

Лабораторная работа:

**«Исследование параметров микроклимата
производственного помещения»**

1.1. Цель работы

Изучить принципы нормирования, методику проведения контроля и гигиенической оценки параметров микроклимата производственного помещения.

1.2. Теоретические сведения

Микроклимат помещения – это сочетание метеорологических факторов, определяющих работоспособность человека в процессе труда.

Метеорологические характеристики производственного помещения определяются следующими параметрами: температурой воздуха, его относительной влажностью, скоростью движения, а также интенсивностью теплового излучения рабочих и ограждающих поверхностей.

Между телом человека и окружающей средой постоянно происходит теплообмен. Несмотря на колебания температур наружного воздуха, температура тела человека поддерживается на относительно постоянном уровне (36,5 ... 37°C) за счет терморегуляции организма. Однако длительное, значительное нарушение параметров микроклимата может привести к негативным последствиям. Так, воздействие высоких температур приводит к перегреванию организма, низких – к переохлаждению, возникновению простудных заболеваний. Особенно эти процессы усиливаются при повышенной влажности и скорости движения воздуха. Поэтому в рабочей зоне производственного помещения должны обеспечиваться параметры микроклимата, соответствующие оптимальным и допустимым значениям согласно СанПиН 9-80 РБ 98 (табл.1 прил.1).

Терморегуляцией человеческого организма называется совокупность процессов, протекающих в организме, обеспечивающих поддержание постоянной температуры тела при изменении метеорологических параметров помещения.

Человеческий организм, имея более высокую температуру в сравнении с наружным воздухом, отдает часть тепла окружающей среде. Количество вырабатываемого организмом тепла определяется интенсивностью труда и протекавшими в нем биохимическими процессами.

Количество тепла Q , отдаваемого организмом в окружающую среду, складывается из потерь за счет теплового излучения с открытых поверхностей тела

(имеющих температуру $\sim 33,5^{\circ}\text{C}$) $Q_{\text{изл}}$, конвективного теплообмена за счет смывания воздухом наружных поверхностей тела $Q_{\text{к}}$, теплопроводности через одежду $Q_{\text{тп}}$, испарения пота $Q_{\text{ип}}$, передачи части тепла вдыхаемому воздуху $Q_{\text{в}}$:

$$Q = Q_{\text{излк}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{тп}} + Q_{\text{ип}} + Q_{\text{в}}, \text{ ккал/ч}$$

Оптимальные микроклиматические условия – это наиболее благоприятные значения параметров микроклимата, обеспечивающие человеку ощущение теплового комфорта, т.е. нормального теплового состояния организма без нарушения реакций терморегуляции, создающие предпосылки для высокой трудоспособности. Допустимые вызывают некоторое, в пределах физиологических приспособительных возможностей человека, напряжение реакций терморегуляции (дискомфортные тепловые ощущения), которые несколько снижают работоспособность, ухудшают самочувствие, но не наносят ущерба здоровью.

Оптимальные показатели микроклимата определяются для всей рабочей зоны, допустимые – дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест.

Постоянным считается рабочее место, на котором работающий находится более 50% рабочего времени за смену или более 2-х часов непрерывно.

Рабочей зоной называется пространство до 2-х метров по высоте от уровня пола или площадки с местами постоянного или временного пребывания работающих.

Допустимые параметры микроклимата разрешается принимать только в тех случаях, когда по техническим требованиям, технологическим и экономическим причинам не обеспечиваются оптимальные нормы.

Оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха (см. табл.1 прил.1) установлены для рабочей зоны производственных помещений с учетом сезона (периода) года и тяжести выполняемых работ.

Холодным считается период года со среднесуточной температурой наружного воздуха $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже; теплым – выше $+10^{\circ}\text{C}$.

На основе общих энергозатрат организма в процессе труда выполняемые – работы по степени тяжести подразделены на категории:

- легкие физические работы 1а – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением, с энергозатратами до 139Вт;
- легкие физические работы 1б – работы, производите сидя, стоя или связанные с ходьбой и некоторым физическим напряжением, с энергозатратами 140-174 Вт;
- физические работа средней тяжести 2а – работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением тяжестей весом до 1 кг в положении стой или сидя, с энергозатратами 175-232 Вт;
- физические работы средней тяжести 2б – работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей весом до 10 кг, с энергозатратами 233-290 Вт;
- тяжелые физические работы 3 – работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических напряжений, с энергозатратами более 290 Вт.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов и др. источников тепла (в соответствии с требованиями СанПиН 9-80 РБ 98) не должна превышать 35 Вт/м кв при облучении 50% поверхности тела, 70 Вт/м кв – при облучении от 25 до 50% поверхности тела и 100 Вт/м кв – при облучении не более 25% поверхности тела.

При наличии теплового облучения температура воздуха в производственном помещении в теплый период года должна составлять (см. табл.1 прил.1):

- на постоянных рабочих местах – не более верхней границы оптимальных значений;
- на непостоянных рабочих местах – не более верхней границы допустимых значений, взятых по графе «постоянные рабочие места».

В целях профилактики тепловых травм температура наружных поверхностей технологического оборудования и трубопроводов не должна превышать 45 °С.

Формирование микроклимата в помещении происходит за счет поступления тепла от теплоисточников и потери части его в окружающее пространство.

Источниками тепла в помещении могут являться: система отопления, тепло-выделяющее (теплоизлучающее) оборудование, радиоэлектронная аппаратура, солнечная энергия, система освещения, люди и т.д.

Потери тепла происходят частично через строительные конструкции, стены, окна, перекрытия, часть тепла расходуется на нагрев воздуха поступающего в помещение в более холодном состоянии через неплотности окон, двери, открывающиеся форточки, из системы вентиляции, на нагрев поступающих из подсобных помещений в более холодном состоянии материалов, выравнивание температуры въезжающих в цех транспортных средств и т.д.

Количество тепла, поступающего в помещение с учетом теплопотерь, называется теплоизбытками:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{пост}} - Q_{\text{потерь}}, \text{ ккал/ч},$$

где $Q_{\text{пост}}$ – количество поступающего в помещение тепла, ккал/ч;

$Q_{\text{потерь}}$ – теплопотери помещения, ккал/ч.

В установившемся режиме в помещении соблюдается тепловой баланс.

Кратность воздухообмена в помещении рассчитывается по формуле:

$$K = L / U, \text{ ч}^{-1},$$

где L – количество воздуха, подаваемого в помещение системой вентиляции, $\text{м}^3/\text{ч}$;

U – объем помещения, м^3 .

Средствами и способами нормализации микроклимата являются:

- система отопления;
- кондиционирование воздуха;
- вентиляция;
- инсоляция помещений путем архитектурнопланировочных решений, солнцезащитным зашториванием окон и др. способами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей;
- воздушное душирование на рабочих местах;
- создание воздушных завес у открывающихся ворот и дверей;

- подогрев (увлажнение воздуха) в системах вентиляции и кондиционирования и др.

1.3. Контроль и гигиеническая оценка параметров микроклимата производственного помещения.

Для измерения относительной влажности воздуха служат психрометры: стационарный психрометр Августа и аспирационный психрометр Ассмана; для измерения во времени – гигрограф с недельным или суточным заводом.

Стационарный психрометр Августа состоит из двух спиртовых термометров, один из которых сухой, другой – «влажный». Резервуар увлажняемого термометра обернут гигроскопичной тканью (батистом) и связан со стаканчиком, заполненным дистиллированной водой. Сухой термометр показывает температуру окружающего воздуха, а влажный более низкую температуру, определяемую скоростью испарения воды с увлажненного батиста. По величине разности температур сухого и влажного термометров определяют относительную влажность воздуха в помещении, пользуясь психрометрической табл.2 прил. 1.

На практике для измерения относительной влажности воздуха чаще используют аспирационный психрометр Ассмана (рис. 1. прил. 1), который имеет меньшую погрешность измерений и, следовательно, позволяет получить более точные данные. Он состоит из двух ртутных термометров – сухого и влажного, каждый из которых заключен в металлическую оправу, что исключает влияние на показания прибора тепловых излучений. Кроме того, исключается влияние внешних перемещений воздуха. В отличие от стационарного психрометра Августа в аспирационном психрометре Ассмана воздух протягивается через каналы с одинаковой скоростью с помощью вентилятора, находящегося в аспирационной головке в верхней части прибора. Вентилятор приводится в движение с помощью пружины или от встроенного в головку электродвигателя, включаемого в электрическую сеть с помощью вилки.

Гигрограф осуществляет запись измерений относительной влажности воздуха на диаграммной ленте, накладываемой на барабан, приводимый в движение ча-

совым механизмом. Термограф – прибор с близким по сущности принципом действия, который позволяет осуществлять запись на диаграммной ленте температуры воздуха в помещении, ее изменений в течение суток или недели.

Для измерения скорости движения воздуха используется крыльчатый и чашечный анемометры, электротермоанемометр, кататермометр.

– Крыльчатый анемометр служит для измерения скорости движения воздуха внутри помещений. Пределы его измерений 0,2-5 м/с.

– Чашечный имеет пределы измерений 1-35 м/с и используется для измерения скорости воздуха вне помещений, в системах вентиляции к т.д.

Электротермоанемометр и кататермометр предназначены для измерения малых скоростей движения воздуха (до 0,5 м/с).

Для измерения интенсивности теплового излучения используется актинометр.

Гигиеническая оценка параметров микроклимата производится путем сравнения фактических (измеренных) значений его параметров с оптимальными (допустимыми) согласно табл. 1 прил. 1.

Порядок работы с приборами приведен в прил. 1.

1.4. Последовательность выполнения работы

1. Выполнить гигиеническую оценку параметров микроклимата в камере без использования средств нормализации, для чего измерить температуру и относительную влажность воздуха и сравнить их с допустимыми (оптимальными) значениями для данного периода года (для работ средней тяжести 2а).

2. Исследовать эффективность средств нормализации микроклимата (вентиляции, кондиционирования), для чего измерить и оценить параметры микроклимата (скорость движения, температуру, относительную влажность воздуха) через 15 и 30 мин от начала включения средств нормализации.

3. Считая скорость воздуха постоянной в сечении камеры и определив площадь поперечного сечения камеры путем измерения ее внешних размеров, рассчитать

кратность воздухообмена, необходимую для обеспечения допустимых (оптимальных) параметров микроклимата для условий указанных в п.1.

Таблица 1.1

Таблица опытных данных

№ п/п	Наименование параметров метеоусловий	Фактические показания приборов	Нормативные величины по СанПиН 9-80 РБ 98 для данной категории работ и сезона года.	
			Оптимальные	Допустимые
1	Температура воздуха $^{\circ}\text{C}$			
2	Относительная влажность воздуха %			
3	Скорость движения воздуха, м/с			

1.5. Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Таблица опытных данных (табл.1.1)
3. Выводы.

1.6. Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия микроклимата.
2. Как происходит формирование микроклимата помещения? Назовите источники тепла, из каких составляющих складываются теплопотери ?
3. Поясните, в чем заключается принцип нормирования микроклимата.
4. В чем заключается гигиеническая оценка воздушной среды производственного помещения?
5. Как классифицируются виды работ по степени тяжести?
6. Как происходит теплоотдача человеческого организма, из каких составляющих складываются потери тепла?
7. Какова допустимая интенсивность теплового облучения для организма человека?
8. При какой температуре нагрева стенок оборудования и трубопроводов необходима их теплоизоляция?
9. Какими приборами осуществляется контроль параметров микроклимата?
10. Назовите основные способы и средства нормализации микроклимата помещения?

Литература

- СанПиН 9-80 РБ 98. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
- Павлов С.П., Губонина З.И. Охрана труда в приборостроении. – М.: Высш. школа, 1986.

Приложение 1

Порядок работы с психрометром Ассмана

1. С помощью пипетки смочить батист на «влажном» термометре, для чего извлечь психрометр из гнезда. Держа прибор вертикально головкой вверх, осторожно ввести пипетку в обечайку и, нажимая на грушу, довести уровень воды в пипетке до верхнего края или на 0,5-1 см ниже его. Дать батисту напитаться влагой.
2. Завести ключом пружину в аспирационной головке (включить в сеть вентилятор).
3. Через 4-5 минут снять показания сухого и влажного термометров.
4. По психрометрической табл. 2 прил. 1 определить относительную влажность воздуха.

Порядок работы с чашечным (крыльчатým) анемометром

1. Определить число делений n , отсчитываемых индикатором за время 50-100с.
2. Найти число делений, отсчитываемых индикатором за 1 с. $c = n/f$, дел/с.
3. Найти скорость движения воздуха с помощью тарировочного графика $c = f(V)$ – рис. 2.

Нормируемые величины температуры, относительно влажности и скорости движения воздуха
в рабочей зоне производственных помещений

Период работ	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с		
		Оптимальная, воздуха	Допустимая			Оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптимальная	Допустимая	
			Диапазон ниже оптимальных величин, воздуха	Диапазон выше оптимальных величин, воздуха	Поверхностей				Для диапазона темп. возд. ниже оптим. величин, не более	Для диапазона темп. возд. выше оптим. величин, не более
Холодный период года	Легкая –1а	22-24	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	60-40	15-75	0,1	0,1	0,1
	Легкая –1б	21-23	23,1-24,0	19,0-20,9	18,0-25,0	60-40	15-75	0,1	0,1	0,2
	Средней тяжести – 2а	19-21	21,1-23,0	17,0-18,9	16,0-24,0	60-40	15-75	0,2	0,1	0,4
	Средней тяжести – 2б	17-19	19,1-22,0	15,0-16,9	14,0-23,0	60-40	15-75	0,2	0,2	0,3
	Тяжёлая – 3	16-18	18,1-21,0	13,0-15,9	12,0-22,0	60-40	15-75	0,3	0,2	0,4
Теплый период	Легкая –1а	23-25	21,0-22,0	25,1-28,0	20,0-29,0	60-40	15-75	0,1	0,1	0,2
	Легкая –1б	22-24	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	60-40	15-75	0,1	0,1	0,3
	Средней тяжести – 2а	20-22	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	60-40	15-75	0,2	0,1	0,4
	Средней тяжести – 2б	19-21	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	60-40	15-75	0,2	0,2	0,5
	Тяжёлая – 3	18-20	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	60-40	15-75	0,3	0,2	0,5

Психрометрическая таблица для определения относительной влажности воздуха

Показания влажного термомет- ра, t °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, t °C																			
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
10	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	32	29	27	24	21	18	17	
11	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	34	31	28	26	23	21	19	
12	88	82	78	68	63	59	56	53	48	44	42	36	33	30	28	28	25	23	20	
13	88	84	78	73	68	63	59	57	53	50	46	43	38	35	32	30	27	25	22	21
14	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	40	37	34	32	29	27	24	23
15	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	41	39	36	34	31	29	26	25
16	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	43	41	37	35	33	31	28	27
17	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	44	42	39	37	34	32	30	28
18	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	46	44	40	39	36	34	31	30
19	91	85	83	77	74	70	66	63	60	57	54	51	47	45	42	40	37	35	33	31
20	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	48	46	43	41	39	37	34	33
21	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	49	48	44	43	40	38	36	34
22	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	51	49	46	44	41	39	37	36
23	91	87	83	80	76	72	69	66	63	63	61	59	59	52	50	47	45	42	40	38
24	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	51	48	46	43	41	39	38
25	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	53	52	49	47	44	40	39	38
26	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	54	52	50	47	45	44	42	40
27	92	89	82	78	75	72	68	67	64	61	59	58	56	53	51	49	47	45	43?	41
28	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	56	54	52	50	48	46	44	42
29	93	89	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58	57	55	53	51	49	47	45	42
30	93	89	86	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58	55	54	52	50	48	46	44

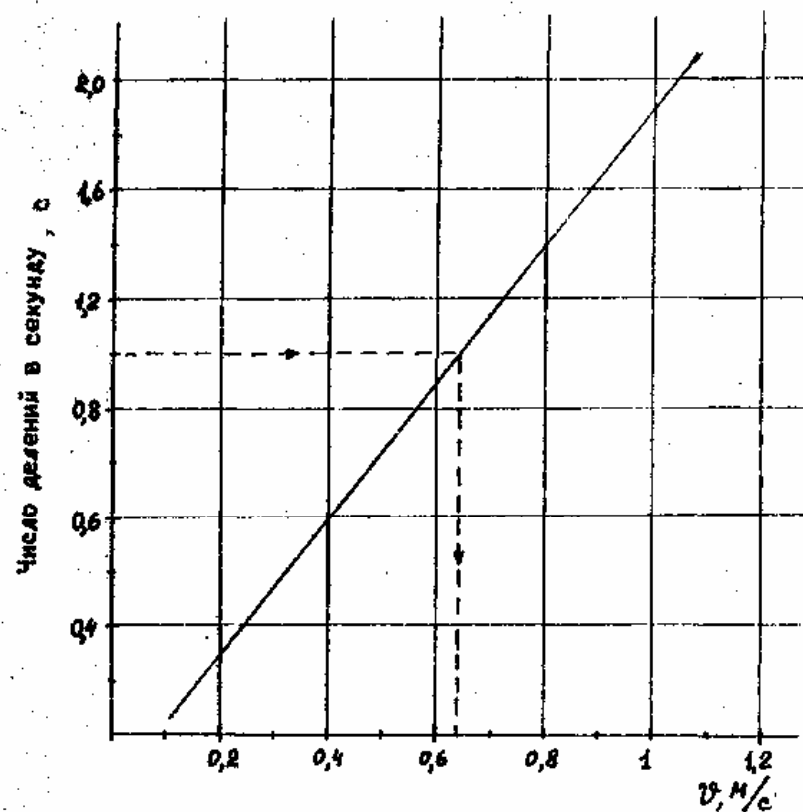


Рис. 2 П.І. График для определения скорости движения воздуха V (м/с) по крыльчатому анемометру

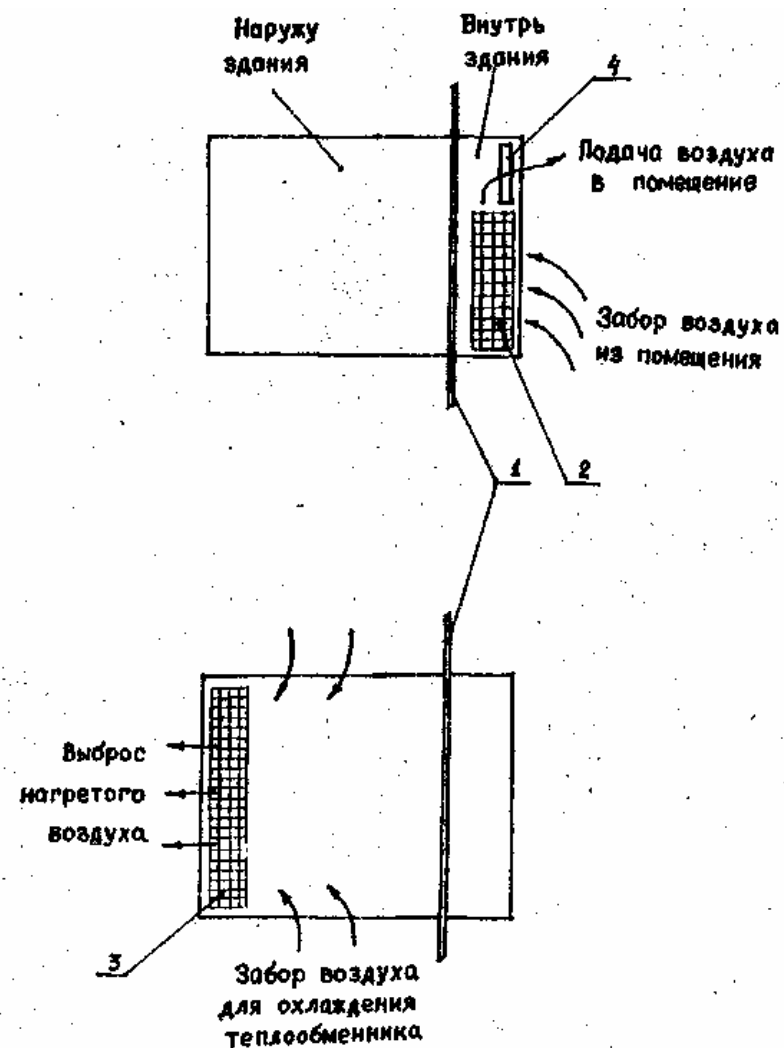


Рис. 3 П.І. Схема работы кондиционера:
1 - оконное остекление; 2 - холодильник;
3 - компенсирующий теплообменник; 4 - фильтр

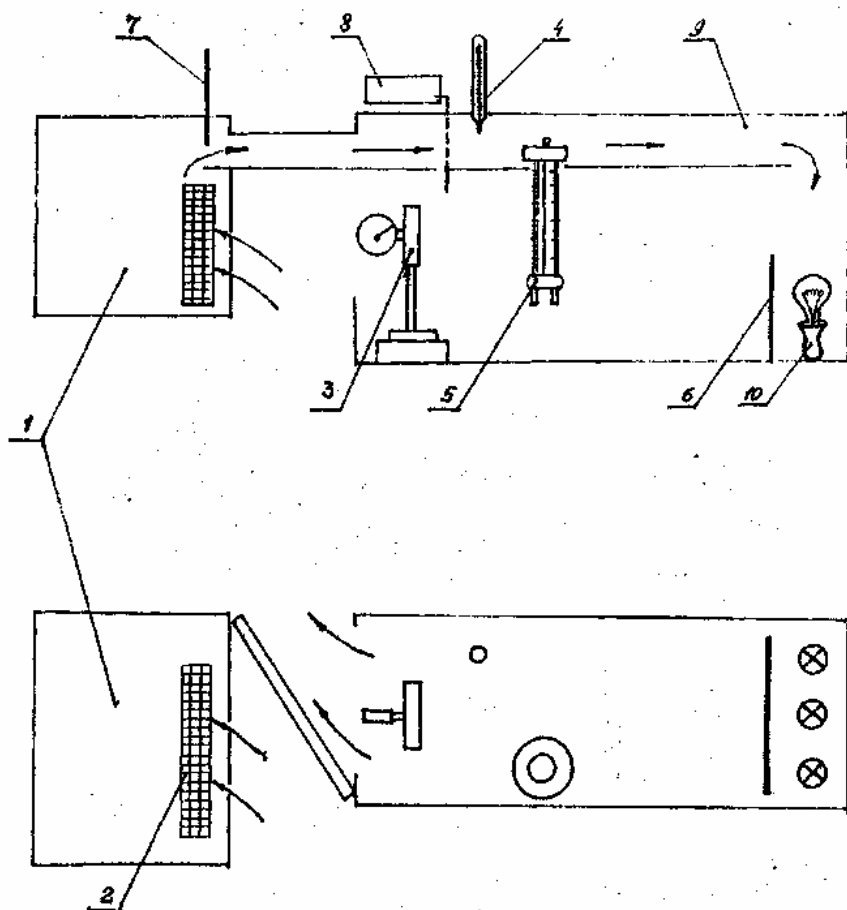


Рис. 4 П. I. Схема экспериментального стенда:

1 - кондиционер; 2 - холодильник кондиционера;
3 - анемометр; 4 - термометр; 5 - психрометр;
6 - экран; 7 - заслонка; 8 - электронный тер-
мометр; 9 - приточный воздуховод; 10 - источник
тепла

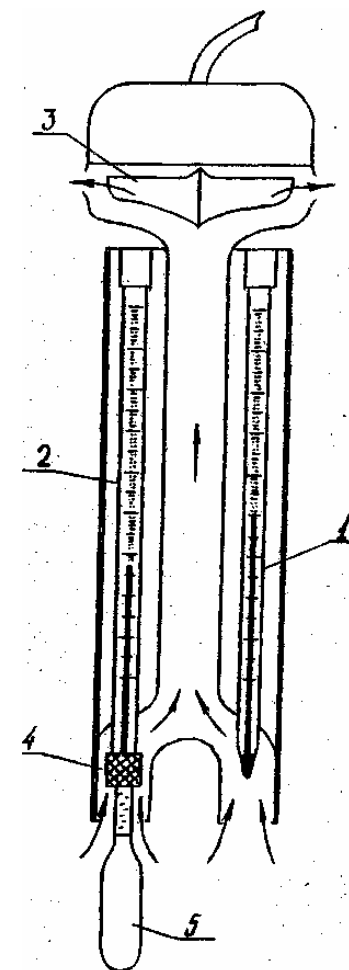


Рис.1 п 1.Схема увлажнения
батиста аспирационного
психрометра:

1-сухой термометр;
2-влажный термометр;
3-система протяжки воздуха;
4-батист;
5-пипетка для увлажнения батиста

