

В данном разделе мы рассказываем о составе и свойствах воздуха, рассматриваем процессы образования конденсата в пневмосистеме, приводим классы подготовки сжатого воздуха. Понимание термодинамических процессов, возникающих при сжатии атмосферного воздуха, помогают создать эффективную [пневмосистему](#).

## □ **состав воздуха**

Воздух это смесь газов, в основном состоящая из азота и кислорода.

### **Состав воздуха**

Элемент

Обозначение

По объёму, %

По массе, %

Азот

N 2

78,084

75,5

Кислород

O 2

20,9476

23,15

Аргон

Ar

0,934

1,292

Углекислый газ\*

CO 2

0,0314

0,046

Неон

Ne

0,001818

0,0014

Метан

CH 4

0,0002

0,000084

Гелий

He

0,000524

0,000073

Криптон

Kr

0,000114

0,003

Водород

H 2

0,00005

0,00008

Ксенон

Хе

0,0000087

0,00004

Вода\*\*

Н                      2                      О

—

—

\*Состав воздуха может меняться: в промышленных городах содержание углекислого газа, как правило, выше, чем в лесистых зонах.

\*\* Воздух всегда содержит пары воды. Максимальное количество влаги в воздухе при атмосферном 760 мм рт. ст., давлении зависит от его температуры. Так, при температуре 0 °С 1 м<sup>3</sup> воздуха может вмещать максимально 4.8 грамма воды, а при температуре +10 °С — уже 9.3 грамма.

## **температура воздуха**

Температура - величина, характеризующая степень теплового состояния тела (газа) или скорость хаотического движения молекул (чем выше температура, тем больше скорость их движения, и наоборот). Изменение объёма данной массы газа при постоянном давлении прямо пропорционально изменению температуры.

Единица измерения температуры (по системе СИ), - градус Кельвина ( $^{\circ}\text{K}$ ). Соотношение градус Кельвина ( $^{\circ}\text{K}$ ) с градусом Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ):  $(^{\circ}\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ .

Чем выше температура воздуха, тем больше влаги может содержаться в воздухе. Температура воздуха возрастает при его сжатии и понижается с падением давления.

## **содержание влаги в воздухе и образование конденсата**

Как уже говорилось выше, воздух всегда содержит пары воды.

В таблице указаны значения максимального содержания влаги в воздухе при атмосферном давлении (0 бар изб.) при определенных температурах.

**t ( $^{\circ}\text{C}$ )**

-70

-40

-20

0

3

7

10

20

30

40

50

**hU max (g/m3)**

0,0033

0,117

0,88

4,868

5,953

7,732

9,356

17,148

30,078

50,672

82,257

В процессе сжатия атмосферного воздуха в [компрессоре](#) его температура в среднем возрастает до 180 °С. В компрессоре, под воздействием высокой температуры, конденсация влаги содержащейся в сжатом воздухе не происходит. Но как только температура сжатого воздуха понижается, начинается процесс конденсации влаги.

Таким образом при производительности компрессора 1 куб.м/мин, относительной влажности воздуха 80%, температуре окружающей среды +20°C и сжатии до 6 атм. в пневмосистеме за 1 час может образовываться до 4 литров воды.



Вместе с атмосферным воздухом, компрессор всасывает посторонние примеси: пыль, пары масел, остатки продуктов горения и содержащуюся в атмосферном воздухе влагу. Посторонние примеси, смешиваясь со сконденсированной влагой, образуют агрессивную, абразивную смесь - эмульсию.

Попадая в пневматическую систему, такая агрессивная смесь приводит к ускоренному износу оборудования и выходу его из строя. В большинстве случаев использование сжатого воздуха с содержанием таких примесей вообще недопустимо.

### **очистка сжатого воздуха**

Для принудительного удаления влаги из сжатого воздуха на первом этапе применяют охладители воздуха, которые охлаждают горячий, содержащий влагу воздух до температуры +10°C по отношению к температуре окружающей среды. В результате резкого охлаждения происходит процесс конденсации. На выходе из охладителя сжатый воздух содержит влагу в виде взвеси капелек воды – водяного конденсата и пара. На следующем этапе получения сжатого воздуха с необходимой точкой росы (содержанием влаги) используются [осушители сжатого воздуха](#) .

Для удаления содержащихся в сжатом воздухе других посторонних примесей (песок, пыль, частицы металла от трущихся элементов компрессора, продукты окисления пневматической магистрали, пары масел и т. п.), применяются [магистральные фильтры](#) .

### **Классы подготовки сжатого воздуха по содержанию твердых частиц, масел и влаги**

По ISO 8573.1 различают: классы по максимальному размеру  $d$  (мкм) и концентрации  $C$  (мг/куб.м) частиц, точке росы водяного пара  $T$  (гр.С) и максимальному содержанию масла Oil (мг/куб.м).

По частицам

	По	точке	росы
--	----	-------	------

По маслу

Класс

d, мкм

C, мг/куб.м

Класс

T, гр C

Класс

Oil, мг/куб.м

1

0,1

0,1

1

-70

1

0,01

2

1

1

2

-40

2

0,1

3

5

5

3

-20

3

1

4

15

8

4

3

4

5

5

40

10

5

7

5

25

-

6

10

-

7

не регламентируется □ □ □ □ □ □ □

### давление воздуха

**Давление** - это сила, действующая на единицу площади перпендикулярно к ней. Всякое тело, находящееся в неподвижном воздухе, испытывает со стороны последнего давление, одинаковое со всех сторон.

**Атмосферное давление (Р<sub>атм.</sub>)** объясняется тем, что воздух подобно всем другим веществам обладает весом и притягивается землей. Атмосферное давление, это давление вызываемое весом вышележащих слоев воздуха и ударами его хаотически движущихся молекул. За единицу давления принята техническая атмосфера (атм.) - давление, равное одному килограмму силы на один квадратный сантиметр (кгс/см<sup>2</sup>)

). Давление обозначается буквой

**P**

, на уровне моря -

**P**

0

.

**Барометрическое давление** это давление, измеренное в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст). Обозначается буквой **B**, на уровне моря - **B<sub>0</sub>**.

Стандартным барометрическим давлением называется давление на уровне моря в мм рт. ст. Оно в зависимости от температуры и влажности колеблется от 700 до 800 мм рт. ст. и в среднем равно 760 мм. рт. ст. В физике под барометрическим давлением 1 атм. подразумевается давление воздуха, равное 1,0332 кгс/см<sup>2</sup> или стандартному барометрическому давлению 760 мм рт. ст.

Рекомендованной единицей измерения давления, по международной системе измерений (СИ), является Паскаль (Па). Внесистемная единица измерения давления - бар: 1 бар = 105Па = 0,1 Мпа

**В технологии сжатия воздуха, рабочее давление является давлением сжатия и выражается в барах или атмосферах (1 атм = 0,981 бар)**

Р<sub>атм.</sub> = 1013 мбар = 1,01325 бар = 760 мм. ртутного столба = 101325 Па.

**Избыточное давление (Р<sub>изб.</sub>)** - давление, превышающее атмосферное давление. **В технических характеристиках пневматического оборудования, как правило, указывается именно избыточное давление.**

□ □

**Абсолютное давление (Р<sub>абс.</sub>)** - сумма атмосферного и избыточного давлений.

## плотность воздуха. Сжимаемость и упругость воздуха

**Плотность воздуха** - количество воздуха содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  объема. В физике существует понятие двух видов плотности - весовая (удельный вес) и массовая.

Весовая плотность (удельный вес) воздуха - это вес воздуха в объеме  $1 \text{ м}^3$ .

Обозначается буквой

**g**

. При стандартных атмосферных условиях по ISO 2533 (барометрическое давление 760 мм рт.ст.,  $t = +15$

о

С) весовая плотность (удельный вес)  $1 \text{ м}^3$

з

объема воздуха равна  $g = 1,225 \text{ кгс/м}^3$

з

.

Массовая плотность воздуха - это масса воздуха в объеме  $1 \text{ м}^3$ . Обозначается греческой буквой

**ρ**. Масса воздуха

равна его весу, деленному на ускорение свободного падения. При стандартных атмосферных условиях массовая плотность воздуха равна:  $0,1250 \text{ кгс}^2/\text{м}^4$

4

.

**Сжимаемость** - свойство воздуха изменять свою плотность при изменении давления и температуры (для замкнутого объема).

**Упругость** - свойство воздуха возвращаться в исходное состояние после прекращения действия сил, вызвавших изменения его плотности (изменение объема при сжатии).

Следует заметить, что при расчетах пневмосистемы необходимо учитывать реальные термодинамические процессы, возникающие при сжатии атмосферного воздуха.



По вопросам, связанным с производством и использованием сжатого воздуха Вы можете обращаться к специалистам "АПС-Тулс". Мы всегда готовы поделиться своими знаниями и предложить Вам "*...Воздушное решение*".