

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное агентство по образованию

Курганский государственный университет

Кафедра "Экология и БЖД "

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы для
студентов специальностей:

151001, 151002, 220301, 280101, 200503, 150202, 140211, 230105,
050501.15, 190201, 190601, 260601, 190202, 190603, 190702, 080115

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплины: “Безопасность жизнедеятельности”, “Безопасность
труда ”

Составили: ст. преп. Евтушенко Н.Г.

канд. техн. наук, доцент Микуров А.И.

Утверждены на заседании кафедры 21 апреля 2005 г.

Рекомендованы методическим советом университета

«__» _____ 2005

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы - исследовать микроклимат на рабочем месте и сравнить его с оптимальными параметрами воздушной среды.

Для этого необходимо:

- ознакомление с принципами нормирования параметров микроклимата на рабочем месте;
- ознакомление с устройством и принципом работы приборов, применяемых при изменении параметров микроклимата;
- проведение измерений и расчет параметров микроклимата;
- определение эффективной и эквивалентно-эффективной температуры и оценка метеорологических условий работы в соответствии с нормативными требованиями;
- составление отчета по прилагаемой форме (приложение Б).

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В процессе труда в производственном помещении человек находится под влиянием определенных метеорологических условий или микроклимата — климата внутренней среды этих помещений. К основным нормируемым показателям микроклимата воздуха рабочей зоны относятся температура ($t, ^\circ\text{C}$), относительная влажность (ϕ , %), скорость движения воздуха (V , м/с). Существенное влияние на параметры микроклимата и состояние человеческого организма оказывает также интенсивность теплового излучения (I , Вт/м²) различных нагретых поверхностей, температура которых превышает температуру в производственном помещении. Атмосферное давление также определяет микроклимат на рабочем месте, но, в связи с зависимостью его только от погодных условий, его значения не нормируются. Для проверки соответствия параметров микроклимата рабочей зоны гигиеническим критериям [8] проводят аттестацию рабочих мест по условиям труда [6]. Рабочей зоной считается: 1) участок рабочего места, ограниченный углами обзора, амплитудой движений человека и выбором им (группой людей) позы в процессе работы; 2) пространство высотой 2,2 м над уровнем пола или площади, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих (рабочие места) [2].

Если в производственном помещении находятся различные источники тепла, температура которых превышает температуру человеческого тела, то тепло от них самопроизвольно переходит к менее нагретому телу, т. е. к человеку. Известно, что различают три принципиально разных элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Теплопроводность представляет собой перенос тепла вследствие беспорядочного (теплого) движения микрочастиц (атомов, молекул или электронов), непосредственно соприкасающихся друг с другом. *Конвекцией* называется перенос тепла вследствие движения и перемешивания макроскопических объемов газа или жидкости. *Тепловое излучение* — это процесс распространения электромагнитных колебаний с различной длиной волны, обусловленный тепловым движением атомов или молекул излучающего тела. В реальных условиях тепло передается не каким-либо одним из указанных выше способов, а комбинированным.

Тепло, поступающее в производственное помещение от различных источников, влияет на температуру воздуха в нем. В производственных помещениях с большим тепловыделением приблизительно 2/3 тепла поступает за счет излучения, а практически все остальное количество приходится на долю конвекции.

Человек в процессе труда постоянно находится в состоянии теплового взаимодействия с окружающей средой. Для нормального протекания физиологических процессов в организме человека требуется поддержание практически постоянной температуры его внутренних органов (приблизительно 36,6^oC). Способность человеческого организма к поддержанию постоянной температуры носит название *терморегуляции*. Терморегуляция достигается отводом выделяемого организмом тепла в процессе жизнедеятельности в окружающее пространство.

Величина тепловыделения организмом человека зависит от степени его физического напряжения и параметров микроклимата в производственном помещении и составляет в состоянии покоя 85 Вт, возрастая до 500 Вт при тяжелой физической работе.

Теплоотдача от организма человека в окружающую среду происходит следующими путями: в результате теплопроводности через одежду (Q_t); конвекции тела (Q_k), излучения на окружающие поверхности ($Q_{и}$), испарения влаги с поверхности кожи ($Q_{исп}$), а также

за счет нагрева выдыхаемого воздуха (Q_b), т. е.:

$$Q_{\text{общ}} = Q_t + Q_k + Q_{\text{и}} + Q_{\text{исп}} + Q_b. \quad (1)$$

Представленное уравнение носит название *уравнения теплового баланса*. Вклад перечисленных выше путей передачи тепла постоянен и зависит от параметров микроклимата в производственном помещении, а также от температуры окружающих человека поверхностей (стен, потолка, оборудования и др.). Если температура этих поверхностей ниже температуры человеческого тела, то теплообмен излучением идет от организма человека к холодным поверхностям. В противном случае теплообмен осуществляется в обратном направлении — от нагретых поверхностей к человеку. Теплоотдача конвекцией зависит от температуры воздуха в помещении и скорости его движения на рабочем месте, а отдача теплоты путем испарения — от относительной влажности и скорости движения воздуха. Основную долю в процессе отвода тепла от организма человека (порядка 90% общего количества тепла) вносят излучение, конвекция и испарение. Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите работающих от возможного перегревания в [8] рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС - индекс).

Нормальное тепловое самочувствие человека при выполнении им работы любой категории тяжести достигается при соблюдении теплового баланса, уравнение которого приведено выше. Рассмотрим, как влияют основные параметры микроклимата на теплоотдачу от организма человека в окружающую среду.

Влияние температуры окружающего воздуха на человеческий организм связано, в первую очередь, с сужением или расширением кровеносных сосудов кожи. Под действием низких температур воздуха кровеносные сосуды кожи сужаются, в результате чего замедляется поток крови к поверхности тела и снижается теплоотдача от поверхности тела за счет конвекции и излучения. При высоких температурах окружающего воздуха наблюдается обратная картина: за счет расширения кровеносных сосудов кожи и увеличения притока крови существенно увеличивается теплоотдача в окружающую среду.

Повышенная влажность ($\varphi > 85\%$) затрудняет теплообмен между организмом человека и внешней средой вследствие уменьшения испарения влаги с поверхности кожи, а низкая влажность ($\varphi < 20\%$)

приводит к пересыханию слизистых оболочек дыхательных путей. Движение воздуха в производственном помещении улучшает теплообмен между телом человека и внешней средой, но излишняя скорость движения воздуха (сквозняки) повышает вероятность возникновения простудных заболеваний.

Постоянное отклонение от нормальных параметров микроклимата приводит к перегреву или переохлаждению человеческого организма и связанным с ними негативным последствиям: при перегреве — к обильному потоотделению, учащению пульса и дыхания, резкой слабости, головокружению, появлению судорог, а в тяжелых случаях — возникновению теплового удара. При переохлаждении возникают простудные заболевания, хронические воспаления суставов, мышц и др.

Для исключения перечисленных выше негативных последствий необходимо правильно выбирать параметры микроклимата в производственных помещениях.

В отечественных нормативных документах введены понятия оптимальных и допустимых параметров микроклимата. *Оптимальными микроклиматическими условиями* являются такие сочетания количественных параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимыми условиями являются такие сочетания количественных параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

В ГОСТе 12. 1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» и в СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» представлены оптимальные и допустимые параметры микроклимата

в производственном помещении в зависимости от тяжести выполняемых работ, количества избыточного тепла в помещении и сезона (времени года).

В соответствии с этим ГОСТом различают холодный и переходный периоды года (со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$), а также теплый период года (с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ и выше). Все категории выполняемых работ подразделяются на: легкие - энергозатраты до 172 Вт, средней тяжести - энергозатраты до 172-293 Вт и тяжелые - энергозатраты более 293 Вт.

По количеству избыточного тепла все производственные помещения делятся на помещения с незначительными избытками явной теплоты ($Q_{\text{ят}} \leq 23,2 \text{ Дж/м}^3\cdot\text{с}$) и помещения со значительным избытком явной теплоты ($Q_{\text{ят}} > 23,2 \text{ Дж/м}^3\cdot\text{с}$). Производственные помещения с избытками явной теплоты относятся к "холодным цехам", а со значительными – к "горячим". К теплоизбыткам относится остаточное количество тепла, остающееся в помещении после осуществления всех технологических и строительных мероприятий по их уменьшению. Все производственные помещения делятся на помещения с незначительными избытками явного тела, приходящимися на 1 м^3 объема помещения – 20 (ккал/ $\text{м}^3 \cdot \text{ч}$) и менее, и со значительными избытками – более 20 (ккал/ $\text{м}^3 \cdot \text{ч}$).

В условиях производства, когда в помещение поступают избытки явной теплоты от нагретого оборудования, материалов и отопительных приборов, отдача тепла затрудняется. Вследствие этого изменяются соотношения между количествами тепла, отдаваемыми по средствам испарения, теплопроводности и излучения, и для измерения теплоотдачи применяются условные единицы измерения в виде эффективных и эффективно – эквивалентных температур, характеризующих пребывание человека в так называемой "зоне комфорта" учетом температуры воздуха, влажности и подвижности воздуха.

Эффективной температурой называется температура, которая ощущается человеком в неподвижном воздухе при определенной влажности воздуха.

Эффективно-эквивалентной называется температура, ощущаемая человеком в подвижном воздухе при определенной относительности воздуха. Название температуры определяются по монограмме (рисунок 1).

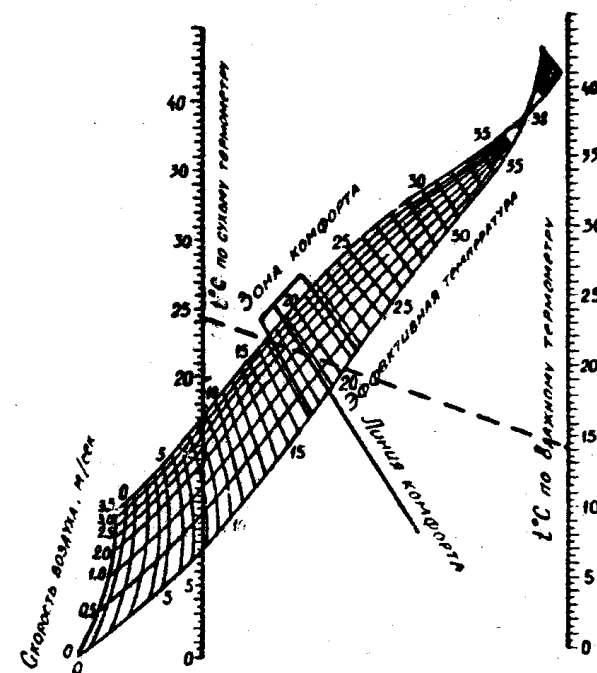


Рисунок 1 – Номограмма эквивалентно-эффективной температуры

3 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

3.1 Определение температуры воздуха

Измерение температуры воздуха в производственных помещениях обычно сочетается с определением его влажности и производится психометром.

В тех случаях, когда не требуется одновременное определение температуры и влажности воздуха, или когда температура воздуха превышает пределы шкалы психометра ($45-50^{\circ}$), используется обычный ртутный термометр со шкалой на 100° .

Термограф метеорологический М – 16 предназначен для непрерывной регистрации изменений температуры воздуха в наземных условиях. В зависимости от конструкции корпуса прибор выпускается

в двух вариантах:

а) суточные М-16С с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 26 часов;

б) недельные М-16Н с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 176 часов.

Регистрация изменения температуры воздуха производится на диаграммной ленте установленного образца в диапазоне температур от -45° до $+55^{\circ}\text{C}$ с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Принцип действия прибора основан на свойстве биметаллической пластины - изменять радиус изгиба с изменением температуры окружающего воздуха.

3.2 Измерение скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха измеряют анемометрами (крыльчатый или чашечный), кататермометром и термоанемометрами (приборами, определяющими интенсивность охлаждения нагреваемой поверхности). Крыльчатым анемометром могут измеряться скорости от 0,3 до 5 м/с, чашечным – от 1 до 30 м/с. Катермометр предназначен для определения скоростей от 0,1 до 2 м/сек. Термоанемометрами возможно одновременное измерение температуры и скорости движения воздуха ($0 - +50^{\circ}\text{C}$, 0-30 м/с).

Кататермометр представляет собой спиртовой термометр со шкалой от 35 до 38°C . Чтобы измерить скорость движения воздуха этим прибором, его необходимо нагревать в воде с температурой $65-75^{\circ}\text{C}$ до того момента, пока спирт из нижнего резервуара не поднимется до половины верхнего расширенного прибора. После этого прибор вынимают из воды, насухо протирают и помещают в точку исследования. Прибор охлаждается окружающим воздухом: при достижении столбиком спирта отметки 38°C включают секундомер и замечают время охлаждения прибора на три градуса (от 38° до 35°). Скорость движения воздуха определяют по эмпирическим формулам.

Крыльчатый анемометр (рисунок 2а) воспринимает движения воздуха крыльчаткой вентилятора, установленной на оси и связанной со счетчиком частоты вращения. Показания чашечного анемометра зависят от направления воздушного потока относительно оси вращения крыльчатки.

Чашечный анемометр (рисунок 2б) воспринимает движения воздуха четырьмя полушариями, насаженными на вертикальную

вращающуюся ось, связанную со счетчиком частоты вращения. Показания чашечного анемометра не зависят от направления воздушного потока.

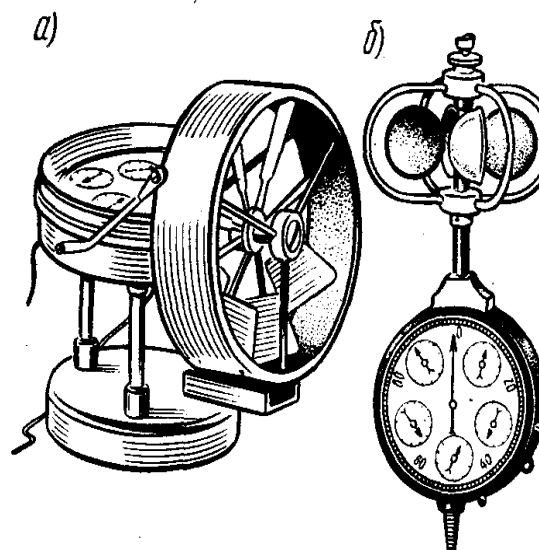


Рисунок 2 – Анемометры

находящегося на боковой стороне прибора. После этого записывают имеющиеся на приборе исходное показание стрелок (прибор на ноль не ставится), принимая во внимание на маленьких циферблатах (где отмечаются тысячи и сотни условных единиц) только целые деления. Количество же десятков и единиц определяются по показанию большого циферблата.

Записав начальный отсчет и убедившись, что крыльчатое колесо преодолело инерцию прибора и вращается с установившейся скоростью, включают анемометр обратным поворотом рычажка стрелки прибора и одновременно секундомер. Обычно через 60 или 100 сек одновременно выключают стрелки и останавливают секундомер, записывая при этом отсчет. Разница в отсчетах (из полученного вычисляется начальный) деленная на время замера (60 или 100 сек), дает число делений в секунду. Полученный результат переводят по

Порядок производства замеров чашечным анемометром следующий. Анемометр перемещают в то место, где необходимо измерить скорость движения воздуха таким образом, чтобы ось вращения крыльчатого стрелок на циферблате была параллельна току воздуха. Если при этом стрелки прибора движутся, необходимо отсоединить их от движущейся части прибора с помощью рычага,

градуировочному графику анемометра, прилагаемого к паспорту.

Для получения более точных измерений обычно не ограничиваются одним замером, а делают три - два замера, вычисляют же полученную при этом разницу в отсчетах, результаты в отсчетах, результаты складывают и делят на сумму времени экспозиции всех замеров. При этом получают среднее число делений в секунду и с помощью тарировочной кривой определяют фактическую скорость в м/с.

Более современным прибором является анемометр цифровой переносной АП1М, предназначенный для измерения средней скорости направленного воздушного потока и средней скорости ветра. Область применения – метеорология, строительство, пищевая промышленность, а также промсанитария.

Цифровой портативный анемометр АТТ-1003 (рисунок 3) предназначен для измерения параметров вентиляционных и нагревательных систем, измерения скоростей воздуха, (силы ветра) и температуры.

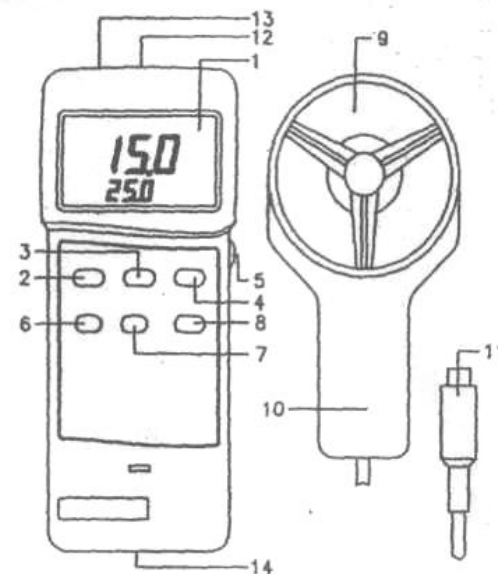
Диапазоны измерений

А. Скорость воздуха

Единицы	Диапазон	Разрешение	Точность
м/с	0,4...25,0	0,1	$\pm (2\% + 1 \text{ смр})$
км/ч	1,4...90,0	0,1	

Б. Температура

Диапазон измерений	от 0°С до 50°С (от 32°F до 122° F)
Разрешение	0,1°С/0,1°F
Точность	0,8°С/1,5°F



1 - дисплей; 2 - кнопка «Вкл./Выкл.», 3 - кнопка фиксации данных, 4 - кнопка переключения °C/°F, 5 - регулятор контрастности ЖКИ, 6 - кнопка памяти «Запись», 7 - кнопка памяти «Вызов», 8 - кнопка единиц измерения, 9 - крыльчатка зонда, 10 - ручка зонда, 11 - штепсель зонда, 12 - входной разъем зонда, 13 - выход RS-232, 14 - крышка батареек

Рисунок 3 - Цифровой портативный анемометр АТТ-1003

Термоанемометры применяются для измерения скорости и температуры воздуха в положительном интервале температур воздуха. Рассмотрим данный тип приборов на примере измерителя скорости Testo 405-V1 (рисунок 4).

Миниатюрный прибор для измерения скорости и температуры потока с функцией расчета объемного расхода в воздуховоде по измеренной скорости и площади сечения воздуховода (площадь сечения вводится в память прибора).

В конструкции прибора предусмотрены различные положения зонда и головки с дисплеем, позволяющие одновременно считывать показания и следить за направлением воздушного потока. Датчик скорости защищен поворотной крышкой в основании зонда, ее открывают только в



Рисунок 4 - Термоанемометр Testo 405-V1

процессе измерения. Прибор снабжен держателем для крепления в трубе.

Прибор позволяет производить расчет объемного расхода в диапазоне 0...99,99 м³/ч (измеряет внутри воздуховодов и у вентиляционных решеток), удобен в работе (удобная смен батарейки, легко помещается в кармане), имеет функцию самоотключения, рабочая длина 300 мм, что позволяет измерять в больших воздуховодах. Датчиком является обогреваемая струна.

Таблица 1

Технические характеристики термоанемометра Testo 405-V1

Диапазон измерений	0... +10 м/с -20... +50 °С 0... +99990 м ³ /ч
Погрешность ± 1 цифра	±(0.1 м/с ±5% от изм. зн.) (0... +2 м/с) ±(0.3 м/с ±5% от изм. зн.) (+2.1... +10 м/с) ±0.5 °С (-20... +50 °С)
Разрешение	0.01 м/с (0... +10 м/с) 0.1 °С (-20... +50 °С)
Рабочая температура	0... +50 °С
Температура хранения	-20... +70 °С
Батарейки	3 шт., размер ААА
Ресурс батареек	20 часов
Самоотключение	5 минут

3.3 Измерение влажности воздуха

Различают абсолютную и относительную влажность. При оценке состояния воздушной среды производственных помещений обычно определяют относительную влажность воздуха.

Абсолютная влажность – упругость водяных паров в момент исследования, выраженная в миллиметрах ртутного столба, или вес паров в граммах, приходящийся на 1 м³ воздуха.

Относительная влажность – это процентное отношение абсолютной влажности воздуха и максимально возможной при данной температуре.

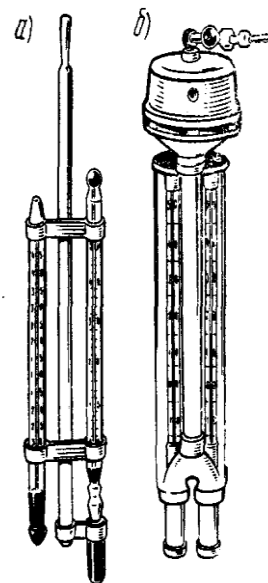


Рисунок 5 – Психрометры

Влажность воздуха можно определить психрометрами Августа, Ассмана, гидрографом и гидрометром.

Психрометр Августа (рисунок 5а) состоит из двух рядом расположенных термометров. Шарик одного из них покрывается тонкой тканью, смачиваемой водой. Термометр этот называется влажным, а другой расположенный рядом – сухим. Показания влажного термометра всегда меньше показаний сухого, так как на испарение водяных паров с поверхности шарика термометра затрачивается тепло.

Скорость испарения, а значит и показания влажного термометра зависят от влажности, температуры и подвижности воздуха. По разности показаний сухого и влажного термометров, по эмпирической формуле вычисляется абсолютная, а затем и относительная влажность.

Психрометр Ассмана (рисунок 5б) является более совершенным и точным прибором по сравнению с психрометром Августа. Принцип его устройства тот же, но термометры заключены в металлическую

оправу, шарика термометров находятся в двойных металлических гильзах, а в головке прибора помещается вентилятор с часовым механизмом, прогоняющим воздух около термометров с постоянной скоростью 4 м/с.

Подготовка прибора к работе заключается в следующем. С помощью пипетки увлажняют водой обертку влажного термометра. При этом прибор держат вертикально головой вверх, с тем, чтобы вода не попала в гильзы и головку прибора. Отсчет проводится через 3-5 мин во время полного хода вентилятора.

Методика измерения основывается на прямой зависимости упругости (давления) водяных паров от их концентрации в воздухе и обратной зависимости испаряемости (снижение температуры) от влагосодержания воздуха.

Давление водяных паров в воздухе R , соответствующее влажности (ϕ), рассчитывается по формуле:

$$R = P_{\text{вл}} - 0,5(t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) \frac{B}{755}, \quad (2)$$

где $P_{\text{вл}}$ – максимальное давление водяных паров при температуре влажного термометра, мм рт. ст. (таблица А1 приложение А); 0,5 – постоянный психометрический коэффициент; $t_{\text{сух}}$, $t_{\text{вл}}$ – показания сухого и влажного термометров; B – фактически замеренное барометрическое давление, мм рт.ст.; 755 – среднее барометрическое давление.

Относительная влажность r вычисляется по формуле:

$$r = \frac{R}{P_{\text{сух}}} 100\%, \quad (3)$$

где $P_{\text{сух}}$ – максимальное давление водяных паров при температуре сухого термометра, мм рт. ст. (таблица А1 приложения А).

Волосные гигрометры используют способность человеческого волоса изменять длину в зависимости от содержания водяного пара в воздухе (удлиниться во влажном воздухе и укорачиваться в сухом).

Относительная влажность может быть также определена по разности показания сухого и влажного термометров по таблице А.

Гигрограф метеорологический М-32 является самопишущим

прибором и предназначается для непрерывной регистрации в наземных условиях изменений относительной влажности воздуха во времени, в пределах от 20 до 100% при температуре воздушной среды от -35 до +45°C. Принцип действия гигрографа основан на свойстве гигроскопической пленки изменять свои линейные размеры при изменении относительной влажности воздуха. Изменение размеров пленки (мембраны) через передаточную систему влияет на положение стрелки с пером, которая производит запись изменения влажности на диаграммной ленте, надетой на барабан часового механизма.

3.4 Измерение атмосферного давления

Для измерения атмосферного давления служат барометры, наиболее точны ртутные барометры, но они чувствительны к тепловому воздействию.

В практике метеорологических наблюдений для измерения атмосферного давления применяют барометры – анероиды разных моделей. В циферблат прибора может быть вмонтирован дугообразный ртутный барометр, по показанию которого вводятся поправки на температуру окружающей среды.

Для производственных исследований лучше пользоваться барографом.

Принцип действия барографа основан на свойстве анероидных коробок деформироваться с изменением атмосферного давления. Суммарная деформация анероидных коробок через передаточную систему передается стрелке с пером, производящим запись изменений атмосферного давления на диаграммной ленте, укрепленной на барабане часового механизма.

4 ПОРЯДОК РАБОТЫ

Перечень применяемых приборов определяется преподавателем.

4.1 Определение относительной влажности воздуха в помещении с помощью психрометра Ассмана

4.1.1 Включить психрометр Ассмана и по истечении 3 – 5 минут работы вентилятора снять показания сухого и влажного термометров.

4.1.2 Рассчитать величину абсолютной влажности по формуле 2.

4.1.3 Рассчитать величину абсолютной влажности по формуле 3.

4.1.4 Определить величину абсолютной влажности по таблице А3 приложения А.

4.1.5 Подсчитать результат несовпадения вычислительных и определенных по таблице значений влажности. Процент расхождения должен быть минимальным (не более 5 %).

4.2 Определение скорости перемещения воздуха в помещении с помощью крыльчатого анемометра

4.2.1 Разместить анемометр и настольный вентилятор так, чтобы при последующем включении струя воздуха от настольного вентилятора попала на чашечки анемометра. Снять показания анемометра (C_1).

4.2.2 Включить вентилятор и одновременно включить анемометр и секундомер. По истечении 60 – 100 сек выключить анемометр, секундомер и вентилятор. Снять показания анемометра после опыта (C_2).

4.2.3 Подсчитать разность между конечным (C_2) и начальным (C_1) отсчетами на шкале анемометра. Затем полученную разность отсчетов разделить на общую продолжительность замеров в секунду ($t = 60+100$ с) и с помощью тарировочной кривой определить фактическую скорость воздуха в секунду (рисунок 6).

4.3 Определение скорости движения воздуха цифровым портативным анемометром АТТ – 1003.

Порядок работы:

4.3.1 Вставьте штепсель 11 во входной разъем зонда 12 (рисунок 3).

4.3.2 Включите прибор кнопкой 2 «Вкл./Выкл.».

4.3.3 Выберите единицы измерения температуры кнопкой 4 «°C/°F».

Выберите желаемые единицы измерения скорости воздуха, используя кнопку единиц измерения 8.

Для измерения следуйте показанной на рисунке 7 процедуре:

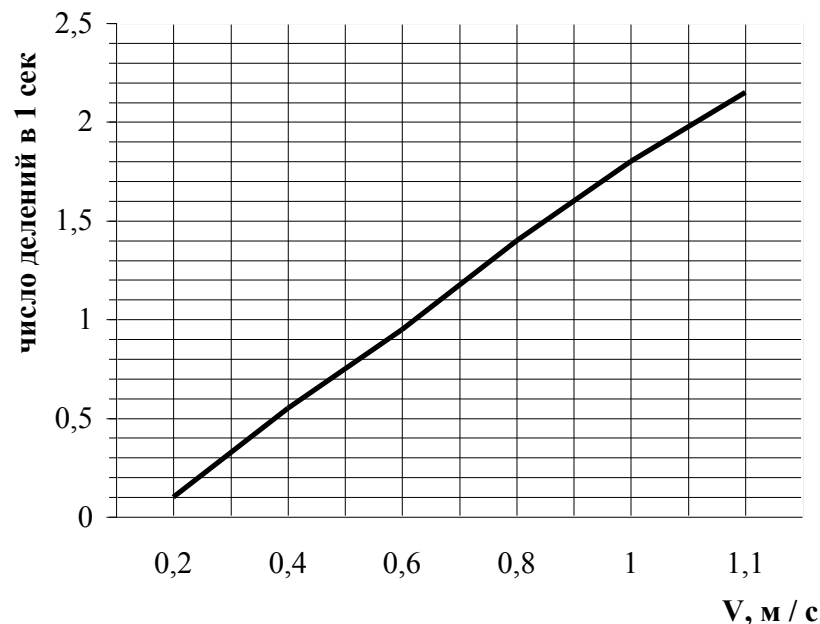


Рисунок 6 - График перевода показаний счетчика в показания скорости движения воздуха



Рисунок 7 – Схема измерения анемометром АТТ-1003

4.4 Определение скорости движения воздуха термоанемометром Testo 405-V1.

Порядок работы:

4.4.1 Включите прибор кнопкой «Вкл./Выкл.» (рисунок 4).

4.4.2 Выберите диапазон измерения (температура или скорость движения воздуха) кнопкой «°C/V».

4.4.3 Поверните поворотную крышку в основании зонда для открытия датчика скорости.

4.4.4 Установите зонд в измеряемую точку и снимите показания на дисплее головки прибора.

4.4.5 Переключите диапазон измерения (пункт 4.4.2) и повторите снятие показаний на дисплее головки прибора.

4.4.6 При повторных измерениях повторите пункты 4.4.2, 4.4.4 и 4.4.5.

4.4.7 По окончании работы закройте датчик в основании зонда, повернув его крышку.

4.5 Определение эффективной и эквивалентно – эффективной температуры

4.5.1 Определить по монограмме (рисунок 1) эффективную температуру воздуха путем пересечения линии, соединяющей показания термометров психрометра (характеристики влажности) с кривой скорости движения воздуха $V = 0$, а эквивалентно-эффективную температуру – с кривой фактической скорости движения воздуха.

4.5.2 Определить по монограмме (рисунок 1) соответствие существующих при опыте условий труда «зоне комфорта», отмеченной треугольником.

4.6 Сравнение результатов изменений с нормами метеорологических условий по ГОСТ 12.1. 005 – 88 ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (таблица А2 приложения А).

4.7 Составление отчета по прилагаемой форме (приложение Б).

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Объясните понятие «рабочая зона».
- 2 Какие параметры входят в понятие метеорологических условий производственной среды?
- 3 Какие основные показатели микроклимата воздуха рабочей зо-

ны нормируются?

- 4 Что является источником теплового излучения в рабочей зоне?
- 5 Что такое терморегуляция человеческого организма?
- 6 Из каких основных процессов состоит теплоотдача человеческого организма в окружающую среду?
- 7 Дать понятие теплового баланса человека.
- 8 Как влияют на человеческий организм температура, относительная влажность и скорость движения окружающего его воздуха?
- 9 Как определить соответствие фактических параметров микроклимата в производственном помещении требуемым.
- 10 Дайте определение понятий «оптимальные параметры микроклимата» и «допустимые параметры микроклимата».
- 11 С какой целью вводятся оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений.
- 12 Принцип разделения работ по тяжести на категории.
- 13 Каким параметром характеризуется теплый и холодный периоды года?
- 14 Назовите приборы и устройства для измерения метеорологических условий в рабочей зоне.
- 15 Какие мероприятия используются для поддержания нормальных параметров микроклимата в рабочей зоне.
- 16 Ваши предложения по улучшению микроклимата на рабочих местах (по результатам лабораторной работы).

6 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Под общ. ред. С.Белова. – М.: Высшая школа, 2004.- 606 с.
- 2 Безопасность жизнедеятельности: Словарь – справочник: Около 6000 слов/ Л.Н. Горбунова, А.А. Калинин, В.Я. Кондрасенко и др.; Под общ. ред. О.Н. Русака, К.Д. Никитина. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. - 799с.
- 3 Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака – СПб.: Лань, 2000. - 448с.
- 4 Безопасность и охрана труда: Учеб. пособие / Под ред. О.Н. Русака – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2001.
- 5 ГОСТ 12.1. 005 – 88. ССБТ. Общие санитарно- гигиениче-

- ские требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
- 6 О порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Сборник материалов. - М.: Изд-во НПК Апрохим, 1998. –71с.
 - 7 Р 2.2.755-99. Гигиенические критерии оценка условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.
 - 8 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
 - 9 Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000.-447с.

Приложение А

Таблица А1 – Давление насыщенных водяных паров при различных температурах

Температура воздуха, °С	P, мм. рт. ст.	Температура воздуха, °С	P, мм рт. ст.
10	9,209	21,0	18,650
11	9,844	22,0	19,827
12	10,518	23,0	21,068
13	11,231	24,0	22,377
14	11,987	25,0	23,756
15	12,788	26,0	25,209
16	13,634	27,0	26,739
17	14,530	28,0	28,344
18	15,477	29,0	30,043
19	16,477	30,0	31,842
20	17,735	31,0	33,695

Таблица А2 - Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Пе-риод года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
		Верхняя граница		Нижняя граница						
		Оптимальная	на рабочих местах				Оптим-альная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптим-альная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более
посто-сто-янных	непо-стоян-ных		посто-стоян-ных	непо-стоян-ных						
		22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
		21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2
		18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
		17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
		16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теп-лый	Легкая-Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая-Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести-Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести-Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая-ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24 °С и ниже)	0,4	0,2-0,6

* Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с – при легкой работе и ниже 0,2 м/с – при средней тяжести работы.

Хо-лод-ный	Легкая-Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая-Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести-Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести-Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая-ІІІ	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теп-лый	Легкая-Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая-Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести-Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26 °С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести-Іб	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая-ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24 °С и ниже)	0,4	0,2-0,6

Таблица А3 - Определение % относительной влажности воздуха (г)

$t_{\text{сух}}$	Разность между показаниями сухого и влажного термометров																
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12
0	81	83	73	64	56	46	38	29	21	13							
3	92	84	76	69	62	54	46	40	32	25	12						
6	94	87	80	73	66	60	54	47	41	35	23	11					
12	94	89	84	78	78	68	58	53	48	48	38	20	21	12	4		
15	95	90	85	80	76	71	66	62	58	53	44	36	28	20	13	4	
18	95	90	86	82	78	73	68	64	60	57	49	42	35	27	20	13	6
21	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	53	46	39	32	26	19	13
27	96	92	90	86	81	77	74	70	66	63	56	49	43	37	31	26	21
30	96	93	90	86	82	79	76	72	68	65	59	53	47	41	36	31	26
33	96	93	90	86	82	79	76	72	68	67	61	55	50	44	39	35	33
36	96	93	90	87	84	81	78	75	72	70	64	57	52	47	42	37	33
39	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	66	61	56	52	47	43	39

Приложение Б

КГУ Факультет "Т" Кафедра Э и БЖД	ОТЧЕТ по лабораторной работе № "Исследование метеорологических условий в производственных помещениях"	индекс группы
		Ф.И.О. студентов

5 Нормирование метеоусловий на рабочем месте (по ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны)

Сезон года	Категория работ	Характеристика помещения	Оптимальные нормы			Допустимые нормы		
			температура, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с	температура, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с

1 Краткое описание приборов, применяемых при измерении параметров микроклимата в помещениях

2 Определение влажности воздуха

Показания термометра		Давление, мм рт. ст.			Относительная влажность	
сухого	влажного	$P_{\text{сух.}}$	$P_{\text{вл.}}$	барометрическое	расчетная	по таблице

3 Определение скорости движения воздуха

№ опыта	Начальный отсчет по анемометру	Конечный отсчет по анемометру	Разность по анемометру	Продолжительность замеров, t , с	Кол-во делений в с	Скорость движения воздуха в м/с

4 Определение эффективной и эквивалентно-эффективной температуры

Температура воздуха в исследуемом месте, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Эффективная температура, °С	Эквивалентно-эффективная температура, °С

6 Выводы

Евтушенко Наталья Георгиевна

Микуров Алексей Иванович

**Исследование метеорологических условий
в производственных помещениях**

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов специальностей
151001, 151002, 220301, 280101, 200503, 150202, 140211, 230105,
050501.15, 190201, 190601, 260601, 190202, 190603, 190702,
080115

Редактор *Н.М. Кокина*

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип № 1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 1,25	Уч. - изд. п.л 1,25
Заказ	Тираж 200	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.