

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Основы расчета

Расчетные данные:

- Потребность в холоде (используй программу ProClim)
- Потребность в тепле (используй программу ProClim)
- Потребность в воздухе (используй программу ProAir)

Прочие факторы:

- Максимально разрешенные движения воздуха в зоне обитания (используй программу ProAir)
- Требования по уровню шума (используй программу ProAc)
- Требования по направленной оперативной температуре (используй программу ProClim)

Расчет

1) Считаем охлаждающую способность приточного воздуха (далее ПВ)

$$P_1 = q_1 \cdot 1,2 \cdot Dt_1$$

где q_1 - это расход ПВ [л/с]

Dt_1 - разность температуры воздуха помещения и ПВ [K]

2) Охлаждающая способность воды= Общая потребность в холоде минус охлаждающая способность ПВ.

Если нас интересует только охлаждение, см. п. 3а. Если нам нужна также подача ПВ, см. п.3б.

3а) См. таблицы охлаждающей мощности балок в зависимости от средней разности температур и выбираем желаемую балку с охлаждающей мощностью, отвечающей п.2) либо несколько балок, если одной недостаточно.

3б) См. таблицы охлаждающей мощности аппаратов в зависимости от средней разности температур и выбираем конфигурацию сопел, отвечающих желаемому расходу воздуха. Выбираем аппарат данной конфигурации с желаемым расходом воздуха либо ближайший. Контролируем уровень шума и длину аппарата/балки.

4) Из диаграммы "Расход воды - охлаждающая мощность" получаем расход воды при выбранном Dt для холодной воды.

5) Перепад давления в контуре холодной воды аппарата/балки считаем с помощью формулы $Dp_k = (q_k / k_{p_k})^2$, где k_{p_k} берем из той же таблицы, что и охлаждающая мощность.

6) Нагрев. Аналогично п.п. 3-5 выше.

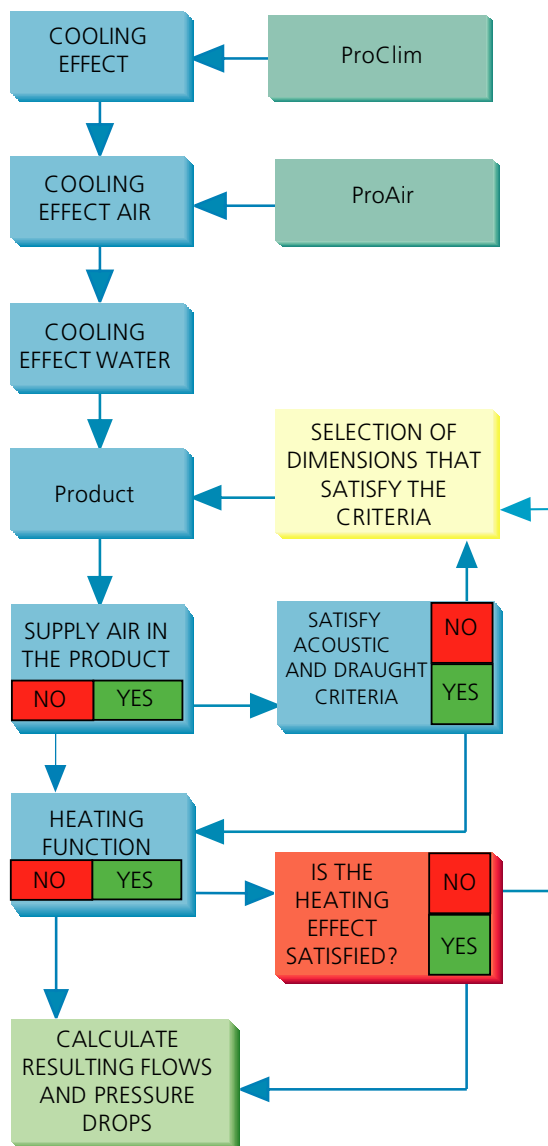


Рис.29. Основы расчета.

Расчет системы

Система охлаждения

Система охлаждения должна быть построена так, чтобы испаритель находился внутри здания. Избыточное тепло снимается с помощью выносного конденсатора или с помощью градирни (системы хладоносителя с антифризом), где теплообменник конденсатора размещен вне здания.

Если используется холодильная машина вне здания, где испаритель размещен снаружи, рекомендуется применить промежуточный теплообменник. Это необходимо для того, чтобы избежать применения антифриза в охлаждающем контуре системы. Есть две причины нежелательности использования антифриза в охлаждающей системе: сопротивление системы повышается на 15-25% в зависимости от концентрации антифриза; охлаждающая мощность снижается примерно на 15% из-за снижения точки передачи тепла на стороне воды.

Обычно применяемая система - это кожухотрубный испаритель, в котором хладагент холодильной машины берет энергию холодной воды, циркулирующей в здании. По экологическим причинам это решение должно быть предпочтено, несмотря на потерю эффекта в теплообменнике.

Управление аппаратом

Охлаждающие балки и фасадные аппараты управляются почти всегда 2-ходовыми клапанами, которые дешевле 3-ходовых. Кроме того, их легче подобрать и затем отрегулировать. Чтобы избежать высокого давления при низких нагрузках, в нескольких местах системы монтируются перепускные клапаны. В пользу 2-ходовых клапанов говорит также возможность использовать в системе относительно недорогие насосы, регулирующие давление.

Защита от конденсата

Теплыми летними днями влажность воздуха может быть довольно высокой. Чем выше содержание влаги в воздухе, тем выше граница температуры образования конденсата на поверхностях (точка росы). В ИД-диаграмме можно увидеть это соотношение, см. **рис.33**. При, например, 25°C и 50% относительной влажности (101 кПа), точка росы 14°C. Иными словами, образование конденсата происходит на поверхностях, температура которых 14°C или ниже. Летом точка росы может достигать 15, а в период дождей и 17°C.

Чтобы избежать образования конденсата в аппарате (климатический водяной аппарат- балка, фасадный аппарат, комфортный модуль), нужно обеспечить температуру ПВ на пару градусов выше точки росы.

Другая возможность- использовать датчик, измеряющий влажность отработанного воздуха, см. **рис.32**. Клапан шунтового узла поддерживает температуру холодной воды всегда выше точки росы.

Чтобы обеспечить осушение воздуха при высокой наружной температуре и высокой относительной влажности, необходимо компенсировать температуру ПВ. см. **рис.31**. Начало компенсации- точка +5°C может

немного отличаться в зависимости от конкретной системы (см. пунктирную часть диаграммы). Важно при наружной температуре +22°C и выше, осушить воздух, поступающий из воздухоподготовительного агрегата так, чтобы точка росы ПВ была ниже или равна температуре прямой воды аппарата/балки.

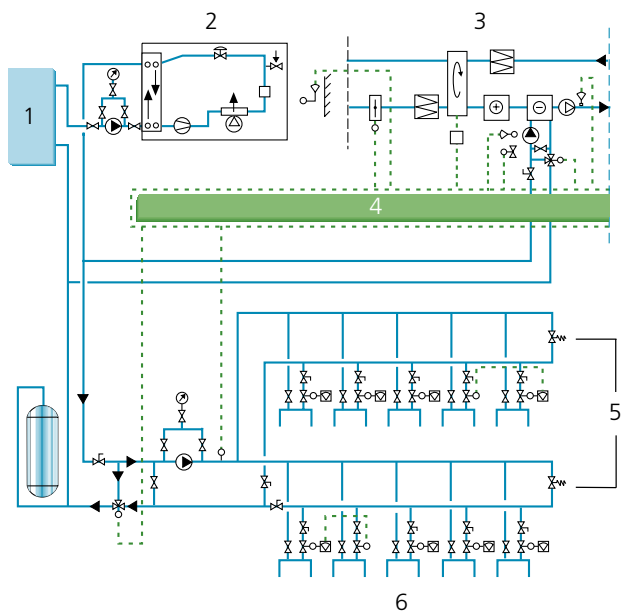


Рис.30. Вариант системы.

- 1 = Водяная цистерна
- 2 = Система водоохлаждения
- 3 = Воздухоподготовительный агрегат
- 4 = Управление/автоматика
- 5 = Клапан перепада давления
- 6 = Охлаждающие балки

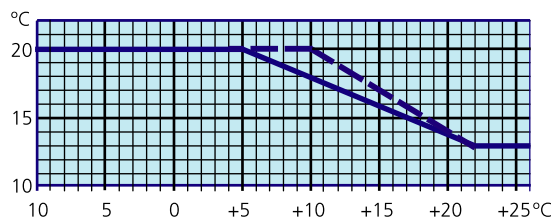


Рис.31. Компенсация приточного воздуха с учетом наружной температуры.

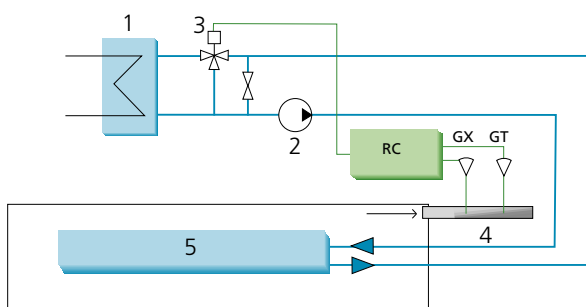


Рис.32. Защита от конденсата с помощью шунт-группы.

- 1 = Испаритель/Конденсатор
- 2 = Циркуляционный насос
- 3 = Шунт
- 4 = Воздуховод отработанного воздуха
- 5 = Охлаждающая балка

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Проектирование защиты от конденсата.

Ниже приводится пример проектирования системы с конденсозащитой.

Система рассчитывается для показателей: $t_{нв} = +25^{\circ}\text{C}$ и $RH = 50\%$, что соответствует точке росы $+14^{\circ}\text{C}$. Расчетная температура хладоносителя для аппарата принимается: прямая $+13^{\circ}\text{C}$ и обратка $+17^{\circ}\text{C}$, см. **Рис. 33**.

Охлаждающий теплообменник воздухоподготовительного агрегата считаем для условий: прямая $+8^{\circ}\text{C}$ и обратка $+13^{\circ}\text{C}$. Расчет производится для помещения площадью 1000 m^2 с расходом воздуха $1,5\text{ л/с на м}^2$.

При применении центрального хладоснабжения, температура обратной воды требуется выше $+16^{\circ}\text{C}$. Здесь нужно также учитывать потерю не менее 1 градуса в теплообменнике. Иными словами, выбираем температуру обратной воды из аппарата не ниже $+17^{\circ}\text{C}$.

Из ИД-диаграммы для данных расчетных показателей получаем разность энтальпии $D_i = 16\text{ кДж/кг}$.

$$P_{\text{ПВ}} = q_{\text{ПВ}} \cdot \rho_{\text{ПВ}} \cdot D_i \text{ [kW]}$$

$$P_{\text{ПВ}} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 16 = 28,8\text{ kW}, \text{ где}$$

$P_{\text{ПВ}}$ = требуемая мощность для охлаждения приточного воздуха с образованием конденсата при данной наружной температуре.

$\rho_{\text{ПВ}}$ = удельная плотность ПВ в кг/м^3

$q_{\text{ПВ}}$ = расход ПВ в $\text{м}^3/\text{с}$

Из вышеуказанного получаем расчетный расход хладоносителя $q_{\text{В}}$ при $Dt_{\text{В}} = 5\text{ K}$ ($+8^{\circ}\text{C}$ до $+13^{\circ}\text{C}$), и $P_{\text{ПВ}} = 28,8\text{ kW}$:

$$q_{\text{В}} = P_{\text{ПВ}} / (Dt_{\text{В}} \cdot c_p) = 1,72\text{ л/с}$$

$$q_{\text{В}} = 28,8 / (5 \cdot 4,187) = 1,72\text{ л/с}$$

$\rho_{\text{В}}$ = удельная плотность воды в кг/м^3

c_p = удельная теплоемкость воды в $\text{кДж/кг}^{\circ}\text{C}$

$$4,187 = \rho_{\text{В}} \cdot c_p / 1000$$

Аналогично получаем требуемую охлаждающую мощность для аппарата $1000\text{ м}^2 \cdot 40\text{ W/м}^2 = 40\text{ kW}$.

$$q_{\text{Вк}} = 40 / (4 \cdot 4,187) = 1,38\text{ л/с}.$$

Принимаем, к примеру, перепускной объем воды $0,09\text{ л/с}$ (трехходовой клапан SV1) мимо охлаждающего теплообменника. С помощью раздельных объемов и их температур считаем затем температуры смешивания в разных частях системы труб. Видим, что в данном расчетном случае выбрано верно. Регулирующие клапаны должны измеряться в следующих условиях: порт управляющего клапана должен быть полностью открыт для соответствующего регулирующего клапана. Тогда постоянный расход жидкости для RV-клапана настраивается на расчетное значение. Из **рис.34** видим полученные расходы и температуры.

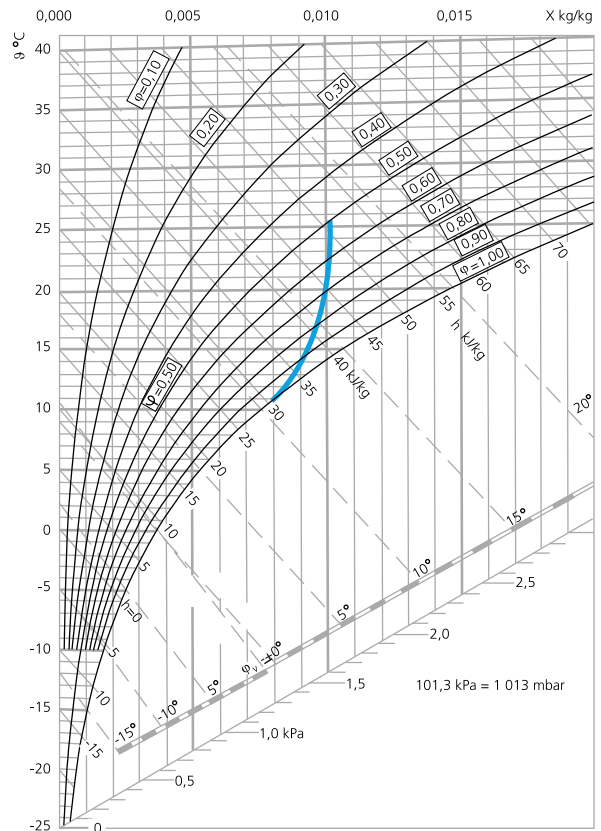


Рис.33. Конденсозащита.

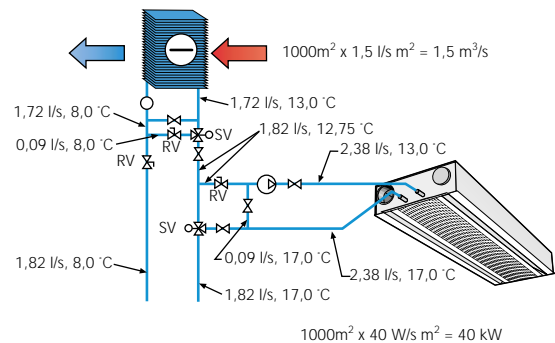


Рис.34. Конденсозащита. Принципиальная схема.

Температура

Указанные значения температуры рекомендуются.

Рекомендуемая температура

Температура прямой воды, охлаждение: >13°C (см. раздел **Защита от конденсата**)

Повышение температуры, охлаждение: 2-4K

Температура ПВ при работе охлаждения: см. **Рис.31**

Регулирование температуры помещения

Регулирование температуры производится, как правило, в каждом помещении индивидуально. Автоматика помещения управляет клапанами холода и (для совместных систем) тепла в последовательности так, чтобы холод и тепло не подавались в помещение одновременно (для новых зданий).

В более старых зданиях с ухудшенной изоляцией, охлаждение и обогрев не всегда происходят в последовательности. Здесь рекомендуется контролировать направленную оперативную температуру., т.к. может оказаться, что в районе фасада необходим обогрев, тогда как во внутренних климатических зонах здания требуется одновременно охлаждение.