

## Практическая работа № 7: Приборы для контроля микроклимата

**Цель работы:** изучение видов приборов для контроля микроклимата.

**Оснащение рабочего места:** методические указания.

**Формы контроля:** защита практического занятия по контрольным вопросам.

### Порядок выполнения практического занятия

- 1) Работа выполняется в индивидуальном порядке.
- 1) Напишите название и цель работы.
- 2) Изучите теоретический материал и выполните в тетради для практических занятий задание № 1, № 2, № 3.
- 3) Подготовьтесь к защите и защитите практическое занятие по контрольным вопросам.

Защита работы в форме собеседования индивидуально с каждым обучающимся по контрольным вопросам работы с целью проверки усвоения материала.

### Теоретический материал

Метеорологические условия (микроклимат) производственных помещений определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. В помещениях метеорологические условия зависят от технологического процесса и от внешних погодных условий.

Для нормального протекания физиологических процессов в организме человека выделяемая его телом теплота должна отводиться в окружающую среду. Комфортной является такая среда, охлаждающая способность которой соответствует отводимой теплоте человеческого тела. В комфортных условиях у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений - переохлаждения или перегрева. Теплообмен организма человека с окружающей средой зависит от температуры воздуха и скорости его движения.

### *Температура воздуха*

**Температура воздуха** в помещениях определяется величиной выделений теплоты окружающим оборудованием и механизмами. На предприятиях источниками теплоты являются:

- технологическое оборудование (кузнечные горны, термические закалочные ванны);
- оборудования, имеющие электродвигатели, за счет преобразования электрической энергии в механическую (токарные, фрезерные, заточные станки, ручной электроинструмент);
- двигатели внутреннего сгорания;
- нагретые материалы;
- люди;

- строительные конструкции (вследствие более высокой температуры воздуха снаружи по сравнению с температурой в помещении или от солнечной радиации через застекленные поверхности в окнах и фонарях здания).

Количество теплоты выражают в килокалориях (ккал/ч) на 1 м<sup>3</sup> помещения.

В зависимости от выделения теплоты цеха условно делят на холодные и горячие. К холодным относятся те цеха, в которых выделение теплоты не превышает 20 ккал/(ч м<sup>3</sup>), к горячим - более 20 ккал/(ч м<sup>3</sup>).

Высокая температура оказывает неблагоприятное влияние на жизнедеятельность человека, вызывая нарушение нормального функционирования сердечно-сосудистой и нервной систем, органов пищеварения и др.; она вызывает ослабление и снижение внимания, а в наиболее неблагоприятных условиях – к перегреву организма (тепловой удар), что может привести к производственной травме.

Переохлаждение организма работников возможно в зимнее и переходное время года при выполнении обслуживающих или ремонтных работ вне помещений на территории предприятия. Переохлаждение наступает тем быстрее, чем выше влажность и движение воздуха. Основными признаками (симптомами) переохлаждения являются ощущение холода, бледность кожи, замедление частоты пульса и дыхания, повышение кровяного давления.

В первую очередь от низкой температуры воздуха страдают открытые или недостаточно защищенные части тела (пальцы рук и ног, щеки, уши). Возможны случаи обморожения даже при температурах +4...+5 °С при высокой относительной влажности воздуха и сильном ветре.

Приборы для измерения воздуха. В производственных помещениях температуру воздуха измеряют с помощью термометров (ртутные, спиртовые и электрические).

Указанные термометры рассчитаны на измерение температуры лишь в момент наблюдения.

Исследование температурного режима проводится с помощью максимальных и минимальных термометров.

*Максимальные термометры – ртутные* (рис. 1). Внутри резервуара термометра впаивается стеклянный штифт, который настолько сужает просвет капилляра, что мимо него ртуть может лишь проходить при расширении, которое наблюдается при повышении температуры воздуха. При понижении температуры столбик ртути, вошедший в капилляр, уже не может опуститься вниз, и ртуть остаётся в том положении, которое установилось при максимуме температуры. Величину максимальной температуры отсчитывают по верхнему уровню ртутного столба.



Рисунок 1 - Максимальные термометры - ртутные

*Минимальные термометры – спиртовые* (рис. 2). В капиллярной трубке термометра имеется подвижной стеклянный штифт с плоским утолщением на концах. Перед наблюдением нижний конец термометра (резервуар) поднимают вверх до тех пор, пока штифт под влиянием собственной тяжести не спустится до мениска спирта. Затем

термометр устанавливают горизонтально. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно проходит по капилляру не двигая штифт. При снижении температуры длина спиртового столбика уменьшается, и поверхностная пленка увлекает за собой штифт к резервуару до тех пор, пока не установится самая низкая температура. Определение минимальной температуры производится по концу штифта, наиболее удалённому от резервуара термометра.



Рисунок 2 - Минимальные термометры - спиртовые

*Электрический термометр* (рис. 3). Для измерения температуры воздуха, а также ряда поверхностей (стены, почвы, и др.) нередко применяют различные электротермометры, принцип работы которых основан на возникновении термотока в цепи. В качестве датчика используются термопары или термисторы. Регистратором служат электрические гальванометры, шкала которых проградуирована в градусах. Электрические термометры имеют большую погрешность измерений, но с их помощью можно проводить измерения в значительном диапазоне изменений температур.



Рисунок 3 – Электрический термометр

*Термограф*. Для систематического наблюдения за ходом температуры в течение продолжительного времени пользуются самопишущими приборами-термографами (рис. 4), воспринимающей деталью которых является либо биметаллическая пластинка, состоящая из спаянных металлов, имеющих различный температурный коэффициент линейного расширения, либо полая металлическая пластинка, заполненная толуолом или спиртом. При изменении температуры воздуха меняется кривизна пластинок, что зависит от температурных коэффициентов в первом случае, либо от изменения объёма толуола или

спирта во втором случае. Изменение кривизны пластинок передаётся стрелке, которая даёт колебательные движения вверх и вниз, и таким образом на ленте записывается температура. Ленты разграфлены по горизонтали на недели, дни и часы и по вертикали на показатели температуры от -30 до + 40 С.

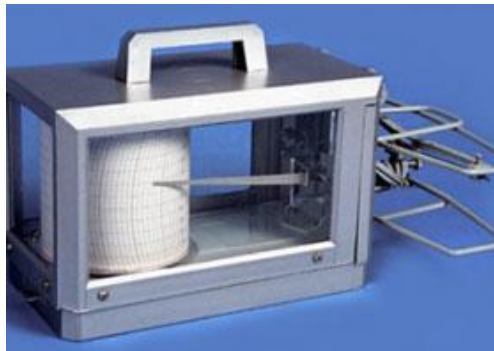


Рисунок 4 – Термограф

### *Влажность воздуха*

**Влажность воздуха** показывает содержание в нем водяных паров. Влажность воздуха непосредственно влияет на терморегуляцию организма человека: при низких температурах высокое содержание водяных паров в воздухе вызывает усиленное отведение теплоты, а при высоких температурах и высокой влажности отведение теплоты затруднено, что может привести к перегреву.

Возрастание содержания водяного пара в воздухе приводит к повышению его парциального давления, пределом которого является давление насыщенного пара.

*Парциальным давлением* или *упругостью водяного пара* называют давление, которое производил бы водяной пар, если бы все газы воздуха отсутствовали в данном объеме. Парциальное давление водяного пара служит одним из показателей влажности воздуха; его измеряют в паскалях или миллиметрах ртутного столба.

Различают абсолютную и относительную влажность.

**Под абсолютной влажностью** воздуха понимается количество водяных паров в граммах, содержащееся в единице объема воздуха ( $\text{г/м}^3$ ).

**Относительная влажность** представляет собой отношение абсолютной влажности воздуха к влажности воздуха при его максимальном насыщении водяным паром при той же температуре, выраженное в процентах.

*Приборы для измерения влажности воздуха.* Для определения влажности воздуха применяют психрометры, гигрометры и гигрографы.

Абсолютная влажность определяется по специальным таблицам, номограммам или расчетным методом с использованием показаний прибора для измерения влажности — психрометра. Для измерения влажности воздуха применяют стационарный психрометр Августа и аспирационный психрометр Ассмана. Психрометр Августа (рисунок 5) состоит из двух расположенных рядом термометров (мокрого и сухого). Термобаллон мокрого термометра обернут гигроскопичной тканью (марлей), конец которой опущен в сосуд с водой, расположенный под мокрым термометром. Чем больше влажность окружающего воздуха, тем меньше испарение влаги из марли мокрого термометра и тем ближе температуры сухого и мокрого термометров. По разности их показаний рассчитывают величину абсолютной влажности.

При измерениях влажности воздуха психрометр Августа не следует устанавливать в помещениях с большой скоростью воздушного потока, а также в местах, где возможно облучение термометров солнечным светом.

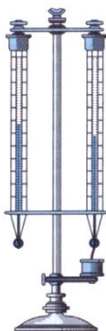


Рисунок 5 – Психрометр стационарный Августа

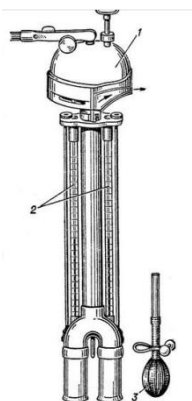
Расчетные значения относительной влажности должны быть сопоставлены с нормативными значениями, взятыми из санитарных норм для условий помещения, в которых определяется влажность.

На практике для определения относительной влажности чаще применяют психрометр Ассмана (рисунок 6), который является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа.

Достоинство психрометра Ассмана состоит в том, что его термометры размещены в металлических никелированных и полированных снаружи трубках. Шарики термометров защищены от действия лучистой энергии никелированными гильзами. В головке прибора помещается вентилятор с часовым механизмом (2 м/сек). При измерении влажности шарик мокрого термометра, окруженный матерчатым колпачком, периодически смачивается дистиллированной водой. Избыток воды удаляют встряхиванием, после чего включают вентилятор и прибор помещают в точку, где необходимо произвести определение. При температуре воздуха 15 - 20° отсчет показаний термометра производят через 4 мин. При температурах ниже 15° длительность протягивания воздуха увеличивают до 20 - 30 мин. (до тех пор, пока не установится постоянная температура смоченного термометра).

Повышенная влажность затрудняет терморегуляцию из-за уменьшения испарения пота, а пониженная влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. Нормальная величина относительной влажности должна быть в пределах 30...60 %.

Вычисление абсолютной и относительной влажности воздуха при использовании аспирационного психрометра производится по специальным формулам и психрометрической таблице.



1 - вентилятор, 2 - психрометрические термометры; 3 - пипетка для смачивания влажного термометра

Рисунок 6 – Психрометр аспирационный Ассмана

*Гигрометр* - прибор, с помощью которого можно непосредственно определить относительную влажность воздуха (рис. 7).

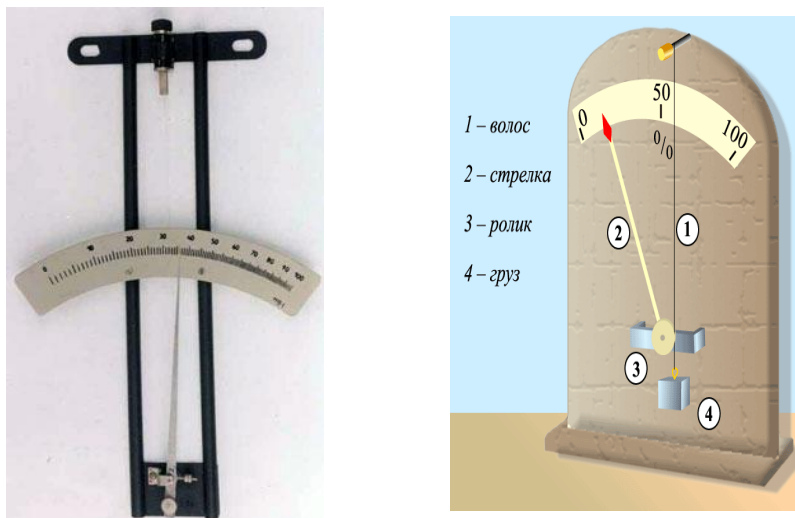


Рисунок 7 - Гигрометр

Прибор представляет собой раму, в которой вертикально натянут обезжиренный женский волос. Один конец волоса укреплён на верхней части рамы, другой (нижний) перекинут через блок и к нему прикреплен небольшой груз, при помощи которого волос всегда находится в слегка натянутом состоянии. К блоку прикреплена стрелка. При увеличении влажности воздуха волос удлиняется, при уменьшении влажности - укорачивается. Изменения длины волоса приводят в движение стрелку, которая перемещается по шкале. На шкале нанесены цифры относительной влажности в процентах.

*Гигрограф* - самопишущий прибор, который применяется для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха в течение длительного времени (рис. 8). Прибор устроен аналогично термографу. В качестве воспринимающей части (датчика), реагирующей на изменение влажности воздуха, служит пучок волос, натянутый на раму. Пучок в середине надет на крючок, который при помощи системы рычагов соединяется со стрелкой, заканчивающейся пером. В зависимости от влажности воздуха длина пучка волос изменяется, что приводит в движение рычажки и соединенную с ними стрелку, которая вычеркивает на ленте барабана кривую относительной влажности. Правильность показаний гигрографа следует проверять по аспирационному психрометру.



Рисунок 8 – Гигрограф

### Скорость движения воздуха

Важное значение для создания комфортных условий жизнедеятельности работающих имеет **движение воздуха**. В жарком помещении оно оказывает благоприятное воздействие, увеличивая отдачу теплоты, и, наоборот, в холодном помещении оно вызывает переохлаждение.

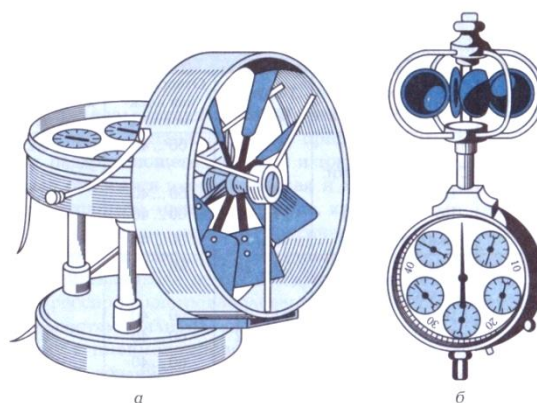
В производственных помещениях при наличии конвекционных потоков происходит перемещение масс воздуха с небольшой скоростью через ворота, двери и другие проемы. В помещение поступает холодный воздух, а теплый воздух поднимается вверх и удаляется из помещения.

Движение воздуха характеризуется его скоростью, выраженной в метрах в секунду.

*Приборы для измерения скорости движения воздуха.* Для измерения скорости движения воздуха применяют приборы, называемые анемометрами. Существуют анемометры чашечные и крыльчатые.

Для измерения скоростей движения воздуха применяются крыльчатые или чашечные анемометры. Для измерения скорости воздуха в пределах 0,3... 10 м/с применяют крыльчатый анемометр (рисунок 9, а), который состоит из колеса с алюминиевыми лопастями, укрепленными на оси, конец которой снабжен червяком, приводящим в движение стрелки. Шкала анемометра градуирована в метрах в секунду, показывающих скорость потока воздуха.

Чашечные анемометры применяются для измерения скорости движения воздуха от 1 до 30 м/с. Чашечный анемометр (рис. 9, б) воспринимает движение воздуха насаженными на ось полушариями. При определении скорости движения воздуха следует записать показания стрелок прибора до измерения, затем снять показания анемометра в том месте, где требуется измерить скорость движения воздуха. Анемометр устанавливают так, чтобы ось колеса была параллельна потоку воздуха, в противном случае показания будут неточны. Вначале анемометру дают в течение 30 с вращаться вхолостую, после чего одновременно включают механизм прибора и секундомер, а через 1...2 мин их выключают. Разница между показаниями прибора до и после замера, отнесенная ко времени, в течение которого производился замер, представляет цену деления шкалы анемометра, соответствующую измеряемой скорости. Зная цену деления, по прилагаемому к каждому анемометру градуированному графику определяют скорость движения воздуха.



а – крыльчатый, б - чашечный  
Рисунок 9 – Анемометры

*Кататермометр.* Очень слабые потоки воздуха определяют с помощью кататермометров, представляющих собой спиртовой термометр со шкалой 35°-38°С или 33°-

40°C. Кататермометры (рисунок 10) позволяют определять малые скорости движения воздуха, менее 1 м/сек.



Рисунок 10 - Кататермометр цилиндрический и шаровой

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

- Задание 1.** Изучить приборы для измерения температуры. Описать устройство приборов.
- Задание 2.** Изучить приборы для измерения влажности воздуха. Описать устройство приборов.
- Задание 3.** Изучить приборы для измерения скорости движения воздуха. Описать устройство приборов.



### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

- 1) Какие приборы используются для измерения температуры.
- 2) Устройство аспирационного психрометра Ассмана.
- 3) Какие приборы используются для измерения скорости движения воздуха.