

Микроклимат производственных помещений

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*

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

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%**

3. Микроклимат производственных помещений с искусственным охлаждением воздуха

К ним относятся *различные холодильники*

4. Микроклимат *открытой атмосферы*, зависящий от климато-погодных условия

**К ним относятся сельскохозяйственные,
дорожные, строительные работы**

Микроклимат оценивают сочетанием четырёх факторов:

1. Температура воздуха $t_v, ^\circ\text{C}$.
2. Скорость движения воздуха $V_v, \text{м/с}$.
3. Относительная влажность $\varphi, \%$.
4. Радиационная температура излучающих стен $t_{\text{рад.}}, ^\circ\text{C}$.

Организм человека постоянно находится в состоянии теплообмена с окружающей средой.

Вследствие белкового, углеводного и жирового обмена в организме вырабатывается тепло (теплопродукция) Q_T , 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 α - коэффициент теплоотдачи, который зависит от скорости движения воздуха, вт/(м²*град.); F - площадь поверхности тела, м²; t_m , t_v - температура тела и воздуха.

Конвективная отдача тепла зависит от скорости движения и температуры воздуха.

Отдача тепла **излучением** $Q_{\text{изл.}}$ (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 φ 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

Обезвоживание (испарения влаги)- считается допустимым для человека снижение его массы на 2...3 %

Обезвоживание на 6% влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения

Обезвоживание на 15...20 % приводит к смертельному исходу

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1 %)

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

Терморегуляция - 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.

$$(Q_k + Q_{изл.} + Q_{исп.}) > Q_m$$

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:

- сердечно-сосудистой системы на 50%
- артериальной гипертензии 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, проёмов–завес, шлюзов, двойное – тройное застекление окон
- теплоизоляция полов, стен, окон, дверей
- напольная система обогрева
- эффективная система отопления

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.

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.

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

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

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

где $F_{\text{огр.}}$, $F_{\text{ост.}}$ - площадь ограждений и остекления, м^2 ;

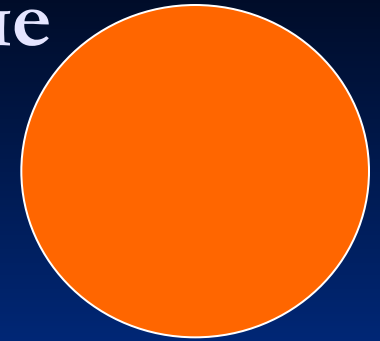
$K_{\text{огр.}}$, $K_{\text{ост.}}$ - коэффициенты теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град.})$;

$t_{\text{вн.}}$, $t_{\text{нар.}}$ - температура внутреннего и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

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 $+35^{\circ}\text{C}$, для ног $+45^{\circ}\text{C}$.
- прием горячего чая, горячей пищи
- сушилки для обуви и одежды

3. Лечебно–профилактические мероприятия



- закаливание
- уфо, физические упражнения, витаминотерапия
- предварительные медицинские осмотры
- противопоказания к работе: заболевания эндокринной системы, болезни обмена веществ, органов кроветворения, хронические заболевания 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:**

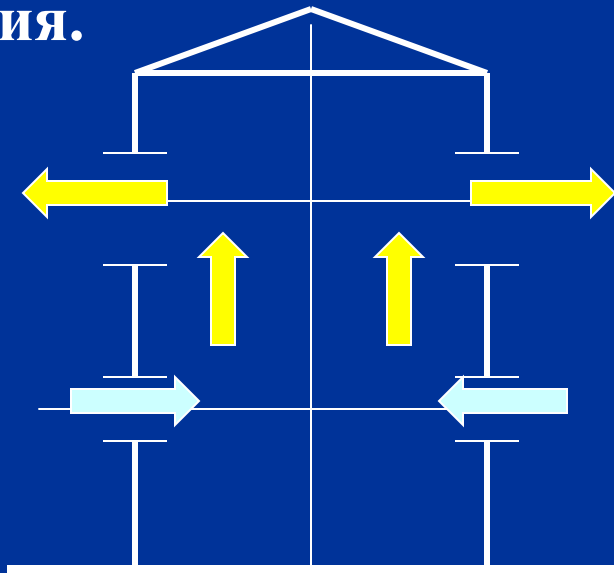
- естественную;**
- искусственную;**
- смешанную.**

Назначение вентиляции – это поглощение избыточной теплоты или нагревание воздуха.

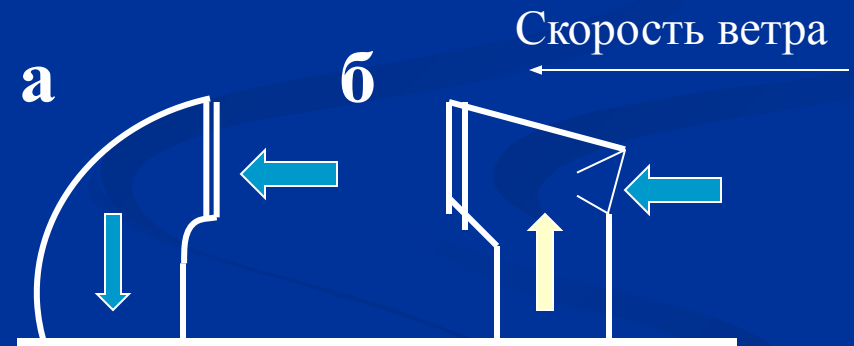
Естественная вентиляция

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

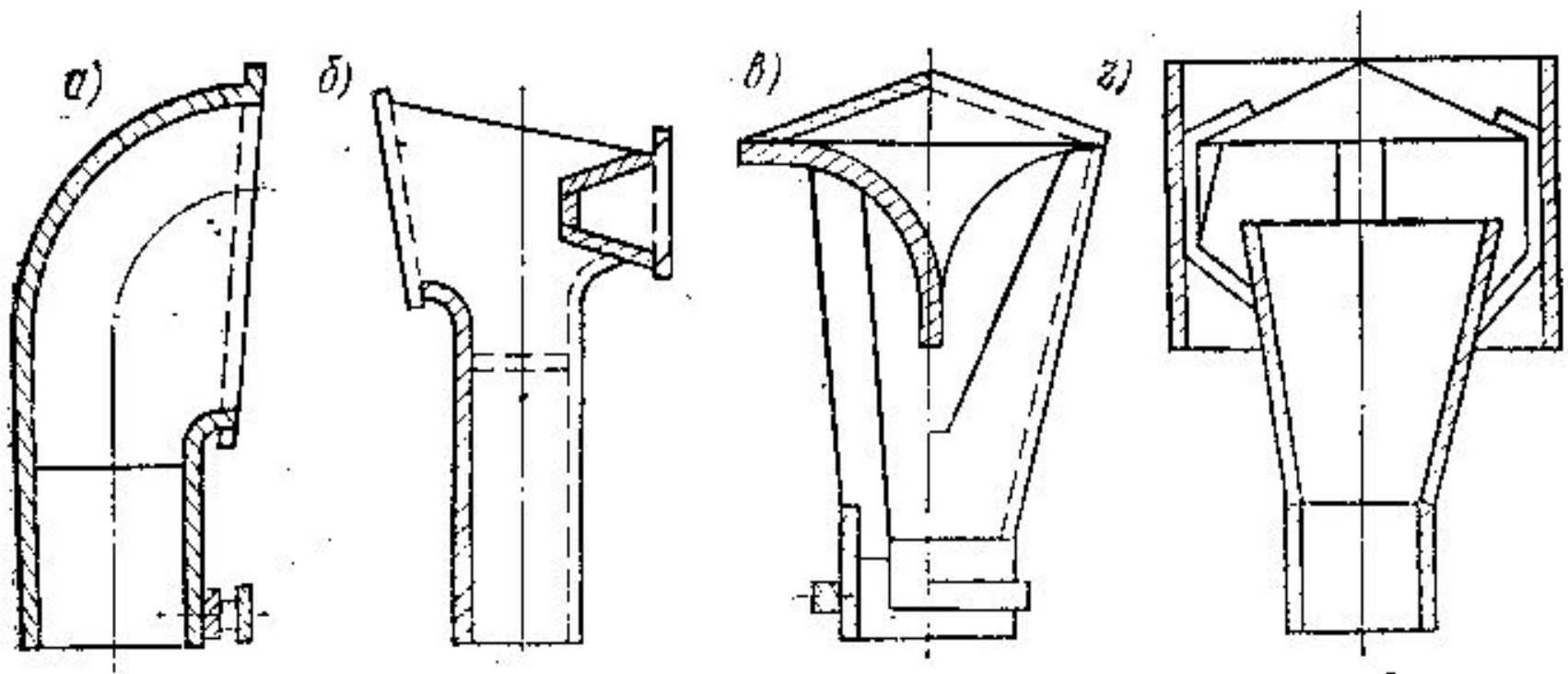


Рис. 14 Дефлекторы

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 , м³/ч.

Развиваемым давлением p , Па.

Электрической мощностью N , кВт.

$L = 3600 F V$, Коэффициентом полезного действия η .

где F - площадь сечения вентиляционного патрубка, м²;

V - скорость движения воздуха, м/с.

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

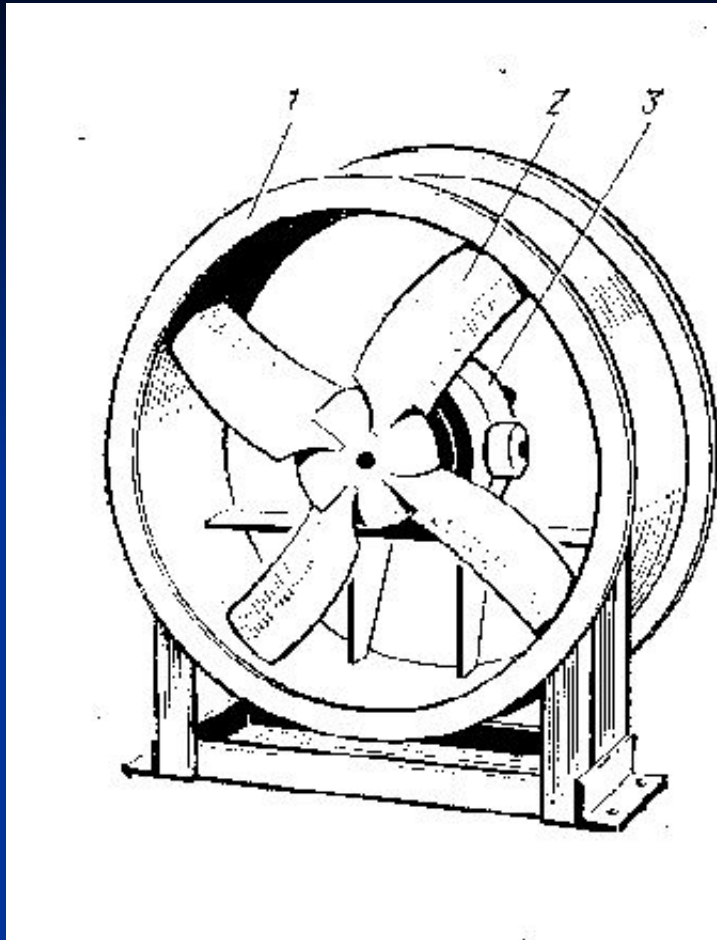


Рис. 15 Осевой вентилятор
1 - корпус; 2 - крылатка;
3 - электродвигатель.

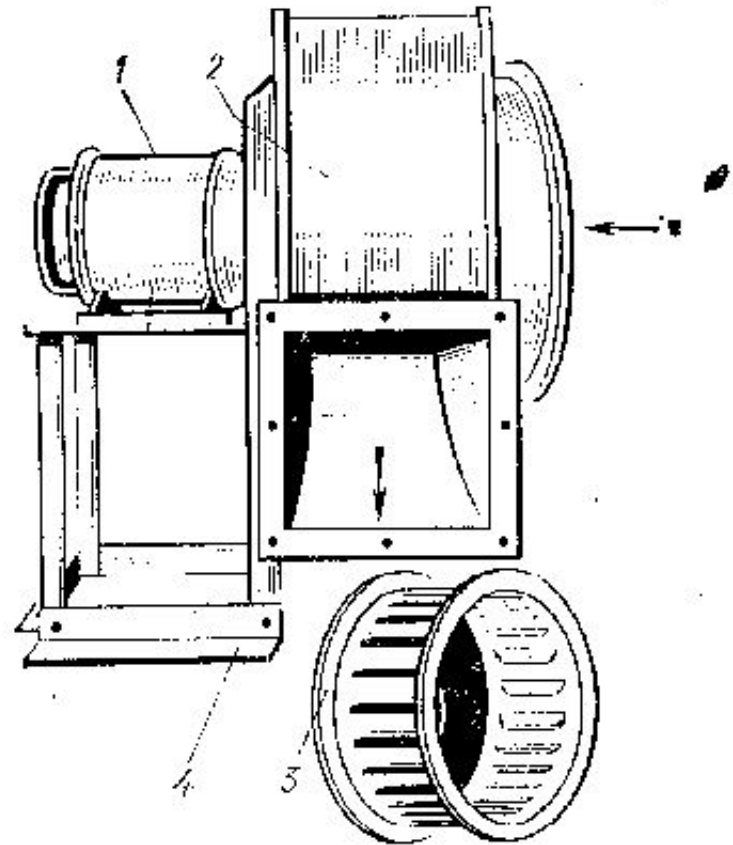


Рис. 16 Центробежный вентилятор
1 - электродвигатель; 2 - кожух;
3 - крылатка; 4 - станина.

7 Поглощение избыточной теплоты $Q_{\text{изб.}}$

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

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

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

ρ - плотность воздуха, кг/м³.

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

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

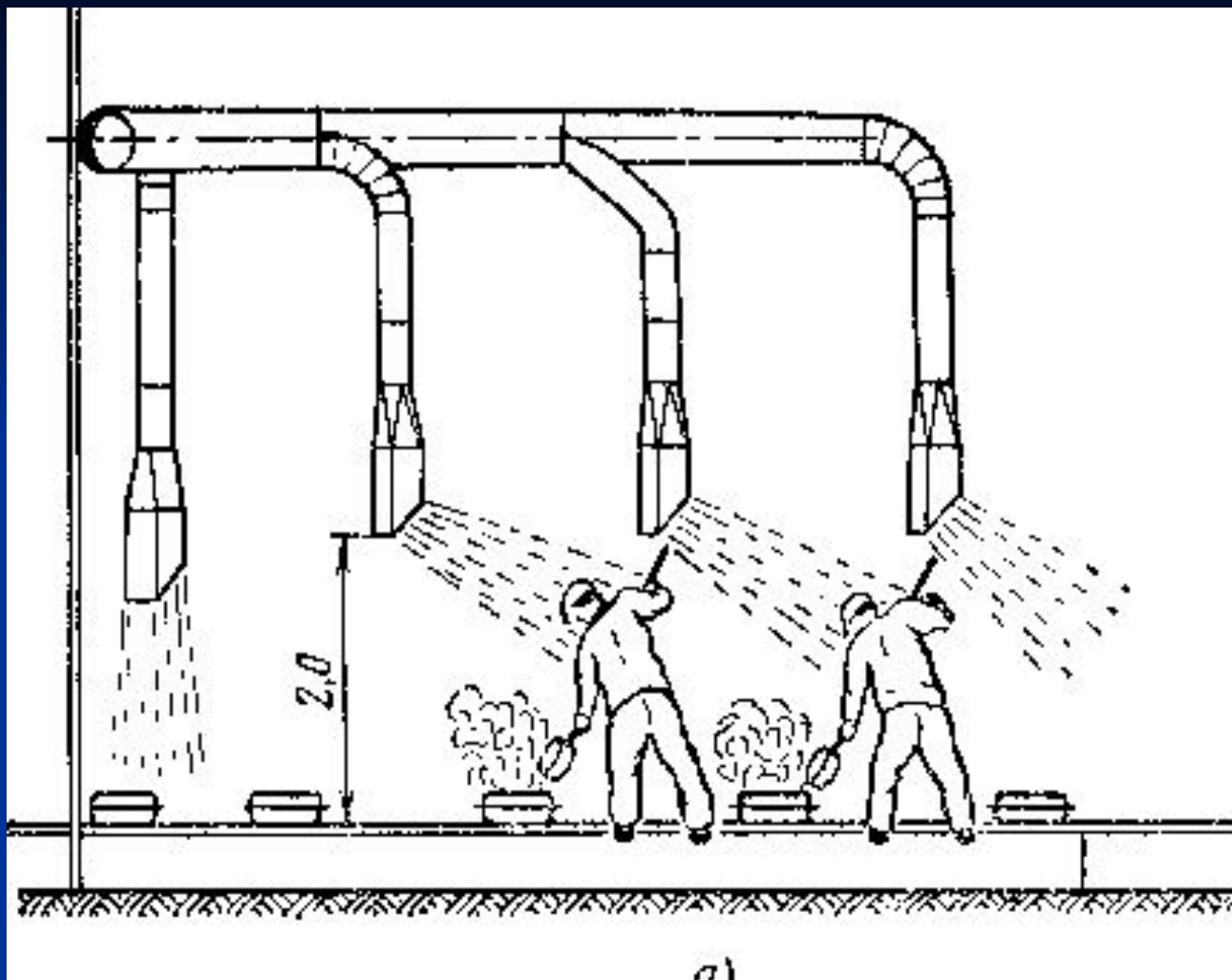


Рис. 17 Местная приточная вентиляция - воздушное душирование

Система кондиционирования воздуха (СКВ)

СКВ обеспечивает для человека оптимальный микроклимат

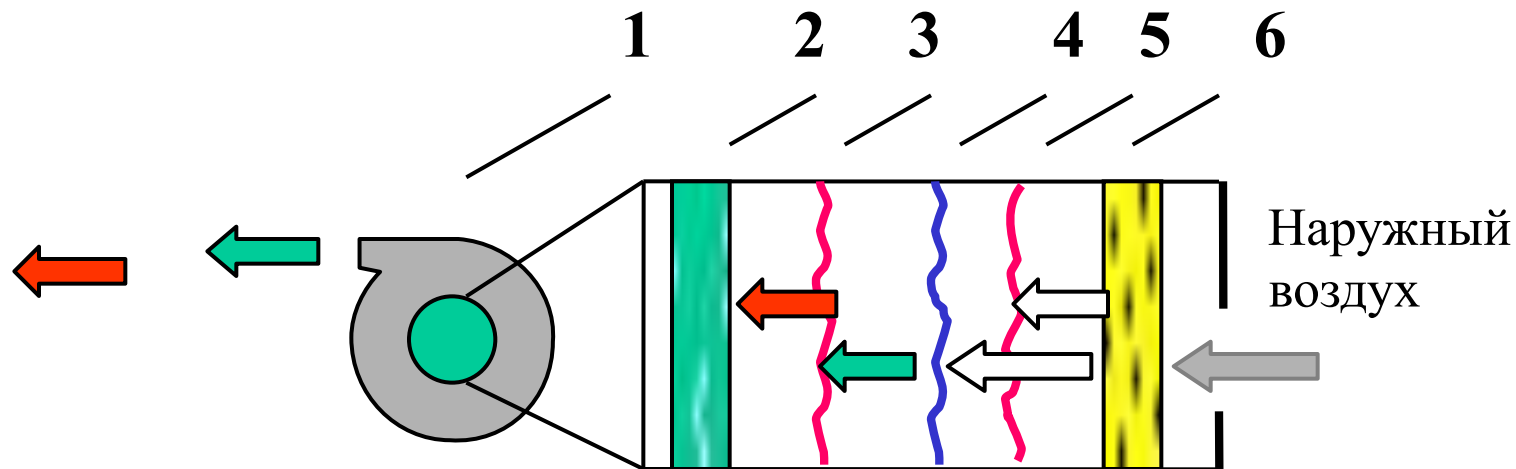


Рис. 18 Схема кондиционера

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 , ϕ) 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
Холодный	Iа (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	I б (140 - 174)	21 - 23	20 - 24	60 - 40	0,1
	II а (175 - 232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	II б (233 - 290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19	60 - 40	0,3

ОПТИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

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

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**

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

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
- массой 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!