

3.8.1 Расчет плотности влажного воздуха

Вар.1 Научный подход

Для выполнения точных расчетов, для определения плотности влажного воздуха рекомендуется использовать формулу [староверов]:

$$r_{air} = 0.465 \frac{P_{bar}}{273.15 + t_{air}} - 0.176 \frac{P_v}{273.15 + t_{air}} \quad (*)$$

где:

$r_{air} \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$ - плотность влажного воздуха;

$P_{bar} [\text{мм.рт.ст.}]$ - барометрическое давление воздуха;

$P_v [\text{мм.рт.ст.}]$ - парциальное давление (упругость) водяного пара при заданной температуре и относительной влажности воздуха.

1 мм.рт.ст. = 133.3 Па

или, в соответствии с системой СИ

$$r_{air} = 3.488 \frac{P_{bar}}{273.15 + t_{air}} - 1.32 \frac{P_v}{273.15 + t_{air}} \quad (*)$$

где:

$P_{bar} [\text{кПа}]$ - барометрическое давление воздуха;

$P_v [\text{кПа}]$ - парциальное давление (упругость) водяного пара при заданной температуре и относительной влажности воздуха.

Следует заметить, что поправка на влажность воздуха вносить свой вклад – погрешность до 0.8% при температуре более 30°C при относительной влажности более 50%. [это чисто мои расчеты]

Расчет парциальных давлений водяного пара есть отдельным блоком 3.8.4.

Парциальное давление водяного пара при заданной температуре и относительной влажности можно найти по формуле [а это уже мое как бы]:

$$P_v = \frac{j \cdot P_{s-v}}{100} \quad (*)$$

где:

j [%] - относительная влажность воздуха;

P_{s-v} [кПа] - парциальное давление водяного пара в насыщенном влажном воздухе.

Парциальное давление водяного пара в насыщенном влажном воздухе, Па может быть определено из выражения [книга похожая на староверова]:

$$\lg P_{s-v} = 2.125 + \frac{156 + 8.12 \cdot t_{s-air}}{236 + t_{s-air}} \quad (*)$$

где:

t_{s-air} [°C] - температура, при которой воздух находится в состоянии насыщения.

Вар.2 Инженерный подход

Как правило, при расчете систем вентиляции и кондиционирования воздуха $d \ll 1000$, и находится в диапазоне от 0 до 20 г/кгсух.возд. При этом парциальное давление водяного пара не превышает 3 кПа. Поэтому для большинства расчетов, с достаточной точностью плотность воздуха можно считать без учета его влагосодержания, по упрощенной зависимости [справочник проектировщика]:

$$r_{air} = \frac{0.349}{273 + t_{air}} P_{bar} \quad (*)$$

где:

P_{bar} [гПа] - барометрическое давление воздуха в гектопаскалях. 1 гПа = 100 Па.

Эта величина практически применяется в метеорологии. Расчетное барометрическое давление в СНиП также приведено в гектопаскалях.

или, в соответствии с системой СИ

$$r_{air} = \frac{3.49}{273 + t_{air}} P_{bar} \quad (*)$$

где:

P_{bar} [кПа] - барометрическое давление воздуха.