



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

Цель работы – рассчитать количество влаги, содержащееся во влажном воздухе, при заданных параметрах: температуре, давлении и влажности; исследовать влияние температуры (давления) на влагосодержание влажного воздуха.

Задание к работе:

- 1) набрать текст программы (файл R1.FOR);
- 2) отредактировать программу и создать исполняемый файл R1.EXE;
- 3) просчитать программу согласно исходным данным (файл R1.REZ);
- 4) оформить отчет.

1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Влажный воздух – это смесь сухого воздуха и водяного пара. При этом под сухим воздухом понимается смесь газов следующего состава: азот – 78,13 %, кислород – 20,9 %, инертные газы (аргон, гелий и т.п.) – 0,94 %, углекислота – 0,03 %. Мерой влажности воздуха является количество водяного пара, приходящееся на единицу сухого воздуха. При этом возможны несколько вариантов представления влажности воздуха.

Абсолютная влажность e – масса водяного пара, содержащаяся в 1 м^3 влажного воздуха. Имеет размерность плотности $[\text{кг}/\text{м}^3]$.

Относительная влажность φ – характеристика степени увлажнения воздуха, показывающая фактическое содержание водяного пара в процентах по отношению к состоянию насыщения при заданной температуре. В случае $\varphi = 100 \%$ в воздухе содержится предельное количество влаги в парообразном состоянии (насыщенное состояние). Дальнейшее увеличение абсолютной влажности приводит к конденсации избытка влаги. В случае $\varphi < 100 \%$ влажный воздух называется ненасыщенным, а водяные пары находятся в перегретом состоянии.

Влагосодержание d – масса водяного пара, приходящаяся на 1 кг сухого воздуха. Разновидность абсолютной влажности с размерностью $[\text{кг}/\text{кг с.в.}]$, более удобной для инженерных расчетов. Вычисляется по формуле:

$$d = 623 \frac{\varphi P_{\text{н}}}{P - \varphi P_{\text{н}}},$$

где P – абсолютное давление влажного воздуха, $[\text{кПа}]$; $P_{\text{н}}$ – парциальное давление водяного пара в состоянии насыщения, которое зависит от температуры воздуха и может быть рассчитано по формулам $[\text{кПа}]$:

$$P_{\text{н}} = 0,611 \cdot 10^{\left[\frac{7,5t}{t + 237,3} \right]}, \text{ если } t > 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$P_H = 0,611 \cdot 10^3 \left[\frac{9,02t}{t + 253} \right], \text{ если } t < 0 \text{ C}^\circ.$$

1.1.2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В настоящей работе производится расчет влагосодержания влажного воздуха d при некотором значении абсолютного давления P и относительной влажности φ , в заданном интервале температуры t . В заключение работы строится график зависимости $d = f(t)$.

1.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1.2.1. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа расчета влагосодержания влажного воздуха состоит из трех основных частей: головной (управляющей) программы и двух подпрограмм (DA,UID), предназначенных для ввода исходных данных и собственно расчета влагосодержания.

Головная программа. Предназначена для управления процессами ввода и вывода данных, а также для задания алгоритма расчета влагосодержания в интересующем диапазоне параметров воздуха.

SUBROUTINE DA(P,T,FI,D,PH). Предназначена для расчета влагосодержания воздуха при конкретных значениях параметров воздуха, задаваемых через заголовок подпрограммы.

SUBROUTINE UID(IO). Предназначена для ввода и повторного задания исходных данных к программе. Под исходными данными подразумеваются интервалы параметров воздуха, в пределах которых необходимо вычислить значения влагосодержания.

1.2.2. ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

В целях унификации ввода исходных данных в настоящей и всех последующих лабораторных работах используется стандартная подпрограмма уточнения исходных данных – UID. Подробное описание ее работы приведено один раз в настоящем подразделе. В других лабораторных работах описываются только вводимые параметры и формат их задания.

При обращении к подпрограмме уточнения исходных данных (UID) она первоначально выводит на дисплей следующую справочную информацию о своей работе:



ПРОГРАММА УТОЧНЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ UID:
ПРОГРАММА ЗАПРАШИВАЕТ УПРАВЛЯЮЩИЙ СЧЕТЧИК IO, ОБОЗНАЧАЮЩИЙ:

- 0 – ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ;
- 1 – ВЫПОЛНИТЬ РАСЧЕТ;
- 2 – СМЕНИТЬ ПАРАМЕТРЫ.

В последующем подпрограмма UID последовательно выполняет две операции: выдает на экран текущие значения исходных данных и запрашивает значение счетчика IO, для того чтобы знать что дальше делать. В случаях, когда счетчик IO равен нулю или единице, происходит либо выход из программы, либо ее запуск с текущими значениями исходных данных. В случае IO = 2 производится замена исходных данных с повторной их выдачей на экран для контроля правильности.

В программе расчета влагосодержания выдается следующая информация об используемых исходных данных:

T0,С	Т0,С	N	FN,%	P, кПа
-50.0	50.0	100	100.	101.3

где T0, Т0 – начальное и конечное значения температур, в интервале между которыми рассчитываются значения влагосодержания; N – число шагов разбиения всего интервала; FN – относительная влажность воздуха, [%]; P – абсолютное давление воздуха, [кПа].

В режиме замены исходных данных подпрограмма UID ставит курсор в начало второй строки. Замена исходных данных производится путем набора в старых позициях новых численных значений параметров. Ввод цифр необходимо производить с использованием основной клавиатуры и клавиши пробела. После окончания набора строки нажимается клавиша Enter.

1.2.3. ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Вывод результатов расчета выполнен в программе двумя способами. Во-первых, непосредственно на экран для контроля работы программы. Во-вторых, в специальный файл результатов R1.REZ, который создается автоматически. После окончания работы с программой в этом файле можно будет просмотреть все просчитанные варианты в хронологическом порядке. Для сохранения файла результатов необходимо сменить ему имя, так как при повторном запуске программа R1.EXE будет заносить новые значения влагосодержания на те, что хранятся в файле R1.REZ.

Вывод результатов в других лабораторных работах производится аналогично. Поэтому необходимо также следить за сохранением файла результатов. Отличия от работы к работе состоят только в количестве выводимой информации и формате ее вывода. Вся эта информация задается в специальной подпрограмме SUBROUTINE PR, которая вводится для удобства начиная с третьей работы.



1.3. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ (ФАЙЛ R1.FOR)

```
C РАСЧЕТ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ R1.FOR
BLOCK DATA
COMMON/DAN/T0,TO,N,FN,P
DATA T0,TO,N,FN,P/-50.,50.,100,100.,101.325/
END
COMMON/DAN/T0,TO,N,FN,P
OPEN(50,FILE='R1.REZ')
10 CALL UID(IO)
IF(IO.EQ.0) GOTO 11
DT=(TO-T0)/N
WRITE(50,6) P
NK=N+1
DO 1 I=1,NK
T=T0+DT*(I-1)
CALL DA(P,T,FI,D,PH)
PRINT 5,T,FI,D,PH
WRITE(50,5) T,FI,D,PH
1 CONTINUE
GOTO 10
11 CONTINUE
5 FORMAT(' T=',F5.0,' FI=',F5.0,' D=',F10.5,' PH=',F10.5)
6 FORMAT(' R1 : P=',F6.2,' КПА. ')
STOP
END
SUBROUTINE DA(P,T,FI,D,PH)
IF(T.GE.0.) PH=0.611*EXP(2.30259*7.5*T/(237.3+T))
IF(T.LT.0.) PH=0.611*EXP(2.30259*9.02*T/(253.+T))
PH1=PH*FI/100.
D=622.*PH1/(P-PH1)
RETURN
END
SUBROUTINE UID(IO)
COMMON/DAN/T0,TO,N,FN,P
PRINT 1
PRINT 2,T0,TO,N,FN,P
PRINT 3
READ 4,IO
IF(IO.EQ.0) GOTO 100
IF(IO.EQ.1) GOTO 100
PRINT 6,T0,TO,N,FN,P
READ 8,T0,TO,N,FN,P
99 CONTINUE
100 CONTINUE
C ФОРМАТНЫЙ БЛОК
1 FORMAT(1X,60(1H-),1H./
```



```
*' ПРОГРАММА УТОЧНЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ UID :/'
*' ПРОГРАММА ЗАПРАШИВАЕТ УПРАВЛЯЮЩИЙ СЧЕТЧИК IO,
ОБОЗНАЧАЮЩИЙ: :/'
*' 0 - ВЫХОД ИЗ ПРОГРАММЫ; :/'
*' 1 - ВЫПОЛНИТЬ РАСЧЕТ; :/'
*' 2 - СМЕНИТЬ ПАРАМЕТРЫ. :/'
* 1X,60(1H-),1H:)
2 FORMAT(1X,61(1H*)/
*' ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ '/'
*' T0,C TO,C N FN,% P,кПа '/'
* 1X,F5.1,F5.1,I4,F5.0,F6.1/
* 1X,61(1H*))
3 FORMAT('/ ВВЕДИТЕ ЖЕЛАЕМОЕ ЗНАЧЕНИЕ IO = '$)
4 FORMAT(I2)
6 FORMAT(
*' ВВЕДИТЕ НОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ '//
*' T0,C TO,C N FN,% P,кПа '/'
* 1X,F5.1,F5.1,I4,F5.0,F6.1/1H+$)
7 FORMAT(1H+', '$)
8 FORMAT(F5.1,F5.1,I4,F5.0,F6.1)
RETURN
END
```



1.4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Но- мер вари- анта	$T_0,$ $^{\circ}\text{C}$	$T_1,$ $^{\circ}\text{C}$	N	FN, %	P, кПа
1	-50	50	100	100	100
2	-50	50	100	80	100
3	-50	50	100	60	100
4	-50	50	100	40	100
5	-50	50	100	100	200
6	-50	50	100	80	200
7	-50	50	100	60	200
8	-50	50	100	40	200
9	-50	50	100	100	300
10	-50	50	100	80	300
11	-50	50	100	60	300
12	-50	50	100	40	300
13	-50	50	100	100	400
14	-50	50	100	80	400
15	-50	50	100	60	400
16	-50	50	100	40	400
17	-50	50	100	100	500
18	-50	50	100	80	500
19	-50	50	100	60	500
20	-50	50	100	40	500