

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ

Цель работы: изучить общие санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата в производственных помещениях, методы и средства определения их.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата в производственных помещениях согласно ГОСТ 12.1.005-88 "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне" и ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», устройство и принцип действия приборов для измерения их;

уметь производить измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в производственных помещениях.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На самочувствие, состояние здоровья и работоспособность человека оказывает влияние микроклимат производственных помещений - метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения. От сочетания температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха зависит теплообмен организма с окружающей средой.

Различают оптимальные и допустимые микроклиматические условия. Оптимальные микроклиматические условия - сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции, создают ощущение теплового комфорта и предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия - сочетания количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей, без повреждений или нарушений состояния здоровья, но с возможными дискомфортными теплоощущениями, ухудшениями самочувствия и понижением работоспособности.

Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, если по

технологическим требованиям, техническим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

В ГОСТ 12.1.005-88 (табл.1) приведены оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха на постоянных не постоянных рабочих местах в зависимости от периода года (холодный или теплый) и категории выполняемых работ (легкая-Iа, легкая-Iб, средней тяжести-IIа, средней тяжести-IIб, тяжелая-III). Холодный период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже, теплый период года - среднесуточной температурой его выше $+10^{\circ}\text{C}$. Легкие физические работы (категория I) разделяются на категорию 1а - энергозатраты до 139 Вт (работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением) и категорию 1б - энергозатраты 140...174 Вт (работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением), средней тяжести физические работы (категория II) - на категорию IIа - энергозатраты 175...232Вт (работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких - до I кг изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения) и категорию IIб - энергозатраты 233...290 Вт (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением), тяжелые физические работы категории III - виды деятельности с расходом энергии более 290 Вт (работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных - свыше 10 кг тяжестей и требующие больших физических усилий).

Для холодного периода года в зависимости от категории выполняемых работ в производственных помещениях приняты значения температуры: оптимальная в пределах $16...24^{\circ}\text{C}$, верхняя допустимая на постоянных рабочих местах $19...25^{\circ}\text{C}$, верхняя допустимая на непостоянных рабочих местах $20...26^{\circ}\text{C}$, нижняя допустимая на постоянных рабочих местах $13...21^{\circ}\text{C}$, нижняя допустимая на непостоянных рабочих местах $12...16^{\circ}\text{C}$. При этом в указанных пределах меньшее значение температуры соответствует тяжелой работе, большее - легкой физической работе категории Iа. Для всех категорий выполняемых работ в холодный период года в производственных помещениях приняты нормы относительной влажности воздуха: оптимальная 40...60%, допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных не более 75%. Для этого периода года установлены нормы скорости движения воздуха: оптимальная не более 0,1 м/с - при выполнении работ категорий Iа и Iб, не более 0,2 м/с - при выполнении работ категорий IIа и IIб, не более 0,3 м/с - при выполнении работ категории III, допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных не более 0,1 м/с - при выполнении работ категории 1а, не более 0,2 м/с - при выполнении работ категории 1б, не более 0,3 м/с - при выполнении работ категории IIа, не более 0,4 м/с - при выполнении работ категории IIб, не более 0,5 м/с - при выполнении работ категории III.

Таблица 1

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, но не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
			верхняя граница		нижняя граница					
			на рабочих местах							
пост	непост	пост	непост							
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	55 (при 28°С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая – Ib	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 26°С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести – Pa	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 25°С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести – Pb	20-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 24°С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая – III	18-20	26	28	15	13	40-60	75 (при 24°С и ниже)	0,4	0,2-0,6

Для теплого периода года в зависимости от категории выполняемых работ в производственных помещениях приняты нормы температуры: оптимальная в пределах 16...25°C, верхняя допустимая на постоянных рабочих местах 26...28°C, верхняя допустимая на непостоянных рабочих местах 28...30°C, нижняя допустимая на постоянных рабочих местах 15...22°C, нижняя допустимая на непостоянных рабочих местах 13...20 С. В указанных пределах меньшее значение температуры соответствует тяжелой работе, большее - легкой физической работе категории 1а. Для всех категорий работ оптимальной считается относительная влажность воздуха 40...60%. На постоянных и непостоянных рабочих местах для работ категорий 1а, 1б, 2а, 2б, 3 допустимая относительная влажность воздуха принята, соответственно, 55% (при 28°C), 60% (при 27°C), 65% (при 26°C), 70% (при 25°C), 75% (при 24°C и ниже). Установлены следующие нормы скорости движения воздуха: оптимальная не более 0,1 м/с - категория работ 1а, не более 0,2 м/с - категория работ 1б, не более 0,3 м/с - категория работ 2а и 2б, не более 0,4 м/с - категория работ 3; допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных 0,1...0,2 м/с - категория работ 1а, 0,1...0,3 м/с - категория работ 1б, 0,2...0,4 м/с - категория работ 2а, 0,2...0,5 м/с - категория работ 2б, 0,2...0,6 м/с - категория работ 3.

Перепад температуры воздуха по высоте рабочей зоны при всех категориях работ допускается до 3°C.

Колебания температуры по горизонтали в рабочей зоне, а также в течение смены допускается до 4°C - при легких работах, до 5°C - при средней тяжести работах и до 6°C - при тяжелых работах, при этом абсолютные значения температуры воздуха, измеренной на разной высоте и в различных участках помещений в течение смены, не должны выходить за пределы допустимых величин.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для поддержания нормального микроклимата на рабочих местах необходим контроль температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Замеры производятся в рабочих зонах, включающих пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся рабочие места постоянного или временного пребывания работающих.

2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Для измерения температуры воздуха служат термометры - приборы, в которых использован эффект объемного расширения тел при нагревании. Температура в термодинамической и международной практической температурных шкалах выражаются двояким образом - в градусах Кельвина и в градусах Цельсия в зависимости от начала отсчета (положения нуля) по шкале.

В технике чаще всего применяются ртутные термометры, которыми можно измерять температуру в пределах от -36 до $+357^{\circ}\text{C}$. Более низкую температуру измеряют спиртовыми термометрами ($\pm 65^{\circ}\text{C}$).

По назначению различают термометры:

- максимальные, регистрирующие максимальную температуру из всех значений ее за определенный промежуток времени;
- минимальные, показывающие самую низкую температуру за весь период измерений;
- в нормальном исполнении (палочные или со вставной шкалой).

На практике для измерения температуры воздуха обычно используют ртутные термометры нормального исполнения с ценой деления $0,1^{\circ}\text{C}$. Для специальных целей используют высокочувствительные термометры с ценой деления $0,02^{\circ}\text{C}$.

При наличии источников теплоизлучения применяют парные термометры, имеющие черный и белый резервуары с ртутью.

Истинная температура воздуха определяется по формуле:

$$t_n = t_q - k \times (t_q - t_b),$$

где t_q и t_b - показания термометров, соответственно, с черным и белым резервуарами; k - константа прибора.

При замере относительной влажности воздуха психрометром истинная температура его определяется по сухому термометру.

2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Относительная влажность воздуха определяется при помощи психрометра с вентилятором. Прибором пользуются при температуре воздуха в пределах от -10 до $+35^{\circ}\text{C}$.

Психрометр (рис.1) состоит из двух одинаковых ртутных термометров I, резервуары которых заключены в трубчатые металлические оправы 2, и небольшого вентилятора 3, помещенного в верхней части прибора. Вентилятор с электрическим или пружинным приводом служит для просасывания атмосферного воздуха с определенной скоростью через трубки мимо резервуаров ртутных термометров. На ртутном резервуар одного из термометров имеется манжет 4 из мягкой ткани-батиста или марли, который перед производством замеров смачивается водой. Для этой цели к психрометру прилагается небольшая резиновая груша 5 со стеклянной пипеткой 6 и зажимом 7. Вследствие испарения воды со смоченного манжета, если воздух не полностью насыщен влагой, и расхода теплоты на этот процесс "мокрый" термометр показывает, как правило, температуру ниже, чем "сухой".

По разности показаний "сухого" и "мокрого" термометров ($t_c - t_m$) - психрометрической разности и по показанию "сухого" термометра определяют, пользуясь таблицей 2, относительную влажность воздуха. Порядок определения относительной влажности воздуха следующий.

Перед началом измерений смачивают манжет на резервуаре одного из термометров. Для этого необходимо взять наполненную водой резиновую грушу с пипеткой и, разжав зажим, легким нажимом руки на грушу довести уровень воды в пипетке до черты (приблизительно на расстоянии 1 см от края). Удерживая при помощи зажима воду на указанном уровне, следует осторожно ввести пипетку до отказа в трубку 2, закрывающую резервуар термометра, и тем самым смочить манжет. Затем необходимо включить вентилятор и разместить (подвесить) психрометр на высоте замера относительной влажности воздуха - чаще всего на высоте 1,5 м от уровня пола.

По истечении 4-х минут работы вентилятора следует снять отчеты по "сухому" (t_c) и "мокрому" (t_m) термометрам.

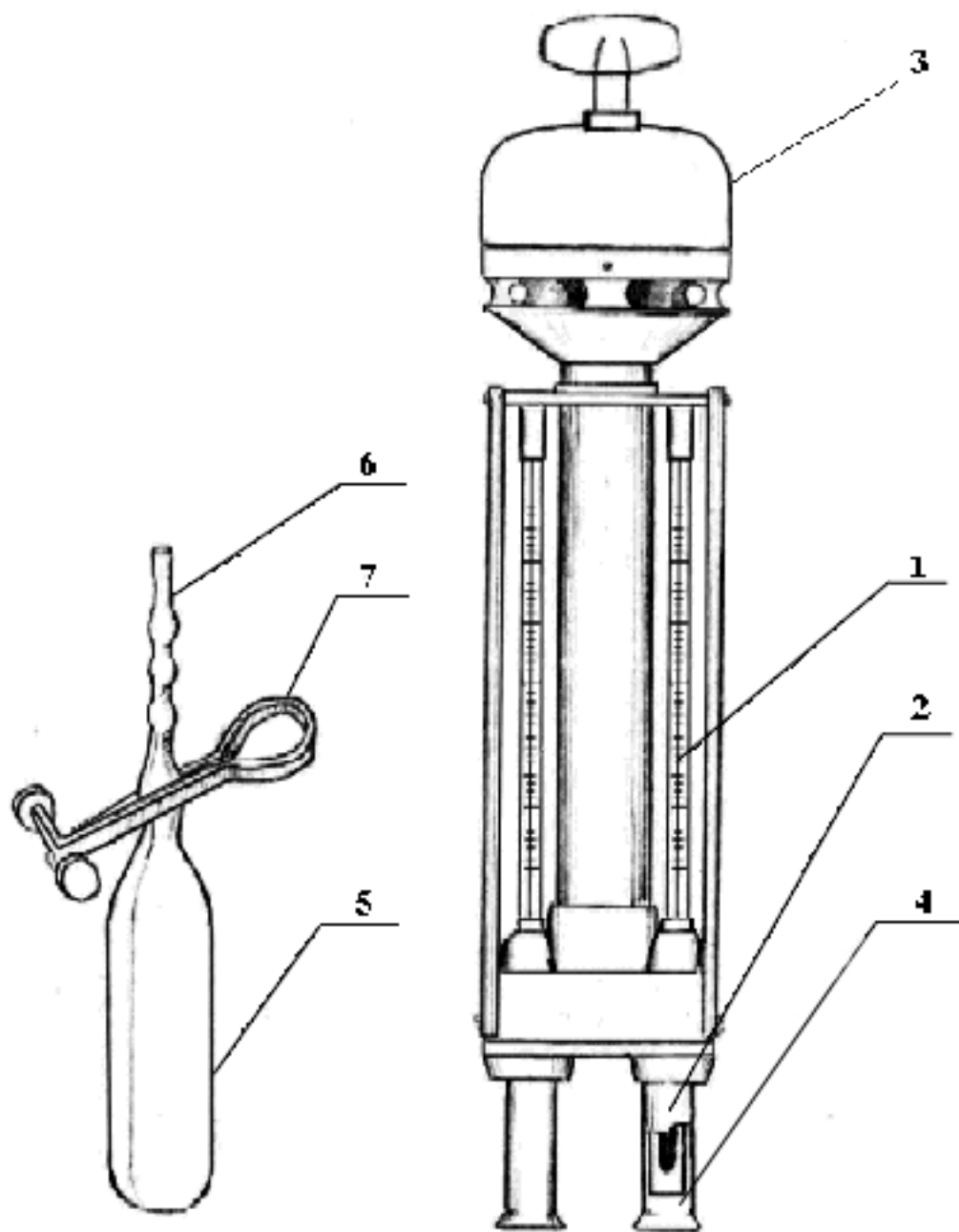


Рис. 1 - Психрометр

При замерах рекомендуется стоять так, чтобы теплота от наблюдателя не переносилась к прибору струей воздуха.

Результаты замеров студенты заносят в таблицу:

Место замера относительной влажности воздуха	Показания термометров, °С		Психрометрическая разность $(t_c - t_m)$ °С	Относительная влажность воздуха, %
	"сухого" - t_c	"мокрого" - t_m		

Таблица 2

Показани я "сухого" термомет ра	Психрометрическая разность									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	82	65	48	33	20	-	-	-	-
2	100	84	68	53	39	25	12	2	-	-
4	100	85	71	58	43	31	18	7	-	-
5	100	86	73	60	47	36	25	14	4	-
8	100	87	75	63	51	40	28	20	10	-
10	100	88	76	65	51	44	34	24	15	4
12	100	89	78	68	57	48	36	39	20	11
14	100	90	80	70	60	51	42	34	25	18
16	100	90	81	72	62	54	46	38	30	23
18	100	91	81	73	64	56	48	41	34	27
20	100	91	82	74	66	58	51	44	36	30
22	100	91	83	75	68	60	54	46	40	34
24	100	92	84	76	69	62	56	48	43	37
26	100	92	84	77	70	64	58	51	45	40
29	100	93	85	78	71	65	59	59	47	42

2.3. ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Применяют для измерения скорости движения воздуха менее 0,5 м/с кататермометры, в пределах от 0,3 до 5 м/с - крыльчатые анемометры типа АСО-3, от 1 до 20 м/с - чашечные анемометры типа МС-13. С помощью устройства АИСТ-3М, (автономный измеритель скорости и температуры воздушного потока) можно измерять одновременно скорость движения воздуха (от 0,1 до 5 м/с) и его температуру (от +10 до +50⁰С).

На практике измерения скорости движения воздуха на рабочих местах производятся с помощью анемометров. Анемометр состоит из воспринимающей части (крыльчатки - у крыльчатых анемометров, четырех полусферических чашек - у чашечных анемометров) и счетного механизма

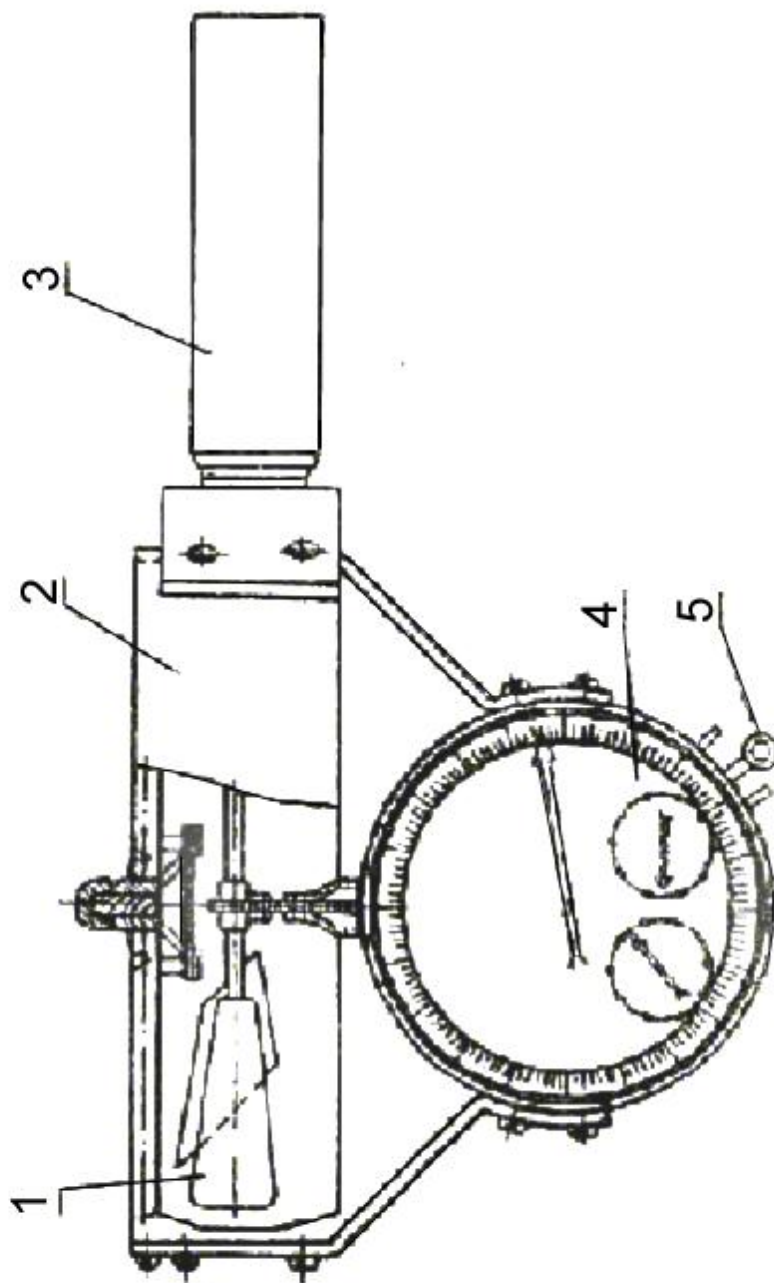


Рис. 2-Анемометр

с циферблатом. Вращение от крыльчатки или полусферических чашек, закрепленных на оси, передается посредством червячной передачи зубчатому редуктору счетного механизма, который можно включить или выключить при помощи арретира.

На рис. 2 изображен крыльчатый анемометр, где 1 - крыльчатка; 2 – металлическая обойма; 3 - рукоятка; 4 - циферблат счетного механизма с тремя шкалами: тысяч, сотен, десятков и единиц оборотов; 5 - арретир.

Порядок измерения скорости движения воздуха следующий.

Включаем кондиционер и на расстоянии 0,3...0,5 м от него измеряем скорость движения воздуха с помощью крыльчатого анемометра. Перед началом намерений необходимо снять начальный отсчет по трем шкалам счетчика в последовательности: тысячи – сотни - десятки и единицы. При измерении скорости движения воздуха следует одновременно с включением счетчика засечь время, по истечении 100с выключить анемометр и взять новый отсчет по шкалам. Измерения производят три раза. После каждого замера необходимо вычислить разность между конечным и начальным отсчетами – m_i . По результатам каждого замера следует определить число делений в секунду:

$$n_i = \frac{m_i}{t}, \text{ с}^{-1}.$$

Пересчет числа делений n_i в фактическую скорость производится по графику $V=f(n_i)$, прилагаемому к каждому анемометру.

Результаты замеров скорости движения воздуха студенты заносят в таблицу.

Место замера скорости движения воздуха	Отчеты по шкалам анемометра	Время замера t,с	Число делений n_i , с^{-1}	Истинная скорость, V, м/с
--	-----------------------------	------------------	---------------------------------------	---------------------------

К сведению принимают среднюю скорость движения воздуха.

Результаты всех замеров студенты сводят в общую таблицу

Место производства замеров	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
----------------------------	---	------------------------------------	--------------------------------

На основании полученных при выполнении работы данных необходимо произвести оценку метеорологических условий на рабочих местах, сравнив параметры их (температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха) с нормативными значениями по ГОСТ 12.1.005-88, ДСТУ 3.3.6.042-99.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

По результатам выполненной лабораторной работы каждый студент должен составить отчет, в котором необходимо:

кратко изложить основное содержание ГОСТ 12.1.005-88, ДСТУ 3.3.6.042-99;

привести результаты измерений температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха;

представить схемы психрометра и анемометра;

сравнить результаты измерений с нормативными значениями и сделать соответствующие выводы.