подвески, опоры); для установки средств крепления на высоте используют либо механизмы (автогидроподъемники, телескопические автовышки), либо монтажные вышки и подмости;

размещают грузоподъемные средства на предусмотренных местах с креплением их к строительным конструкциям;

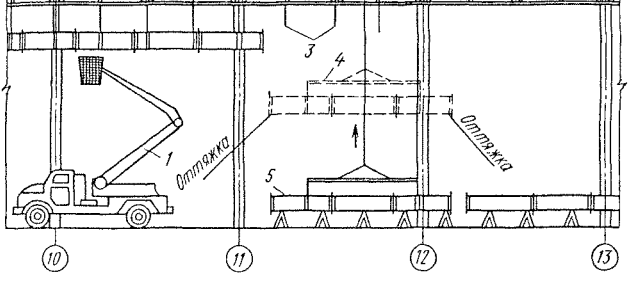


Рис. 119. Монтаж горизонтальных воздуховодов укрупненными звеньями:
1 — автогидроподъемник, *2* — рычажная лебедка, *3* — подвески, *4* — траверса, *5* — воздуховоды, собранные в звено.

доставляют в зону монтажа детали воздуховодов в последовательности, определенной предварительной разбивкой системы, и собирают их в соответствии с монтажными чертежами в укрупненные звенья (плети); звенья собирают на инвентарных подставках; в процессе сборки на воздуховоды надевают хомуты для последующего крепления к подвескам; рекомендуемые длины звеньев воздуховодов указаны в табл. 84.

Таблица 84. **Зависимость предельной длины поднимаемого звена воздуховода от его диаметра и толщины стенки**

Диаметр, мм	Предельная длина звена воздуховода, м, при толщине стенки воздуховода, мм				
	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4
До 450	8	8	8	8	8
500..800	—	—	12	12	12
900..1600	—	—	—	15	15
1800..2000	—	—	—	—	18

после окончания сборки звена (плети) его стропят с использованием траверсы и закрепляют по его концам оттяжки; для оттяжек обычно используют пеньковый канат диаметром 18...23 мм; канат для поднятия траверсы со звеном (плетью) воздуховодов пропускают через отверстие в кровле, над которым на подкладках установлена ручная рычажная лебедка; можно применить вариант подъема с креплением к нижнему поясу ферм отводного блока и установкой лебедки в цехе, что предпочтительнее с точки зрения простоты подачи команд по подъему звена;

пробным подвешиванием уточняют положение центра тяжести и корректируют положение строп или траверсы;

поднимают звено на проектную высоту с использованием автогидроподъемника, телескопической вышки или подмостей крепят его к заранее выставленным подвескам;

проверяют правильность положения воздуховода и соединяют с ранее смонтированным звеном;

талрепами добиваются равномерного натяжения подвесок;

снимают стропы, траверсу и оттяжки и переходят к монтажу следующего укрупненного звена или плети.

Во время подъема звена воздуховодов и до его надежного закрепления должны быть приняты меры, исключающие появление людей в зоне монтажа.

При *монтаже воздуховодов в межферменном пространстве* часто бывает затруднительно поднять укрупненное звено воздуховодов из-за

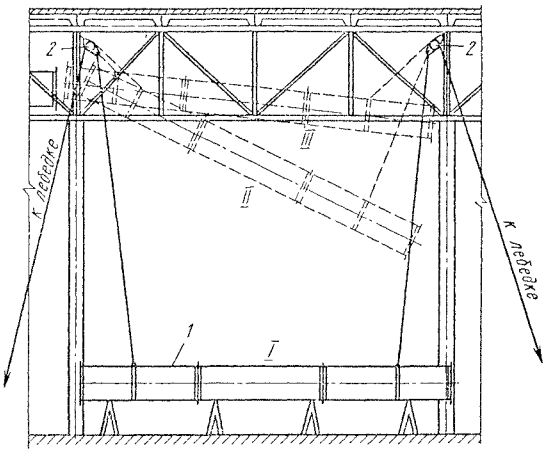


Рис. 120. Монтаж воздуховодов в межферменном пространстве двумя лебедками:

1 — воздуховоды, *2* — блок; *I...III* — последовательность монтажа

металлических связей нижнего пояса и ограниченного расстояния между стропильными фермами покрытия, равного 6 или 12 м. Если связи нижнего пояса фермы не мешают подъему укрупненного звена, то звено длиной, равной или близкой к расстоянию между стропильными фермами, может быть поднято двумя лебедками (рис. 120) и заведено в проектное положение.

Монтаж воздуховодов в межферменном пространстве можно выполнить, используя временную конструкцию транспортного пути (рис. 121), выполненного из угловой стали № 7, 5 или швеллера № 8, и монтажную тележку. Путь должен быть смонтирован под трассой воздуховода. Отдельные звенья поднимают в начале магистрали лебедкой. Звенья последовательно, одно за другим, поднимают к месту установки, транспортируя на тележке, соединяют и крепят в проектном положении. По окончании монтажа воздуховодов временный транспортный путь демонтируют.

Монтаж воздуховодов в межколонном пространстве (рис. 122) начинают с установки внутри колонн промежуточных патрубков с временным их креплением к колоннам. Длина патрубков должна быть несколько больше ширины колонн, чтобы их фланцы были доступны для сборки. Укрупненное звено, поднятое в проектное положение, соединяется с патрубками и крепится к заранее установленным подвескам.

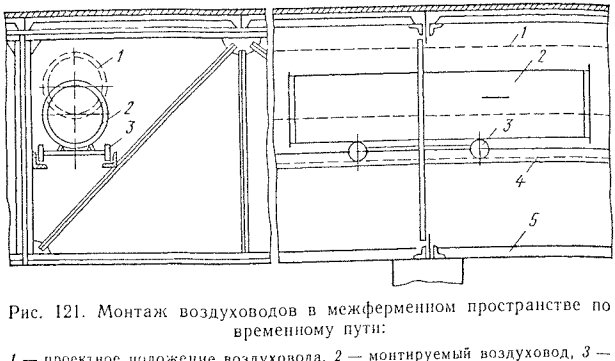


Рис. 121. Монтаж воздуховодов в межферменном пространстве по временному пути:

1 — проектное положение воздуховода, *2* — монтируемый воздуховод, *3* — тележка, *4* — временный путь, *5* — нижний пояс покрытий

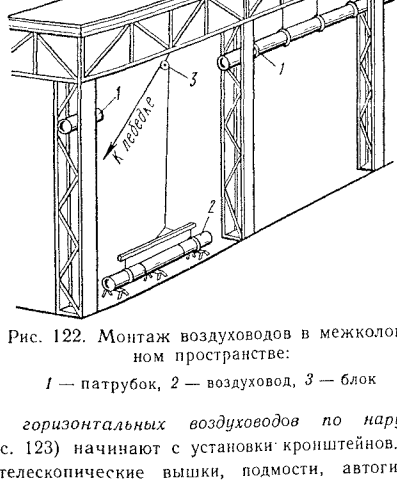


Рис. 122. Монтаж воздуховодов в межколонном пространстве:

1 — патрубок, *2* — воздуховод, *3* — блок

Монтаж горизонтальных воздуховодов по наружным стенам зданий (рис. 123) начинают с установки кронштейнов. Для этого используют телескопические вышки, подмости, автогидроподъемники.

Укрупненные звенья воздуховодов поднимают автокраном либо электролебедкой. При подъеме звена оттяжками изменяют его положение, с тем чтобы блок лег на предназначенные для него кронштейны. Соединения звеньев между собой и монтаж хомутов креплений выполняют с телескопической вышки или автогидроподъемника.

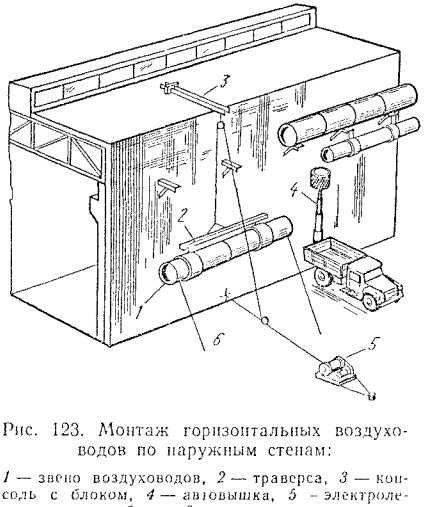


Рис. 123. Монтаж горизонтальных воздуховодов по наружным стенам:

1 — звено воздуховодов, *2* — траверса, *3* — консоль с блоком, *4* — автовышка, *5* — электролебедка, *6* — оттяжка

Монтаж вертикальных металлических воздуховодов. Такой монтаж может осуществляться внутри зданий в специальных вентиляционных шахтах и без них и вне зданий, по стенам и на перекрытии. Подготовительные работы не отличаются от аналогичных работ при монтаже горизонтальных воздуховодов.

Монтаж вертикальных воздуховодов, проходящих внутри многоэтажных административных или производственных корпусов, выполняют обычно методом наращивания снизу или сверху либо комбинацией обоих методов.

Монтаж вертикальной шахты методом наращивания снизу ведут в такой последовательности (рис. 124): до начала подъема выставляют средства крепления (кронштейны); воздуховоды подают к месту монтажа на нулевую отметку; предварительно на перекрытии здания, на грузовой балке над монтажным проемом или железобетонным стаканом устанавливают рычажную лебедку, а ее канат опускают вниз; стропят первое звено воздуховода за оголовок, присоединенный к фланцу воздуховода, и поднимают его до отметки, при которой нижний фланец будет незначительно выше верхнего фланца второго звена; соединяют звенья между собой на болтах с прокладками; поднимают собранные два звена вверх и присоединяют следующее; после окончания подъема воздуховод закрепляют на кронштейнах с помощью хомутов или опорных фланцев; снимают оголовок и грузоподъемные сред-

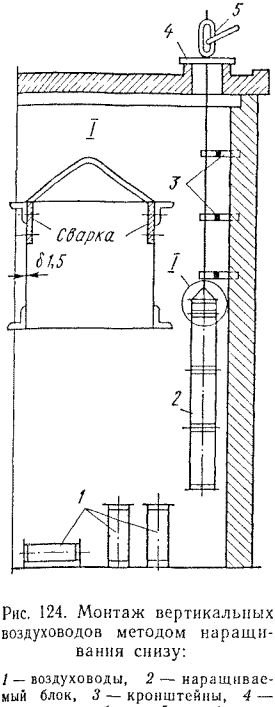


Рис. 124. Монтаж вертикальных воздуховодов методом наращивания снизу:

1 — воздуховоды, *2* — наращиваемый блок, *3* — кронштейны, *4* — монтажная балка, *5* — лебедка

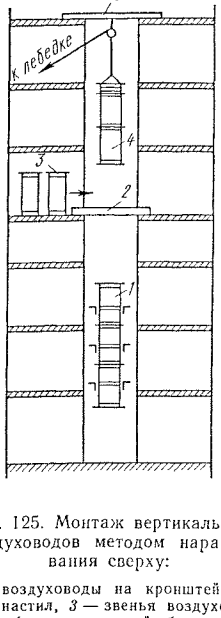


Рис. 125. Монтаж вертикальных воздуховодов методом наращивания сверху:

1 — воздуховоды на кронштейнах, *2* — настил, *3* — звенья воздуховодов, *4* — монтируемый блок, *5* — грузовая балка

ства и выполняют монтаж звеньев, расположенных над перекрытием.

Таким образом можно монтировать вертикальные воздуховоды высотой до 10...12 м и массой, не превышающей грузоподъемность лебедки.

Монтаж методом наращивания сверху (рис. 125) ведут следующим образом: воздуховоды подают на одни из верхних этажей здания и устанавливают рядом с вентиляционной шахтой; на верху шахты для воздуховодов укладывают грузовую балку, к которой крепят ручную рычажную лебедку; на этаже, куда подняты воздуховоды, в шахте устраивают деревянный настил и с настила собирают несколько звеньев воздуховодов так же, как и при методе наращивания снизу; на верхнее звено прикрепляют оголовок и к нему стропят канат лебедки; лебедкой поднимают звенья для сборки укрупненного блока;

разбирают настил и собранный блок опускают вниз на проектную отметку, где его закрепляют; указанные операции повторяют до полной сборки вертикального воздуховода.

Если в шахте проходит несколько вертикальных воздуховодов, то их можно монтировать как последовательно один за другим, так и параллельно. Метод наращивания сверху позволяет монтировать воздуховоды любых сечений и любой протяженности, так как грузоподъемность механизмов определяется массой только укрупненного звена, а не всего воздуховода.

Комбинированный метод монтажа вертикальных воздуховодов, включающий в себя оба приведенных метода, применяют в зданиях повышенной этажности (24 этажа и более). Этим методом монтаж ведут в такой последовательности: методом наращивания снизу монтируют нижнюю часть магистрали до уровня 4...6-го этажа; чтобы предохранить рабочих, находящихся в шахте, от падения случайных предметов, над грузовой балкой устраивают дощатый настил *2* (рис. 126, *а*); после закрепления нижней части магистрали к кронштейнам переходят к монтажу ее средней части (рис. 126, *б*); среднюю и верхнюю

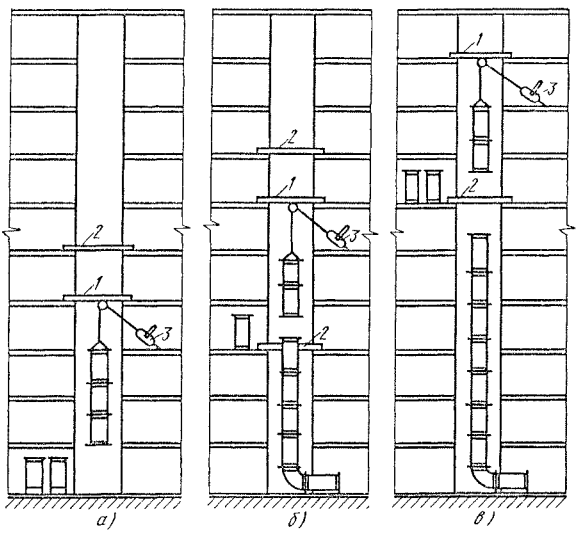


Рис. 126. Последовательность (*а*...*в*) монтажа вертикальных воздуховодов комбинированным методом:

1 — грузовая балка, *2* — настил, *3* — лебедка

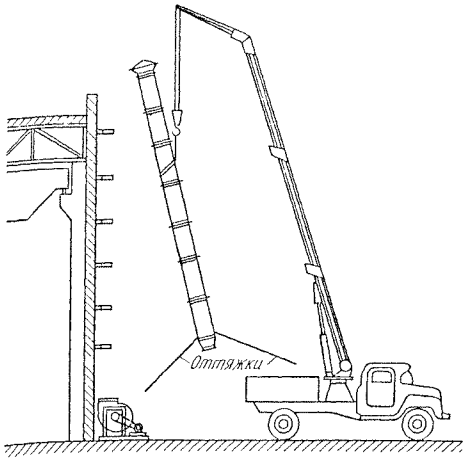


Рис. 127. Монтаж вертикальных воздуховодов по наружной стене здания автомобильным краном

частн магистрали монтируют методом наращивания сверху (рис. 126, *в*).

Кронштейны в шахте устанавливают до начала монтажа воздуховодов, используя переносной сплошной настил. Воздуховоды крепят к кронштейнам с настила, имеющего отверстия для прохода воздуховода.

Монтаж вертикальных воздуховодов на наружных стенах зданий выполняют автомобильными кранами (рис. 127), что наиболее производительно. Сначала воздуховод собирают на нулевой отметке, затем его стропят на расстоянии примерно $^1/_3$ его длины от верхнего фланца. Предварительную установку кронштейнов и последующее крепление воздуховода осуществляют с использованием автогидроподъемника, телескопической вышки либо подмостей.

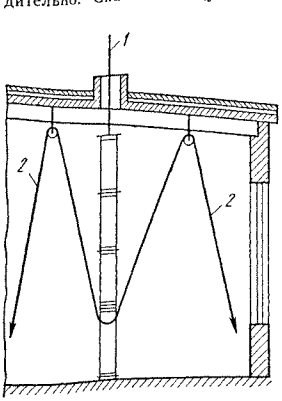


Рис. 128. Монтаж вертикального воздуховода методом выдавливания:

1 — оттяжка, *2* — канат к лебедке

Монтаж методом выдавливания (рис. 128), применяемый при проходе вертикальных воздуховодов

через перекрытие здания, ведут в такой последовательности. Воздуховод собирают внутри помещения и устанавливают вертикально под железобетонным стаканом прохода через кровлю, закрепляя его оттяжками. Канаты лебедок крепят к хомуту, расположенному в нижней части воздуховода и плотно прикрепленному к нему. Работая одновременно двумя лебедками, верхнюю часть воздуховода заводят в железобетонный стакан, проходят его и закрепляют воздуховод при достижении проектного положения. Так как крепление для подъема воздуховода выполнено ниже его центра тяжести, следует тщательно страховать воздуховод, чтобы избежать его опрокидывания, оттяжками, пропущенными через железобетонный стакан.

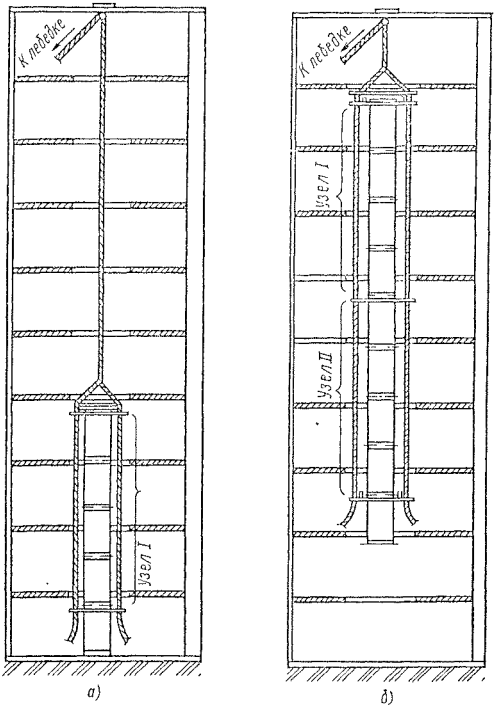


Рис. 129. Последовательность монтажа (*а*, *б*) вертикальных воздуховодов с помощью специальных захватов методом наращивания снизу

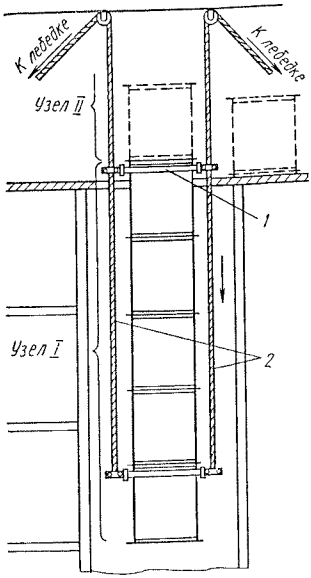


Рис. 130. Последовательность монтажа вертикальных воздуховодов с помощью специальных захватов методом наращивания сверху:

1 — специальный захват, *2* — канат к лебедке

Монтаж вертикальных воздуховодов с помощью специальных захватов можно выполнять как наращиванием снизу, так и наращиванием сверху. При монтаже методом наращивания снизу (рис. 129) воздуховоды доставляют к нижней точке их монтажа, устанавливают лебедки, блоки, средства крепления. Затем верхнюю деталь стропят специальным захватом (узел *I*), поднимают ее на высоту следующей детали и присоединяют ее. Таким образом собирают 10...12 м длины вертикальной шахты. Далее, подняв собранный воздуховод на проектную отметку и установив постоянные крепления, захват разбирают, устанавливают его на нижний воздуховод (узел *II*), и процесс повторяется.

Такой метод позволяет поднимать и монтировать воздуховод неограниченной длины, лимитируемой лишь канатоемкостью лебедки. Расстроповку воздуховода производят только после надежного его закрепления на кронштейнах ослаблением натяжения каната и разборкой специального захвата на две части.

При выполнении работ методом наращивания сверху (рис. 130) все детали воздуховодов подают в верхнюю зону и с настила монтируют узлы, которые затем опускают вниз. В этом случае применяют две рычажные ручные лебедки.

Монтаж вентиляционных шахт на кровле промышленных зданий. Для крепления шахт используют типовые железобетонные стаканы, через которые проходят воздуховоды вытяжных вентиляционных систем.

Вентиляционные шахты высотой до 6 м, массой до 500 кг могут быть установлены одной лебедкой (рис. 131, *а*) в такой последовательности. Собирают шахту *1* из отдельных звеньев и прикрепляют к ней растяжки. К перекрытию закрепляют три растяжки из четырех,

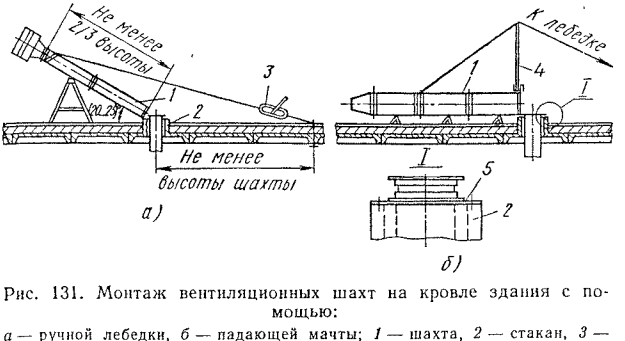


Рис. 131. Монтаж вентиляционных шахт на кровле здания с помощью:

а — ручной лебедки, *б* — падающей мачты; *1* — шахта, *2* — стакан, *3* — лебедка, *4* — падающая мачта, *5* — опорный фланец крепления к стакану

а также рычажную лебедку *3*. Затем шахту поднимают с помощью лебедки, крепят четвертую растяжку, соединяют нижний фланец шахты и надевают юбку, после чего проверяют вертикальность установки и натягивают растяжки талрепами.

Вентиляционные выхлопные шахты большей высоты и массы поднимают с помощью падающей мачты *4* (рис. 131, *б*). Сначала звенья шахты *1* поднимают на перекрытие и по щитовому настилу перемещают к месту установки. Далее собирают шахту из звеньев, используя инвентарные подставки таким образом, чтобы нижний фланец шахты находился у железобетонного стакана. Затем проверяют крепление патрубка, проходящего через стакан *2*, и к фланцам *5* патрубка и шахты присоединяют шарнирное устройство. После этого к хомутам на шахте крепят один или два яруса растяжек, а к верхней ее части — оттяжки. Чтобы исключить отклонение шахты при подъеме, крепят также боковые растяжки, после чего закрепляют лебедку в месте, согласованном со строителями.

Проделав перечисленные работы, монтируют мачту в вертикальном положении и закрепляют к ее верхней части канат лебедки. Одну из растяжек верхнего яруса креплений также закрепляют к мачте и натягивают эту растяжку талрепом. Далее поднимают шахту в вертикальное положение и закрепляют растяжки к перекрытию. Снимают шарнирное устройство и соединяют фланцы шахты и патрубка. В заключение проверяют вертикальность установки шахты и натягивают все растяжки талрепами.

Зонты, колпаки, устройства факельного выброса устанавливают и монтируют вместе с шахтами.

Монтаж круглых воздуховодов на бандажных соединениях. Такие воздуховоды (см. рис. 85) монтируют следующим образом: деталь, подлежащую сборке, кладут на монтажный стол и освобождают от

крепления бандаж, надетый для предохранения ее при транспортировании; не снимая бандажа с первой детали, разводят его и вставляют в ручей бандажа вторую отбортованную деталь, совмещая отбортовки в одной плоскости; струбциной СТД-51005 или фиксаторными клещами СТД-153 стягивают концы бандажа и соединяют их сначала одним болтом. Сняв приспособление для стягивания, устанавливают второй болт и завертывают его. Аналогичным образом соединяют остальные стыки укрупненного звена воздуховодов.

При сборке воздуховодов иногда требуется укоротить какое-либо звено. В этом случае часть воздуховода обрезают шлифовальной машиной или вручную и производят отбортовку отрезанного конца шириной 6...8 мм. Бандажное соединение выполняют описанным выше способом.

Механическая прочность бандажных соединений лишь незначительно уступает прочности фланцевых. Длина укрупненного звена зависит от метода подъема, размера сечения воздуховода и толщины металла детали (табл. 85). Запрещается подъем укрупненного узла воздуховодов на бандажном соединении из стали толщиной менее 0,7 мм.

Таблица 85. **Максимальные длины укрупненных звеньев круглых воздуховодов, соединенных на бандажах**

Диаметр воздуховода, мм	Наибольшая длина укрупненного звена, м	Схема подъема
180...315	12	Траверсой с подвеской узла в двух местах на расстоянии $^1/_4$ длины от концов
355...900	15	
180...315	8	Горизонтально с захватом посередине
355...900	10	
180...315	12	Вертикально с захватом верхней части
355...900	10	

Последовательность сборки укрупненных звеньев между собой такая же, как и при фланцевых соединениях.

Монтаж прямоугольных воздуховодов с соединением на шинах. Такие воздуховоды (см. рис. 86) собирают также на монтажных столах. Сначала центрируют две соединяемые детали с помощью удлиненных оправок, вставляемых в отверстия для уголков жесткости. Затем эти уголки соединяют болтами и, не затягивая их, вставляют резиновую прокладку (если она не была приклеена заранее на зеркало шины). Далее стягивают болты и, если сторона воздуховода более 300 мм, устанавливают на ней защелку (расстояние между защелками должно быть не более 300 мм). В заключение место примыкания воздуховода и шины, а также углы соединений герметизируют лентой.

Таблица 86. **Максимальные длины укрупненных узлов воздуховодов прямоугольного сечения, соединенных на шинах**

Размеры сечений, мм	Наибольшая длина укрупненного узла, м	Схема подъема
До 600×400	10	С помощью траверсы с подвеской узла в двух местах на расстоянии $^1/_4$ длины от концов
» 1000×1000	12	
» 600×400	7	Горизонтально с захватом посередине
» 1000×1000	6	
» 600×400	8	Вертикально с захватом верхней части
» 1000×1000	12	

В табл. 86 приведены максимальные длины прямоугольных воздуховодов с соединением на шинах в зависимости от сечения и схемы их подъема.

Последовательность монтажа блоков с соединением на шинах аналогична монтажу блоков с фланцевыми соединениями. На проектной отметке стыки соединяют, устанавливая защелки сначала на верхние шины.

Монтаж воздуховодов при конвейерном методе сборки блоков покрытий. Воздуховоды промышленных зданий при сборке блоков покрытий на специальном конвейере, расположенном на уровне земли, удобно монтировать одновременно со сборкой блоков. Это позволяет почти полностью устранить работы, выполняемые обычно на большой высоте, снижает потребность в грузоподъемных механизмах, подмостях, увеличивает производительность труда, уменьшает опасность травматизма, улучшает качество работ.

Конвейерный метод сборки блоков предусматривает устройство нескольких стоянок, на которых собирают каркасы блоков, укладывают плиты настила, устраивают кровлю, производят остекление фонарей. Одна из стоянок предназначена для монтажа магистральных воздуховодов в блоке.

На заготовительном предприятии или непосредственно на объекте, в мастерской *8* (рис. 132) на стоянке *5* изготовляют спиральные воздуховоды, которые должны монтироваться в блоке. Воздуховоды транспортируют на площадку *9* складирования и укрупнительной сборки воздуховодов, где их собирают в звенья длиной 6 м. Звенья укладывают в контейнер *1* для воздуховодов и подготовляют укрупненный блок длиной 24 м (в соответствии с длиной блока покрытия). После поступления блока покрытия на стоянку подготовленный укрупненный блок воздуховодов с помощью электрической лебедки по роликам подъемного роликового конвейера *4* подают в блок покрытия. Предварительно



Рис. 132. План стоянки производства вентиляционных работ при конвейерной сборке блоков покрытий:

1 — контейнеры для воздуховодов, *2* — монтажные столы, *3* — собираемый блок покрытия, *4* — подъемный роликовый конвейер, *5* — стоянка для вентиляционных работ, *6* — воздуховод, смонтированный в блоке покрытия, *7* — готовый блок покрытия, *8* — заготовительная мастерская, *9* — площадка складирования воздуховодов и их укрупнительной сборки, *10* — бытовки

в блоке устанавливают подвески для крепления воздуховодов. Затем поднимают воздуховод с роликового конвейера лебедками в проектное положение и закрепляют на подвесках. Подъемный роликовый конвейер после этой операции опускают.

Воздуховоды, расположенные в соседних блоках покрытий, соединяют с автогидроподъемником после установки блоков на колонны.

Конвейерный метод монтажа вентиляционных систем в блоках покрытий промышленных зданий. Этот метод предусматривает сборку блоков со всеми коммуникациями на стоянках конвейера, расположенного на уровне земли, и последующий подъем блоков мощным краном на проектную высоту (до 27...30 м). Масса такого блока достигает 140 т.

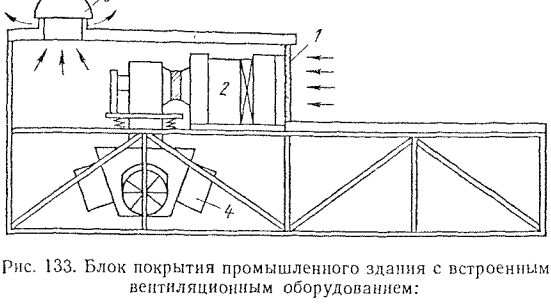


Рис. 133. Блок покрытия промышленного здания с встроенным вентиляционным оборудованием:

1 — воздухозаборное устройство, *2* — приточная вентиляционная камера, *3* — крышный вентилятор, *4* — блок воздухораспределителей

На стояниках конвейера, выделенных для вентиляционных работ, в блоках (рис. 133) производят монтаж типовых приточных камер, крышных вентиляторов и вентиляторов вытяжных систем, воздуховодов и воздухораспределителей, а также проверку работы вентиляторов для выявления скрытых дефектов.

Время работы на стоянке — одни или двое суток, поэтому оборудование и воздуховоды, монтируемые в блоке, должны иметь высокую степень сборности и готовности. Предварительно на сборочной площадке или в специальных помещениях собирают из отдельных секций приточные камеры, укрупняют звенья воздуховодов, комплектуют средства крепления. Чтобы обеспечить ритмичную работу конвейера, запас укрупненных деталей воздуховодов и вентиляционного оборудования на стоянке должен быть не менее чем на 5 сут.

До поступления очередного блока на стоянку проверяют наличие в нем и соответствие проекту фундаментов под приточные камеры, железобетонных стаканов под крышные вентиляторы, отверстий в покрытиях для прохода воздуховодов. Готовность блока для ведения вентиляционных работ подтверждают актом приемки под монтаж.

Монтажные работы в блоке проводят в такой последовательности: устанавливают подъемные лестницы и укладывают ходовые трапы по прогонам и связям нижнего пояса блока покрытия, монтируют средства креплений воздуховодов. Подают в блок по направляющим с помощью полиспаста или автопогрузчика со стрелой-консолью и устанавливают в проектном положении укрупненные звенья воздуховодов и воздухораспределителей. Максимальная длина звена воздуховодов до 24 м. Подъем воздуховодов в проектное положение выполняют ручными рычажными лебедками. Затем монтируют направляющие, по которым подают с использованием лебедок собранные приточные камеры в блок покрытия к месту установки на фундаменте.

Далее соединяют приточные камеры с воздухозаборными решетками, а вентиляторная секция соединяется гибкой вставкой с воздуховодом, идущим к воздухораспределителям.

Устанавливают с использованием кранов крышные вентиляторы на стаканы, предварительно смонтировав их поддоны, и обкатывают вентиляторы для выявления дефектов и проверки работы систем.

После подъема и установки блоков покрытий на проектную отметку отдельные стыки смонтированных в блоках воздуховодов соединяют между собой, для чего используют площадку мостового крана, автогидроподъемники или передвижные подмостки.

Монтаж панельных воздуховодов. Панельные воздуховоды (всегда прямоугольные) сечением от 2000×2000 до 4000×3200 мм применяют в цехах большого объема современных производственных зданий. Такие воздуховоды монтируют в виде сборных коллекторов, куда поступает воздух от нескольких приточных вентиляционных систем, или в виде отдельных систем с большой подачей воздуха (более 200 000 м³/ч). Размещают их в межферменном пространстве, под фермами, по стенам здания или колоннам.

Монтаж панельных воздуховодов начинают с определения последовательности порядка сборки воздуховодов из панелей. Для сборки панельных воздуховодов подготовляют рабочую площадку в зоне монтажа. Последовательность операций по подъему панельных воздуховодов в проектное положение тщательно рассчитывают. При определении массы поднимаемых воздуховодов учитывают предельную грузо-

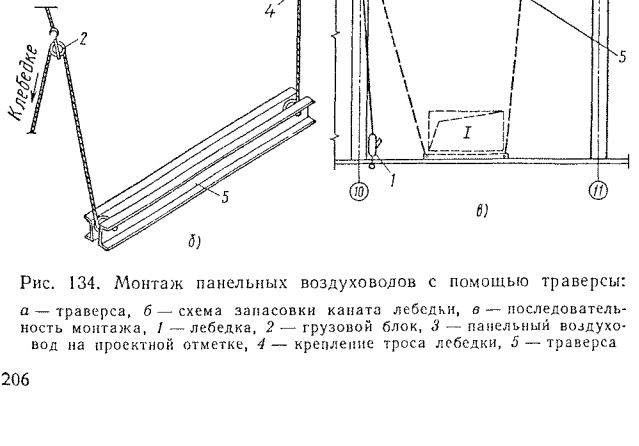


Рис. 134. Монтаж панельных воздуховодов с помощью траверсы:

а — траверса, *б* — схема запасовки каната лебедки, *в* — последовательность монтажа, *1* — лебедка, *2* — грузовой блок, *3* — панельный воздуховод на проектной отметке, *4* — крепление троса лебедки, *5* — траверса

подъемность механизмов и тяговое усилие в канатах лебедок. С генеральным подрядчиком согласуют организацию производства работ и места установки такелажных и грузоподъемных средств. Только после проработки процесса монтажа приступают к сборке воздуховодов из панелей. При сборке панелей используют резиновые прокладки.

Поднимаемый узел стропят с применением траверсы (рис. 134, *а*), которая предохраняет воздуховод от смятия. Последовательность запасовки каната в траверсу приведена на рис. 134, *б*. Последовательность подъема и последующего крепления и сборки отдельных узлов *I*, *II* между собой *I*, *II* (рис. 134, *в*) аналогична монтажу горизонтальных воздуховодов.

§ 42. МОНТАЖ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЗДУХОВОДОВ

Монтаж винипластовых воздуховодов. Винипластовые воздуховоды доставляют на объекты автотранспортом в готовом виде. Разгружать такие воздуховоды следует очень осторожно, учитывая хрупкость винипласта, особенно при низких температурах.

Винипластовые воздуховоды монтируют с использованием неразъемных (рис. 135, *а*, *б*), когда требуется полная герметичность, или разъемных (рис. 135, *в*, *г*) соединений. При затягивании болтов учитывают хрупкость винипласта.

Винипластовые воздуховоды монтируют после окончания

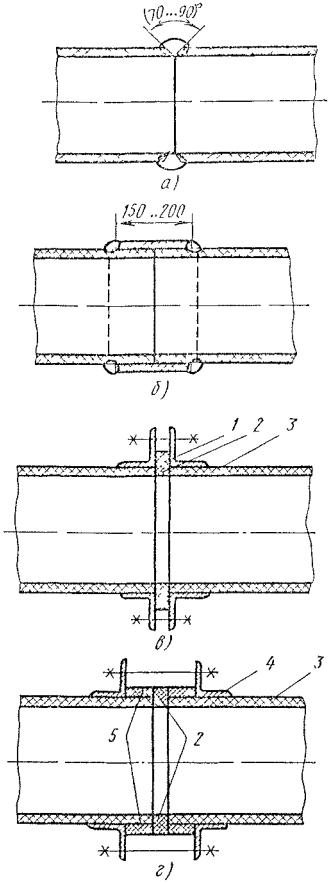


Рис. 135. Соединения винипластовых воздуховодов с помощью:

а — сварки встык, *б* — приварной муфты, *в* — приварных винипластовых фланцев, *г* — сгальных накидных фланцев; *1* — винипластовый уголок, *2* — прокладка, *3* — винипластовый воздуховод, *4* — стальной фланец, *5* — приварное винипластовое кольцо

строительно-монтажных работ. Горизонтальные укрупненные блоки винипластовых воздуховодов поднимают с помощью траверсы, к которой блоки крепят через каждые 2,5 м.

При монтаже винипластовых воздуховодов соблюдают следующие требования: все трубы и фасонные детали крепят отдельными подвесками; крепления должны обеспечить перемещение воздуховодов при температурных колебаниях: при переходе через строительные конструкции воздуховоды прокладывают в металлических гильзах с заполнением зазора между гильзой и воздуховодом асбестовым шнуром; между воздуховодами и хомутами подвесок устанавливают прокладки из листовой резины или пластиката толщиной 3...5 мм; монтаж ведут при положительной температуре в помещении; отклонение вертикальных воздуховодов не должно превышать 2 мм на 1 м высоты от линии отвеса.

Монтаж воздуховодов из асбестоцемента. Асбестоцементные воздуховоды (рис. 136, *а*) монтируют из асбестоцементных коробов, которые собирают на муфтовых (рис. 136, *б*) или раструбных соединениях. С каждой стороны муфты или в раструб закладывают два витка пеньковой пряди, смоченной в казеиново-цементном растворе (цементное молоко, приготовленное на 5 %-ном водном растворе казеинового клея). Затем стык заполняют мастикой, приготовленной из асбестовой крошки (15 % по массе) и цемента марки 400...500 (85 % по массе) на 5 %-ном водном растворе казеинового клея. Мастику легкими ударами молотка по чеканке зачеканивают в муфту или в раструб. Фасонные части можно изготовлять из отрезков асбестоцементных коробов, которые распиливают на дисковой пиле или ножовкой. Отдельные элементы стыкуют между собой и после подгонки скрепляют вязальной проволокой, обмазывают швы снаружи казеиново-цементной мастикой и наклеивают два-три слоя миткалевой ленты или мешковины.

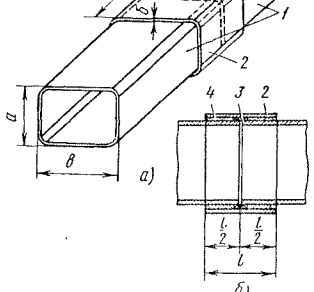


Рис. 136. Муфтовое соединение асбестоцементного короба:

а — общий вид, *б* — соединение; *1* — короб, *2* — муфта, *3* — пеньковая прядь, *4* — цементный раствор

При отсутствии муфт таким же способом можно соединять прямые участки труб. Работать с казеиново-цементной мастикой можно только при положительных температурах.

Асбестоцементные воздуховоды монтируют и крепят к конструкциям здания аналогично металлическим. Однако каждая фасонная деталь должна иметь крепление независимо от ее длины: горизонтальные трубы с муфтовыми соединениями — по два

крепления, с раструбным соединением — по одной подвеске, располагаемой у основания раструба.

Для вертикальных участков асбестоцементных воздуховодов крепления устанавливают через 3 м.

§ 43. ИСПЫТАНИЯ, РЕГУЛИРОВАНИЕ И СДАЧА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В соответствии со СНиП 3.05.01—85 «Внутренние санитарно-технические работы» завершающий этап монтажа вентиляционных систем — их индивидуальные испытания и, если потребуется, регулирование систем вентиляции и кондиционирования на проектную подачу воздуха с учетом требований ГОСТ 12.4.021—75.

Испытание вентиляционных систем. После окончания монтажа вентиляционных систем, подключения электроэнергии для питания электродвигателей вентиляторных агрегатов и другого вентиляционного оборудования, а также подсоединения всех других коммуникаций (трубопроводов высокотемпературной воды или пара для воздухонагревателей, водопровода для оросительных камер кондиционеров и их обвязки, холодопроводов, трубопроводов сжатого воздуха для исполнительных механизмов систем автоматики и т. п.) производят обкатку оборудования и испытание систем.

Обкатку выполняют после ревизии вентиляционного оборудования: снятия консервирующего смазочного материала с деталей, измерения электрического сопротивления изоляции электродвигателей, проверки наличия смазочного материала в подшипниках электродвигателей, вентиляторов, клапанов, редукторов и других механизмов. При необходимости смазочный материал либо заливают до требуемого уровня, либо полностью заменяют. Для определения правильности направления вращения рабочего колеса вентилятора его кратковременно включают. При обкатке вентилятор соединяют с системой воздуховодов, в противном случае подача вентилятора может быть выше проектной и электродвигатель может перегреться до опасных пределов. Чтобы исключить перегрев электродвигателя, замеряют силу тока, проходящего через один из проводов электропитания, и при силе тока выше номинального значения следует снизить подачу воздуха вентилятором до того значения, когда показания амперметра не будут превышать номинального для данного электродвигателя значения.

Во время обкатки внимательно следят за температурой подшипников вентилятора и электродвигателя, которая не должна превышать более чем на 60 °С температуру окружающей среды, но и не быть выше 85 °С. Обкатку выполняют в присутствии представителей заказчика и генерального подрядчика и оформляют актом.

Предпусковые испытания вентиляционных систем проводят после полного окончания монтажных работ в подготовленных к сдаче помещениях и при наличии акта обкатки оборудования. Системы кондиционирования допускается испытывать до окончания монтажа систем автоматики. Вентиляционные установки, связанные с технологическим оборудованием (местные, отсосы, укрытия), испытывают после монтажа оборудования, но работа самого технологического оборудования не является обязательной.

Перед предпусковыми испытаниями проверяют: соответствие установленного вентиляционного оборудования проектным данным; качество сборки воздуховодов, соединения их с оборудованием; законченность строительных работ в вентиляционных камерах, эксплуатационную готовность оборудования. На все выявленные при проверке дефекты составляют ведомость и передают генеральному подрядчику. Дефекты должны быть устранены до начала предпусковых испытаний.

При испытаниях, выявляющих фактическую характеристику вентиляционной системы, проверяют:

подачу вентиляторного агрегата и ее соответствие проектным данным;

объемы воздуха, проходящего через воздухораздаточные или воздухоприемные устройства общеобменных вентиляционных систем и установок кондиционирования воздуха по отдельным помещениям, и соответствие этих объемов проектным данным;

объемы воздуха, проходящего через воздухоприемные и воздухораздаточные устройства местных вентиляционных систем, обслуживающих технологическое оборудование и отдельные производственные места;

сопротивление проходу воздуха в воздухонагревателях, пылеуловителях, фильтрах, оросительных камерах, местных отсосах;

скорость выхода воздуха или приточных отверстий;

отсутствие неплотностей в воздуховодах и других элементах систем;

равномерность прогрева воздухонагревателей;

равномерность распыла воды форсунками оросительных камер кондиционеров.

Предпусковые испытания вентиляционной системы выполняют в такой последовательности:

знакомятся с рабочими чертежами и изменениями, внесенными в них проектной организацией в ходе выполнения монтажных работ;

знакомятся с вентиляционной системой в натуре, выявляют отступления от проекта и наносят их на аксонометрическую схему системы;

определяют дефекты монтажных работ и оборудования и составляют перечень дефектов;

проверяют устранение дефектов по перечню;

наносят на схему системы точек, в которых требуется определить подачу воздуха;

размечают выбранные точки измерения на воздуховодах для последующего сверления отверстий в них по разметке;

проверяют действие всех воздухорегулирующих устройств (дроссель-клапанов, шиберов, диафрагм) и устанавливают их в полностью открытое положение;

проводят аэродинамические испытания (определяют фактические полные и динамические давления воздуха в точках измерения);

обрабатывают результаты испытаний (определяют расходы воздуха в точках измерения) и разносят их в соответствующие таблицы паспорта вентиляционной системы;

определяют необходимость регулирования системы по степени соответствия проектных и фактических расходов воздуха по точкам измерения и по системе в целом.

Отклонения по расходу воздуха (подаче) от предусмотренных проектом, выявленные при испытании вентиляционных систем, допускаются следующие:

проходящего через воздухораспределительные или воздухоприемные устройства общеобменных систем вентиляции и кондиционирования воздуха при условии обеспечения требуемого подпора (разрежения) воздуха в помещении — $\pm 10\ \%$;

удаляемого через местные отсосы и подаваемого через душирующие патрубки — $\pm 10\ \%$.

Степень неплотности воздуховодов и других элементов вентиляционных систем устанавливают по суммарной величине подсосов или утечек воздуха, замеренных у воздухораздаточных или воздухоприемных устройств, и объему воздуха, проходящего через головной участок вентилятора. Максимальная величина подсоса или утечек в воздуховодах и других элементах системы не должна превышать значений, приведенных в табл. 87.

В испытание вентиляционных систем входит также проверка на герметичность участков воздуховодов, скрытых в строительных конструкциях здания, методом аэродинамических испытаний. По результатам проверки составляют акт освидетельствования скрытых работ.

Регулирование вентиляционных систем. Существуют два вида регулирования вентиляционных систем: индивидуальное и комплексное.

Индивидуальное регулирование на проектную подачу выполняют для каждой вентиляционной системы, прошедшей испытания, но имеющей отклонения от проектных данных выше допустимых. Индивидуальное регулирование проводят организации, монтирующие вентиляционные системы, до сдачи систем в эксплуатацию.

Комплексное опробывание систем вентиляции и кондиционирования, учитывающее определенные технологические требования (допустимое содержание в воздухе рабочей зоны вредных газов и паров, требуемые

Таблица 87. **Предельные значения потерь воздуха в сетях вентиляционных систем**

Класс воздуховода	Потери воздуха в сетях, $м^3/ч$, развернутой площади воздуховода, *при положительном или отрицательном полном статическом* давлении в начале воздуховода, считая от вентилятора, кПа									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,4	2,0	3,0	4,0	5,0
Н	3,6	5,8	7,6	9,2	10,7	—	—	—	—	—
П	1,2	1,9	2,5	3,0	3,5	4,4	5,7	7,5	9,1	10,6

$(200 - 16) = 184 - 62 - 100$

Примечания: 1. Н — нормальные для систем общеобменной вентиляции при полном давлении в начале воздуховода, считая от вентилятора, до 1 кПа;

2. П — плотные для любых систем при полном давлении в начале воздуховода более 1 кПа, для вытяжных вентиляционных систем с местными отсосами, для систем кондиционирования воздуха, для воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости 0,25 ч и более и для систем воздушного отопления за пределами обслуживаемых помещений. Конструктивно плотные воздуховоды изготовляют либо сварными, либо фальцевыми, но с пропайкой швов или с другим способом герметизации.

3. Потери воздуха в сетях воздуховодов должны составлять не более 10 % полезного расхода воздуха (подачи) в них. Если фактические расходы воздуха в вентиляционной системе (в основном участке или в ответвлениях) будут отличаться от проектных данных более чем на ±10 %, система вентиляции подлежит регулированию.

температуру и относительную влажность воздуха, соответствие воздушной среды действующим санитарным нормам и т. д.), осуществляют при полной технологической нагрузке вентилируемых помещений. Такое опробывание осуществляют специализированные организации по прямому договору с заказчиком. К сдаче вентиляционных систем в эксплуатацию комплексное опробывание вентиляции и кондиционирования воздуха отношения не имеет.

После проведения обкатки, предпусковых испытаний и регулирования на каждую вентиляционную систему составляют паспорт, где указывают результаты предпускового испытания и результаты регулирования системы, а также основные данные по вентиляционному оборудованию.

Сдача вентиляционных систем в эксплуатацию. Полностью смонтированные вентиляционные системы, которые прошли обкатку оборудования, предпусковые испытания и регулирование, предъявляются к сдаче в эксплуатацию. При приеме вентиляционных установок определяют: соответствие выполненных работ проекту и требованиям СНиП и ТУ, надежность креплений, качество защитной окраски, эффективность виброизоляции вентиляторных агрегатов, исправность действия регулирующих устройств и др. Для сдачи в эксплуатацию требуются следующие документы: рабочие чертежи с пояснительной запиской и нанесенными на них изменениями, допущенными при монтажных

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава I. Основные сведения о вентиляционных системах 5

Глава II. Материалы, применяемые при изготовлении и монтаже вентиляционных систем и оборудования 11

§ 1. Прокатная сталь 11
§ 2. Цветные металлы 19
§ 3. Неметаллические материалы 20
§ 4. Металлические изделия (метизы) 21
§ 5. Лакокрасочные материалы 23
§ 6. Вспомогательные материалы 26

Глава III. Оборудование вентиляционных систем 30

§ 7. Вентиляторы 30
§ 8. Воздухонагреватели (калориферы) 47
§ 9. Фильтры и пылеуловители 51
§ 10. Кондиционеры 56
§ 11. Вентиляционные приточные камеры 62
§ 12. Теплоутилизационное оборудование 64
§ 13. Электродвигатели 66

Глава IV. Воздуховоды и типовые детали вентиляционных систем 67

§ 14. Металлические воздуховоды 67
§ 15. Неметаллические воздуховоды 71
§ 16. Воздухораспределительные устройства 72
§ 17. Воздухорегулирующие устройства 79
§ 18. Шумоглушители 84
§ 19. Решетки, зонты, дефлекторы, узлы прохода через кровлю . . 86
§ 20. Фланцы, бандажи, гибкие вставки 89
§ 21. Хомуты, подвески, пружинные виброизоляторы 92

Глава V. Механизмы, станки и инструменты для изготовления и монтажа воздуховодов и вентиляционного оборудования 95

§ 22. Механизмы, станки и приспособления для изготовления воздуховодов 95
§ 23. Грузоподъемные механизмы 111
§ 24. Самоходное грузоподъемное оборудование 115
§ 25. Инструменты 119
§ 26. Бригадные комплекты инструмента, приспособлений и средств механизации 125

Глава VI. Изготовление воздуховодов 129

§ 27. Конструкции металлических воздуховодов 129
§ 28. Изготовление прямых участков и фасонных частей металлических воздуховодов на фальцевых соединениях 134

§ 29. Изготовление прямых участков и фасонных частей сварных воздуховодов 144
§ 30. Изготовление прямых участков спирально-замковых и спирально-сварных воздуховодов и воздуховодов из панелей . . 147
§ 31. Изготовление воздуховодов из нержавеющих сталей и цветных металлов 147
§ 32. Изготовление неметаллических воздуховодов 148
§ 33. Дуговая и газовая сварка, газовая и плазменная резка металлов 149
§ 34. Окраска воздуховодов 154

Глава VII. Монтаж воздуховодов и вентиляционного оборудования 155
§ 35. Подготовка к производству монтажных работ 155
§ 36. Такелажные работы . . 159
§ 37. Монтаж вентиляторов . . 165
§ 38. Монтаж кондиционеров и приточных камер . . 173
§ 39. Монтаж эжекционных доводчиков, воздухонагревателей и отопительно-вентиляционных агрегатов 182
§ 40. Монтаж фильтров, пылеуловителей и циклонов 185
§ 41. Монтаж металлических воздуховодов и деталей 188
§ 42. Монтаж неметаллических воздуховодов 207
§ 43. Испытания, регулирование и сдача вентиляционных систем в эксплуатацию 209
Приложения 214
Список рекомендуемой литературы 222

Учебное издание

Краснов Юрий Степанович

Справочник молодого рабочего по изготовлению и монтажу вентиляционных систем

Редактор С. Е. Фельдбарг
Художник А. И. Шавард
Художественный редактор Т. В. Панина
Технический редактор А. К. Нестерова
Корректор Р. К. Косинова
ИБ № 7081

Изд. № Инд.-473. Сдано в набор 11.04.88. Подписано в печать 26.12.88. Формат 84 × 108¹/₃₂. Бум. кн.-журн. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 11,76 усл. печ. л. 11,97 усл. кр-отт. 13,40 уч.-изд. л. Тираж 48 000 экз. Зак. № 1289. Цена 75 коп.

Издательство «Высшая школа». 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.