



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
АГЕНТСТВО
ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра отопления и вентиляции

КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Вентиляция» для студентов,
обучающихся по специальности 290700
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

МОСКВА 2006

ВВЕДЕНИЕ

Конструирование является важной составляющей процесса проектирования систем вентиляции гражданских и производственных зданий. При конструировании следует принимать во внимание технологические особенности производства, особенности объёмно-планировочного решения здания, требования строительных норм и правил к вентиляционным системам, решать вопросы экономии средств путём рационального размещения вентиляционных систем в объёме здания, выбора трассировок и способов прокладки воздуховодов.

В гражданских зданиях особое внимание уделяется интерьеру, предпочтение отдаётся скрытой прокладке воздуховодов и каналов в обитаемых помещениях, приточные и вытяжные установки размещаются преимущественно в технических и вспомогательных помещениях.

В производственных зданиях на решения вентиляционных систем большое влияние оказывают особенности технологического процесса. При проектировании и эксплуатации приходится учитывать взрывопожароопасную категоричность производственных помещений, а также особенности пожаро- и взрывоопасной обстановки в непосредственной близости от технологических установок. Эти особенности рассматриваются «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). В отличие от гражданских зданий, в производственных помещениях допускается открыто монтировать вентиляционные установки в объёме производственного помещения на вентиляционных площадках.

Независимо от того, являются здания гражданскими или производственными, конструирование вентиляции следует начинать с вытяжных систем. В гражданских зданиях практически из всех помещений организуется вытяжка, в производственных помещениях предусматривается не только общеобменная вытяжка, но и местная - от местных отсосов. В гражданских зданиях организованный приток подаётся лишь в часть вентилируемых помещений, оставшаяся часть притока направляется в холлы, коридоры, откуда воздух и поступает в помещения, из которых осуществляется вытяжка. В производственных зданиях приток подается в

объём цеха либо приточными воздухораспределителями, либо сосредоточенно в верхнюю зону. В силу вышеизложенного, вытяжные системы имеют более протяжённую сеть воздуховодов и каналов по сравнению с приточными.

1. КОНСТРУИРОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВЫТЯЖНЫХ СИСТЕМ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Многоэтажные жилые здания обычно оснащают приточно-вытяжной вентиляцией с гравитационными вытяжными системами и неорганизованным притоком. Системы не потребляют

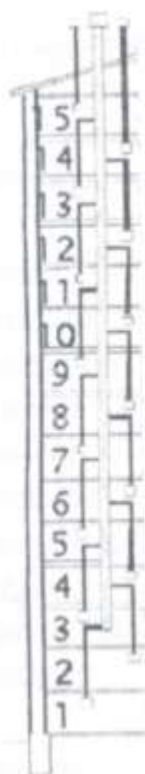


Рис. 1. Схема гравитационной вытяжной системы с вертикальным транзитным каналом и присоединением ответвлений через один этаж

электрической энергии, практически не требуют ухода. Недостатком систем является то, что гравитационная вытяжка не работает в тёплый период года, когда температуры наружного и воздуха в помещении практически одинаковы. По этой причине вытяжная вентиляция из санузлов обязательно выполняется механической. Другой недостаток гравитационных систем — возможность перетекания загрязнённого воздуха через транзитный вертикальный канал или сборный горизонтальный короб из нижележащих этажей в помещения верхних этажей.

В гражданских зданиях большое внимание уделяется интерьеру, поэтому предпочтение отдаётся вытяжным системам с вертикальными каналами, устраиваемыми во внутренних стенах. В многоэтажных зданиях для устройства сети каналов применяют вентиляционные панели со сборным каналом, проходящим транзитом через все этажи (рис. 1). Присоединение ответвлений к транзитному каналу может производиться через 1, 2, 3, 4 этажа и 5 этажей. Одна из конструкций панели с присоединением ответвлений через один этаж представлена на рис. 2.

2

В кирпичных зданиях постройки прежних лет применяли системы вентиляции с вертикальными каналами, проложенными во внутренних кирпичных стенах, как обособленными, так и с горизонтальным коробом на чердаке, собирающим воздух из всех каналов и через вытяжную шахту удаляющим его в атмосферу. В настоящее время такие системы используют в кирпичных малоэтажных домах, коттеджах (рис. 3). В зданиях до пяти этажей предпочтение следует отдавать системам с обособленными (независимыми) каналами и выпуском в атмосферу загрязнённого воздуха каждым каналом самостоятельно под общий зонт, защищающий каналы от атмосферных осадков. В независимых вытяжных каналах допускается установка вытяжных вентиляторов. При этой схеме трассировки перетекание загрязнённого воздуха из помещений нижележащих этажей в верхние отсутствует. Зонт или дефлектор устанавливают и на вытяжной шахте для защиты от осадков или усиления естественной тяги.

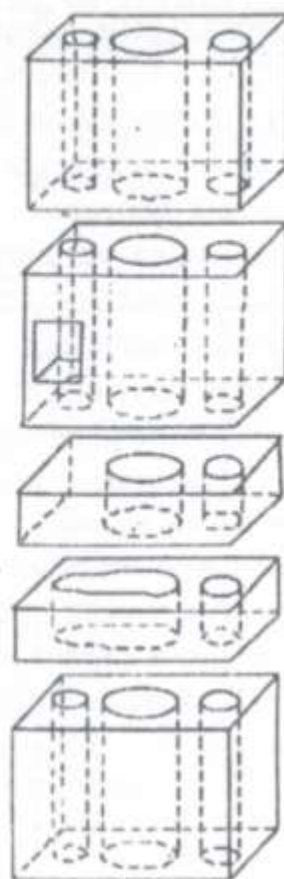


Рис. 2. Схема вентиляционного блока для устройства вентиляционных каналов вытяжной системы с вертикальным транзитным каналом и присоединением ответвлений через один этаж



Рис. 3. Схема гравитационной вытяжной системы с каналами во внутренних кирпичных стенах: а – система с обособленными каналами; б – система с каналами во внутренних кирпичных стенах, объединёнными на чердаке сборным коробом и вытяжной шахтой

В многоэтажных зданиях рекомендуется применять системы с вертикальным сборным каналом. Перетекание загрязнённого воздуха в помещения вышележащих этажей устраняют устройством независимых вытяжных каналов в нескольких последних этажах, а также соответствующим подбором сечений каналов и сборных вертикальных каналов. Как и в малоэтажных зданиях, допускается установка вытяжных вентиляторов в обособленных каналах последних этажей.

Рекомендуются следующие соотношения площадей сечений каналов-спутников и сборных вертикальных коробов, предотвращающие перетекание воздуха:

- в системе с перепусками через пять этажей, объединяющей все этажи здания, кроме пяти верхних, суммарная площадь всех каналов - ответвлений, объединяемых вертикальным сборным каналом, может превышать площадь поперечного сечения магистрального канала не более, чем в 1,7 раза;
- в системе с перепусками каналов через два этажа, объединяющей все этажи здания, кроме двух верхних, это соотношение не должно превышать 1,4;

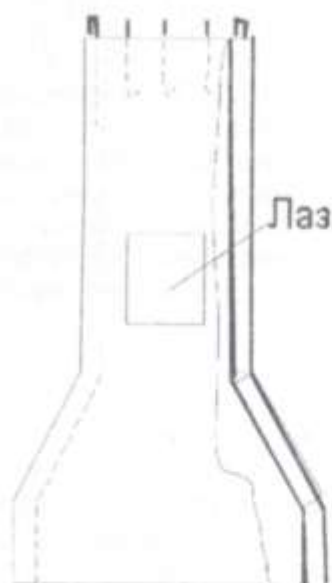


Рис. 4. Сборный короб, сочленённый с вытяжной шахтой

- в системе с перепусками через один этаж, объединяющей все этажи кроме одного верхнего, это соотношение не должно быть более, чем 1,2.

Системы с вертикальным сборным каналом оптимальны для многоэтажных зданий с регулярной планировкой (жилые здания массовой застройки, гостиницы и т.д.). В гражданских зданиях, планировка этажей которых различна, не всегда удаётся обойтись без устройства на чердаке сборного горизонтального короба. Если вытяжные воздуховоды располагаются в непосредственной близости друг к другу, целесообразно применять сборный короб, объединённый с вытяжной шахтой (рис. 4). Площадь поперечного сечения сбор-

ного короба или шахты, объединяющих каналы, не должна быть меньше суммарной площади поперечного сечения объединяемых ими каналов.

Примеры нанесения вытяжных каналов и вентиляционных решёток на поэтажный план здания представлены на рис. 5.

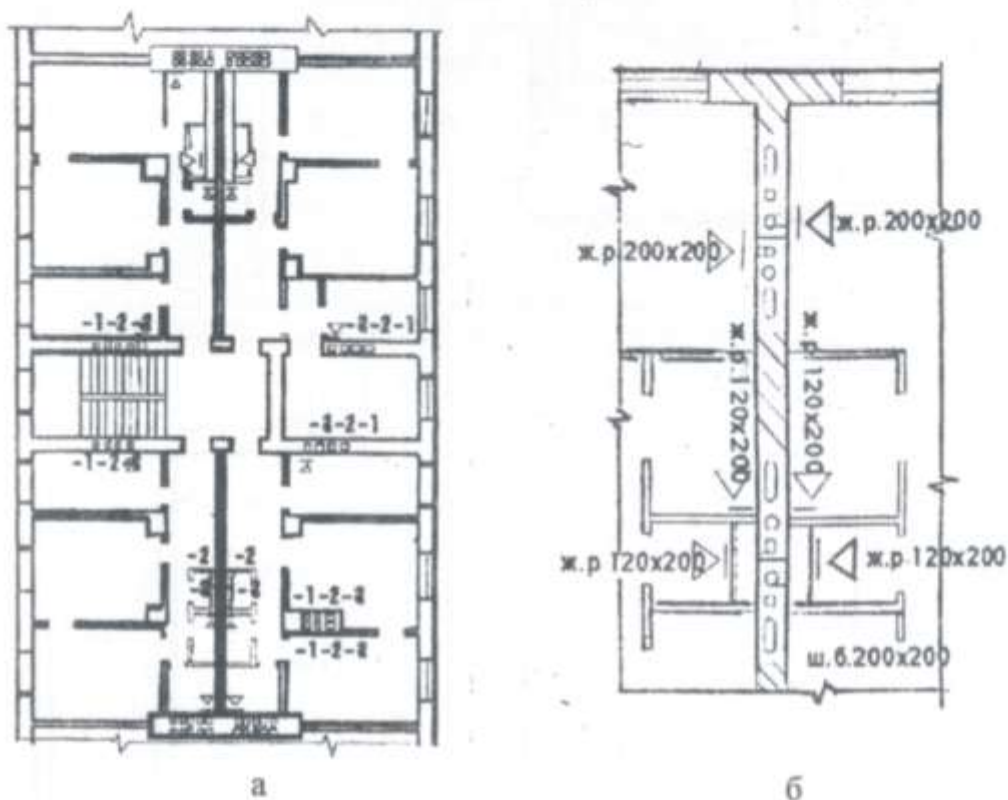
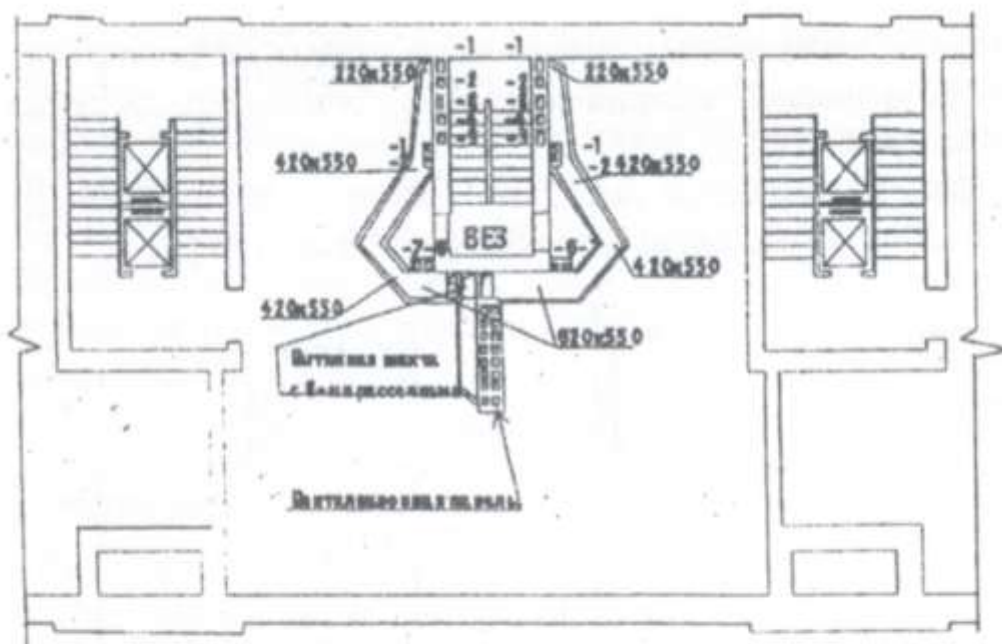


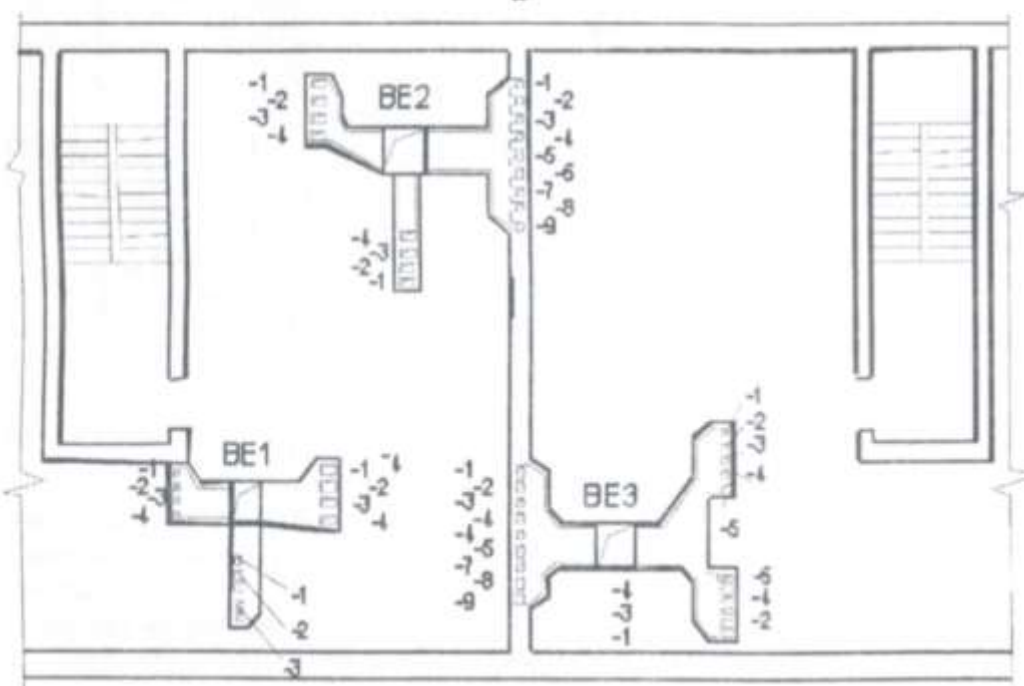
Рис. 5. Нанесение вытяжных вентиляционных решёток и каналов на поэтажный план здания: а – вытяжная вентиляция жилого здания с размещением вентиляционных каналов в капитальных внутренних стенах и двухрядных вентиляционных панелях; б – фрагмент плана вентиляции кухни и санузлов с размещением каналов в вентиляционных панелях с вертикальным транзитным каналом; ж. р. 120x200 и ж. р. 200x200 – размеры вытяжных жалюзийных решёток

Вытяжная шахта может удалять воздух из вертикальных каналов, расположенных в радиусе до 6 м от оси вытяжной шахты (рис. 6). Система будет работать устойчиво, если сборный короб имеет максимально большое сечение, а основная часть распадаемого давления расходуется в ответвлениях.

Принцип устройства сборного короба с максимально возможным поперечным сечением реализован в многосекционных многоэтажных зданиях.



а



б

Рис. 6. План сборных коробов и вытяжных шахт на чердаке:
 а – сборные короба и вытяжная шахта вентиляционных каналов, расположенных в капитальных кирпичных стенах и в вентиляционной панели с 2-рядным расположением каналов; б – сборные короба и вытяжная шахта приставных вентиляционных каналов и каналов, расположенных в капитальных кирпичных стенах многоэтажного дома

В качестве сборного горизонтального воздуховода используется весь чердак секции многосекционного здания или весь чердак односекционного здания (так называемый «тёплый чердак»). Наружные стены чердака при этом не должны иметь больших проёмов, а существующие должны быть заложены стеклоблоками. Входная дверь на чердак должна иметь уплотняющие прокладки. Здание оборудуется вытяжными системами из вентиляционных панелей с каналами-спутниками, присоединяемыми к сборному вертикальному каналу через этаж. Выпуск воздуха в объём чердака производится через диффузоры, снижающие скорость потока до 1-2 м/с. Удаление воздуха из чердака производится через вытяжную шахту с соотношением сторон в плане не более 1:1,5. Вытяжная шахта обычно примыкает к машинному отделению лифта (рис. 7). Вентиляция работает устойчиво тогда,

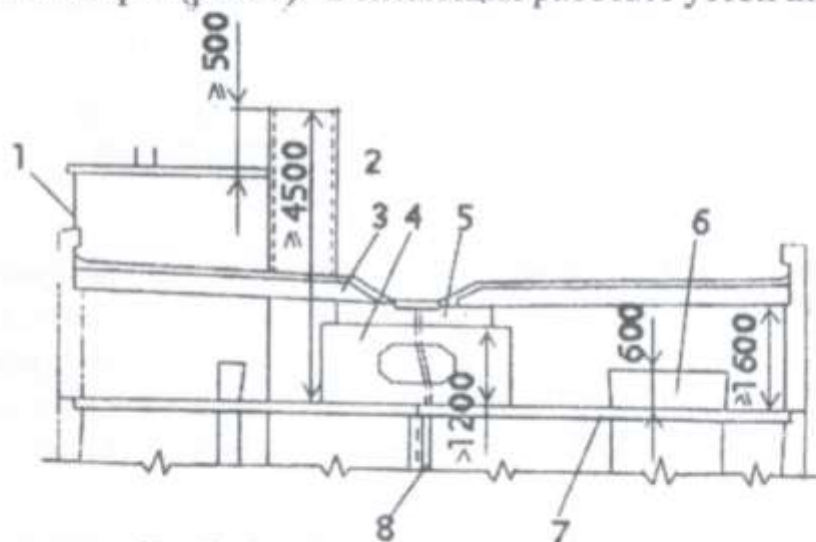


Рис. 7. Схема крыши с тёплым чердаком:

- 1 - машинное отделение лифта; 2 - вытяжная вентиляционная шахта;
- 3 - панель покрытия; 4 - опорная панель; 5 - панель покрытия лотка;
- 6 - оголовок вентиляционного блока; 7 - панель чердачного перекрытия;
- 8 - водосточный стояк

когда потери давления при транспортировке воздуха от наиболее удалённого от шахты диффузора через шахту в атмосферу не превышают 1 Па. По этой причине скорость в шахте не должна превышать 1 м/с с целью снижения аэродинамического сопротивления; зонт можно не устраивать; осадки собираются в поддон, устанавливаемый на чердачном перекрытии. На чердаке не должны быть какие-либо перегородки, выгораживающие отдельные его части, высота чердака должна быть не менее 1,6 м, в

стесненных местах – не менее 1,2 м. Утеплитель укладывается только на бесчердачное покрытие с гидроизолирующим ковром, на перекрытии последнего этажа утеплитель отсутствует.

Поскольку каналы в вентиляционных панелях имеют постоянное поперечное сечение по всей высоте, их аэродинамическая увязка производится преимущественно изменением площади живого сечения решётки. Это может быть достигнуто либо изменением типоразмера, либо установкой в неё вкладыша. Как показали расчёты, в многоэтажных зданиях регулирующей способности решёток может оказаться недостаточно, поэтому на каких-то этажах придётся заменять типоразмер вентиляционной панели для изменения поперечного сечения вертикального сборного канала и его ответвлений. При конструировании вытяжных вентиляционных систем предпочтение следует отдавать конструкциям решёток, позволяющим устанавливать несколько фиксированных размеров живого сечения.

2. КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Гражданское здание может быть оборудовано центральной или местными системами вентиляции. Центральная система вентиляции обслуживает здание в целом или значительную его часть, децентрализованная – одно помещение или несколько помещений, принадлежащих фирме – совладельцу здания или арендатору помещения. В протяжённых зданиях иногда оказывается целесообразным устройство нескольких центральных систем, чтобы получить менее протяжённую сеть воздуховодов и сэкономить электроэнергию.

Ранее здания оборудовались исключительно централизованными приточно-вытяжными системами. Традиционная схема размещения вентиляционного оборудования в таких системах: приточные камеры – в подвале, вытяжные системы – на чердаке. При такой схеме тяжёлые приточные камеры и кондиционеры передают вес не на конструкции здания, а непосредственно на грунт, усиления строительных конструкций не требуется.

В настоящее время подземное пространство под зданием принято использовать для устройства автостоянок, поэтому приточные и вытяжные камеры размещают на этажах и чердаке.

Новые экономические условия внесли изменения и в решения вентиляции гражданских зданий.

В крупных торговых центрах или офисных зданиях отдельные торговые или офисные помещения могут принадлежать или сдаваться на длительные сроки аренды различным юридическим или физическим лицам с условием самостоятельного устройства и эксплуатации вентиляционных систем принадлежащих им или арендуемых ими помещений. Поэтому офисные здания и торговые предприятия могут иметь как централизованные, так и децентрализованные системы вентиляции. При децентрализованной системе вентиляционные установки стремятся разместить на одном этаже с обслуживаемым помещением.

Децентрализованные системы применяют для вентиляции офисных помещений небольшой площади. Индивидуальные приточные камеры размещают в пространстве под подшивным потолком, а вытяжка производится канальными вентиляторами. Существуют три конструктивные схемы канальных вентиляторов: с размещением электродвигателя в объёме рабочего колеса, вне рабочего колеса, но в объёме воздуховода, и вне воздуховода. В случае удаления воздуха с повышенной влажностью или содержащего примеси, вызывающие коррозию, предпочтение следует отдавать канальным вентиляторам с вынесенным из объёма вытяжного воздуховода электродвигателем.

В случае, если здание принадлежит одному юридическому или физическому лицу, а планировка этажа может изменяться в зависимости от потребностей арендаторов (так называемая «скользящая планировка»), возможно устройство централизованной приточно-вытяжной вентиляции с устройством притока и вытяжки по модульному принципу. В каркасных зданиях обычно применяется шаг колонн 6х6 м. В качестве модуля принимается ячейка 6х6 или 6х3 м. Сдаваемая в аренду площадь должна состоять из объединяемых модулей. Предусматривается самостоятельная вентиляция каждого модуля, при этом воздухообмен заранее рассчитывается на какую-то усреднённую нагрузку от пребывания людей, солнечной радиации и вредных выделений от оргтехники.

Требование норм об утилизации теплоты удаляемого воздуха привело к применению совмещённых панельно-каркасных приточно-вытяжных камер с поверхностным теплообменником или

теплообменниками с промежуточным теплоносителем. К таким вентиляционным установкам подводятся воздуховоды как приточные, так и вытяжные. Протяжённость воздуховодов и расход электроэнергии будут минимальными, если эти камеры и обслуживаемые ими помещения будут расположены на одном этаже.

В курсовом проекте требуется запроектировать централизованную приточно-вытяжную вентиляцию, конструированию которой, в дальнейшем, и уделено основное внимание.

Если здание компактное, в подвале устраивается единый вентиляционный центр, в котором размещают приточные камеры и центральные кондиционеры, шумоглушители, холодильные машины для охлаждения воды (так называемые «чилеры») и прочие помещения. Ширина значительного числа зданий не превышает 10 – 12 м, что может вызвать сложности при организации вентиляционного центра. По согласованию со строителями можно предусмотреть единое помещение на всю ширину здания, передав нагрузку от внутренней несущей стены на колонны внутри вентиляционного центра.

Наружный воздух для целей вентиляции забирают из атмосферы в помощью приточных шахт. Шахты могут быть приставными и выносными (рис. 8). Приставные шахты примыкают к стене здания в простенке. Производительность приставной шахты по воздуху невелика, так как размеры шахты в плане определяются шириной простенка. Одна такая шахта обеспечивает воздухом обычно одну приточную камеру. Для присоединения приточной камеры к шахте устраивают оголовок с проёмом и герметичной дверью. Проём имеет специальную раму, к которой крепится утеплённый клапан приточной камеры или кондиционера. В верхней части приточной шахты размещают воздухоприёмные решётки, нижняя кромка которых должна размещаться на отметке не менее двух метров от уровня земли.

В панельно-каркасных приточных камерах утеплённый клапан может размещаться в верхней горизонтальной крышке приёмной секции. В этом случае можно оголовок не устраивать. Воздухоприёмные решётки размещают в проёме стены на соответствующей отметке, к проёму с внутренней стороны крепится утеплённый сборный короб с фланцем для крепления воздуховода. Сборный короб с утеплённым клапаном соединяется воздуховодом круглого или прямоугольного сечения (рис. 9).

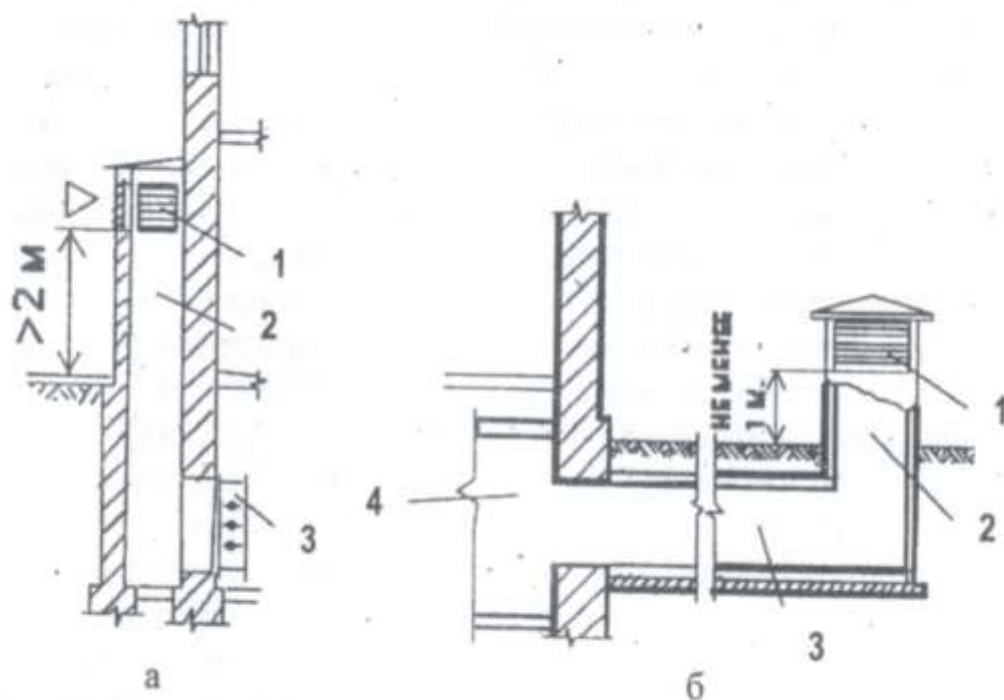


Рис. 8. Конструкции приточных шахт: а – приставная шахта (1 – приточная решётка; 2 – вертикальный канал для подачи приточного воздуха; 3 – утеплённый клапан); б – выносная шахта (1 – приточная решётка; 2 – вертикальный канал для подачи приточного воздуха; 3 – горизонтальный подземный канал для подачи приточного воздуха; 4 – коридор наружного воздуха, к которому присоединяются приточные камеры и кондиционеры)



Рис. 9. Конструкция воздухозабора для приточной панельно-каркасной камеры с утеплённым приточным клапаном, размещённым на верхней панели камеры

В случае нескольких приточных камер и кондиционеров предусматривают одну выносную приточную шахту на все приточные камеры и кондиционеры. Воздух к подвалу подводится подземным каналом, поперечное сечение которого должно позволять производить осмотр и необходимый ремонт конструкций. В подвале воздух поступает в коридор наружного воздуха, в стенках которого имеются проёмы для присоединения приточных камер и кондиционеров и герметичная дверь, позволяющая осматривать коридор и периодически очищать его от пыли и грязи. С целью экономии площади вентиляционного центра утеплённые клапаны устанавливают в пределах коридора наружного воздуха (рис. 10).

К коридору наружного воздуха параллельно присоединяются приточные камеры и кондиционеры. Чтобы ослабить возможное влияние камер на работу друг друга, размеры поперечного сечения коридора выбирают из условия обеспечения скорости в сечении коридора с наибольшим расходом не более 3 м/с. Если в здании предусмотрена централизованная система утилизации теплоты, теплоотдающие калориферы системы размещают в коридоре наружного воздуха.

Защита от шума предусматривает установку шумоглушителей. Современные приточные камеры и кондиционеры часто имеют встроенные шумоглушители. Пластинчатые шумоглушители подвешивают под потолком, ячейковые – размещают на полу.

Высота подвалов обычно бывает небольшой, что может осложнять размещение вентиляторов больших размеров и присоединение к ним воздуховодов. Предпочтительным в этих случаях является применение вентиляторов с кожухом, оси которого направлены под углом к горизонту. Выпускаемые панельно-каркасные приточные камеры комплектуются специальным вентиляторным блоком, в вертикальной стенке или горизонтальной крышке которого имеется выхлопное отверстие, к которому и присоединяется приточный воздуховод.

Вентиляционные каналы вентиляционных панелей не обладают повышенной плотностью, поэтому для приточных и вытяжных систем с механическим побуждением следует применять металлические воздуховоды, нормальные или плотные. Кроме стальных воздуховодов отечественная промышленность наладила

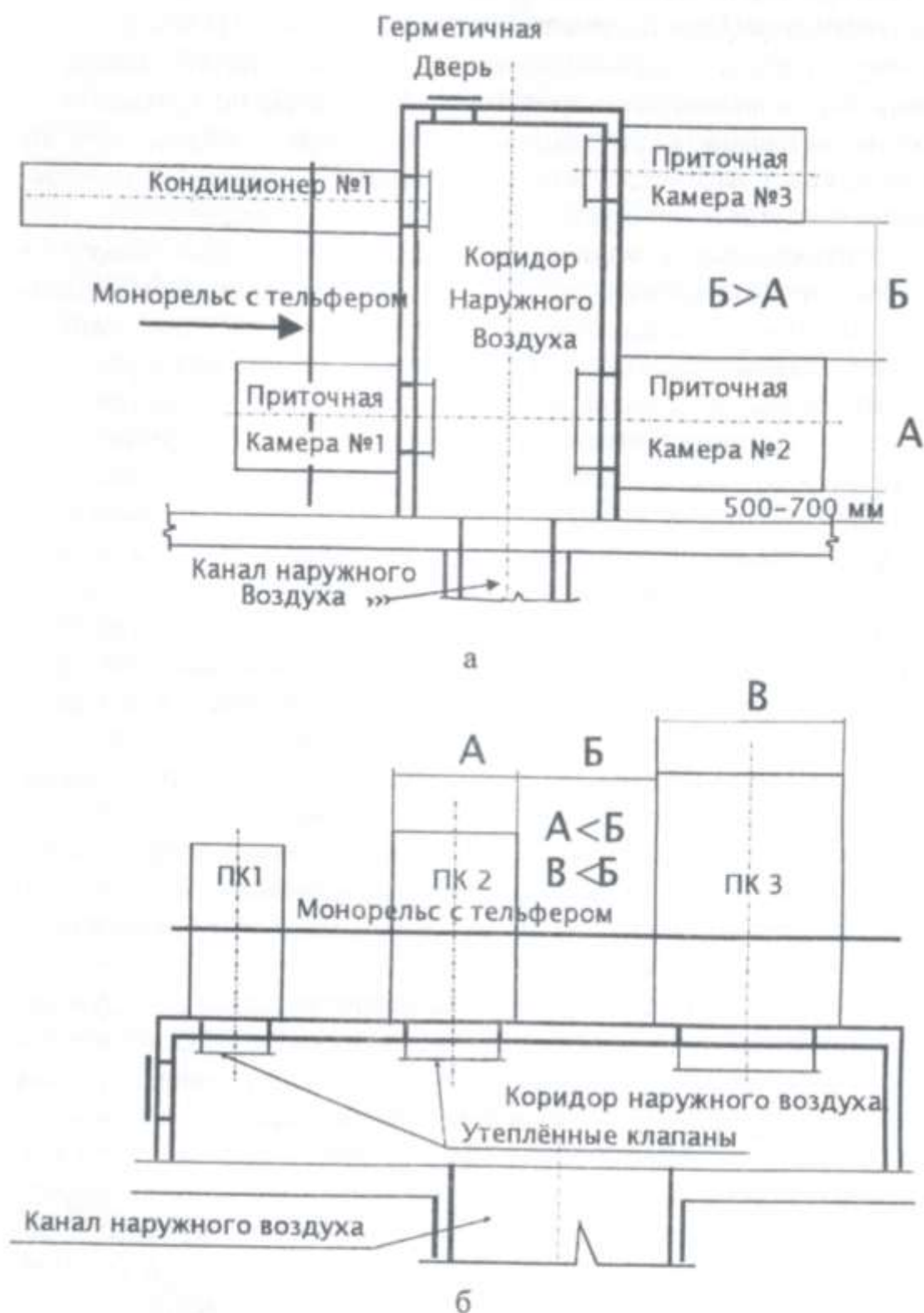


Рис. 10. Варианты размещения коридоров наружного воздуха и присоединения к ним приточных камер и кондиционеров в подвале гражданского здания:
 а – в здании шириной 10 – 12 м; б – шириной более 10 – 12 м

производство воздуховодов из пенопласта, с двух сторон оклеенного фольгой. Соединение таких воздуховодов – на клею, герметичное. Стенка воздуховодов из пенопласта обладает повышенным термическим сопротивлением и большей по сравнению с металлическими воздуховодами способностью гасить шум от вентилятора, что позволяет в ряде случаев обойтись без установки шумоглушителей и устройства тепловой изоляции.

Вертикальные стальные воздуховоды, подающие воздух на этажи, прокладывают в предусматриваемых для этой цели шахтах. Шахты в пределах этажа должны иметь съёмные панели, обеспечивающие доступ к воздуховодам для монтажа и ремонта. Вентилирование помещений в пределах одного этажа производится горизонтальными воздуховодами, прокладываемыми обычно в коридоре, в пространстве под подшивным потолком.

Подачу воздуха на вышележащие этажи многоэтажных зданий производят вертикальными воздуховодами, обычно отдельными для каждого этажа, что диктуется противопожарными требованиями. Если один стояк обслуживает все этажи, на ответвлениях каждого этажа устанавливают противопожарные клапаны. В зависимости от принятой схемы подача притока в пределах этажа производится либо по отдельным помещениям, либо ограничивается подачей в коридор, холл или соседнее помещение. Возможна также подача воздуха в отдельные помещения с помощью вертикальных каналов, прокладываемых в толще стен или формируемых с помощью вентиляционных панелей, при этом каждый из вертикальных каналов должен обслуживать одно помещение на каком-либо из этажей.

Передачу вибрации строительным конструкциям и воздуховодам предотвращают установкой вентиляторов на виброизоляторы и разобщением вентиляторов и воздуховодов с помощью гибких вставок. Предпочтение отдаётся пружинным металлическим амортизаторам, так как резиновые с течением времени могут утрачивать виброизолирующие качества вследствие старения резины.

Вытяжные камеры традиционно размещают на чердаке. Запрещается устанавливать вентиляторные агрегаты над помещениями с постоянным пребыванием людей. Применение виброизоляторов и гибких вставок обязательно. Исключение составляют вентиляторы систем дымоудаления, присоединение воздухово-

дов к которым допускается без гибких вставок и которые включаются только в случае пожара.

Описанная выше централизованная система приточно-вытяжной вентиляции гражданского здания устраивается не всегда. Получила распространение практика строительства и продажи незавершённых гражданских зданий. Часто здания, предназначенные под офисные помещения, продаются или сдаются заказчику без внутренних стен или перегородок, которые затем возводят совладельцы или арендаторы. Из санитарно-технических устройств здания имеют систему отопления, стояки водопровода и канализации, воздуховоды, по которым из подвала воздух может транспортироваться на этажи.

В подобных зданиях арендатор или совладелец монтирует вентиляционные системы для своих помещений. Приточные и вытяжные установки вентиляции и кондиционирования воздуха размещают на тех же этажах, на которых расположено обслуживаемое помещение. Такое их расположение делает целесообразным применение совмещённых панельно-каркасных приточно-вытяжных установок с системами утилизации теплоты. В зависимости от выбранной конструкции камеры утилизации теплоты может производиться поверхностным теплообменником или теплообменниками с промежуточным теплоносителем. Вытяжной воздух, отдавший свою теплоту, по вертикальным каналам или воздуховодам транспортируется на чердак и далее в атмосферу. Совмещённые приточно-вытяжные установки размещаются в специально выделенных для этой цели помещениях (вентиляционных камерах), если размеры оборудования невелики - под подшивным потолком.

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Вентиляционное оборудование приточно-вытяжных систем производственных зданий размещается, как правило, в пределах объёма здания. Однако имеют место случаи, когда по требованиям технологического процесса его приходится размещать в отдельно стоящем здании. Решение это применяется в случаях, если требуется отделить обслуживание вентиляционных установок

от технологических процессов в производственном корпусе или требуется обеспечить полное отсутствие вибраций и колебаний в производственном корпусе от работы вентиляторов. Обычно в таком техническом корпусе совмещают несколько инженерных систем: компрессорную, тепловой узел, насосы систем питьевого, технического и противопожарного водоснабжения и т.д. Вариант размещения вентиляционного оборудования в отдельно стоящем здании дорогой, но удобный для эксплуатации и ремонта оборудования.

Схема приточно-вытяжной вентиляции с размещением приточных установок в подвале является слишком дорогостоящей для одноэтажного производственного здания, на полу которого обычно устанавливается тяжёлое производственное оборудование. Подвал в производственных зданиях устраивается тогда, когда это требуется условиями проведения технологического процесса, например, в цехах металлопокрытий. Если подвал предусмотрен проектом, его можно использовать для размещения приточных камер и иного вентиляционного оборудования. Обычно для размещения вентиляционного оборудования предусматривают специальные помещения на отметке пола 1-го этажа, называемые вентиляционными камерами. Вентиляционные камеры занимают полезную площадь помещения, их количество бывает небольшим, а площадь часто недостаточна для размещения всего вентиляционного оборудования. Вытяжные вентиляционные установки, как правило, монтируют на специальных вентиляционных площадках. Другой причиной использования вентиляционных площадок является необходимость в максимально возможном разобщении мест воздухозабора и выброса загрязнённого воздуха в атмосферу для того, чтобы в месте расположения воздухозаборных решёток содержание вредных примесей в воздухе не превышало 30% от ПДК. Требуемое расстояние между местами воздухозабора и вентиляционными выбросами следует определять расчётом, но нормы требуют, чтобы это расстояние было не менее 10 м по горизонтали. Если данное требование выполнить не удастся, то расстояние по вертикали между ними должно быть не менее 6 м. Кроме того, выбросы из систем местных отсосов вредных веществ следует размещать на высоте не менее 2 м над кровлей более высокой части здания, если расстояние до ее выступа менее 10 м.

Вентиляционные площадки размещают вблизи оборудования с местными отсосами или, как принято говорить, «в центре на-грузок». Это позволяет уменьшить протяжённость воздуховодов. Если в объёме цеха имеются выделенные помещения или участки, вентиляционные площадки монтируют над ними на отметке (+ 2,8...3,0) и более метров, что снижает впечатление загромождённости помещений вентиляционным оборудованием. Площадки выполняются из металлического проката или железобетона, их проектированием и монтажом занимаются строители по заданию инженеров-проектировщиков. Отдельно стоящая площадка должна иметь ограждение, нескользящее покрытие пола и лестницу-трап. Пол металлических вентиляционных площадок выполняют из листов рифлёной стали. Ступеньки трапа изготавливают из такого же нескользящего материала или стальных прутков арматурной стали (рис. 11).

На вентиляционных площадках устанавливают несколько вентиляторов, их расположение в плане может быть произвольным, но ширина проходов между вентиляторами не должна быть менее 0,7 м с учётом площадей, необходимых для проведения ремонтных работ. Вентиляторы можно устанавливать на стены и колонны с помощью кронштейнов, но размер радиального вентилятора не должен превышать типоразмера №8.

Над вентиляционной площадкой с несколькими вытяжными вентиляторами предусматривается вентиляционная шахта с сотовым заполнением и зонтом для защиты от атмосферных осадков. Выхлопные воздуховоды подводятся к каждой из ячеек. Размещение вытяжных вентиляторов на наружных стенах с последующей проводкой выхлопных воздуховодов вдоль наружных стен не может быть рекомендовано в связи со сложностью проведения необходимых профилактических и ремонтных работ, а также по причине воздействия атмосферных осадков на вентиляционный агрегат и воздуховоды.

Если вентиляционные выбросы очищаются от вредных примесей, очистное оборудование устанавливают на площадке. Очистные устройства с сухим процессом очистки (циклоны) можно устанавливать снаружи здания, если это позволяют технические условия эксплуатации этого оборудования.

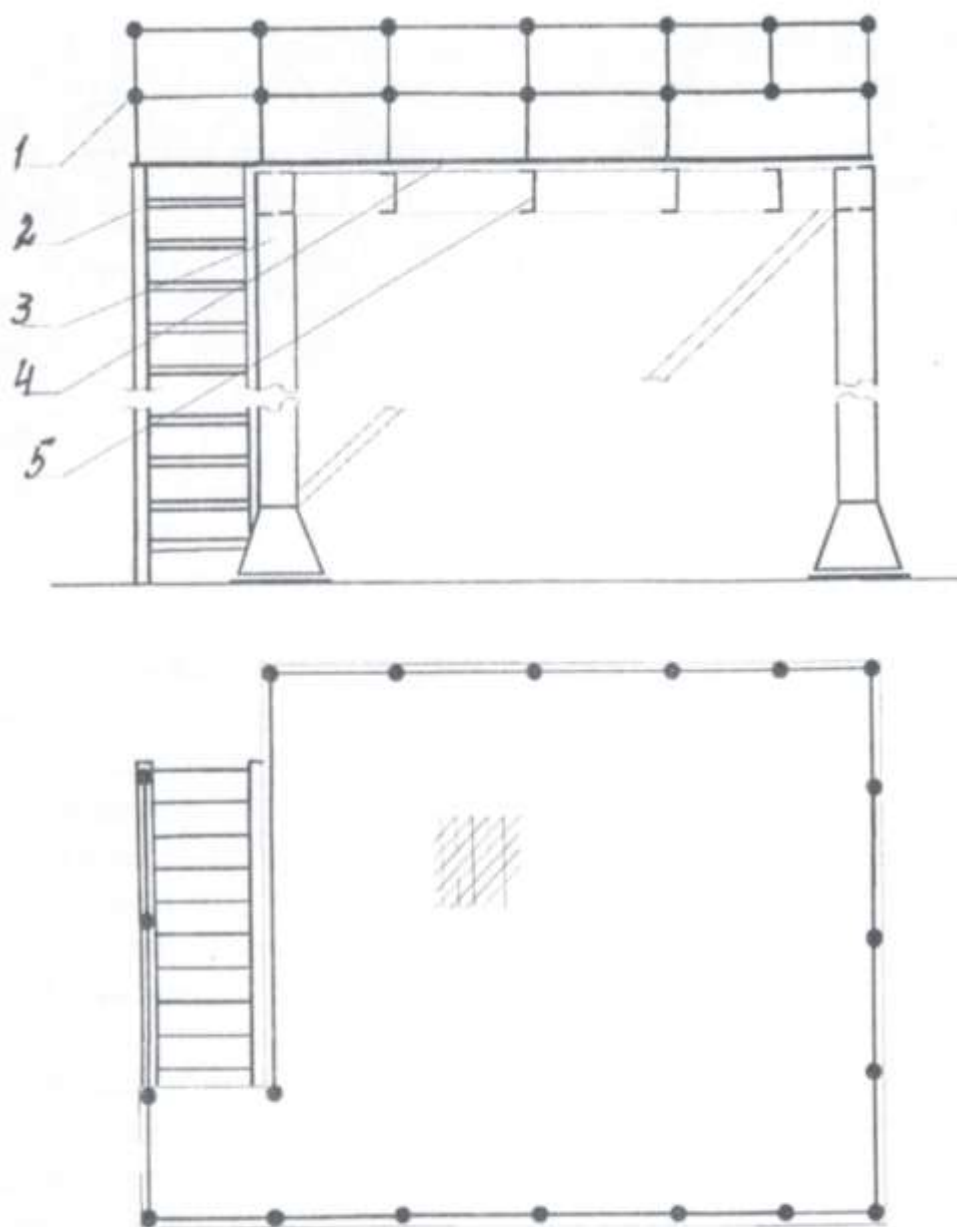


Рис. 11. Схема вентиляционной площадки:
 1 – ограждение; 2 – трап; 3 – опорная колонна;
 4 – настил из рифлёной стали;
 5 – горизонтальные несущие элементы из стального проката

Приточные камеры большой производительности в одноэтажных зданиях монтируют обычно в предусмотренных проектом специальных вентиляционных камерах на уровне пола 1-го этажа. Такое размещение наиболее удобно для производства монтажных профилактических и ремонтных работ. С целью экономии места возможна установка приточных камер в несколько ярусов. Приточные камеры устанавливаются также на вентиля-

ционных площадках, примыкающих к наружным стенам в местах размещения проёма. В условиях реконструкции производства при необходимости размещения дополнительных приточных камер приходится использовать оконные проёмы в качестве воздухозабора, закладывая излишнюю часть проёма кирпичной кладкой. В производственных помещениях приточные камеры часто используют для целей воздушного отопления, в таких случаях на каждую приточную камеру устанавливают два вентилятора: основной и резервный, включаемый при неисправности основного вентилятора (рис. 12).



Рис. 12. Фрагмент приточной камеры, используемой для цели воздушного отопления с двумя параллельно установленными вентиляторами, основным и резервным

В многоэтажных производственных зданиях предусматривают устройство технических этажей. Их количество определяется насыщенностью производства технологическим оборудованием, в частности местными отсосами, общей величиной воздухообмена и прочими факторами. Высота технических этажей, как правило, значительно меньше высоты этажей с производственными помещениями, она определяется высотой аппаратов для очистки вентиляционных выбросов и прочего вентиляционного оборудования. Вентиляционные выбросы вертикальными каналами или воздуховодами транспортируются на кровлю здания и далее в атмосферу. Наличие технических этажей позволяет разносить места выбросов и воздухозаборов по вертикали на достаточно большое расстояние.

Более подробно вопросы проектирования вентиляции тех или иных производств рассматриваются в нормативных документах, справочных и методических материалах. Правила оформления проектной документации регулируются ГОСТ 21602-2003 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции, кондиционирования».

Теплоизбытки из производственных помещений принято удалять с помощью аэрации. Однако в некоторых случаях общеобменный воздухообмен в тёплый период года осуществляется с помощью крышных вентиляторов, которые устанавливаются в специальных проёмах в бесчердачном покрытии, подвод воздуховодов к ним не предусматривается.

Если для создания общеобменной вытяжки используют крышные вентиляторы, воздуховодами они не оборудуются.

Местной вытяжной вентиляцией оборудуются многие виды технологического оборудования:

- нагревательные печи – зонтами-козырьками над загрузочными отверстиями;
- гальванические ванны и ванны для закалки в масле – обычными или опрокинутыми бортовыми отсосами;
- заточные, обдирочные и шлифовальные станки – кожухами-укрытиями;
- соляные и селитровые электрованны – полным шкафным укрытием;
- печи для отпуска, цементации, азотирования, выполненные в виде круглых шахтных колодцев, – кольцевыми отсосами;
- сварочные посты – панелями равномерного всасывания;
- места окраски пневматическими распылителями – окрасочными камерами с нижним отсосом;
- деревообрабатывающие станки – встроенными отсосами для стружки и опилок;
- электродуговые печи и вагранки – вытяжными зонтами;
- заливочные конвейеры – панелями равномерного всасывания;
- дробилки, транспортёры, места пересыпки – укрытиями;
- плоскошлифовальные станки – всасывающими воронками;
- станочное металлорежущее оборудование – пылеотрапеливателями-приёмниками;
- моечные машины – зонтами-козырьками.

Этот далеко не полный перечень видов технологического оборудования и рекомендуемых для его укрытия местных отсосов указывает на многообразие проектных решений местной вытяжной вентиляции. Более подробные рекомендации по проектированию приточно-вытяжной вентиляции различных видов производств изложены в соответствующих нормативно-технических документах.

Имеются определённые принципы проектирования приточных и вытяжных систем:

1. Местные вытяжные системы не должны быть большой протяжённости. Исключение могут составить системы пневмотранспорта. Рациональным следует считать объединение 2...4 местных отсосов однотипного оборудования в одну систему при условии, что выделяющиеся вредности однородны.

2. Максимальный радиус действия местных вытяжных систем по горизонтали не должен превышать 10...15 м.

3. Не рекомендуется смешивать разнородные вредные выделения (избыточное тепло и пары масел, цианистые выделения от гальванических ванн с другими выделениями ванн и т.п.). При объединении местных отсосов, локализирующих источники с различными вредными выделениями, следует руководствоваться следующими правилами:

- В результате химических реакций, которые могут произойти в воздуховоде, в который поступают вредные выделения от различных источников, образующиеся в результате химических реакций, соединения не должны быть более токсичными, чем исходные компоненты. По этой причине нельзя объединять кислотные и цианистые ванны.

- Примеси, поступающие от различных источников, не должны закупоривать воздуховоды. Не следует объединять источники с выделениями пыли и паров масла.

4. Местные отсосы оборудования кратковременного действия (заточные и полировальные станки, дробеструйные и дробемётные камеры) должны быть запроектированы отдельными вытяжными системами.

Этот далеко не полный перечень видов технологического оборудования и рекомендуемых для его укрытия местных отсосов указывает на многообразие проектных решений местной вытяжной вентиляции. Более подробные рекомендации по проектированию приточно-вытяжной вентиляции различных видов производств изложены в соответствующих нормативно-технических документах.

Имеются определённые принципы проектирования приточных и вытяжных систем:

1. Местные вытяжные системы не должны быть большой протяжённости. Исключение могут составить системы пневмотранспорта. Рациональным следует считать объединение 2...4 местных отсосов однотипного оборудования в одну систему при условии, что выделяющиеся вредности однородны.

2. Максимальный радиус действия местных вытяжных систем по горизонтали не должен превышать 10...15 м.

3. Не рекомендуется смешивать разнородные вредные выделения (избыточное тепло и пары масел, цианистые выделения от гальванических ванн с другими выделениями ванн и т.п.). При объединении местных отсосов, локализирующих источники с различными вредными выделениями, следует руководствоваться следующими правилами:

- В результате химических реакций, которые могут произойти в воздуховоде, в который поступают вредные выделения от различных источников, образующиеся в результате химических реакций, соединения не должны быть более токсичными, чем исходные компоненты. По этой причине нельзя объединять кислотные и цианистые ванны.

- Примеси, поступающие от различных источников, не должны закупоривать воздуховоды. Не следует объединять источники с выделениями пыли и паров масла.

4. Местные отсосы оборудования кратковременного действия (заточные и полировальные станки, дробеструйные и дробемётные камеры) должны быть запроектированы отдельными вытяжными системами.

5. Для ванн гальванических отделений, расположенных последовательно и выполняющих один технологический процесс (линия меднения, никелирования, кадмирования и т.д.), следует проектировать отдельные системы на каждый процесс.

6. Вытяжные шахты местных систем вентиляции должны быть оборудованы устройствами для факельного выброса воздуха.

7. Отметка устья выхлопных шахт должна быть не менее, чем на 1 м выше аэрационного фонаря.

В приложении представлены примеры оформления чертежей с нанесением отопления, вентиляционного оборудования и воздуховодов на планы и разрезы здания.

4. ВОЗДУХОВОДЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Металлические воздуховоды изготавливают двух конфигураций: круглые и прямоугольные. При одной и той же толщине стенки круглые воздуховоды значительно прочнее прямоугольных, но расход металла на прямоугольные воздуховоды (даже самого оптимального квадратного сечения) на 16% выше, чем на круглые. Стоимость изготовления единицы поверхности прямоугольных воздуховодов на 20% выше стоимости изготовления круглых. Прямоугольные воздуховоды допускается применять там, где они являются частью интерьера помещения (обычно в общественных зданиях), а также в очень стеснённом пространстве (под подшивным потолком), где применение круглых воздуховодов приведёт к увеличению общей высоты или других размеров здания. В стеснённых местах всё большее применение находят гибкие воздуховоды-рукава.

В помещениях гражданских и промышленных зданий при температуре воздуха до 70⁰С обычно применяют стальные воздуховоды круглого и, при необходимом технико-экономическом обосновании, – прямоугольного (квадратного) сечения. Воздух с повышенной влажностью транспортируют по воздуховодам из оцинкованной стали, более долговечных и не требующих покраски ни после изготовления, ни в процессе эксплуатации. Для воз-

духоводов и фасонных частей круглого сечения к обязательному применению нормами установлены следующие диаметры: 100, 110, 125, 160, 200, 250, 280, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600 мм. Для систем аспирации (пылеудаления) дополнительно к перечисленным изготавливают воздуховоды 140, 180, 225, 355, 560 мм.

Применяют воздуховоды двух классов: «П» – плотные и «Н» – нормальные. Воздуховоды класса «П» применяют в случаях, если статическое давление у вентилятора превышает 1400 Па, а также для систем, обслуживающих помещения категорий А и Б. Воздуховоды класса Н (нормальные) используют в остальных случаях.

Воздуховоды вытяжных систем от гальванических ванн должны обладать повышенной коррозионной стойкостью. Материалов, коррозионная стойкость которых достаточна для транспортирования любых паров и газов, не существует. Наименьшей стойкостью обладают стальные сварные воздуховоды с коррозионно-стойкой покраской. Коррозионно-стойкая сталь Х18Н10Т обладает достаточной стойкостью против воздействия паров различных щелочей и кислот, но не пригодна для окислов серы и паров кислот соляной, серной, азотной. Хорошей коррозионной стойкостью обладают титановые сплавы с содержанием титана более 50%, но и их срок службы ограничен. Для удаления паров плавиковой кислоты применяется листовая фенопласт марки Т. Достаточной коррозионной стойкостью обладает металлопласт – листовая сталь, защищённая с обеих сторон наполненным полиэтиленом ВД либо ПВХ.

Присоединение ответвлений к магистралям у круглых воздуховодов может производиться как под углом 90° (прямая врезка), так и при меньших углах (косая врезка). Тройники и крестовины круглого сечения прямой врезки более компактны, но обладают повышенным аэродинамическим сопротивлением по сравнению с косой врезкой (см. рис. 8-9), могут применяться при диаметре оснований узла до 500 мм. Унифицированные узлы для прямой врезки воздуховодов состоят из цилиндрической и конической частей (рис. 13, 14, 15, 16).

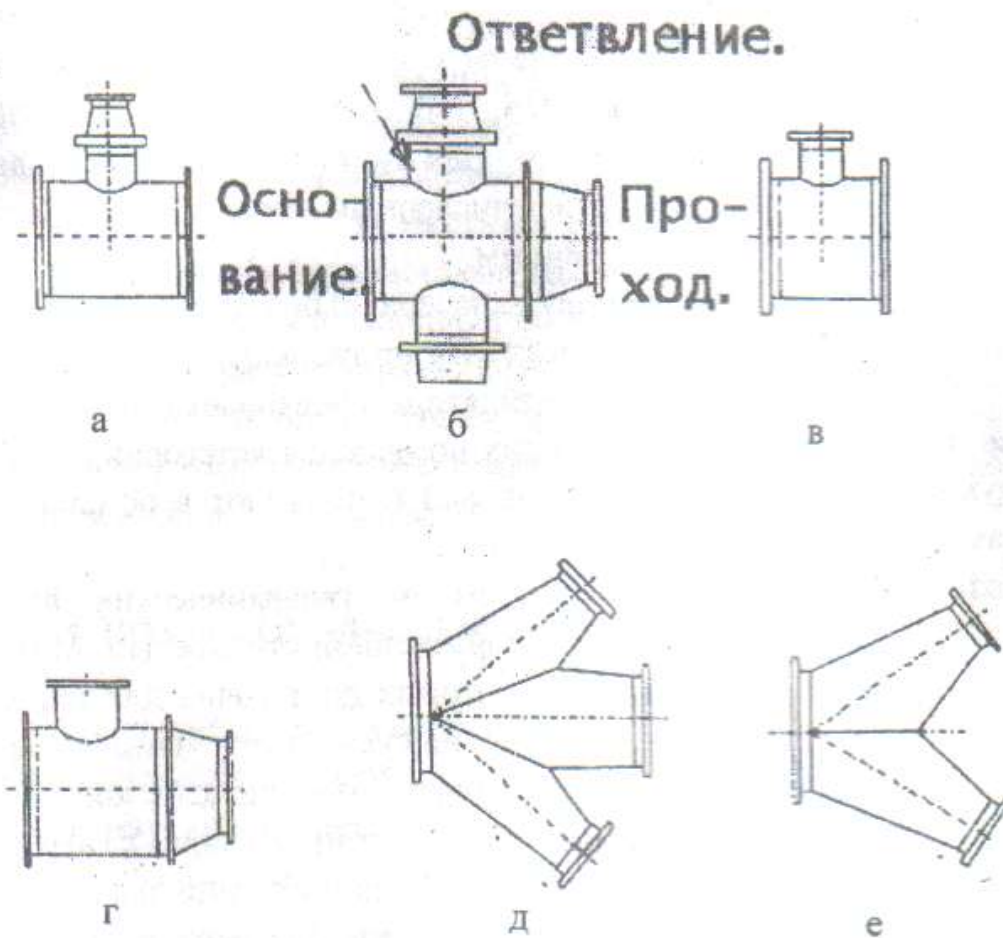


Рис. 13. Схемы тройников и крестовин круглого сечения с прямой и косой врезкой: а – одностороннее присоединение с переходным конфузором на ответвлении; б – двухстороннее присоединение с переходными диффузорами на выходе из тройника и ответвлениях; в – тройник с односторонним присоединением; г – одностороннее присоединение и переходной диффузор на выходе из тройника; д – тройник с двухсторонним присоединением, косая врезка; е – штангообразный тройник

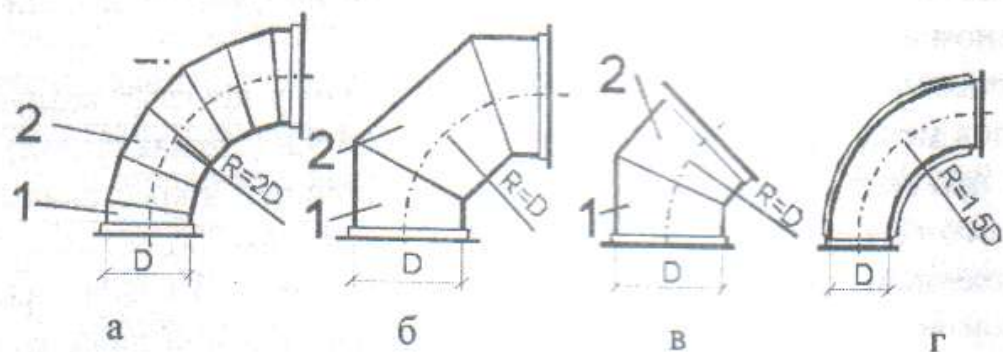


Рис. 14. Отводы и колена круглого сечения: а – отвод для систем аспирации и пневмотранспорта; б, в – отводы с центральным углом 90 и 45°; г – штампованный отвод; 1 – стакан; 2 – звено



Рис. 15. Отводы прямоугольного сечения: а и б – отводы 90 и 45°; в – колено 90°

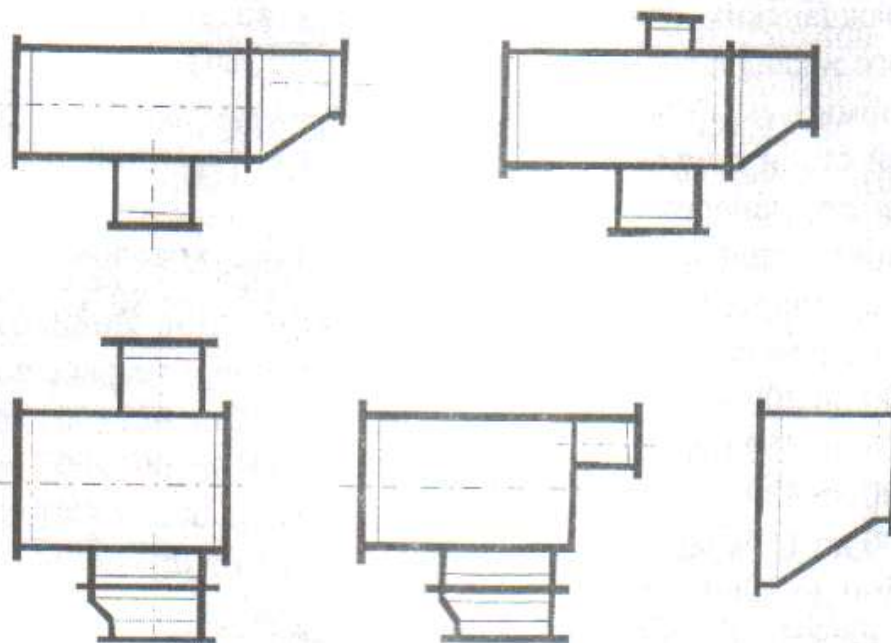


Рис. 16. Тройники прямоугольного сечения

Нормативные документы, предписывающие применять тот или иной угол врезки, отсутствуют. Прямая врезка в воздуховодах круглого сечения стала применяться относительно недавно. Традиционно чистый воздух транспортировали по сетям воздуховодов с врезкой ответвлений в магистрали под углами 30 и 45° в зависимости от диаметра магистрали и ответвления. В системах аспирации и пневмотранспорта применяли угол врезки в 15°, а при транспортировании горелой земли или песка – 8°, так как

уменьшение угла врезки снижает абразивный износ тройников. Постоянно повышающаяся стоимость электроэнергии может сделать актуальным возвращение к косой врезке при транспортировании чистого воздуха. Конфузоры и диффузоры с целью обеспечения минимального аэродинамического сопротивления должны быть достаточно протяжёнными, чтобы угол раскрытия не превышал $25...30^\circ$. В противном случае коэффициент местного сопротивления близок к коэффициенту местного сопротивления внезапного сужения или расширения потоков. Сейчас тройники с врезкой в магистраль под углом 30 и 45° рекомендуется применять в системах аспирации и пневмотранспорта.

В гражданских зданиях применяются воздуховоды прямоугольного и квадратного сечения (см. рис. 15, 16).

За нормируемый размер воздуховодов из кровельной и тонколистовой стали допускается принимать не внутренний, а наружный диаметр поперечного сечения.

Толщину стального листа для круглых воздуховодов, по которым перемещается воздух с температурой не более 80°C , следует принимать при диаметре:

от 100 до 200 мм.....	0,5 мм;
от 225 до 450 мм.....	0,6 мм;
от 500 до 800 мм.....	0,7 мм;
от 900 до 1600 мм.....	1,0 мм;
от 1800 до 2000 мм.....	1,4 мм.

При перемещении воздуха с температурой свыше 80°C или воздуха, содержащего механические примеси либо агрессивные вещества, допускается применять тонколистовую сталь толщиной до 1,4 мм и выше при соответствующем обосновании.

Стандартная длина труб круглых и прямоугольных воздуховодов составляет 2000 мм.

Отводы круглых воздуховодов с центральным углом 90° изготавливаются из одного звена и двух стаканов, а с центральным углом 45° - только из двух стаканов. Средний радиус отвода принимается равным его диаметру.

Для систем аспирации и пневмотранспорта, т.е. систем перемещающих воздух вместе с пылью и стружками, отводы изготавливаются из пяти звеньев и двух стаканов со средним радиусом,

равным двум диаметрам. Отводы диаметром 315 мм и менее допускается собирать из трёх звеньев и двух стаканов.

В последнее время широкое распространение получили штампованные отводы, имеющие лучшие аэродинамические характеристики. Штампованные отводы с центральным углом 90° выпускают диаметром от 100 до 630 мм с толщиной стенки 0,7 мм.

Коэффициенты местных сопротивлений отводов следует принимать:

отвод из одного звена и двух стаканов – $\alpha = 90^\circ$, $\zeta = 0,3$;

полуотвод из двух стаканов – $\alpha = 45^\circ$, $\zeta = 0,2$.

Размеры сторон прямоугольных воздуховодов также регламентированы и должны иметь следующие размеры: 100x150, 150x150, 150x250, 150x300, 250x250, 250x300, 250x400, 250x500, 400x400, 400x500, 400x600, 400x800, 500x500, 500x600, 500x800, 500x1000, 600x600, 600x800, 600x1000, 600x1250, 800x800, 800x1000, 800x1250, 800x1600, 1000x1000, 1000x1250, 1000x1600, 1000x2000, 1250x1250, 1250x1600, 1250x2000, 1600x1600, 1600x2000.

Толщину тонколистовой стали для прямоугольных воздуховодов следует принимать при размерах сторон:

от 100x150 до 200x250.....0,5 мм;

от 200x300 до 1000x1000.....0,7 мм;

от 1000x1200 до 1600x2000.....0,9 мм;

от 600x2400 до 3200x4000.....1,4 мм.

Унифицированные переходы, односторонние, с углом $\alpha = 45^\circ$ между образующей и плоскостью основания, применяются как для изменения сечения воздуховодов, так и для образования угла ответвления.

Сети воздуховодов вентиляционных систем всех конфигураций должны проектироваться только из унифицированных деталей.

5. ТРАССИРОВКА И ПРОКЛАДКА ВОЗДУХОВОДОВ

Из всех инженерных коммуникаций воздуховоды вентиляционных систем занимают наибольший объём в помещении, чем уменьшают полезную производственную площадь, затемняют рабочие места. Поэтому их следует прокладывать в местах,

имеющих наименьшую производственную ценность. Это могут быть пространства под рабочей зоной (подвалы, прямки и подпольные каналы) и над рабочей зоной (межферменное пространство, зона над подшивными потолками и вообще пространство выше уровня пола на 4 м, если оно не занято технологическим оборудованием, а воздуховоды не мешают работе мостового крана). Крышные вентиляторы устанавливаются на крыше в специально устраиваемых проёмах, как правило, воздуховоды к ним не присоединяется.

Основная зона для магистралей приточных вентиляционных систем производственных одноэтажных зданий – межферменное пространство, позволяющее прокладывать воздуховоды диаметром до 2000 мм.

Прокладка воздуховодов под полом производственных цехов для приточных систем применяется редко. Большие размеры сечений, возможность пересечения с каналами вытяжных систем и других инженерных коммуникаций, ограничения по нагрузкам для перекрытий каналов заставляют отказываться от подпольной прокладки. Технология производства постоянно обновляется, поэтому сети с прокладкой воздуховодов в подпольных каналах быстро устаревают, замена их дорогостояща и трудоёмка. Исключение составляют только воздуховоды вентиляционных систем душирования воздухом, прокладываемые под полом, если в цехе имеются мостовые краны. Прокладывать под полом или в подвалах воздуховоды систем пневмотранспорта, транспортирующие взрывоопасную пыль, воздуховоды вытяжных систем, транспортирующие взрывоопасные пары и газы, запрещается. Подпольные каналы, проходящие в земле, выполняют кирпичными с оштукатуренной внутренней поверхностью и перекрытием из железобетонных плит либо полностью из бетона. Ранее их применяли для непосредственной транспортировки воздуха, но вследствие недостаточной плотности делать этого не рекомендуется. В канал следует уложить стальные воздуховоды, которые и обеспечат требуемую плотность сети.

Наличие мостовых кранов влияет на проектируемую трассировку воздуховодов и размещение вентиляционных площадок. Станочное и прочее технологическое оборудование монтируется вдоль границ пролёта, а в центре пролёта имеется центральный

проход, по которому транспортируют детали и заготовки. Грузы транспортируются краном также вдоль этого пролёта, проносить грузы краном над технологическим оборудованием и постоянными рабочими местами крановщикам запрещено, поэтому пересекать центральный проход воздуховодами не следует. Можно осуществлять воздушную прокладку воздуховодов на небольшой высоте над полом (~ 2,5 м) в пределах зоны установки технологического оборудования, не мешая нормальной работе крана. Вентиляционные площадки с этой же целью устраиваются вблизи границ пролёта.

Осложнения возникают при проводке выхлопных воздуховодов на крышу, так как ими нельзя пересекать зону работы крана. Приходится выводить их вдоль колонн, где имеется зазор между железобетонными балками, закреплёнными на колонне, на которые укладывается рельс мостового крана, или между балкой и наружной стеной. В этом месте применяют воздуховоды прямоугольного сечения. Наименьшую ширину имеет щель между балкой, на которую укладывается рельс крана, и стеной здания, равная обычно ширине колонны (400 мм+100 мм). Если диаметр воздуховода превышает 400 мм, то на этом участке воздуховод проектируют прямоугольным, шириной не более 400 мм, с последующим переходом на круглое сечение.

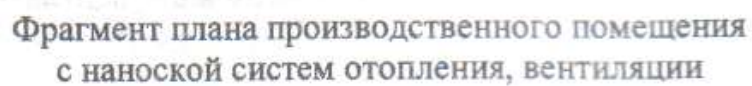
Примеры оформления чертежей систем вентиляции производственных зданий приведены в прил. 1 – 8.

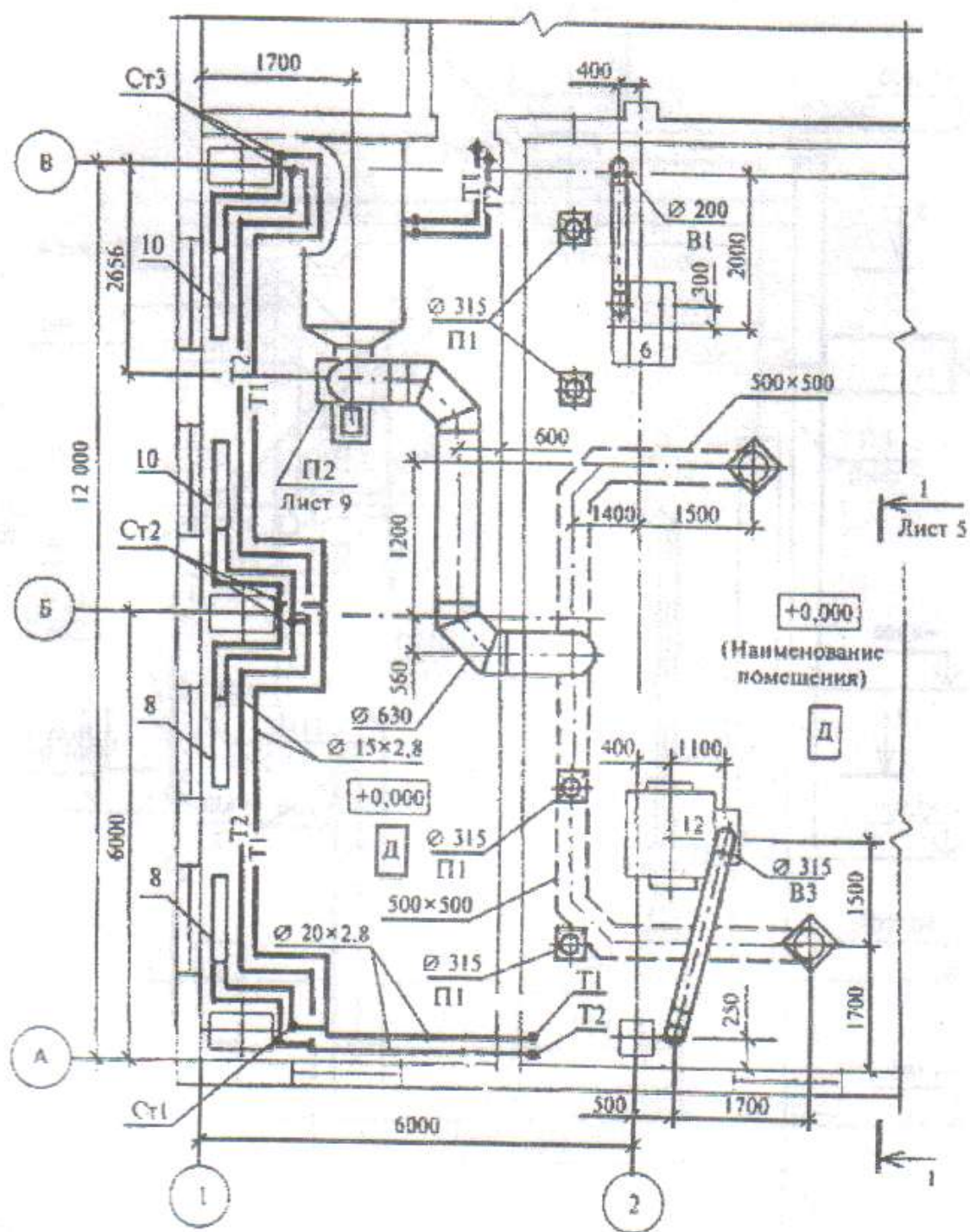
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

ГОСТ 21.602-2003. Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования. М., 2003.

Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 1 и 2. М.: Стройиздат, 1992.

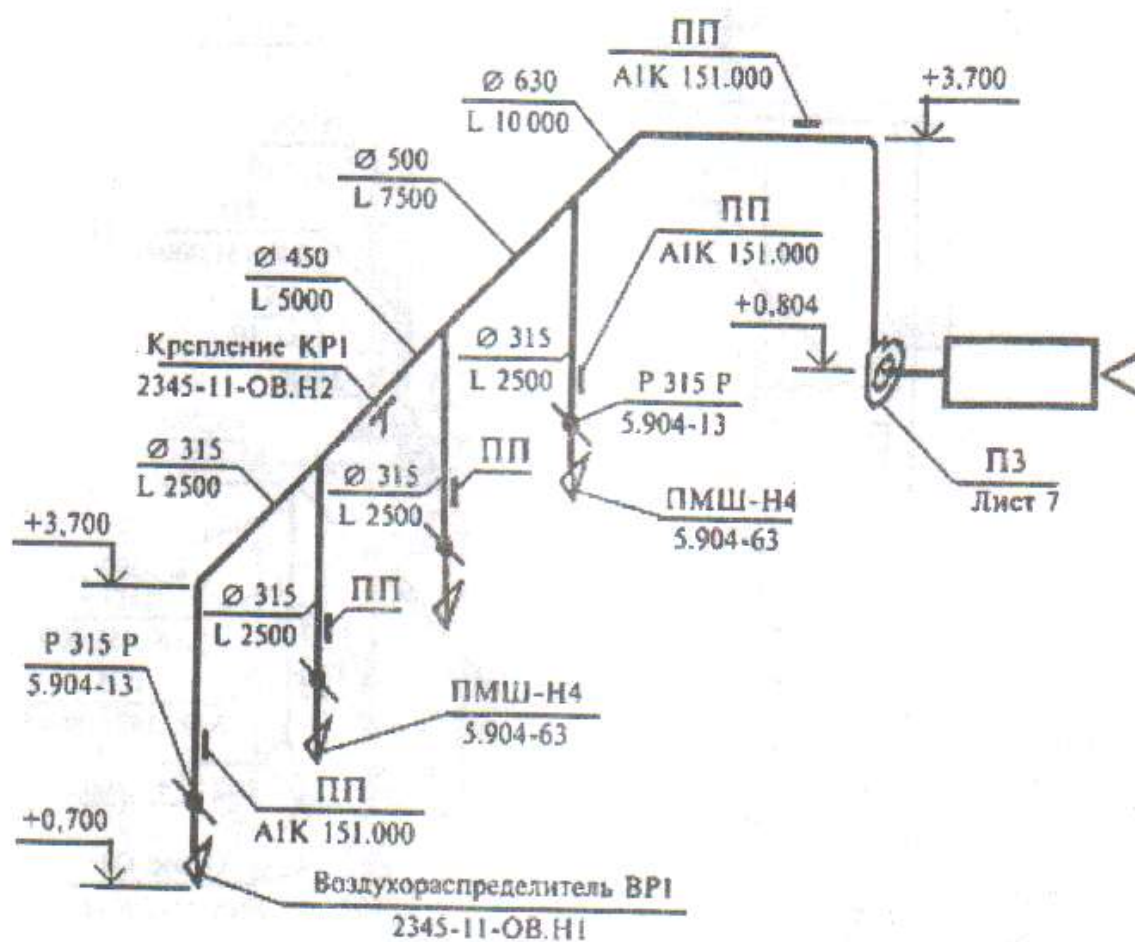
Краснов Ю.С. Монтаж систем промышленной вентиляции. М.: Стройиздат, 1988.



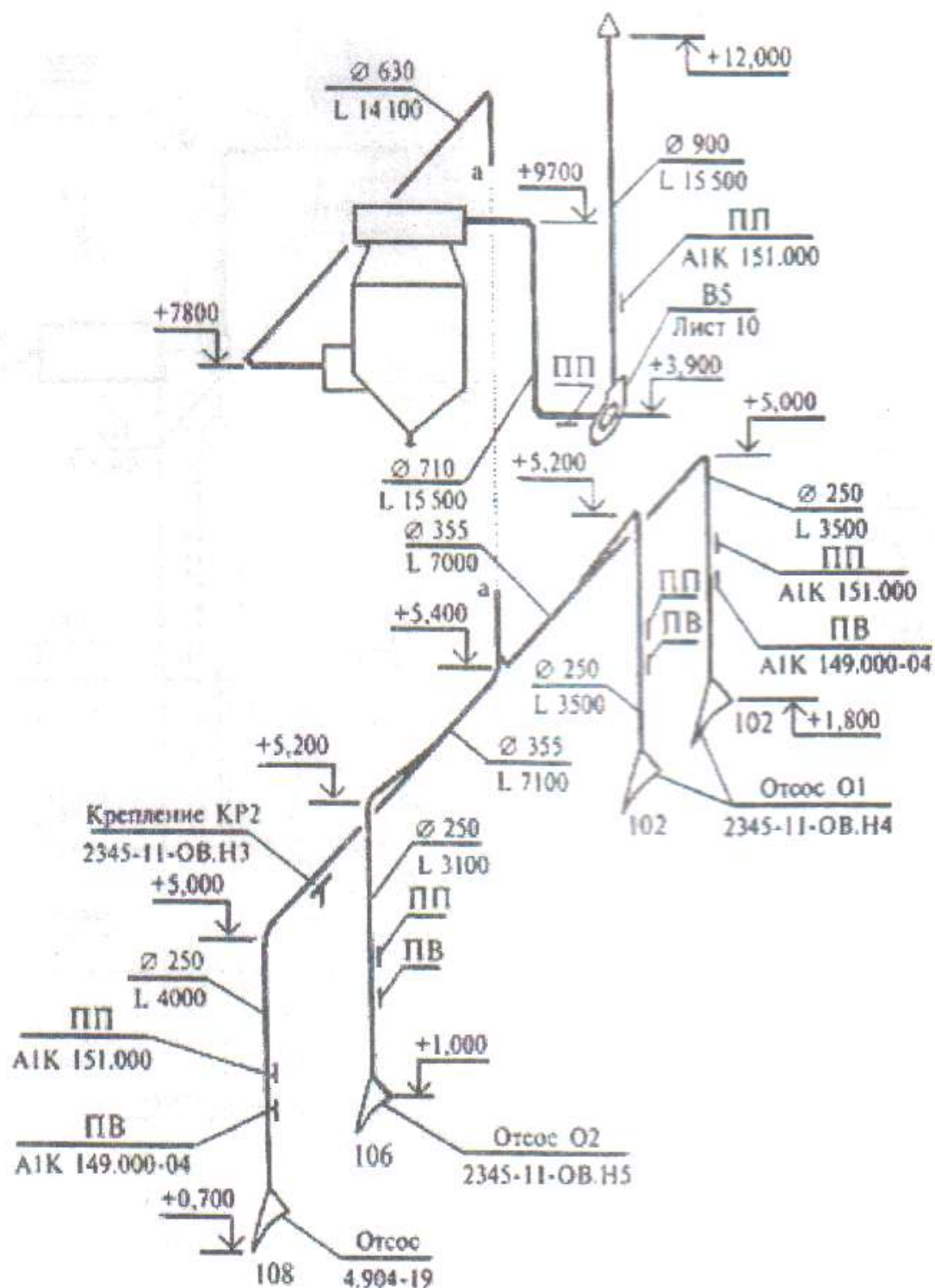


Фрагмент плана производственного помещения с наноской систем отопления и установкой воздушного душирования

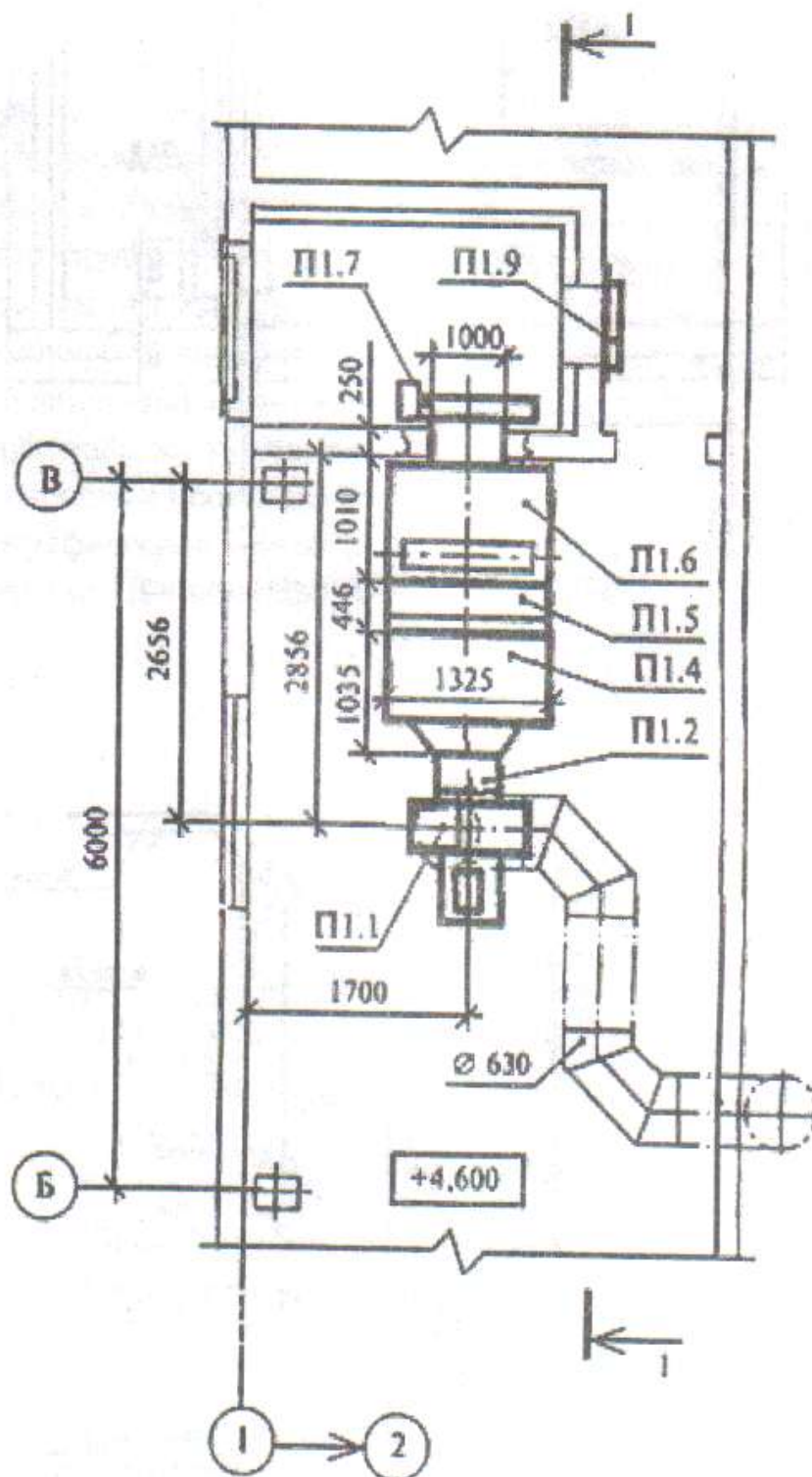




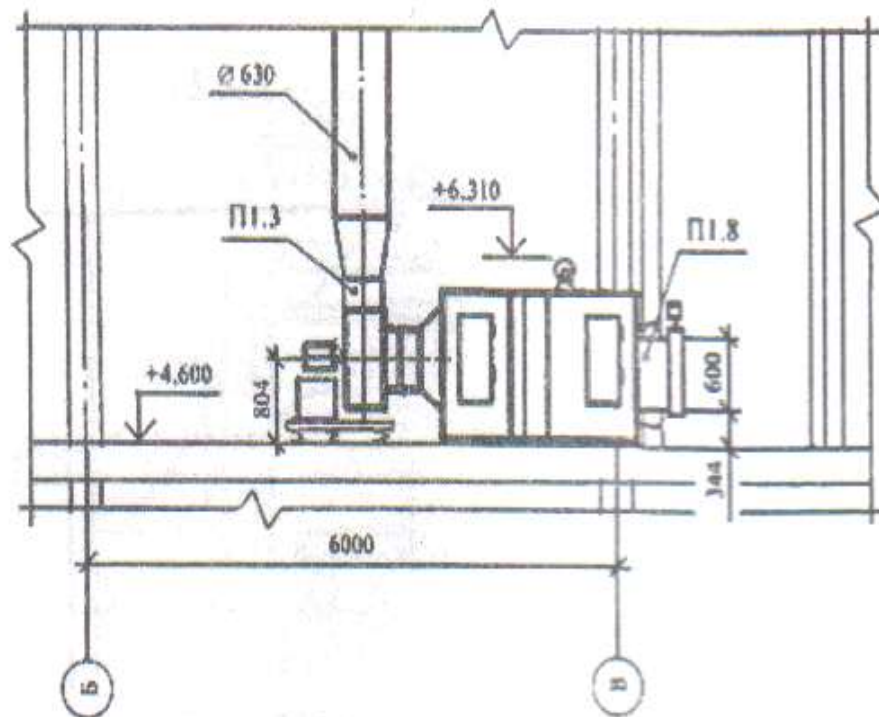
Аксонометрическая схема воздуховодов системы
 приточной вентиляции



Аксонметрическая схема воздуховодов аспирационной системы
вытяжной вентиляции с очисткой вентиляционных выбросов
в скруббере



Чертеж приточной камеры, план



Чертеж приточной камеры, разрез