**Ф.И. Грингауз**

# Слесарь-жестянщик по промышленной вентиляции

**Москва**
**«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
Ф11

**Ф.И. Грингауз**
Ф11 Слесарь-жестянщик по промышленной вентиляции / Ф.И. Грингауз – М.: Книга по Требованию, 2023. – 260 с.

**ISBN 978-5-458-31564-7**

Задача настоящей книги состоит в том, чтобы 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.

**ISBN 978-5-458-31564-7**

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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

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

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

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

Серия Книжный Ренессанс
www.samizday.ru/reprint

состав воздуха ухудшается вследствие повышения его температуры, влажности, содержания 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 вентиля-

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 допускаемого 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 тепловой напор больше.

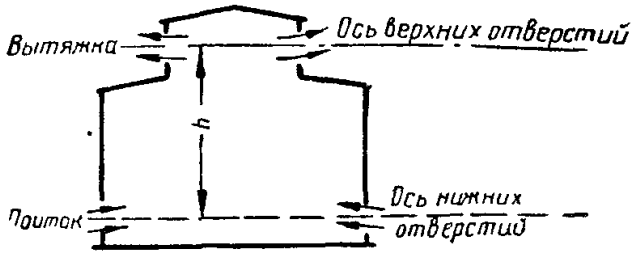


Рис. 1. Естественная вентиляция здания под действием теплового напора

Источниками нагревания 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.

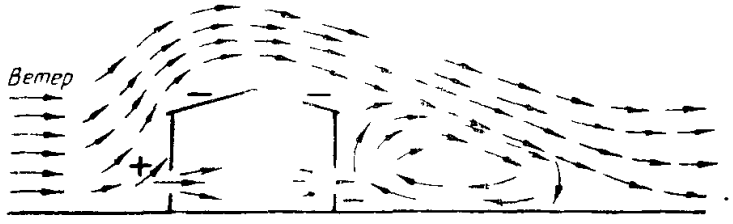


Рис. 2. Естественная вентиляция здания под действием ветрового напора

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 $м^3$, а количество подаваемого свежего воздуха в помещении в течение 1 часа составило 5 000 $м^3$, 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 *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 $t = \pm 0°$ на уровне моря она равняется 760 *мм* ртутного столба. Физическая атмосфера может быть выражена также высотой водяного столба в 10 333 *мм*. Давление физической атмосферы = 10 333 $кг/м^2$ или 1,0333 $кг/см^2$.

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

Давление столба воды высотой 10 000 *мм* (10 *м*) на основание площадью 1 $м^2$ равняется 10 000 $кг/м^2$, 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. Эта трубка укрепляется на деревянной дощечке, имеющей шкалу с делениями. До начала измерения жидкость в обоих коленах стоит на одном уровне.

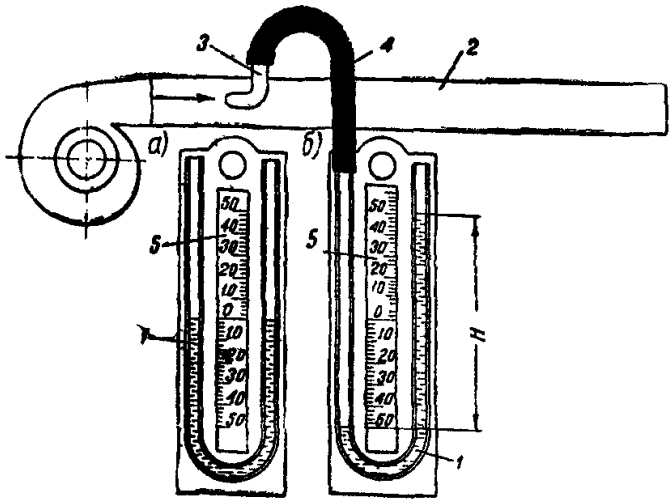


Рис. 3. Жидкостный манометр

*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 коленах манометра

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

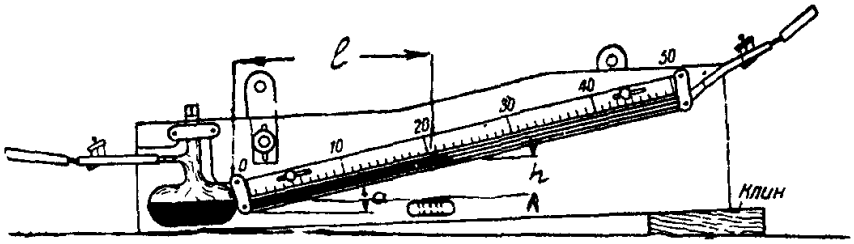


Рис. 4. Микроманометр Крелля

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 $\alpha$. 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 воздуховодов, 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**.

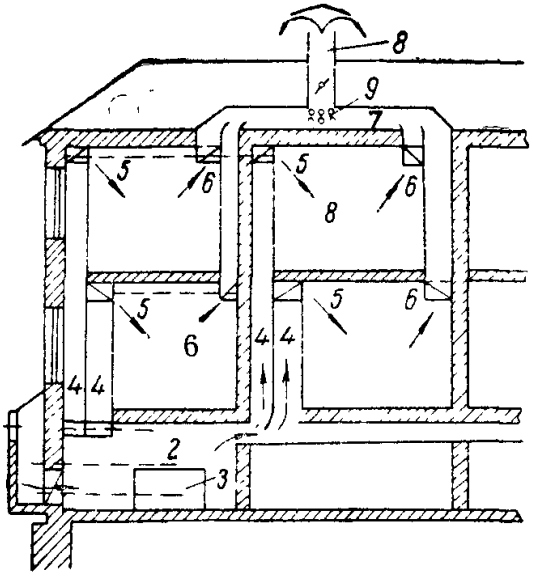


Рис. 5. Схема гравитационной приточно-вытяжной вентиляции

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*. 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.

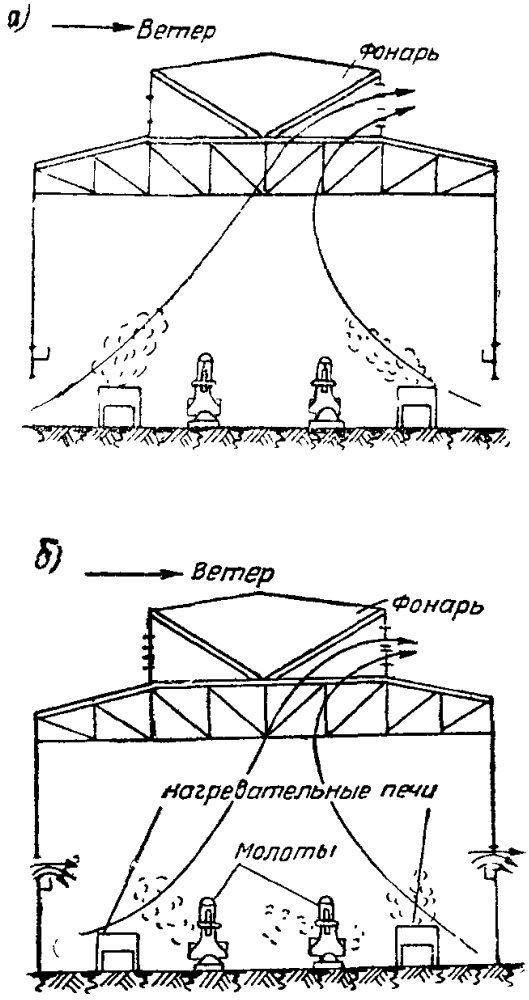


Рис. 6. Аэрация производственного цеха с избыточным тепловыделением

*а* — летом; *б* — зимой

## 4. Дефлекторы и их назначение

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

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

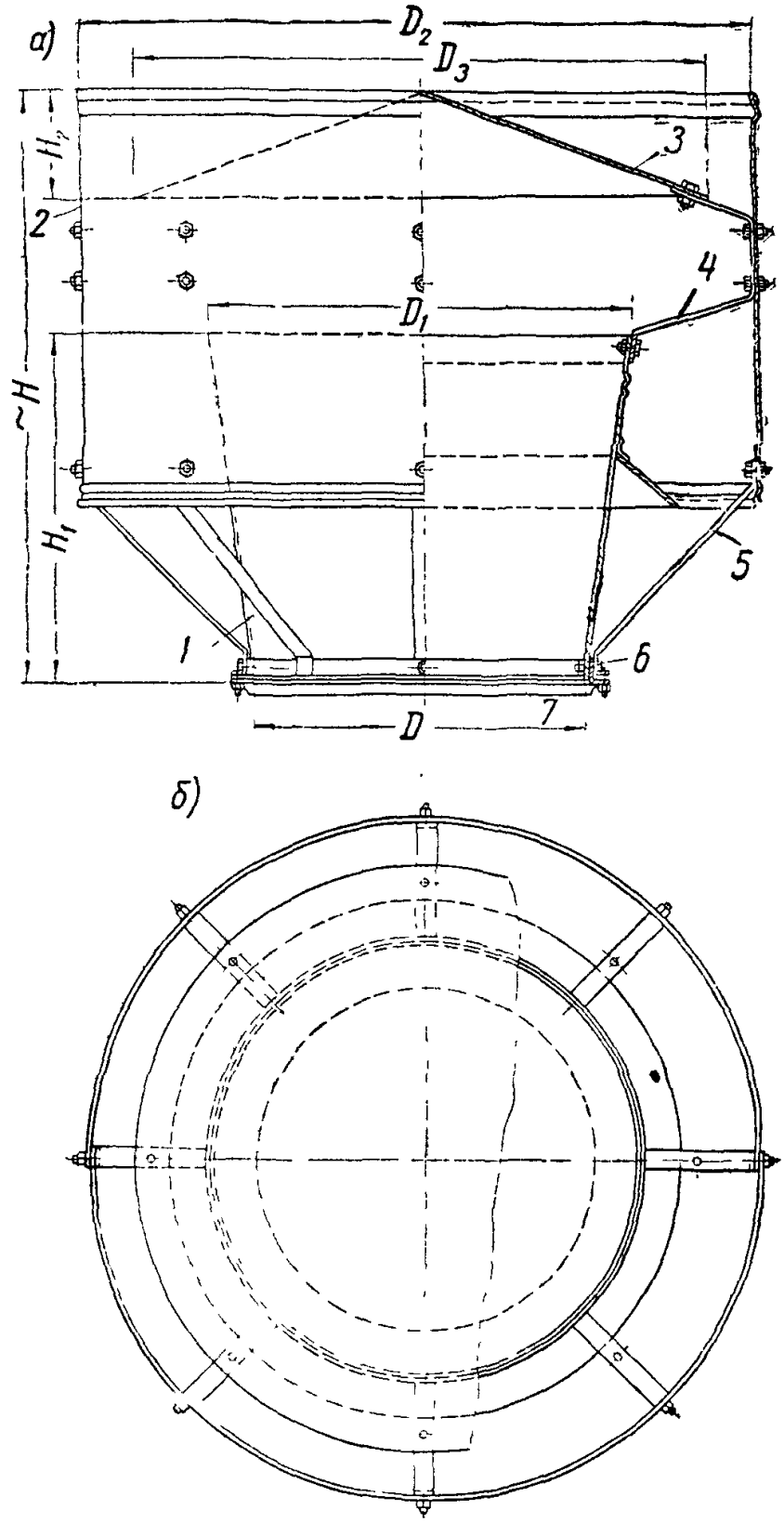


Рис. 7. Цилиндрический дефлектор ЦАГИ

*а* — продольный разрез; *б* — план