

# Микроклимат производственных помещений

**Лекция доцента, зав КБЖД**

*Николаевой*

*Надежды Ивановны*

# *Классификация производственного микроклимата*

- **1. Микроклимат производственных помещений, в которых технология производства не связана со значительными тепловыделениями.**
- **Микроклимат этих помещений в основном зависит :**
  - ● **климата местности,**
  - ● **отопления**
  - ● **вентиляции.**

- **2. Микроклимат производственных помещений со значительными тепловыделениями.**
- ● Подобные производственные помещения, называемые горячими цехами:
- ● котельные,
- ● кузнечные,
- ● мартеновские и доменные печи,
- ● хлебопекарни,
- ● цеха сахарных заводов и др.
- В горячих цехах большое влияние на микроклимат оказывает тепловое излучение
- нагретых и раскаленных поверхностей.

- **3. Микроклимат производственных помещений с искусственным охлаждением воздуха. К ним относятся различные холодильники.**
- **4. Микроклимат открытой атмосферы, зависящий от климато-погодных условия (например, сельскохозяйственные, дорожные и строительные работы).**

- **Основная роль в теплообменных процессах у человека принадлежит физиологическим механизмам регуляции отдачи тепла.**
- ● **В обычных климатических условиях теплоотдача осуществляется:**
- ● **излучение 45%,**
- ● **конвекции — 30%**
- ● **испарения — 25%**

## 2.1. Микроклимат

Микроклимат оценивают сочетанием четырёх факторов:

1. Температура воздуха  $t_{в}$ , °С.
2. Скорость движения воздуха  $V_{в}$ , м/с.
3. Относительная влажность  $\phi$ , %.
4. Радиационная температура излучающих стен  $t_{рад.}$ , °С.

Организм человека постоянно находится в состоянии теплообмена с окружающей средой.

Вследствие белкового, углеводного и жирового обмена в организме вырабатывается тепло (теплопродукция)  $Q_{т}$ , количество которого зависит от рода деятельности и интенсивности выполняемой работы. Это тепло для спокойного состояния человека составляет 80 - 100 Вт.

## Отдача тепла от тела человека

Теплопродукция организма отдаётся в окружающую среду посредством конвекции, излучением тепла и испарением влаги с поверхности кожи.

Тепло, передающееся **конвекцией**  $Q_k$  (Вт) определяется:

$$Q_k = \alpha F (t_m - t_v),$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, который зависит от скорости движения воздуха, Вт/(м<sup>2</sup>\*град.);  $F$  - площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;  $t_m$ ,  $t_v$  - температура тела и воздуха.

**Конвективная** отдача тепла зависит от скорости движения и температуры воздуха.

Отдача тепла **излучением**  $Q_{изл.}$  (Вт) происходит, если температура тела больше температуры стен.

## Отдача тепла от тела человека

Теплоотдача за счёт **испарения** влаги  $Q_{\text{исп.}}$  (Вт) с поверхности кожи зависит от влажности воздуха, а для открытых участков тела ещё и от скорости его движения.

Абсолютная влажность воздуха ( $A$ , г/кг) - это количество водяного пара, содержащегося в 1кг воздуха при данной температуре и давлении.

Максимальная влажность ( $F$ , г/кг) - это количество водяного пара, которое может содержаться в 1кг воздухе при тех же условиях.

Относительная влажность  $\varphi$  определяется:

$$\varphi = \frac{A}{F} 100, \%$$

## Уравнение теплового комфорта

Нормальные для определённого вида деятельности теплоощущения человека характеризуются уравнением теплового комфорта:

$$Q_T = Q_K + Q_{\text{изл.}} + Q_{\text{исп.}}$$

В организме человека имеется психофизиологическая система **терморегуляции**, позволяющая ему адаптироваться к изменениям климатических факторов и поддерживать нормальную постоянную температуру тела. Терморегуляция осуществляется двумя процессами: выработкой тепла и теплоотдачей, течение которых регулируется **ЦНС**. При нарушении этого уравнения возможно ухудшение самочувствия, переохлаждение или перегрев организма.

## *Влияние параметров микроклимата на самочувствие человека.*

- **1. Обезвоживание организма**
- **Считается допустимым для человека снижение его массы на 2...3 % путем испарения влаги—обезвоживание организма.**
- **Обезвоживание на 6% влечет за собой нарушение умственной деятельности,**
- **снижение остроты зрения;**
- **испарение влаги на 15...20 % приводит к смертельному исходу.**

- **Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1 %, в том числе 0,4...0,6 №С1).**
- **При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать 8—10 л за смену и в ней до 60 г поваренной соли**
- **(всего в организме около 140 г солей).**
- **Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы.**
- **При высокой температуре воздуха легко расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки.**

- **Для восстановления водного баланса работающих в горячих цехах**
- **устанавливают пункты подпитки подсоленной (около 0,5 %) газированной**
- **питьевой водой из расчета 4...5 л на человека в смену. На ряде заводов для этих**
- **целей применяют белково-витаминный напиток. В жарких климатических**
- **условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или чай.**

# *Терморегуляция*

- *это - процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека, что позволит сохранить температуру внутренних органов около 36.6 град.*
- *Способы терморегуляции:*
- *1. Биохимический – за счет изменения окислительных процессов в организме; Мышечная дрожь при переохлаждении;*
- *2. Изменение интенсивности кровообращения;*
- *3. Изменение интенсивности потовыделения (до 90% на данный фактор);*
- *Если терморегуляция нормальная и не перенапряжена, то состояние человека комфортное, если нет, то дискомфортное.*

## Гипотермия

Гипотермия (переохлаждение) начинается, когда теплопотери становятся больше теплопродукции организма, а система терморегуляции не справляется с этими изменениями.

$$(Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.}) > Q_t$$

Нарушается кровоснабжение, что вызывает такие простудные заболевания, как невриты, радикулиты, заболевания верхних дыхательных путей.

В результате гипотермии наблюдается отклонение от нормального поведения, а затем апатия, усталость, ложное ощущение благополучия, замедленные движения, угнетение психики, а в тяжёлых случаях - потеря сознания и летальный исход.

# Производственно–обусловленные заболевания при гипотермии

- Рост:
- Заболеваний ССС на 50%
- Артериальной гипертонии на 30–90%
- Ишемической болезни сердца в 3–4 раза
- Лёгочных заболеваний в 1,5–3 раза
- Болезней уха, горла, носа в 2 раза
- Болезней эндокринной системы
- Язвенной болезни желудка
- Облитерирующий эндартериит
- Вегетативно–сенсорная полиневропатия  
(ангионевроз)

# Профилактика переохлаждения организма

- 1.Архитектурно–планировочные мероприятия:
- Строительство зданий с учетом сторон света, розы ветров
- Устройство ворот, проемов–завес, шлюзов, двойное – тройное застекление окон
- Теплоизоляция полов, стен, окон, дверей
- Напольная система обогрева
- Эффективная система отопления

## Системы отопления

Потери теплоты в помещении  $Q_{\text{п}}$  складываются из потерь на ограждениях  $Q_{\text{огр.}}$  и на остеклении  $Q_{\text{ост.}}$ . Система отопления должна иметь теплопроизводительность не меньше, чем величина теплопотерь.

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{огр.}} + Q_{\text{ост.}} ;$$

$$Q_{\text{огр.}} = F_{\text{огр.}} K_{\text{огр.}} (t_{\text{вн.}} - t_{\text{нар.}}) ;$$

$$Q_{\text{ост.}} = F_{\text{ост.}} K_{\text{ост.}} (t_{\text{вн.}} - t_{\text{нар.}}) ,$$

где  $F_{\text{огр.}}$  ,  $F_{\text{ост.}}$  - площадь ограждений и остекления, м<sup>2</sup>;  
 $K_{\text{огр.}}$  ,  $K_{\text{ост.}}$  - коэффициенты теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>\*град.);  
 $t_{\text{вн.}}$  ,  $t_{\text{нар.}}$  - температура внутреннего и наружного воздуха, °С.

# Улучшение микроклимата

достигается:

В холодный период года применением теплоизолирующих материалов и систем отопления.

Системы отопления делят на:

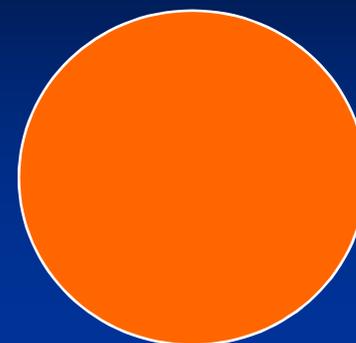
- паровые;
- водяные;
- воздушные;
- электрические;
- топливные.

Цель отопления - компенсировать потери теплоты.

## 2. Организационные мероприятия

- Обеспечение СКЗ и СИЗ
- Рациональный режим труда и отдыха:  
перерывы для согревания
- В бытовке температура 23°C,
- Местный лучистый обогрев для рук +35 °С, для ног +45 °С.
- Прием горячего чая, горячей пищи
- Сушилки для обуви и одежды

### 3. Лечебно–профилактические мероприятия



- **Закаливание**
- **УФО, физические упражнения, витаминотерапия**
- **Предварительные мед. Осмотры**
- **Противопоказания к работе: заб. эндокринной системы, б–ни обмена веществ, органов кроветворения, хр. заб. дыхательных путей, печени, почек, периферических сосудов, нервов, суставов.**
- **Периодические осмотры 1 раз в 2 года**

## Гипертермия

Гипертермия (перегрев) наблюдается при нарушении уравнения теплового комфорта, когда внешняя теплота  $Q_{в.т}$  суммируется с теплопродукцией организма, и эта сумма превышает величину теплопотерь.

$$(Q_m + Q_{в.т}) > (Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.})$$

При гипертермии возникает головная боль, учащённый пульс, снижение артериального давления, поверхностное дыхание, тошнота. При тяжёлом поражении возможна потеря сознания.

Эти симптомы характерны для теплового и для солнечного удара.

*Повышенная влажность воздуха более 75% ускоряет развитие гипертермии и гипотермии.*

# Производственно–обусловленные заболевания при гипертермии

- Язвенная болезнь желудка и 12 п. кишки
- Рост заболеваний органов дыхания и мочеполовой системы на 30–50%,
- Судорожные состояния на фоне обезвоживания,
- Тепловой удар
- Солнечный удар
- Катаракта под воздействием инфракрасных излучений

# Профилактика перегрева организма

- 1. Архитектурно–планировочные мероприятия:
- Строительство с учетом сторон света
- Учет санитарно–защитных зон (50см от нагревательных приборов и >)
- Жалюзи, занавеси, козырьки на окнах

## 2. Инженерно–технологические мероприятия

- Изменение технологии с уменьшением количества источников тепла, физических усилий, напряжения внимания
- Уменьшение времени контакта с нагреваемой поверхностью
- Ограничение источников тепла
- Механизация тяжелого физического труда
- Дистанционное управление
- Роботизация процессов
- Локализация тепловыделений (экраны)
- Правильно организованная рациональная вентиляция

## 2.2. Улучшение микроклимата

**Улучшение микроклимата достигается:**

**В тёплый период года использованием вентиляции и систем кондиционирования воздуха (СКВ).**

**Вентиляция по способу перемещения воздуха**

**делится на:**

**естественную;**

**искусственную;**

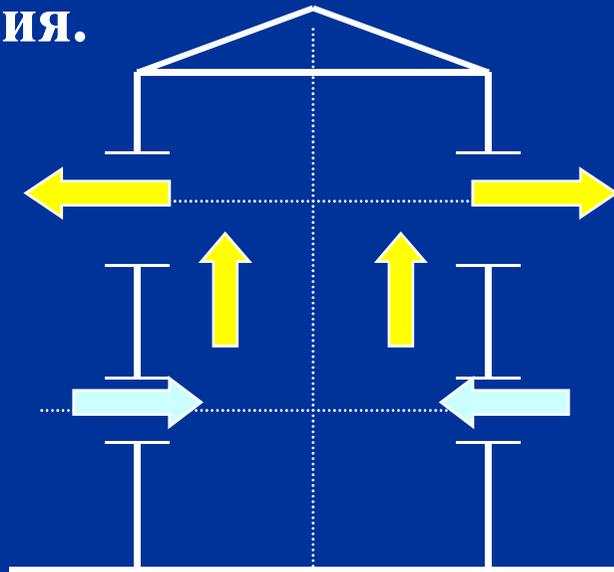
**смешанную.**

**Назначение вентиляции – это поглощение избыточной теплоты или нагревание воздуха.**

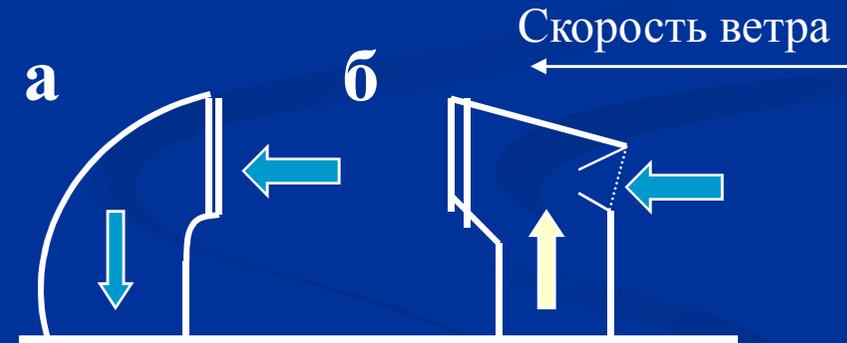
# Естественная вентиляция

Естественная вентиляция осуществляется гравитационным давлением за счёт разности плотностей холодного и тёплого воздуха, а также ветровым напором.

Организованная естественная вентиляция - аэрация.



Естественная вентиляция дефлекторами



а - работает на приток;

б - эжекционный, работает на вытяжку

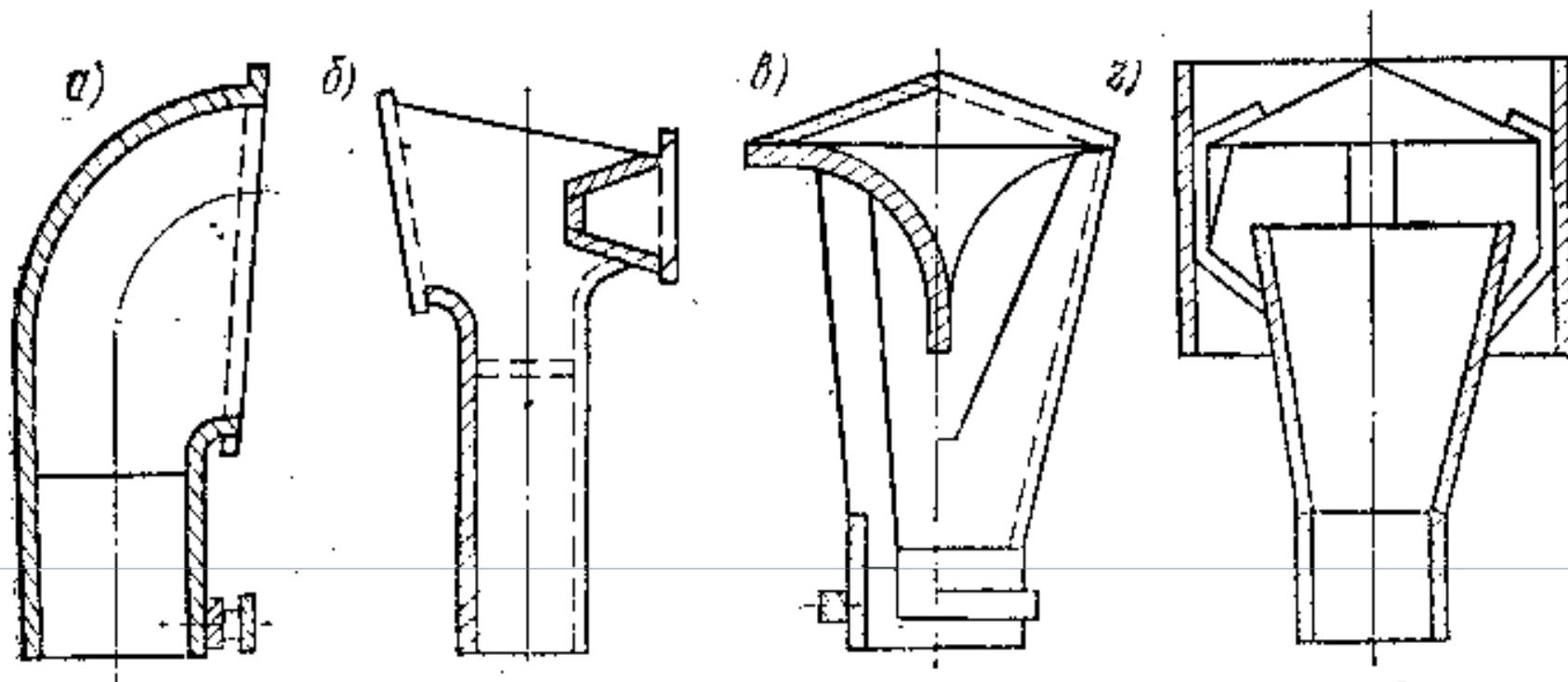


Рис. 14 Дефлекторы

а - с плавным раструбом;

б - эжекционный;

в - трёхгранный; г - круглый.

# Искусственная вентиляция

При искусственной вентиляции воздух подаётся осевыми или центробежными (радиальными) вентиляторами.

Вентилятор характеризуется:

Производительность  
вентилятора  
определяется:

Производительностью (подачей)  $L$ , м<sup>3</sup>/ч.

Развиваемым давлением  $p$ , Па.

Электрической мощностью  $N$ , квт.

$$L = 3600 F V ,$$

Коэффициентом полезного действия  $\eta$ .

где  $F$  - площадь сечения вентиляционного патрубка, м<sup>2</sup>;

$V$  - скорость движения воздуха, м/с.

Осевые вентиляторы применяют, когда требуется получить значительную производительность, а центробежные - для обеспечения высокого давления.

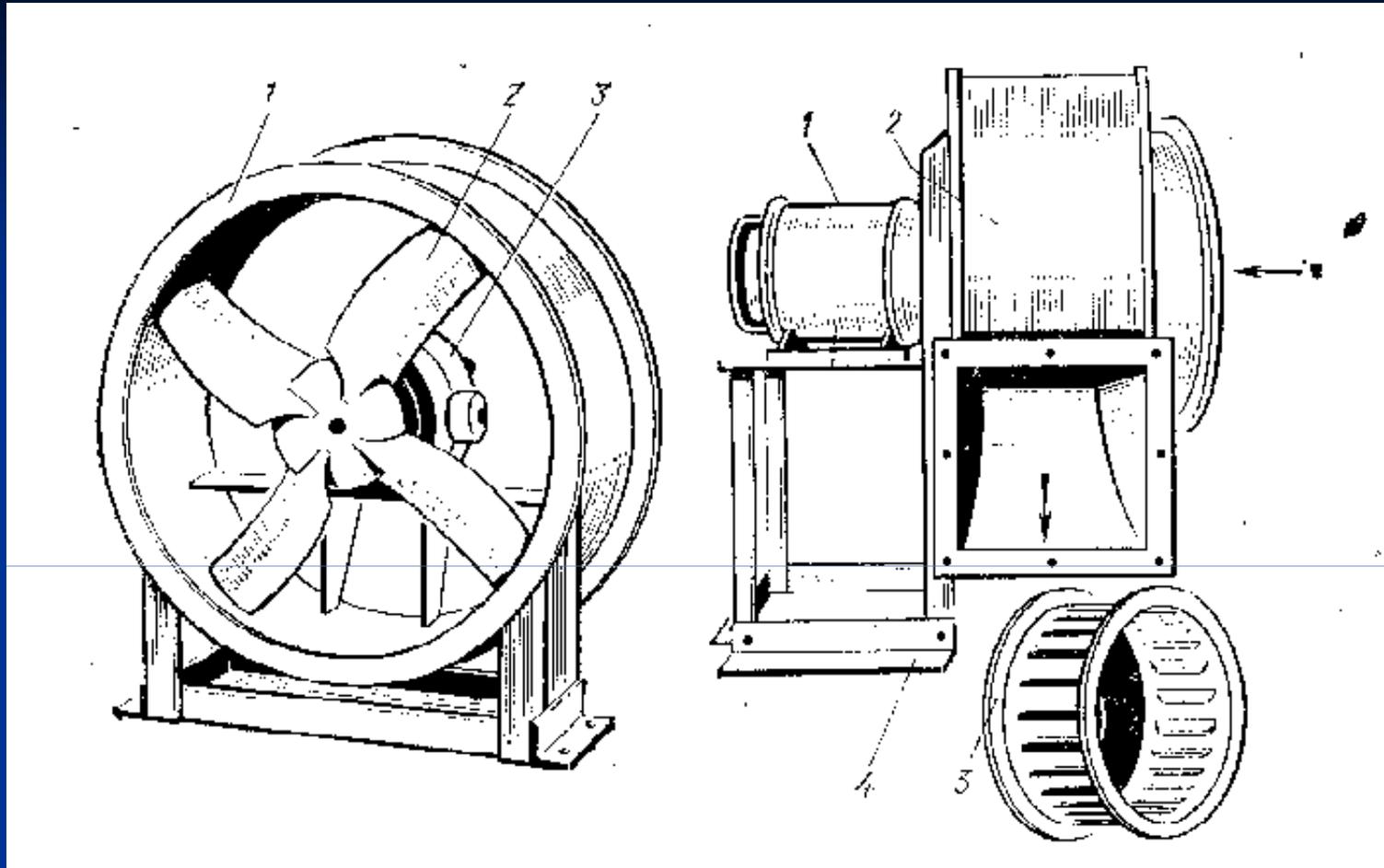


Рис. 15 Осевой вентилятор

1 - корпус; 2 - крылатка;  
3 - электродвигатель.

Рис. 16 Центробежный вентилятор

1 - электродвигатель; 2 - кожух;  
3 - крылатка; 4 - станина.

## Поглощение избыточной теплоты $Q_{изб.}$

Количество воздуха  $L$ , которое надо подать в помещение для поглощения избыточной теплоты определяется:

$$L = \frac{Q_{изб.}}{C \rho (t_{вн.} - t_{нар.})},$$

где  $C$  - удельная теплоёмкость воздуха, Вт/кг\*град.;

$\rho$  - плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Избыточная теплота определяется теплом, излучаемым от людей  $Q_{люд.}$ , оборудования  $Q_{обор.}$ , освещения  $Q_{осв.}$ , солнечной радиации  $Q_{рад.}$ , и теплом, выходящим через ограждения  $Q_{огр.}$

$$Q_{изб.} = Q_{люд.} + Q_{обор.} + Q_{осв.} + Q_{рад.} - Q_{огр.}$$

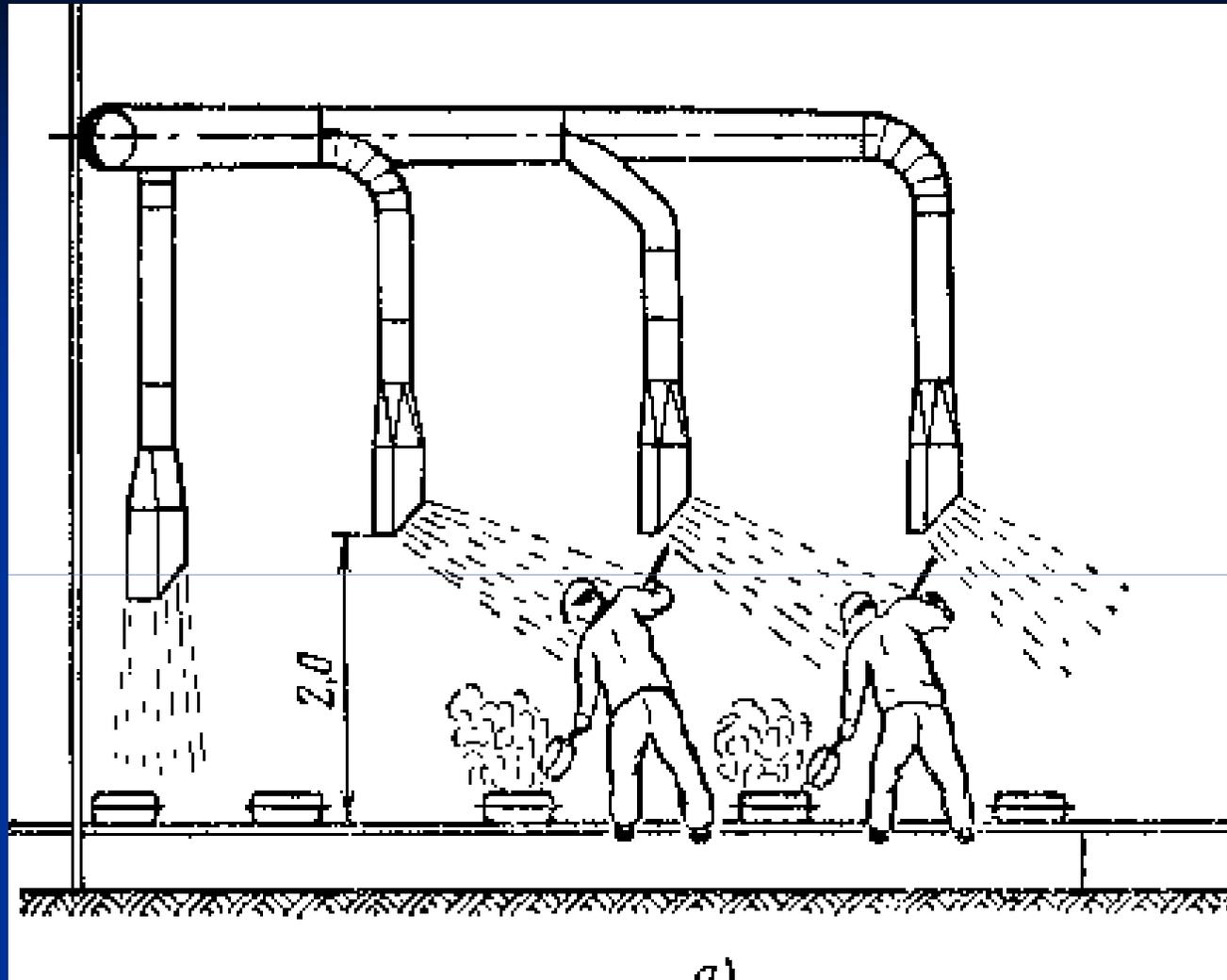
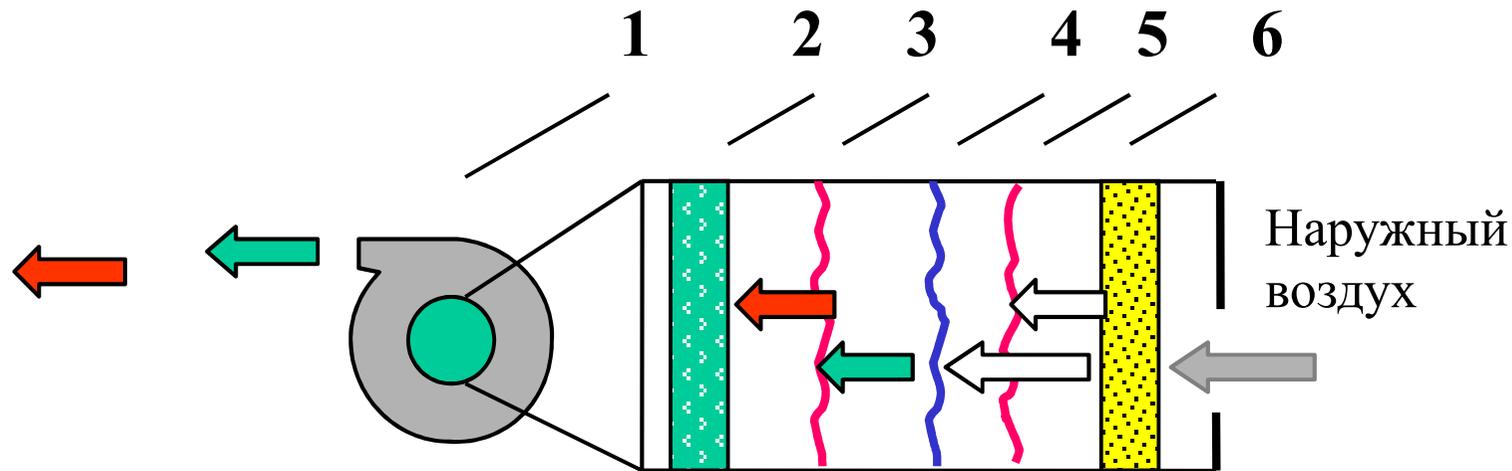


Рис. 17 Местная приточная вентиляция - воздушное душирование

# Система кондиционирования воздуха (СКВ)

СКВ обеспечивает для человека оптимальный микроклимат



**Рис. 18** Схема кондиционера

1 – вентилятор; 2 – увлажнитель; 3 – калорифер второй ступени; 4 – охладитель; 5 – калорифер первой ступени; 6 – воздушный фильтр.

**В режиме охлаждения воздух охлаждается и осушается (4,3)**

**В режиме отопления воздух нагревается и увлажняется (5,2)**

### 3. Организационные мероприятия

- Обеспечение средствами СКЗ и СИЗ
- Рациональный режим труда и отдыха (при +25°C перерыв 10 мин через 50 мин; +35 °C перерыв 15 мин через 45 мин; >+35 °C работают утром и вечером)
- Организация питания и питьевого режима
- Комнаты отдыха
- Тепловая тренировка



## 4. лечебно–профилактические мероприятия

- Предварительные медосмотры
- Противопоказания к работе: органические заболевания ССС, почек, желудка, кожи, эндокринных желез, онкозаболевания)
- Периодические осмотры
- 1 раз в 2 года



## Нормирование микроклимата

Климатические факторы действуют на человека комплексно. В то же время установлены комфортные значения для каждого фактора:

Температура воздуха 20 - 23 °С.

Относительная влажность 40 - 60 %.

Скорость движения воздуха для лёгкой работы 0,2 - 0,4 м/с.

Для производственных помещений факторы микроклимата ( $t_v$ ,  $V_v$ ,  $\phi$ ) нормируют как оптимальные и допустимые в зависимости от периода года (тёплый, холодный) и от категории работы по степени тяжести (лёгкая, средней тяжести и тяжёлая). Для судовых помещений в тёплый период года (система вентиляции) нормируют скорость движения воздуха и перепад внутренней и наружной температуры.

# ОПТИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Период года	Категория работ по уровням Энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
<b>Холодный</b>	<b>Iа (до 139)</b>	<b>22 - 24</b>	<b>21 - 25</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,1</b>
	<b>I б (140 - 174)</b>	<b>21 - 23</b>	<b>20 - 24</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,1</b>
	<b>II а (175 - 232)</b>	<b>19 - 21</b>	<b>18 - 22</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,2</b>
	<b>II б (233 - 290)</b>	<b>17 - 19</b>	<b>16 - 20</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,2</b>
	<b>III (более 290)</b>	<b>16 - 18</b>	<b>15 - 19</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,3</b>

# ОПТИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
<b>Теплый</b>	<b>I а (до 139)</b>	<b>23 - 25</b>	<b>22 - 26</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,1</b>
	<b>I б (140 - 174)</b>	<b>22 - 24</b>	<b>21 - 25</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,1</b>
	<b>II а (175 - 232)</b>	<b>20 - 22</b>	<b>19 - 23</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,2</b>
	<b>II б (233 - 290)</b>	<b>19 - 21</b>	<b>18 - 22</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,2</b>
	<b>III (более 290)</b>	<b>18 - 20</b>	<b>17 - 21</b>	<b>60 - 40</b>	<b>0,3</b>

# ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ (холодный период года)

Категория работ по Уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура Поверхностей, °С	Относительная Влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона Температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона Температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Иа (до 139)	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	19,0 - 26,0	15 - 75	0,1	0,1
Иб (140 - 174)	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Па (175 - 232)	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	16,0 - 24,0	15 - 75	0,1	0,3
Пб (233 - 290)	15,0 - 16,9	19,1 - 22,0	14,0 - 23,0	15 - 75	0,2	0,4
III (более 290)	13,0 - 15,9	18,1 - 21,0	12,0 - 22,0	15 - 75	0,2	0,4

# ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ (теплый период года)

Категория работ Ia (до 139)	Температура воздуха, ниже	Температура воздуха, выше	20,0 - 29,0	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с 0,1	Скорость движения воздуха, м/с 0,2
	оптим.°С 21,0 - 22,9	оптим.°С 25,1 - 28,0				
Iб (140 - 174)	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3
IIa (175 - 232)	18,0 - 19,9	22,1 - 27,0	17,0 - 28,0	15 - 75	0,1	0,4
IIб (233 - 290)	16,0 - 18,9	21,1 - 27,0	15,0 - 28,0	15 - 75	0,2	0,5
III (более 290)	15,0 - 17,9	20,1 - 26,0	14,0 - 27,0	15 - 75	0,2	0,5

**ДОПУСТИМЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ИНТЕНСИВНОСТИ  
ТЕПЛОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА  
РАБОТАЮЩИХ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
ИСТОЧНИКОВ**

<b>Облучаемая поверхность тела, %</b>	<b>Интенсивность теплового облучения, Вт/кв. м, не более</b>
<b>50 и более</b>	<b>35</b>
<b>25 - 50</b>	<b>70</b>
<b>не более 25</b>	<b>100</b>



## 4. Гипоксия

- Удовлетворительное самочувствие человека при дыхании воздухом сохраняется до высоты около 4 км. Выше наступает кислородное голодание- гипоксия.
- Основные признаки гипоксии — головная боль, головокружение, замедленная реакция, нарушение нормальной работы органов слуха и зрения, нарушение обмена веществ.
- При длительных полетах на летательных аппаратах на высоте более 4 км применяют либо кислородные маски, либо скафандры, либо герметизацию кабин.
- При нарушении герметизации давление в кабине резко снижается. Часто этот процесс протекает так быстро, что имеет характер своеобразного взрыва и называется взрывной декомпрессией.
- При декомпрессии надеть кислородную маску себе

## 4. Гипоксия

- *Эффект воздействия взрывной декомпрессии* на организм зависит от
- начального значения и скорости
- понижения давления, от сопротивления
- дыхательных путей человека, общего состояния организма. •
- В общем случае чем меньше скорость понижения давления, тем легче она переносится.
- В результате исследований установлено, что уменьшение давления на 385 мм рт. ст. за 0,4 с человек переносит без каких-либо последствий.
- Однако *новое давление*, которое возникает в результате *декомпрессии*, может
- привести к *высотному метеоризму и высотным эмфиземам*.



## *5. Высотный метеоризм*

- — это расширение газов, имеющихся в СВОБОДНЫХ ПОЛОСТЯХ тела.
- Так, на высоте 12 км объем желудка и кишечного тракта увеличивается в 5 раз.



## *6. Высотные эмфиземы*

- **или высотные боли** — это переход газа из растворенного состояния в газообразное.



## 7. Декомпрессионная (кессонная) болезнь



- возникает при переходе из области
- высокого атмосферного давления в условия нормального.
- *Сущность* ее состоит в том, что в период компрессии и пребывания при
- повышенном атмосферном давлении организм через кровь насыщается азотом.
- Полное насыщение организма азотом наступает через 4 ч пребывания в условиях повышенного давления.
- Если декомпрессия производится форсированно, в крови и других жидких средах образуются пузырьки азота, которые вызывают газовую эмболию и как ее
- проявление — *декомпрессионную болезнь*.

■ *Тяжесть декомпрессионной*

■ *болезни определяется*

■ *массовостью закупорки*

■ *сосудов и их локализацией.*

■ *Развитию декомпрессионной болезни способствует переохлаждение и*

■ *перегревание организма. Понижение температуры приводит к сужению сосудов, замедлению кровотока, что замедляет удаление азота из тканей и процесс десатурации. При высокой температуре наблюдается сгущение крови и замедление ее движения.*



■ ЖЕЛАЕМ  
КОМФОРТНЫХ  
УСЛОВИЙ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ!