**Лабораторная работа № 10**

Определение параметров микроклимата

в производственном помещении

### **Цель работы**

Изучить принципы нормирования параметров микроклимата в производственных помещениях.

Экспериментально определить параметры микроклимата на рабочем месте и сравнить их с действующими санитарно-гигиеническими нормами.

### **Основные параметры микроклимата и их влияние на организм человека**

***Микроклимат*** производственного помещения - это совокупность параметров воздуха (температура, влажность, скорость его движения), а также температуры окружающих поверхностей и интенсивностью теплового облучения.

Это действительно при условии, что отсутствуют источники излучения с эквивалентной тепловой температурой выше 40оС. Микроклимат на производстве необходим для производительной и качественной работы человека. Обычно имеют в виду микроклимат производственного помещения, в котором осуществляется трудовая деятельность людей.

Человек представляет собой открытую биологическую систему, которая характеризуется тем, что потоки энергии, вещества и информации являются сквозными и косвенно отзывающимися в этой системе. Длительность прохождения этих потоков специфична для различных экологических систем, в том числе и для людей. Теплота – форма энергии, имеющая важное значение для поддержания жизнедеятельности организмов. Все живые системы нуждаются в непрерывном снабжении теплом для предотвращения их деградации и гибели.

Температура является показателем количества тепловой энергии в системе и основным фактором, определяющим скорость химических реакций в организме. Основным источником входной энергии является пища, характеризуемая количеством выделяемой теплоты ккал, и различные виды лучистой энергии, измеряемые интенсивностью их потоков в Вт/м2. Выходом энергии являются производимая организмом работа, потери за счет явлений теплопередачи и конвекции, теплового излучения и испарения жидкости с поверхности тела.

При обычных температурах в помещениях от кожного покрова человека в окружающий воздух отводится до 45 % теплоты путем излучения, до 30 % за счет конвективного теплообмена и до 25 % при испарении пота. При этом свыше 80% тепла отдается через кожу, примерно 13% через органы дыхания, около 5% расходуется на согревание пищи, воды и вдыхаемого воздуха.

Теплоотдача радиацией и конвекцией происходит только в том случае, если температура воздуха и предметов ниже температуры тела, причем интенсивность теплоотдачи тем больше, чем выше разность этих температур. При температуре воздуха выше температуры тела потери тепла происходят за счет потовыделения: на испарение 1 г пота затрачивается около 2,5 кДж тепла. Количество влаги, испаряемой с поверхности тела (кожи), зависит от температуры окружающей среды, влажности и интенсивности физической нагрузки. При покое организма и температуре воздуха 15ºС испарение незначительно и составляет примерно 30 г за 1 час. При температуре 30ºС и тяжелой физической работе это количество достигает 1- 1,5 л/ч, пота, на испарение которого затрачивается около 2500 - 3800 кДж (600 - 900 ккал).

Усиленное потоотделение ведет к потере жидкости, солей и водорастворимых витаминов. Частично потери жидкости восполняются усиленным питьем, но при этом масса тела рабочих к концу смены может уменьшаться на 3-4 кг и более. В 1 литре пота в среднем содержится 2,5 – 5,6 граммов хлорида натрия. При тяжелой работе в условиях высокой температуры воздуха может выделиться до 10 -12 литров пота, а с ним до 30 – 40 граммов хлорида натрия. Всего в организме содержится около 140 граммов хлорида натрия. Потеря 28 – 30 граммов его ведет к прекращению желудочной секреции, а больших количеств – к мышечным спазмам и судорогам. Потери водорастворимых витаминов (С, В1, В2) при сильном потоотделении достигают 15 – 25 % потребной суточной дозы.

Необходимо учитывать, что скорость движения воздуха менее 0,1 м/с для людей в состоянии покоя воспринимается как застой воздуха, а выше 0,25 м/с - как сквозняк.

**Теплопередача** – [физический](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0) процесс передачи [тепловой энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) от более горячего тела к менее горячему, либо непосредственно (при контакте), или через разделяющую (тела или среды) перегородку из какого-либо материала.

**Теплопроводность** – процесс переноса теплоты в сплошной среде с неоднородным распределением температуры, которая осуществляется микрочастицами вещества ([атомами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) в кристаллической решетке, [молекулами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0) в газах, [электронами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD) в металлах) в процессе их теплового движения.

**Конвекция** – процесс переноса теплоты в сплошной среде с неоднородным распределением температуры и скорости, который осуществляется макроскопическими элементами при их перемещении.

**Тепловое излучение** – перенос теплоты, обусловленный превращением внутренний энергией в лучистую энергию, которая переносится в пространстве, поглощается и отражается.

С точки зрения биологии человек относится к эндотермным животным, т.е. температура его тела не зависит от температуры окружающей среды и поддерживается постоянной гомеостатическими системами регулирования в организме. Для человека такой температурой являются значения 36,5 – 37,0оС. При этом под температурой тела имеют ввиду температуру тканей, лежащих глубже 2,5 см под поверхностью кожи. Температура поверхности кожи человека может колебаться в широких пределах. Так при температуре окружающего воздуха 19оС температура кожи на конечностях может быть 20,5оС.

Уравнение теплового баланса для организма человека за определенный период времени имеет вид:

M +S ± R ± C ± P − E = 0, (1)

M – теплота процессов метаболизма, полученная из химических субстратов пищи, подвергшихся расщеплению в клетках;

S – накопленная организмом теплота;

R, C, P – теплота, отданная (со знаком «минус») или полученная (со знаком «плюс») путем излучения, конвекции, теплопередачи соответственно;

E – теплота, отданная за счет испарения.

Если тепловой баланс не будет поддерживаться, то дополнительная теплота, получаемая различными путями, приведет к повышению температуры тела, а недостаток тепловой энергии - к его охлаждению. В обоих случаях создаются неблагоприятные условия для функционирования клеток организма, которые при превышении определенных температурных границ начинают погибать. Тепловой баланс любого тела определяется соотношением между теплотой, которую оно получает, и теплотой, которую оно отдает.

Человеческий организм способен вырабатывать достаточное количество теплоты и регулировать теплоотдачу, поэтому равенство поступающей с пищей энергии и других форм энергии в виде потоков лучистой энергии (например, от нагретых предметов) и расхода теплоты с тела человека всегда сохраняется. Это свойство носит название гомойотермии. При гомойотермии сохраняется относительно постоянная температура тела человека при изменении температуры окружающей среды.

Для поддержания стабильной внутренней температуры человека имеется терморегулирующая система, которая включает рецепторы, эффекторы и чрезвычайно чувствительный регуляторный центр в гипоталамусе[[1]](#footnote-1). У человека имеется примерно 150 тыс. холодовых и 16 тыс. тепловых рецепторов.

В комфортных условиях для взрослого человека средних лет, при отсутствии физической нагрузки, для нормального осуществления жизненно важных функций в его организме должно производится 1800 ккал теплоты в сутки. Эта теплота в конечном итоге должна быть выведена в силу непрерывности метаболических процессов.

Средняя за сутки метаболическая мощность человека Ph (Вт) определяется калорийностью пищи Q (кал):



В формуле использованы следующие соотношения:

1 кал = 4,2 Дж;

1 Вт = 1 Дж/с;

1 сут = 24⋅60⋅60 с.

Это мощность тратиться на выполнение человеком производственной работы и на работу гомеостатических систем человека. Чем неблагоприятнее параметры микроклимата, тем больше энергии тратиться на терморегулирование организма человека.

Механизм выхода энергии регулируется гомеостатическими системами регулирования в организме, призванными поддерживать постоянство внутренней температуры тела человека 36,6оС. Это необходимо для нормального функционирования биологических клеток организма. Поддержанию постоянства температуры внутренней среды человека способствует разветвленная кровеносная система, обеспечивающая отвод тепла от внутренних органов к поверхности тела. С наибольшей скоростью кровь течет в аорте (~0,5м/с), в артериях скорость достигает 0,25 м/с, а в капиллярах - снижается до 0,5 мм/с. Медленное течение в капиллярах и их большая разветвленность способствует хорошему теплообмену. Общая длина капилляров у человека достигает 100 км, а их поверхность - 6300 м2. Другими словами это радиатор с огромными размерами по сравнению с человеком, что определяет эффективность его работы.

Для характеристики теплообмена следует соотнести величину основных энергозатрат с поверхностью тела человека, которая в среднем для мужского населения равна 1,8м2. При калорийности пищи в сутки 1800 ккал теплообмен составляет 40,5 кал/(ч⋅м2). Калорийность пищи должна быть на 20% выше энергозатрат организма. При недостаточной калорийности организм стремится поддерживать постоянную температуру внутренней среды и протекание обменных процессов за счет питательных веществ некоторых тканей организма, прежде всего мышечных, что приводит к истощению.

Энергозатраты организма измеряются методами калориметра:

* прямая калориметрия - измерение непосредственно выделяемой теплоты;
* алиментарная калориметрия - определение теплоты при окислении пищевых продуктов;
* респираторная калориметрия – определение теплоты по обмену газов в легких, используя термические коэффициенты О2 и СО2.

#### **Характеристика отдельных категорий работ**

Все виды работ, выполняемые на производстве, по тяжести физической нагрузки разделены на три категории: легкие (I категория), средней тяжести (II категория) и тяжелые работы (III категория).

В свою очередь категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в ккал/ч (Вт) [1]:

1. К категории I а относятся работы с интенсивностью энерготрат 120 ккал/ч (139 Вт), производимые сидя и сопровождаемые незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.).
2. К категории I б относятся работы с интенсивностью энерготрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролёры, мастера в различных видах производства и т. п.).
3. К категории II а относятся работы с интенсивностью энерготрат 151-200 ккал/ч (175-232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие опре­делённого физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т. п.).
4. К категории II б относятся работы с интенсивностью энерготрат 201-250 ккал/ч (233-290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопро­вождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд про­фессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т. п.)
5. К категории III относятся работы с интенсивностью энерготрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок на машиностроительных и металлургических предприятиях и т. п.).

##### Общие требования и показатели микроклимата

Интенсивность работы гомеостатических систем регулирования внутренней температуры зависит от внешних условий среды: температуры, влажности, скорости движения воздуха и наличия энергетических полей. Эффективность гомеостатических систем зависит от состояния нервной[[2]](#footnote-2) и эндокринной[[3]](#footnote-3) систем человека.

Микроклиматические параметры – каждый в отдельности и в совокупности - оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. В производственных условиях характерно *суммарное действие* микроклиматических факторов.

Санитарные правила и нормы СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учётом интенсивности энерготрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микро­климатических условий.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

* температура воздуха;
* температура поверхностей;
* относительная влажность воздуха;
* скорость движения воздуха;
* интенсивность теплового облучения.

*Температура воздуха* является одним из основных параметров, характеризующих тепловое состояние микроклимата. Высокая температура воздуха оказывает неблагоприятное влияние на сердечно-сосудистую, центральную нервную систему человека. Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма, стать причиной простудных заболеваний.

*Влажность воздуха* – содержание в воздухе водяного пара. Различают абсолютную, максимальную и относительную влажность.

*Абсолютная влажность* *(А)* – упругость водяных паров, находящихся в момент исследования в воздухе, выраженная в мм ртутного столба, или массовое количество водяных паров, находящихся в 1 м3 воздуха, выражаемое в граммах.

*Максимальная влажность (F)* – упругость или масса водяных паров, которые могут насытить 1 м3 воздуха при данной температуре.

*Относительная влажность (R)* – это отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженной в процентах.

В воздухе, избыточно насыщенном водяными парами (75-80%) затрудняется испарение влаги с поверхности кожи и дыхательных путей, нарушается терморегуляция и наступает перегрев организма, что может привести к ухудшению здоровья и снижению работоспособности.

При небольшом перегреве симптомы ограничиваются легким повышением температуры тела, обильным потоотделением, жаждой, небольшим учащением дыхания и пульса. При значительном перегреве возникает еще и головокружение, затрудняется речь, появляется одышка. Описанная форма нарушения терморегуляции называется тепловой гипертермией. Другая форма перегрева характеризуется нарушением водно- солевого обмена и называется судорожная болезнь. Она протекает в форме судорог различных, особенно икроножных мышц, сопровождается большой потерей пота, сильным сгущением крови. В дальнейшем может наступить тепловой удар, протекающий с потерей сознания, повышением температуры тела до 40- 41ºС, слабым и учащенным пульсом, при этом происходит почти полное прекращение потоотделения. Тепловой удар и судорожная болезнь могут иметь летальный исход.

При понижении относительной влажности до 20-30 % у человека возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Длительное охлаждение также опасно для организма. Оно приводит к расстройству, деятельности капилляров и мелких артерий - ознобление пальцев рук, ног и кончиков ушей, периферической нервной системы, особенно пояснично- крестцовый радикулит, невралгия лицевого седалищного и других нервов, обострения суставного и мышечного ревматизма, плеврит, бронхит, инфекционное воспаление, слизистых оболочек дыхательных путей и др.

Наибольший процент заболеваний происходит в результате переохлаждения при сочетании неблагоприятных метеорологических факторов: низкой температуры воздуха, высокой влажности и большой его подвижности. Это объясняется тем, что влажный воздух лучше проводит тепло, а подвижность его увеличивает теплоотдачу конвекцией.

*Скорость движения воздуха* влияет скорее на теплоощущения человека, облегчая (или усугубляя) процесс теплоотдачи путем конвекции. Так, скорость около 0,15 мм/c человек уже ощущает, при этом, если температура воздуха менее 360 С, то воспринимает освежающее действие воздушного потока. При температуре воздуха свыше 400С такие потоки действуют угнетающе.

Движение воздуха может вызвать негативную реакцию через появление эффектов, обусловленных давлением воздуха на кожу: утомление рецепторного аппарата, высушивание кожи.

Непосредственным измерением трудно установить количество теплоты, отдаваемой человеком. Поэтому об интенсивности общей теплоотдачи судят по косвенным показателям – значениям эффективной и эвивалентно-эффективной температур, характеризующих пребывание в так называемой «зоне комфорта», где терморегуляция обеспечивается организмом легко, или за пределами этой зоны, когда для нормальной терморегуляции организм человека преодолевает большие нагрузки. Эти температуры определяют по номограмме (см. рис. 1 на стенде).

*Эффективной* *называется температура воздуха*, ощущаемая человеком при определенной относительной влажности воздуха и при отсутствии движения воздуха в помещении.

*Эквивалентно-эффективной называется температура воздуха*, ощущаемая человеком при определенной относительной влажности воздуха и определенной скорости его движения.

*Холодный период года* –период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 0С и ниже.

*Теплый период года* –период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 0С.

*Среднесуточная температура наружного воздуха* - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

###### **Оптимальные условия микроклимата**

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей: микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Под *рабочим местом* понимается участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведённым в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2 0С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 1 для отдельных категорий работ.

Таблица 1

Оптимальные величиныпоказателей микроклимата нарабочих местах производственных помещений [1].

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период  года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, 0С | Температура поверх­ностей, 0С | Относительная влажность воз­духа, ***%*** | Скорость движения  воздуха, м/с |
| Холодный | Iа (до 139)  Iб(140-174)  IIа(175—232)  IIб (233—290) III (более 290) | 22—24  21 - 23  19 - 21  17 - 19  16 - 18 | 21—25  20—24  18-22  16 - 20  15 - 19 | 60 - 40  60—40  60—40  60—40  60—40 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |
| Теплый | Iа (до 139)  Iб(140-174)  IIа(175—232)  IIб (233—290) III (более 290) | 23 - 25  22 - 24  20 - 22  19 - 21  18 - 20 | 22—26  21—25  19—23  18—22  17 - 21 | 60—40  60—40  60—40  60—40  60 - 40 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |

Допустимые условия микроклимата

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и тёплый периоды года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

* перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3 0С;
* перепад температуры воздуха по горизонтали, а также её изменения в течение смены не должны превышать:

при категориях работ Iа и Iб - 4 0С; при категориях работ IIа и IIб - 5 0С; при категории работ III- 6 0С.

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в табл. 2 для отдельных категорий работ.

Таблица 2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [1].

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работ по уровню энерготрат, Вт | Температура воздуха, 0С | | Температу-ра поверхнос-  тей, 0С | Относите- льная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
| диапазон ниже оптималь-ных величин | диапазон выше оптимальных величин | для диапазона температур воздуха ниже оптима-  льных величин, не более | для диапазона температур воздуха выше оптима-  льных величин, не более |
| Холодный | Iа (до 139)  Iб(140-174)  IIа(175-232)  IIб (233-290) III (более 290) | 20,0-21,9  19,0-20,9  17,0-18,9  15,0-16,9  13,0-15,9 | 24,1-25,0  23,1-24,0  21,1-23,0  19,1-22,0  18,1-21,0 | 19,0-26,0  18,0-25,0  16,0-24,0  14,0-23,0  12,0-22,0 | 15-75  15-75  15-75  15-75  15-75 | 0,1  0,1  0,1  0,2  0,3 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |
| Теплый | Iа (до 139)  Iб(140-174)  IIа(175-232)  IIб (233-290) III (более 290) | 21,0-22,9  20,0-21,9  18,0-19,9  16,0-18,9  15,0-17,9 | 25,1-28,0  24,1-28,0  22,1-27,0  21,1-27,0  20,1-26,0 | 20,0-29,0  19,0-29,0  17,0-28,0  15,0-28,0  14,0-27,0 | 15-75  15-75  15-75  15-75  15-75 | 0,1  0,1  0,1  0,2  0,3 | 0,1  0,1  0,2  0,2  0,3 |

При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

70 %- при температуре воздуха 25 0С;

65 % - при температуре воздуха 26 0С;

60 %- при температуре воздуха 27 0С;

55 %- при температурю воздуха 28 0С*.*

При температуре воздуха 26 – 28 0Сскорость движения воздуха, указанная в табл. 2 длятеплого периода года, должна соответствовать диапазону:

0,1 – 0,2 м/с - при категории работ Iа;

0,1 – 0,3 м/с - при категории работ Iб;

0,2 – 0,4 м/с - при категории работ IIа;

0,2 – 0,5 м/с - при категориях работ II6 и III.

В соответствии с ГОСТ30494—2011 [4] принята следующая классификация помещений общественного и административного назначения для нормативных параметры микроклимата (табл. 3):

Таблица 3

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне общественных и административных зданий [4].

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Наименование помещения или категория | Температура воздуха, °С | | Относительная влажность, % | | Скорость движения воздуха, м/с | |
| оптимальная | допустимая | оптимальная | допустимая, не более | оптимальная, не более | допустимая, не более |
| Холод- ный | 1 | 20—22 | 18—24 | 45—30 | 60 | 0,2 | 0,3 |
| 2 | 19—21 | 18—23 | 45—30 | 60 | 0,2 | 0,3 |
| 3а | 20—21 | 19—23 | 45—30 | 60 | 0,2 | 0,3 |
| 3б | 14—16 | 12—17 | 45—30 | 60 | 0,3 | 0,5 |
| 3в | 18—20 | 16—22 | 45—30 | 60 | 0,2 | 0,3 |
| 4 | 17—19 | 15—21 | 45—30 | 60 | 0,2 | 0,3 |
| 5 | 20—22 | 20—24 | 45—30 | 60 | 0,15 | 0,2 |
| 6 | 16—18 | 14—20 | Не нормируется | Не нормируется | Не нормируется | Не нормируется |
| Ванные, душевые | 24—26 | 18—28 | Не нормируется | Не нормируется | 0,15 | 0,2 |
| Теплый | Помещения с постоянным пребыванием людей | 23—25 | 18—28 | 60—30 | 65 | 0,15 | 0,25 |

помещения 1-й категории: помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;

помещения 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебой;

помещения 3а категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя без уличной одежды;

помещения 3б категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении сидя в уличной одежде;

помещения 3в категории: помещения с массовым пребыванием людей, в которых люди находятся преимущественно в положении стоя без уличной одежды;

помещения 4-й категории: помещения для занятий подвижными видами спорта;

помещения 5-й категории: помещения, в которых люди находятся в полураздетом виде (раздевалки, процедурные кабинеты, кабинеты врачей и т. п.);

помещения 6-й категории: помещения с временным пребыванием людей (вестибюли, гардеробные, коридоры, лестницы, санузлы, курительные, кладовые).

**Мероприятия по предотвращению неблагоприятного воздействия**

**микроклимата на организм человека**

Для обеспечения требуемых параметров воздушной среды помещений применяют следующие технические мероприятия [2]:

1. ***Обеспечение вентиляции***. Вентиляция – организованный воздухообмен, заключающийся в удалении загрязненного или нагретого и подаче свежего наружного (или очищенного) воздуха. В зависимости от назначения используют различные системы вентиляции, которые можно систематизировать по отдельным признакам:

по способу организации воздухообмена:

- общеобменная, обеспечивающая требуемые параметры воздушной среды во всем помещении;

- местная – в отдельной части помещения;

по способу перемещения воздуха:

- естественная, осуществляемая за счет разности температур воздуха внутри помещения и снаружи либо за счет ветрового напора; примерами естественной вентиляции служат проветривание, аэрация и др. Это наиболее простой в эксплуатации и экономичный тип вентиляции, однако имеющий существенные недостатки, поскольку поступающий воздух не подвергается обработке (подогрев, увлажнение, очистка от примесей и т.д.) и неэффективен в помещениях с сильно загрязненным воздухом;

- механическая, при которой перемещение воздуха осуществляется при помощи вентиляторов;

по способу подачи и удаления воздуха:

- приточная, основанная на подаче чистого воздуха в помещение;

- вытяжная, основанная на удалении загрязненного воздуха;

- приточно-вытяжная, представляющая сочетание обоих способов.

Кроме того, такие применяются технические устройства как *воздушные души, воздушные оазисы, воздушные завесы.* Параметры воздуха, поступающего в помещение при использовании систем вентиляции, задаются ГОСТ 12.1.005 –88 [3]. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее 30 м3/ч на человека (в помещениях с объемом до 20 м3 на одного человека).

2. Кондиционирование – применение специальных аппаратов, автоматически обрабатывающих подаваемый воздух в соответствии с заданными параметрами по температуре, влажности, скорости движения и чистоте воздуха. Кондиционеры могут быть местными и центральными. Активное использование в последние годы кондиционеров на производстве, в офисах, а также в быту, несомненно, оправдано, однако следует помнить о негативных последствиях для здоровья постоянного пребывания в кондиционированном воздухе.

3. Отопление - использование нагревательных приборов для поддержания требуемой температуры воздуха в помещении в холодное время года. В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

4. Механизация и автоматизация производственных процессов позволяет изолировать человека от неблагоприятных факторов воздушной среды либо снизить трудовую нагрузку (перемещение тяжестей, передвижения, ручной труд и др.). Для этого используются системы дистанционного управления, внедряются новые технологии, сокращающие или исключающие непосредственное присутствие человека и отводящие ему лишь контролирующую роль.

5. Герметизация и теплоизоляция оборудования заключается в экранировании источников теплового излучения, т.е. применении материалов, ограничивающих либо исключающих воздействие на человека высоких температур.

6. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) – спецодежда, обувь, рукавицы, головные уборы, маски и др. Для профилактики перегревов СИЗ изготавливают из хлопчатобумажных, суконных, штапельных тканей, от переохлаждений – из шерсти, меха, искусственных теплозащитных тканей, одежду с подогревом и т.д.

Для сокращения воздействий неблагоприятной воздушной среды применяются также организационные и лечебно-профилактические мероприятия: сокращение продолжительности рабочего дня, дополнительные перерывы, гидропроцедуры, дополнительное питание и рациональный питьевой режим, медицинские осмотры и др.

1. **Указания по технике безопасности**
2. Строго соблюдать инструкцию по технике безопасности на стенде.
3. Не включать стенд без проверки его преподавателем.
4. В случае неисправности отключить стенд.

**Применяемое оборудование**

Лабораторная установка представляет собой макет помещения для моделирования различных метеорологических условий на рабочих местах.

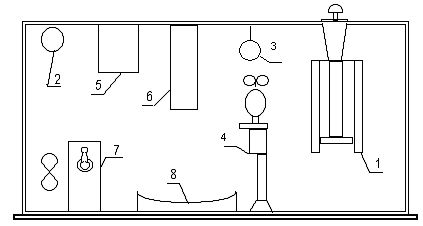


Рис. 1

Внутри макета (рис. 1) для измерения основных параметром микроклимата установлены аспирационный психрометр (1), барометр (2), анемометр крыльчатый (3), анемометр чашечный (4), секундомер (5), гигрометр (6). Для создания воздушного потока на лабораторном стенде имеется вентилятор, включение которого производится тумблером (7). Для изменения влажности воздуха внутри макета имеется емкость с водой (8).

В обычных условиях для измерения температуры воздуха используются термометры (ртутные или спиртовые), термографы (регистрирующие изменение температуры за определенное время) и сухие термометры психрометров. Для определения влажности воздуха применяются переносные аспирационные психрометры (Ассмана), реже стационарные психрометры (Августа) и гигрометры.

Скорость движения воздуха измеряется крыльчатыми и чашечными анемометрами, а также термоанемометрами.

## Аспирационный психрометр МВ-4М

Аспирационный психрометр МВ - 4М предназначен для определения относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 100 % при температуре от -30 до +500 С (рис. 2). Цена деления шкал термометров не более 0,20 С. Принцип его работы основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха. Он состоит из двух одинаковых ртутных термометров 2, резервуары которых помещены в металлические трубки защиты 1. Эти трубки соединены с воздухопроводными трубками, на верхнем конце которых укреплен аспирационный блок с крыльчаткой 5, заводимый ключом 4.

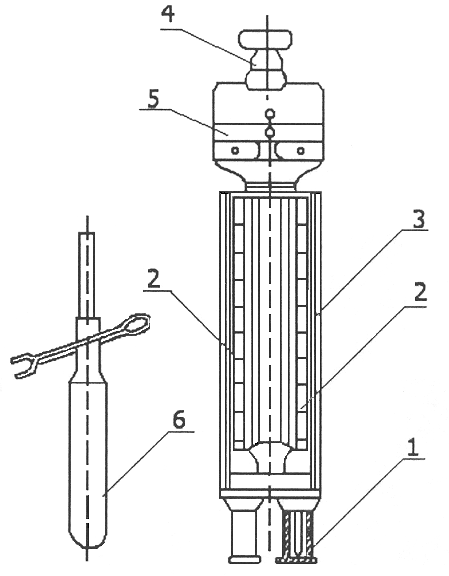


Рис. 2. Аспирационный психрометр МВ-4М:

1 – резервуар ртутного термометра; 2 – шкала ртутного термометра;

3 – корпус психрометра; 4 – ключ заводного механизма; 5 – вентилятор;

6 – груша с пипеткой

Перед измерением резервуар правого термометра, обернутый тонкой тканью, смачивается дистиллированной водой с помощью пипетки 6. Затем ключом 4 заводят пружину вентилятора психрометра. При этом снизу засасывается воздух, который отекает резервуары термометров. Таким образом, сухой термометр показывает температуру этого потока воздуха, а показания смоченного термометра будут меньше, так как он охлаждается вследствие испарения воды с поверхности ткани. Показания термометров снимаются не ранее, чем через 3 минуты после начала работы вентилятора.

При измерениях аспирационным психрометром значение абсолютной влажности находится из следующего выражения:

A = Fвл − 0,5⋅(tсух − tвл)⋅B ⁄ 755 (2)

где А - абсолютная влажность воздуха, мм.рт.ст.;

Fвл – максимальная влажность при температуре влажного термометра (tвл), берется из табл. 3;

tсух, tвл – температуры, измеренные соответственно сухим и влажным термометрами, ОС;

В – барометрическое давление, мм.рт.ст.

Относительная влажность воздуха (R, %) определяется из следующего выражения:

R = 100⋅A ⁄ Fсух (3)

где Fсух – значение максимальной влажности при температуре сухого термометра tсух берется из табл. 3.

Таблица 3

Максимальная влажность (давление водяных паров при насыщении,

мм. рт. столба) при разных температурах

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура воздуха, 0С | Максимальная влажность Fвл, Fсух, мм.рт.ст | Температура воздуха, 0С | Максимальная влажность  Fвл, Fсух, мм.рт.ст | Температура воздуха, 0С | Максимальная влажность  Fвл, Fсух, мм.рт.ст |
| 10 | 9,209 | 17 | 14,530 | 25 | 23,756 |
| 11 | 9,844 | 18 | 15,477 | 26 | 25,207 |
| 12 | 10,518 | 19 | 16,477 | 27 | 26,739 |
| 13 | 11,231 | 20 | 17,735 | 28 | 28,344 |
| 14 | 11,967 | 21 | 18,650 | 29 | 30,034 |
| 15 | 12,788 | 22 | 19,827 | 30 | 31,842 |
| 16 | 13,967 | 23 | 21,068 | 31 | 33,695 |

Относительная влажность может быть определена также по психрометрической номограмме (рис. 2 на стенде). Для этого по вертикальным линиям отмечают показания сухого термометра, по наклонным - показания влажного термометра; на пересечении этих линий получают значение относительной влажности, выраженное в процентах. Линии, соответствующие десяткам процентов, обозначены на номограмме цифрами: 20, 30, 40, 50 и т. д.

**Анемометр крыльчатый АСО-3**

Крыльчатый анемометр применяется для измерения скоростей движения воздуха в диапазоне от 0,3 до 5 м/с (рис.3). Ветроприемником анемометра служит крыльчатка, насаженная на ось, один конец которой закреплен на неподвижной опоре, а второй – через червячную передачу передает вращение редуктору счетного механизма. Его циферблат имеет три шкалы: тысяч, сотен и единиц. Включение и выключение механизма производится арретиром. Чувствительность прибора не более 0,2 м/с.

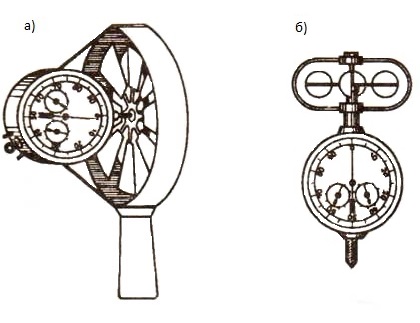


Рис. 3 Анемометр: а) крыльчатый типа АСО-3; б) чашечный

Для определения скорости движения воздуха, измеренной с помощью анемометра (крыльчатого или чашечного) используется выражение:

V = (C2 - C1) ⁄ T, (4)

где V – скорость движения воздуха, делений/с;

С1 и С2 – соответственно начальные и конечные показания анемометра, дел.;

T - продолжительность измерения, с.

Для перевода значения скорости движения воздуха из дел/с в м/с следует использовать график к крыльчатому анемометру (рис. 3 на стенде).

Значения эффективной и эквивалентно-эффективной температур, характеризующих пребывание в зоне, называемой «зоной комфорта», определяют по номограмме (рис. 1 на стенде). Эффективная температура определяется по номограмме на пересечении прямой линии, соединяющей показания сухого и влажного термометров (полученных по аспирационному психрометру) и нижней линией температур при скорости движения воздуха, равной нулю.

Эквивалентно-эффективная температура определяется по номограмме таким же способом, как эффективная, только с учетом разных скоростей движения воздуха, показанных на номограмме изогнутыми линиями.

**Порядок выполнения работы**

* + - 1. Определение влажности воздуха. Для этого:

- смочить дистиллированной водой с помощью пипетки ткань на правом резервуаре психрометра;

- завести механизм вентилятора ключом психрометра и через 3 – 4 минуты записать показания tсух сухого и tвл влажного термометров;

- измерить барометрическое давление барометром-анероидом. Полученные значения подставить в выражения (2 и 3) и вычислить значения абсолютной и относительной влажности.

* + - 1. Измерение скорости движения воздуха в камере с помощью чашечного анемометра. Для этого:

- перед измерением записать начальные показания счетчика по всем трем шкалам, получив четырехзначное число;

- включить вентилятор и анемометр на 60 секунд и записать показания счетчика анемометра в протокол.

Студенты выполняют один из следующих вариантов работы в зависимости от номера бригады.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ бригады** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Вариант задания | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |

*Вариант 1*

* + - 1. Измерить давление барометром-анероидом.
      2. Определить температуру и относительную влажность воздуха в производственном помещении с помощью аспирационного психрометра (протокол №1).
      3. Определить скорость движения воздуха с помощью чашечного анемометра (для создания воздушного потока включить вентилятор) (протокол №2).
      4. Определить эффективную и эквивалентно-эффективную температуры для полученных значений температур и скорости движения воздуха (рис. 1 на стенде).
      5. Сделать выводы о состоянии микроклимата в помещении, сравнив полученные данные с нормами (табл. 1 и 2) для данного периода года. Для следующих профессий: кузнец, швея, токарь, сварщик (протокол №3).

*Вариант 2*

Измерить давление барометром-анероидом.

Поместить в макет производственного помещения сосуд с водой.

Через 5 – 7 минут определить температуру и относительную влажность воздуха аспирационным психрометром (протокол №1).

Измерить скорость движения воздуха анемометром (включить вентилятор) (протокол №2).

Сделать выводы о состоянии микроклимата в помещении, сравнив полученные данные с нормами (табл. 1, 2). Для профессий: программист, фрезеровщик, кассир, грузчик (протокол №3).

*Вариант 3*

Измерить давление барометром- анероидом.

Определить температуры tсух сухого и tвл влажного термометров аспирационного психрометра (протокол №1).

Определить скорость движения воздуха анемометром (включить вентилятор) (протокол №2).

Определить влажность воздуха по психрометрическому графику (рис. 3 на стенде) и по гигрометру (протокол №1).

Сделать выводы о состоянии микроклимата в помещении, сравнив полученные данные с нормами (табл. 1, 2) для данного периода года. Заполнить протокол №3 для следующих профессий: слесари, формовщик, инженер-конструктор, кассир-операционист.

Протокол 1. Определение влажности воздуха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование  прибора | tсух,  оС | tвл,  оС | Δt,  оС | Fсух,  мм.рт.ст | Fвл,  мм.рт.ст | B,  мм.рт.ст | А,  мм.рт.ст | R,  % |
| Психрометр  аспирационный |  |  |  |  |  |  |  |  |

Протокол 2. Определение скорости движения воздуха

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование прибора | С1, дел | С2, дел | V, дел/с | V, м/с |
| Чашечный анемометр |  |  |  |  |

Протокол 3. Оценка метеорологических условий для данного периода года

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | По нормам (профессия……………………). | |
| Параметры | Фактические | Допустимые | Оптимальные |
| t, oC |  |  |  |
| R, % |  |  |  |
| V,м/c |  |  |  |

**Отчёт должен содержать**

Краткую характеристику приборов, используемых в работе.

Результаты измерений по форме протоколов 1 и 2.

Выводы о состоянии микроклимата в момент исследования (протокол 3) и их соответствие с нормами.

**Контрольные вопросы**

Какими основными параметрами характеризуется микроклимат производственных помещений?

Что такое абсолютная, максимальная и относительная влажность воздуха?

Как влияет изменение влажности окружающего воздуха на организм человека?

Поясните принцип работы аспирационного психрометра.

Как производится измерение скорости движения воздуха? Принцип действия термоанемометра?

Что означают понятия - оптимальные и допустимые микроклиматические условия?

Чем определяется тепловой баланс в организме человека?

Как определяются энергозатраты организма человека?

Какое количество тепловой энергии добавляет в тепловой баланс организма человека поток энергии П = 10 мВт / см2 , действующий в течение t = 4 час? Коэффициент отражения потока от человека k = 0,75. Расчеты произвести для эквивалентной поверхности человека к потоку энергии Sh = 0,64 м2. Принять во внимание, что 1кал = 4,2 Дж.

Какое дополнительное количество перегрузки организма в виде теплоты получит человек в течение 8 часового рабочего дня от плоской тепловой батареи площадью Sб = 0,5м2 на расстоянии r = 2м? Степень черноты излучающей поверхности батареи ε = 0,85. Батарею следует считать сосредоточенным источником излучения. Мощность излучения батареи Pб (Вт) рассчитывается по формуле: Pб = Sб ε со (T/100)4 , со = 5,67 Вт/(м2 К4) (см. также формулы 7.1 и 7.2 в описании лабораторной работы №7)

Определить перегрев организма человека, загорающего на Солнце при потоке солнечной энергии 700 Вт/м2. Дополнительные данные см. в вопросе 9.

К какой категории относиться работа оператора ПЭВМ?

В чем отличие оптимальных условий микроклимата от допустимых?

Как провести измерения параметров микроклимата при аттестации рабочих мест?

**Литература**

1. Санитарные правила и нормы СанПин 2.2.4.548-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”(утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
2. Свод правил СП 60.13330.2012 "СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. N 279).
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. и введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.09.1988 N 3388).
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

1. Рецепторы - клетки организма, преобразующие внешнюю информацию (в нашем случае о температуре) в нервные импульсы для передачи в обрабатывающий центр мозга гипоталамус. Эффекторные клетки - исполнительные клетки, вырабатывающие ту или иную реакцию организма в зависимости от поступающих управляющих импульсов от гипоталамуса, например увеличение потовыделения. [↑](#footnote-ref-1)
2. 2 условно ее можно назвать информационной системой [↑](#footnote-ref-2)
3. 3 скорее исполнительная система, так как контролирует образование гормонов, секреций (например, потовыделение), состав крови и т.п. В обоих системах заложена информационная основа в виде молекул ДНК. [↑](#footnote-ref-3)