

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Цели работы: 1. Изучить принципы гигиенического нормирования метеорологических условий (микrokлимата) в производственных помещениях.

2. Изучить методику и средства контроля параметров микроклимата в производственных помещениях.

3. Научиться оценивать состояние микроклимата на основании гигиенических нормативов.

Оборудование: гигрометр психрометрический ВИТ-1, гигрометр психрометрический аспирационный М-34, анемометры крыльчатый и чашечный, анемометр Testo-425, барометр-анероид, лабораторная камера для создания воздушного потока.

1. Общие сведения

Микроклимат производственных помещений — метеорологические условия внутренней среды помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения; комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, на тепловое состояние человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

Источниками теплового излучения, вызывающего в организме при поглощении лучистой энергии тепловой эффект, могут быть все нагретые предметы и поверхности, энергия излучения которых приходится на инфракрасную часть электромагнитного спектра (инфракрасное излучение).

Показателями, характеризующими микроклимат на рабочих местах в производственных помещениях, являются:

- а) температура воздуха, °С;
- б) температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или ограждающих его устройств;
- в) относительная влажность воздуха, %;
- г) скорость движения воздуха, м/с;
- д) интенсивность теплового облучения, Вт/м².

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

Микроклимат по степени влияния на тепловой баланс человека подразделяется на нейтральный, охлаждающий и нагревающий.

Нейтральный микроклимат при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма.

Охлаждающий микроклимат — сочетание параметров, при котором суммарная теплоотдача в окружающую среду превышает величину теплопродукции организма. Это приводит к образованию общего и (или) локального дефицита тепла в теле человека. Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечнососудистой системы.

Нагревающий микроклимат — сочетание параметров, при котором имеет место изменение теплообмена человека с окружающей средой, проявляющееся в накоплении тепла в организме и (или) в увеличении доли потерь тепла испарением влаги. Воздействие нагревающего микроклимата также вызывает нарушение состояния здоровья, снижение работоспособности и производительности труда.

Температура воздуха - параметр, отражающий его тепловое состояние. Характеризуется кинетической энергией движения молекул газов воздуха.

Воздействие высокой температуры воздуха на организм человека, особенно в сочетании с высокой влажностью или тепловым излучением, может вызвать нарушение деятельности сердечнососудистой системы за счет обеднения организма водой. Потеря жидкости может достичь 5-8 литров в смену. Кровь при этом сгущается, становится более вязкой, нарушается питание тканей и органов; в легких случаях ухудшается самочувствие, а в тяжелых - наступают острые болезненные расстройства, называемые тепловым ударом.

Влажность воздуха - параметр, отражающий содержание в воздухе водяных паров. Различают абсолютную, максимальную, относительную влажность воздуха. **Абсолютной** влажностью называется плотность водяного пара в воздухе, выраженная в г/м³. **Максимальной** влажностью называется максимально возможная плотность водяных паров в воздухе при данной температуре. **Относительной** влажностью воздуха называется отношение абсолютной влажности к максимальной при одинаковых температуре и атмосферном давлении. Относительная влажность выражается в процентах.

Движение воздуха в рабочей зоне может быть вызвано неравномерным нагревом воздушных масс, действием вентиляционных систем или технологического оборудования и измеряется в м/с.

Повышенная подвижность воздуха иногда вызывает неприятные ощущения у рабочих, а сквозняки нередко являются причиной простудных заболеваний. Неблагоприятный микроклимат вызывает переутомление, понижение скорости реакции, скованность движений, что приводит к снижению сопротивляемости организма вредным воздействиям среды и к повышению опасности травмирования.

Интенсивность теплового излучения – это мощность лучистого потока, приходящегося на единицу площади облучаемой поверхности, Вт/м².

В цехах промышленных предприятий технологические процессы по выплавке и обработке металлов, на кузнечных участках, при тепловой обработке различных материалов сопровождаются большими выделениями тепла, в результате чего значительно повышается температура воздуха рабочей зоны. Нередко вблизи источников нагрева (нагревательные печи, сушилки и др.) рабочие подвергаются тепловому излучению.

С физической точки зрения человек представляет собой «нагретое» до определенной температуры влажное тело. При усвоении продуктов питания в организме человека протекают биохимические процессы, сопровождающиеся выделением тепла. В состоянии покоя в теле человека образуется около 80 ккал/ч (93 Вт) тепла. При выполнении человеком работы (особенно физической) выделяется тепло порядка 250-400 ккал/ч (290-464 Вт) и более в зависимости от степени ее тяжести.

В связи с тем, что на полезную работу затрачивается в среднем 15-20% тепла, то количество тепла, образующегося в теле человека во время физического труда, в несколько раз больше теплового эквивалента производимой им работы. Однако для человека является необходимым условием, чтобы величина теплообразования в теле всегда была равна величине теплоотдачи. Способность человеческого организма сохранять температуру тела на почти постоянном уровне при довольно значительных колебаниях температуры окружающей среды носит название **терморегуляции**.

Если этот тепловой баланс нарушается, то в случае недостаточной теплоотдачи наступает перегрев человеческого тела, а в случае избыточной теплопотери - переохлаждение. И то и другое приводит к нарушению нормального самочувствия и к снижению работоспособности.

С физиологической точки зрения совокупность перечисленных параметров окружающей среды должна быть такой, чтобы достигнутое тепловое равновесие соответствовало зоне хорошего самочувствия человека, *зоне комфорта*, т.е. чтобы отдача избыточного тепла происходила с наименьшими затратами энергии.

Тепло, образующееся в теле человека, отдается в окружающую среду тремя путями: *излучением, конвекцией и испарением пота*.

Эффективность отдачи организмом тепла зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения окружающего воздуха.

На основе интенсивности энерготрат организма работы разграничиваются на категории: легкой тяжести - (Ia, Ib), средней – IIa, IIб, тяжелой – III.

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях машиностроения, на швейном производствах, в сфере управления и т.п.).

К категории Ib 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 на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.).

К категории IIa 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 определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий и т.п.).

К категории IIб 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, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных предприятий и т.п.).

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 машиностроительных предприятий и т.п.).

По степени влияния на самочувствие человека, его работоспособность микроклиматические условия подразделяются на оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Оптимальные микроклиматические условия характеризуются такими параметрами показателей микроклимата, которые при их сочетанном воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают оптимальное тепловое состояние организма (тепловой баланс). В этих условиях напряжение терморегуляции минимально, общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

Допустимые микроклиматические условия характеризуются такими параметрами показателей микроклимата, которые при их сочетанном действии на человека в течение рабочей смены могут вызывать изменение теплового состояния. Это приводит к умеренному напряжению механизмов терморегуляции, незначительным дискомфортным общим и (или) локальным теплоощущениям (относительный дискомфорт). При этом сохраняется относительная термостабильность, может иметь место временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, но не нарушается здоровье (в течение всего периода трудовой деятельности). Допустимы такие параметры микроклимата, которые при их совместном действии на человека обеспечивают допустимое тепловое состояние организма.

Вредные микроклиматические условия — параметры микроклимата, которые при их сочетанном действии на человека в течение рабочей смены вызывают изменения теплового состояния организма: выраженные общие и (или) локальные дискомфортные теплоощущения, значительное напряжение механизмов терморегуляции, снижение работоспособности. При этом не гарантируется термостабильность организма человека и сохранение его здоровья в период трудовой деятельности и после ее окончания. Степень вредности микроклимата определяется как величинами его составляющих, так и продолжительностью их воздействия на работающих (непрерывно и суммарно за рабочую смену, за период трудовой деятельности).

Опасные (экстремальные) микроклиматические условия — параметры микроклимата, которые при их сочетанном действии на человека даже в течение непродолжительного времени (менее 1 ч) вызывают изменение теплового состояния, характеризующееся чрезмерным напря-

жением механизмов терморегуляции, что может привести к нарушению состояния здоровья и возникновению риска смерти.

Гигиенические требования к отдельным показателям микроклимата и их сочетаниям изложены в СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", устанавливающие гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, для холодного (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10°C) и теплого (+10°C и выше) периодов года (табл. 1.1.) и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Гигиенические нормативы воздействия физических факторов в условиях производственной среды определяются как предельно допустимые уровни факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Таблица 1.1 Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений по СанПиН 1.2.3685-21 (извлечение)

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		Оптимальная	допустимая				оптимальная	Допустимая на рабочих местах - постоянных и непостоянных, не более	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах - постоянных и непостоянных
			Верхняя граница		Нижняя граница					
			на рабочих местах							
постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных							
Холодный	Легкая - Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	не более 0,1
	Легкая - Ib	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	не более 0,2
	Средней тяжести - Pa	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	не более 0,3
	Средней тяжести - Pb	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	не более 0,4
	Тяжелая - III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	не более 0,5
Теплый	Легкая - Ia	23-25	28	30	22	20	40-60	75	0,1	0,1-0,2
	Легкая - Ib	22-24	28	30	21	19	40-60	75	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести - Pa	21-23	27	29	18	17	40-60	75	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести - Pb	20-22	27	29	16	15	40-60	75	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая - III	18-20	26	28	15	13	40-60	75	0,4	0,2-0,6

Таблица 1.2. Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, нагретых до температуры не более 600 °С

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25 - 50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от источников излучения, нагретых до температуры более 600 °С (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и другие), не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела с обязательным использованием средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

Температуру воздуха в помещениях следует принимать:

- для теплого периода года при проектировании вентиляции - максимальную из допустимых температур (табл.1.1);
- для холодного периода – минимальную из допустимых температур (табл.1.1);
- скорость движения воздуха и относительную влажность принимать согласно табл.1.1.

В теплый период года метеорологические условия не нормируются в помещениях: жилых зданий, общественных, административно-бытовых и производственных в периоды, когда их не используют, и в нерабочее время.

В холодный период года в общественных, административно-бытовых и производственных помещениях отапливаемых зданий, когда они не используются, и в нерабочее время следует принимать температуру воздуха ниже нормируемых, но не ниже 5 °С.

Температуру, относительную влажность, скорость движения и чистоту воздуха в животноводческих, звероводческих и птицеводческих зданиях, сооружениях для выращивания растений, зданиях для хранения сельскохозяйственной продукции следует принимать в соответствии с нормами технологического и строительного проектирования этих зданий.

В помещениях для обогрева людей следует принимать температуру воздуха +25 °С, а при применении радиационного обогрева - +20 °С.

В помещениях для отдыха рабочих горячих цехов с поверхностной плотностью теплового потока на рабочем месте 140 Вт/м² и более следует принимать температуру воздуха в холодный период +20 °С, а теплый период +23 °С.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимат поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегревания и охлаждения. Это достигается различными средствами:

- применением систем местного кондиционирования воздуха;
- использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры;
- регламентацией периодов работы в неблагоприятном микроклимате и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние;
- сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегревания работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия:

нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене;

регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или до-

пустимом уровне;

использование специальных средств коллективной и индивидуальной защиты, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников.

Защита от охлаждения осуществляется посредством одежды. Для уменьшения теплопотерь могут быть использованы также локальные источники тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма. Применение одежды не исключает соблюдения должной регламентации времени работы в неблагоприятной среде, а также общего режима труда. Для нормализации теплового состояния организма регламентируют продолжительность непрерывного пребывания на холоде и продолжительность пребывания в помещении с комфортными условиями.

2. Приборы и оборудование

Для измерения показателей микроклимата применяются различные приборы:

- для измерения температуры воздуха - термометр (спиртовой или ртутный) Для измерения температуры в производственных помещениях пользуются сухим термометром психрометрического гигрометра;
- для измерения относительной влажности воздуха - гигрометр психрометрический стационарный ВИТ-1, ПБУ-1М, гигрометр психрометрический аспирационный М-34, гигрометр волосяной М-19 и др.;
- для измерения скорости движения воздуха - анемометр крыльчатый АСО-3, анемометр чашечный (анемометры могут быть с часовым механизмом привода и шкалой или с цифровым измерительным блоком), термоэлектронанемометры и др.;
- для измерения атмосферного давления - барометр-анероид.

Гигрометр психрометрический стационарный ПБУ-1М (рис 1.1.б) - служит для измерения влажности воздуха и состоит из двух термометров: сухого и влажного. Резервуар последнего обернут гигроскопичной тканью (батист, марля и т.п.) концы которой находятся в сосуде с дистиллированной водой. Вследствие испарения воды с поверхности влажного термометра отбирается тепло, поэтому его показания всегда ниже, чем сухого. На основании разницы показаний находят влажность воздуха и определяют ее по таблицам. Гигрометры ВИТ-1 по конструкции и принципу работы аналогичны.

Для определения относительной влажности воздуха на рабочем месте с помощью психрометра ПБУ-1М необходимо проверить наличие в сосуде дистиллированной воды и при недостатке долить ее. Проверить, чтобы резервуар влажного термометра не касался стенок сосуда и воды. После того как показания сухого и влажного термометров стабилизируются, высчитать их разницу и по психрометрической таблице, расположенной на приборе, определить относительную влажность воздуха.

Гигрометр психрометрический аспирационный М-34 (рис.1.1а) - в отличие от стационарного гигрометра ПБУ-1М дает показания, не зависящие от скорости движения воздуха и воздействия лучистого тепла. Оба термометра (сухой и влажный) заключены в светлые металлические трубки, которые предохраняют термометры от лучистого тепла и механических повреждений. В прибор вмонтирован электрический вентилятор, который создает вокруг резервуаров постоянный воздушный поток.

Для определения относительной влажности с помощью аспирационного гигрометра необходимо смочить из пипетки дистиллированной водой батистовый колпачок влажного термометра (находится в одной из нижних металлических трубок), включить вентилятор психрометра и примерно через 4 минуты, когда стабилизируются показания термометров, найти значение относительной влажности по психрометрическому графику (значение относительной влажности находится на пересечении линий температур влажного (вертикальной) и сухого (наклонной) термометра).

Гигрометр волосяной М-19 (рис.1.1в) предназначен для прямого определения относительной влажности воздуха. Действие прибора основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса удлиняться при повышении влажности и укорачиваться при понижении. Шкала прибора проградуирована в процентах относительной влажности.

Анемометр крыльчатый АСО-3 (рис.1.3а) служит для измерения скорости движения воздуха в интервале от 0,3 до 5 м/с. Он регистрирует число оборотов крыльчатки за определенный промежуток времени.

Для измерения скорости воздуха с помощью крыльчатого анемометра АСО-3 необходимо записать суммарное показание трех шкал счетчика прибора - тысяч, сотен, единиц. Затем арретиром отключить счетчик от крыльчатки, сориентировать прибор в воздушном потоке так, чтобы ось крыльчатки была параллельна ему. После того, как крыльчатка наберет обороты (примерно через 10... 15 секунд) включить одновременно счетчик анемометра арретиром и секундомер. Через 30...60 с остановить счетчик и секундомер. Записать конечные показания прибора. Разность между конечными и начальными значениями разделить на время измерения и определить число единиц шкалы, приходящиеся на одну секунду. Затем по градуировочному графику прибора определить скорость движения воздуха. Для проведения замеров на высоте используют удлиняющую штангу и нить для привода арретира.

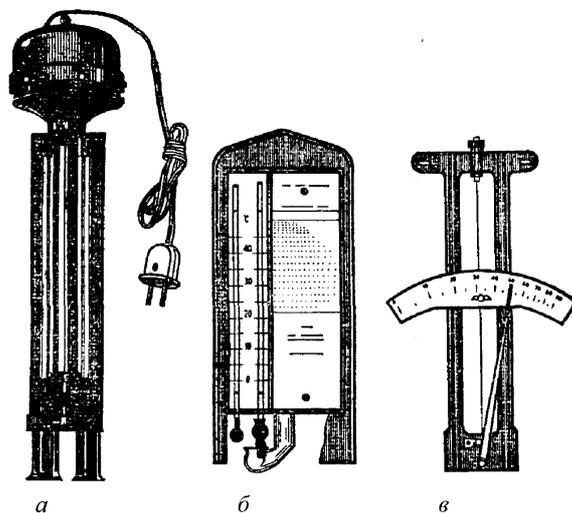


Рис. 1.1. Приборы для измерения относительной влажности:
а - гигрометр аспирационный психрометрический М-34; *б* - гигрометр психрометрический ПБУ-1М; *в* - гигрометр волосяной М-19

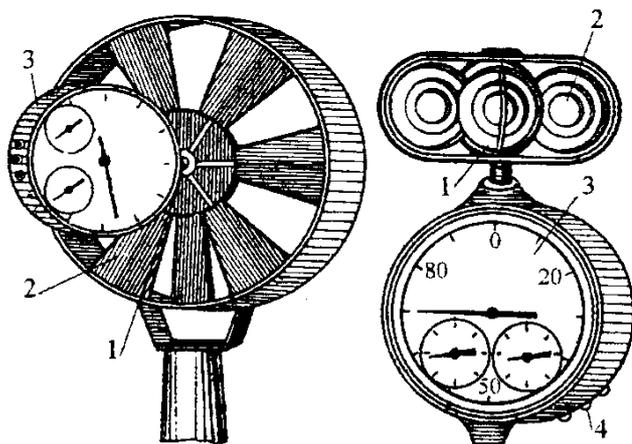


Рис. 1.2. Анемометры:
а - крыльчатый: 1 - ось крыльчатки; 2 - крыльчатка; 3 - счетчик; *б* - чашечный: 1 - крестовина; 2 -

Анемометр чашечный (рис. 1.2б) служит для измерения скорости движения воздуха в интервале от 0,5 до 20 м/с.

Методика проведения замеров скорости движения воздуха с помощью чашечного анемометра аналогична крыльчатому при расположении его вертикально.

При использовании анемометров крыльчатого или чашечного с цифровым измерительным блоком пока-

зания светового табло указывают непосредственно скорость движения воздуха в исследуемой рабочей зоне.

Барометр-анероид — служит для измерения величины атмосферного давления; его действие основано на упругой деформации мембранной анероидной коробки под влиянием изменяющегося атмосферного давления и преобразовании деформации в угловые перемещения стрелки прибора. Барометр является прямопоказывающим.

В настоящее время нашли свое применение электронные приборы различных отечественных и зарубежных фирм. Термоанемометр Testo 425 (рис. 1.3.), предназначен для одновременного измерения скорости и температуры потока воздуха внутри помещений, а также при контроле или наладке систем вентиляции и кондиционирования. Прибор имеет функции удержания текущих максимальных и минимальных показаний на дисплее, усреднений значений по времени и числу измерений. Измеренные значения выводятся на дисплей или распечатываются на принтере.



Рис.1.4. Анемометр TESTO 425

Выполнение измерений прибором Testo 425 осуществляется уюющим образом:

1. Включить прибор в меню измерений кнопкой.
2. Установить зонд в необходимой позиции и считать показаний дисплея.

Для изменения параметров в меню измерений необходимо:

1. Для переключения отображаемых показаний с температуры асчитываемый объемный расход (m^3/h) следует нажать на кнопку «Vol» .
2. Фиксация текущих данных измерений на дисплее, отображе максимальных и минимальных значений:

Текущие значения измерений могут быть сохранены. Максимальные и минимальные значения (с момента последнего включения прибора) могут быть отображены на дисплее.

Для этого следует нажать кнопку «Hold/Max/Min» несколько раз, пока не появятся желаемые значения.

- Значения отображаются в следующем порядке:

- Hold: записанное значение;
- Max: максимальное значение;
- Min: минимальное значение;
- текущие значения.

Максимальные/минимальные значения могут быть заменены на текущие значения:

1. Нажать несколько раз на кнопку«Hold/Max/Min» , пока на дисплее не появится Max или Min.

2. Нажать и удерживать кнопку (около 2 сек.). Все максимальные и минимальные значения поменяются на текущие.

Выполнение измерений в нескольких местах (при этом Hold, Max или Min должны быть не активированы):

1. Нажмите кнопку «Mean». На дисплее отобразится количество записанных значений, которое отображается на верхней строке дисплея, а текущие значения – на нижней.

2. Чтобы добавить значения (в желаемом количестве) нажать кнопку со стрелочкой несколько раз.

3. Для завершения измерений и расчета усредненного значения нажать «Mean» . На дисплее начнет мигать Mean и появится рассчитанное усредненное значение.

4. Для возврата в меню измерений нажмите кнопку «Mean».

Выполнение усреднения результатов по времени (функции Hold, Max или Min должны быть не активированы):

1. Нажмите два раза «Mean». На дисплее отобразится «Mean». Прошедшее время измерений (мин:сс) отображается на верхней строке дисплея, текущие значения – на нижней.
2. Для начала измерений: необходимо нажать кнопку со стрелочкой.
3. Для приостановки / продолжения измерений следует нажать кнопку со стрелочкой необходимое количество раз.
4. Для завершения измерений и начала расчетов усредненного значения: нажать «Mean». На дисплее начнет мигать Mean. Отобразится рассчитанное усредненное значение за прошедший промежуток времени.
5. Для возврата в меню измерений: нажмите кнопку «Mean».

3. Требования к организации контроля и методам измерения микроклимата

Измерения параметров микроклимата в целях контроля их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям проводятся в рамках производственного контроля не реже **одного** раза в год.

В холодный период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не выше минус 5 °С. В теплый период года измерение показателей микроклимата следует выполнять при температуре наружного воздуха не ниже 15°С.

Оценка параметров микроклимата проводится по среднеарифметическим значениям трех измерений, которые не должны выходить за пределы нормативных требований, установленных СанПиН.

При наличии жалоб на микроклиматические условия измерения параметров микроклимата в холодный или теплый периоды года проводятся независимо от температуры наружного воздуха. В этом случае измерения параметров микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце).

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и другие).

Измерения следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

В помещениях, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1. Минимальное количество участков измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха

Площадь помещения, м ²	Количество участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Свыше 400	Количество участков определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

При работах, **выполняемых сидя**, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, **выполняемых стоя**, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м. Результаты измерений оцениваются по наибольшим отклонениям от величин,

указанных в таблице 1.1.

При наличии нескольких источников теплового излучения, **интенсивность теплового облучения** на рабочем месте необходимо измерять от всех источников. Измерения следует проводить на высоте $0,5 \pm 0,05$; $1,0 \pm 0,05$ и $1,5 \pm 0,05$ (м) от пола или рабочей площадки. Величина интенсивности теплового облучения оценивается по его максимальному значению.

Температуру поверхностей следует измерять в случаях, когда рабочие места удалены от них на расстояние не более двух метров. Температура каждой поверхности измеряется аналогично требованиям к измерению температуры воздуха.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять приборами, защищенными от непосредственного воздействия теплового излучения и потока движущегося воздуха.

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоанемометрами.

4. Порядок выполнения работы

1. Определить температуру воздуха в помещении (по сухому термометру психрометрического гигрометра).

2. Определить относительную влажность воздуха с помощью стационарного и аспирационного психрометрических гигрометров (по методике, изложенной выше).

3. Определить скорость движения воздуха, создаваемого вентилятором в лабораторной камере с помощью чашечного и крыльчатого анемометров. Для этого:

- включить вентилятор;
- подождать несколько секунд, пока крыльчатка не начнет вращаться равномерно;
- по секундомеру (наручным часам, мобильному телефону) определить количество делений шкалы, пройденных стрелкой за 50... 100 секунд (временем измерений студент задается самостоятельно);
- по графику, расположенному на стенде, определить скорость движения воздуха, предварительно разделив разность показаний анемометра на время замера.

4. Определить атмосферное давление с помощью барометра-анероида (нормальным считается атмосферное давление, равное 760 ± 30 мм.рт.ст.);

5. Полученные результаты по замерам внести в таблицу 1.2;

6. Сделать заключение о соответствии результатов замеров значениям санитарных норм СанПиН 1.2.3685-21 (табл. 1.1), дать предложения о нормализации параметров микроклимата. Категория тяжести работ обучающихся (студентов) в соответствии с установленной классификацией – **легкая Ia**.

Примечание: По заданию преподавателя могут быть произведены измерения в иных местах и последовательности, а также иными приборами, например, термоанемометром фирмы Testo.

ФОРМА ОТЧЕТА

Таблица 1.2

Результаты опытов

Измеряемый параметр	Применяемый прибор (вписать марку прибора)	Санитарно-гигиенические условия		
		фактически измеренные значения	СанПиН 2.2.4.3359-16	
			нормативные оптимальные	нормативные допустимые
Температура воздуха по сухому термометру	стационарный аспирационный			
Температура воздуха по увлажненному термометру	стационарный аспирационный			
Начальные показания счетчика анемометра, число делений	крыльчатый чашечный			
Конечные показания счетчика анемометра, число делений	крыльчатый чашечный			
Температура воздуха, °С	термометр			
Относительная влажность воздуха, %	стационарный гигрометр _____			
	аспирационный гигрометр _____			
Скорость движения воздуха, м/с	анемометр крыльчатый _____			
	анемометр чашечный _____			
Барометрическое давление, мм.рт.ст. кПа	барометр-анероид _____			

Примечание: 760 мм.рт.ст. соответствует 101,3 кПа.

Общий вывод:

Санитарно-гигиенические условия в помещении, исходя из выполняемой работы _____
_____ действующим санитарным нормам.
(соответствуют, не соответствуют)

Для улучшения санитарно-гигиенических условий в помещении надо выполнить следующие мероприятия:

1. _____

2. _____

Контрольные вопросы:

1. Какими параметрами характеризуется микроклимат производственных помещений?
2. Каким образом осуществляется терморегуляция организма человека?
3. Каким образом параметры микроклимата влияют на процессы терморегуляции организма человека?
4. Какие основные принципы гигиенического нормирования параметров микроклимата использованы в СанПиН 1.2.3685-21?
5. Каковы принципиальные отличия оптимальных и допустимых параметров микроклимата?
6. Какие приборы используются в санитарно-гигиенической практике для измерения температуры воздуха в помещениях?
9. Почему для измерения подвижности воздуха можно использовать только термоанемометры?
1. Какой принцип действия крыльчатого и чашечного анемометров?
12. Какие физические эффекты используются для измерения влажности воздуха психрометрами и гигрометрами?
13. Каков порядок измерения относительной влажности воздуха аспирационным психрометром Ассмана?
14. Какой физический эффект используется в приборе для измерения интенсивности теплового облучения?