

ПРЕДИСЛОВИЕ

Решения XXI съезда КПСС по семилетнему плану на 1959—1965 гг. предусматривают дальнейшее улучшение условий труда, производственной санитарии и техники безопасности на предприятиях и стройках путем применения новейших достижений науки и техники в области оздоровления условий труда.

Одним из важнейших мероприятий, обеспечивающих охрану здоровья трудящихся и высокую производительность труда на предприятиях, является вентиляция, на устройство и эксплуатацию которой в нашей стране отпускаются огромные средства.

В развитии вентиляции большую роль сыграли русские ученые, инженеры и техники.

Еще в XVIII в. великий русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов создал теорию естественного движения воздуха и дымовых газов в каналах и трубах. Его работа «О вольном движении воздуха в рудниках примеченном» легла в основу современной теории расчета воздушного отопления и систем вентиляции с тепловым побуждением.

Русский ученый генерал-майор А. А. Саблуков первый в мире осуществил в 1835 г. установку на алтайском Чигиринском руднике центробежного вентилятора своей конструкции, работавшего на сеть длиной почти 100 м.

Известны имена русских ученых: зодчего Н. Н. Львова — автора первого в России (1795 г.) оригинального труда по отопительно-вентиляционной технике, архитектора и инженера С. Б. Лукашевича — автора первых в России систематических курсов по строительной механике, отоплению и вентиляции (1880 г.), инж. И. Флавицкого, арх. Свизева, инж. Тимоховича и многих других.

Однако до Великой Октябрьской социалистической революции в царской России вентиляционная техника не получила развития, вентиляция промышленных предприятий мало применялась и служила главным образом целям технологии производства, а не оздоровления условий труда рабочих.

Только в годы советской власти вентиляция промышленных предприятий как оздоровительное мероприятие становится обязательной и принимает исключительный размах.

Развитие вентиляционной техники после Великой Октябрьской социалистической революции связано с именами проф

Н. Е. Жуковского, акад. М. В. Кирпичева, акад. Н. Н. Павловского, проф. В. М. Чаплина, проф. Б. М. Аше и др.

Важнейшим условием успешного выполнения программы вентиляционных работ является обеспечение их необходимым количеством квалифицированных рабочих слесарей-жестянщиков по промышленной вентиляции, освоивших новейшую технику, современную технологию производства работ и передовые методы труда.

Изучение передовых методов труда, освоение и применение их на практике является важнейшей задачей, стоящей перед рабочими слесарями-жестянщиками по промышленной вентиляции.

Профессия слесаря-жестянщика — одна из ведущих в работах по промышленной вентиляции.

Успешная работа слесаря-жестянщика по промышленной вентиляции в значительной степени зависит от квалификации рабочего и культуры его труда.

На подготовку и обучение рабочих кадров в нашей стране расходуются огромные средства. В области промышленной вентиляции, как и в других областях народного хозяйства, подготовка новых рабочих ведется в училищах Государственных трудовых резервов, а также путем индивидуального и бригадного ученичества под руководством квалифицированных рабочих непосредственно на рабочем месте. Кроме того, в большом объеме проводится повышение квалификации рабочих в технических кружках, на различных курсах и т. д.

Задача настоящей книги помочь рабочим повысить необходимые технические знания в области промышленной вентиляции, освоить современную технику и технологию производства этих работ, приемы передовой производственной культуры и современные методы труда.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ВЕНТИЛЯЦИИ

ГЛАВА I

НАЗНАЧЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИИ

1. Сущность вентиляции и ее назначение

Воздух является той средой, без которой невозможна жизнь человека, животных и растений.

От состава воздуха зависят самочувствие и здоровье человека и его работоспособность.

Нормальный атмосферный воздух представляет собой механическую смесь нескольких газов. Кроме того, в воздухе всегда содержится то или иное количество водяных паров.

Главные составные части сухого воздуха приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование составных частей	Содержание в %	
	по весу	по объему
Азот	75,55	78,13
Кислород	23,1	20,9
Углекислота	0,05	0,03
Другие газы	1,3	~0,94

Водяной пар, содержащийся в воздухе, является его важной составной частью. Содержание водяных паров в воздухе непостоянно и зависит от погоды. Оно может меняться в пределах от 0,4 до 1,2% по объему.

Кроме водяного пара, в воздухе могут находиться посторонние примеси — пыль, вредные газы, пары, которые выделяются во время производственного процесса, а также микроорганизмы.

Содержание водяного пара в воздухе называется его влажностью.

Сухой воздух при атмосферном давлении и температуре 0° весит 1,293 кг/м³. С повышением температуры вес воздуха уменьшается. Так, например, при температуре +100° воздух весит 0,947 кг/м³.

Количество водяных паров, которые могут раствориться в воздухе, зависит от его температуры. Чем выше температура воздуха, тем больше в нем может раствориться водяных паров до полного насыщения воздуха влагой. Так, например, содержание водяного пара в 1 м^3 воздуха при нормальном атмосферном давлении и полном насыщении при температуре -20° составляет $1,1 \text{ г}$, при температуре 0° — $4,9 \text{ г}$, при температуре $+50^\circ$ — $82,3 \text{ г}$. Такой воздух называется насыщенным. Каждой температуре воздуха соответствует определенное весовое количество водяных паров, требующееся для насыщения смеси. Вес водяного пара в воздухе выражается в граммах на кубический метр.

Вес водяного пара, содержащегося в 1 м^3 влажного воздуха, называется абсолютной влажностью воздуха.

Если насыщенный воздух охладить, то из него выделится часть водяных паров в виде капель. Обычно воздух не бывает насыщенным и содержит меньше водяных паров, чем он мог бы растворить до полного насыщения при данной температуре.

Если фактическое весовое количество водяных паров, содержащихся в 1 м^3 воздуха, разделить на то количество водяных паров, которое могло бы быть в воздухе при полном его насыщении при той же температуре, и умножить на 100, то полученная величина явится относительной влажностью воздуха, выраженной в процентах. Например, в 1 м^3 воздуха с температурой 0° содержится $2,5 \text{ г}$, а при полном его насыщении могло бы содержаться $4,9 \text{ г}$ водяных паров. Следовательно, относительная влажность воздуха равна $\frac{2,5}{4,9} 100 = 51\%$.

Величина относительной влажности воздуха влияет на самочувствие человека.

Организм человека подвергается различным воздействиям со стороны окружающей среды. На него действуют температура воздуха и окружающих поверхностей, влажность и движение воздуха, загрязнение воздуха пылью, газами и парами.

Необходимыми условиями для сохранения здоровья и работоспособности человека, создающими ему хорошее самочувствие и способствующими повышению производительности труда, являются чистый воздух, соответствующая влажность, температура и скорость движения его в помещении.

Для дыхания человека также нужен чистый воздух, так как пыль, находящаяся в воздухе, оседая на слизистой оболочке носа, гортани и легких, мешает нормальному дыханию, вызывает раздражение и заболевание слизистой оболочки и заносит в организм вредные микробы, содержащиеся в ней.

Воздух в закрытых помещениях должен отвечать определенным требованиям в отношении его чистоты, температуры, влажности и скорости движения в зависимости от назначения помещения.

Если воздух внутри помещения изолирован от наружного воздуха, то в результате длительного пребывания в помещении людей

состав воздуха ухудшается вследствие повышения его температуры, влажности, содержащая углекислоты.

В процессе жизнедеятельности человеческого организма (кровообращения, пищеварения) выделяется теплота. Чем напряженнее выполняемая человеком физическая работа, тем интенсивнее образуется и выделяется теплота и происходит нагревание воздуха. Ухудшение состава воздуха происходит вследствие дыхания людей, при котором поглощается кислород и выделяются углекислота и водяные пары. Воздух загрязняется также влагой, испаряющейся с поверхности кожи, а также органическими веществами, попадающими в него с кожи людей.

Загрязнение воздуха происходит также и во время производственного процесса от выделения вредных газов, паров, пыли и тепла. Например, в чугунолитейных, сталеплавильных, металлопрокатных и других цехах происходит выделение газов, пыли и большого количества тепла, в ткацких, красильных и других — пыли, влаги; в химических производствах — вредных газов и т. д.

Пыль, вредные газы, пар и избыточное тепло ухудшают состав воздуха и вредно отражаются на самочувствии рабочих, понижают производительность труда, неблагоприятно влияют на технологический процесс, способствуют преждевременному износу оборудования и строительных конструкций.

Все указанные выделения, которые загрязняют и ухудшают состав воздуха, — избыточное тепло, избыточные водяные пары, вредные газы и пыль — называются «вредностями».

Для поддержания чистоты воздуха помещения и уменьшения количества содержащихся в воздухе вредных выделений устраивается вентиляция, благодаря которой производится воздухообмен. При помощи вентиляции:

- 1) удаляют из помещения испорченный, загрязненный воздух;
- 2) вводят в помещение вместо удаленного чистый свежий воздух;
- 3) создают необходимые температуру, влажность и скорость движения воздуха для нормального самочувствия работающих;
- 4) предупреждают проникание вредных выделений в производственные помещения от мест их образования;
- 5) обеспечивают соответствующее состояние воздуха для улучшения технологического процесса.

На ряде предприятий для нормального протекания технологического процесса необходимо, чтобы воздух имел определенную температуру или влажность, а иногда и то, и другое. Так, например, в текстильных предприятиях для процесса прядения требуется поддержание определенной влажности воздуха. В противном случае получается много брака.

Таким образом, вентиляция не только создает благоприятные условия для сохранения здоровья человека и повышает производительность его труда, но также способствует уменьшению брака и улучшению качества продукции, а в отдельных случаях и способствует повышению сохранности оборудования и строительных кон-

струкций, которые в цехах со значительным выделением пыли, паров и влаги преждевременно разрушаются, ржавеют и выходят из строя.

2. Типы вентиляционных устройств

Воздух, подаваемый или поступающий в помещение, называется приточным, а воздух, удаляемый из помещения, называется вытяжным.

В зависимости от назначения вентиляция бывает приточная и вытяжная. Существуют также системы вентиляции с рециркуляцией воздуха.

Приточная вентиляция устраивается для подачи в помещение чистого воздуха взамен удаляемого загрязненного, а вытяжная вентиляция устраивается для удаления из помещения загрязненного воздуха и выброса его за пределы здания.

В системах с рециркуляцией удаляемый воздух полностью или частично возвращается в помещение.

Количество удаляемого из помещения воздуха (в килограммах) всегда равно количеству поступающего в помещение воздуха.

Если устраивается только вытяжная вентиляция, то взамен удаляемого из помещения воздуха неизбежно в помещение будет поступать и приточный воздух. В этом случае приток воздуха будет осуществляться неорганизованно — через неплотности конструкций, через открытые окна, двери и т. д.

В зимнее время такой приток нежелателен, так как поступающий наружный холодный воздух будет охлаждать помещение и ухудшать условия труда на производстве.

Если устраивается лишь одна приточная вентиляция, то воздух неизбежно будет выходить из этого помещения в соседние или наружу, при этом если воздух загрязнен, то тем самым будет загрязняться воздух соседних помещений.

Ввиду этого в производственных зданиях преимущественно устраивается приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая одновременно организованный приток и вытяжку воздуха.

В отдельных стадиях допускается устройство только приточной или только вытяжной вентиляции.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция бывает естественная и механическая.

При естественной вентиляции приток и вытяжка воздуха происходят вследствие естественных причин — под влиянием разности удельных весов холодного и теплого воздуха, а также вследствие воздействия ветра.

При механической вентиляции обмен воздуха осуществляется при помощи вентиляторов, работающих от электродвигателей.

В зависимости от способа организации воздухообмена вентиляция может быть общеобменной (общей) или местной.

Общеобменная вентиляция устраивается для обеспечения необходимого обмена воздуха всего помещения. Местная вентиляция

ция обеспечивает приток или вытяжку в определенных местах или участках помещения, где сосредоточено выделение вредностей.

В приточных системах общая вентиляция имеет целью выпуск воздуха непосредственно в помещение для разбавления выделяемых вредностей до допустимого содержания (концентрации) их в воздухе. Общая приточная вентиляция должна создавать одинаковые условия воздушной среды по всей площади вентилируемого помещения.

Местная приточная вентиляция устраивается:

1) в виде воздушных душей — струй чистого воздуха, направляемых непосредственно на работающего;

2) в виде воздушных оазисов на определенных участках горячего цеха, ограниченных сбоку перегородками, а сверху открытых, в которые подается поток чистого прохладного воздуха;

3) в виде воздушных завес у печей, ванн, ворот и пр. для создания воздушного барьера, который препятствует попаданию загрязненного воздуха на рабочего, изменяет направление потоков загрязненного воздуха или препятствует прорыву холодного или загрязненного воздуха в помещение.

В вытяжных системах общая вентиляция имеет целью удалять загрязненный воздух из всего помещения.

Местная вытяжная вентиляция предназначена для удаления вредностей непосредственно от мест их образования, например от точильных и деревообделочных станков, текстильных машин, химических шкафов и т. д.

Для этой цели применяют различные приемники местной вытяжной вентиляции, называемые местными отсосами. Они устанавливаются непосредственно у мест образования вредностей.

ГЛАВА II

ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

1. Общие сведения

Естественная вентиляция действует за счет разности весов холодного наружного воздуха и теплого воздуха помещения, а также под действием ветра. Разность весов воздуха вызывается разностью температур наружного и внутреннего воздуха помещения.

Вследствие этой разности давлений, называемой **тепловым напором**, наружный холодный воздух через открытые окна, двери, щели и неплотности ограждений входит внутрь помещения в нижней части здания и вытесняет наружу более легкий теплый воздух помещения через всякого рода неплотности и отверстия в верхней части здания.

Таким образом создается естественный воздухообмен с вытяжкой из верхних частей помещения и притоком в нижние части его.

Величина теплового напора зависит от разности удельных весов наружного атмосферного воздуха и внутреннего воздуха помещения. Чем больше разность температур наружного и внутреннего воздуха, тем больше разность удельных весов и величина теплового напора.

Величина теплового напора также зависит от величины вертикального расстояния между осями нижних и верхних отверстий (рис. 1), через которые проникает воздух. Чем больше это расстояние, тем больше тепловой напор больше.

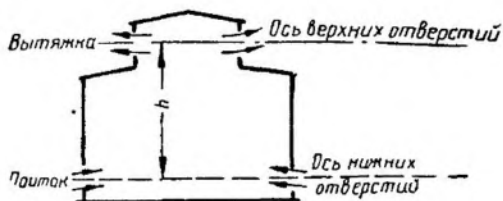


Рис. 1. Естественная вентиляция здания под действием теплового напора

Источниками нагрева воздуха в жилых и коммунальных зданиях являются системы отопления, различные бытовые тепловыделения, например, от работающей кухонной плиты, источники света, солнечное тепло, а также тепловыделения от людей.

В производственных помещениях нагревание воздуха происходит, главным образом, за счет тепла, выделяемого технологическим оборудованием, и находящимися в помещении людьми.

Следующим фактором, влияющим на воздухообмен в естественной вентиляции, является действие ветра.



Рис. 2. Естественная вентиляция здания под действием ветрового напора

Если ветер встречает на своем пути препятствие в виде стены здания, то он образует у стены с наветренной стороны повышенное давление по сравнению с давлением воздуха внутри помещения. По другую сторону здания, с подветренной стороны, образуется пониженное давление наружного воздуха по сравнению с давлением воздуха внутри помещения (рис. 2).

Под влиянием этой разницы давлений, называемой ветровым напором, наружный воздух просачивается в помещение с наветренной и выходит из помещения наружу с подветренной стороны. Таким образом, побудителями движения воздуха при естественной вентиляции являются тепловой и ветровой напоры.

В результате действия вентиляции в помещении происходит обмен воздуха. Число смен воздуха в помещении в течение 1 часа называется кратностью воздухообмена. Например, если объем помещения равен $1\,000\text{ м}^3$, а количество подаваемого свежего воздуха в помещении в течение 1 часа составило $5\,000\text{ м}^3$, то кратность воздухообмена будет составлять $5\,000 : 1\,000 = 5$.

Воздухообмен по притоку обозначается знаком плюс, по вытяжке — знаком минус.

Например, $+3$ и -2 обозначают, что в помещение за 1 час подается вентиляционными установками трехкратное, а извлекается двукратное по объему помещения количество воздуха. Зная кратность обмена и объем помещения, можно подсчитать количество приточного, нагнетаемого и вытяжного, отсасываемого воздуха.

2. Давление и его измерение

Сила, действующая на единицу поверхности, называется давлением. Давление выражается в кг/см^2 и в кг/м^2 .

За единицу давления принимают давление груза весом 1 кг на опору площадью 1 см^2 . Величину давления можно определить, разделив вес груза на площадь опоры. Например, если груз в 50 кг давит на опору площадью 25 см^2 , то давление равно $50 : 25 = 2\text{ кг}$ на 1 см^2 , или, сокращенно, 2 кг/см^2 .

Чем больше нагрузка на 1 см^2 площади опоры, тем больше давление и, наоборот, чем меньше нагрузка на 1 см^2 площади опоры, тем меньше давление.

Существуют два обозначения для измерения давления: физическая атмосфера и техническая атмосфера.

Физическая, или барометрическая, атмосфера определяется давлением по барометру. При температуре $t = \pm 0^\circ$ на уровне моря она равняется 760 мм ртутного столба. Физическая атмосфера может быть выражена также высотой водяного столба в $10\,333\text{ мм}$. Давление физической атмосферы = $10\,333\text{ кг/м}^2$ или $1,0333\text{ кг/см}^2$.

Техническая атмосфера определяется давлением, равным 1 кг/см^2 , или $10\,000\text{ кг/м}^2$, либо высотой водяного столба в 10 м при температуре воды $t = +4^\circ$, либо высотой ртутного столба в $735,5\text{ мм}$ при $\pm 0^\circ$.

Давление столба воды высотой $10\,000\text{ мм}$ (10 м) на основание площадью 1 м^2 равняется $10\,000\text{ кг/м}^2$, следовательно, давление слоя воды высотой 1 мм на основание в 1 м^2 равно 1 кг/м^2 ; поэтому давление 1 мм вод. ст. равно 1 кг/м^2 .

В вентиляционной технике измеряется избыточное давление. Избыточное давление превышает давление атмосферы. Оно обычно измеряется и обозначается в 1 мм вод. ст. или в кг/м^2 .

Для измерения избыточного давления воздуха, воды и пара применяют прибор, называемый манометром.

В системе вентиляции, где избыточное давление воздуха составляет тысячные и сотые доли атмосферного давления, это дав-

ление измеряется в миллиметрах водяного столба. Поэтому обычным манометром это давление измерить нельзя.

Простейшим прибором для измерения давления воздуха является U-образный жидкостный манометр (рис. 3,а). Он представляет собой изогнутую, открытую с обеих сторон стеклянную трубку, в которую наливается вода или спирт.

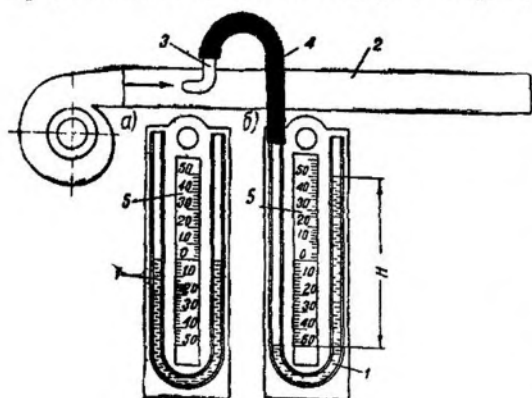


Рис. 3. Жидкостный манометр

а — общий вид; б — измерение давления воздуха; 1 — жидкостный манометр; 2 — воздуховод; 3 — пневмометрическая трубка; 4 — резиновый шланг; 5 — шкала с делениями; H — разность уровней жидкости в коленях манометра

Эта трубка укрепляется на деревянной дощечке, имеющей шкалу с делениями. До начала измерения жидкость в обоих коленях стоит на одном уровне.

Для измерения давления (напора) воздуха в воздуховоде на один конец трубки манометра надевают резиновый шланг со специальным наконечником (так называемой пневмометрической трубкой), который вставляется в воздуховод (рис. 3,б). Второй конец трубки манометра остав-

ляют открытым, т. е. сообщенным с атмосферой. Если давление в воздуховоде выше или ниже атмосферного, то уровни жидкости в коленях манометра соответственно переместятся, а разность уровней покажет величину разности давлений. На рис. 3,б манометр показывает разность давлений в 100 мм вод. ст.

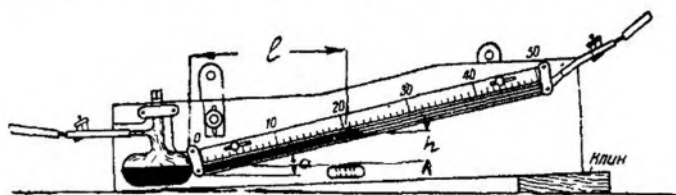


Рис. 4. Микроманометр Крелля

Жидкостный U-образный манометр дает недостаточно точные показания и почти не применяется, так как в случае небольшой разности давлений разность уровней жидкости настолько мала, что ее трудно определить.

Более точным прибором является микроманометр Крелля (рис. 4), в котором одно колено заменено маленьким резервуаром, а второе, представляющее очень тонкую трубочку, расположено на-

клонно под углом α . Благодаря такому положению трубочки жидкость в ней (подкрашенный спирт) даже при небольшом давлении устанавливается на таком уровне, который выше уровня в резервуаре на величину h , и передвигается на сравнительно большое расстояние, которое можно легко и точно измерить по показаниям на шкале, равным величине l .

Шкала может перемещаться относительно наклонной трубочки, что дает возможность до начала отсчетов совмещать нуль шкалы с уровнем столба жидкости в трубочке. Прибор приводится в горизонтальное положение при помощи уровня, укрепленного под наклонной трубочкой, и клинышка, подкладываемого для установки по уровню.

Кроме указанного манометра, применяют также усовершенствованный микроманометр ЦАГИ.

3. Виды естественной вентиляции

Естественная вентиляция делится на неорганизованную и организованную.

Во всяком здании даже при отсутствии специально устроенной вентиляции происходит воздухообмен между наружным атмосферным и внутренним воздухом помещения за счет так называемой инфильтрации через неплотности ограждения, форточки, окна и двери. Величина этого воздухообмена расчетом не определяется, не регулируется и зависит от разности температур наружного и внутреннего воздуха, скорости ветра, а также площади открываемых фрамуг, величины щелей и материала ограждения. Такая вентиляция называется неорганизованной.

Кратность воздухообмена в 1 час за счет инфильтрации в жилых помещениях равна 0,5—0,75, а промышленных зданиях—до 1.

Неорганизованная естественная вентиляция применяется в жилых помещениях и в производственных предприятиях с незначительным выделением вредностей, где для восстановления нормального санитарного состояния воздуха достаточны небольшие обмены его.

Естественная вентиляция называется организованной, когда воздухообмен осуществляется по расчету за счет теплового и ветрового напоров. Воздухообмен при этом может быть осуществлен при помощи специально устраиваемых каналов, а также через оборудованные открывающимися створками отверстия в стенах, перекрытиях и фонарях крыш промышленных зданий. Организованная естественная вентиляция производственных помещений, при которой проветривание производится непрерывно и осуществляется без устройства воздухопроводов, каналов или коробов, а количество воздуха регулируется степенью открытия специальных фрамуг, называется аэрацией.

Естественная вентиляция может быть как вытяжной (удаление загрязненного воздуха), так и приточной (подача свежего воздуха).

В жилых домах, в небольших зданиях школ, больниц, детских яслей и т. д. применяются системы естественной вентиляции с побуждением движения воздуха по каналам за счет разности удельных весов наружного и внутреннего воздуха. Такие системы называются гравитационными.

Схема гравитационной приточно-вытяжной вентиляции показана на рис. 5.

Наружный воздух через воздухозаборное устройство 1 поступает в приточную камеру 2, расположенную в подвале.

В приточной камере воздух нагревается воздухонагревателем 3 до температуры, с которой должен поступить в помещение. Нагретый в камере воздух поступает в приточные каналы 4, из которых выходит в вентилируемые помещения через жалюзийные решетки 5.

Рис. 5. Схема гравитационной приточно-вытяжной вентиляции

Загрязненный воздух из помещений поступает через жалюзийные решетки 6 в вытяжные каналы, по которым он поднимается в сборный канал 7 на чердаке. Из сборного канала загрязненный воздух выбрасывается наружу через вытяжную шахту 8. Для усиления тяги иногда в вытяжной шахте устанавливается дополнительный воздухонагреватель 9 или на вытяжной шахте устанавливается дефлектор.

При аэрации горячих цехов воздух поступает в помещение через специальные отверстия в стеновых переплетах, расположенные с наветренной и подветренной сторон здания в два—три яруса. Нижние отверстия, расположенные на высоте до 2 м от пола, открываются летом (рис. 6,а), а верхние (рис. 6,б) — до 6 м от пола — открываются зимой, чтобы наружный холодный воздух успел подогреться до того, как он достигнет рабочей зоны (1,5 м от пола).

Воздух удаляется из помещения через оконные и фонарные фрамуги, расположенные в верхней части помещения. В отдельных случаях эти фрамуги используются для работы на приток.

Прикрывая больше или меньше створки, открывая одни из них и закрывая другие, в зависимости от силы и направления ветра, можно регулировать величину воздухообмена и направление воздушных потоков в помещении.

При аэрации наружный приточный воздух вводится в помещение без подогрева, очистки от пыли и без других видов обработки. Удаляемый из помещения воздух также не подвергается никакой обработке.

Фрамуги фонарей промышленных зданий открываются при помощи специальных механизмов с электрическим или ручным приводом.

Благодаря ряду преимуществ по сравнению с другими видами вентиляции, а именно: простоте и дешевизне устройства, отсутствию расхода электроэнергии на перемещение воздуха, отсутствию затраты тепла на подогрев воздуха (воздух подогревается за счет избытков тепла в цехе) аэрация широко применяется в промышленных предприятиях.

Аэрация в холодное время года устраивается на фабриках и заводах, где основной вредностью являются избытки тепла, как, например, в кузнечных, литейных, термических, прокатных и других цехах.

В теплое время года аэрация может быть весьма широко применяема для вентиляции большинства промышленных предприятий. Аэрация не применяется на предприятиях, где в теплое время года для технологического процесса необходима обработка наружного воздуха (увлажнение, охлаждение или очистка от пыли). К таким относятся предприятия пищевой промышленности, предприятия по производству медицинских препаратов, электроламп, ткацкие, прядильные и др.

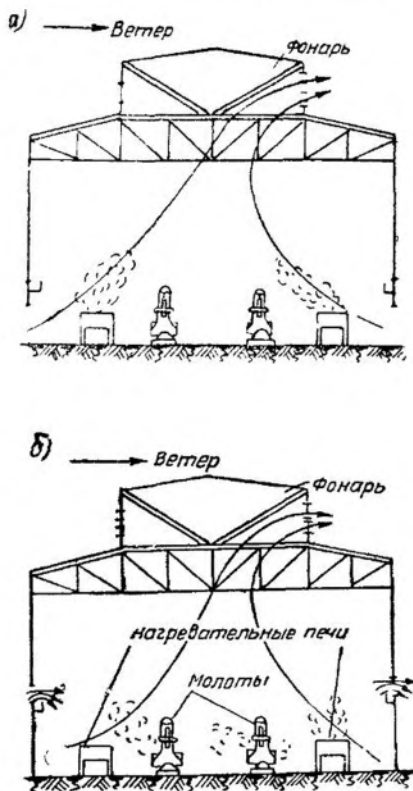


Рис. 6. Аэрация производственного цеха с избыточным тепловыделением
а — летом; б — зимой

4. Дефлекторы и их назначение

Для использования при естественной организованной вентиляции энергии ветра применяются специальные насадки, которые называются дефлекторами.

Дефлекторы устанавливаются непосредственно над вытяжными отверстиями в кровле при общей вентиляции помещений или на вытяжных трубах от зонтов и различных укрытий при местной вентиляции.

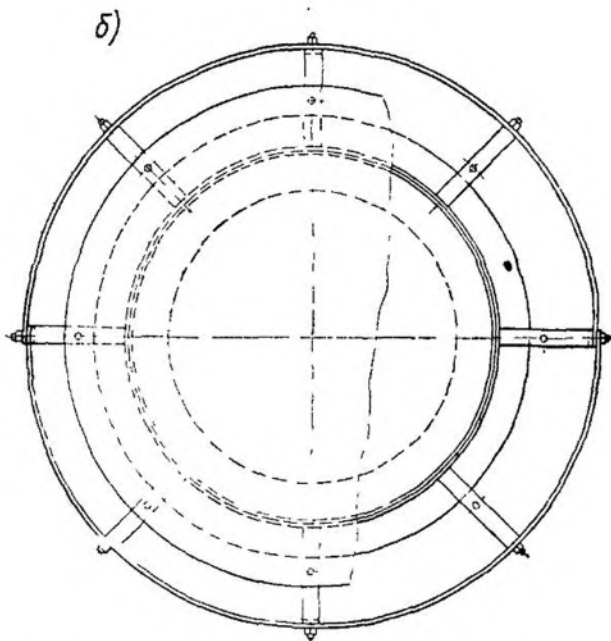
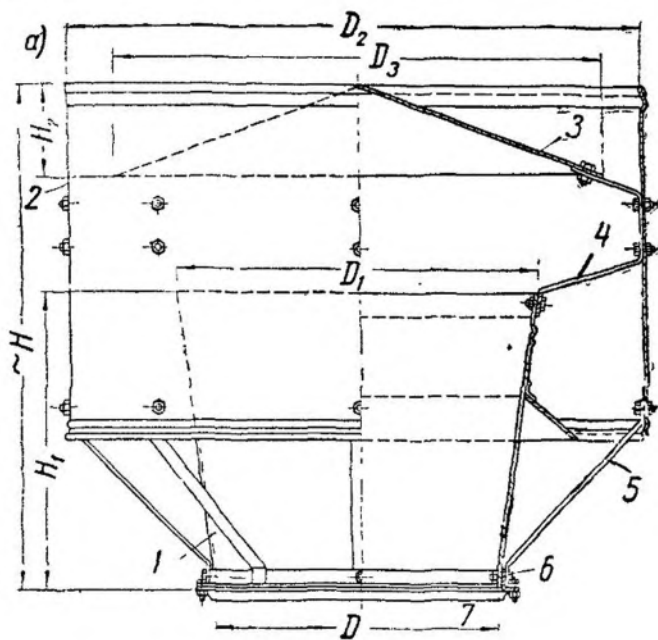


Рис. 7. Цилиндрический дефлектор ЦАГИ
 а — продольный разрез; б — план

Работа дефлектора основана на разрежении воздуха, которое образуется в диффузоре дефлектора при действии на него силы ветра. Вследствие этого разрежения воздух и газы устремляются из зонтов и укрытий вверх к патрубку, а оттуда через дефлектор наружу.

Чем больше сила ветра, тем большее разрежение создается в диффузоре дефлектора и тем производительнее будет он работать.

В нашей вентиляционной практике наибольшее применение имеют дефлекторы типа ЦАГИ, разработанные в 1944 г. инж. В. И. Ханжонковым. На рис. 7 показан цилиндрический дефлектор ЦАГИ, который по своим качествам (производительности и простоте устройства) превосходит другие конструкции дефлекторов.

Цилиндрический дефлектор ЦАГИ состоит из нижнего конуса — диффузора 1, расширенного кверху, цилиндра 2 и зонта 3. Зонт и цилиндр крепятся к фланцу 6 диффузора кронштейнами 4 и лапками 5 при помощи болтов. Дефлектор устанавливается на вытяжной трубе при помощи фланца 7.

Для того чтобы цилиндрический дефлектор правильно работал, нужно точно соблюдать соотношения между размерами его деталей. Ниже приводится таблица размеров цилиндрических дефлекторов, изготовляемых на заводе «Сантехдеталь» Главсантехмонтажа.

Таблица 2
Размеры цилиндрического дефлектора типа ЦАГИ в мм

№ дефлектора	Диаметр нижнего основания диффузора D_1	Диаметр верхнего основания диффузора D_2	Диаметр наружного цилиндра D_3	Диаметр нижнего основания конуса D_4	Полная высота дефлектора H	Высота диффузора H_1	Высота конуса H_2	Высота цилиндра H_3	Число кронштейнов в шт.	Число лапок в шт.	Число болтов в шт.	Число гаек в шт.	Общий вес в кг
3	265	380	600	510	510	295	90	360	6	—	30	60	10,7
4	375	504	800	680	680	400	120	480	6	—	32	64	26
5	495	630	1 000	850	850	500	150	600	6	—	34	68	38
6	595	736	1 200	1 020	1 020	600	180	720	6	—	34	68	50,8
7	660	882	1 400	1 190	1 190	700	210	840	6	6	48	96	98
8	775	1 008	1 600	1 360	1 360	800	240	960	6	6	48	96	124
9	885	1 134	1 800	1 530	1 530	900	270	1 080	8	8	64	128	159,5
10	1 025	1 260	2 000	1 700	1 700	1 000	300	1 200	8	8	64	128	187

ГЛАВА III

МЕХАНИЧЕСКАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

1. Общие сведения

Механической вентиляцией называется такая вентиляция, при которой воздух перемещается по сети воздуховодов под влиянием напора, создаваемого вентилятором.

При механической вентиляции можно подавать свежий, соответствующим образом подготовленный воздух в любое место помещения и извлекать загрязненный воздух из любой точки помещения в необходимом объеме и при требуемой скорости.

В отдельных случаях устраивается механический приток и естественная вытяжка или, наоборот, механическая вытяжка и естественный приток.

Могут быть случаи, когда вытяжка и приток частично механические, а частично естественные.

2. Приточные системы вентиляции

Приточная система механической вентиляции служит для подачи в помещение свежего, соответствующим образом обработанного воздуха.

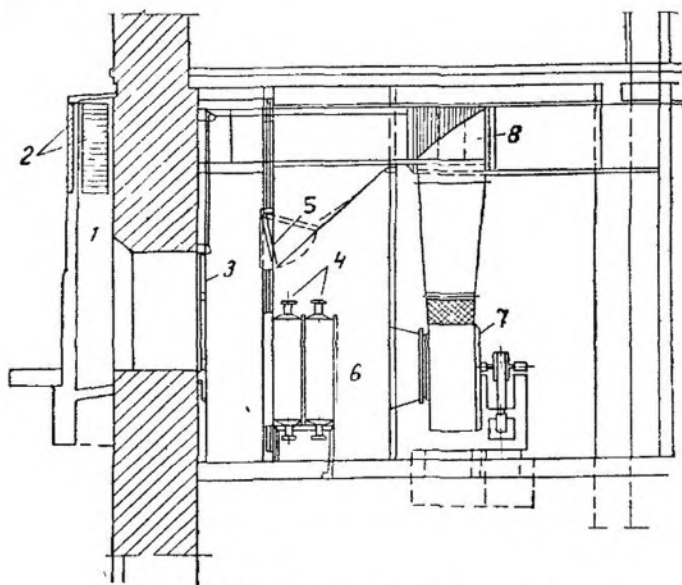


Рис. 8. Простейшая приточная камера

Наружный воздух должен забираться из незагрязненных и проветриваемых мест. Для забора наружного воздуха устраивают специальные воздухозаборные устройства. Отверстия в воздухозаборных устройствах, через которые забирается наружный воздух, закрыты специальными решетками, защищающими их от снега, дождя и мусора.

Наружный воздух до подачи в помещение подвергают предварительной обработке: в холодное время года его следует, как правило, подогревать, а в летнее — иногда охлаждать. Во многих случаях наружный воздух приходится увлажнять, а до подачи в помещение нередко необходимо очищать от пыли.

Обработка приточного воздуха производится в приточных камерах (рис. 8). На рисунке показана схема простейшей приточной камеры для нагревания воздуха.

В камеру воздух поступает в воздухозаборную шахту 1 через отверстие, закрытое жалюзийной решеткой 2. Количество забираемого наружного воздуха регулируется клапаном 3. Далее воздух поступает в калориферы 4, где он нагревается. Температура приточного воздуха регулируется путем смешения нагретого воздуха с частью наружного ненагретого воздуха, поступающего через обводной клапан 5 в помещение 6, минуя калориферы. Через этот же обводной клапан поступает воздух в летнее время, когда калориферы выключаются.

Обработанный воздух из приточной камеры засасывается вентилятором 7 и нагнетается им в сеть воздуховодов 8, из которых воздух выпускается в помещение в соответствующих местах и в требуемом количестве через специальные устройства.

Кроме приведенной общеобменной приточной системы вентиляции устраиваются также местные системы приточной вентиляции в виде воздушных душей, воздушных завес и воздушных оазисов.

Воздушное душирование представляет собой сосредоточенный поток воздуха, направляемый на человека, работающего в условиях повышенной температуры или с большой физической нагрузкой, при облучении от источников тепла, например горячих поверхностей промышленных печей, раскаленного металла и т. д., повышенной запыленности и загрязненности газами воздуха помещения.

Охлаждающее действие воздушного душирования основано на разности температур воздуха душа и тела человека, а также повышенной скорости обтекания тела воздушным потоком.

При помощи воздушного душирования можно в пространстве, ограниченном зоной действия воздушного потока, изменять скорость движения воздуха, его температуру, влажность и концентрации находящихся в нем газов, паров и пыли.

Установки для воздушного душирования имеют различные конструкции.

Основными из них являются: установки, в которых воздух подается вентилятором по сети воздуховодов и выпускается в определенном месте из нескольких патрубков (рис. 9); агрегаты, в которых сосредоточенный воздушный поток подается на рабочее

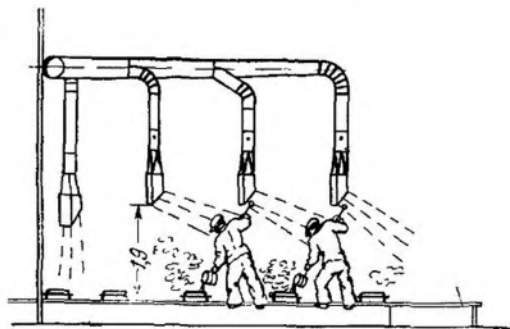


Рис. 9. Воздушный душ на заливочной площадке чугунолитейного цеха

место; передвижные агрегаты воздушного душирования, которые можно располагать на нужном расстоянии от рабочего места; веерные установки, обслуживающие рабочие места и приводящие в движение внутренний воздух цеха.

Выбор того или иного воздушного душа зависит от условий производства.

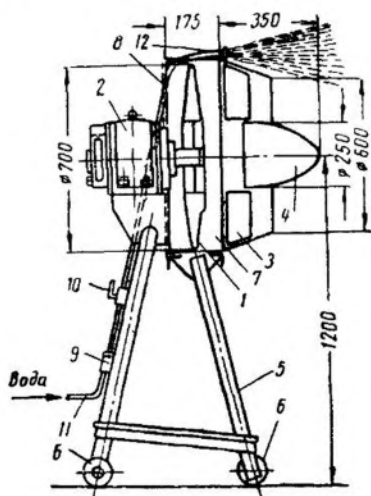


Рис. 10. Переносный веерный агрегат для воздушного душа

1 — осевой вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — лопасти; 4 — обтекатель; 5 — стойка; 6 — ролики; 7 — обечайка; 8 — сетка; 9 — фильтр; 10 — кран; 11 — трубка; 12 — форсунки

Примерами веерных установок могут служить воздухоохлаждающие агрегаты Свердловского института охраны труда ВЦСПС (СИОТ-3, СИОТ-5 и СИОТ-6).

Агрегат СИОТ-3 (рис. 10) является переносным веерным агрегатом, предназначенным для душирования рабочих мест у нагревательных печей, для охлаждения рабочих мест у турбин, в сушильных отделениях и т. д. Он состоит из осевого вентилятора с колесом диаметром 700 мм и электродвигателя, соединенных на одной оси. Агрегат установлен на передвижной тележке.

К потоку воздуха подмешивается распыленная вода, которая служит для охлаждения его. Детали устройства агрегата указаны на рисунке.

Агрегат СИОТ-5 является переносным и состоит из осевого вентилятора с колесом диаметром 500 мм. Он предназначен для

душирования рабочих мест крановщиков, постов управления механизмами и электрооборудования в горячих цехах и т. д.

Агрегат СИОТ-6 поворотный, состоит из осевого вентилятора с колесом диаметром 1000 мм. Он применим для воздушного душирования рабочих площадок мартеновских, шахтных, плавильных, садочных печей и т. д.

Воздушные завесы. В холодное время года через открывающиеся ворота в цехи, в тамбуры и шлюзы входных дверей общественных зданий с большим потоком людей, во входные двери театров проникает большое количество холодного воздуха, который стелется по полу, охлаждая нижнюю зону помещения.

Для борьбы с этим явлением устраиваются вентиляционные установки, называемые воздушными завесами.

При устройстве воздушной завесы забирают теплый воздух из верхней зоны помещения или специально подогревают наружный

воздух и направляют его под углом навстречу воздуху, стремящемуся ворваться в помещение при открывании ворот или дверей.

Воздух подается в виде плоской струи во всю ширину или высоту ворот из каналов, расположенных снизу или сбоку ворот.

При достаточном объеме и требуемой скорости выпускаемого воздуха можно прекратить или значительно уменьшить количество поступающего в цех через ворота холодного воздуха. На рис. 11 показана схема работы воздушной завесы в воротах цеха.

Воздушные оазисы. Воздушный оазис представляет собой вентилируемую, ограниченную перегородками часть площади производственного помещения.

В эту часть помещения по воздуховодам поступает чистый воздух с более низкой температурой, чем в остальном помещении. В результате этого в воздушном оазисе более благоприятная воздушная среда, чем во всем помещении.

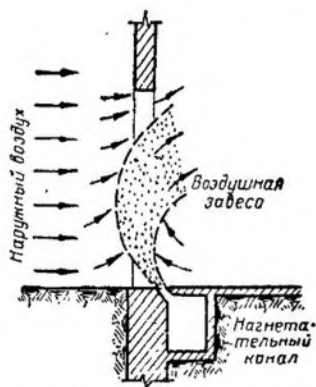


Рис. 11. Воздушная завеса в воротах цеха

3. Вытяжные системы вентиляции

Вытяжная система механической вентиляции служит для извлечения из помещения загрязненного или сильно нагретого воздуха и удаления его в атмосферу. Удаляемый из помещения воздух, если он не содержит большого количества вредных веществ, в особенности пыли, выбрасывается в атмосферу без обработки. При большом пылесодержании воздух предварительно очищают от пыли.

Для очистки воздуха применяют специальные устройства, о которых будет сказано ниже. Вытяжная система механической вентиляции может быть общеобменной и местной. В вытяжных системах промышленных зданий вентиляторы устанавливают непосредственно в помещениях или на чердаках. В жилых, культурно-бытовых и общественных зданиях обычно устраиваются вытяжные вентиляционные камеры (рис. 12).

На рис. 13 изображена в разрезе здания 1 схема механической вытяжной вентиляции, в которой местными отсосами 2 производится удаление пыли от станков. Пыль через воздуховоды 3 вентилятором 4, приводимым в движение электродвигателем 5, перемещается к устройству для очистки воздуха от пыли — циклону 6. В циклоне пыль и стружка отделяются и падают вниз в пылесборник, из которого их увозят на вагонетках. Очищенный от пыли

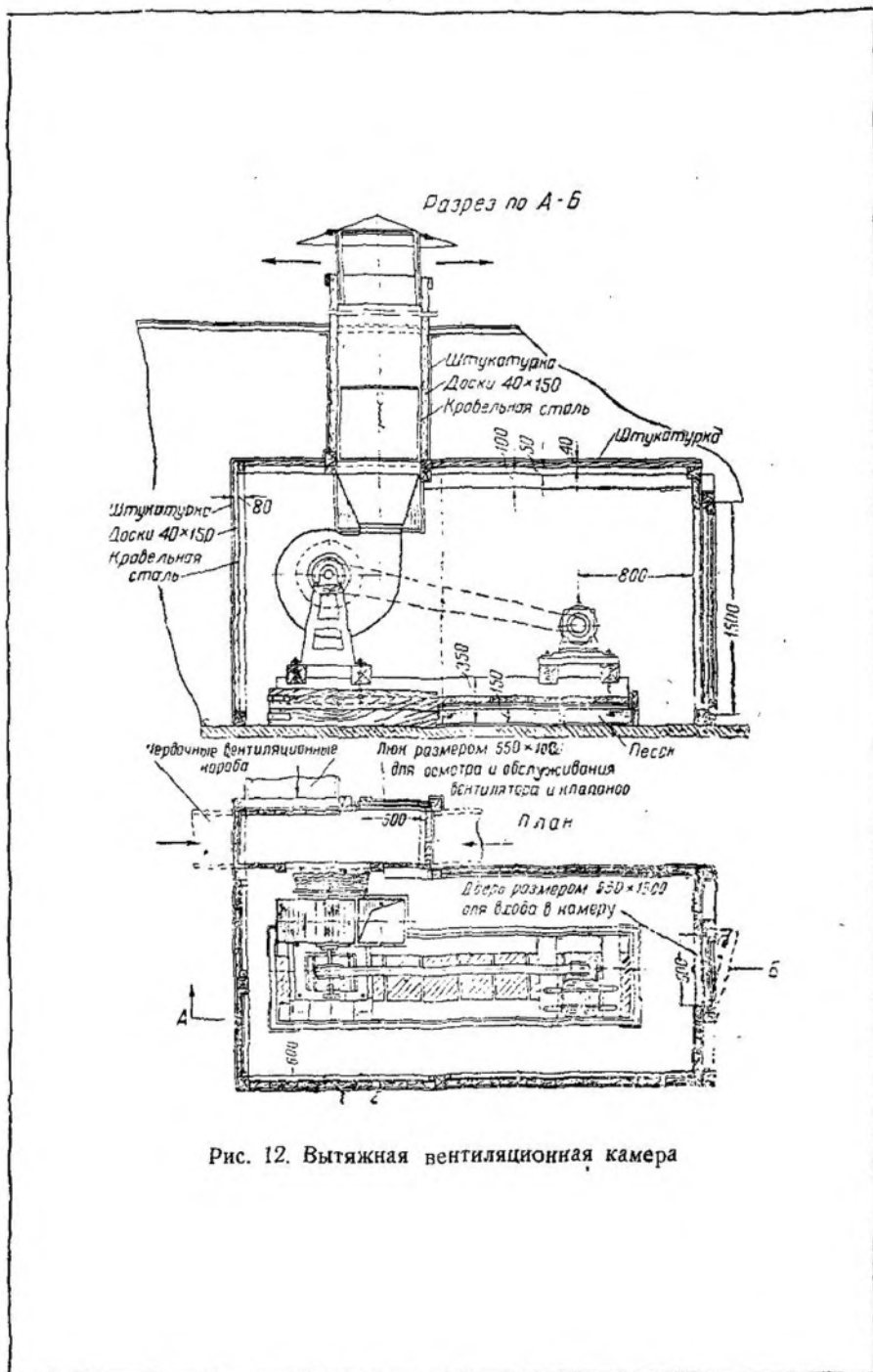


Рис. 12. Вытяжная вентиляционная камера

воздух через выхлопную трубу 7 выбрасывается в атмосферу. Сборный воздуховод 3 прокладывается в канале, устраиваемом в полу, сверху канал закрывается щитом.

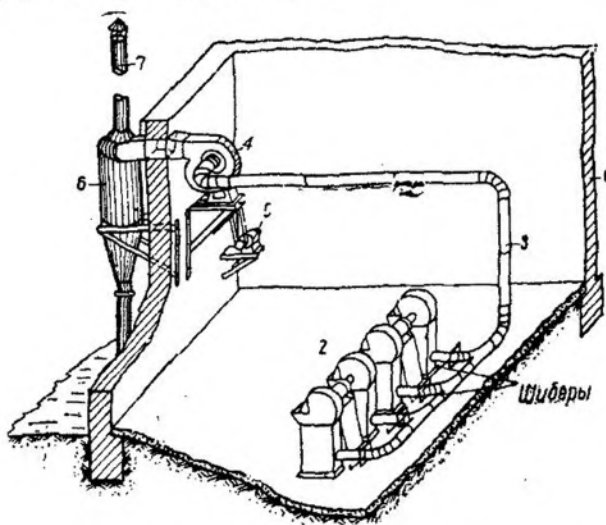


Рис. 13. Схема вытяжной вентиляции с местными отсосами

4. Рециркуляция воздуха

В тех случаях, когда извлекаемый из помещения воздух имеет высокую температуру и не содержит никаких вредностей, часть его в зимнее время не выбрасывается наружу, а примешивается к приточному воздуху (до вентилятора) для подогрева последнего, и полученная смесь подается в помещение. Этим достигается экономия в стоимости устройства и эксплуатации, так как уменьшаются число калориферов и расходы на нагрев наружного воздуха. Такой возврат воздуха называется рециркуляцией.

Рециркуляция также широко применяется при охлаждении воздуха в летнее время.

Иногда применяется рециркуляция отсасываемого пыльного воздуха, предварительно очищенного от пыли до допустимой нормы с частичным добавлением свежего наружного воздуха.

Такая рециркуляция применяется в том случае, если затраты на очистку воздуха от пыли окажутся меньше расходов на подогрев наружного воздуха.

5. Приточно-вытяжные системы вентиляции

В предыдущих разделах было описано устройство и принцип действия отдельной приточной и вытяжной механической вентиляции.

Как уже указывалось выше, устройство только вытяжной или только приточной вентиляции в производственных помещениях возможно лишь в частных случаях.

Поэтому в производственных помещениях, как правило, устраиваются приточная и вытяжная системы механической вентиляции, осуществляющие воздухообмен в соответствии с санитарно-гигиеническими и производственными требованиями для данного цеха.

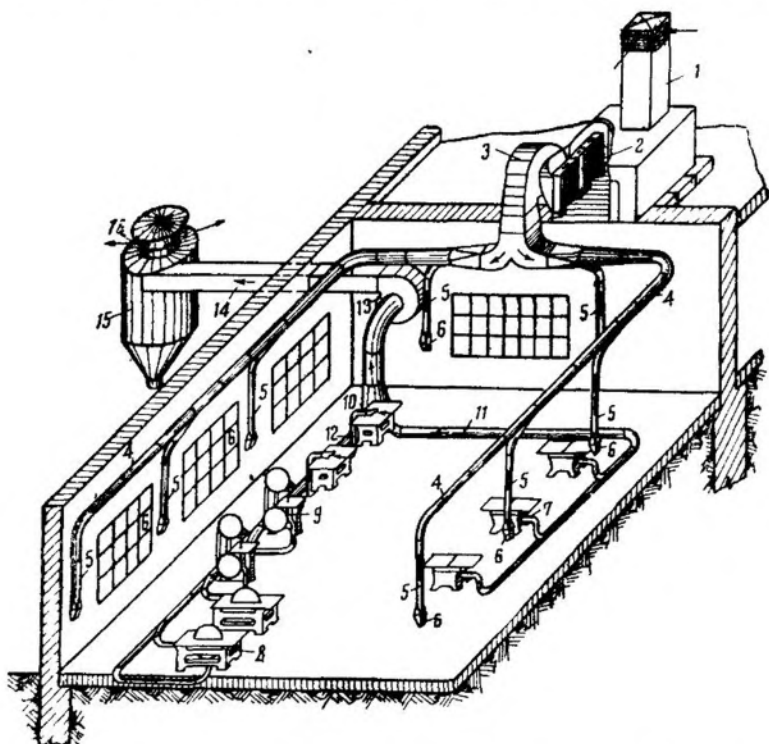


Рис. 14. Приточно-вытяжная система вентиляции деревообделочного цеха

На рис. 14 изображена приточно-вытяжная система вентиляции деревообделочного цеха. Наружный воздух забирается через шахту 1, нагревается в приточной камере 2 и вентилятором 3 нагнетается в воздуховоды 4 и опускается 5, и через приточные насадки 6 выпускается в рабочую зону помещения на высоте 1,5 м от пола.

Вытяжка от станков осуществляется местными отсосами 7—10, от которых загрязненный воздух по воздуховодам 11 и 12 засасывается вентилятором 13 и выбрасывается наружу через воздуховод 14 в особый пылеотделитель — циклон 15. В циклоне воздух очищается от крупной пыли и стружки, которые падают вниз, а сравнительно очищенный воздух выходит наружу через отвер-

стие 16. Сборные воздуховоды 11 и 12 прокладываются в полу, в каналах, закрываемых сверху съёмными щитами.

Места выпуска приточного воздуха, как и места забора удаляемого воздуха из помещения, зависят от вида и характера производства и конфигурации помещения, а также от характера выделяемых вредностей.

Выброс удаляемого из помещения воздуха следует производить по возможности вдали от места забора приточного воздуха, чтобы не загрязнять последний вредностями, удаляемыми из помещения. Поэтому заборные и вытяжные шахты должны отстоять друг от друга на расстоянии не менее 8—10 м или вытяжная шахта должна возвышаться над воздухоприемным отверстием заборной шахты не менее чем на 5 м.

6. Особые виды вентиляционных установок

Кроме указанных выше устройств, существуют особые виды вентиляционных установок. К ним относятся системы вытяжные аспирационные, пневматического транспорта и воздушного отопления, совмещенные с вентиляцией.

Вытяжные аспирационные системы устраиваются для удаления от работающего оборудования мелкой пыли, которая с большой скоростью перемещается по сети воздуховодов.

Такие аспирационные системы устраиваются, например, для удаления пыли от абразивных станков, цементной пыли, образующихся в выбивных отделениях литейных цехов и др.

Воздуховоды аспирационных систем имеют обычно небольшие диаметры (от 100 до 300 мм), что обеспечивает повышение скорости движения воздуха по воздуховодам.

В аспирационных системах все швы соединения воздуховодов между собой должны быть особенно плотными. Эта плотность достигается путем применения сварки швов или их пропайки и постановкой резиновых прокладок во фланцевых соединениях.

Для возможности периодической очистки воздуховодов от пыли в отдельных местах делают специальные лючки.

Пневматический транспорт представляет собой вид вентиляции, предназначенной для извлечения из помещения запыленного воздуха вместе с пылью, стружками, очесами и другими отходами производства и для перемещения этих отходов на значительное расстояние по сети воздуховодов. Такие установки действуют под напором до 300 мм вод. ст.

Сущность воздушного отопления заключается в том, что в помещение непрерывно подается нагретый воздух, который, охлаждаясь до температуры помещения, отдает часть своего тепла и нагревает таким образом помещение. Воздушное отопление, совмещенное с вентиляцией, применяется в производственных и других специальных помещениях, где необходимо большое количество тепла.

В системах воздушного отопления воздух нагревается при помощи отопительно-вентиляционных агрегатов, которые состоят из калорифера и вентилятора (рис. 15). С помощью вентилятора воздух проходит через калорифер, нагревается и, поступая в помещение, отдает ему часть своего тепла. Если воздушное отопление предназначено только для отопления, то через отопительный агрегат проходит внутренний воздух помещения без добавления наружного, т. е. система является рециркуляционной. Такие системы применяются в промышленных цехах, где не имеется вредных выделений, или в помещениях, не нуждающихся в венти-

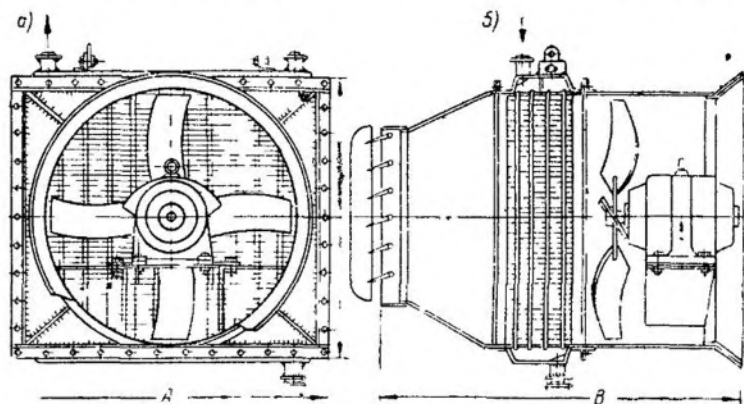


Рис 15. Отопительно-вентиляционный агрегат с осевым вентилятором конструкции ВНИИСТО

а — вид спереди, б — продольный разрез

ляции. Если отопление совмещено с вентиляцией, то через отопительно-вентиляционный агрегат проходит наружный холодный воздух в объеме, необходимом для вентиляции, с подогревом его до 45—70°.

В зависимости от назначения агрегаты изготавливаются двух типов:

а) отопительные агрегаты, работающие на полной рециркуляции воздуха помещения;

б) отопительно-вентиляционные агрегаты, работающие как на свежем, так и на рециркуляционном воздухе.

В качестве нагревательных приборов воздушного отопления применяются отопительные агрегаты с осевым вентилятором конструкции ВНИИСТО типа АОП-25, АОП-50, АОП-100, АОП-125, АОП-200 и АОП-300 теплопроизводительностью от 25 000 до 300 000 ккал/час. Тип АОП обозначает: А — агрегат, О — отопительный, П — подвесной. Цифра обозначает теплопроизводительность в тысячах ккал/час.

Кроме этих агрегатов, применяются отопительные агрегаты типа ГСТМ-70 и СТД-300 теплопроизводительностью 70 000, 300 000 ккал/час.

7. Кондиционирование воздуха

Кондиционированием воздуха, т. е. созданием искусственного климата, называется искусственная обработка воздуха для создания в закрытом помещении определенных условий (кондиций) чистоты, температуры, влажности и скорости движения воздуха, отвечающих требованиям санитарии и гигиены, обеспечивающих хорошее самочувствие человека и способствующих повышению производительности труда.

Согласно исследований Московского института охраны труда существуют наиболее благоприятные для выполнения физической работы соотношения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в помещении, способствующие повышению производительности труда (см. табл. 3).

Таблица 3

Для легкой работы			Для тяжелой работы		
Температура в град.	относительная влажность в %	скорость движения воздуха в м/сек	температура в град	относительная влажность в %	скорость движения воздуха в м/сек
18	40—50	0	13—14	40—50	0
20	40—50	0,17—0,25	18—19	40—50	0,58—0,87
22	40—50	0,33—0,5	20	40—50	1 —1,17
24	40—50	0,84—1	22	40—50	1,17—1,33
26	80	1,33—1,5	24	40—50	1,33—1,5
28	40—50	1,7	24—25	80—85	1,5 —1,92
28	70	1,75	26	40—50	2 —1,16
30—32	40—50	2	26	80	2 —2,5
			28	40—50	2,17—2,34

В установках кондиционирования приточный воздух может подвергаться различным видам обработки: подогреву, охлаждению, увлажнению, осушке, очистке, удалению разных запахов или парфюмированию — придаче запахов, выпуску с различными скоростями в помещение.

В зависимости от назначения установки и от времени года воздух может подвергаться одному, двум или нескольким видам обработки.

Приточный воздух может забираться полностью снаружи или частично. Рециркуляция применяется если воздух помещения не содержит вредных примесей.

Так как атмосферный воздух в различное время года имеет различную температуру, влажность, содержание пыли, а кондиционирование воздуха должно обеспечить постоянные условия воздушной среды, то установки кондиционирования воздуха оборудуются автоматическим управлением и регулированием.

Установки кондиционирования воздуха разделяются на центральные и местные. Центральные установки обслуживают ряд помещений из одного центрального агрегата. Местные установки

кондиционирования воздуха — кондиционеры — обслуживают одно помещение, в котором они установлены.

На рис. 16 показана схема агрегата для создания искусственного климата, разработанная Ленинградским институтом охраны труда ВЦСПС.

Наружный воздух поступает через воздухозаборное отверстие, закрытое жалюзийной решеткой, в камеру обслуживания воздухозабора 1, проходит через калорифер первого подогрева 2 и клапан 3 в камеру первого смешения 4, где происходит смешение на-

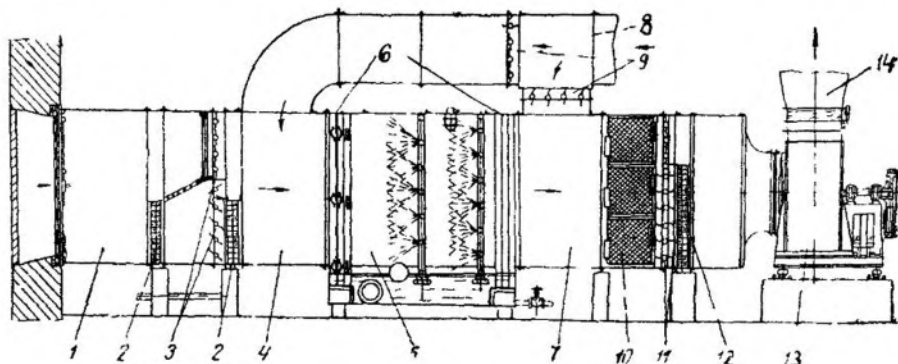


Рис. 16. Схема агрегата для кондиционирования воздуха конструкции Ленинградского института охраны труда ВЦСПС

ружного воздуха с рециркуляционным из помещения. Далее воздух поступает в промывную камеру 5, где он увлажняется или охлаждается (либо то и другое вместе) распыляемой в камере холодной водой. Для предотвращения уноса воздухом водяных капелек в местах входа в камеру и выхода из нее установлены каплеотделители (сепараторы) 6. Обработанный в камере 5 воздух поступает во вторую камеру смешения 7, где он может вторично смешиваться с рециркуляционным воздухом, из помещения через канал 8, в котором установлен клапан 9. Затем воздух проходит через фильтры 10, в которых очищается от пыли, а после этого через клапан 11 поступает в калориферы второго подогрева 12 и при помощи центробежного вентилятора 13 подается в сеть воздуховодов 14 для распределения по помещениям.

ГЛАВА IV

ВЕНТИЛЯТОРЫ

Вентилятором называется машина, которая служит для перемещения воздуха.

Вентиляторы, применяемые в системах вентиляции, делятся на две основные группы: центробежные и осевые.

1. Центробежные вентиляторы

Центробежный вентилятор (рис. 17) состоит из станины 1, рабочего колеса с лопатками 2 и улиткообразного кожуха 3. Рабочее колесо вентилятора, вращаясь за счет энергии двигателя, засасывает воздух через приемное круглое отверстие кожуха. Под влиянием центробежной силы, образующейся благодаря вращению рабочего колеса, воздух выбрасывается через выхлопное квадратное отверстие кожуха.

Станины бывают чугунные и стальные. Станина служит основанием для подшипников 4, которые устанавливаются на ней. В подшипниках вращается вал 5 со шкивом 6, соединенный ременной передачей со шкивом электродвигателя. Станина может также служить опорой электродвигателю, если он соединен на одном валу с рабочим колесом, и опорой для поворотных кожухов.

Кожух вентилятора состоит из двух боковых стенок 7 и обшивки 8, соединяемых заклепками, электросваркой, а также на фальцах. У входного отверстия 9 кожуха имеется всасывающий патрубок 10 с фланцем 11. Внутри патрубка вставляется конус 12, с помощью которого повышается коэффициент полезного действия вентилятора.

Величина зазора между краем конуса и рабочим колесом не должна превышать 0,01 диаметра колеса. В противном случае развиваемый напор и производительность вентилятора резко снижаются.

Входное отверстие кожуха имеет квадратное сечение и заканчивается фланцем для присоединения вентилятора к воздуховодам.

Рабочее колесо состоит из заднего диска 13 со втулкой, насаживаемой на конец вала, переднего кольца 14 и лопаток 15, в количестве от 6 до 64 шт. Для увеличения жесткости колеса и прикрепления кольца к заднему диску иногда применяют тяги 16.

Лопатки прикрепляются к кольцу и диску. В отдельных типах центробежных вентиляторов рабочее колесо изготавливается цельноштампованным.

По отношению к кожуху колесо устанавливается таким образом, чтобы между обшивкой кожуха и лопатками образовалось улиткообразное пространство, расширяющееся к выходному отверстию.

Центробежные вентиляторы бывают правого и левого вращения.

При правом вращении рабочее колесо вращается вправо по часовой стрелке, если смотреть на вентилятор со стороны

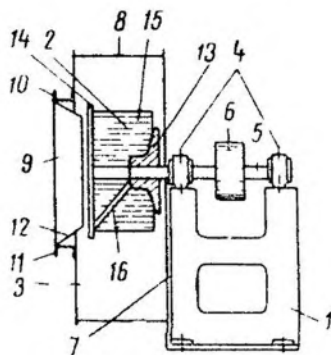


Рис. 17. Схема центробежного вентилятора типа „Сирокко“

привода, при левом — рабочее колесо вращается против часовой стрелки.

Правильным вращением рабочего колеса в центробежном вентиляторе является вращение по ходу разворота кожуха.

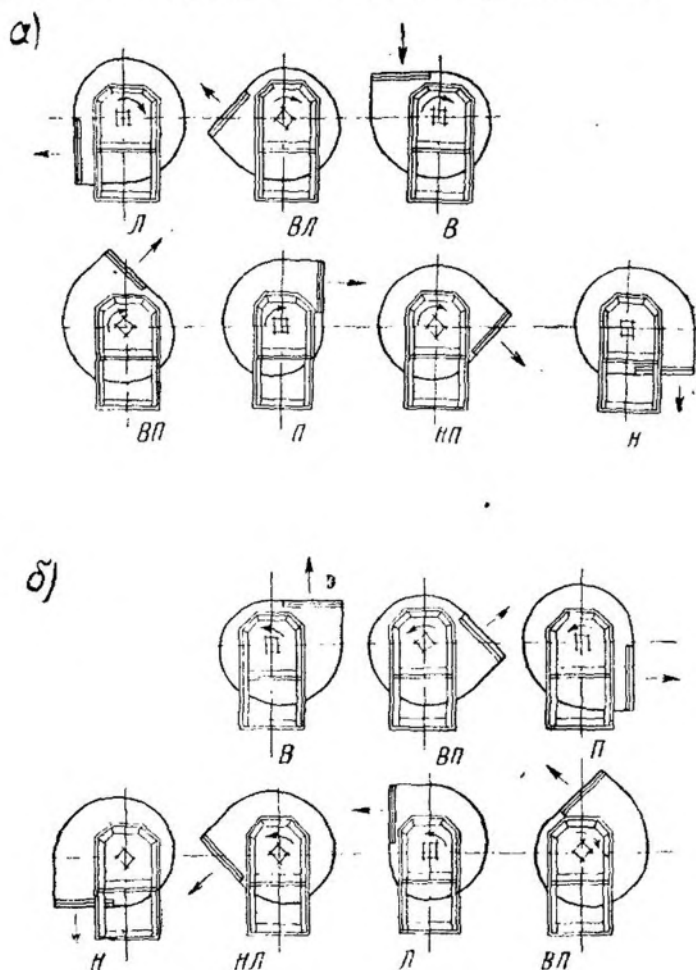


Рис. 18. Положение кожухов вентиляторов по ГОСТ 5976-51

а — правого вращения; б — левого вращения

При вращении колеса в обратную сторону резко (в 3—5 раз) снижается развиваемое вентилятором давление, а объем перемещаемого воздуха уменьшается на 45—60%.

Ввиду указанного при эксплуатации установки необходимо следить за правильным включением электродвигателя.

В зависимости от направления выхода воздуха центробежные вентиляторы как правого, так и левого вращения могут иметь 7 положений (рис. 18).

Выбор положения вентилятора зависит от места его установки в системе и требуемого направления выходного отверстия.

В зависимости от развиваемого давления центробежные вентиляторы подразделяют на вентиляторы низкого, среднего и высокого давления. Существуют также специальные пылевые вентиляторы среднего давления.

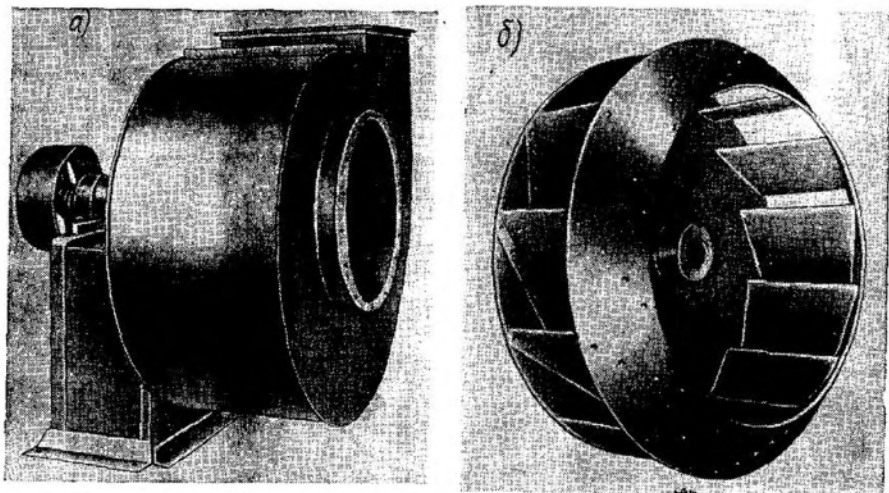


Рис. 19. Центробежный вентилятор серии ВРН

а — общий вид; б — рабочее колесо

Вентиляторы низкого давления применяют для перемещения воздуха, загрязненного газами, или чистого приточного воздуха. Эти вентиляторы могут развить давление или создать разрежение в сети воздуховодов до 100 мм вод. ст. (100 кг/м^2).

Вентиляторы среднего давления развивают давление или создают разрежение до 200 мм вод. ст.

Вентиляторы высокого давления развивают напор до 600 мм вод. ст., применяются как воздуходувки для печей, горнов и т. д.

Вентиляторы пылевые среднего давления применяются для перемещения сильно запыленного воздуха, а также для пневматического транспортирования стружек, опилок, волокон и т. д.

В зависимости от номера центробежные вентиляторы каждого типа и вида различаются по размерам и соответственно по производительности, т. е. по объему воздуха в м^3 , который вентилятор может переместить в течение 1 часа. Производительность вентиля-

тора одного и того же номера зависит от числа оборотов колеса в 1 мин. Она увеличивается с увеличением числа оборотов рабочего колеса.

Для каждого типа вентилятора существует предельное число оборотов и соответствующая окружная скорость, определяемые условиями прочности рабочего колеса и условиями образования шума работающим вентилятором.

Наша промышленность выпускает следующие типы центробежных вентиляторов, получившие наиболее широкое распространение в вентиляционной и отопительной технике (табл. 4).

Таблица 4
Перечень вентиляторов, выпускаемых промышленностью

Серия или тип вентилятора	№ вентилятора	Число лопаток в колесе	Максимально развиваемое давление в кг/м ²	Допускаемые по механической прочности окружные скорости в м/сек
<i>Низкого давления</i>				
ВРН	8; 10; 12; 14; 16	12	100	50
„Сирокко“	3; 5; 6 ¹ / ₂ ; 8; 9 ¹ / ₂ ; 12 ¹ / ₂	48—64	100	30
<i>Среднего давления</i>				
ЭВР и ВР	3—6	24—44	180	35
ВРС	8—10			
	12	36	300	45
Ц9-55	3—5; 10; 12	32	200	45
Ц9-57	3—6; 8; 10; 12; 16	32	200	40—45
„Сирокко“	3—5; 6 ¹ / ₂ ; 8; 9 ¹ / ₂ ; 11; 12 ¹ / ₂	24	200	50
<i>Высокого давления</i>				
ВВД	8; 9 и 11	12	600	85
<i>Вентиляторы пылевые</i>				
ЦАГИ	3—5; 6 ¹ / ₂ ; 8; 9 ¹ / ₂	6	180	55
ЦП	3—5; 6 ¹ / ₂	6	180	55
Ц6-46	4—8	6	230	60
Ц7-40	5; 6; 8	6—8	350	80

Центробежные вентиляторы ВНИИСТО (Всесоюзный научно-исследовательский институт санитарно-технического оборудования) низкого давления серии ВРН выпускаются правого и левого вращения от № 8 до № 16 включительно (рис. 19). Вентиляторы этого типа имеют клепаные колеса с коническими дисками и плоскими лопатками, загнутыми назад. Кожуха делаются поворотными, разъемными и неразъемными, в зависимости от номера вентилятора. Станины литые из чугуна или сварные из стали.

Вентиляторы этой серии применяются для перемещения воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции общественных и промышленных зданий. Наибольшее развиваемое ими давление составляет 100 мм вод. ст.

Центробежные вентиляторы низкого давления типа «Сирокко» изготавливаются от № 3 до № 12½ отдельными ведомствами для собственных нужд с числом лопаток от 44 до 64. В колесе этого типа вентилятора (рис. 20) лопатки соединяются с задним диском и передним кольцом при помощи заклепок.

Для большей прочности и жесткости переднее кольцо с задним диском соединяется 6—8 тягами. Лопатки загнуты вперед по направлению вращения колеса. Диаметр колеса в миллиметрах равен произведению номера вентилятора, умноженному на 100.

Центробежные вентиляторы серии ЭВР — электровентиляторы (рис. 21) среднего давления на одном валу с электродвигателем изготавливаются от № 3 до № 6 и состоят из цельноштампованных колес с лопатками, загнутыми вперед. Эти вентиляторы предназначены для перемещения воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции общественных и промышленных зданий. Наибольшее развиваемое ими давление составляет 180 мм вод. ст.

Центробежные вентиляторы ВНИИСТО среднего давления серий ВР и ВРС правого и левого вращения изготавливаются от № 3 до № 12 включительно (рис. 22). Вентиляторы № 3—6 состоят из цельноштампованного колеса, № 8, 10 и 12 — из клепаного.

Для всех номеров вентиляторов кожухи изготавливаются поворотными. Эти вентиляторы могут быть использованы для перемещения воздуха, содержащего мелкую и сухую пыль, и для перемещения воздуха в системах приточно-вытяжной вентиляции. Наибольшее развиваемое ими давление составляет: 180 мм вод. ст. — для вентиляторов серии ВР и 300 мм — для серии ВРС.

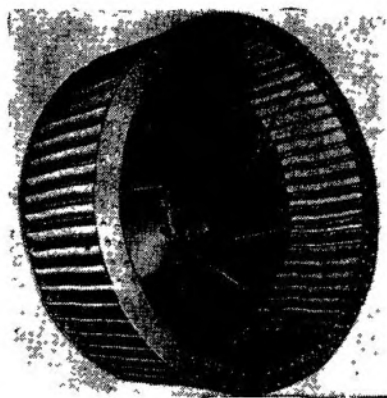


Рис. 20. Колесо вентилятора типа „Сирокко“ низкого давления

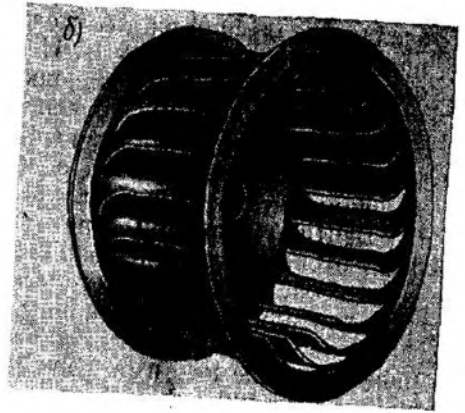
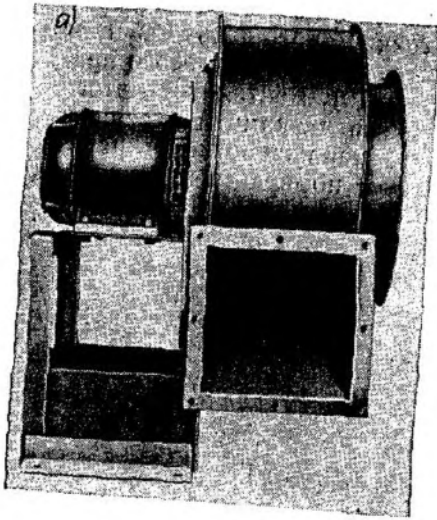


Рис. 21. Центробежный вентилятор серии ЭВР
 а — общий вид; б — рабочее колесо

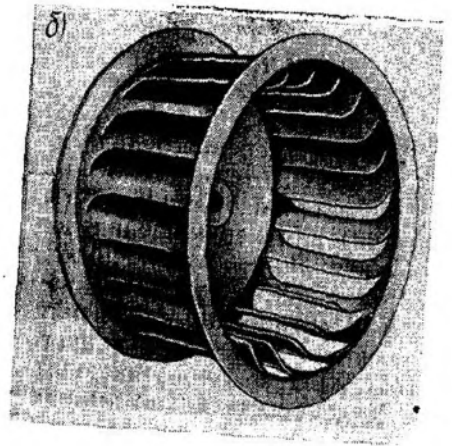
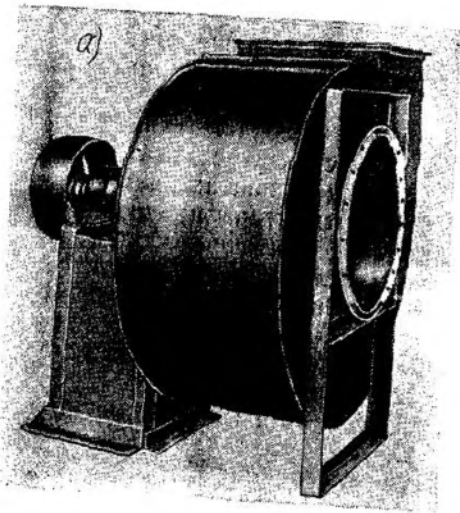


Рис. 22. Центробежные вентиляторы серий ВР и ВРС
 а — общий вид; б — цельноштампованное рабочее колесо № 3—6

Размер диаметра колеса равен номеру вентилятора, умноженному на 100.

Вентиляторы серии Ц9—55 и Ц9—57 предназначаются для перемещения чистого, не засоренного большим количеством твердых

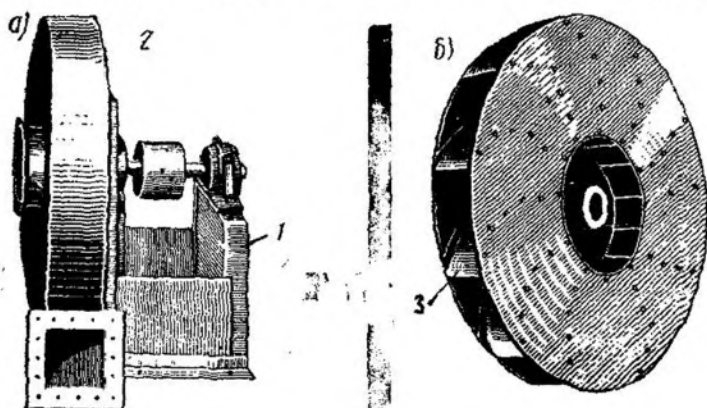


Рис. 23. Центробежный вентилятор ВНИИСТО высокого давления серии ВВД

а — общий вид; б — рабочее колесо; 1 — станнина; 2 — кожух; 3 — лопатки

частиц воздуха с температурой не выше 160° . Наибольшее развиваемое ими давление составляет 200 мм вод. ст.

Колеса вентилятора имеют 28 узких и 4 широких лопатки, загнутые вперед.

Вентиляторы выпускаются со шкивами как для плоских, так и для клиновидных ремней.

Центробежные вентиляторы ВНИИСТО высокого давления серии ВВД (рис. 23) №№ 8, 9 и 11 изготавливаются правого и левого вращения. Колесо имеет загнутые вперед клепаные лопатки в количестве 12 шт. Кожух поворотный. В вентиляторе № 11 кожух разъемный. Вентиляторы этой серии выпускаются на ременной передаче и на одной оси с электродвигателями.

Вентиляторы ВВД применяются для дутья в печи, вагранки, горнах и др.

Диаметр колеса в мм равен произведению номера на 100.

Центробежные пылевые вентиляторы выпускаются следующих типов: ЦАГИ, ЦП, Ц6-46, Ц7-40. Эти вентиляторы состоят из шестилопастных колес с лопатками, загнутыми вперед. Они применя-

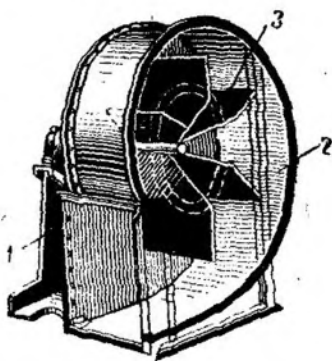


Рис. 24. Центробежный пылевой вентилятор ЦАГИ

1 — станнина; 2 — кожух; 3 — колесо

ются для пневматического транспортирования стружек, опилок, волокна, а также в качестве дымососов в котельных установках.

Центробежные пылевые вентиляторы ЦАГИ (рис. 24) изготовляют № 3—5, 6 $\frac{1}{2}$, 8 и 9 $\frac{1}{2}$.

Эти вентиляторы отличаются от обычных центробежных вентиляторов среднего давления расположением и формой лопаток, меньшим их числом (6 шт. для всех номеров), большим диаметром и большей шириной колеса. Диаметр колеса в миллиметрах равен произведению номера на 134, а ширина — произведению номера на 60.

2. Осевые вентиляторы

Осевой вентилятор (рис. 25) состоит из колеса—штулки 1, к которой прикреплены под некоторым углом лопасти, и цилиндрической обечайки 2 с двумя фланцами 3 по концам ее.

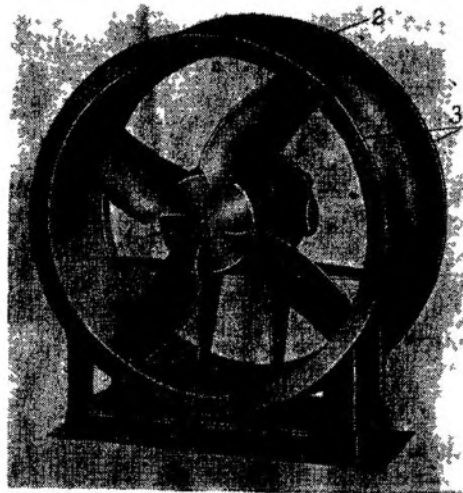


Рис. 25. Осевой вентилятор ЦАГИ серни МЦ

Отличие осевого вентилятора от центробежного заключается в том, что засасываемый при вращении колеса поток воздуха не меняет своего направления, а выбрасывается параллельно оси вентилятора.

Осевые вентиляторы делятся на **нереверсивные** и **реверсивные**.

Нереверсивные осевые вентиляторы имеют от 4 до 12 **неподвижных** лопастей неодинаковой по вертикальной оси формы.

Вращение колеса **нереверсивных** вентиляторов должно происходить только в направлении **вогнутой** лопастей; при обратном направлении вращения вентилятор почти не будет перемещать воздух.

Реверсивные многолопастные осевые вентиляторы имеют поворотные лопасти одинаковой в радиальном направлении формы.

Изменяя угол поворота лопастей, можно изменить давление и производительность вентилятора.

В реверсивных вентиляторах, благодаря специальной форме подвижных лопастей производительность не зависит от направления вращения колеса.

Осевые вентиляторы обычно монтируют на одной оси с электродвигателями, но они могут иметь и ременную передачу.

Осевые вентиляторы применяются для преодоления небольших сопротивлений сети — до 25—35 мм вод. ст.

Для преодоления большого сопротивления сети необходимо увеличить число оборотов вентилятора, что повлечет за собой увеличение шума. Поэтому осевые вентиляторы применяются в вентиляционных установках с короткой сетью воздухопроводов или при отсутствии воздухопроводов. Применение эти вентиляторы имеют в отопительно-вентиляционных агрегатах.

При установке вентилятора в воздуховоде величину зазора между обечайкой или воздухопроводом и кромкой лопастей вентилятора следует допускать не более 0,01 диаметра вентилятора. При увеличении зазора развиваемое вентилятором давление и количество подаваемого воздуха резко снижаются.

Нашей промышленностью в настоящее время выпускаются следующие типы осевых вентиляторов (см. табл. 5),

Таблица 5

Перечень осевых вентиляторов, выпускаемых промышленностью

Серия или тип вентилятора	№ вентилятора	Число лопастей в колесе	Максимальное развиваемое давление в кг м ²	Допускаемые по механической прочности окружные скорости в м/сек
МЦ	4—8; 10, 12	4	35	60
Д	3—7	4	25	60
У-6 и У-12	12; 16; 20	6 и 12	15—40	80

Осевые четырехлопастные вентиляторы МЦ предназначены для приточно-вытяжной вентиляции и укомплектования отопительно-вентиляционных агрегатов. Эти вентиляторы правого вращения.

Осевые вентиляторы серии Д изготавливаются с клапанной коробкой, в которую вмонтирован вентилятор с электродвигателем. К клапанной коробке устраивается привод, который служит для открывания клапана.

Вентиляторы серий У-6 и У-12 изготавливают 6-лопастные и 12-лопастные, № 12, 16 и 20, имеют поворотные лопасти и применяются для работы на чистом и запыленном воздухе, преимущественно на текстильных предприятиях.

Электродвигатели соединяются с вентилятором на плоской ременной или клиноременной передачах.

ГЛАВА V

ДЕТАЛИ УСТРОЙСТВА СЕТИ ВОЗДУХОВОДОВ

1. Воздуховоды

Перемещение воздуха от заборного отверстия к рабочим помещениям и распределение его по помещениям в приточных системах, а также удаление воздуха от места отсоса до места выпуска в ат-

мосферу в вытяжных системах производятся по каналам и воздуховодам.

Каналы и воздуховоды по своему устройству делятся на две группы:

1) каналы, связанные со строительными конструкциями здания, устраиваемые в стенах, в междуэтажных перекрытиях, под полом и т. д.;

2) каналы и воздуховоды, не связанные со строительными конструкциями здания.

В общественно-коммунальных и жилых зданиях воздух перемещается по каналам или по коробам, изготовленным из шлакогипсовых или шлакобетонных плит, кирпича, асбестоцементных труб.

В отдельных случаях в общественно-коммунальных зданиях воздуховоды вентиляционных систем изготавливаются из кровельной стали.

В промышленной вентиляции наибольшее применение имеют металлические воздуховоды, изготавливаемые как из черной кровельной и оцинкованной, так и из тонколистовой стали толщиной до 2 мм

В производственных помещениях, где вредностями производства являются пары кислот и иные агрессивные выделения, воздуховоды могут изготавливаться из более стойкого в отношении этих вредностей и выделений материала, например, асбестоцементных труб, винилпласта и некоторых других материалов.

Для перемещения воздуха по воздуховодам необходима затрата энергии.

Энергия расходуется на преодоление сопротивлений, возникающих при движении воздуха от трения его о внутреннюю поверхность стенки воздуховода и местных сопротивлений при изменении направления движения воздуха, при поворотах, на разветвлениях, при переходе с одного сечения на другое, в местах выпуска и забора воздуха и т. д.

Первый вид сопротивления — сопротивление трению — зависит от шероховатости внутренней поверхности стенок, длины воздуховода, его периметра и от скорости движения воздуха в воздуховоде. Сопротивление трению увеличивается с увеличением шероховатости, длины воздуховода и скорости движения воздуха.

По форме сечения воздуховоды бывают круглые и прямоугольные. Круглое сечение — наиболее выгодное, так как круг имеет наименьший периметр по сравнению со всеми другими фигурами — прямоугольником, квадратом и т. д. — при одной и той же площади поперечного сечения. На участках сети, где проходит небольшой объем воздуха, скорости принимаются небольшие, постепенно увеличивающиеся к вентилятору. Обычно скорости движения воздуха принимают: от 6 до 10 м/сек — на ближайших к вентилятору участках, от 4 до 6 м/сек — на более удаленных от вентилятора участках сети при перемещении чистого воздуха и от 12 до 18 м/сек — при перемещении запыленного воздуха.

Сеть воздухопроводов состоит из прямых участков и фасонных частей (рис. 26); отводов *а*, служащих для изменения направления воздухопроводов, уток *б*, применяемых при отпуске или обходе балок,

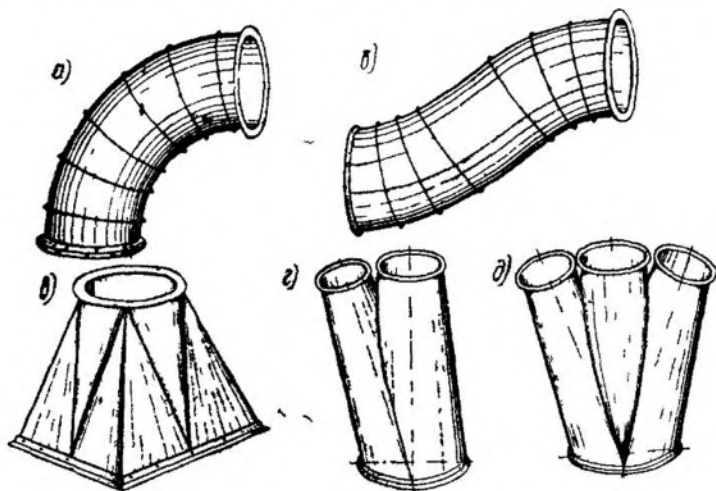


Рис. 26. Фасонные части линии воздухопроводов
а — отвод, *б* — утка, *в* — переход, *г* — тройник, *д* — крестовина

колонн и т. д., переходов *е*, позволяющих изменять сечения воздухопроводов, тройников *г* и крестовин *д*, служащих для разветвления сети воздухопроводов.

Второй вид сопротивлений перемещению воздуха местные сопротивления. Они зависят от вида и размеров формы фасонных частей, от устройства выпусков и приемников и формы запорных и регулирующих приспособлений, устанавливаемых на линии воздухопроводов. Чем плавнее фасонная часть, тем меньше потери напора от влияния местных сопротивлений, и наоборот

На рис 27 показаны

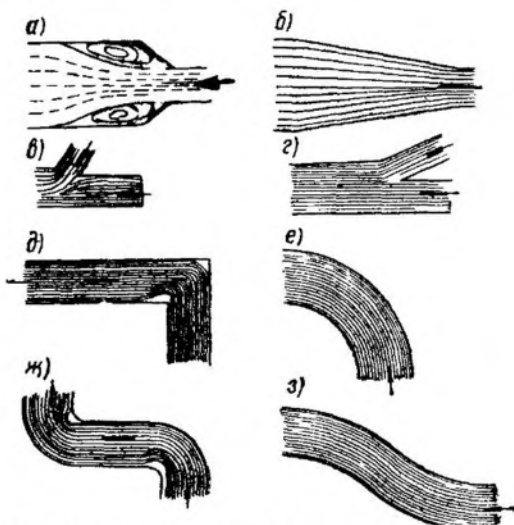


Рис. 27 Схемы движения воздуха в фасонных частях

а — в переходе при резком расширении, *б* — в переходе при плавном расширении, *в* — в тройнике с крутым ответвлением, *г* — в тройнике с плавным ответвлением, *д* — в отводе при прямом изгибе, *е* — в отводе при плавном изгибе, *ж* — в утке при резком смещении воздухопроводов, *з* — в утке при плавном смещении воздухопроводов

схемы движения воздуха в фасонных частях при резком и плавном изменении потока воздуха.

При преодолении трения и местных сопротивлений в сети воздухопроводов происходит потеря давления — давления, развиваемого вентилятором.

Объем перемещаемого воздуха должен соответствовать принятому в расчете. Для этого необходимо, чтобы давление, развиваемое вентилятором, равнялось общей потере давления в вентиляционной установке.

Производительность и создаваемое вентилятором давление зависят от числа оборотов рабочего колеса, поэтому в каждом случае подбирается соответствующее число оборотов вентилятора.

В системах промышленной вентиляции преимущественно применяют воздухопроводы круглого сечения. Воздуховоды прямоугольного сечения применяют в тех случаях, когда они лучше размещаются в строительных конструкциях и занимают меньше места, чем воздухопроводы круглого сечения.

2. Регулирующие и выключающие устройства

Для регулирования количества воздуха, перемещаемого по магистральным участкам сети воздухопроводов и по ответвлениям, а также для выключения отдельных участков сети, у вентилятора и

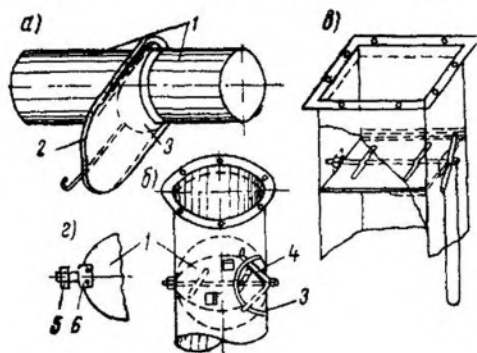


Рис. 28. Шибер и дроссель-клапан

а — шибер; б — дроссель-клапан круглого сечения;
в — тоже, прямоугольного сечения; г — полуось

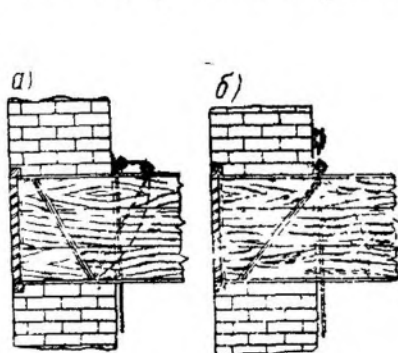


Рис. 29. Типы клапанов

а — откидной, открывающийся вверх;
б — откидной, открывающийся вниз

других устройств устанавливают выключающие и регулирующие приспособления.

Наиболее употребительными из них являются: шиберы, дроссель-клапаны, движки и диафрагмы.

Шиберы (рис. 28,а) состоят из двух патрубков 1, кармана 2 и задвижки 3, которая, перемещаясь по карману, может перекрывать полностью или частично сечение воздуховода.

Дроссель-клапан (рис. 28,б и в) состоит из полотна 1, вращающегося в воздуховоде на оси 2 или двух полуосях. Повора-

живая полотно *1*, можно регулировать подачу воздуха через дроссель-клапан или совершенно прекращать ее.

Установка полотна дроссель-клапана в определенном положении производится посредством специального крепления, состоящего из сектора *3* и ручки *4*, укрепленной на конце оси.

Полуось (рис. 28, *г*) состоит из стержня *5* с нарезкой на одном конце для гайки и приваренной скобы *6* на другом конце для присоединения полуоси при помощи болтов к полотну *1*.

Полотна бывают утепленные и неутепленные. На рис. 28 показан дроссель-клапан с неутепленным полотном.

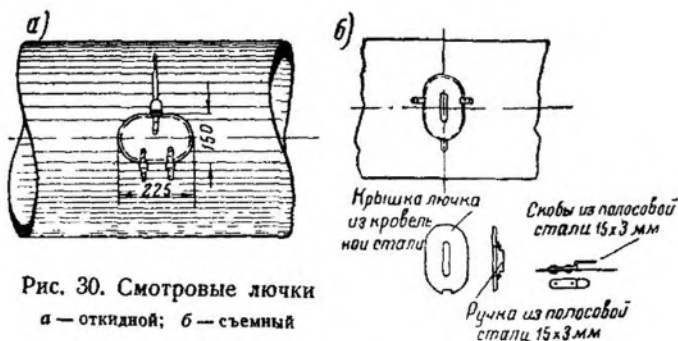


Рис. 30. Смотровые лючки
а — откидной; б — съемный

Шиберы и дроссель-клапаны могут быть прямоугольного сечения (рис. 28, *в*). Кроме того, существуют различные типы откидных клапанов, которые обычно устанавливают у заборных отверстий (рис. 29) приточных камер.

В системах вентиляции, служащих для перемещения запыленного воздуха, на воздуховодах, вблизи фасонных частей, устраивают смотровые отверстия, закрываемые лючками (рис. 30). В случае необходимости через эти лючки производится очистка воздуховодов от пыли.

3. Устройства для забора и выпуска воздуха

Для выпуска в помещение приточного и для забора отсасываемого воздуха каналы и ответвления воздуховодов снабжаются разнообразными устройствами.

На отверстиях для забора наружного воздуха устанавливают неподвижные жалюзийные решетки (рис. 31, *а*), которые состоят из рамы с перегородками и перьев из полосовой стали, устанавливаемых наклонно под углом 45° . Жалюзийная решетка препятствует попаданию в отверстие снега и дождя, а также посторонних предметов. Внутри помещений на воздуховодах и каналах часто устанавливают подвижные жалюзийные решетки (рис. 31, *б*). Эти жалюзи дают возможность регулировать количество поступающего или отсасываемого через отверстие воздуха и, кроме того, придают устройству лучший внешний вид.

На металлических воздуховодах устраиваются отверстия с движками разных устройств (рис. 32, а—в). На рис. 32, г изображено отверстие, закрытое сеткой с внутренним движком, которое от-

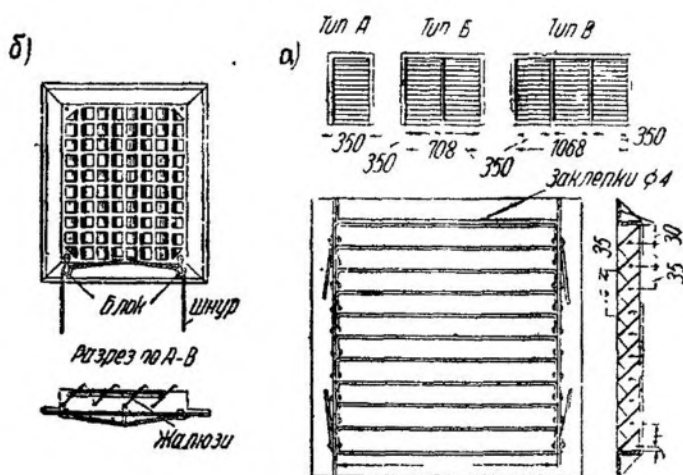


Рис. 31. Жалюзийные решетки

а — подвижные, б — неподвижные

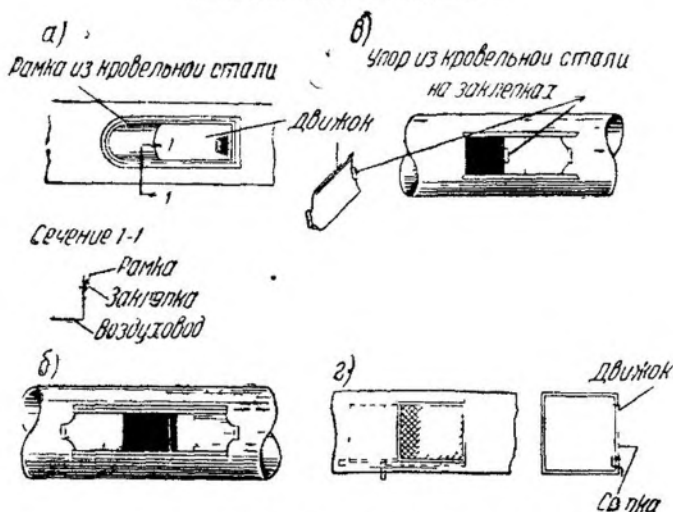


Рис. 32. Движки

а — с рамкой на защелках, б — разрезной, в — с рейкой на лапках; г — с сеткой для прямоугольного воздуховода

крывается посредством рукоятки, выступающей из прорези в стенке воздуховода. Такие устройства применяются преимущественно для выпуска или забора воздуха из верхней зоны.

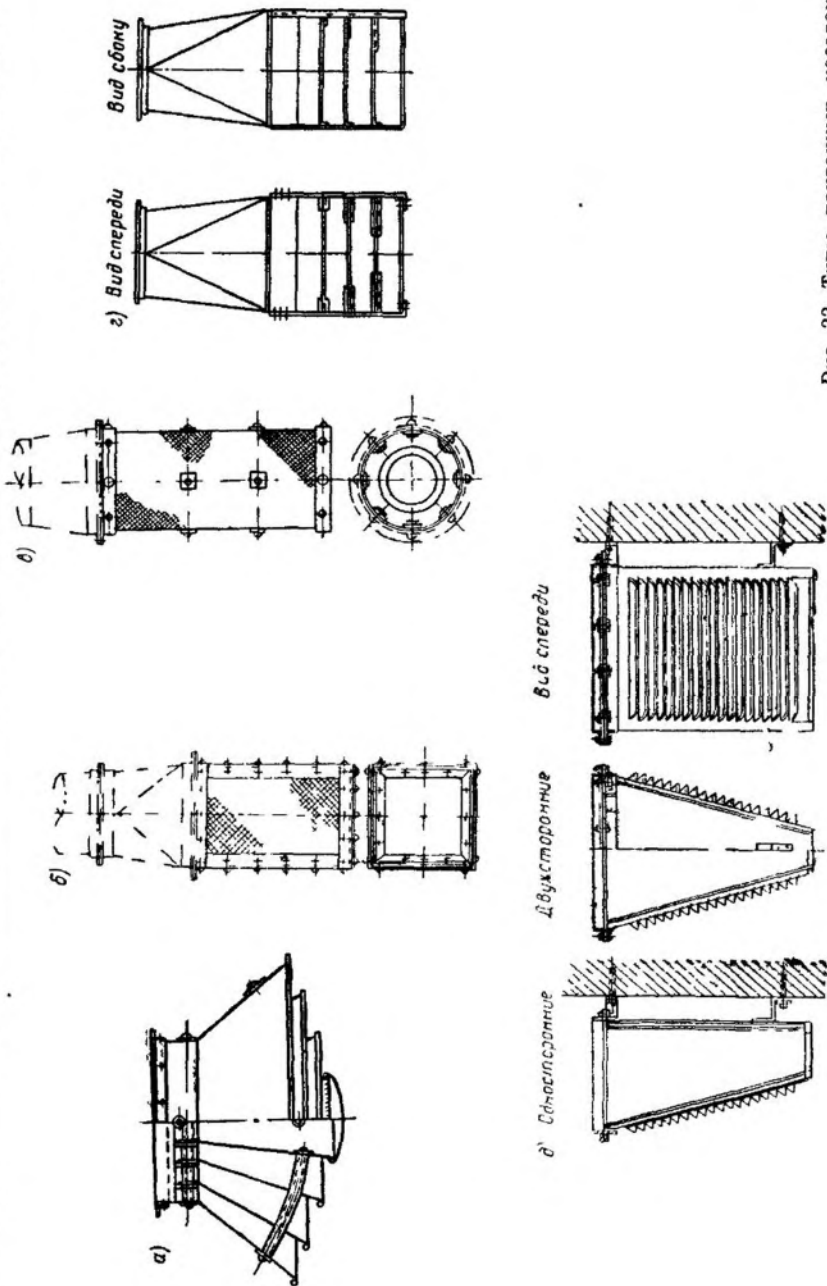


Рис. 33. Типы приточных насадок

Для выпуска воздуха в среднюю или нижнюю зоны помещений применяют разного рода насадки, присоединяемые к вертикальным опускам от сети воздухопроводов.

При помощи насадок можно обеспечить вертикальную, горизонтальную или наклонную подачу струй воздуха одновременно в одну, две или три стороны.

Насадки обычно устанавливаются у стен или колонн.

На рис. 33 показаны трехдиффузорный насадок для равномерной раздачи воздуха сверху вниз с незначительной скоростью (а),

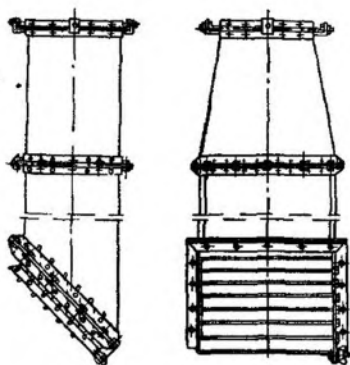


Рис. 34. Душирующий патрубок конструкции В. В. Батурина

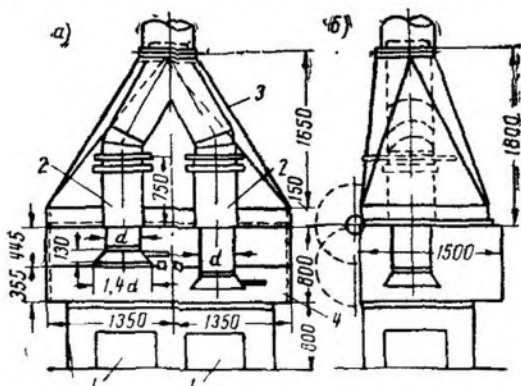


Рис. 35. Зонт для кузнечных горнов конструкции МИОТ (Московского института охраны труда)

а — вид спереди, б — вид сбоку; 1 — горн; 2 — труба над горном; 3 — зонт; 4 — фартук зонта

сетчатый трехсторонний насадок для подачи воздуха горизонтальной струей (б), цилиндрический приточный насадок (в), трехсторонний насадок с полками для подачи рассеянного потока воздуха в нижнюю зону (г), конусные насадки с неподвижными жалюзи (д).

Большое распространение имеют душирующие патрубки для направления подачи воздуха на рабочие места в душирующих установках конструкции В. В. Батурина (рис. 34). На выпускном отверстии этого насадка установлены стальные или деревянные профилированные лопатки, укрепленные на общем стержне. Лопатки можно поворачивать и этим изменять направление выпуска воздуха. Весь патрубок может поворачиваться вокруг своей вертикальной оси, что достигается установкой поворотного фланца.

Для удаления пыли, газов и других вредностей у мест их образования применяют местные отсосы. Местные отсосы бывают открытого, полукрытого и закрытого типов.

К отсосам открытого типа относятся типы, которые не закрывают место образования вредностей, а располагаются рядом с ним и улавливают вредности путем засасывания их в приемное устройство, соединенное с воздухопроводом вытяжной вентиляции.

Наиболее простыми и распространенными видами открытых местных отсосов являются зонты (рис. 35), применяемые для улавливания вредных выделений — газов и дыма, которые легче окружающего воздуха и устанавливаются над горнами, у проемов печей, над ваннами с паровыделением и пр.

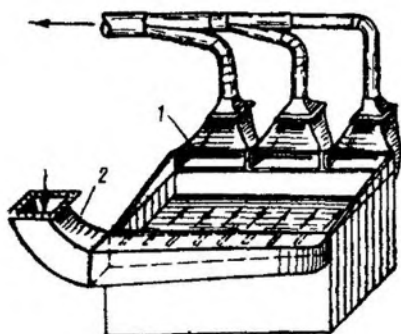


Рис. 36. Бортовой отсос
1 — бортовой отсос, 2 — слувка

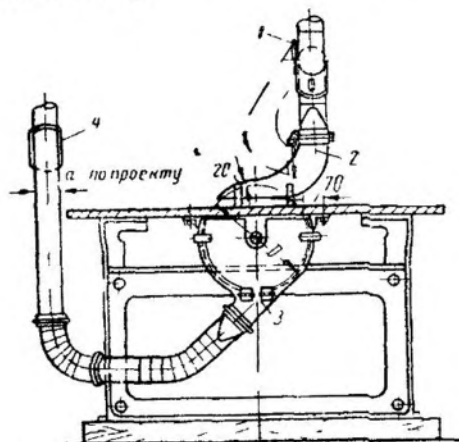


Рис 37 Местный отсос от дисковой пилы

1 — воздуховод, 2 — верхний отсос, 3 — нижний отсос, 4 — шибер.

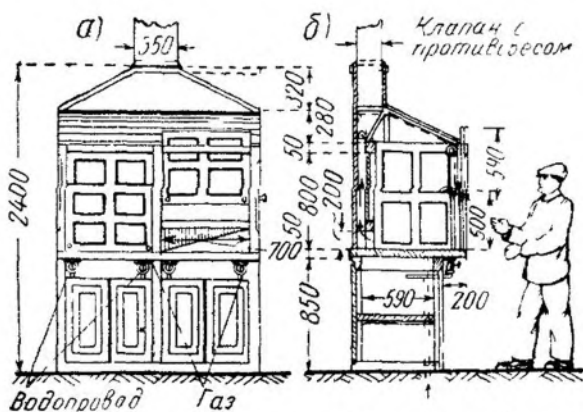


Рис. 38. Вытяжной лабораторный химический шкаф
а — вид спереди; б — вид сбоку

К открытым местным отсосам относятся также бортовые отсосы, чаще всего устанавливаемые у гальванических ванн. Бортовые отсосы могут быть различных конструкций — односторонние и двусторонние.

На рис. 36 показан односторонний бортовой отсос 1 со слувкой 2. Из щелевидного отверстия выпускается плоская струя воз-

духа, сдувающая газы и пары с поверхности ванны к бортовому отсосу.

К отсосам полукрытого типа относятся отсосы, которые частично закрывают место образования вредностей у оборудования. К таким устройствам можно отнести отсосы от наждачных и деревообделочных станков, от полировочных кругов и т. д.

На рис. 37 показан местный отсос от дисковой пилы.

К закрытым отсосам относятся такие отсосы, которые открываются периодически, например, вытяжной лабораторный химический шкаф (рис. 38).

ГЛАВА VI

ОЧИСТКА ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

1. Назначение и виды очистки

Одним из важнейших видов обработки воздуха является очистка его от пыли.

Особенное значение имеет очистка воздуха в промышленных предприятиях, в которых загрязнение воздуха пылью связано, главным образом, с технологическим процессом, например, при обдирке и шлифовке металлических изделий, в литейных, при трепке льна и хлопка и т. д.

Пыль крайне вредна для организма человека. Кроме того, пыль способствует быстрому изнашиванию трущихся частей механизмов. Пыль бывает опасна в пожарном отношении, а некоторые виды ее взрывоопасны. Например, тонкая пыль сахара, крахмала, угля при зажигании взрывается.

Поэтому при перемещении воздуха с примесью огнеопасных или взрывоопасных веществ (бензина, бензола, взрывоопасной пыли и т. п.) применяются вентиляторы взрывобезопасной конструкции, у которых рабочее колесо или кожух выполняются из цветного металла.

Очистка воздуха от пыли производится в следующих случаях:

- 1) когда наружный приточный воздух загрязнен пылью и не может быть введен без очистки в помещение;
- 2) когда удаляемый из помещения воздух от вытяжной вентиляции содержит большое количество пыли и может загрязнить ею окружающую местность и атмосферу;
- 3) когда извлекаемая местными отсосами пыль является ценным продуктом и может быть использована для производства, например, мучная и сахарная пыль, пыль различных красителей и т. д.

Очистку воздуха от пыли разделяют на грубую, среднюю и тонкую.

Грубую очистку применяют как первоначальную ступень очистки для удаления наиболее крупных частиц, например, грубых

волокон, минеральных частиц и т. д., грубая очистка облегчает дальнейшую очистку воздуха.

Среднюю очистку применяют в том случае, когда удаляемый в атмосферу воздух содержит значительное количество мелкой пыли.

Тонкую очистку применяют обычно для обработки приточного воздуха, очистки воздуха, используемого для рециркуляции, а также для улавливания ценной пыли. Очистка воздуха от пыли производится сухим и мокрым способами. Ниже приводится описание наиболее часто применяемых устройств для очистки воздуха от пыли.

2. Пылеосадочные камеры

Наиболее простым устройством для грубой сухой очистки воздуха от пыли является пылеосадочная камера, различные типы которой показаны на рис. 39.

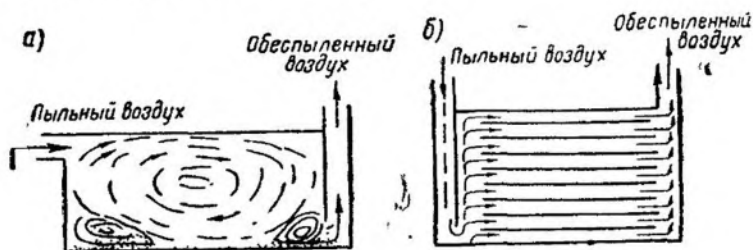


Рис. 39. Пылеосадочные камеры
а — простая; б — полная

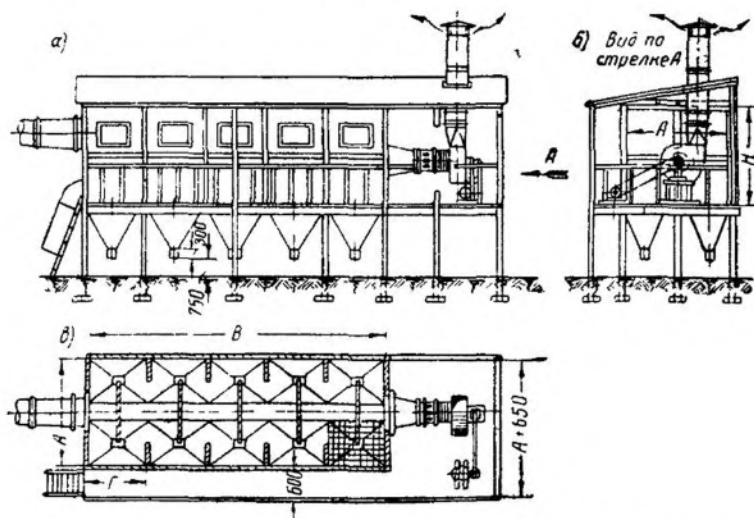


Рис. 40. Пылеосадочная лабиринтная камера конструкции В. В. Батурина

а — вид спереди; б — вид сбоку; в — план

Действие пылесадочной камеры основано на резком изменении скорости движения воздуха. Воздух, движущийся по воздухо-воду с большой скоростью, попадая в пылесадочную камеру большого сечения, теряет скорость до 0,05—0,1 м/сек. Вследствие этого в камере под действием силы тяжести происходит выпадение частиц пыли из потока воздуха. Более крупная и тяжелая пыль оседает на дно камеры, откуда затем удаляется.

Более мелкие частицы пыли выносятся из камеры вместе с выходящей струей воздуха.

Пылесадочные камеры должны иметь очень большой объем и требуют для размещения больших помещений. В то же время степень очистки воздуха в них не превышает 80%. Поэтому они не имеют широкого распространения, несмотря на простоту эксплуатации и долговечность.

Пылесадочные камеры применяются в текстильной промышленности, на предприятиях строительных материалов и т. д. Более совершенной является лабиринтная камера В. В. Батурина (рис. 40), где степень очистки доходит до 85—95%.

3. Циклоны

Циклоном называется центробежный пылеотделитель. Он служит для грубой очистки воздуха от пыли, а будучи спарен с фильтрами может быть использован и для средней и тонкой очистки. Отделение пыли происходит под влиянием центробежной силы, возникающей при вращении воздушного потока в специальном устройстве. Чем больше скорость воздуха в подводящем патрубке циклона, тем выше его производительность. Обычно скорость воздуха в подводящем патрубке принимается от 15 до 23 м/сек.

Широко распространены циклоны ЛИОТ (рис. 41) Ленинградского института охраны труда, предназначенные для грубой и средней очистки воздуха от сухой промышленной неволокнистой пыли. Эти циклоны могут работать на нагнетание и на всасывание.

Циклон состоит из наружного цилиндра 1 с нижним конусом 2, имеющим внизу отверстие для сброса пыли, внутреннего цилиндра 3, выхлопной трубы 4 с зонтом 5 и входного патрубка 6. В циклоне ЛИОТ запыленный воздух с большой скоростью входит через патрубок 6, по касательной в кольцевое пространство между наружным и внутренним цилиндрами и получает винтообразное вращательное движение. Продолжая свое движение вниз по спирали, очищенный воздух выходит затем наружу через внутренний цилиндр и выхлопную трубу. Под действием центробежной силы частицы пыли отлетают к стенке наружного цилиндра, ударяясь об стенку, теряют свою скорость и, падая вниз, скапливаются в конусе циклона 2, откуда удаляются через патрубок 7 в сборник пыли, устанавливаемый внизу. Во внутренней конусной части циклона имеется затвор 8 в виде опрокинутого конуса, который служит для регулирования давления внутри циклона. Затвор при помощи троса, выведенного наружу, может подниматься и опускаться.

ся. Циклоны ЛИОТ изготовляют из листовой стали. Размеры циклонов ЛИОТ приведены в табл. 6.

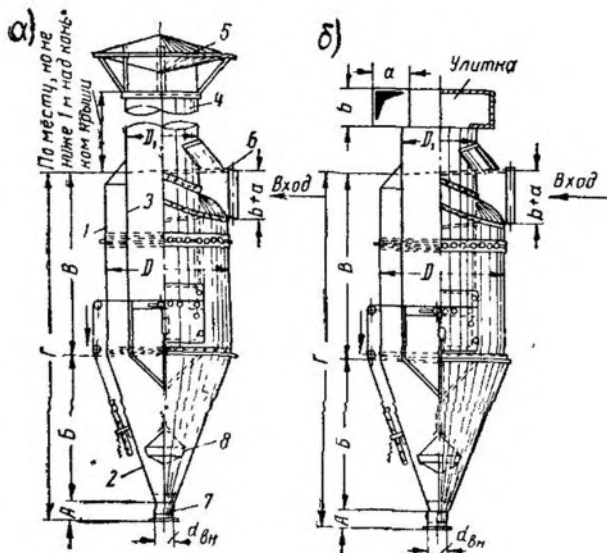


Рис. 41. Циклоны ЛИОТ

а — модели А без улитки, б — модели Б с улиткой

Таблица 6

Таблица размеров циклонов ЛИОТ

№ циклона	D	D ₁	d _{вн}	A	Б	В	Г	d ₁	K	a	б	Вес в кг
1	555	325	70	100	605	845	1 550	170	29	115	200	88
2	780	460	100	100	940	1 175	2 215	245	40	160	280	154
3	965	565	125	100	1 100	1 470	2 670	300	50	200	350	228
4	1 100	650	145	110	1 330	1 680	3 120	345	58	230	400	330
5	1 250	730	165	130	1 490	1 910	3 530	385	63	260	455	390
6	1 325	775	175	140	1 580	2 010	3 730	410	70	275	480	448
7	1 440	840	190	150	1 720	2 210	4 080	445	75	300	525	517
8	1 610	940	215	160	1 925	2 450	4 535	495	84	335	585	708
9	1 810	1 090	230	170	2 100	2 650	4 920	545	90	360	630	840
10	1 880	1 110	245	180	2 250	2 830	5 260	585	98	385	675	915

Степень очистки воздуха от пыли циклонами ЛИОТ практически составляет от 80 до 85%.

Кроме циклона ЛИОТ, существуют и другие конструкции циклонов, например, цилиндрические, бочкообразные и др., предназначенные для улавливания древесных отходов.

Для очистки воздуха от мелкой сухой пыли, дымовых газов, золы и пыли применяются батарейные циклоны. Батарейные циклоны состоят из отдельных маленьких циклончиков диаметром 150 и 250 мм. Количество отдельных элементов в батарее составляет не более 120 шт. При большем числе элементов устанавливаются две или несколько батарей параллельно.

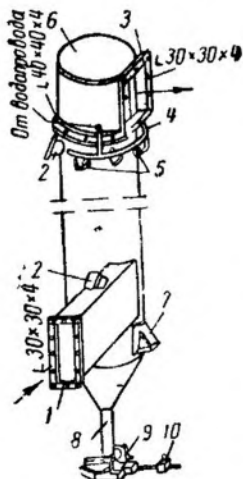


Рис. 42. Циклоны с водяной пленкой (скрубберы) Промстройпроекта

- 1 — входное отверстие;
2 — смотровое окно;
3 — выходное отверстие; 4 — кольцо;
5 — форсунка;
6 — улитка, 7 — кронштейн;
8 — выпускной патрубок; 9 — мигалка;
10 — груз

Степень очистки воздуха от пыли в этих циклонах достигает 70—87%. Циклоны (скрубберы) с водяной пленкой (рис. 42) применяются в вытяжных системах для средней и тонкой очистки воздуха от сухой и влажной пыли со степенью очистки воздуха до 98%.

Отделение пыли в циклоне происходит под действием центробежной силы и благодаря смыванию водяной пленкой пыли, прижатой к внутренней поверхности циклона.

Циклон с водяной пленкой может применяться: а) в качестве первой ступени очистки для вытяжной системы от дробильно-сортировочного и других отделений в литейных цехах; б) в качестве второй ступени очистки для вытяжных систем воздуха с большим начальным содержанием пыли.

Скорости воздуха во входном отверстии патрубка циклона принимают в пределах 17—23 м/сек.

Входной и отводящий патрубки циклона могут располагаться под любым углом друг к другу, что достигается поворотом патрубков на фланцевом соединении 4.

Кроме указанного на рисунке скруббера типа ВТИ—ПСП, применяются также циклоны ЛИОТ с водяной пленкой.

4. Инерционные пылеотделители

Вместо циклонов применяют инерционные пылеотделители (рис. 43). Инерционные пылеотделители предназначаются для средней и грубой очистки воздуха от сухой пыли. Инерционный пылеотделитель имеет вид усеченного конуса, составленного из отдельных элементов — колец 1, стягиваемых четырьмя направляющими ребрами 2. Между кольцами при сборке фильтра остаются узкие щели 3. Запыленный воздух под давлением вентилятора направляется от уширенного основания 4 к суженной вершине конуса 5.

Принцип действия пылеотделителя основан на силе инерции. Благодаря силе инерции пылинки, несомые воздухом, ударяясь о стенки конусов, стремятся сохранить свое прямолинейное движение. Поэтому основная масса пыли, содержащая не более чем

5—7% воздуха, собираясь в главный поток, выбрасывается через отверстие 5 вершины конуса в установленный промежуточный пылеотделитель — циклончик.

Основная масса очищенного от пыли воздуха выходит через щели 3.

5. Сухие пористые фильтры

Для более полной очистки воздуха от пыли (85—95%) применяются сухие рамочные фильтры, где фильтрующим элементом является тканевый или сетчатый материал, натянутый на рамы.

Шпагатные фильтры предназначены для средней очистки воздуха от промышленной сухой пыли. Фильтрующим слоем являются пучки ворсистого шпагата в 12—16 нитей толщиной 3—5 мм, через которые пропускают пыльный воздух. Степень очистки воздуха достигает 90%.

Бумажные фильтры являются более совершенными фильтрами, они применяются для очистки малозапыленного наружного или рециркуляционного воздуха. Фильтры состояются из отдельных ячеек клиновидной формы. В качестве фильтрующего слоя используется натянутая на волнистую сетку специальная, очень тонкая фильтрующая бумага — шелковка. Такие фильтры обеспечивают высокую степень очистки (84—96%).

Более совершенными являются рукавные самоочищающиеся матерчатые фильтры марки МФУ. Рукавные фильтры указанного типа предназначены для средней и тонкой очистки воздуха от промышленной мелкой сухой пыли.

Они применяются при рециркуляции воздуха, а также там, где пыль представляет ценность и может быть использована (в мукомольном производстве, на чаеразвесочных фабриках и пр.).

Материал рукавов — сукно или хлопчатобумажная фланель. Степень очистки достигает 99%. Фильтр состоит из разборного металлического шкафа, разделенного вертикальными перегородками на отдельные секции. В каждой секции по 8 матерчатых рукавов.

Существует также матерчатый фильтр ДИЗ-3, который соединяет в себе две конструкции — циклон ЛИОТ и матерчатый фильтр ДИЗ. Этот фильтр применяется для очистки воздуха от сухой неволокнистой пыли при температуре воздуха до 80°.

Степень очистки воздуха от пыли фильтром ДИЗ-3 достигает 99%.

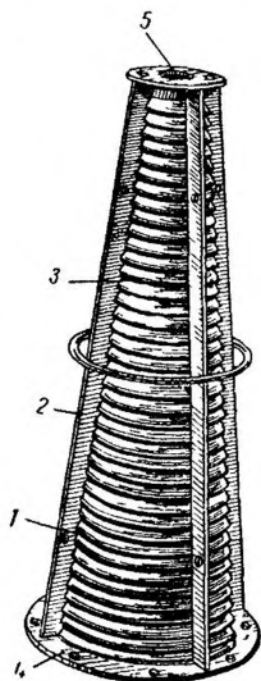


Рис. 43. Инерционный пылеотделитель

6. Мокрые пористые фильтры

Мокрая очистка воздуха производится путем пропускания его через смачиваемые водой фильтры или путем промывки в особых промывных камерах.

Камерные смачиваемые фильтры бывают гравийные или коксовые. Фильтр представляет собой камеру, в которой расположено по высоте несколько ящиков с дырчатыми днищами. В этих ящиках находится слой гравия или кокса. Над слоем гравия помещаются трубки с форсунками, которые орошают гравий водой. Пыльный воздух проходит через гравийный слой снизу вверх, и пыль, соприкасаясь со смоченной поверхностью гравия, осажается на ней, а затем смывается водой, которая отводится в канализацию или отстойник. Степень очистки воздуха 95—98%.

7. Масляные фильтры

Кроме мокрой очистки воздуха, в орошаемых фильтрах широко применяется очистка воздуха в фильтрах, смоченных минеральным маслом, — масляных фильтрах — ячейковых с на-

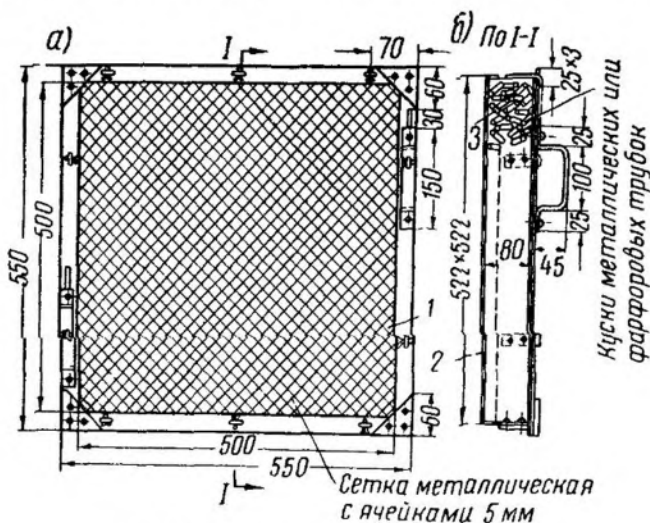


Рис. 44. Масляные ячейковые фильтры

а — вид спереди; б — разрез

садкой из колец, сетчатых конструкции инж. Е. В. Рекка и самоочищающихся (панельных).

Масляные ячейковые фильтры (рис. 44) предназначены для тонкой очистки и применяются при очистке наружного воздуха. Ячейка фильтра представляет собой металлическую коробку размером 500×500 мм с сетчатыми крышками. Одним из за-