

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



## ЛЕКЦИЯ № 3. Производственный микроклимат

**ЦЕЛЬ ЛЕКЦИИ:** Дать общее представление о промышленной вентиляции и кондиционировании воздуха, ознакомить с методикой контроля показателей микроклимата на рабочих местах.

### УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Промышленная вентиляция.
2. Кондиционирование воздуха.
2. Контроль показателей микроклимата.

### Литература:

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.В. Ильницкая, и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. 8-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк., 2009. – 616 с.

# 1. Промышленная вентиляция

Эффективным средством обеспечения допустимых показателей микроклимата воздуха рабочей зоны является **вентиляция**.

**Вентиляцией** называется организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения воздуха и подачу на его место свежего.

По способу перемещения воздуха различают системы **естественной** и **механической** вентиляции.

**Естественная вентиляция** – это система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания.

Разность давлений обусловлена разностью плотностей наружного и внутреннего воздуха и ветровым напором, действующим на здание. При действии ветра на поверхностях здания с подветренной стороны образуется избыточное давление, на наветренной стороне – разрежение.

Естественная вентиляция реализуется в виде **инфильтрации** и **аэрации**.

Неорганизованная естественная вентиляция – **инфильтрация** (*естественное проветривание*) осуществляется сменой воздуха в помещениях через неплотности в ограждениях и элементах строительных конструкций благодаря разности давлений снаружи и внутри помещения.

При инфильтрации воздухообмен зависит от случайных факторов – силы и направлений ветра, температуры воздуха внутри и снаружи здания, вида ограждений и качества строительных работ. Инфильтрация может быть значительной для жилых зданий и достигать 0,5...0,75 объема помещения в час, а для промышленных предприятий до 1,5.

**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).

Как способ вентиляции аэрация нашла широкое применение в промышленных зданиях, характеризующихся технологическими процессами с большими тепловыделениями (прокатных цехах, литейных, кузнечных). Поступление наружного воздуха в цех в холодный период года организуют так, чтобы холодный воздух не попадал в рабочую зону.

Для этого наружный воздух подают в помещение через проемы (рисунок 1.1), расположенные не ниже 4,5 м от пола, в теплый период года приток наружного воздуха вводят через нижний ярус оконных проемов – на высоте 1,5...2 м.

**Основным достоинством аэрации** является возможность осуществлять большие воздухообмены без затрат механической энергии.

**К недостаткам аэрации** следует отнести то, что в теплый период года эффективность аэрации может существенно падать вследствие повышения температуры наружного воздуха и то, что поступающий в помещение воздух не очищается и не охлаждается.

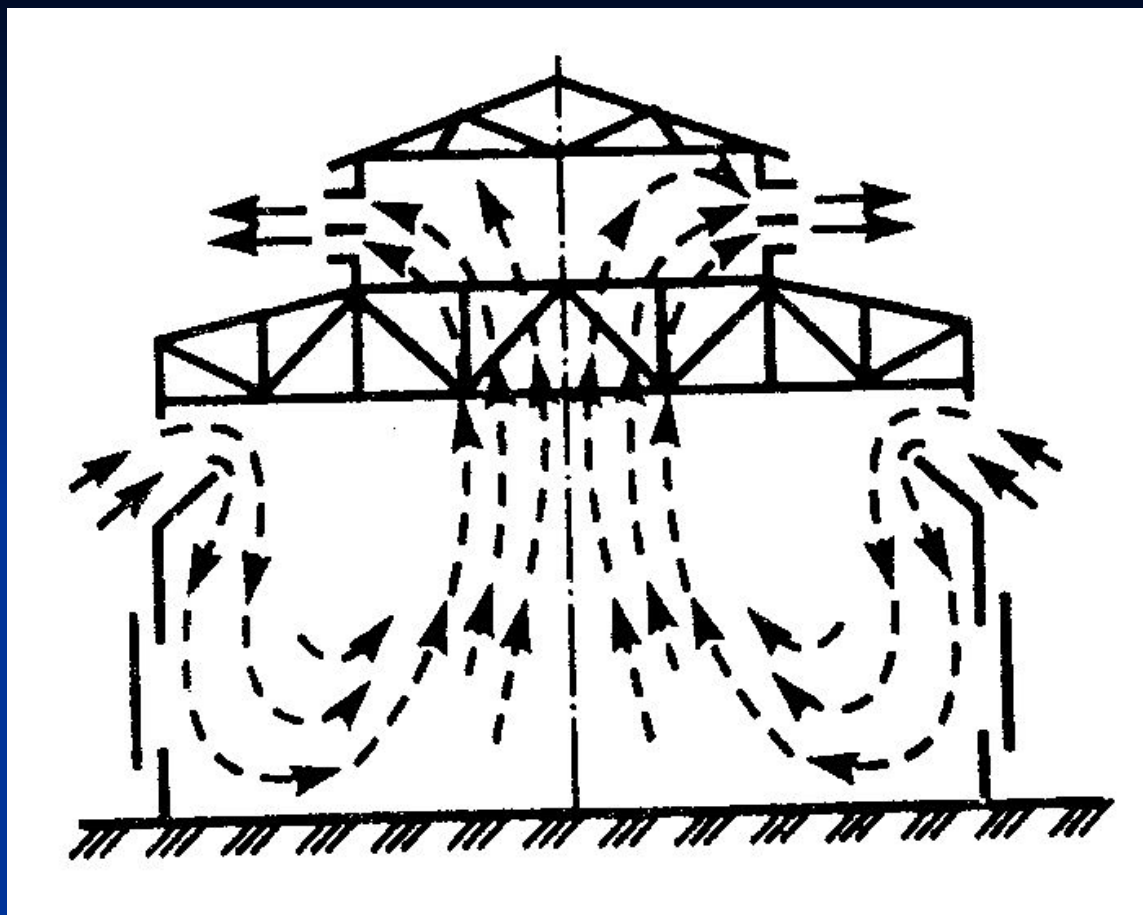


Рисунок 1.1 – Схемы аэрации в помещении

**Механическая вентиляция** - это вентиляция, с помощью которой воздух подается в производственные помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов с использованием для этого специальных механических побудителей.

Механическая вентиляция по сравнению с естественной имеет ряд *преимуществ*:

- большой радиус действия;
- возможность изменять или сохранять необходимый воздухообмен независимо от температуры наружного воздуха и скорости ветра;
- возможность подвергать вводимый в помещение воздух предварительной очистке, осушке или увлажнению, подогреву или охлаждению;
- возможность организовывать оптимальное воздухораспределение с подачей воздуха непосредственно к рабочим местам;
- возможность улавливать вредные выделения непосредственно в местах их образования и предотвращать их распространение по всему объему помещения;
- возможность очищать загрязненный воздух перед выбросом его в атмосферу.

К *недостаткам* механической вентиляции следует отнести значительную стоимость ее сооружения и эксплуатации, а также необходимость проведения мероприятий по снижению шума.

Системы механической вентиляции подразделяются на:

- общеобменные;
- местные;
- аварийные;
- смешанные
- и системы кондиционирования.

**Общеобменная вентиляция** - эта система вентиляции, которая предназначена для подачи чистого воздуха в помещение, ассимиляции избыточной теплоты, влаги и вредных веществ помещений. В последнем случае она применяется, если вредные выделения поступают непосредственно в воздух помещения, а рабочие места не фиксированы и располагаются по всему помещению.

Обычно объем воздуха  $L_{пр}$ , подаваемого в помещение при общеобменной вентиляции, равен объему воздуха  $L_{в}$ , удаляемого из помещения. Однако в ряде случаев возникает необходимость нарушить это равенство (рисунок 1.2).

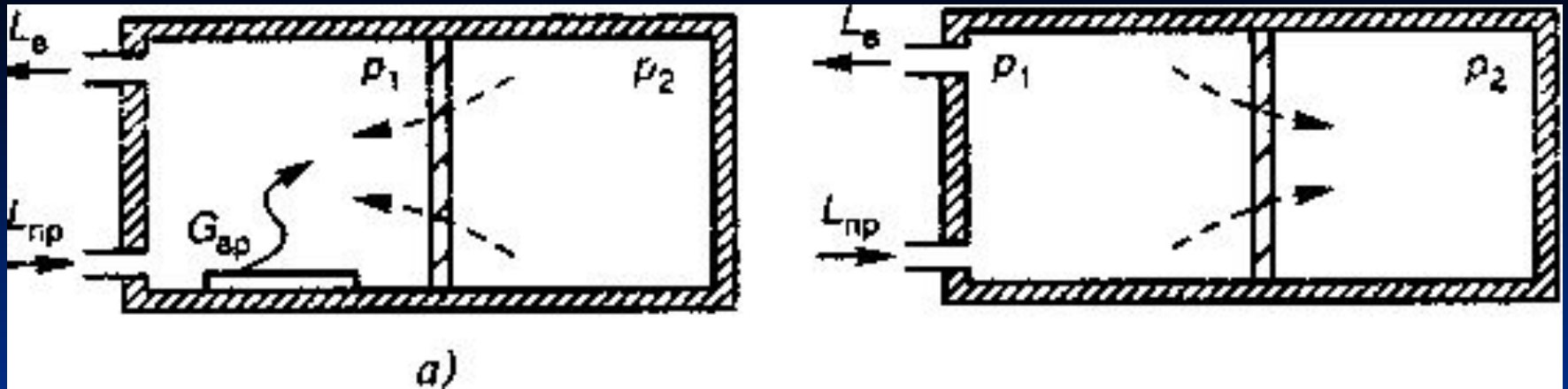


Рисунок 1.2 - Принципиальная схема вентиляции для выбора соотношения объемов приточного и удаляемого воздуха:  
 а –  $L_v > L_{пр}$ ; б -  $L_v < L_{пр}$ .

Так, в особо чистых цехах электровакуумного производства, для которых большое значение имеет отсутствие пыли, объем притока воздуха делается больше объема вытяжки, за счет чего создается некоторый избыток давления в производственном помещении, что исключает попадание пыли из соседних помещений. В общем случае разница между объемами приточного и вытяжного воздуха не должна превышать 10... 15 %.

По способу подачи и удаления воздуха различают четыре схемы общеобменной вентиляции (рисунок 1.3):

- приточная;
- вытяжная;
- приточно-вытяжная;
- системы с рециркуляцией.



По *приточной системе* воздух подается в помещение после подготовки его в приточной камере. В помещении при этом создается избыточное давление, за счет которого воздух уходит наружу через окна, двери или в другие помещения.

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

Установки приточной вентиляции (рисунок 1.3, а) обычно состоят из следующих элементов:

- воздухозаборного устройства 1;
- воздуховодов 2, по которым воздух подается в помещение;
- фильтров 3 для очистки воздуха от пыли;
- калориферов 4, в которых подогревается холодный наружный воздух;
- побудителя движения 5;
- увлажнителя-осушителя 6;
- приточных отверстий или насадков 7, через которые воздух распределяется по помещению.

Воздух из помещения удаляется через неплотности ограждающих конструкций.

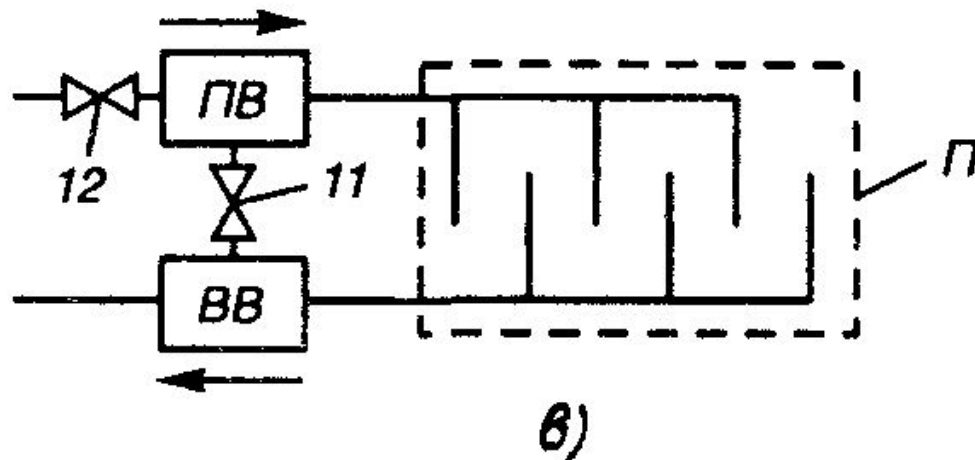
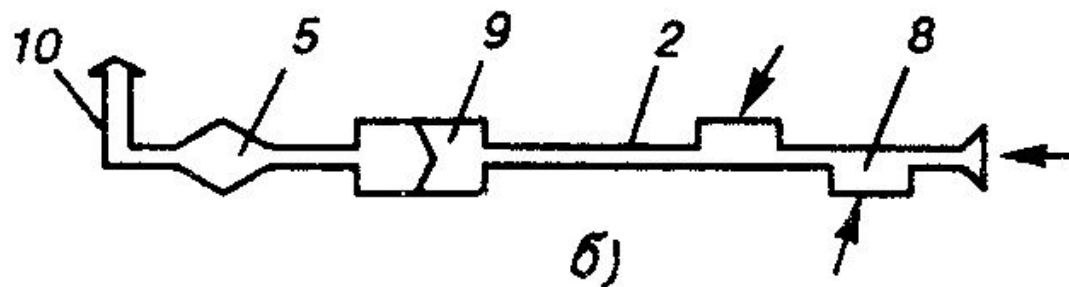
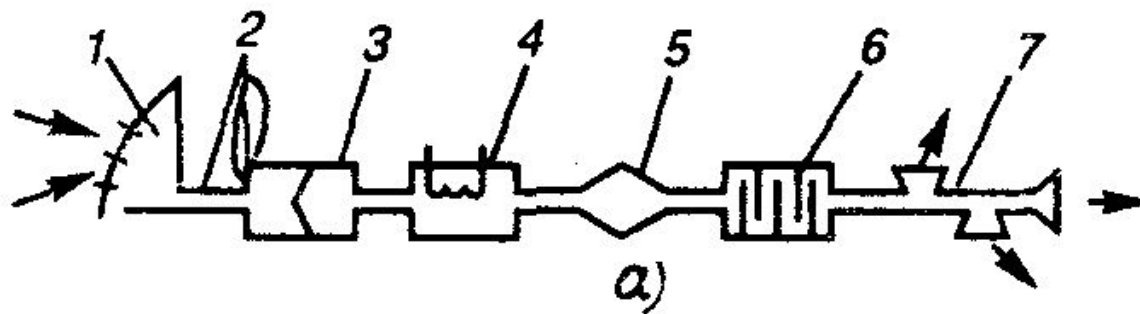


Рисунок 1.3 - Схемы общеобменной вентиляции:  
 а - приточная вентиляция (ПВ); б - вытяжная вентиляция (ВВ);  
 в - приточно-вытяжная вентиляция с рециркуляцией

**Вытяжная система** предназначена для удаления воздуха из помещения. При этом в нем создается пониженное давление, и воздух соседних помещений или наружный воздух поступает в данное помещение. Вытяжную систему целесообразно применять в том случае, если вредные выделения в данном помещении не должны распространяться на соседние, например, для химических и биологических лабораторий.

Установки вытяжной вентиляции (рисунок 1.3, б) состоят из:

- вытяжных отверстий или насадков 8, через которые воздух удаляется из помещения;
- побудителя движения 5;
- воздуховодов 2;
- устройств для очистки воздуха от пыли или газов 9, устанавливаемых для защиты атмосферы;
- устройства для выброса воздуха 10, которое располагается на 1...1,5 м выше конька крыши.

Чистый воздух поступает в производственное помещение через неплотности в ограждающих конструкциях, что является недостатком данной системы вентиляции, так как неорганизованный приток холодного воздуха (сквозняки) может вызвать простудные заболевания.

**Припочно-вытяжная вентиляция** - наиболее распространенная система, при которой воздух подается в помещение приточной системой, а удаляется вытяжной; системы работают одновременно.

В отдельных случаях для сокращения эксплуатационных расходов на нагревание воздуха применяют системы вентиляции с частичной **рециркуляцией** (рисунок 1.3, в).

В них к поступающему снаружи воздуху подмешивают воздух, отсасываемый из помещения II вытяжной системой. Количество свежего и вторичного воздуха регулируют клапанами 11 и 12.

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

Широкое распространение находит *местная вытяжная локализирующая вентиляция*, основанная на использовании отсосов от укрытий.

Конструкции местных отсосов могут быть полностью закрытыми, полуоткрытыми или открытыми (рисунок 1.4).

Наиболее эффективны закрытые отсосы. К ним относятся кожухи, камеры, герметично или плотно укрывающие технологическое оборудование (рисунок 1.4). Если такие укрытия устроить невозможно, то применяют отсосы с частичным укрытием или открытые: вытяжные зонты, отсасывающие панели, вытяжные шкафы, бортовые отсосы и др.

Один из самых простых видов местных отсосов - **вытяжной зонт** (см. рисунок 1.4). Он служит для улавливания вредных веществ, имеющих меньшую плотность, чем окружающий воздух. Зонты устанавливают над ваннами различного назначения, электро- и индукционными печами и над отверстиями для выпуска металла и шлака из вагранок.

Зонты делают открытыми со всех сторон и частично открытыми: с одной, двух и трех сторон. Эффективность работы вытяжного зонта зависит от размеров, высоты подвеса и угла его раскрытия. Чем больше размеры и чем ниже установлен зонт над местом выделения веществ, тем он эффективнее. Наиболее равномерное всасывание обеспечивается при угле раскрытия зонта менее  $60^\circ$ .

**Отсасывающие панели** применяют для удаления вредных выделений, увлекаемых конвективными токами, при таких ручных операциях, как электросварка, пайка, газовая сварка, резка металла и т. п.

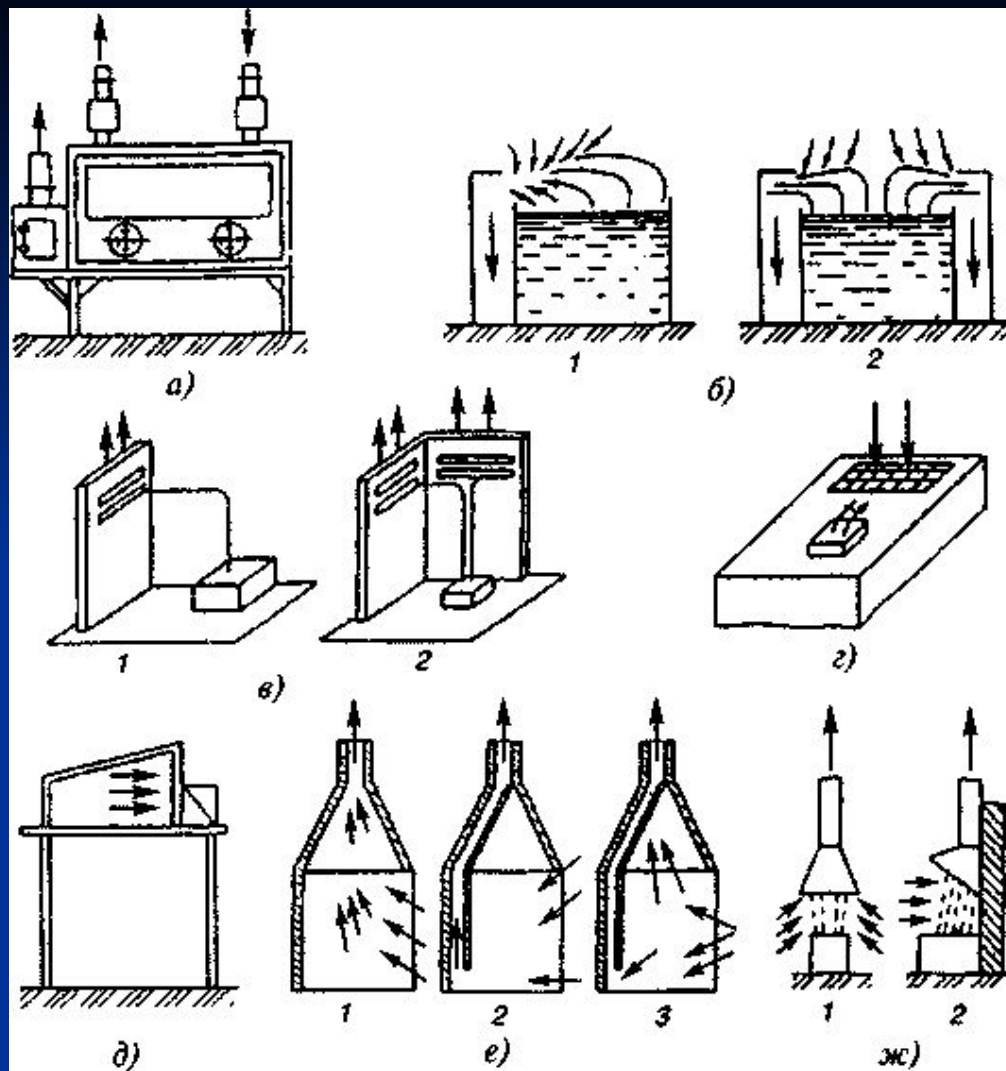


Рисунок 1.4 – Устройства местной вентиляции:

а - укрытие-боос; б - бордовые отсосы (1 – однобортовый; 2 - двухбортовый); в - боковые отсосы (1 - односторонний; 2 - угловой); г - отсос от рабочих столов; д - отсос витражного типа; е - вытяжные шкафы (1 - с верхним отсосом; 2-е нижним отсосом; 3 - с комбинированным отсосом); ж — вытяжные шкафы (1 - прямой; 2 - наклонный)

**Вытяжные шкафы** - наиболее эффективное устройство по сравнению с другими отсосами, так как почти полностью укрывают источник выделения вредных веществ.

Незакрытыми в шкафах остаются лишь проемы для обслуживания, через которые воздух из помещения поступает в шкаф. Форму проема выбирают в зависимости от характера технологических операций.

**Смешанная система вентиляции** является сочетанием элементов местной и общеобменной вентиляции. Местная система удаляет вредные вещества из кожухов и укрытий машин. Однако часть вредных веществ через неплотности укрытий проникает в помещение. Эта часть удаляется общеобменной вентиляцией.

**Аварийная вентиляция** предусматривается в тех производственных помещениях, в которых возможно внезапное поступление в воздух большого количества вредных или взрывоопасных веществ.

## 2. Кондиционирование воздуха

Для создания оптимальных метеорологических условий в производственных и жилых помещениях, в салонах транспортных систем применяют наиболее совершенный вид вентиляции - *кондиционирование воздуха*.

*Кондиционированием воздуха* называется его автоматическая обработка с целью поддержания в помещениях заранее заданных метеорологических условий независимо от изменения наружных условий и режимов внутри помещения.

При кондиционировании автоматически регулируется температура воздуха, его относительная влажность и скорость подачи в помещение в зависимости от времени года, наружных метеорологических условий и характера технологического процесса в помещении. Такие параметры воздуха создаются в специальных установках, называемых кондиционерами. В ряде случаев помимо обеспечения санитарных норм микроклимата воздуха в кондиционерах производят специальную обработку: ионизацию, дезодорацию, озонирование и т. п.

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



Принципиальная схема кондиционера представлена на рисунке 2.1.

Наружный воздух очищается от пыли в фильтре 2 и поступает в камеру I, где он смешивается с воздухом из помещения (при рециркуляции).

Пройдя через ступень предварительной температурной обработки 4, воздух поступает в камеру II, где он проходит специальную обработку (промывку воздуха водой, обеспечивающую заданные параметры относительной влажности, и очистку воздуха), и в камеру III (температурная обработка).

При температурной обработке зимой воздух подогревается частично за счет температуры воды, поступающей в форсунки 5, и частично, проходя через калориферы 4 и 7.

Летом воздух охлаждается частично подачей в камеру II охлажденной - (артезианской) воды, и главным образом в итоге работы специальных холодильных машин.

Кондиционирование воздуха играет существенную роль не только с точки зрения БЖ, но и во многих технологических процессах, при которых не допускаются колебания температуры и влажности воздуха (особенно в радиоэлектронике).

Поэтому установки кондиционирования в последние годы находят все более широкое применение на промышленных предприятиях.



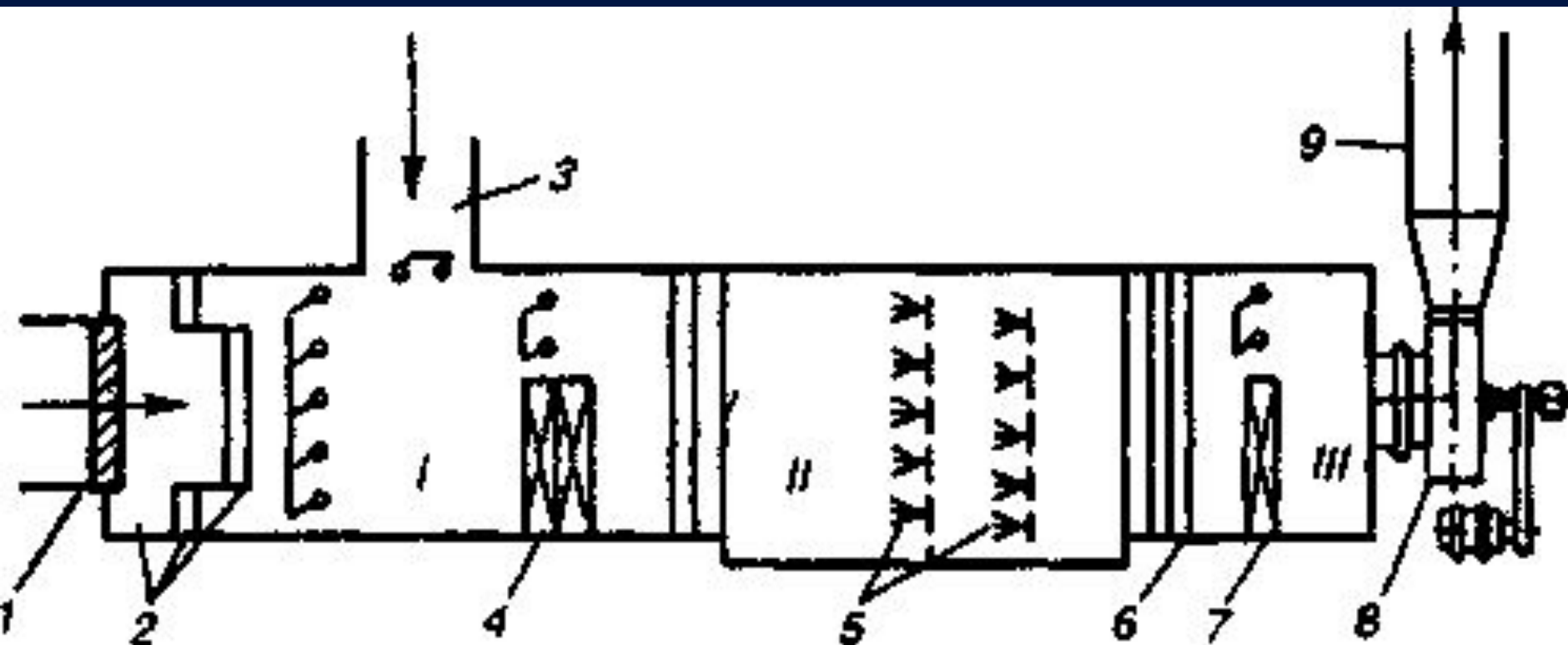


Рисунок 2.1 - Схемы кондиционера:

- 1 - заборный воздуховод; 2 - фильтр; 3 - соединительный воздуховод; 4 - колорифер;  
 5 - форсунки воздухоочистки; 6 - каплеуловитель; 7 - калорифер второй ступени;  
 8 - вентилятор; 9 - отводной воздуховод.

### 3. Контроль показателей микроклимата

Измерения показателей микроклимата проводят в рабочей зоне на высоте **1,5 м от пола**, повторяя их в различное время дня и года, в разные периоды технологического процесса.

Измеряют **температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха.**

Для измерения *температуры* и *относительной влажности* воздуха используют аспирационный **психрометр Асмана** (рисунок 4.1).

Он состоит из двух термометров 2. У одного из них ртутный резервуар покрыт тканью, которую увлажняют с помощью пипетки 5. Сухой термометр показывает температуру воздуха. Показания влажного термометра зависят от относительной влажности воздуха: температура его тем меньше, чем ниже относительная влажность, поскольку с уменьшением влажности возрастает скорость испарения воды с увлажненной ткани и поверхность резервуара охлаждается более интенсивно.

Чтобы исключить влияние подвижности воздуха в помещении на показания влажного термометра оба термометра помещены в металлические защитные трубки 1. С целью повышения точности и стабильности показаний прибора в процессе измерения температуры сухим и влажным термометрами через обе трубки пропускаются постоянные потоки воздуха, создаваемые вентилятором, размещенным в верхней части прибора 3.

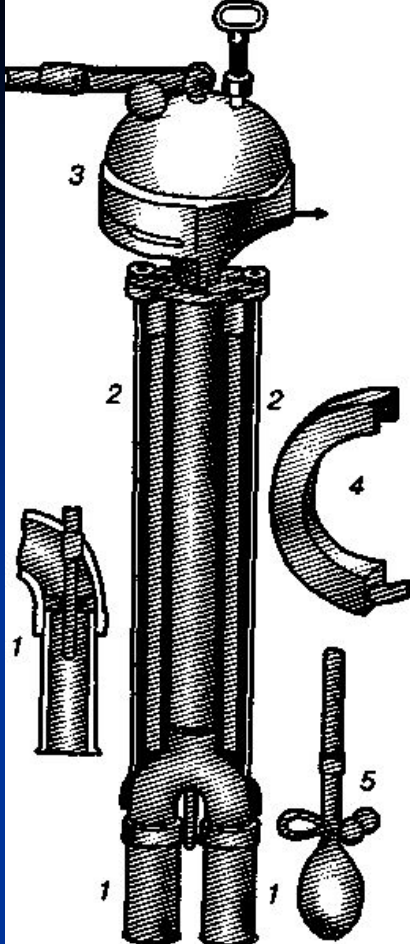


Рисунок 4.1 – Психрометр Асмана:  
1 – металлическая трубка; 2 – термометры; 3 – ас-  
пиратор; 4 – предохранитель от ветра; 5 – пипетка  
для смачивания влажного термометра

Перед измерением в специальную пипетку набирают воду и увлажняют ее тканевую оболочку влажного термометра. При этом прибор держат вертикально, затем взводят часовой механизм и устанавливают (подвешивают или удерживают в руке) в точке измерения.

Через 3...5 мин показания сухого и влажного термометров устанавливаются на определенных уровнях, по которым с помощью специальных таблиц рассчитывается относительная влажность воздуха.

*Скорость движения воздуха* измеряется с помощью **анемометров** (рисунок 4.2). При скорости движения воздуха свыше 1 м/с используют **крыльчатые** или **чашечные** анемометры, при меньших скоростях - **термоанемометры**.

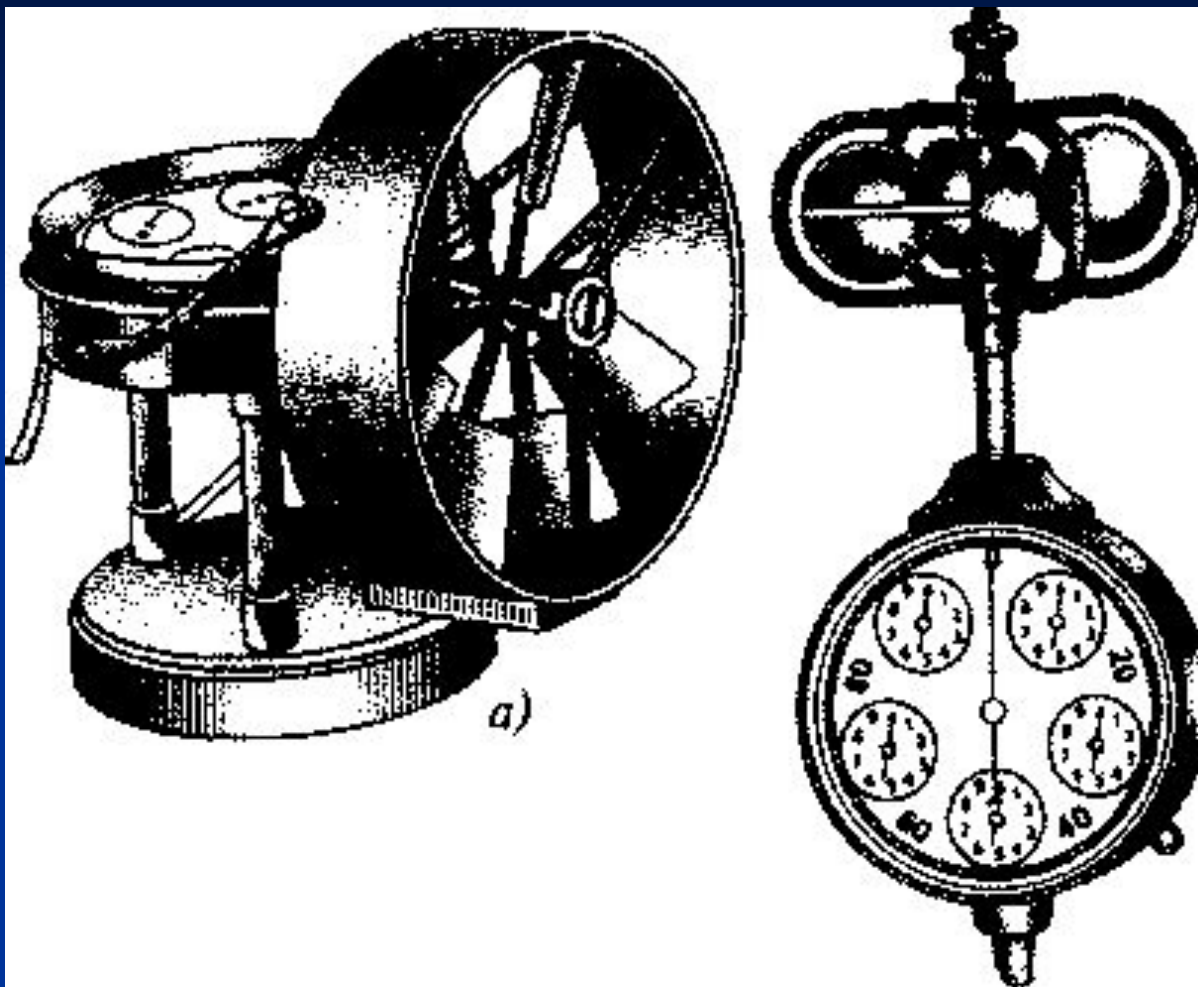


Рисунок 4.2 – Анемометры:  
а – чашечный; б – крыльчатый.

Принцип действия крыльчатого и чашечного анемометров - механический.

Под воздействием аэродинамической силы движущегося потока воздуха ротор прибора с закрепленными на нем крыльями (пластинками) начинает вращаться со скоростью, величина которой соответствует скорости набегающего потока. Через систему зубчатых колес ось соединена с подвижными стрелками. Центральная стрелка показывает единицы и десятки, стрелки мелких циферблатов - сотни и тысячи делений. С помощью расположенного сбоку рычага можно отключить ось от механизма зубчатых колес или подключить ее.

*Перед измерением* записывают показания циферблатов при отключенной оси. Прибор устанавливают в точке измерения, и ось с закрепленными на ней крыльями начинает вращаться. По секундомеру засекают время и включают прибор.

Через **1 мин** движением рычага ось отключают и снова записывают показания.

Разность показаний прибора делят на **60** (число секунд в минуте) для определения скорости вращения стрелки - количества проходимых ею делений за 1 с. По найденной величине с помощью прилагаемого к прибору графика определяют скорость движения воздуха в секунду.

Для измерения малых скоростей движения воздуха используют *термоанемометр*, который позволяет также определять температуру воздуха.

Принцип измерения основан на изменении электрического сопротивления чувствительного элемента прибора при изменении температуры и скорости воздуха. По величине электрического тока, измеряемого гальванометром, определяют с помощью таблиц скорость движения потока воздуха.