

Национальный исследовательский университет «МЭИ»



# Расчет площади поверхности теплообменного аппарата КВОУ для ПГУ с АБХМ

Москва 2018

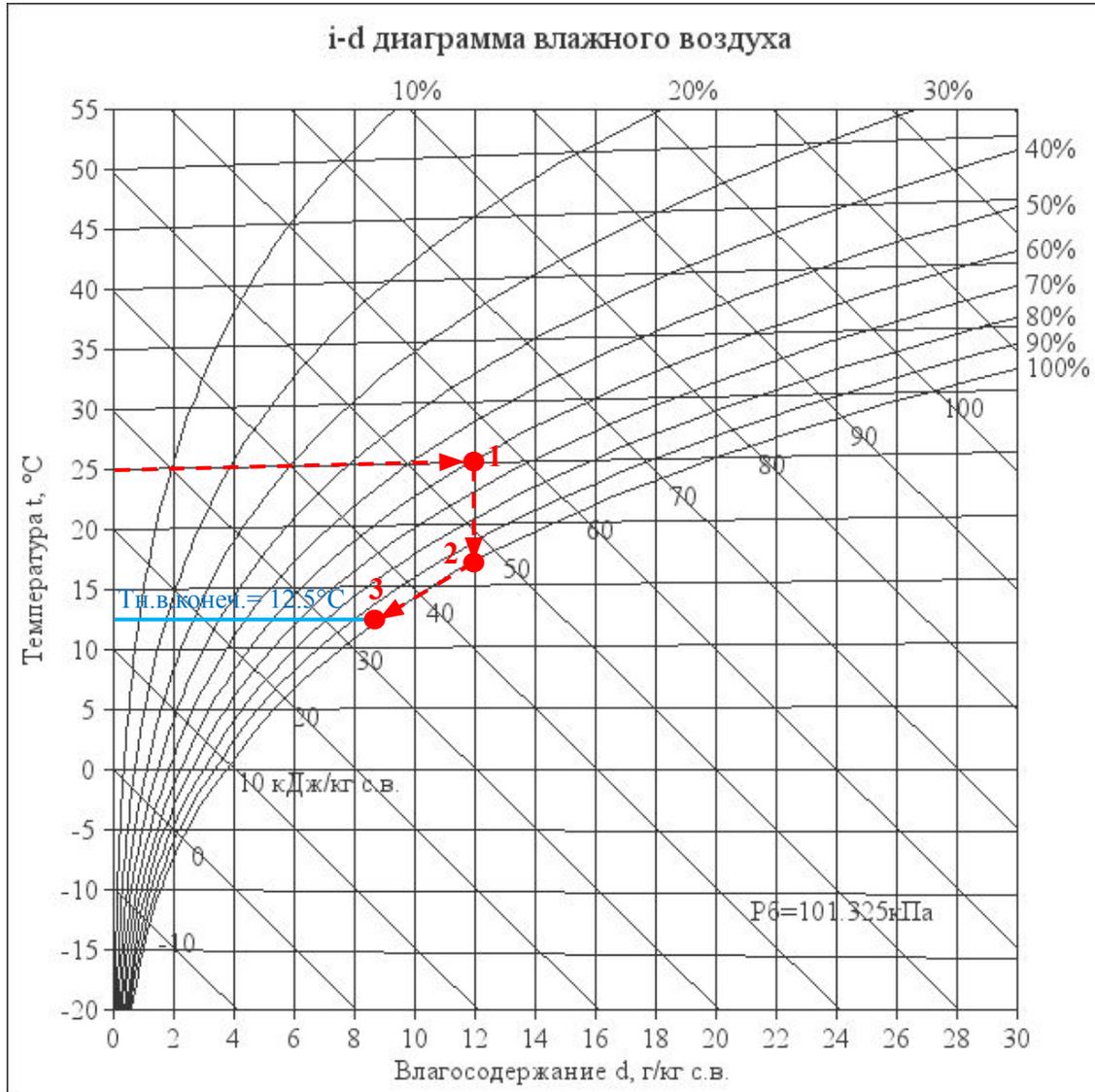
# Алгоритм расчета

---



1. Построить процесс охлаждения воздуха в психометрической диаграмме.
2. Определить количество теплоты, забираемое у воздуха.
3. Определить площадь проходного сечения теплообменного аппарата.
4. Определить геометрические характеристики секции теплообменного аппарата.
5. Определить общую площадь поверхности теплообмена из уравнения теплопередачи и количество секций.

# 1. Построение процесса охлаждения воздуха в АБХМ в психометрической диаграмме



## Исходные данные:

- температура наружного воздуха = 25°C;
- относ. влажность наружного воздуха = 60 %.

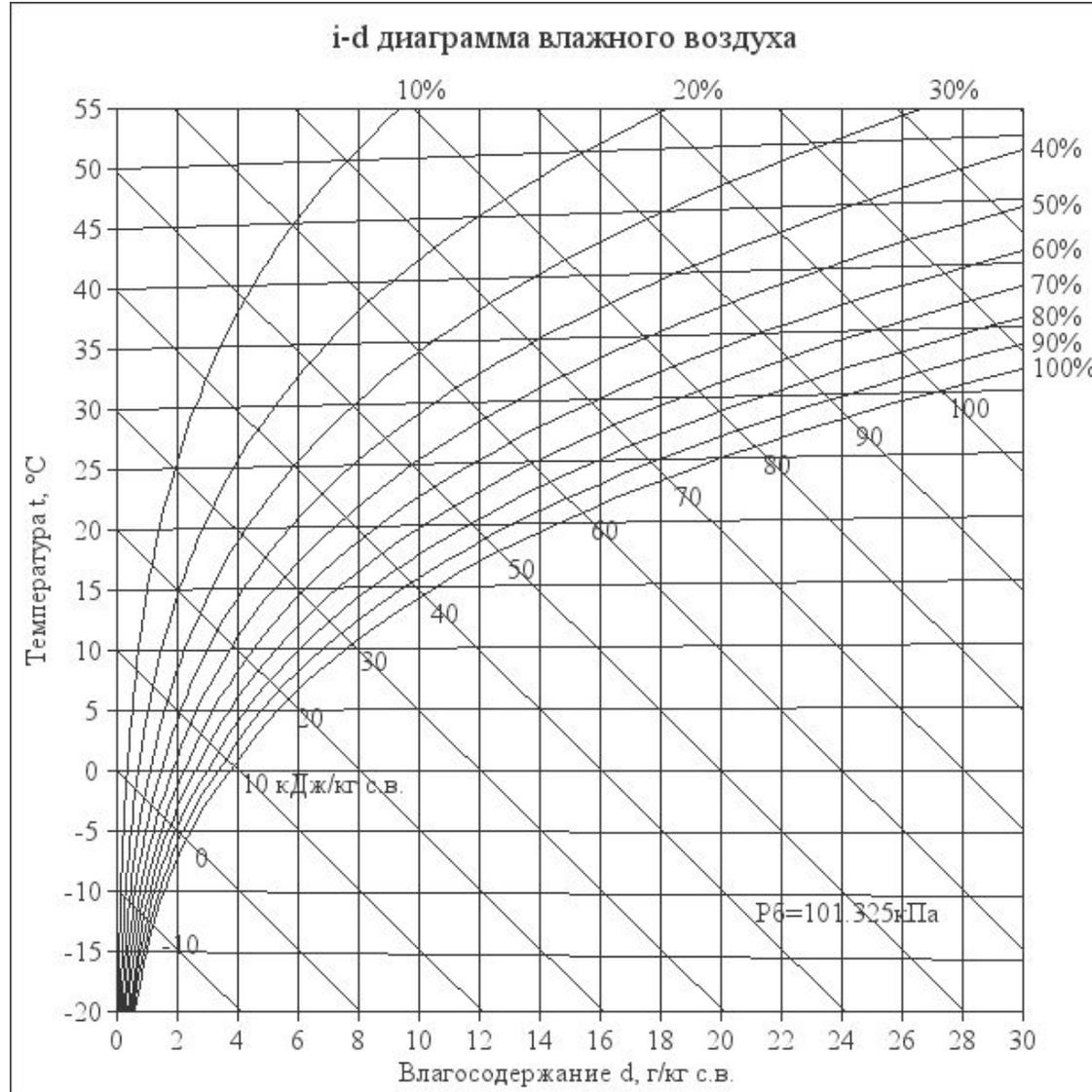
## Процесс построения:

- зная температуру и влажность наружного воздуха определяем местоположение точки 1;
- температура воздуха на выходе из АБХМ для условий курсового проекта равна 12.5°C (минимальной температуре, до которой можно осуществить охлаждение в АБХМ);
- в процессе охлаждения воздуха в АБХМ происходит увеличение его влажности (процесс 1-2: охлаждение при постоянном влагосодержании); максимальная влажность воздуха – 100%;
- если влажность воздуха достигла 100%, а температура при этом выше 12.5°C, дальнейшее охлаждение происходит с выпадением влаги (процесс 2-3: охлаждение при постоянной влажности воздуха (100%) и уменьшении влагосодержания).

## Основные результаты:

- конечная относительная влажность воздуха (в приведенном на диаграмме случае отн. влаж. равна 100 %);
- Изменение влагосодержания:  $\Delta d = d_1 - d_3 = 12 - 8.5 = 3.5 \text{ г/кг с.в.}$

# Психометрическая диаграмма для использования в курсовом проекте



<http://iddiagram.ru/help.php>

## 2. Количество теплоты, забираемое у воздуха

---

*Определим количество теплоты, забираемое у воздуха:*

$$Q_{хол} = G_{возд} * C_p * (T_{н.в.1} - T_{н.в.2}) + G_{возд} * \Delta d * r,$$

где  $G_{возд}$  – расход воздуха на входе в АБХМ (данная величина пересчитывается для температуры наружного воздуха, равной 12.5°C);

$C_p = 1,005$  кДж/кг – массовая теплоёмкость воздуха;

$r = 2200$  кДж/кг – теплота парообразования.

### 3. Расчет площади проходного сечения теплообменного аппарата КВОУ

---

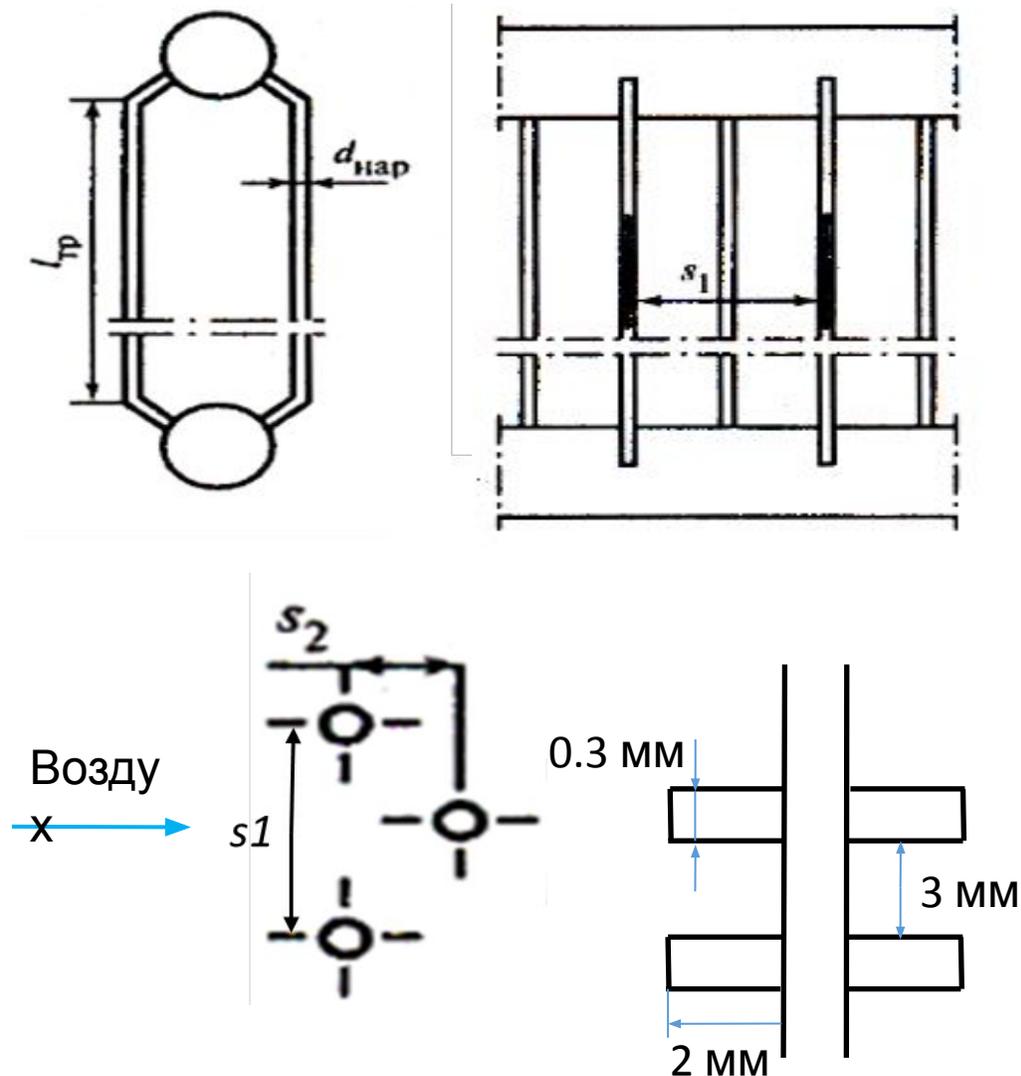
Зададимся скоростью движения воздуха в КВОУ:  $w_{\text{возд}} = 2.5 \text{ м/с}$ .

Из уравнения неразрывности определим минимальную площадь проходного сечения ТО КВОУ:

$$F_{\text{сеч}} = G_{\text{возд}} / (w_{\text{возд}} * \rho_{\text{возд}}),$$

где  $\rho_{\text{возд}}$  – плотность воздуха при температуре наружного воздуха на входе в КВОУ

# 4. Расчет геометрических характеристик секции ТО

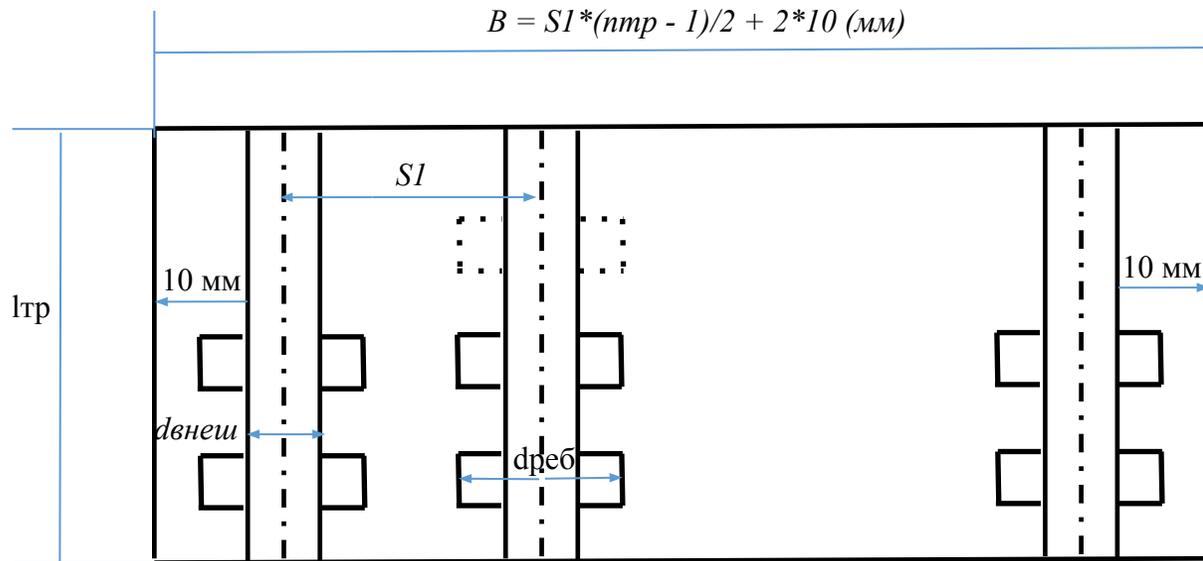


В секции трубки расположены в 2 ряда в шахматном порядке. Трубки выпилены оперёнными пластинами.

Характеристики труб в секции:

- продольный шаг расположения  $S_2 = 20$  мм;
- поперечный шаг расположения  $S_1 = 20$  мм;
- внешний диаметр трубок  $d_{внеш} = 12$  мм;
- внутренний диаметр трубок  $d_{внут} = 8$  мм;
- ребра расположены вертикально;
- толщина ребер = 0.3 мм;
- шаг между ребрами = 3 мм;
- высота ребер = 2 мм.

# 4. Расчет геометрических характеристик секции ТО



Число ребер для одной трубы:

$$nреб = l_{тр} / (3 + 0.3).$$

Площадь поверхности одной оребренной трубы:

$$F_{тр} = \pi * d_{внеш} * (l_{тр} - 0.3 * n_{реб}) + 2 * \pi * n_{реб} * (d_{реб}^2 - d_{внеш}^2) / 4.$$

Площадь поверхности теплообмена всех оребренных труб в секции:

$$F_{секц} = n_{тр} * F_{тр}.$$

Зададимся высотой трубы:  $l_{тр} = \dots$  м.

Тогда можно определить число труб в секции  $n_{тр}$  исходя из уравнения:

$$F_{сек} = l_{тр} * B - (n_{тр} - 1) / 2 * (l_{тр} * d_{внеш} - 2 * 0.3 * 2 * l_{тр} / (3 + 0.3))$$

Вместо  $B$  делаем подстановку:

$$B = SI * (n_{тр} - 1) / 2 + 2 * 10 \text{ (мм)}$$

Зная  $n_{тр}$  можно определить ширину проходного сечения  $B$ .

Проверка (делаем итерации, пока не будет выполнено равенство):

$$l_{тр} = (1 \dots 2) * B.$$

## 5. Уравнение теплопередачи для ТО

---



**Уравнение теплопередачи:**

$$Q_{хол} = k * F * \Delta t,$$

где  $k=f(\Delta t)$  – коэффициент теплопередачи, который определяется по формуле:

$$k = 0.1014 * \Delta t^2 + 3.556 * \Delta t + 38.0544$$

$F = F_{секц} * n_{секц}$  – суммарная площадь поверхностей нагрева (определим ее, можно рассчитать число секций);

$\Delta t = t_{ж.ср} - t_{в.ср}$  – средний температурный напор;

$t_{ж.ср} = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$  - ... средняя температура антифриза;

$t_{в.ср} = (T_{н.в} + 12.5) / 2$  – средняя температура воздуха.

# Схема расположения теплообменников КВОУ

