

Тема лекции 11. **Производственная вентиляция**



План лекции

1. Вентиляционные системы и установки.
Регламентирующая документация.
2. Классификация вентиляционных систем.
3. Санитарно-гигиенические и технические требования к вентиляционным системам.
4. Естественная вентиляция.
5. Механическая вентиляция.
6. Определение необходимого воздухообмена при общеобменной вентиляции
7. Местная вентиляция.



Вентиляция – это организованный и регулируемый воздухообмен.

Производственной вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, необходимых для обеспечения заданного состояния воздушной среды в рабочих помещениях.



Вентиляционное оборудование, объединенное в один агрегат (для удаления или подачи воздуха), носит название **вентиляционной установки.**

Приточно-вытяжная вентиляционная установка



Совокупность различных вентиляционных установок, имеющих единое назначение (удаление пыли, газов, тепла, влаги), принято называть **вентиляционной системой.**

Вентиляционная система

Устройство и эксплуатация
вентиляционных систем регламентируются
нормативными документами:



СНиП 41 -01 – 2003

«Отопление, вентиляция, и
кондиционирование»;

ГОСТ 12.4.021 – 75 «ССБТ*.
Системы вентиляционные.
Общие требования».

**Система стандартов
безопасности труда*

Классификация вентиляционных систем

- 1. По способу перемещения воздуха в рабочих помещениях (по побудителю):*

Вентиляция



Естественная

(перемещение воздуха происходит под влиянием естественных факторов /теплового напора или действия ветра/)

Искусственная или

механическая (воздух перемещается с помощью механических устройств /вентиляторов, эжекторов/)

2. В зависимости от назначения:

Вентиляция

```
graph TD; A[Вентиляция] --> B[Приточная]; A --> C[Вытяжная]; A --> D[Приточно-вытяжная];
```

Приточная (для подачи воздуха)

Вытяжная (для удаления воздуха)

Приточно-вытяжная
(одновременно для подачи и удаления воздуха)

Приточная общеобменная вентиляция

распределяет свежий воздух, взятый из места вне здания по всему объему помещения.

В помещении при этом создается избыточное давление, за счет которого загрязненный воздух вытесняется через двери, окна, фонари.

Приточную систему применяют для вентиляции помещений, в которые нежелательно попадание загрязненного воздуха из соседних помещений или холодного воздуха из вне.

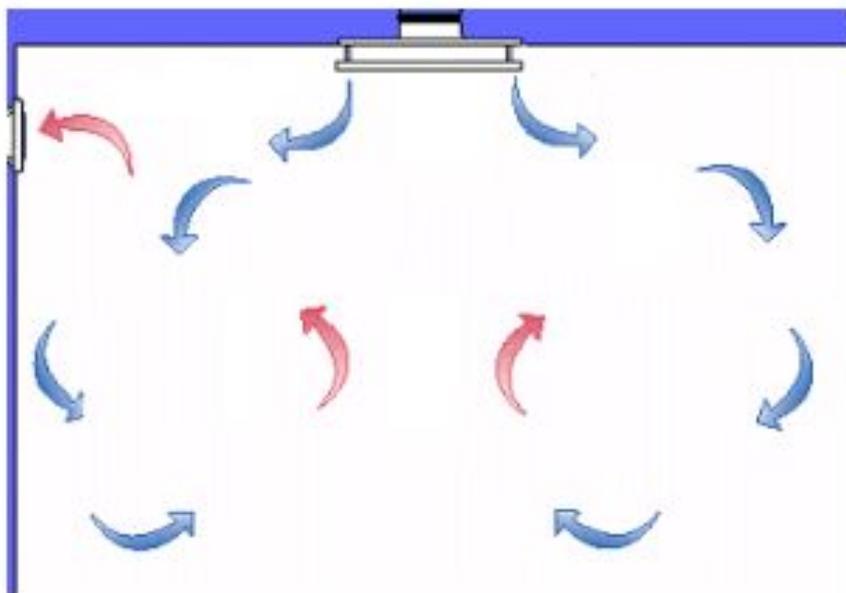
Вытяжная общеобменная вентиляция
удаляет загрязненный воздух из всего объема помещения.

При этом чистый воздух для замещения удаленного подсасывается извне через двери, окна строительных конструкций.

Вытяжная система применяется в тех случаях, когда загрязненный воздух данного помещения не должен попадать в соседние, например, во вредных цехах, химических и биологических лабораториях.

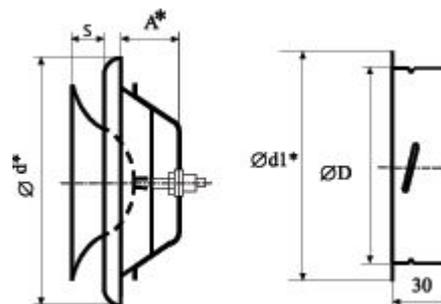
Приточно - вытяжная общеобменная вентиляция обеспечивает одновременно подачу и удаление воздуха из помещения.

Воздухораспределение в помещении осуществляется разными способами. Наиболее распространенный способ – **перемешивание**.



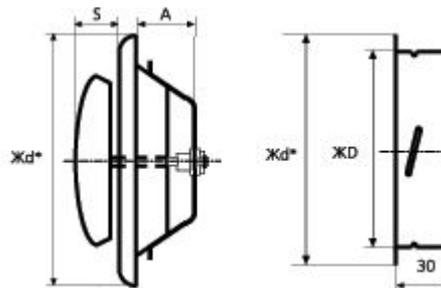
Воздух подается через высокоскоростные диффузоры, устанавливаемые на потолке или верхней части стены. Отработанный воздух выводится через вытяжные клапана.

Диффузоры круглого сечения



Монтажное кольцо приточного клапана

Диффузоры вытяжные круглые



Монтажное кольцо вытяжного клапана



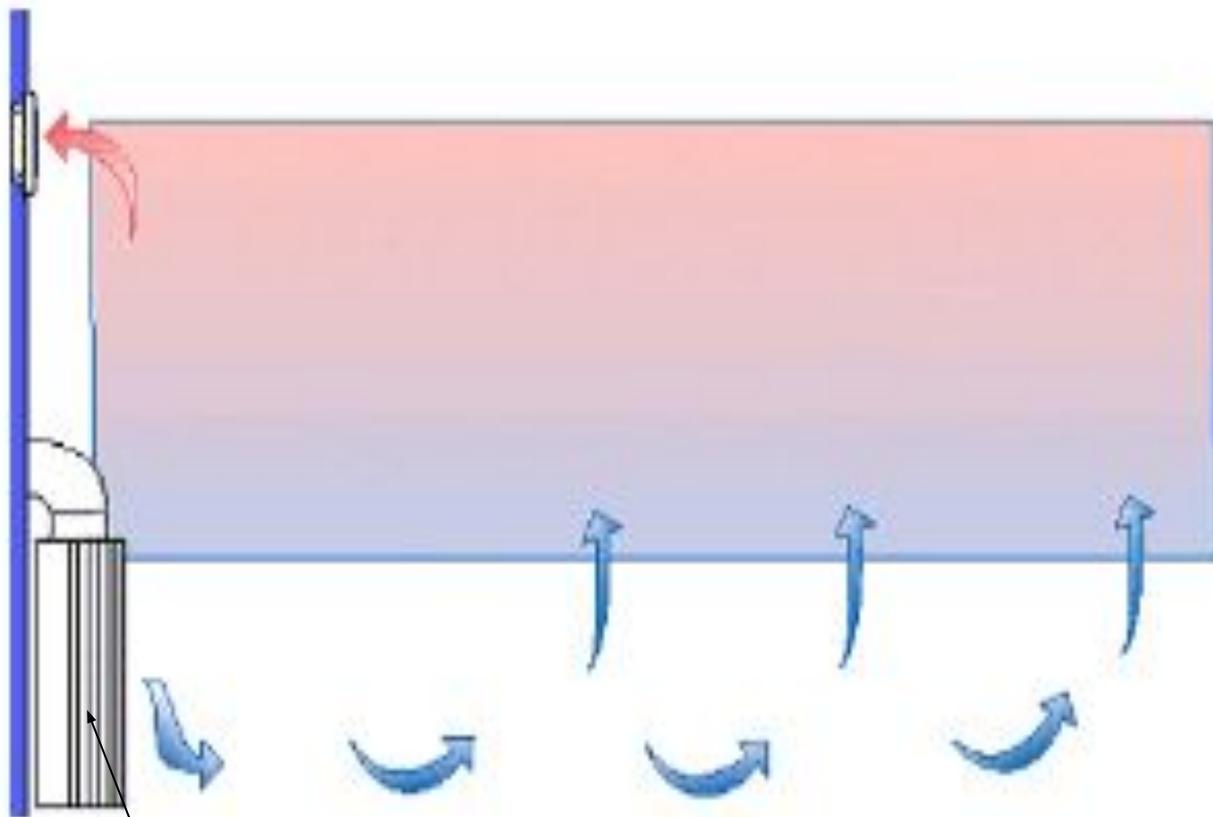
Другой способ воздухораспределения - **вытеснение** отработанного воздуха приточным.

Подача воздуха осуществляется снизу через **низкоскоростные воздухораспределители.**



Пристенные **низкоскоростные 1ВНП** предназначены для подачи воздуха непосредственно в рабочую зону помещения с малой скоростью и малым температурным перепадом ($\Delta t = 3^{\circ}\text{C}$), обеспечивающими принцип вытесняющей вентиляции. Область применения — производственные, общественные и административные помещения.

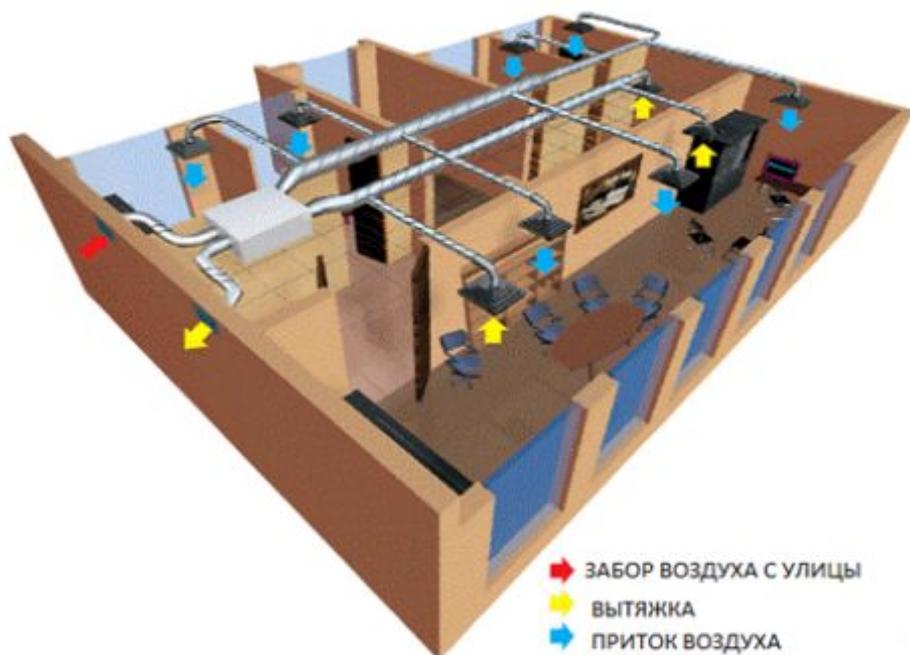
Отработанный теплый воздух удаляется сверху по пути его естественного движения.



Низкоскоростной воздухораспределитель

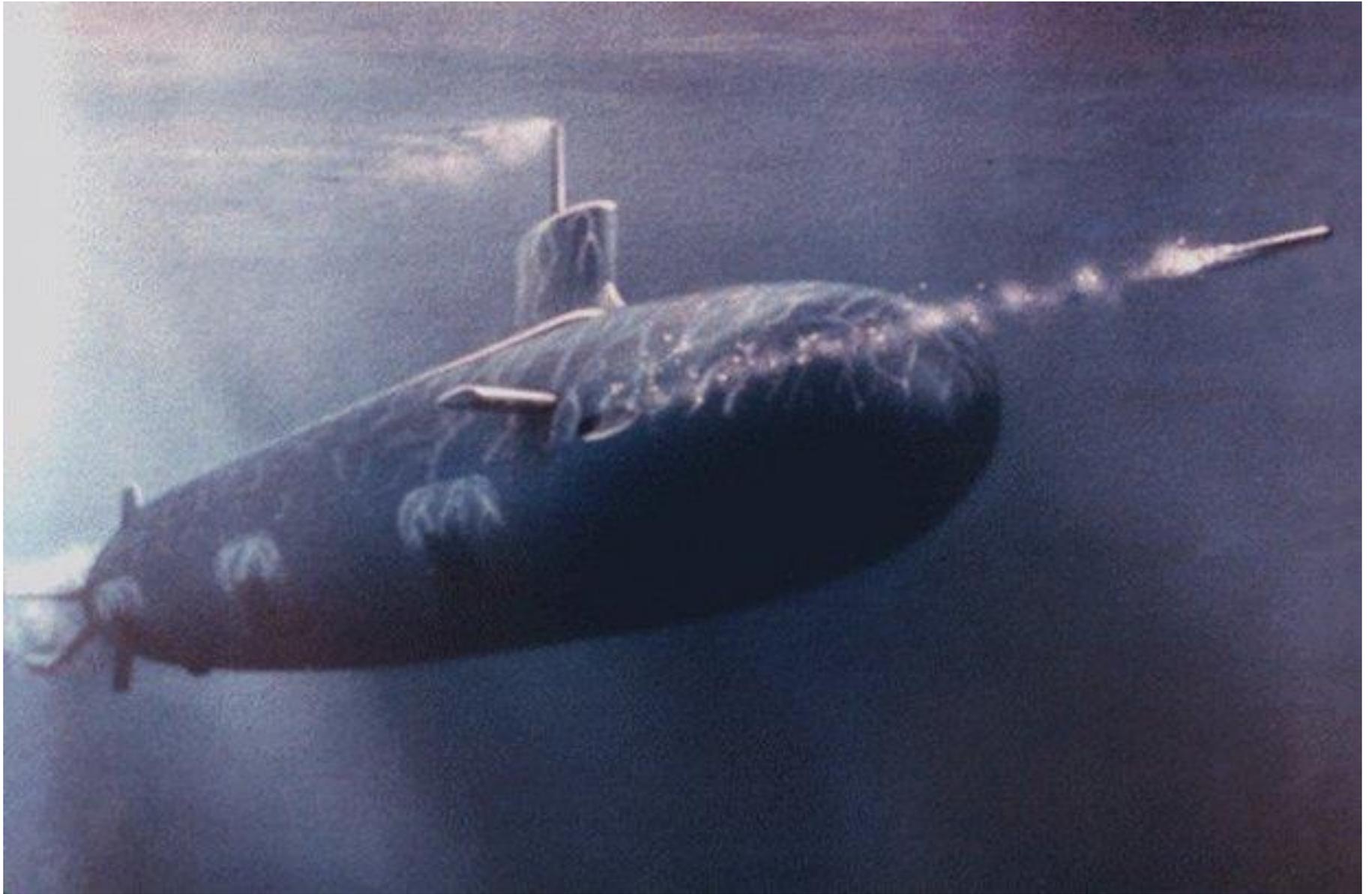
Метод вытеснения применяется в производственных помещениях с выделением вредностей, в помещениях с высокими потолками

Обычно производительность приточной и вытяжной систем подбираются одинаковые, чтобы исключить разницу давлений внутри и снаружи помещений. Но при необходимости в помещении может быть создано избыточное давление или разряжение.



Приточно-вытяжная вентиляция

- **прямоточная** (применяется в производственных помещениях, в которых выделяются в воздух токсичные пары и газы, болезнетворные бактерии и т.д.).
- **с частичной рециркуляцией** (применяется для вентиляции гражданских и производственных помещений с теплоизбытками при отсутствии выделения в воздух токсичных паров и газов, резких запахов и т.п.)
- **с полной рециркуляцией** (является специальным видом вентиляции, применяемой в космических кораблях, на космических станциях, подводных лодках и т.п.)



Суть рециркуляции воздуха, заключается в том, что часть удаляемого из помещения воздуха не выбрасывается наружу, а возвращается из вытяжной системы в приточную по специальному воздуховоду.

Целью рециркуляции является экономия тепла в зимнее время, поскольку рециркуляционный воздух возвращает в помещение затраченное на его нагрев тепло.

Порция свежего воздуха в таких системах составляет 10... 20% общего количества подаваемого воздуха.

Систему вентиляции с рециркуляцией разрешается использовать только для тех помещений, в которых отсутствуют выделения вредных веществ или выделяющиеся вещества относятся к 4-му классу опасности (малоопасные), и концентрация их в воздухе, подаваемом в помещение, не превышает 30% ПДК.

Применение рециркуляции запрещено, если в воздухе содержатся болезнетворные вирусы, бактерии и грибки или имеются резко выраженные неприятные запахи.



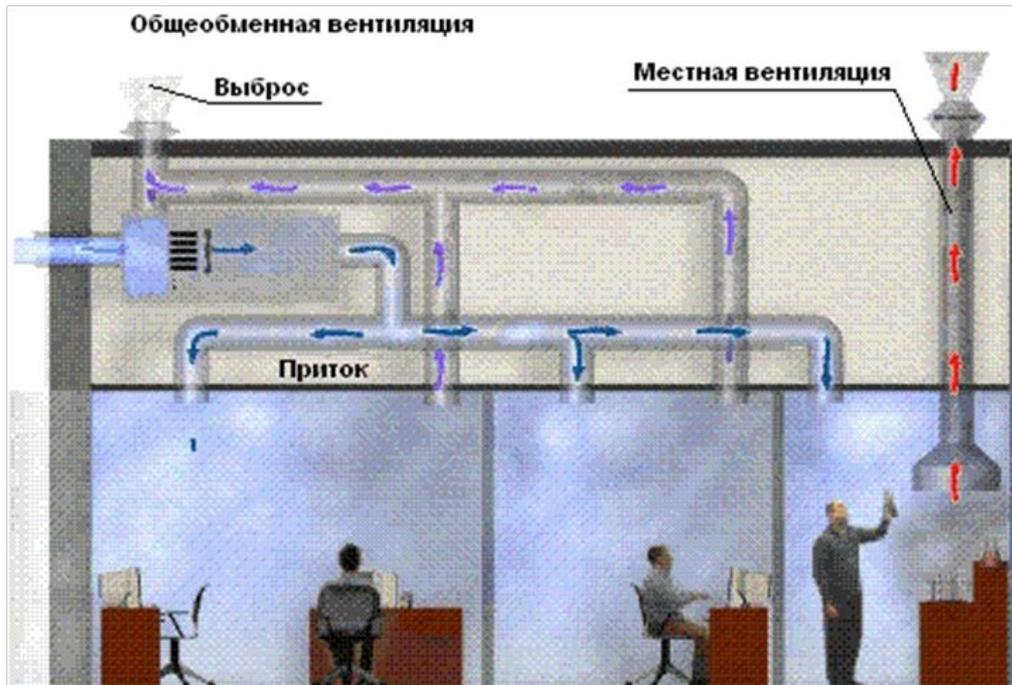
По месту действия:

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Общеобменная

Местная

Комбинированная





При **общеобменной** вентиляции смена воздуха происходит во всем объеме помещения.

Применяется в случаях, когда вредные вещества, теплота, влага выделяются равномерно по помещению.

При общеобменной вентиляции обеспечивается поддержание необходимых параметров воздушной среды во всем объеме помещения.

Вредные вещества

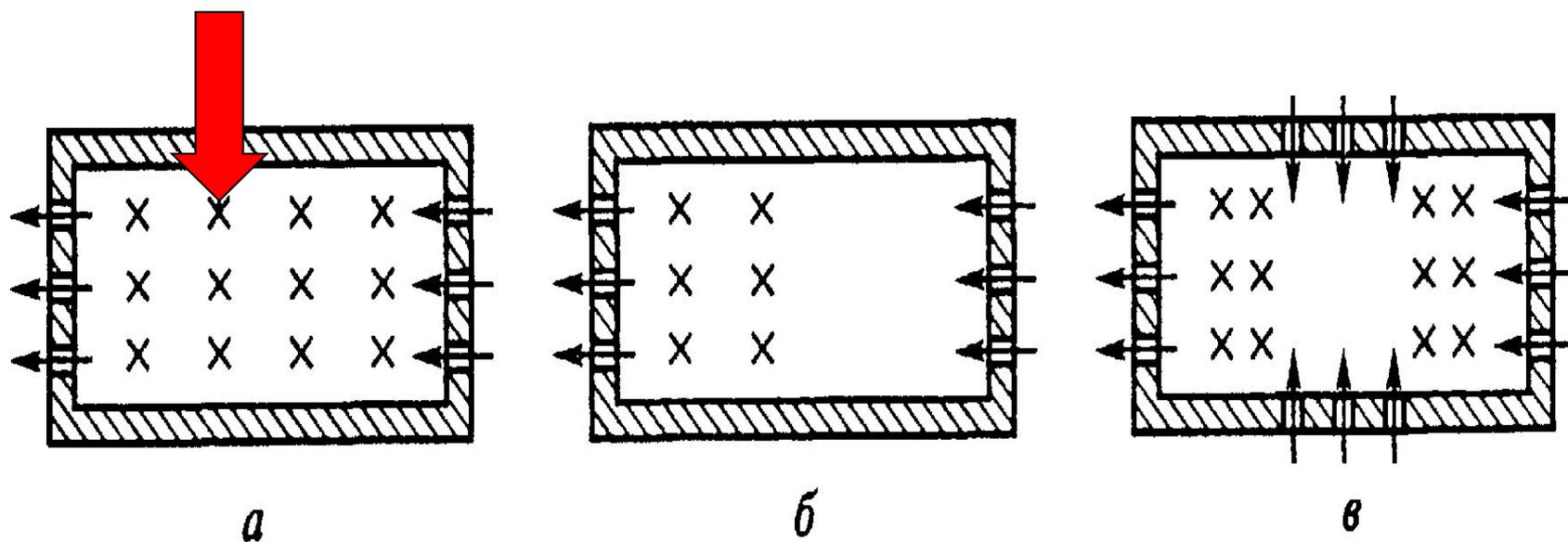


Рис. Общеобменная вентиляция

К местной вентиляции относятся **воздушные завесы**, предназначенные для разделения зон с разной температурой по разные стороны открытых проемов рабочих окон, входных дверей и ворот.



За счет выдува высокоскоростного воздушного потока образуется "невидимая дверь", которая не дает тепловому воздуху выходить наружу, а холодному поступать в помещение. Таким образом улучшается внутренний температурный комфорт, исчезают сквозняки, значительно снижаются теплопотери, а следовательно и затраты на обогрев.

Местную вытяжную вентиляцию применяют, когда вредности – дым, газы, пыль и тепло, выделяются локализовано; например, от станка на производстве или от плиты на кухне. К местной вытяжной вентиляции относятся: укрытия в виде шкафов или кожухов у станков, вытяжные зонты, бортовые отсосы и др.



Вытяжной шкаф



Бортовые отсосы



Вытяжной зонт ²⁵

Санитарно-гигиенические и технические требования к вентиляционным системам

Для эффективной работы системы вентиляции важно, чтобы еще на стадии проектирования были выполнены определенные санитарно-гигиенические и технические требования:

Количество приточного воздуха должно соответствовать количеству удаляемого (вытяжки). Разница между ними должна быть минимальной.

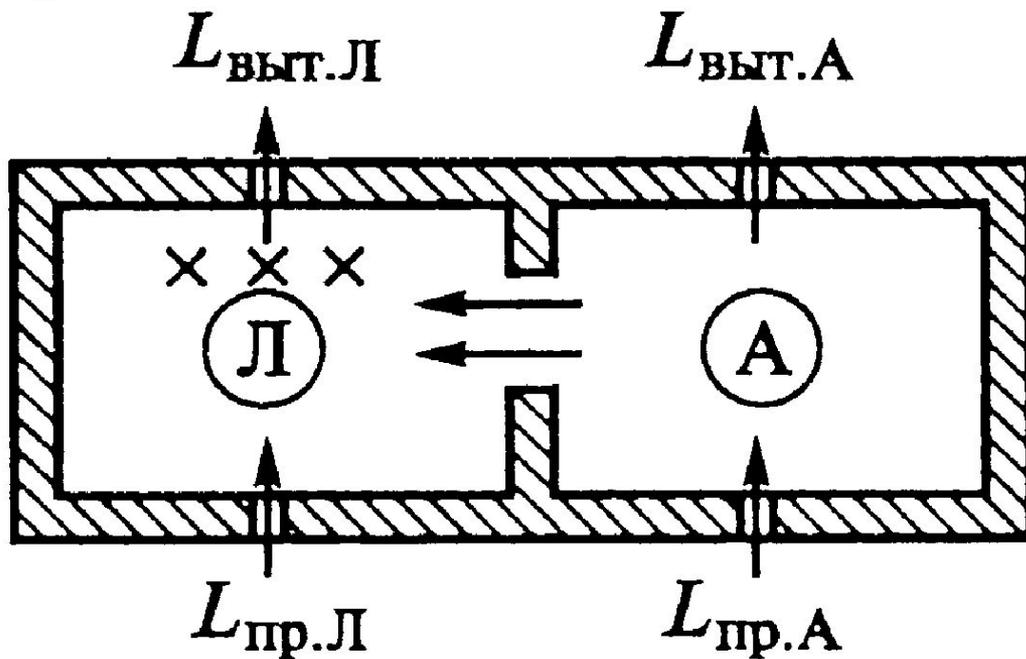
$$L_{\text{пр}} = L_{\text{выт}}$$

Такой вентиляционный баланс называется **уравновешенным**

Однако в ряде случаев необходимо так организовать воздухообмен, чтобы одно количество воздуха было больше другого.

Если $L_{\text{пр}} > L_{\text{выт}}$ вентиляционный баланс считается **положительным**, имеется некоторое избыточное **давление** в помещении.

Если же $L_{\text{пр}} < \bar{L}_{\text{выт}}$ вентиляционный баланс считается **отрицательным**, т.е. имеется некоторое **разряжение**.



Например, при проектировании вентиляции двух смежных помещений, в одном из которых выделяются вредные вещества: химической лаборатории в вузе и учебной аудитории.

Количество удаляемого из лаборатории воздуха должно быть больше количества приточного воздуха, т.е. $L_{\text{выт.л}} > L_{\text{пр.л}}$

В результате этого в лаборатории создается небольшое разрежение, и незагрязненный воздух из аудитории, где $L_{\text{пр.ауд}} > L_{\text{выт.ауд}}$ с небольшим избыточным давлением будет попадать в лабораторию, не давая возможности вредным веществам попадать в аудиторию.

Приточные и вытяжные системы в помещении должны быть правильно размещены.

Свежий воздух необходимо подавать в те части помещения, где количество вредных выделений минимально или их нет вообще, а удалять, где выделения максимальны.

Приток воздуха должен производиться, как правило, в рабочую зону, а **вытяжка - из верхней зоны помещения.**

В ряде случаев **при удалении вредных газов и паров с плотностью большей, чем у воздуха, например, сероводорода, оксидов азота, ароматических углеводородов и др., вытяжку можно производить из нижней зоны.**

- Система вентиляции не должна вызывать переохлаждения и перегрева работающих.
- Система вентиляции не должна создавать шум на рабочих местах, превышающий предельно допустимый уровень.
- Система вентиляции должна быть электро-, пожаро-, взрывобезопасна, надежна в эксплуатации и эффективна.

ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Воздухообмен при естественной вентиляции происходит в результате разности температур воздуха в помещении и наружного воздуха, а также в результате действия ветра.

Разность температур воздуха внутри (более высокая температура) и снаружи помещения, а следовательно и разность плотностей вызывают поступление в помещение холодного воздуха и вытеснение из него теплого.

Естественная вентиляция производственных помещений может быть **неорганизованной** и **организованной**.

При **неорганизованной** **вентиляции** поступление и удаление воздуха происходит через неплотности и поры наружных ограждений (инфильтрация), через окна, форточки, специальные проемы (проветривание).

Инфильтрация может быть значительной для жилых зданий и достигать 0,5... 0,75 объема помещения в час, а для промышленных предприятий — до 1...1,5 объема помещения в час.

Организованная (поддающаяся регулировке) естественная вентиляция производственных помещений осуществляется **аэрацией и дефлекторами.**

Аэрацией называется организованная естественная общеобменная вентиляция помещений в результате поступления и удаления воздуха через открывающиеся фрамуги окон и фонарей.

Воздухообмен в помещении регулируют различной степенью открывания фрамуг (в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра).

На крыше вентилируемого помещения устраиваются вытяжные аэрационные фонари с фрамугами. Наружный воздух, имеющий более низкую температуру и большую плотность, чем воздух внутри помещения, поступает через нижние проемы (1... 1,5 м от пола) и, вытесняя воздух, находившийся в помещении, выходит наружу через проемы в фонаре здания.

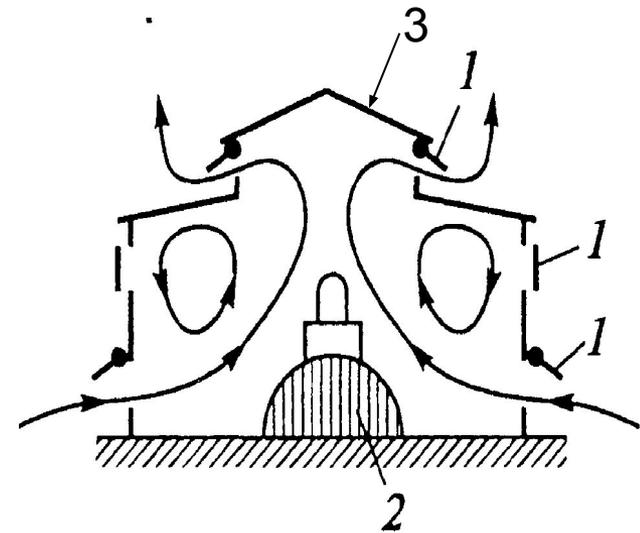


Рис. Аэрация здания при безветрии
1- нижний, верхний ярус оконных проемов, проемы в фонаре здания; 2- выделяющий теплоагрегат; 3- аэрационный фонарь

В зимнее время поступление свежего воздуха осуществляется через проемы, расположенные на высоте 4... 7 м от пола. Высота принимается с таким расчетом, чтобы холодный наружный воздух, опускаясь до рабочей зоны, успел достаточно нагреться за счет перемешивания с теплым воздухом помещения. Меняя положение створок можно регулировать воздухообмен.

Расчетный тепловой напор (Па) определяется выражением

$$\Delta p_T = gh(\rho_H - \rho_B),$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2 ; h — вертикальное расстояние между центрами приточного и вытяжного отверстий, м ; ρ_H и ρ_B — плотность наружного и внутреннего воздуха, кг/м^3 .

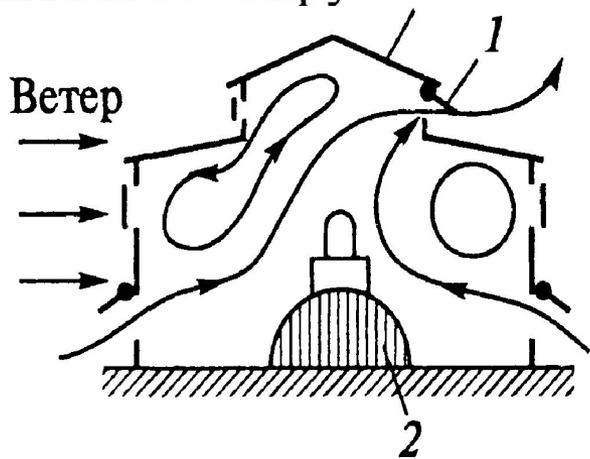


Рис. Аэрация здания при ветре
1- нижний, верхний ярус оконных проемов, проемы в фонаре здания; 2- выделяющий теплоагрегат; 3- аэрационный фонарь

Ветер усиливает аэрацию. Ветровой напор (Па) определяется выражением:

$$\Delta p_{\text{В}} = k_{\text{А}} \frac{w_{\text{В}}^2}{2} \rho_{\text{Н}},$$

где $k_{\text{А}}$ — коэффициент аэродинамического сопротивления здания. Значение $k_{\text{А}}$ не зависит от ветрового потока, а определяется эмпирическим путем и для геометрически подобных зданий остается постоянным; $w_{\text{В}}$ — скорость ветрового потока, м/с.

Расчетная разность давлений определяется как сумма теплового и ветрового напоров:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{Т}} + \Delta p_{\text{В}} = gh(\rho_{\text{Н}} - \rho_{\text{В}}) + k_{\text{А}} \frac{w_{\text{В}}^2}{2} \rho_{\text{Н}}.$$

Преимущества аэрации: 1)большие объемы воздуха (до неск. млн. куб. метров в час подаются в производственное помещение и удаляются из него **без затрат механической энергии**; 2)система аэрации значительно **дешевле** механических систем вентиляции; 3)она является эффективным средством борьбы с **избытками явного тепла** в горячих цехах: прокатных, литейных, кузнечных.

Недостатки аэрации: 1)существенное **снижение эффективности в летнее время**, когда повышается температура наружного воздуха, особенно в безветренную погоду; 2)приточный воздух поступает в помещение **без предварительной очистки и подогрева**, а удаляемый - не очищается от выбросов и загрязняет наружный атмосферный воздух.

Канальная естественная вытяжная вентиляция без организованного притока воздуха широко применяется в жилых и административных зданиях. Для использования кинетической энергии ветра в целях усиления вытяжки в системах естественной вентиляции на устье вытяжных шахт устанавливают специальные насадки - дефлекторы.

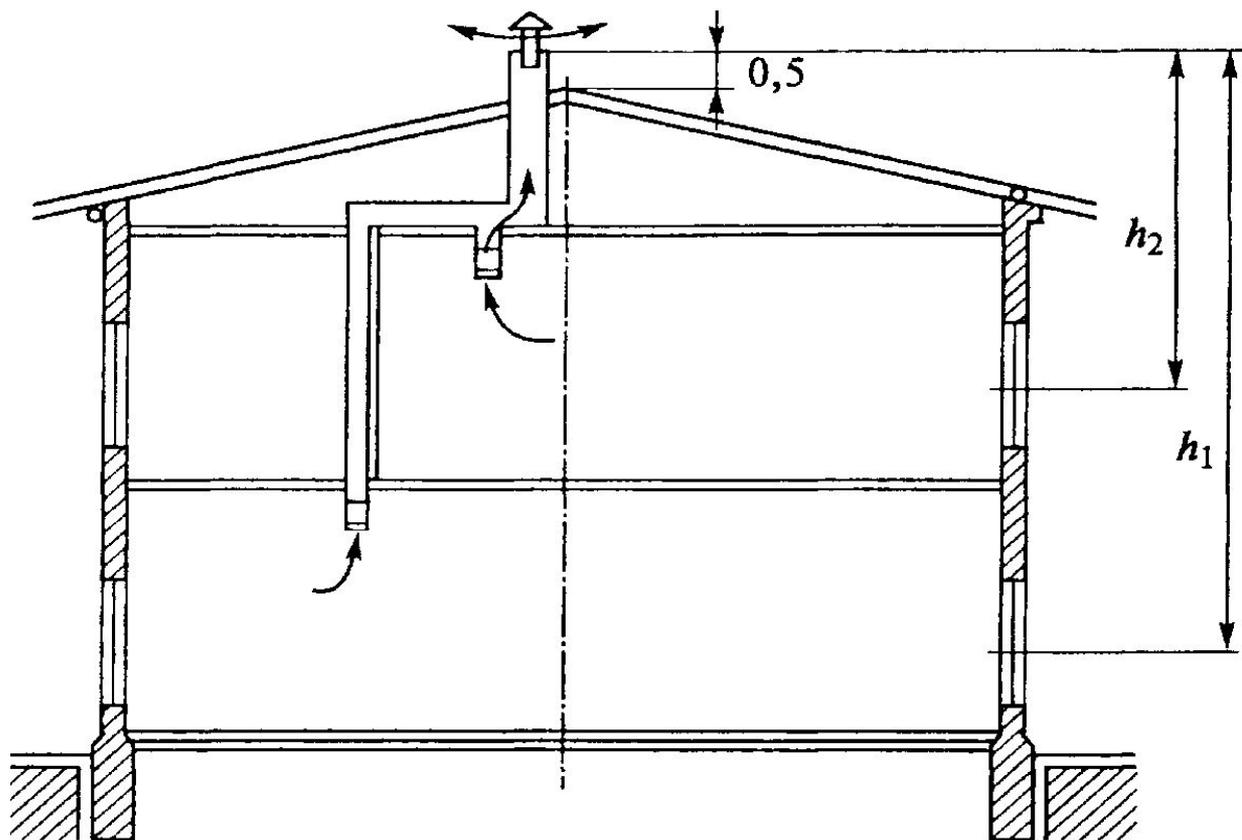


Рис. Схема естественной канальной вытяжной вентиляции
 h_1 – нижний ярус окон;
 h_2 – верхний ярус окон

При ориентировочном подборе дефлекторов определяют диаметр подводящего патрубка D_0 (в мм) и соответствующие ему конструктивные размеры:

$$D_0 = 0,0188 \sqrt{L_d / v_d},$$

Где L_d — производительность дефлектора, $\text{м}^3/\text{ч}$; v_d — скорость воздуха в патрубке дефлектора, $\text{м}/\text{с}$, которая принимается равной половине скорости ветра; обычно $v_d = 1,5 \dots 2 \text{ м}/\text{с}$ при скорости ветра $3 \dots 4 \text{ м}/\text{с}$ (для каждой местности известна средняя скорость ветра за наиболее жаркие месяцы, для Москвы такая скорость равна $3,4 \text{ м}/\text{с}$).

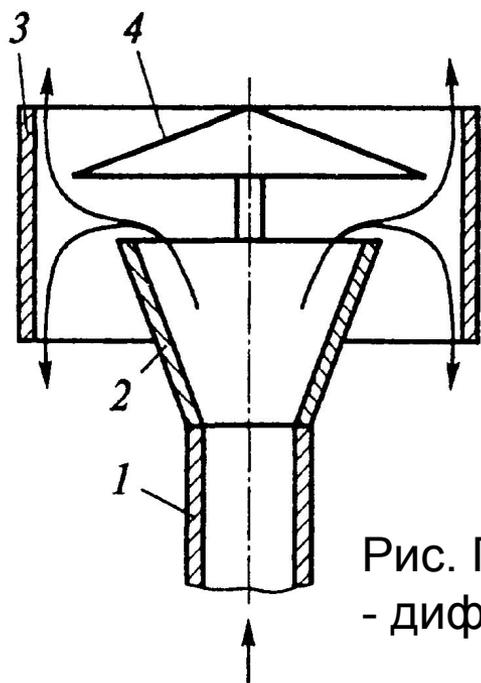
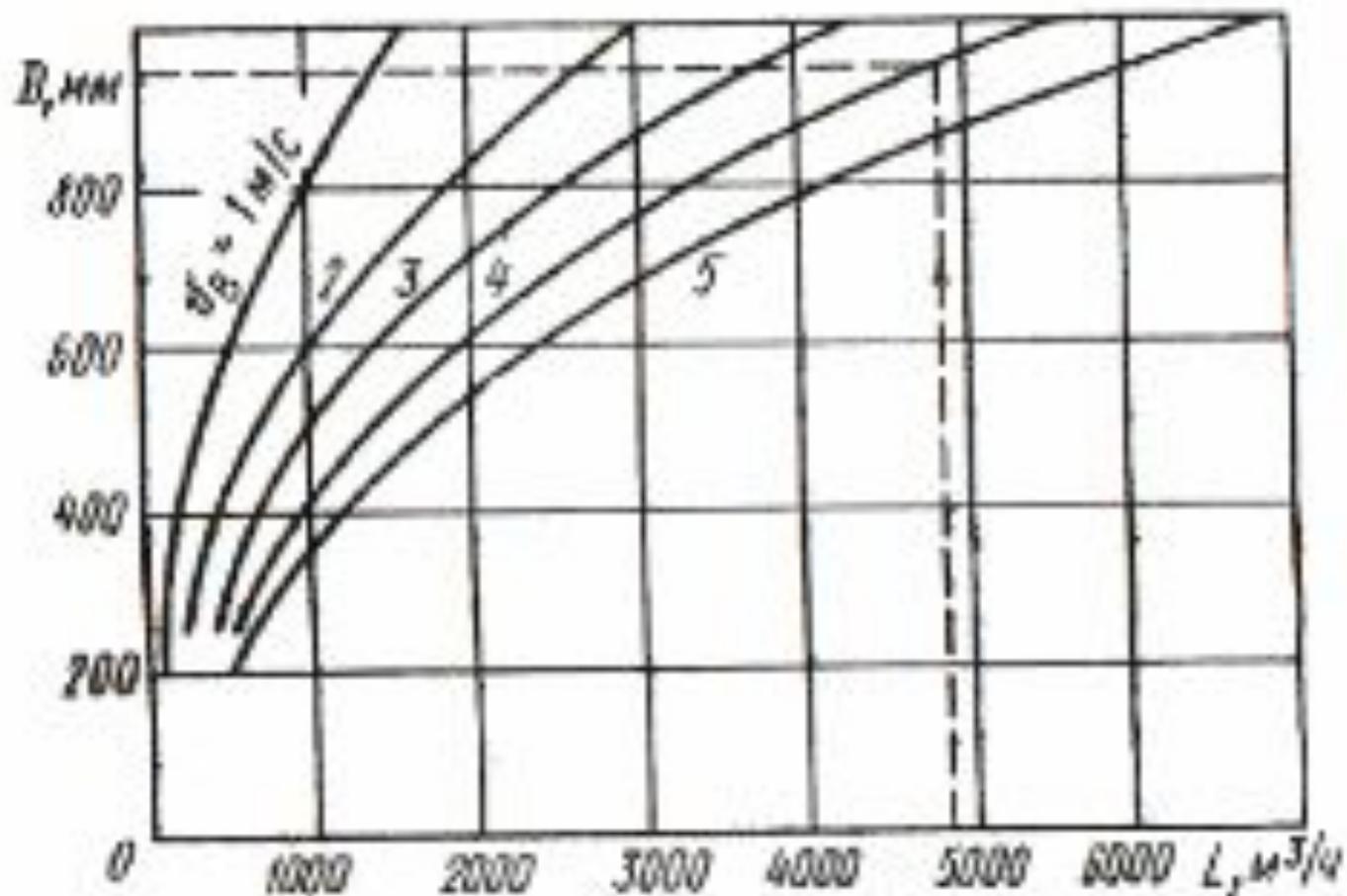


Рис. Принципиальная схема дефлектора ЦАГИ: 1 - патрубок; 2 - диффузор; 3 - цилиндрическая обечайка; 4 - зонт

Более точно дефлекторы подбирают по специальным номограммам. Диаметр патрубков обычно равен 0,2 до 1,0 м.



Задание 1.

***Рассчитать диаметр патрубка
дефлектора производительностью
2000 м³/ч, скоростью движения
воздуха в патрубке 2 м/с.***

$$D_0 = 0,0188 \sqrt{L_d / v_d},$$

где L_d — производительность дефлектора, м³/ч; v_d — скорость воздуха в патрубке дефлектора, м/с, которая принимается равной половине скорости ветра; обычно $v_d = 1,5 \dots 2$ м/с при скорости ветра 3...4 м/с (для каждой местности известна средняя скорость ветра за наиболее жаркие месяцы, для Москвы такая скорость равна 3,4 м/с).

Задание 2.

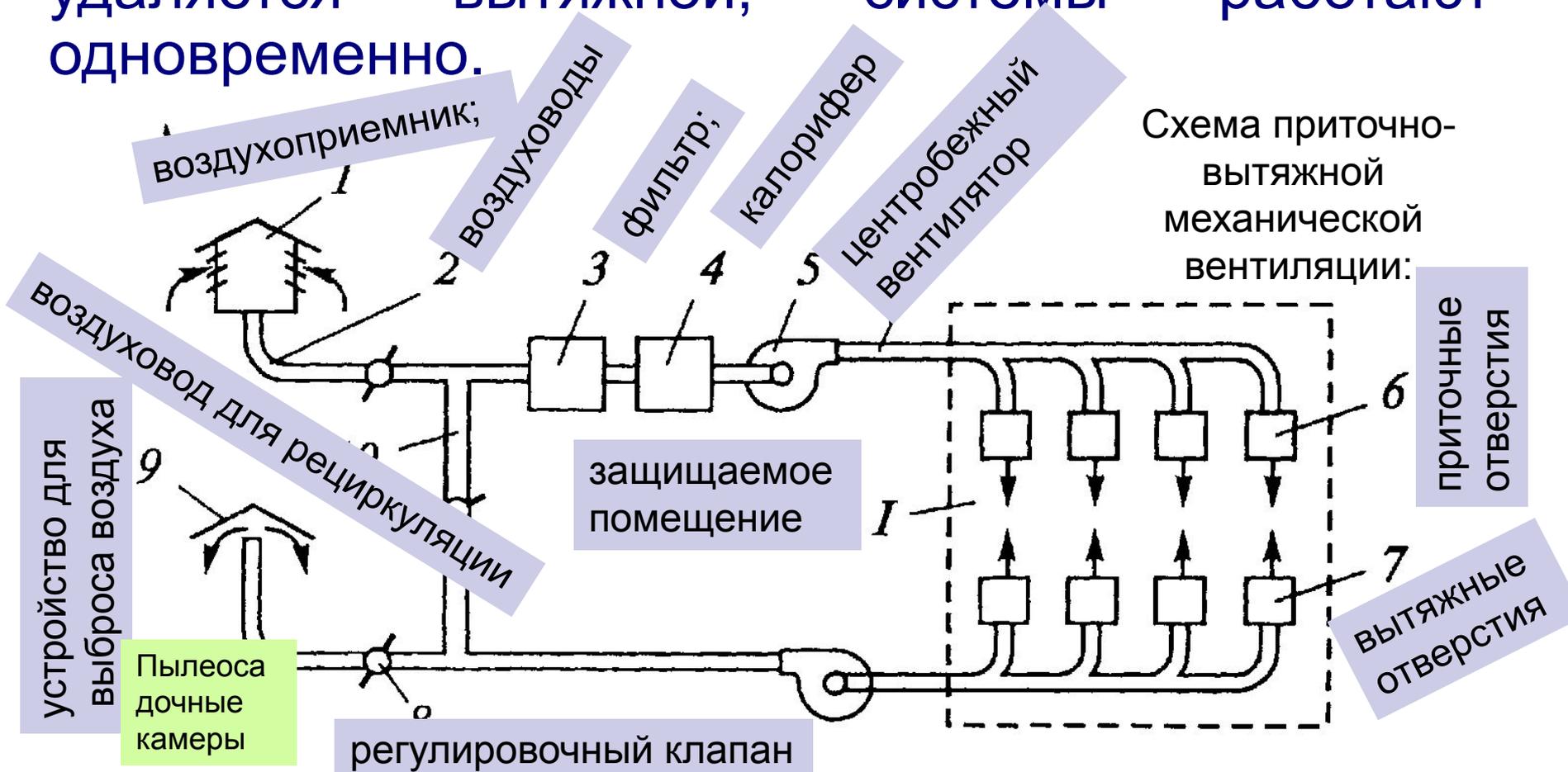
Используя номограмму подобрать диаметр патрубка дефлектора производительностью $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, скоростью движения воздуха в патрубке 2 м/с , при известной скорости ветра 4 м/с за наиболее жаркие месяцы для данной территории.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ (вентиляторы, эжекторы) по сравнению с естественной имеет ряд **преимуществ:**

- 1) **возможность** подвергать необходимой обработке как **вводимый** в помещение воздух (**очищать, нагревать или охлаждать, увлажнять или подсушивать**), так и **удаляемый** из него (**очищать**);
- 2) **сохранять** необходимый воздухообмен **независимо** от **внешних метеорологических условий**;
- 3) **организовывать** **оптимальное** **воздухораспределение** с **подачей** **воздуха** **непосредственно** к рабочим местам;
- 4) **улавливать** вредные выделения **непосредственно** в **местах** их **образования**, **предотвращая** их **распространение** по **всему** **объему** помещения.

К **недостаткам** механической вентиляции относятся 1) **значительные** **затраты** **энергии** и 2) **необходимость** **проведения** **мероприятий** по **борьбе** с **шумом**.

В производственных зданиях наиболее распространена приточно-вытяжная общеобменная вентиляция, при которой воздух подается в помещение приточной системой, а удаляется вытяжной; системы работают одновременно.





Воздушные **фильтры** систем вентиляции



«Карманные» фильтры для систем вентиляции

- **Калорифер** (от лат. calor - тепло и fero - несу), прибор для нагревания воздуха в системах воздушного отопления, вентиляции и в сушилках.



Канальные воздушнонагреватели - это обогревательные устройства, предназначенные для быстрого обогрева воздуха в различных вентиляционных системах. Воздушнонагреватели используются для нагрева воздуха в приточных системах вентиляции и кондиционирования. Воздушнонагреватели разделяются на электрические и водяные.

Чиллеры в настоящее время относят к климатическому оборудованию. Современный промышленный **чиллер** – это довольно крупный агрегат, представляющий собой **водоохлаждающую парокompрессионную холодильную машину**.

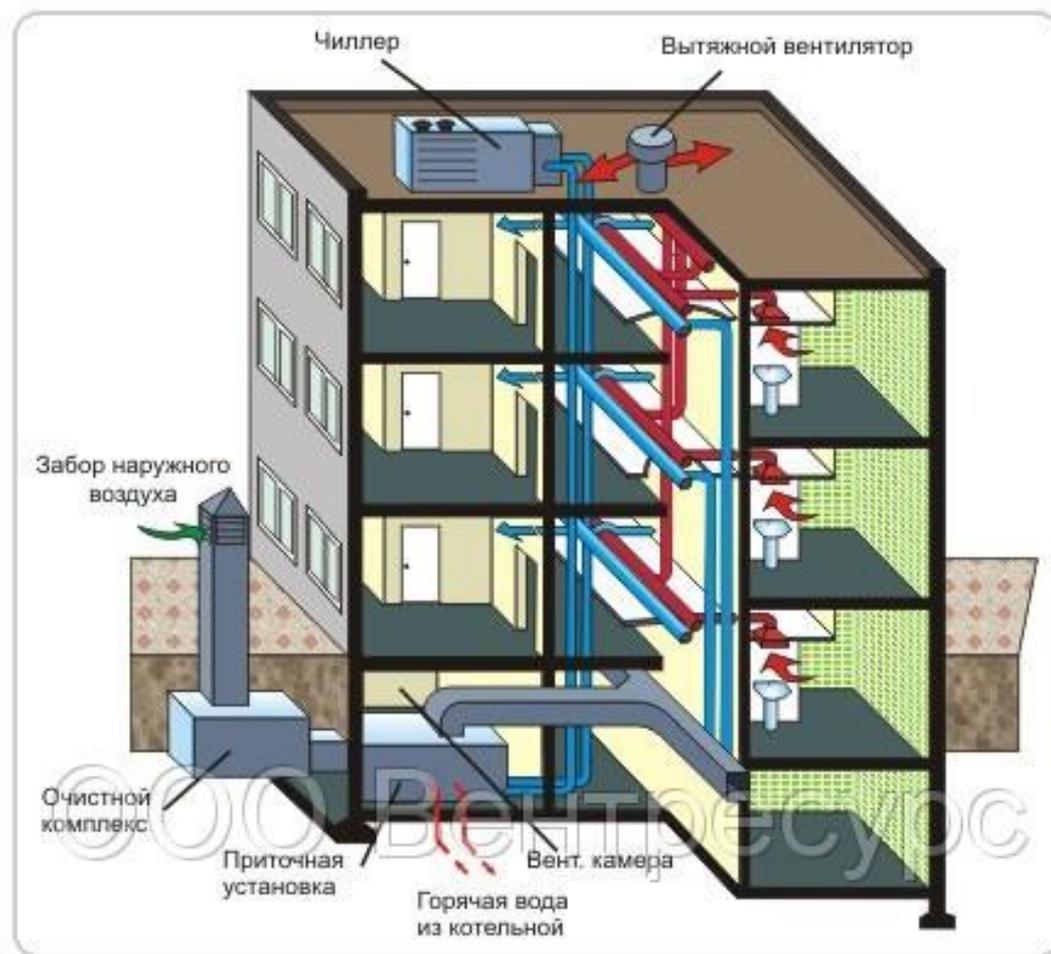




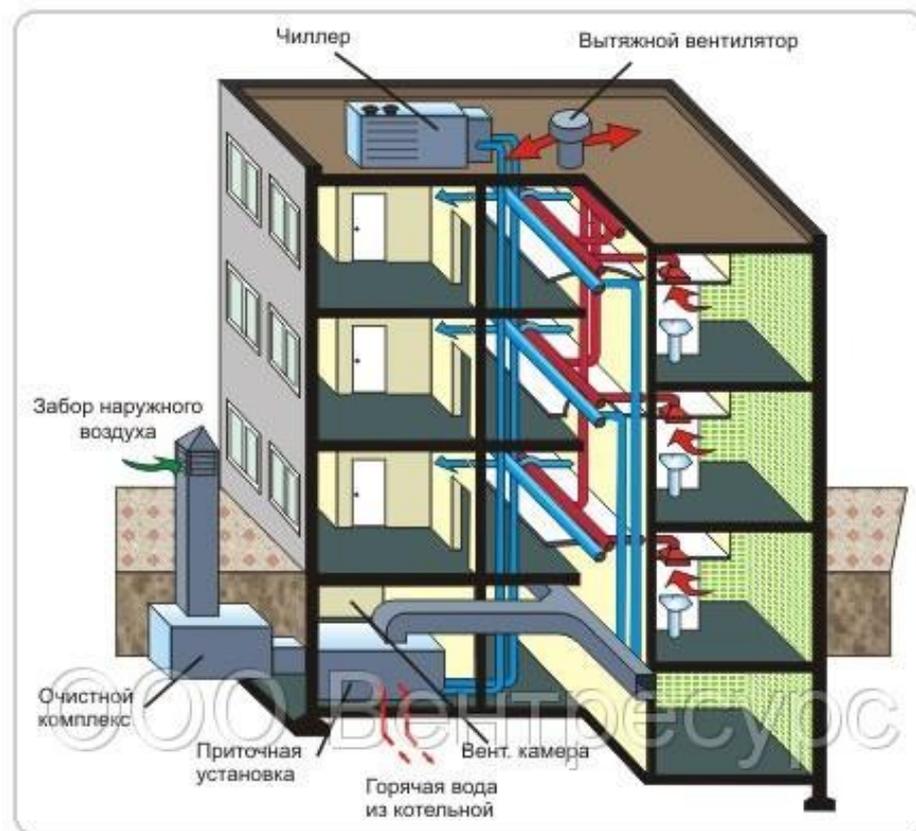
Фанкойлы - это теплообменники с вентиляторами. Они забирают тепло или холод от теплоносителя и нагревают или охлаждают помещение.



Фильтры, калориферы и вентиляторы приточной вентиляции устанавливаются в так называемых вентиляционных камерах, которые часто располагают в подвалах.



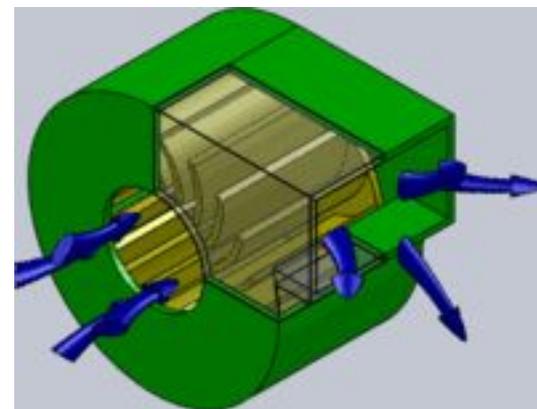
Вытяжные вентиляционные камеры устраивают отдельно от приточных вентиляционных камер. В них размещают вентиляторы для побуждения движения воздуха. Вытяжные камеры в общественных зданиях обычно размещают на чердаке или технических этажах.



Вентиляторы — это воздуходувные машины, создающие определенное давление и служащие для перемещения воздуха. Наиболее распространенными являются осевые и радиальные (центробежные) вентиляторы.



ВО 06-300 применяются в системах вентиляции производственных, общественных и жилых зданий



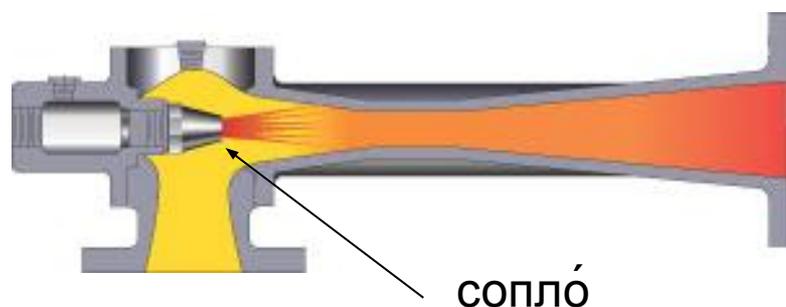
ВЦ (Р) Воздух через входное отверстие засасывается вовнутрь ротора, где он приобретает вращательное движение и, за счет центробежной силы и специальной формы лопаток, направляется в выходное отверстие специального спирального кожуха. Таким образом, выходной поток воздуха находится под прямым углом к входному. Данный вид вентилятора широко применяется в промышленности.

Пылевые радиальные вентиляторы высокого давления ВДП-РУ с пониженным уровнем шума

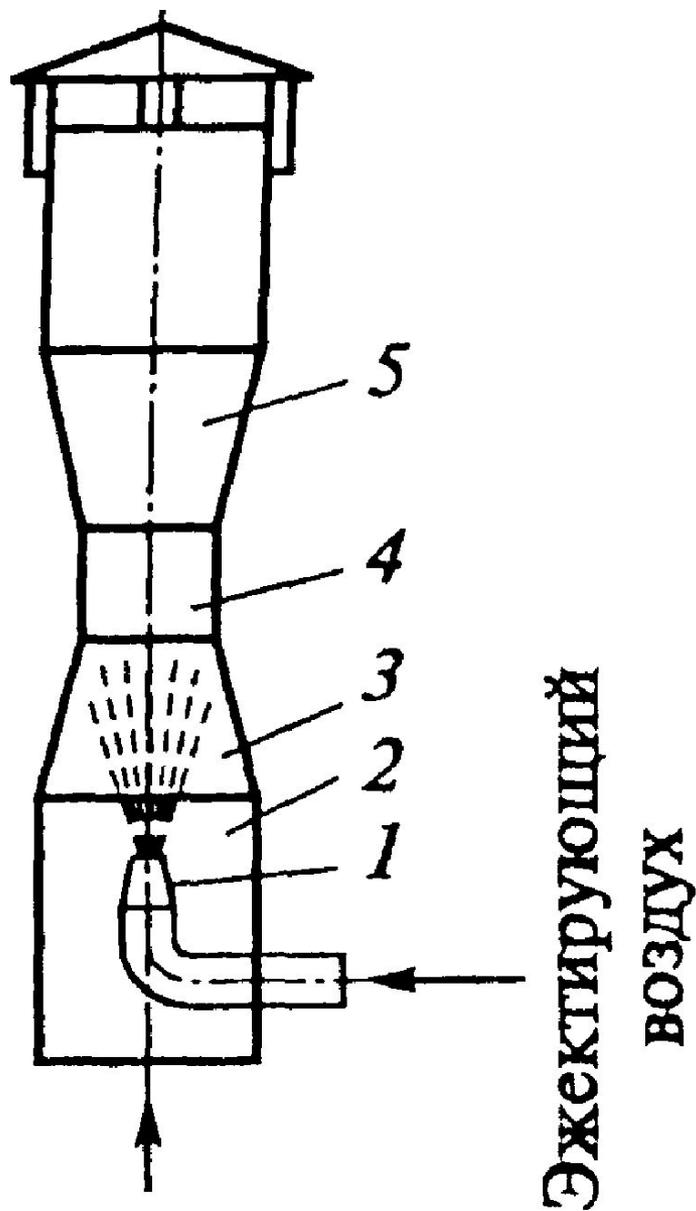


Серия ВДП-РУ отличается **высоким КПД** (около 87 процентов) и **пониженным уровнем шума**. Эти радиальные вентиляторы идеально подходят для удаления из воздуха мелких частиц, вредных для человека (система аспирации) и более крупной щепы, гранулированных материалов, опилок (за исключением волокна)

Эжекторы применяют в вытяжных системах в тех случаях, когда необходимо удалить очень агрессивную среду, пыль, способную к взрыву не только от удара, но и от трения, или легко воспламеняющиеся взрывоопасные газы (ацетилен, эфир и т.д.).



Эжектор, работая по закону Бернулли, создает в сужающемся сечении пониженное давление одной среды, что вызывает подсос в поток другой среды, которая затем переносится и удаляется от места всасывания энергией первой среды



Принцип действия эжектора:

Воздух нагнетается в эжектор компрессором или вентилятором высокого давления, установленным за пределом вентилируемого помещения, подводится по трубе к соплу 1 и, выходя из него с большой скоростью, создает за счет эжекции разрежение в камере 2, куда подсасывается воздух из вентилируемого помещения. В конфузоре 3 и горловине 4 происходит перемешивание эжектируемого (из помещения) и эжектирующего воздуха. Диффузор 5 служит для преобразования динамического давления в статическое. Недостатком эжектора является низкий КПД, не превышающий 25%.

В зависимости от характера транспортируемой среды изделия и материалы для воздуховодов могут изготавливаться из стали, стеклоткани, и др.

При высокой относительной влажности и наличии соединений в смеси воздуха химически активных газов, паров и пыли используются бетонные, железобетонные и гипсовые вентиляционные блоки, при агрессивной химической среде – блоки из кислотоустойчивого бетона и пластобетона. Воздуховоды должны иметь покрытие, стойкое к транспортируемой и окружающей среде.



Для уменьшения расхода на вентиляцию желательно, чтобы воздуховоды были круглого и большого сечения, как можно короткими, имели мало углов и были закругленными.

Для воздуховодов при передвижении воздуха с температурой более 90 град или воздуха с механическими примесями или абразивной пылью толщину стали следует обосновывать расчетом.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХООБМЕНА ПРИ ВЕНТИЛЯЦИИ НЕОБХОДИМОГО ОБЩЕОБМЕННОЙ

Количество воздуха, необходимое для вентиляции производственного помещения, называется **вентиляционным воздухообменом** (L , м.куб./ч).

Вентиляционный воздухообмен следует определять расчетом исходя из условий производства и наличия избыточной теплоты, влаги или вредных веществ.

1. При нормальных микроклиматических условиях и отсутствии выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны (концентрация не превышает ПДК), количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работающего.
 - Если этот объем меньше 20 куб.м, расход воздуха на каждого работающего должен быть не менее 30 куб.м/ч.
 - Если объем помещения на одного человека составляет 20... 40 куб.м., то расход воздуха на каждого человека составляет не менее 20 куб.м.
 - В помещениях, где на одного работающего приходится более 40 куб.м. и при наличии естественной вентиляции воздухообмен не рассчитывают.
 - В случае отсутствия естественной вентиляции (герметичные кабины) расход воздуха на одного работающего должен составлять не менее 60 куб.м.

Необходимый воздухообмен для всего помещения в целом:

$$L = n \cdot L_1$$

где n — число работающих в данном помещении, L_1 — расход воздуха на одного работающего, м³/ч.

2. При выделении вредных газов или паров вентиляционный воздухообмен определяют исходя из разбавления их до допустимых концентраций:

$$L = G_{\text{вр}} / (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{пр}})$$

где $G_{\text{вр}}$ — количество выделяющихся вредных веществ, мг/ч. Принимают по технологическим данным или из справочной литературы; $C_{\text{пр}}$ — концентрация вредных веществ в приточном воздухе, должна быть по возможности минимальной и не превышать 30% ПДК.

Этим методом расчета пользуются при равенстве количества приточного и удаляемого системой вентиляции воздуха, отсутствии в производственном помещении местных вентиляционных отсосов, равномерном распределении вредных веществ по помещению и постоянстве концентрации вредных веществ, равной ПДК.

3. При выделении избытков явной теплоты в помещении вентиляционный воздухообмен (без учета количества тепла, уносимого с воздухом, удаляемым через местные отсосы) определяют следующим соотношением:

$$L = \Delta Q_{\text{изб}} / C_p \rho_{\text{пр}} (t_y - t_{\text{п}})$$

где $\Delta Q_{\text{изб}}$ — избытки явного тепла в помещении, кВт; C_p — удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, кДж/(кг·°С); $\rho_{\text{пр}}$ — плотность приточного воздуха, кг/м³; t_y — температура удаляемого воздуха, °С; $t_{\text{п}}$ — температура воздуха, подаваемого в помещение, °С.

Температуру воздуха, удаляемого из помещения, определяют по формуле:

$$t_y = t_{pz} + a(H - 2)$$

где t_{pz} — температура в рабочей зоне, которая не должна превышать допустимую по нормам, т.е. $t_{pz} \leq t_{доп}$; a — температурный градиент по высоте помещения, °С/м; для помещений с избытками явного тепла меньше 23 Вт/м^3 можно принять $a = 0,5^\circ\text{С/м}$. Для «горячих» цехов, где избытки явного тепла равны или больше 23 Вт/м^3 — $a = 0,7 \dots 1,5^\circ\text{С/м}$; H — расстояние от пола до центра вытяжных отверстий, м; 2 — высота рабочей зоны, м.

Температура приточного воздуха при наличии избытка явной теплоты должна быть на $5 \dots 8^\circ\text{С}$ ниже температуры воздуха в рабочей зоне.

4. При выделении влаги необходимый воздухообмен находят по формуле:

$$L = G_{\text{вп}} / \rho_{\text{пр}} (d_{\text{у}} - d_{\text{пр}}.)$$

где $G_{\text{вп}}$ — масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;
 $\rho_{\text{пр}}$ — плотность воздуха, поступающего в помещение, кг/м³; $d_{\text{у}}$ — допустимое содержание водяного пара в воздухе при нормативной температуре и относительной влажности воздуха, г/кг; $d_{\text{пр}}$ — влагосодержание приточного воздуха, г/кг.

При одновременном выделении теплоты, влаги, вредных веществ следует рассчитывать воздухообмен для каждого из этих факторов и принимать наибольшее из полученных значений.

5. Метод определения необходимого количества воздуха по кратности вентиляционного воздухообмена. Применяют для ориентировочных расчетов, когда неизвестно количество выделяющихся вредных веществ.

Кратность воздухообмена k (час⁻¹) показывает, сколько раз в час меняется воздух в помещении. -1

$$L = kV$$

где L — объем воздуха, подаваемого или удаляемого из помещения, м³/ч; V — объем вентилируемого помещения, м³.

Расчет вентиляционных систем сводится к определению вентиляционного воздухообмена (L), выбору схемы вентиляции, определению давления, развиваемого вентилятором, подбору вентилятора и электродвигателя необходимой мощности.

8.Местная приточная вентиляция.
Воздушные души, воздушные завесы.
Основные элементы установок
механической вытяжной вентиляции:
местные отсосы (закрытые,
полуоткрытые, открытые), условия,
повышающие эффективность
действия местных отсосов.

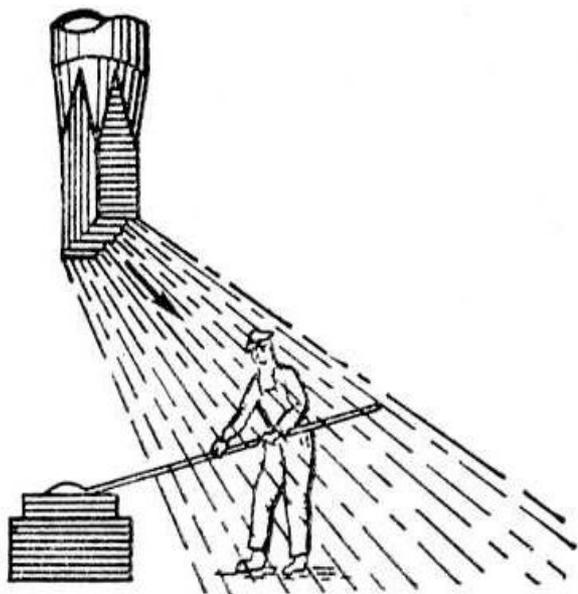
Местная вентиляция

С помощью местной вентиляции необходимые метеорологические параметры и чистота воздуха создаются на отдельных рабочих местах.

Местная вытяжная вентиляция удаляет вредные вещества непосредственно у источника возникновения (у сальников насосов, мешалок и т.д.).

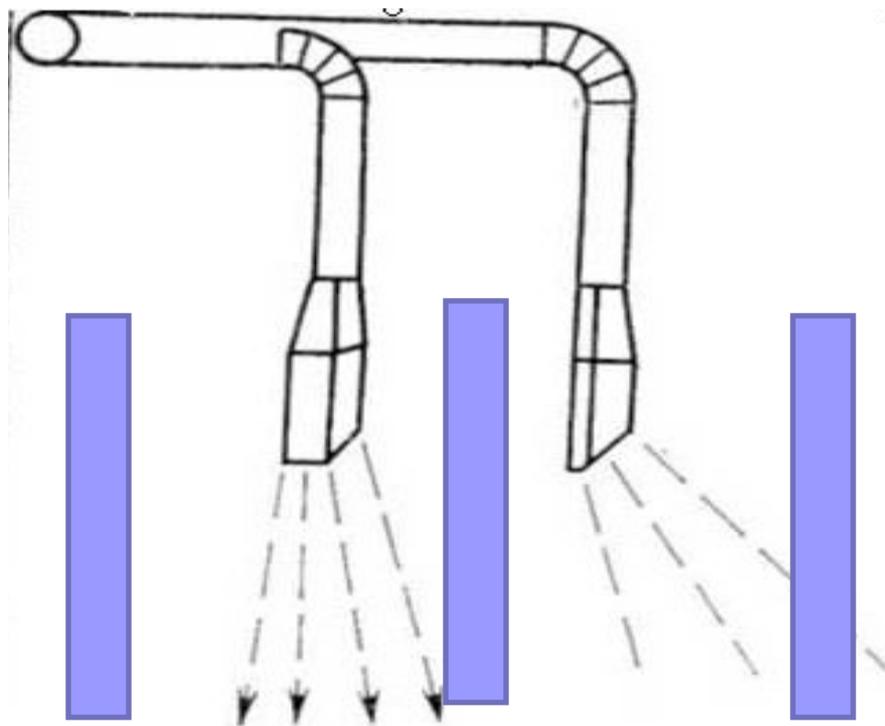
Местная приточная вентиляция подает чистый охлажденный (нагретый) воздух на рабочее место, создавая благоприятную метеорологическую обстановку.

Местная приточная вентиляция применяется в виде воздушных душей и воздушных завес.



Для устройства воздушного оазиса часть рабочей площадки отделяют вертикальными, обычно стеклянными щитами, между которыми оставляют необходимые проходы. Выгороженную часть, имеющую открытый верх, «затопляют» приточным воздухом необходимых параметров. Воздушное душирование предусматривают на постоянных рабочих местах при воздействии на работающих теплового излучения.

Воздушный душ представляет собой подачу на человека струи воздуха заданных параметров (температура, влажность, скорость).



Воздушная завеса создается струей воздуха, поступающей из узкой щели со скоростью 10... 15 м/с для предотвращения прохода воздуха через открытый проем. Воздушные завесы устраивают у дверных проемов в наружных стенах для отклонения потока холодного воздуха, устремляющегося через открытые двери в помещение, а также в проемах во внутренних стенах. В этом случае воздушные завесы препятствуют перетеканию загрязненного воздуха из одного помещения в другое.

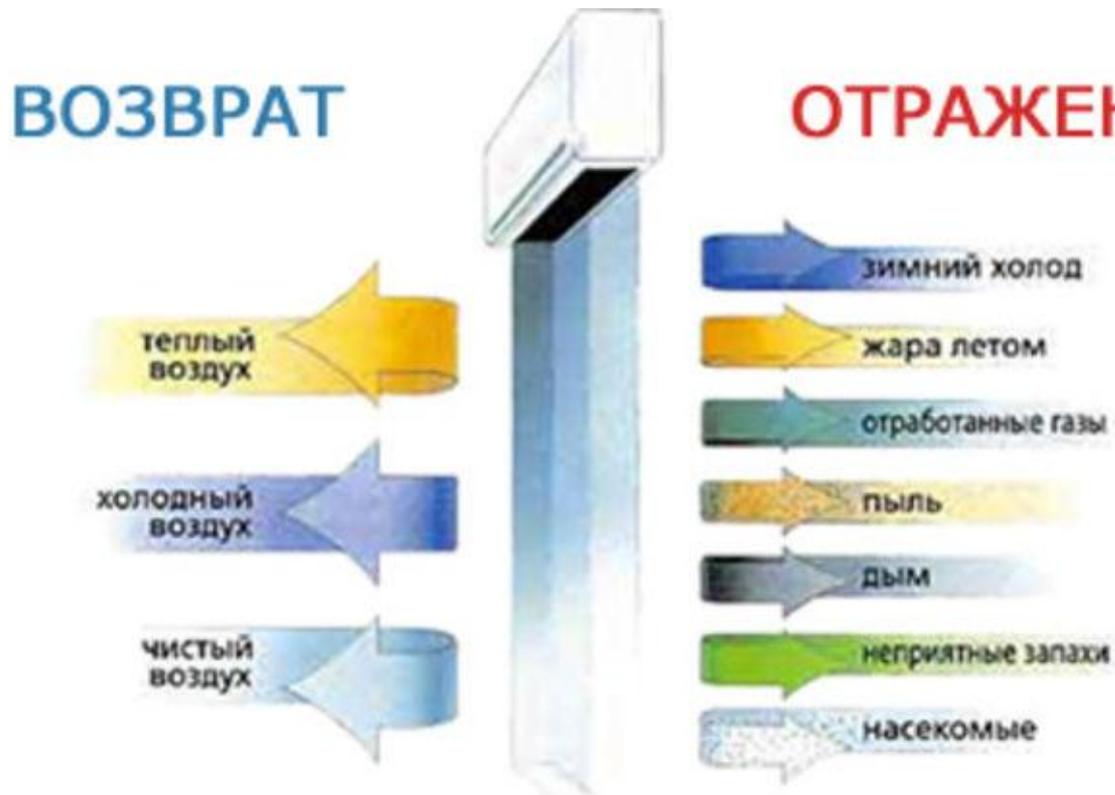


Воздушная завеса



Воздушный шлюз

Воздушные завесы, предназначены для разделения зон с разной температурой по разные стороны открытых проемов рабочих окон, входных дверей и ворот.



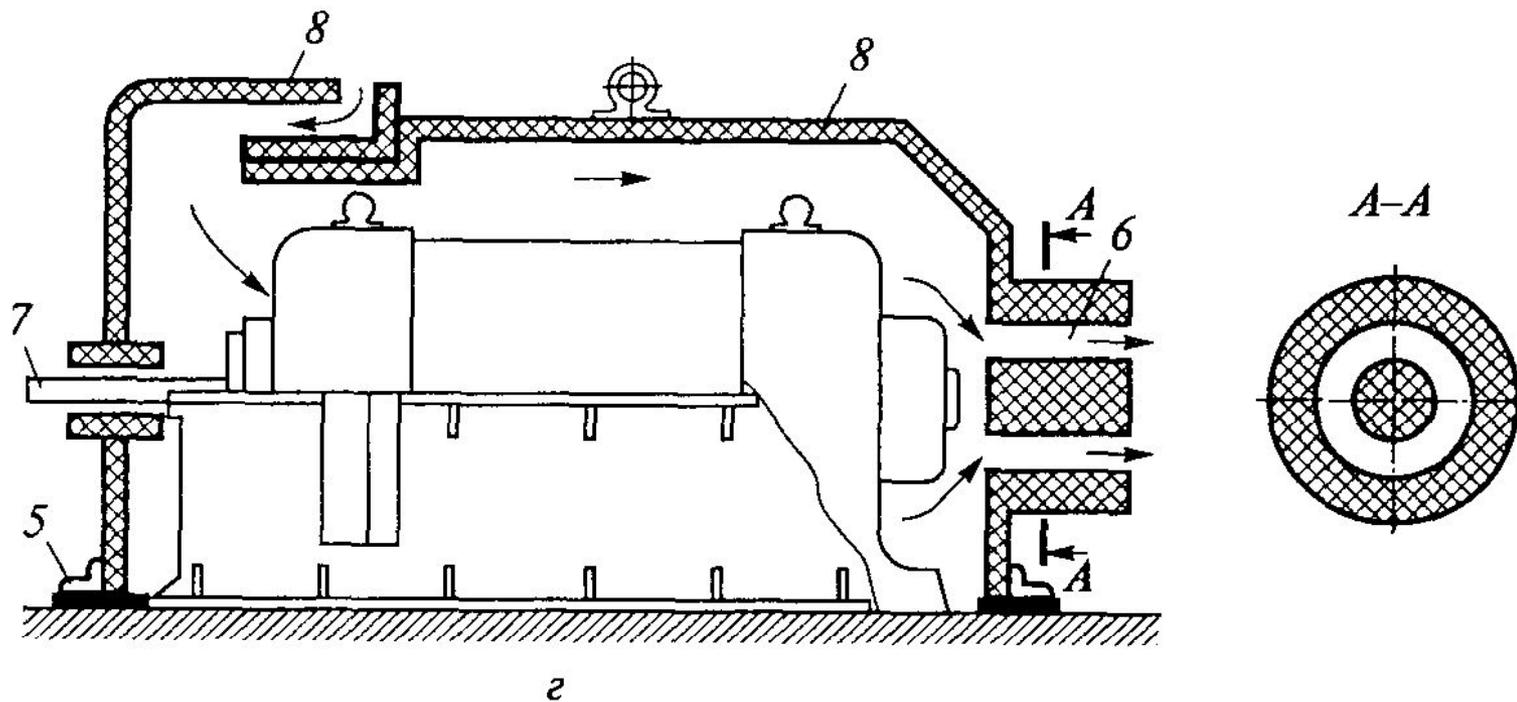
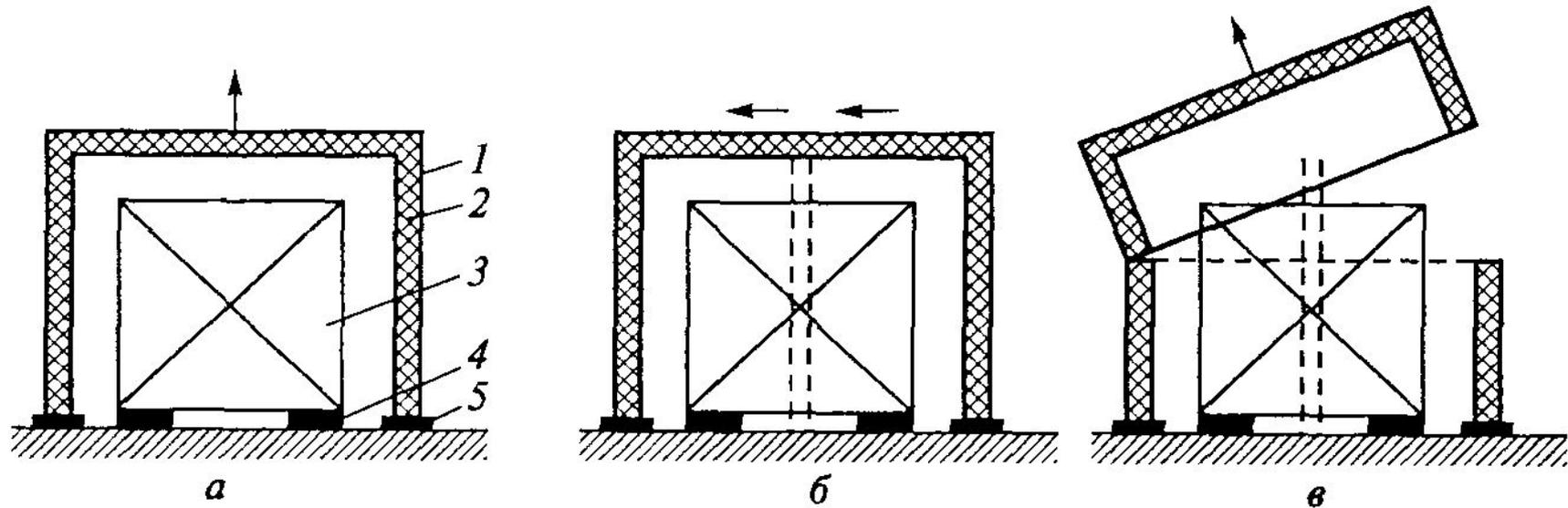
За счет выдува высокоскоростного воздушного потока образуется "невидимая дверь", которая не дает теплоте выходить наружу, а холодному поступать в помещение. Таким образом улучшается внутренний температурный комфорт, исчезают сквозняки, значительно снижаются теплопотери, а следовательно и затраты на обогрев.

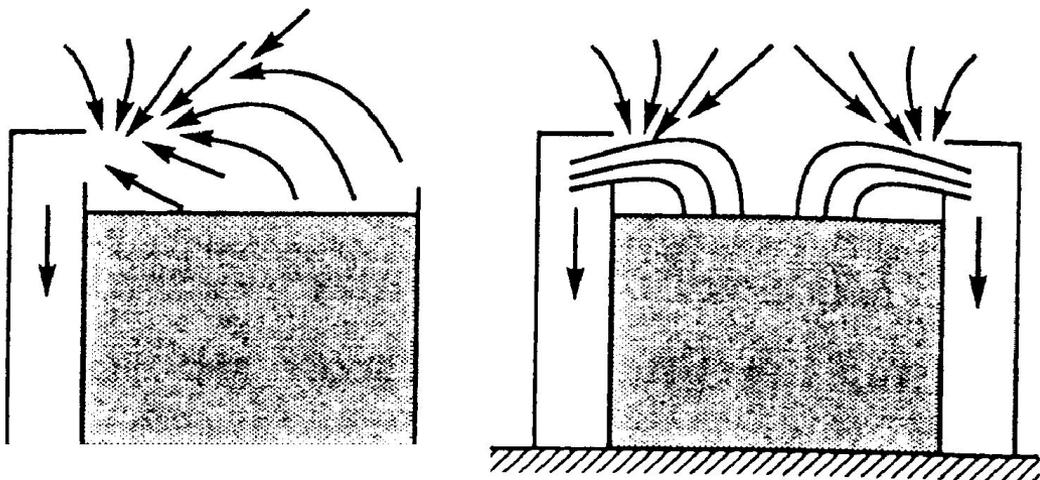
Местная вытяжная вентиляция
осуществляется с помощью местных отсосов и укрытий.



Конструкции местных отсосов и укрытий могут быть полностью закрытыми, полукрытыми или открытыми. Наиболее эффективны закрытые отсосы. К ним относятся кожухи, камеры, герметично закрывающие технологическое оборудование.

Если по условиям технологии или обслуживания такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые: вытяжные зонты, отсасывающие панели, вытяжные шкафы, бортовые отсосы и т.д.





Бортовые отсосы используют, когда пространство над поверхностью выделения вредных веществ должно оставаться совершенно свободным - при загрузке и выгрузке обрабатываемых изделий с помощью подъемно-транспортных устройств.

Примером могут служить бортовые отсосы гальванических и травильных ванн.

Принцип действия бортовых отсосов, представляющих собой щелевидные воздуховоды размером 40... 100 мм, состоит в том, что затягиваемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает за собой вредные выделения, не давая им распространиться по производственному помещению.

Бортовые отсосы делают у одного борта, если ширина ванны не превышает 0,7 м, или у двух противоположных бортов, когда ширина ванны составляет 0,7... 1,0 м. **Условие эффективности** Кроме обычных бортовых отсосов применяют **бортовые отсосы с передувом**, когда в узкую щель, расположенную у одной длинной стороны ванны, подают струю воздуха, а с противоположной стороны ванны производят отсос.



Вытяжные зонты применяют для улавливания вредных веществ, имеющих меньшую плотность, чем окружающий воздух. Зонты делают открытыми со всех сторон или частично открытыми с одной, двух, трех сторон, а по форме сечения - прямоугольными или круглыми.



Главное условие, чтобы поток удаляемых вредных веществ не проходил через зону дыхания работающего. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от размеров, высоты подвеса и угла его раскрытия. Чем больше размеры и чем ниже установлен зонт над местом выделения вредных веществ, тем он эффективнее.

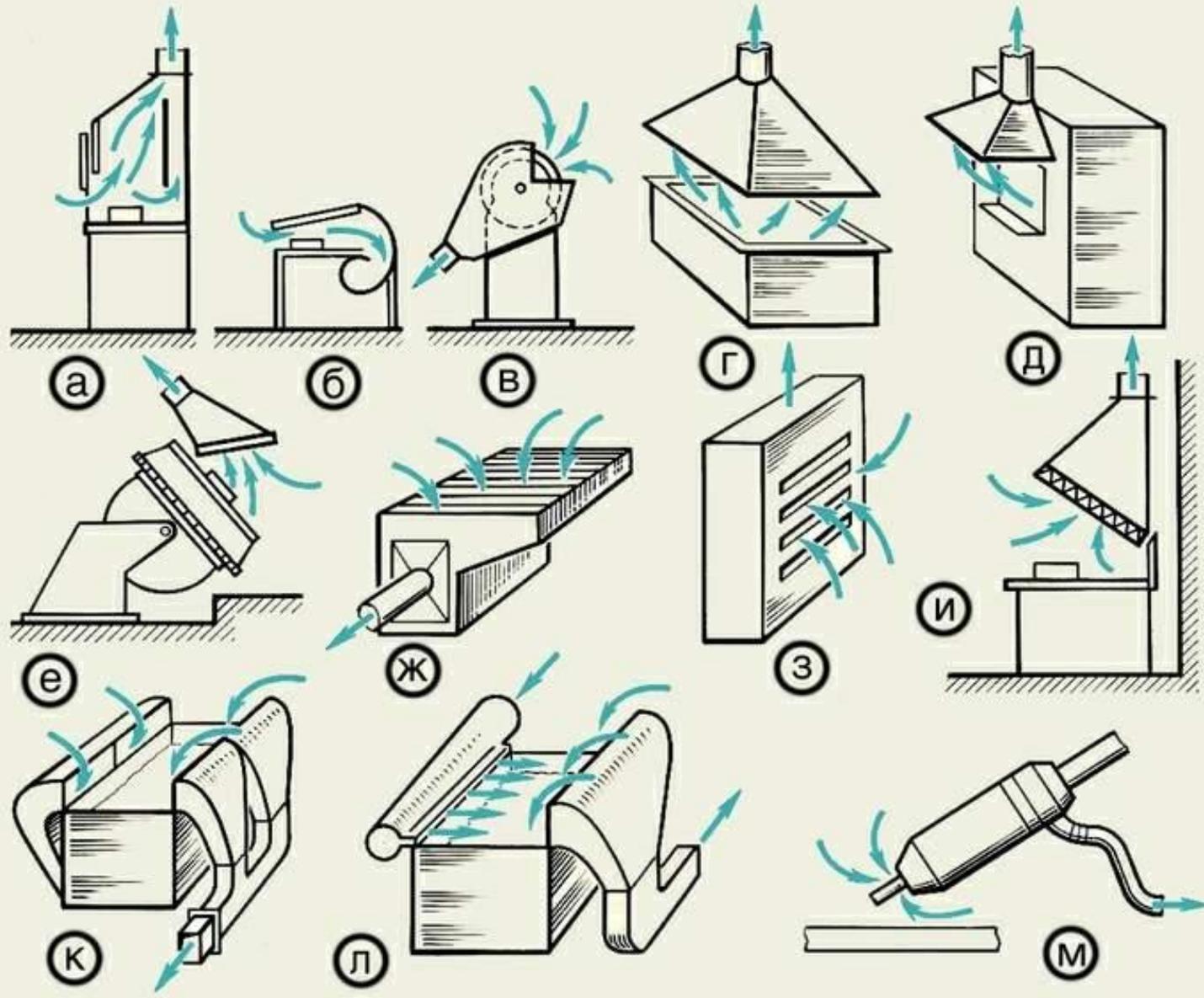


Вытяжные шкафы почти полностью закрывают источник выделения вредных веществ, поэтому **они эффективнее других отсосов.**

Незакрытыми остаются лишь проемы для работы внутри шкафа, через которые воздух из помещения поступает в шкаф. Форма проема определяется характером технологических операций.



Боксы используют для удаления высокотоксичных продуктов.



Схемы местных отсосов: а — вытяжной шкаф; б — витринное укрытие; в — укрытие-кожух для заточного станка; г — вытяжной зонт; д — зонт-козырек над открытым проемом печи; е — вытяжная воронка при сварке крупногабаритных изделий;

ж — нижний отсос; з — боковой отсос; и — наклонная вытяжная панель; к — двухбортовой отсос от гальванической ванны; л — однобортовой отсос с передувкой; м — кольцевой отсос для ручного сварочного пистолета.

Обычные системы вентиляции не способны поддерживать сразу все метеорологические параметры в пределах, обеспечивающих комфортные условия труда. Эту задачу может выполнить **кондиционирование**, которое является **наиболее совершенным видом механической вентиляции**.

Кондиционированием называется процесс создания и автоматического поддержания оптимальных параметров воздушной среды в производственных помещениях.



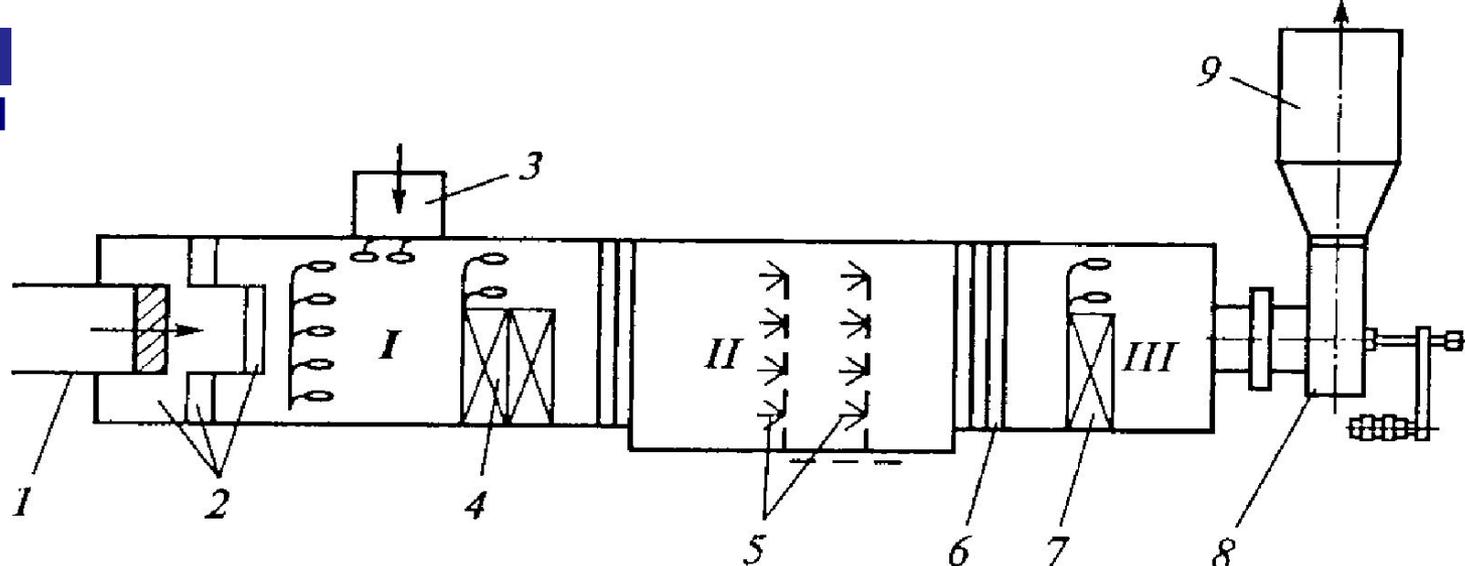
При кондиционировании независимо от наружных метеорологических условий и режима работы технологического оборудования в помещении автоматически регулируются температура, относительная влажность, скорость движения воздуха и осуществляется очистка воздуха от пыли.

В некоторых случаях воздух проходит специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т.д.



Для обеспечения кондиционирования используются специальные установки, называемые кондиционерами.

Кондиционеры могут быть местными (для обслуживания отдельных помещений) и центральными (для обслуживания нескольких отдельных помещений).



Наружный воздух очищается от пыли, проходя через фильтр 2, и поступает в камеру I, где он смешивается с воздухом из помещения. Воздух из помещений, где установлены кондиционеры удаляется специальной вытяжной системой 8, 9. В целях экономии теплоты зимой и холода летом часть этого воздуха не выбрасывается наружу, а снова поступает в кондиционер 3 (схема с рециркуляцией воздуха). Пройдя через ступень предварительной температурной обработки в калориферах 4, воздух поступает в камеру II, где подвергается увлажнению 5 для обеспечения заданных параметров относительной влажности и очистке 6. При последующей температурной обработке в камере III зимой воздух подогревается частично за счет температуры воды, поступающей в форсунки 5, а частично в калориферах 4 и 7. Летом воздух охлаждается частично подачей в камеру II охлажденной воды, но главным образом за счет работы специальных холодильных машин. Отечественной промышленностью выпускаются неавтономные (без холодильной машины) и автономные кондиционеры (со встроенной холодильной машиной).

Кондиционирование воздуха требует по сравнению с вентиляцией больших затрат, но эти затраты быстро окупаются, так как на 4... 10% увеличивается производительность труда и снижается заболеваемость работающих.

О кондиционерах, легионерах и их болезни



Название заболевания связано со вспышкой 1976 года в Филадельфии тяжёлого респираторного заболевания, протекавшего по типу пневмонии.

В июле 1976 года более 4000 участников съезда Американского легиона собралось в Филадельфии (штат Пенсильвания). Это был 49 ежегодный съезд организации.

Через три дня после окончания мероприятия, а именно 27 июля 1976 года, один из участников скоропостижно скончался от заболевания, протекавшего подобно пневмонии. Ещё через три дня один из пенсильванских терапевтов обратил внимание на то, что трое больных пневмонией, которых он лечил, тоже посещали съезд Американского легиона. В тот же день медицинская сестра одной из окрестных больниц обнаружила похожее заболевание ещё у трёх участников съезда.

Однако официальные органы власти штата объединили все случаи, связав заболевание со съездом, только 2 августа 1976 года. К этому моменту 18 легионеров уже умерли. Всего же во время этой вспышки заболел 221 человек, из них 34 скончалось.

Вспышку заболевания, по мнению учёных, спровоцировали колонии легионелл, размножавшиеся в жидкости вентиляционной системы, установленной в гостинице, где остановились участники съезда.

Легионеллы - бактерии вызывающие у человека тяжелую пневмонию (называемую еще «болезнью легионеров», легионеллезом).

Легионеллы широко распространены во всем мире, это часть естественной флоры многих водоемов, как естественных, так и искусственных.

Обнаружение малоприятного возбудителя в системах кондиционирования воздуха, вызвало шок как у обитателей многочисленных офисов, так и у производителей кондиционеров.

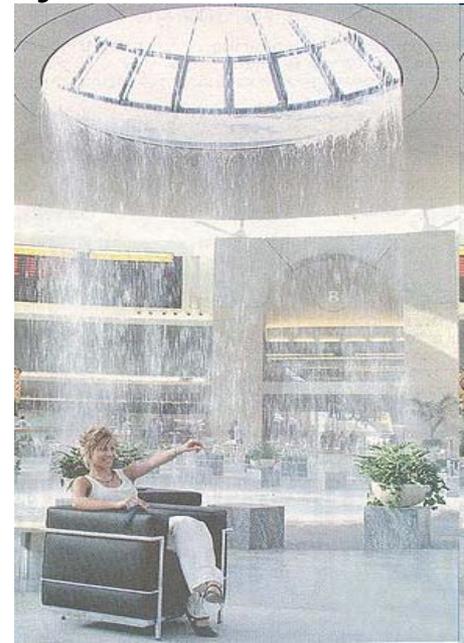




Для того, чтобы человек заразился, ему необходимо вдохнуть возбудителя, находящегося в водном аэрозоле: душ, поток воздуха из кондиционера, разнокалиберные фонтаны и фонтанчики.

Несмотря на то, что легионеллу можно обнаружить в мокроте заболевших, случаев передачи инфекции от человека к человеку не зарегистрировано.

Но если вспомнить, что практически каждый современный офис оборудован системой кондиционирования воздуха, масштабы угрозы начинают выглядеть весьма внушительно.



Инкубационный период легионеллеза в среднем составляет 5-7 суток. Описан целый ряд клинических форм инфекции: это собственно болезнь легионеров, понтиакская лихорадка, лихорадка «Форт-Брагг». Не исключены и другие формы заболевания.

Наиболее изучена легионеллезная пневмония, то есть заболевание, возникающее при попадании возбудителя в легкие человека. Как правило, болезнь развивается очень быстро. Начинается все с умеренной головной боли и недомогания, а затем — в среднем через сутки — следует резкий подъем температуры до 39-40 градусов Цельсия, сопровождающийся сильным ознобом.

Самое грозное осложнение болезни легионеров, которое и приводит к летальному исходу, — дыхательная недостаточность. **Летальность составляет от 5 до 30 процентов** и очень зависит от возраста и предшествующего состояния пациента.