



Влажный воздух

Основные понятия и
определения

Влажный воздух

- Смесь сухого воздуха и водяного пара.
- Основные параметры:
 - абсолютная и относительная влажность,
 - влагосодержание,
 - энтальпия (теплосодержание),
 - плотность,
 - парциальное давление пара в воздухе,
 - температура.

Влажный воздух- идеальный газ

- С достаточной для технических расчетов степенью точности влажный воздух подчиняется законам смеси идеальных газов.
- Каждый компонент газовой смеси занимает тот же объем, что и вся смесь, имеет температуру смеси и парциальное давление.

Влажный воздух

- Влажный воздух бывает насыщенным и ненасыщенным
- Если пар насыщенный сухой – воздух насыщенный влажный. При охлаждении такого воздуха – конденсация водяного пара.
- Если пар перегретый – воздух ненасыщенный. Такой воздух способен к увлажнению

Свойства влажного воздуха

- Закон Дальтона- общее давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений ее компонентов. Барометрическое давление влажного воздуха равно сумме давлений сухого воздуха и водяного пара:

$$P = p_v + p_n,$$

где p_n , p_v – парциальное давление водяного пара и сухого воздуха, Па;

□ Абсолютная влажность воздуха определяется массой водяного пара в 1 м^3 влажного воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$), т.е. соответствует плотности пара при температуре воздуха и парциальном давлении.

□ Плотность влажного воздуха $\rho_{\text{вл.в}}$ (в $\text{кг}/\text{м}^3$) при давлении Π и температуре $T(\text{К})$, определяется по уравнению:

$$\rho_{\text{вл.в}} = \rho_{\text{в}} + \rho_{\text{п}};$$

Закон Менделеева-Клапейрона

- Для идеальных газов:

$$pV = RT$$

- Плотность идеального газа:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M_{\text{п}} T_0 (\Pi - p_{\text{п}})}{22,4 T \Pi_0}$$

- Масса водяного пара в воздухе может меняться от 0 до максимального значения.
-

В насыщенном воздухе количество пара является предельно возможным при данной температуре и равно массе пара в 1 м^3 воздуха в состоянии насыщения. Отношение абсолютной влажности к максимально возможной при той же температуре и давлении называют относительной влажностью воздуха или степенью насыщения.

Относительная влажность воздуха

- Для идеальных газов плотность пара пропорциональна его парциальному давлению при данной температуре:

$$\varphi = \frac{p_{\text{п}}}{p_{\text{нас}}}$$

где $p_{\text{п}}$ - парциальное давление водяного пара в воздухе (при температуре сухого термометра), Па;

$p_{\text{нас}}$ - давление насыщенного водяного пара при той же температуре, Па.

Относительная влажность воздуха

- При нагревании воздуха давление насыщения возрастает и соответственно снижается относительная влажность. Относительная влажность изменяется от 0 до 100%.
- При $\phi=0$ – сухой воздух, при $\phi=100\%$ - насыщенный воздух.

Влажосодержание воздуха

- Количество водяного пара содержащегося во влажном воздухе и приходящегося на 1 кг абсолютно сухого воздуха, объем которого не изменяется:

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_{\text{нас}}}{P - \varphi p_{\text{нас}}}$$

где x - влажосодержание воздуха, кг п/кг в
0,622 – отношение мольных масс водяного пара и воздуха.

Энтальпия

- Удельная энтальпия влажного воздуха равна сумме удельной энтальпии абсолютно сухого воздуха и удельной энтальпии водяного пара. Энтальпию влажного воздуха можно определить:

$$I = (c_v + c_p x)t + r_0 x = (1,01 + 1,97x)t + 2493x;$$

Энтальпия

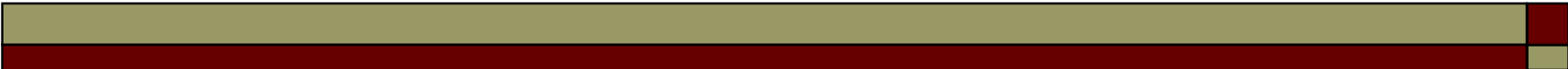
где I – энтальпия влажного воздуха, кДж/кг;

$c_{\text{в}} = 1,01$ – средняя удельная теплоемкость сухого воздуха (при постоянном давлении);

$c_{\text{п}} = 1,97$ – средняя удельная теплоемкость водяного пара;

t – температура воздуха (по сухому термометру), $^{\circ}\text{C}$;

$r_0 = 2493$ – удельная теплота парообразования воды при 0°C .

- 
-
- **Температура точки росы** – это температура, до которой необходимо охладить влажный воздух, чтобы он перешел в состояние насыщения ($\phi=100\%$) при постоянном влагосодержании ($x=\text{const}$).
 - **Температура мокрого термометра** – это температура, до которой необходимо охладить влажный воздух, чтобы он перешел в состояние насыщения при постоянной энтальпии ($I=\text{const}$).

Смешение потоков

- При смешении воздушных потоков параметры получаемой смеси можно рассчитать, используя кратность смешения:

$$n = \frac{L_{\text{цир}}}{L_0}$$

Параметры смеси

- Влагосодержание смеси:

$$x_{\text{см}} = \frac{x_0 + nx_{\text{цир}}}{n + 1}$$

- Энтальпия (теплосодержание) смеси:

$$I_{\text{см}} = \frac{I_0 + nI_{\text{цир}}}{n + 1}$$

Диаграмма Рамзина(I-x или I-d)

- Барометрическое давление 745 мм рт ст;
- Угол между осями 135
- ✓ Вертикальные прямые – $x=\text{const}$;
- ✓ Наклонные прямые $I=\text{const}$;
- ✓ линии постоянства температур;
- ✓ линии постоянства относительной влажности;
- ✓ парциального давления водяного пара;
- ✓ температур мокрого термометра

Диаграмма Рамзина (I-x или I-d)

- Линии $\varphi = \text{const}$
- ❖ сходятся на оси ординат в точку ($x=0$, $t=-273\text{C}$);
- ❖ имеют резкий перелом при $t=99,4\text{C}$, соответствующей барометрическому давлению 745 мм рт ст;
- ❖ линия $\varphi=100\%$ делит диаграмму на область ненасыщенного и пересыщенного воздуха.



Пересыщенный воздух

- Влага распылена в виде мельчайших капель;
- неприменимы зависимости для идеальных газов