

Волков О.Д.

Проектирование вентиляции промышленного здания

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
В67

Волков О.Д.
В67 Проектирование вентиляции промышленного здания / Волков О.Д. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 240 с.

ISBN 978-5-458-36017-3

В учебном пособии изложены методики определения количества выделяющихся вредностей (теплота, влага, газа, пыль), объемов местной вытяжки от разнообразного технологического оборудования, составления тепловоздушных балансов. Даны расчеты воздухораспределения. Всесторонняя интенсификация экономики опирается на огромные возможности научно технической революции, зависит от всемирного ускорения научно технического прогресса. В связи с этим необходимо резко поднять роль науки и техники, повысить организационную и технологическую гибкость производства, внедрить автоматизированные системы в различные сферы хозяйственной деятельности, и в первую очередь в проектирование, управление оборудованием и технологическими процессами. В проектах следует предусматривать «...широкое применение прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий и оборудования, экономических объемно-планировочных решений, конструкций, материалов, передовых методов организации производства и труда». Основная задача выполнения проекта промышленной вентиляции обеспечение эффективной работы вентиляционных систем, способствующих улучшению условий труда, повышению его производительности и качества выпускаемой продукции, снижению текучести кадров, производственного травматизма и профессиональных заболеваний, защита окружающей среды от производственных загрязнений. Эффективность работы систем во многом зависит от правильности выполнения инженерных расчетов, применения новейшего оборудования, средств автоматизации, условий эксплуатации. В книге дано описание состава, оформления и содержания расчетно-пояснительной записки и чертежей курсового проекта. Изложены сведения и рекомендации о защите воздушного бассейна от загрязнений вентиляционными выбросами. Приведены методики расчета воздушныхдушей, воздушных завес, аэрации, регенерации теплоты удаляемого воздуха, составления воздушных балансов, на основе которых производится выбор расчетного воздухообмена и вентиляционного оборудования, определяющих главным образом размер капитальных затрат. С позиций требований СНиП 2.04.05.86 и ГОСТ 12.1.005-76 к обеспечению микроклимата рабочей зоны помещения средствами вентиляции написан раздел воздухораспределения. Даны подробные характеристики и условия применения различных видов воздухопроводов равномерной раздачи и равномерного всасывания. С учетом справочных материалов и ведомственных разработок описаны принципиальные решения по устройству систем отопления и вентиляции промышленных цехов наиболее распространенных и часто встречающихся технологических процессов и производств. Изложение материала соответствует последовательности этапов выполнения проекта. Не рассматриваются вопросы теплотехнических расчетов ограждающих конструкций и сетей воздухопроводов, поскольку они довольно подробно изучаются в предшествующем проекту вентиляции проекте отопления и вентиляции гражданского здания.

ISBN 978-5-458-36017-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ОФОРМЛЕНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА. ВЫБОР РАСЧЕТНЫХ ДАННЫХ

Цель курсового проектирования — закрепить и углубить знания, приобрести навыки расчета и конструирования вентиляции промышленных зданий различного назначения. Проект* выполняет-

Таблица 1.1

№ этапа	Этап курсового проекта	Удельный вес этапа, %	Срок выполнения
1	Ознакомление с материалом проекта, выбор расчетных параметров наружного климата и воздуха в помещении	5	
2	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, расчет потерь теплоты	5	
3	Определение количества выделяющихся вредных (теплота, влага, газы), определение расхода теплоты на нагрев инфильтрационного воздуха, вводимого материала, транспорта	10	
4	Выбор системы вентиляции, определение объемов местной вытяжки, выбор конструкций и расчет местных отсосов	10	
5	Расчет воздушных завес и воздушного душирования	5	
6	Определение количества воздуха для ассимиляции вредных выделений, составление тепловоздушных балансов, расчет воздухораспределения, аэрации	10	
7	Эскизные проработки по компоновке вентиляционных систем, нанесению трассы воздуховодов и вычерчиванию аксонометрических схем	5	
8	Аэродинамический расчет систем вытяжной и приточной вентиляции	5	
9	Расчет воздухонагревателя (калорифера), подбор вентиляционного оборудования, составление спецификаций вентиляционных систем	5	
10	Графические работы на ватмане по вычерчиванию планов и разрезов с нанесением систем вентиляции и отопления, аксонометрических схем, таблиц, элементов вентиляционных систем	30	
11	Расчет системы отопления (теплонагревателей), составление спецификации отопления	5	
12	Сдача проекта в пределах времени, отведенного для выполнения курсового проекта	—	

100

* Состав и объем курсового проекта определены на основе обобщения методических разработок строительных вузов Днепропетровска, Киева, Ма-
кеевки, Одессы, Полтавы, Харькова.

ея в соответствии с действующими Строительными нормами и Правилами (СНиП), указаниями по проектированию (СН), техническими условиями (ТУ) на монтаж и эксплуатацию систем отопления и вентиляции. Используются также учебная, справочная, техническая, журнальная литература, альбомы типовых узлов и деталей.

Темой проекта может быть одноэтажное промышленное здание общей площадью 1000...1500 м² с наиболее распространенными видами производств — механические, механосборочные, кузнечные, термические, литейные, сварочные, травильные, гальванические, окрасочные, деревообрабатывающие, авторемонтные и другие цехи (блоки цехов).

Студенту выдают индивидуальное задание и календарный план с указанием сроков поэтапного выполнения проекта (табл. 1.1), светокопии строительных и технологических чертежей (план, разрез) с названием помещений, подробной спецификацией установленного оборудования и его краткой характеристикой.

Проект состоит из расчетно-пояснительной записки (25...30 страниц формата 297 × 210 мм) и чертежей на двух листах.

1.1. РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Записка должна быть изложена кратко и четко на одной стороне страницы и сшита вместе с заданием. Лицевую сторону обложки оформляют как титульный лист, используя чертежный шрифт. Страницы записки нумеруют арабскими цифрами в правом верхнем углу. Титульный лист включают в общую нумерацию, не проставляя номера страницы. Введение и заключение не нумеруют. Между порядковым номером раздела и его названием ставится точка.

Подразделы, иллюстрации, таблицы, формулы нумеруют в пределах раздела, применяя двойную индексацию. Номер каждого из этих элементов состоит из номера раздела и собственного порядкового номера, разделенных точкой. Условное сокращенное обозначение иллюстраций, например рис. 1.2 (второй рисунок первого раздела), используется для связи с текстом и дается под рисунком. Слово «Таблица» и ее номер помещают в правом верхнем углу над тематическим заголовком. В тексте следует писать слово «таблица» полностью, если она одна, и сокращению (табл. 1.2), если пронумерована. В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации приводят слово «смотри» в сокращенном виде (например, см. табл. 2.3).

Схемы, графики и таблицы следует размещать в записке сразу после ссылки на них в тексте или на следующей странице. Номера формул располагают у правого края страницы на уровне формулы. Формулы, математические знаки и символы вписывают отчетливо и единообразно чернилами черного цвета, оставляя пробелы между формулой и основным текстом записки. Расшифровку буквенных обозначений физических величин следует приводить в экспликации в той последовательности, в какой они даны в формуле. После формулы перед экспликацией ставят запятую, затем с новой строки от

левого края пишут слово «где», за ним обозначение первой физической величины и после тире — его расшифровку. Единицы физических величин отделяют от текста расшифровки запятой. После каждой расшифровки ставят точку с запятой, а в конце последней — точку.

При многократно повторяющихся расчетах (определение термического сопротивления ограждений, потерь теплоты, теплопоступлений, выделений влаги, газов, объемов местной вытяжки от однотипного оборудования) формулу с расшифровкой символов и коэффициентов следует приводить один раз, а результаты расчетов сводить в таблицы.

Библиографический список размещают в конце записки. Это тематически отобранный систематизированный перечень библиографических сведений об использованной литературе, связанных с основным текстом цифровыми порядковыми номерами, заключенными в квадратные скобки. Библиографические сведения о литературных источниках должны оформляться в соответствии с ГОСТ 7.1—84 «Библиографическое описание документа» (введен 01.01.86) и ГОСТ 7.12—77 «Сокращение русских слов и словосочетаний в библиографическом описании» (введен 01.01.78). Приведем несколько примеров.

Савельев И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие для студентов вузов. — М.: Наука, 1982. — 432 с.

Луус Р. А. Исследование оборудования с пневмовакуумным приводом для захвата: Дис. ... канд. техн. наук. — М., 1982. — 212 с.

Крюков Б. В., Хозин Н. П. Вопросы машинного проектирования информационных систем // Техн. средства обраб. информ. — 1976. — Вып. 10. — С. 11—25.

Приложения располагают перед списком литературы в последовательности, соответствующей появлению ссылок в тексте записки. Каждое приложение следует начинать с новой страницы, в правом углу которой прописными буквами пишут слово «ПРИЛОЖЕНИЕ», ниже приводят тематический заголовок. Приложения нумеруют арабскими цифрами без знака №.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие рубрики*.

Введение: в краткой форме рассматривается значение вентиляции в санитарной нормализации воздушной среды производственных помещений, ее социальная направленность — улучшение условий и повышение производительности труда, снижение заболеваемости, травматизма и текучести кадров благодаря уменьшению или ликвидации вредных факторов производства; приводятся принятые решения по очистке вентиляционных выбросов, постановления по защите воздушного бассейна от вредных выбросов промышленных предприятий и другие документы, положенные в основу проекта.

* Объем курсового проекта может видоизменяться. Допускается заменять некоторые разделы результатами, полученными студентами в СНО или НИРС.

Исходные данные для проектирования: сведения о назначении здания и его географическом местонахождении; краткое описание технологического процесса, характеристика и интенсивность вредных выделений, характеристика здания по взрыво- и пожароопасности; расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха для холодного и теплого периодов года, а также для переходных условий, данные об источнике теплоснабжения, теплоносителе и его параметрах.

Тепловой режим помещений: а) теплотехнические расчеты — определение (выбор) требуемых и принимаемых сопротивлений теплопередачи ограждающих конструкций, а также коэффициентов теплопередачи; проверка отсутствия конденсации влаги на внутренних поверхностях наружных ограждений для помещений с выделением влаги; б) расчеты потерь теплоты — ограждающими конструкциями, на нагрев инфильтрационного воздуха, ввозимых материалов, средств транспорта, воздуха, проникающего через периодически или постоянно открытые проемы в наружных ограждениях, испарение влаги; в) расчеты поступлений теплоты от людей, механического оборудования, остывающего материала, источников освещения, теплового оборудования (печи, ваны и т. д.), горячих коммуникаций, солнечной радиации; г) составление теплового баланса помещений для теплого, холодного периодов года и переходных условий без учета вентиляции.

Расчет поступления в воздух помещения вредных выделений — газов, водяных паров и пыли.

Вентиляция и кондиционирование воздуха: а) выбор, обоснование и краткое описание систем вентиляции и кондиционирования воздуха; б) определение объемов местной вытяжной вентиляции, выбор конструкций местных отсосов; в) расчет воздушных завес, воздушного душирования, вентиляции кабин машинистов крана; г) определение количества воздуха для ассимиляции вредных выделений, составление тепловоздушных балансов, выбор расчетного воздухообмена, расчет аэрации; д) расчет воздушораспределения и уточнение ранее принятых перепадов температур и скоростей воздуха при входе его в рабочую зону; е) аэродинамический расчет двух-трех вытяжных и одной приточной систем вентиляции, расчет остальных систем рекомендуется выполнять с использованием ЭВМ; ж) защита атмосферного воздуха от загрязнений вентиляционными выбросами — подбор пылеуловителей, фильтров, расчет факельного выброса, соблюдение нормативов выброса вредных веществ в атмосферу (ПДВ); и) расчет и подбор оборудования для систем вентиляции и кондиционирования воздуха — фильтры для очистки наружного воздуха от пыли, воздушонагреватели (калориферы), вентиляторы, электродвигатели, типовые приточные камеры, установки кондиционирования (расчет форсуночной камеры).

Отопление: а) выбор, обоснование и краткое описание принятой системы отопления — центральное водяное (горизонтальная,

с верхней или нижней разводкой), воздушное (отопительно-рециркуляционные агрегаты), воздушное совмещенное с вентиляцией; выбор и расчет поверхности нагревательных приборов; б) гидравлический расчет (1—2 кольца) трубопроводов системы отопления или теплоснабжения воздухонагревателей (калориферов).

1.2. ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Графическая часть проекта выполняется в карандаше на чертежной бумаге формата 24 (594 × 841 мм). Буквенные обозначения, шрифт, правила графики, порядок нанесения размеров следует принимать по Единой системе конструкторской документации (ЕСКД). Листы ограничивают по контуру рамкой, в правом нижнем углу располагают штамп.

Для большей выразительности чертежей рекомендуется отмывка акварельными красками или раскраска карандашами воздухопроводов и всех элементов систем и оборудования, по которым проходит воздух.

Рекомендуются следующие цвета: светло-зеленый — каналы с неподогретым наружным воздухом; розовый — каналы приточных систем с подогретым воздухом; голубой — каналы вытяжных систем; фиолетовый — каналы для рециркуляционного воздуха.

Для водяного отопления: красный — нагревательные приборы и подающие трубопроводы; синий — обратные трубопроводы. Для парового отопления: зеленый — нагревательные приборы и конденсатопроводы; желтый — паропроводы высокого давления, оранжевый — низкого.

На чертежах приводят условные обозначения и необходимые примечания.

Лист 1. План цеха (масштаб 1 : 100; 1 : 200) с расположением воздухопроводов, технологического и вентиляционного оборудования; разрезы (масштаб 1 : 100; 1 : 50), таблица местных отсосов от технологического оборудования (табл. 1.2); характеристика отопительно-вентиляционных систем (табл. 1.3).

Планы зданий (сооружений) располагают, как правило, по длине вдоль горизонтальной стороны листа в положении, принятом на генеральном плане, или с поворотом по отношению к этому положе-

Таблица 1.2

Технологическое оборудование			Характеристика выделяющихся вредных веществ	Σ
Позиция	Наименование	Количество		
15	70	15	95	

Окончание табл. 1.2

Объем вытяжки, м³/ч		Характеристика местного отсоса		№ вентиляционной системы	Примечания	10
На единицу оборудования	Всего	Обозначение	Применяемые документы			
20	20	30	70	15	45	10

Таблица 1.3

Обозначение системы	Количество систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки, агрегата	Вентилятор					10
				Исполнение по искрозащите	№	Схема исполнения	Положение, вращение	L, м³/ч	
15	10	50	20	15	10	15	15	15	15

Продолжение табл. 1.3

Вентилятор		Электродвигатель			Воздухонагреватель					10
Р, Па	л. об/мин	Тип, исполнение по искрозащите	N, кВт	л. об/мин	Тип	№	Количество, шт.	Температура нагрева, °С		10
								от	до	
15	15	30	10	15	15	10	10	15	15	

Продолжение табл. 1.3

Воздухонагреватель		Фильтр				Воздухоохладитель					20
Расход теплоты, Вт	Р, Па	Тип	№	Количество, шт.	Р, Па	Тип	№	Коли- чество, шт.	Температура охлаждения		
									от	до	
20	10	25	10	10	10	20	10	10	15	15	20

Окончание табл. 1.3

Воздухоохладитель										Примечания	10
Расход холода, Вт	Количество форсунок на 1 м²	Диаметр сопла, мм	P, Па	Насос			Электродвигатель				
				Тип	L, м³/ч	P, Па	Тип	N, кВт	л, об/мин		
15	15	10	10	15	10	10	20	10	15	30	10

нию. При многоэтажном здании планы наносят на лист в порядке нумерации этажей снизу вверх или слева направо. На чертежах не должно быть излишней детализации, необоснованных повторений и очевидных пояснений.

План изображают в виде разреза систем горизонтальной плоскостью, проходящей под перекрытием или покрытием этажа. В наименовании плана указывают отметку чистого пола этажа или номер этажа, например: «план на отм. 0.000», «план второго этажа». При выполнении части плана систем в наименовании указывают оси, ограничивающие эту часть плана, например: «план на отм. 0.000 между осями 1—8 и А — В».

На планы наносят также названия помещений, позиции технологического оборудования, снабженного местными отсосами, марки вентиляционных установок.

Принята следующая маркировка установок: а) с механическим побуждением: П — приточные и душирующие, В — вытяжные, У — воздушные завесы, А — агрегаты отопительные; б) с естественным побуждением: ПЕ — приточные, ВЕ — вытяжные.

К маркам добавляют порядковый номер в пределах марки, например: П1, П2, В1, В2, А3, У2.

Элементы систем вентиляции — воздухопроводы, воздухораспределители, фильтры, вентиляционные агрегаты, циклоны — вычерчиваются с соблюдением масштаба в виде упрощенных графических изображений. Фасонные части воздухопроводов приведены на рис. 1.1, 1.2.

Контуры воздухопроводов и отопительно-вентиляционного оборудования, расположенных в верхней части помещения (под перекрытием), на плане изображают сплошными толстыми основными линиями, строительные конструкции и технологическое оборудование — сплошными тонкими, невидимые контуры аэрационных фонарей, шахт, дефлекторов, крышных вентиляторов — утолщенными штрихпунктирными, подпольные каналы и приемки — штриховыми линиями.

На планы и разрезы наносят также координатные оси здания и расстояния между ними.

Координатные оси показывают тонкими штрихпунктирными линиями, которые состоят из штрихов (5...30 мм) и точек между ними. По длине здания координатные оси обозначают арабскими цифрами, по ширине — прописными буквами русского алфавита, за исключением букв З, Й, О, Х, Ъ, Ы, Ь, в кружках размером 6...12 мм. Обозначения координатных осей наносят на левой и нижней сторонах здания. При несовпадении осей противоположных сторон плана их обозначения в местах расхождения дополнительно показывают на верхней и (или) правой сторонах. Размер шрифта для обозначения координатных осей должен быть больше размера цифр размерных чисел в полтора — два раза. Последовательность цифровых и буквенных обозначений принимают по плану слева направо и снизу вверх.

Кроме того, наносят такие элементы: отметки чистых полов этажей и основных площадок; размерные привязки к координатным осям или элементам строительных конструкций установок систем,

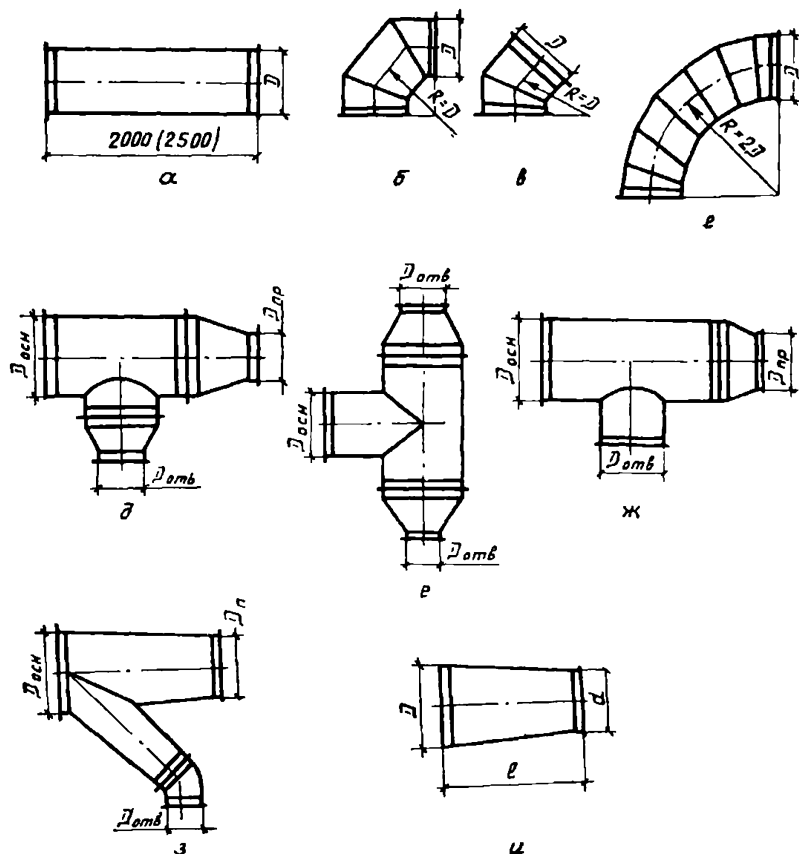


Рис. 1.1. Унифицированные детали круглых воздуховодов.

а — прямой участок, б, в, г — отводы для систем вентиляции общепромышленного назначения; г — отвод для систем аспирации и пневмотранспорта, д, е, ж — тройники для систем вентиляции общепромышленного назначения, з — тройник для систем аспирации и пневмотранспорта, и — переход

воздуховодов, основных трубопроводов, технологического оборудования, неподвижных опор, компенсаторов; диаметры воздуховодов и сечения каналов (первая цифра обозначает ширину канала, вторая — высоту); категории производств по взрывной и пожарной опасности (в прямоугольнике размером 5 × 8 мм), наименование

помещений и категорию производств допускается приводить в экспликации помещений; отметки уровней осей круглых воздуховодов, нижней стенки прямоугольных каналов, опорных конструкций отопительно-вентиляционных установок, верха выхлопных труб вытяжных систем

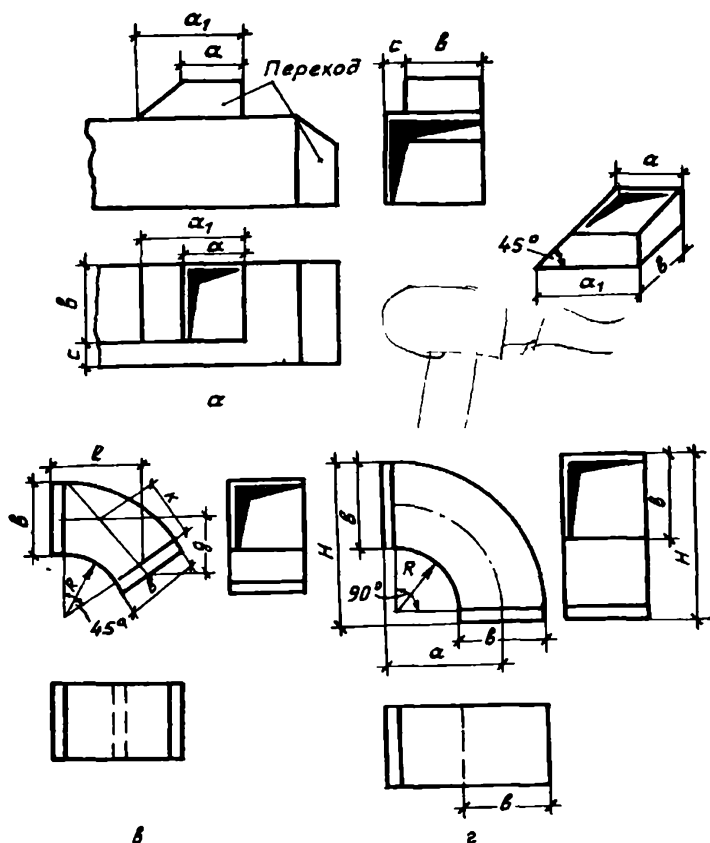


Рис. 1.2. Унифицированные детали прямоугольных воздуховодов:

а — прямой тройник; б — переход; в — отвод с центральным углом 45°; г — отвод с центральным углом 90°

Места разрезов и их число выбирают с учетом обеспечения наглядности высоты забора воздуха, вытяжных труб, расположения приточных и вытяжных воздуховодов и т. д. Разрезы выполняют по плану снизу вверх и справа налево. В наименовании разрезов указывают их порядковый номер, например, разрез 1—1.

Масштаб на чертежах (планы и разрезы) не проставляют, за исключением чертежей изделий и случаев, оговоренных соответствующими стандартами систем проектной документации для строительства (СПДС). Примеры оформления планов и разрезов помещений с нанесением отопительно-вентиляционных систем представлены на рис. 1.3, 1.4, 1.5 [28].

Для сокращения объема графических работ план отопления и других коммуникаций, как правило, совмещают с планом вентиляции. Если при этом происходит наложение воздухопроводов на трубопроводы и нагревательные приборы, целесообразно параллельно наружной стене общего плана здания повторить только план стены с нанесением системы отопления. При расположении трубопроводов друг над другом ближе к стене вычерчивают тот трубопровод, который расположен внизу, затем параллельно те, что выше.

Номера стояков, число секций радиаторов и сведения о других типах нагревательных приборов располагают с внешней стороны стен. Нумерацию стояков следует начинать с левого верхнего угла плана здания и далее по часовой стрелке.

Видимые участки проектируемого трубопровода системы обозначают сплошной основной линией, соответствующей его оси, невидимые (подземные, в перекрытиях, каналах и т. д.) — штриховой линией той же толщины. Функционирующие трубопроводы обозначают соответственно сплошной штриховой тонкой линией.

Буквенно-цифровые обозначения проставляют в разрывах линий (— T1 — ; —T2—) или на полках линий-выносок.

Буквенно-цифровые обозначения трубопроводов (по ГОСТ 21.106—78)

Теплопровод общего обозначения	T0
Трубопровод* горячей воды для отопления и вентиляции (в том числе кондиционирования воздуха), а также общий для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических процессов:	
подающий	T1
обратный	T2
Трубопровод** горячей воды для горячего водоснабжения:	
подающий	T3
циркуляционный	T4
Трубопровод горячей воды для технологических процессов:	
подающий	T5
обратный	T6
Трубопровод:	
пара (паропровод)	T7
конденсата (конденсатопровод)	T8
При разных параметрах теплоносителя следует принимать такие обозначения: *От T11 до T19 и от T21 до T29. ** От T31 до T39 и от T41 до T49	

Количество обозначений на линиях трубопроводов должно быть минимальным, но обеспечивающим понимание чертежа и удобства пользования им.