

# Виды вентиляции

- 1) Состав и физические свойства воздуха. Процессы изменения его состояния
- 2) Назначение и классификация систем вентиляции
- 3) Естественная и механическая вентиляция

# 1) Состав и физические свойства воздуха. Процессы изменения его состояния.

Сухой атмосферный воздух является смесью нескольких газов и содержит по объему 21% кислорода, 78% азота, 0,95% аргона, 0,03% углекислоты и другие газы (например, гелий, неон и пр.)

В качестве примесей природный атмосферный воздух содержит также небольшое количество водяных паров, т. е. может иметь разную влажность. Содержание водяного пара в воздухе изменяется и зависит от температуры последнего. Для технических расчетов можно считать, что влажный воздух в пределах от  $-30$  до  $150^{\circ}\text{C}$  подчиняется законам идеального газа. К основным параметрам, характеризующим физические свойства воздуха, относятся его *удельный и объемный вес, теплоемкость, влагосодержание, теплосодержание, давление и температура.*

*Давление воздуха* Атмосферное давление воздуха  $P$

По закону Дальтона атмосферное давление состоит из давления сухого воздуха и давления водяных паров, т. е.

$$V = p_{\text{с.в.}} + p_{\text{п}},$$

где  $p_{\text{с.в.}}$  - парциальное (частичное) давление сухого воздуха;  $p_{\text{п}}$  - то же, водяных паров.

*Удельным объемом* называется объем единицы веса воздуха, а обратная ему величина представляет собой *плотность* воздуха.

По закону Бойля - Мариотта объем воздуха (газа) при неизменной температуре обратно пропорционален давлению.

По закону Гей - Люссака при повышении температуры на  $1^\circ$  и постоянном давлении объем воздуха увеличивается на  $1/273$  часть его объема при  $0^\circ\text{C}$ .

При одновременном изменении давления, объема и температуры

$$\frac{P_1 L_1}{T_1} = \frac{P_2 L_2}{T_2} = \text{const} = R$$

Величина  $R$ , выраженная в  $\text{кг м}^3 / \text{м}^2 \text{ кг град}$  или  $\text{кг м} / \text{кг град}$ , носит название *газовой постоянной*.

В общем виде это уравнение записывается так:  $pL=RT$ , и носит название *характеристического уравнения газов*.

- *Теплоемкость воздуха*. Различают удельную массовую и удельную объемную теплоемкости. Массовой удельной теплоемкостью  $C_v$  называют количество тепла, необходимого для того, чтобы 1 кг воздуха нагреть на  $1^\circ$ . *Объемной удельной теплоемкостью  $C_0$*  называют количество тепла, которое необходимо для того, чтобы  $1 \text{ м}^3$  воздуха нагреть на  $1^\circ$ .

*Влажность воздуха.* Как указывалось ранее, в атмосферном воздухе всегда содержится некоторое количество водяных паров.

Влажный воздух может находиться в насыщенном и ненасыщенном состояниях. Влажный воздух, содержащий максимальное количество водяных паров при данной температуре, называют *насыщенным*. Воздух, в котором содержится не максимально возможное при данной температуре количество водяного пара, называют *ненасыщенным*. Ненасыщенный влажный воздух состоит из смеси сухого воздуха и перегретого водяного пара, а насыщенный влажный воздух - из сухого воздуха и насыщенного водяного пара.

Различают абсолютную влажность, влагосодержание и относительную влажность воздуха.

*Абсолютной влажностью* воздуха называется вес водяного пара, содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.

- Влагосодержанием воздуха называют вес водяных паров, содержащихся во влажном воздухе, сухая часть которого весит  $1 \text{ кг}$ .
- *Относительной влажностью*  $j$  называют отношение веса содержащихся во влажном воздухе водяных паров  $D$  к их весу в воздухе  $D_{\text{нас}}$  при полном насыщении и той же температуре в %

## 2) Назначение и классификация систем

### ВЕНТИЛЯЦИИ

- Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, направленных на организацию такой воздушной среды в помещениях, которая обеспечивала бы нормальное пребывание в них людей и положительно влияла на технологический процесс производства.
- *Гигиенические задачи вентиляции* сводятся к поддержанию в помещениях таких параметров воздушной среды, которые исключают скопление в воздухе помещения излишков вредных выделений (повышенной температуры, избытков тепла, влаги, газов, пыли и пр.) и создают нормальные условия для пребывания в них и работы людей.
- *Технологические задачи вентиляции* обширны, разнообразны и в основном должны быть направлены на организацию воздушной среды, способствующей повышению производительности труда рабочих и увеличению выпуска продукции. Примером одной из технологических задач вентиляции можно назвать искусственное увлажнение воздуха в прядильно-ткацком производстве. Создание необходимой степени влажности воздуха в значительной степени сокращает обрывы нитей основ пряжи и тем самым способствует повышению производительности труда.

В соответствии с назначением системы вентиляции могут быть вытяжными и приточными.

*Вытяжная система вентиляции* служит для удаления загрязненного воздуха из помещений в атмосферу, а *приточная* предназначена для подачи в помещения чистого воздуха взамен удаленного. Иногда устраивают только лишь вытяжную систему вентиляции (например, в уборных, ваннах и курительных комнатах). В этом случае удаляемый воздух возмещается из соседних помещений и через неплотности ограждений, окон дверей и др.

*По способу перемещения воздуха различают естественную и механическую системы вентиляции.*

Движение воздуха в системе естественной вентиляции (иногда ее называют *гравитационной*) происходит вследствие разности удельных весов холодного наружного и теплого внутреннего воздуха без затраты электрической энергии. При механической системе вентиляции перемещается вентиляторами, использующими электрическую энергию. Вентиляционные устройства, оборудованные вентиляторами, калориферами и электромоторами, а также очистными или увлажнительными приспособлениями, носят название *вентиляционных установок*.

*По схеме воздухообмена система вентиляции делится на: местные (воздух удаляется или подается непосредственно у места образования вредных веществ, а также у места работающего); общеобменные (смена воздуха происходит в объеме помещения) и смешанные (общеобменные в сочетании с местными)*

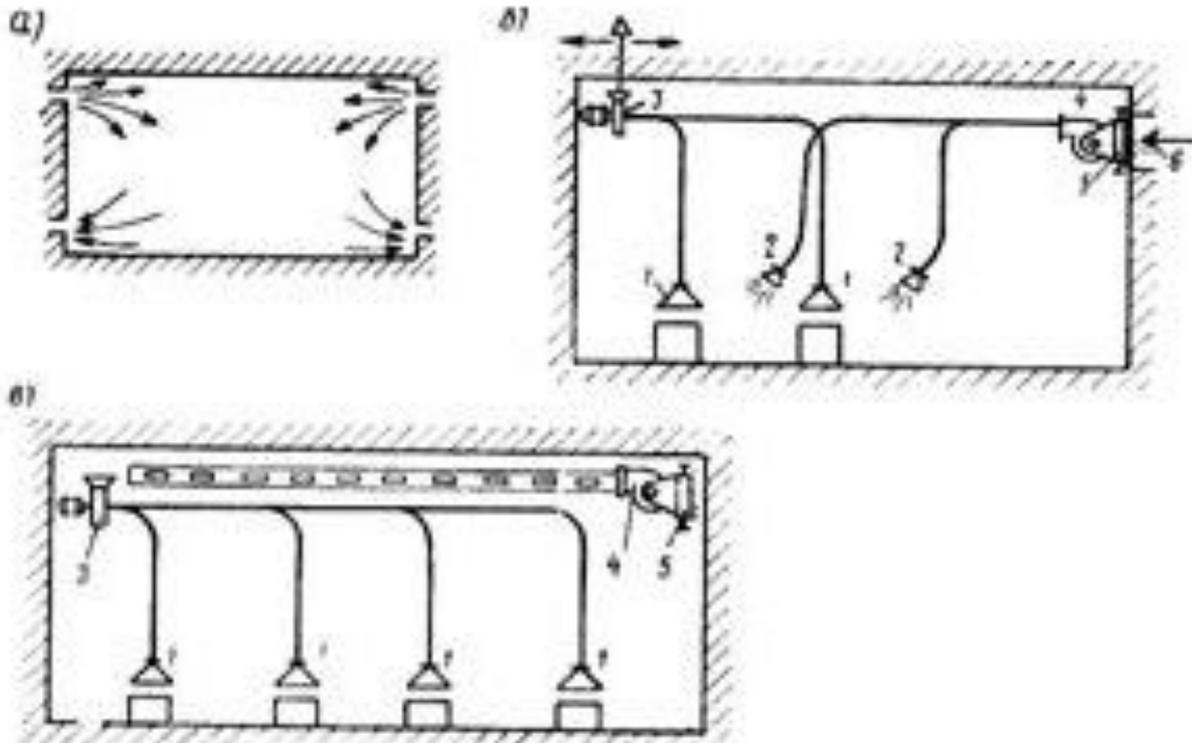
*По характеру обработки воздуха системы вентиляции могут быть: прямоточными (в помещение подается только наружный воздух) и рециркуляционные (весь воздух из помещения или его часть после обработки вновь поступает в помещение). Системы с частичной рециркуляцией позволяют утилизировать теплоту выбросного воздуха.*

Местная система вентиляции может быть вытяжной и приточной. Местная вытяжная система вентиляции удаляет загрязненный воздух непосредственно из мест образования вредных выделений. Ее устраивают в виде вытяжных шкафов, зонтов, всевозможных бортовых отсосов и отсосов из укрытий оборудования (станков, печей).

Местная приточная система вентиляции осуществляется, как правило, с механическим побуждением. Воздух через приточные отверстия, насадки и патрубки на воздуховодах поступает в отдельные зоны помещений и непосредственно к рабочим

Местная система вентиляции может быть вытяжной и приточной. Местная вытяжная система вентиляции удаляет загрязненный воздух непосредственно из мест образования вредных выделений.

Местная приточная система вентиляции осуществляется, как правило, с механическим побуждением. Воздух через приточные отверстия, насадки и патрубки на воздуховодах поступает в отдельные зоны помещений и непосредственно к рабочим местам.



- а – общеобменной; б – местной приточно-вытяжной; в – смешанной;
- 1 – вытяжной зонт; 2 – приточный патрубок; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – приточный вентилятор; 5 – калорифер; 6 – жалюзийная решетка

Системы вентиляции, автоматически поддерживающие в помещениях постоянные метеорологические условия (температуру, влажность, а в некоторых случаях и скорость воздуха), называются системами вентиляции с кондиционированием воздуха. Такие вентиляционные установки часто бывают приточно-вытяжными с частичным возвратом (рециркуляцией) извлеченного из помещения воздуха

### 3) Естественная и механическая вентиляция

Движение воздуха в системе естественной вентиляции (иногда ее называют *гравитационной*) происходит вследствие разности удельных весов холодного наружного и теплого внутреннего воздуха без затраты электрической энергии.

Существенным недостатком естественной вентиляции является непостоянство ее действия, т.е. ее зависимость от таких переменных величин, как сила ветра и разность температур.

Естественная вентиляция может быть вытяжной без организованного поступления воздуха (канальная система) и приточно-вытяжной с организованным притоком воздуха (система аэрации, а в некоторых случаях и канальная система).

**Канальная система вентиляции.** Канальные системы вентиляции находят применение преимущественно в жилых и общественных зданиях с небольшим воздухообменом помещений (не более однократного в 1 ч) и с неорганизованным притоком воздуха через неплотности окружающих поверхностей, оконные фрамуги и открытые форточки.

Воздух перемещается по каналам под действием разности давлений внутри и снаружи помещения.

В канальной приточно-вытяжной системе вентиляции (рисунок 36) наружный воздух поступает через воздухоприемную камеру, размещенную в подвальном этаже и оборудованную калорифером (воздухоподогревателем). Подогретый в камере до необходимой температуры воздух по каналам и через приточные отверстия с установленными в них жалюзийными решетками поступает в помещения. Из помещений загрязненный воздух уходит по вытяжным вертикальным каналам, вытяжные отверстия которых тоже снабжены жалюзийными решетками, оттуда воздух поступает в сборные каналы и далее через вытяжную шахту удаляется в атмосферу

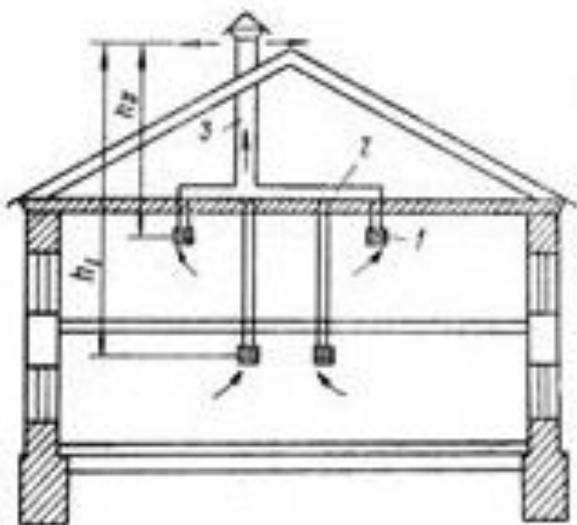


Рисунок - 35 Схема канальной вытяжной системы естественной циркуляции 1- жалюзные решетки; 2 - сборные шлакогипсовые короба; 3 - вытяжная шахта

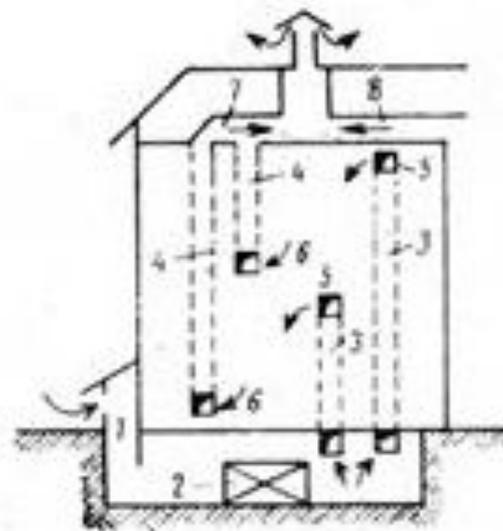


Рисунок - 36 Схема канальной приточно-вытяжной с вытяжной системы вентиляции с естественным побуждением 1- заборный канал; 2- камера для нагрева воздуха; 3 - приточные каналы; 4 - вытяжные каналы; 5,6 - приточные и вытяжные жалюзийные решетки; 7- сборные вытяжные каналы; 8 - вытяжная шахта

**Аэрация.** Аэрацией называется организованная естественная, общеобменная система вентиляции. Воздухообмен при аэрации происходит через открывающиеся фрамуги в окнах и световых фонарях под действием теплового давления (разности давлений наружного и внутреннего воздуха) и давления, создаваемого ветром. Аэрация находит большое практическое применение при вентилировании производственных помещений, горячих цехов металлургической промышленности с большими избытками тепла.



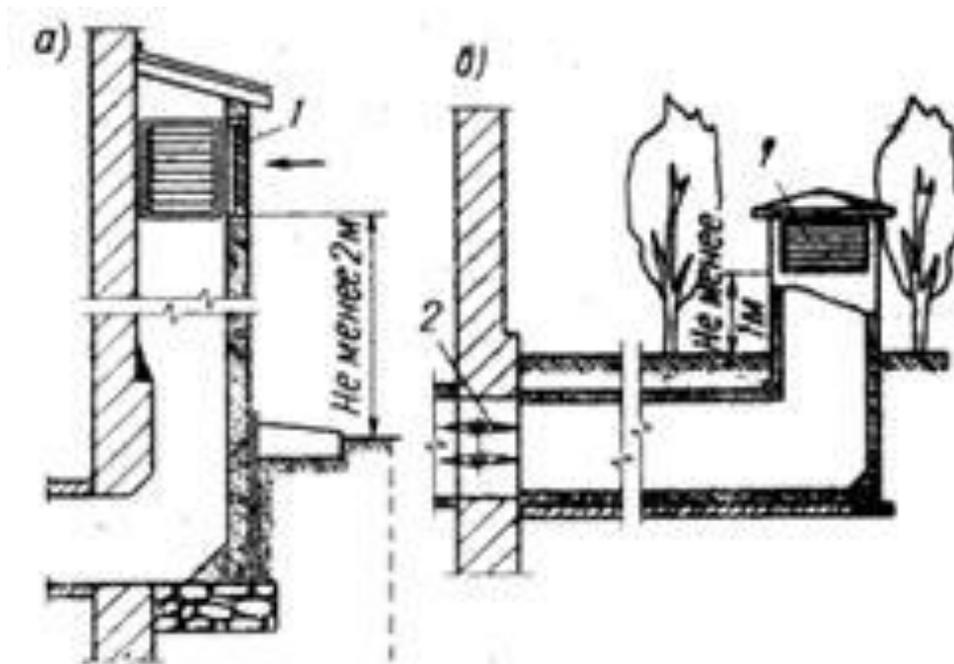
- Рисунок - 50 Схема аэрации однопролетного производственного цеха

К основным конструктивным элементам систем естественной вентиляции относятся: вентиляционные каналы; жалюзийные решетки; воздухозаборные шахты; вытяжные шахты; дефлекторы.

*Вентиляционные каналы.* Различают каналы, заложенные в толще стен, прокладываемые в бороздах стен, приставные, подвесные и сборные, прокладываемые по чердаку. *Жалюзийные решетки.* В вентиляционных отверстиях помещений жилых и общественных зданий для регулирования количества вытяжного или приточного воздуха устанавливают жалюзийные решетки.

Наиболее широкое применение получили жалюзийные решетки с подвижными перьями, состоящие из рамки, неподвижной решетки и вертикальных клапанов-перьев. Клапаны-перья, установленные сзади решетки, приводятся в движение шнуром. Жалюзийные решетки могут иметь разнообразное художественное оформление .

*Воздухозаборные шахты.* Воздухозаборные шахты устраивают или у стен здания, или отдельно стоящими (рисунок 56).



### **Рисунок - 56 Воздухозаборные шахты**

а) у стен здания; б) отдельно стоящие

*1- жалюзийная решётка; 2 – дроссельный клапан*

Их располагают, как правило, на расстоянии не менее 10 м от загрязненных мест (выгребных ям, котельных, уборных и пр.).

## **Механическая система вентиляции**

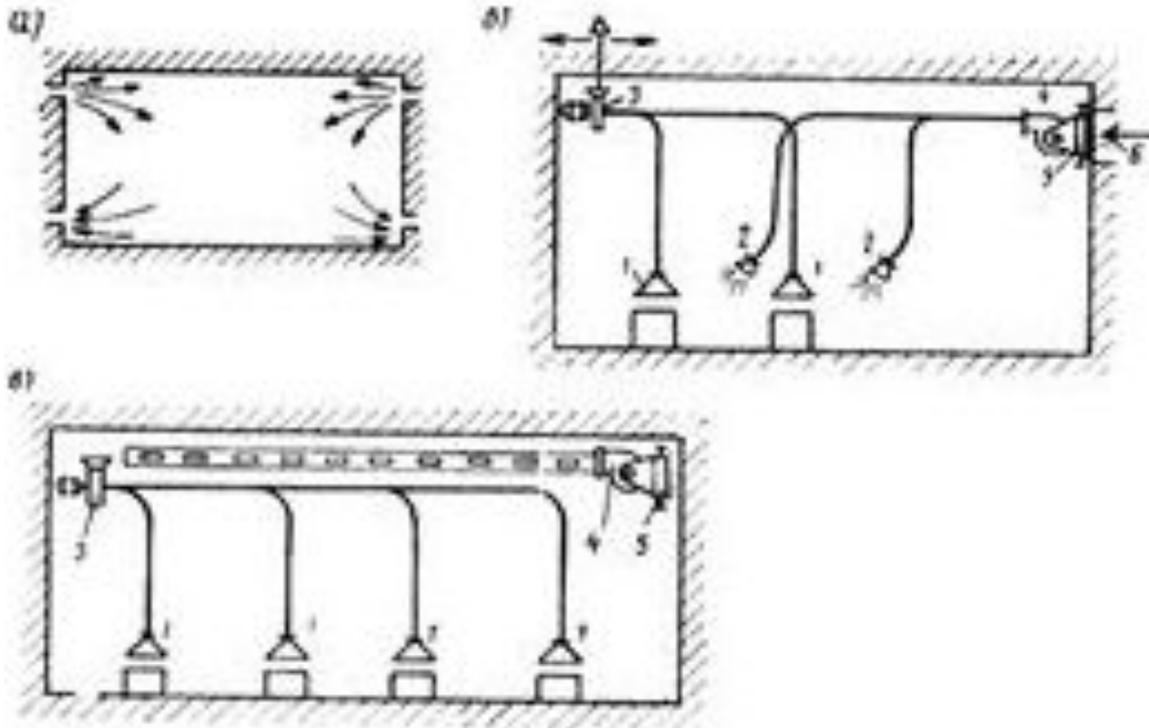
В отличие от систем вентиляции с естественным побуждением в механических системах вентиляции воздух принудительно перемещается вентилятором.

По сравнению с естественной вентиляцией механические системы вентиляции, несмотря на то, что их устройство и эксплуатация обходятся дороже, имеют ряд существенных преимуществ.

К ним относятся, прежде всего, независимость действия систем от температурных колебаний наружного воздуха и силы ветра, возможность транспортировать воздух на большие расстояния, а также обрабатывать его (нагревать, очищать, увлажнять и осушать).

Механические системы вентиляции могут быть как приточными, так и вытяжными.

Приточно-вытяжная система вентиляции находит применение как в общественных зданиях (больницах, театрах и др.), так и в производственных помещениях. В первых она применяется в виде общеобменной вентиляции (см. рисунок 62, а), а во-вторых преимущественно в виде местных систем вентиляции (или для удаления вредных паров и пыли непосредственно из мест их выделения, или для непосредственной подачи обработанного воздуха к рабочим местам на производстве (см. рисунок 62, б и в).



- Рисунок - 62 Схема систем вентиляции а – общеобменной; б – местной приточно-вытяжной; в – смешанной. 1 – вытяжной зонт; 2 – приточный патрубок; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – приточный вентилятор; 5 – калорифер; 6 – жалюзийная решетка

Воздух в системах механической вентиляции перемещается вентиляторами, приводными в действие электродвигателями.

Вентиляторы подразделяются на осевые и центробежные. Осевой вентилятор состоит из лопастного колеса, закрепленного на одной оси с электродвигателем и расположенного в цилиндрическом кожухе из листовой стали. При вращении лопастного колеса воздух проходит вдоль оси вентилятора, откуда и пошло название “осевой” вентилятор.

Эти вентиляторы применяются для создания сравнительно небольших давлений

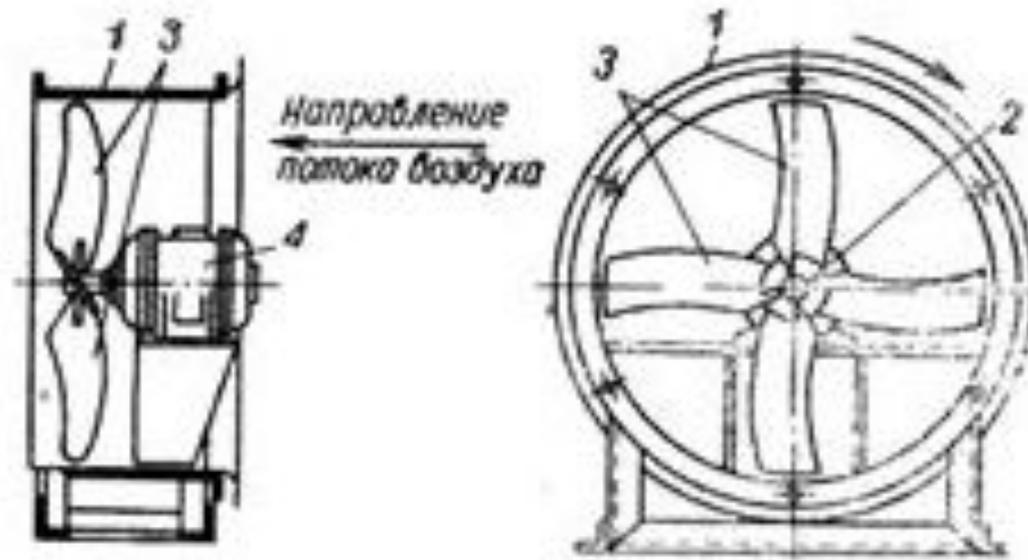


Рисунок - 63 Осевой вентилятор ЦАГИ 1 – кожух (обечайка) из листовой стали; 2 – втулка; 3 – лопастное колесо; 4 – электродвигатель

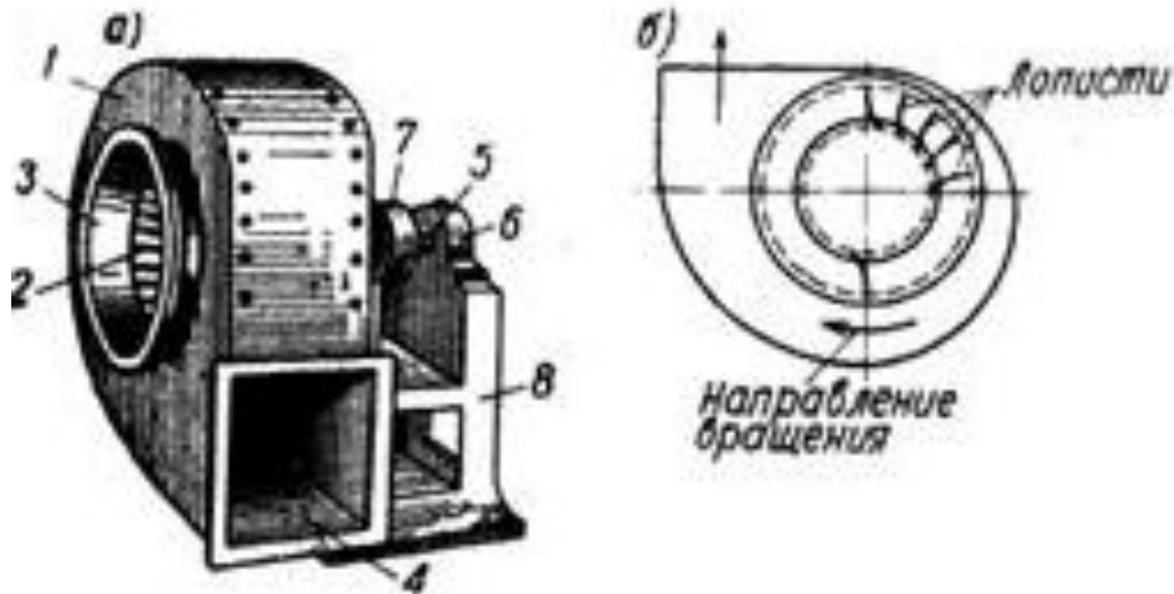


Рисунок - 64 Центробежный вентилятор (а)  
и направление вращения его рабочего  
колеса (б)

*Каналы (воздуховоды).* Рассмотренные ранее каналы естественной вентиляции (их конструктивное оформление и предъявляемые к ним требования) находят применение и для механической вентиляции общественных зданий. В производственных зданиях, где обычно устраивают механическую систему вентиляции, в большинстве случаев применяют воздуховоды круглого сечения из листовой кровельной стали. Во избежание коррозии их часто изготавливают из оцинкованной листовой стали, а внутреннюю поверхность воздуховодов из черной листовой стали покрывают кислотоупорными лаками. В отдельных случаях воздуховоды изготавливают из винипласта.

**Приточные и вытяжные камеры.** Приточные и вытяжные камеры следует располагать ближе к обслуживаемым помещениям. Размеры камер должны обеспечить размещение в них вентиляционного оборудования и удобство его эксплуатации. Желательно, чтобы высота приточных камер была не меньше 1,8 м.

Ограждающие поверхности приточных камер изготавливают из огнестойких материалов с гладкой внутренней поверхностью, удобной для промывки и периодической дезинфекции.

Приточные камеры для систем естественной вентиляции размещают в подвалах, чердаках и в технических этажах здания. В производственных помещениях камеры (как приточные, так и вытяжные) размещают в самих цехах с забором и выбросом воздуха через стенные проемы или окна.