

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Определение скорости потока газа по замерам его динамического давления.

Цель работы: научиться определять скорость газа по замерам его динамического давления.

Теоретическая основа эксперимента

Согласно теореме Бернулли, при установившемся движении газа без учета трения, полное давление, равное сумме статического и динамического (скоростного) давлений, сохраняет свою величину вдоль траектории движения частицы газа:

$$p + \frac{\rho \cdot u^2}{2} = const \quad (1)$$

где p – статическое давление в движущемся потоке газа, Па;

$\frac{\rho \cdot u^2}{2}$ – называется скоростным или динамическим давлением, Па,

здесь ρ – плотность газа, кг/м³;

u – скорость потока газа, м/с.

Если уравнение (1) записать для каких-либо двух различных состояний частицы газа в виде:

$$p_1 + \frac{\rho \cdot u_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho \cdot u_2^2}{2}, \quad (2)$$

где индексами 1 и 2 обозначены эти состояния и преобразовав

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{\rho \cdot u_1^2}{2} - \frac{\rho \cdot u_2^2}{2}, \quad (3)$$

то становится очевидным, что при движении газа увеличение его кинетической энергии $\frac{r \cdot u^2}{2}$ происходит за счет уменьшения потенциальной энергии давления и наоборот.

Свойство неизменности суммы статического и динамического давлений используется для измерения скорости потока газа, принцип которого поясняется с помощью рис.1.

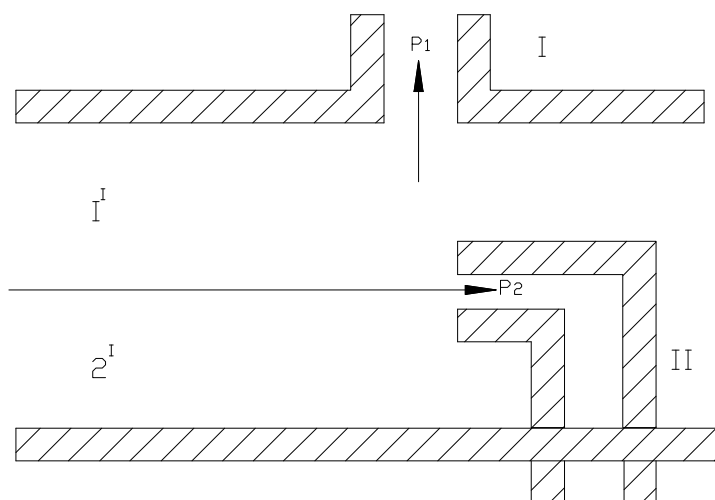


Рисунок 1.

В потоке газа помещаются две трубки, подсоединенные к микроманометру. Плоский открытый конец трубки 1 параллелен потоку газа и вделан заподлицо в стенку трубы, по которой течет газ. Плоский открытый конец трубки 2 – перпендикулярен потоку.

Концы обеих трубок имеют одинаковую координату вдоль потока газа. Кроме того, они находятся на таком расстоянии друг от друга, что возмущения, вносимые в поток трубкой 2, не искажают существенно течение у конца трубки 1.

Выделим малый объем газа и проследим, как изменяются его (газа) параметры при движении вдоль траектории. В некотором положении I состоянием газа I вдали от трубки 2 выполняется соотношение:

$$p_1 + \frac{r_1 \cdot u_1}{2} = const \quad (4)$$

По мере движения частицы газа к открытому концу трубки 2 скорость ее падает, а давление газа возрастает. В тот момент, когда частица газа находится у открытого конца трубки 2 (положение 2 с состоянием 2), скорость частицы равна нулю $u_2 = 0$, а давление при этом определится из уравнения (2),

$$p_2 = p_1 + \frac{r \cdot u_1^2}{2} \quad (5)$$

Величина p_2 , представляет собой полное давление. Трубка 2, измеряющая давление в заторможенном потоке газа, называется трубкой полного напора.

В то же время открытый конец трубки I не чувствует возмущений, вносимых в поток трубкой 2 и сам не возмущает поток – поэтому с помощью трубки I измеряется статическое давление в потоке движущегося газа.

Из уравнения (5) следует, что по измеренной разности полного и статического давления легко определить и скорость потока газа, м/с:

$$u_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot (p_2 - p_1)}{r_1}} \quad (6)$$

Описание установки

Основным элементом экспериментальной установки для измерения скорости потока воздуха является аэродинамическая труба 2 (см.стенд). Аэродинамическая труба представляет собой круглый канал переменного сечения, спрофилированный таким образом, что позволяет получить однородное поле скоростей в его наиболее узкой части. Движение потока воздуха через трубу обеспечивается вентилятором 5, приводимым в действие электродвигателем 3. Скорость вращения двигателя регулируется с помощью лабораторного автотрансформатора 4 (ЛАТР), тем самым, давая возможность изменять скорость потока воздуха в трубе. Измерение скорости потока воздуха обеспечивается с помощью трубок а и в, подключенных к чашечному микроманометру I. Чашечный микроманометр измеряет разность полного и статического давления.

Выполнение работы

Установить ползунок автотрансформатора 4 на нулевое положение против часовой стрелки. Включить ЛАТР в сеть и установить вращением ползунка по часовой стрелке первое из указанных перед началом работы значений напряжения на электродвигателе. После выхода двигателя на установившейся режим (определяемый по прекращению подъема столбика жидкости в трубке микроманометра) записываются показания микроманометра.

Плавное вращение ползунка автотрансформатора, установить новый режим вращения двигателя и повторить измерения. Подобным образом повторить замеры на всех режимах. Полученные результаты заносятся в таблицу 1. Один раз во время проведения эксперимента определяются давление и температура воздуха в помещении, необходимые для обработки результатов. Давление определяют по показаниям барометра-анероида, установленного на стенке в помещении лаборатории.

Обработка результатов измерений

Скорость потока газа в трубе определяется по формуле (6), в нее входит разность полного и статического давлений, вычисляемая по показаниям микроманометра из выражения, Па:

$$p_2 - p_1 = r_{жс} \cdot g \cdot l \cdot k \quad (7)$$

где $r_{жс}$ — плотность заполняющей микроманометр жидкости, кг/м^3 (см.табличку на микроманометре $r_{\text{воды}} = 1000 \text{кг/м}^3$);

$g = 9,8 \text{м/с}^2$ — ускорение силы тяжести;

l — длина столбика жидкости в трубке микроманометра в метрах.

— $k = \sin \alpha = \begin{cases} 0.2 \\ 0.4 \\ 0.6 \\ 0.8 \end{cases}$ коэффициент, указанный на дуге прибора, устанавливающий связь между высотой столба жидкости и его длиной в зависимости от угла наклона α трубки к

горизонту;

Плотность воздуха ρ вычисляется из уравнения состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).

$$\rho = \frac{M \cdot P}{R_m \cdot T} \quad (8)$$

Здесь $M = 28,96$ кг/кмоль — молекулярный вес воздуха;

P — давление воздуха в помещении, Па, пересчитывается из показаний барометра-анероида с помощью соотношения $1 \cdot 10^5$ Па = 760 мм.рт.ст.

R_m — универсальная газовая постоянная;

$T = 273,5 + t$ — абсолютная температура воздуха в помещении.

Подставив значения (7), (в) в формулу (6) получаем окончательное выражение для вычисления скорости потока воздуха в трубе, м/с:

$$u = \sqrt{\frac{2 \cdot r_{ж} \cdot g \cdot l \cdot k \cdot R_m \cdot T}{M \cdot P}} \quad (9)$$

По результатам вычислений построить график зависимости скорости потока воздуха в аэродинамической трубе от напряжения на электродвигателе вентилятора. Подробный пример расчета для одного из режимов должен быть приведен в отчете.

Таблица 1

Напряжение на электродвигателе, U, В	Длина столбика жидкости в микроманометре, l, м	Скорость воздуха, v, м/с
1	2	3

Лабораторная работа № 2

Методы измерения температуры

Цель работы – закрепление знаний по разделу «Термодинамические параметры системы». Ознакомление с методами и приборами измерения температуры.

Теоретическая основа эксперимента. Понятие температуры.

Согласно молекулярно – кинетической теории все тела состоят из молекул, находящихся в беспорядочном тепловом движении. Нагревание усиливает беспорядочное движение молекул, увеличивает внутреннюю энергию тела, которая складывается из кинетической энергии движения молекул и их взаимной потенциальной энергии.

Температура есть мера интенсивности теплового движения молекул, мера нагретости тела: ее численная величина однозначно связана с величиной средней кинетической энергии молекул вещества. Для идеального газа при неслишком низких температурах эта зависимость известна в виде:

$$T = \frac{2}{3k} \cdot \frac{mJ^2}{2} \quad (1)$$

где T– абсолютная температура:

$\frac{mJ^2}{2}$ – средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул;

k – постоянная Больцмана.

Для реальных газов, жидкостей и твердых тел зависимость между температурой и внутренней энергией значительно более сложная.

Температура – статическая величина. Ее измерение имеет смысл только в телах, состоящих из огромного числа молекул. Определение тем-

пературы одной молекулы бессмысленно, т.к. кинетическая энергия отдельных молекул тела может значительно отличаться от его средней кинетической энергии.

Практически измерить кинетическую энергию составляющих тело молекул невозможно и нельзя создать прибор для измерения температуры, конструкция которого логически бы вытекала из определения температуры. Поэтому для измерения температуры используют различные косвенные методы. Во всех этих методах используют изменение каких – либо свойств вещества, изменяющихся с температурой и по величине изменения этих свойств судят об изменении температуры.

Свойства веществ, которые можно использовать для измерения температуры, называют термометрическими. К ним относят объем, плотность, длина, электрическое сопротивление, термоэлектродвижущая сила и т.д.

Температура представляет собой величину переменного уровня. Это значит, что при ее изменении происходит последовательное изменение уровня теплового состояния вещества. Поэтому при определении температуры необходимо знать непрерывный ряд значений термометрического свойства вещества, т.е. надо иметь температурную шкалу.

Для построения температурной шкалы выбирают две опорные точки, называемые реперами. В качестве репер t_1 и t_2 обычно выбирают температуры фазового равновесия однокомпонентных систем, т.к. эти температуры могут быть легко воспроизведены. Температурам t_1 и t_2 приписывают произвольные числовые значения.

Расстояния между реперами $t_2 - t_1$ носит название основного температурного интервала. Его разбивают на N частей. $\frac{1}{N}$ часть основного интервала была названа градусом, который таким образом, равен $\frac{t_2 - t_1}{N}$.

В настоящее время принята Международная практическая шкала температур (МШТ). В качестве реперных точек этой шкалы используют температуры затвердения и кипения некоторых чистых веществ при нормальном атмосферном давлении (за исключением тройной точки воды). Значения реперных точек, выраженные в градусах Цельсия $^{\circ}\text{C}$, приведены ниже:

точка кипения кислорода $-182,97^{\circ}\text{C}$

тройная точка воды (основная реперная точка) $0,01^{\circ}\text{C}$

точка кипения воды 100°C

точка кипения серы $444,6^{\circ}\text{C}$

точка затвердения серебра $960,8^{\circ}\text{C}$

точка затвердения золота $1063,0^{\circ}\text{C}$.

В термодинамике используется термодинамическая шкала температур – шкала Кельвина. Размер градуса в ней тот же, что и в МШТ. Соотношение числовых значений температур в абсолютной термодинамической шкале определяется по формуле:

$$T = t + 273,15 \text{ К} \quad (2)$$

Экспериментальное измерение температуры. Описание экспериментальной установки.

Установка для измерения температуры нагреваемой воды с помощью ртутного термометра, термопары, термометра сопротивления изображена на стенде. Резервуар 1 с водой помещен на электроплитку 2. Резервуар закрыт крышкой, в которой закреплены ртутный термометр 3, хромель – копелевая термопара ХКТ в техническом исполнении 4 и медный термометр сопротивления 5 также в техническом исполнении. Чувствительные элементы всех измерительных устройств находятся вблизи друг от друга в объеме жидкости с одинаковой температурой. Кроме того, они погружены в воду на значительную глубину для уменьшения утечки тепла от чувствительных элементов по защитному корпусу датчиков.

Термопара подключена к автоматическому показывающему электронному потенциометру с вращающимся циферблатом – ЭПВ 2-0,1. шкала прибора проградуирована в диапазоне от -50 до 100°C именно для хромель – копелевой термопары.

Медный термометр сопротивления подключен к электронному показывающему уравновешенному мосту с вращающимся циферблатом ЭВМ 2– 201. шкала прибора в диапазоне от 0 до 150°C , причем его градуировка ГР 23 требует подключения к нему медного термометра сопротивления, сопротивление которого при 0°C равно 53 ом.

Конструктивно приборы ЭПВ 2– 01 и ЭВМ 2– 201 выполнены одинаково, поэтому для их отличия на корпусах сделаны соответственно надписи «Термопара», «Термометр сопротивления».

Проведение эксперимента.

Приборы включить только после разрешения преподавателя!

Включить в сеть приборы ЭПВ 2– 01 и ЭВМ 2– 201 с помощью общей вилки. Выждать 3 – 4 минуты, пока они прогреются. Во время прогрева, шкалы приборов сначала совершают переход из одного крайнего положения в другое, затем несколько колебаний около некоторого положения и останавливаются. В момент остановки они показывают температуру, которую имеют чувствительные элементы. После остановки шкалы приборов готовы к работе.

Включить электроплитку в сеть. Вода в резервуаре начинает медленно нагреваться.

Начиная с момента включения, производить через каждые 3 мин. одновременно отсчеты температур t_1 по ртутному термометру, t_2 по прибору «Термопара» и t_3 – по прибору «Термометр сопротивления». Данные занести в таблицу 1.

Измерения производить до тех пор, пока температура воды, показываемая ртутным термометром, не достигнет значения, указанного преподавателем перед началом работы. После этого электроплитку отключить, а затем запись показаний приборов продолжить в том же порядке и при охлаждении воды.

После окончания работы отключить все приборы и привести в порядок рабочее место.

Обработка результатов.

По данным эксперимента построить три зависимости температуры воды, измеряемой ртутным термометром t_1 , термопарой t_2 и термометром сопротивления t_3 от времени τ (мин.). Все три зависимости построить на одном рисунке.

Сравнить полученные результаты и попытаться объяснить их. Например, таким образом. Термометр сопротивления обладает значительной тепловой инерцией, поэтому при нагреве воды его показания отстают от показаний ртутного термометра и термопары, а при охлаждении – превышают их.

По результатам работы сделать выводы.

Таблица 1

Время τ , мин.	Показания ртутного термометра $t_1, ^\circ\text{C}$	Показания термопары $t_2, ^\circ\text{C}$	Показания термометра сопротивления $t_3, ^\circ\text{C}$
1	2	3	4

Лабораторная работа № 3.

Определение показателя адиабаты воздуха.

Цель работы – экспериментальное определение показателя адиабаты воздуха. Закрепление раздела «Процессы идеального газа».

Теоретическая основа

Процесс изменения состояния идеального газа, протекающий без ввода и отвода тепла, т.е. при отсутствии теплообмена газа с окружающей средой, называется адиабатным.

При адиабатном процессе параметры газа изменяются таким образом, что произведение давления на удельный объем в степени K :

$$pJ^K = const \quad (1)$$

остается постоянной величиной. Здесь K называется показателем адиабаты системы, является ее физическим параметром и выражает отношение теплоемкости при постоянном давлении C_p и постоянном объеме C_J

$$K = \frac{C_p}{C_J} \quad (2)$$

Для идеального газа величина K является постоянной. Она зависит только от количества атомов в молекуле газа: одноатомный газ $K= 1,66$; двухатомный– $K= 1,4$; трехатомный $K= 1,33$.

Из уравнения (1) следует, что в адиабатическом процессе между параметрами газа в начале и в конце процесса выполняются соотношения:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{J_2}{J_1} \right)^\kappa \quad (3)$$

$$\text{или } \frac{J_2}{J_1} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \quad (4)$$

Используя уравнение состояния идеального газа

$$pJ = \frac{R_m}{m} T, \quad (5)$$

соотношение (3) можно привести к виду:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{J_2}{J_1} \right)^{\kappa-1}, \quad (6)$$

$$\text{или } \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = \frac{T_1}{T_2} \quad (7)$$

Здесь p_1, J_1, T_1 – давление, удельный объем и температура газа в начале, а p_2, J_2, T_2 – те же параметры газа в конце адиабатического процесса.

Адиабатический процесс протекает при хорошей тепловой изоляции системы от окружающей среды или при большой скорости процесса, когда теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

Порядок выполнения работы.

Экспериментальная установка для определения показателя адиабаты воздуха изображена на стенде. Она состоит из сосуда 1 с системой кранов, насоса 2 и U-образного манометра 3.

При закрытой пробке В в сосуде 1 с помощью насоса 2 создается давление 180 – 200 мм.вод.ст. (отсчитывают по U-образному манометру,

заполненному подкрашенной водой). После этого наблюдают по манометру постоянство его показаний, что будет свидетельствовать о наступлении теплового равновесия воздуха в сосуде с окружающей средой. Процесс установления равновесия продолжается примерно 4 минуты. Достигнутое равновесие (первое), состояние воздуха в сосуде характеризуется параметрами p_1 и T_1 .

$$p_1 = p_0 + h_1, \text{ мм.вод.ст. (8)}$$

где p_0 – атмосферное давление;

h_1 – давление, отсчитываемое по манометру;

T_1 – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

Быстро открыв пробку В, выпускают воздух из сосуда до тех пор, пока давление в нем не станет равным атмосферному, что соответствует показанию «0» на U–образном манометре. Это (второе) состояние воздуха характеризуется параметрами p_2 и T_2 , где $p_2 = p_0$, а $T_2 < T_1$. Ввиду кратковременности процесс перехода воздуха в сосуде из первого состояния во второе можно считать адиабатическим.

Сразу после выравнивания давления в сосуде с атмосферным давлением пробку В следует закрыть. После этого наступает процесс установления теплового равновесия между воздухом в сосуде и окружающей средой. Оно характеризуется нагревом воздуха в сосуде от температуры T_2 до температуры окружающей среды T_1 . Этот процесс изохорический и сопровождается повышением давления. Окончание процесса фиксируется по прекращению изменения показаний U–образного манометра. Наступившее равновесное состояние (третье) характеризуется давлением:

$$p_3 = p_0 + h_3 \text{ (9)}$$

где h_3 – показание манометра и температуры ($T_3 = T_1$)

Таким образом, завершив измерения, получаем значения h_1 и h_3 , которые заносятся в таблицу.

Обработка результатов измерений.

Запишем уравнение (7) для процесса 1–2 выпуска воздуха из сосуда:

$$\left(\frac{p_0 + h_1}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \frac{T_1}{T_2} \quad (10)$$

Полученное соотношение приведем к виду:

$$\left(1 + \frac{h_1}{p_0} \right)^{k-1} = \left(1 + \frac{T_1 - T_2}{T_2} \right)^k \quad (11)$$

Поскольку $\frac{h_1}{p_0}$, $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ – величины малые по сравнению с единицей, разложив обе скобки в ряд, ограничившись лишь слагаемыми 1-го порядка малости:

$$1 + (k-1) \frac{h_1}{p_0} = 1 + k \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad (12)$$

или

$$p_0 \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{k-1}{k} h_1 \quad (13)$$

Переход от второго равновесного состояния к третьему осуществляется при постоянном объеме ($V = \text{const}$). Для этого процесса имеем:

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_1}{T_2}, \text{ т.к. } T_3 = T_1 \quad (14)$$

С учетом (9) и $p_2 = p_0$ получим:

$$\frac{p_0 + h_3}{p_0} = \frac{T_1}{T_2} \quad (15)$$

откуда следует, что

$$h_3 = p_0 \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad (16)$$

Объединив (13) и (16), в итоге получим:

$$h_3 = \frac{k-1}{k} h_1 \quad (17)$$

откуда и рассчитываем показатель адиабаты воздуха:

$$k = \frac{h_1}{h_1 - h_3} \quad (18)$$

Результаты расчета по формуле (18) занести в таблицу 1. Построить процессы изменения состояния воздуха в данном опыте в координатах $p - J, T - S$.

Таблица 1

№№	h_1 , ММ.ВОД.СТ.	h_3 , ММ.ВОД.СТ.	k
1			
2			
3			

Лабораторная работа № 4

Определение параметров влажного воздуха

Цель работы: закрепление знаний по разделу «Влажный воздух». Ознакомление с методами исследования свойств влажного воздуха.

С влажным воздухом – смесью сухого и водяного пара, приходится иметь дело в ряде теплотехнических процессов. Среди них наиболее важными являются процессы кондиционирования воздуха и процессы сушки различных материалов с использованием влажного воздуха в качестве теплоносителя. Расчет этих процессов требует знания свойств влажного воздуха.

Параметры влажного воздуха

Атмосферный воздух всегда содержит некоторое количество влаги, т.е. представляет собой смесь сухого воздуха и водяного пара.

Смесь сухого воздуха и водяного пара называют влажным воздухом.

В расчетах влажного воздуха применяют формулы, выведенные для идеальных газов, потому что процессы, происходящие с влажным воздухом в большинстве случаев происходят при давлениях, близких к атмосферному. При таких состояниях и воздух, и водяной пар подходят под определение идеального газа.

Водяной пар в воздухе может быть насыщенным или перегретым. Состояние пара определяется величиной его парциального давления p_n . Если обозначить p_v – парциальное давление воздуха, то по закону Дальтона давление влажного воздуха равно:

$$p = p_n + p_v \quad (1)$$

Если влажный воздух постепенно охладить, то в зависимости от содержания в нем водяного пара при достижении определенной температуры начинается конденсация водяного пара выпадение влаги. Температура, при которой происходит конденсация водяных паров, содержащихся в воздухе, называется точкой росы или температурой насыщения $t_{\text{н}}$.

При определении состояния влажного воздуха кроме давления и температуры, используются следующие параметры:

– *абсолютная влажность* воздуха характеризуется массой водяного пара, содержащегося в 1 м^3 воздуха, или это есть не что иное как плотность пара $\rho_{\text{п}}$.

– *относительная влажность* воздуха выражается отношением абсолютной влажности воздуха к его максимально возможной абсолютной влажности ρ_{max} при некотором давлении и температуре смеси:

$$j = \frac{r_n}{r_{\text{max}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

Иначе можно сказать, что относительная влажность воздуха есть отношение массы водяного пара в 1 м^3 влажного воздуха к массе водяного пара, необходимой для полного его насыщения при этих условиях.

Если температура влажного воздуха меньше или равна температуре насыщенного водяного пара при давлении всей смеси, то ρ_{max} равна плотности насыщенного водяного пара при температуре смеси и значение ее определяется по таблицам насыщенного водяного пара.

– *влажностью* называется отношение массы влаги (пара) во влажном воздухе к массе сухого воздуха в нем:

$$d = \frac{M_n}{M_{\text{в}}} = \frac{r_n}{r_{\text{в}}} \quad (3)$$

Величина влагосодержания измеряется в г/кг (в граммах влаги на 1 кг сухого воздуха, содержащегося во влажном воздухе).

– *энтальпия* влажного воздуха I – определяется как сумма энтальпий сухого воздуха и водяного пара. Энтальпия влажного воздуха, относят к $(1+d \cdot 10^{-3})$ кг влажного воздуха.

$$I = i_v + i_n \cdot d \cdot 10^{-3}, \text{Дж/кг (4)}$$

Диаграмма I – d влажного воздуха

Параметры влажного воздуха (температура, относительная влажность, энтальпия, влагосодержание, парциальное давление пара и температура насыщения) легко определяются с помощью I – d диаграммы, предложенной профессором Л.К.Рамзиным.

I – d диаграмма построена в косоугольных координатах с углом между ними 135° . По оси ординат отложена энтальпия влажного воздуха на 1кг содержащегося в нем сухого воздуха, по оси абсцисс – влагосодержание влажного воздуха на 1кг сухого воздуха. Для удобства пользования, значения d нанесены на горизонталь.

На диаграмме нанесены линии $t_c = \text{const}$, $t_m = \text{const}$, $I = \text{const}$, $\varphi = \text{const}$, а так же представлены в графической форме зависимость парциального давления водяного пара в воздухе от его влагосодержания, причем значения парциального давления p_n в мм.рт.ст. приведены справа внизу по оси ординат.

Под температурой мокрого термометра t_m понимают температуру, показываемую термометром, шарик которого обернут влажной тканью, если тепло, необходимое для испарения влаги, берется только из окружающего воздуха. Вследствие охлаждения при испарении влаги мокрый термометр показывает температуру ниже температуры сухого термометра.

Диаграмма I – d построена для давления влажного воздуха 745 мм.рт.ст., что примерно соответствует среднегодовому барометрическому давления с достаточной для практических целей точностью. Указанной диаграммой можно пользоваться, когда процессы с влажным воздухом происходят при атмосферном давлении. I – d диаграмма дает возможность по двум каким-либо параметрам влажного воздуха определить все остальные.

Исходными данными для определения параметров состояния влажного воздуха служат показания сухого и влажного термометров аспирационного психрометра.

Назначение аспирационного психрометра.

Психрометр аспирационный предназначен для определения параметров влажного воздуха в стационарных и походных условиях.

Принцип действия психрометра основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха.

Прибор работает следующим образом: Вращением вентилятора в прибор всасывается воздух, который, обтекая резервуары термометров, проходит по воздухопроводной трубке к вентилятору и выбрасывается им наружу через прорези в аспирационной головке. Благодаря протеканию воздуха вокруг ртутного резервуара термометров сухой термометр показывает температуру этого потока, а показания смоченного термометра меньше, т.к. он охлаждается вследствие испарения воды с поверхности батиста, облегающего его резервуар.

Порядок наблюдений по аспирационному психрометру следующий: за 5 минут до начала наблюдений смачивают батист на резервуаре правого термометра. Для этого берут резиновый баллон с пипеткой, заранее заполненный чистой водой, и легким нажимом доводят воду в пипетке не ближе, чем на 1 см до края и удерживают ее на этом уровне с помощью зажима. После этого пипетку вводят до отказа во внутреннюю трубку защиты 1 и смачивают батист на резервуаре термометра. Выждав некоторое время, не вынимая пипетки из трубы, зажимают зажим, вбирая лишнюю воду в баллон, после чего пипетку вынимают. Заводят вентилятор почти до отказа, но осторожно, чтобы не сорвать пружину.

Отсчет по термометрам проводится через 4 мин. после пуска вентилятора.

Психрометром можно пользоваться при отрицательных температурах не ниже -10°C , но при этом необходимо каждый раз отмечать состояние батиста: была ли на нем переохлажденная вода или лед.

Определение параметров влажного воздуха по показаниям аспирационного психрометра.

Как уже было указано ранее, с помощью $I - d$ диаграммы влажного воздуха можно определить по двум известным параметрам все остальные. Эти два известных параметра используются для нахождения точки на диаграмме, которой изображается данное состояние влажного воздуха.

Психрометр показывает значение температур мокрого t_m и сухого t_c термометров и искомая точка на диаграмме является точкой пересечения соответствующих прямых $t_c = \text{const}$ и $t_m = \text{const}$.

Значения температур сухого термометра для каждой прямой $t_c = \text{const}$ указаны в левой части диаграммы.

Значения температур мокрого термометра, соответствующих прямым $t_m = \text{const}$, указаны в точках пересечения этих прямых с линией насыщенного воздуха $\phi = 100\%$.

После того, как нашли точку на диаграмме, находим остальные параметры влажного воздуха в этом состоянии.

Влагосодержание d определим, проектируя полученную точку вертикально вниз до пересечения с горизонтальной осью влагосодержания.

Энтальпию влажного воздуха U находим, проектируя исходную точку влево вверх под углом 45° параллельно линиям $U = \text{const}$ до пересечения с осью энтальпий.

Относительная влажность рассчитывается интерполяцией между двумя соседними кривыми $\phi = 100\%$.

Температура точки росы определяется в результате проектирования исходной точки вертикально вниз до пересечения с кривой насыщенного воздуха $\phi = 100\%$.

Продолжая вертикаль до пересечения с кривой «Парциальное давление пара», можно найти его величину, отсчитывая значения по оси парциального давления пара, нанесенной в правой нижней части диаграммы.

Порядок выполнения работы.

С помощью аспирационного психрометра измеряются температуры влажного и сухого термометров в помещениях, указанных преподавателем. Полученные значения заносятся в таблицу 1. с помощью диаграммы У–d влажного воздуха по этим данным устанавливаются относительные его параметры и заносятся в таблицу 1.

Таблица 1.

Место измерений	Тем-ра сухого термом. t_c	Тем-ра мокрого терм. t_m	Точка росы t_m	Влаго-содержание d	Энтальпия I	Относит. влаж-ность φ	Парциальное давление p_p
	С	С	С	г/кг	кДж/кг	%	кПа