

# ДОЛГОЖИТЕЛИ

Комфортный  
Климат



## Оглавление

Комфортный холод.....	1
Общие сведения .....	1
Формулы.....	2
ID-диаграмма (Мольера).....	3
Пояснение значений ID-диаграммы.....	4
Вариант 1, Оптимизированный расчет .....	5
Расход воздуха.....	5
Общая холодопроизводительность.....	10
Бланк расчета (пример) .....	16
Анализ затрат.....	17
Окупаемость .....	17
Затраты на эксплуатацию .....	17
Свободный холод, активный холод, утилизация холода.....	20
Вариант 2. Упрощенный расчет.....	22
Приложение 1. Бланк расчета .....	23

# Комфортный холод

С развитием общества и расширением применения прогрессивных технологий, потребность в охлаждении воздуха значительно возрастает, вместе с тем растут требования к сохранению экологии и применению энергоэффективных решений.

Моноблочный холодильный агрегат прямого испарения, интегрированный в воздухоподготовительный агрегат - самое экономичное решение для достижения комфортного внутреннего климата. Комбинируя в таком агрегате использование естественного охлаждения и утилизации холода, можно добиться значительного снижения потребляемой им энергии.

## Общие сведения

Организация комфортного внутреннего климата предполагает известные требования к воздуху помещения. В данной брошюре подробно рассматриваются такие важные факторы климатического комфорта, как температура и влажность воздуха.

Наша цель - простым и логическим способом показать, как подобрать холодильный агрегат, оптимально отвечающий требуемому уровню внутреннего климата нашего помещения.

В брошюре предлагаются два варианта расчета - оптимизированный и упрощенный, основанный на многолетнем опыте производства и эксплуатации систем подготовки воздуха в разных климатических зонах.

## Формулы

$$P_t = q \times \Delta i \times \rho \times C_p$$

$P_t$  = Общая холодопроизводительность, kW

$q$  = Расход воздуха,  $m^3/s$

$\Delta i$  =  $i_{DUT} - i_{KB}$  в kJ/kg сухого воздуха

где:

$i_{DUT}$  = Энтальпия наружного воздуха

$i_{KB}$  = Энтальпия приточного воздуха после охлаждающего теплообменника

$\rho$  = Денситет воздуха,  $kg/m^3$  ( $\approx 1,2$ )

$C_p$  = Удельная теплоемкость,  $kJ/kg$  ( $\approx 1,0$ )

Общая холодопроизводительность или мощность охлаждения - это сумма явной и скрытой мощности охлаждения.

Холодильный агрегат подбирается с учетом общей требуемой мощности охлаждения.

Под явной мощностью охлаждения понимается мощность, обеспечивающая изменение температуры воздуха, которое может быть измерено с помощью термометра.

Скрытая мощность холода участвует в изменениях состояния, например, образование конденсата, без изменения температуры воздуха.

$$q = I_k / (\Delta T \times \rho)$$

$q$  = Расход воздуха,  $m^3/s$

$I_k$  = Влияние внутренних теплоизбытков, kW

$\Delta T$  =  $T_{пом} - T_{пв}$ , K

где:

$T_{пом}$  = Температура помещения

$T_{пв}$  = Температура приточного воздуха

$\rho$  = Денситет воздуха,  $kg/m^3$  ( $\approx 1,2$ )

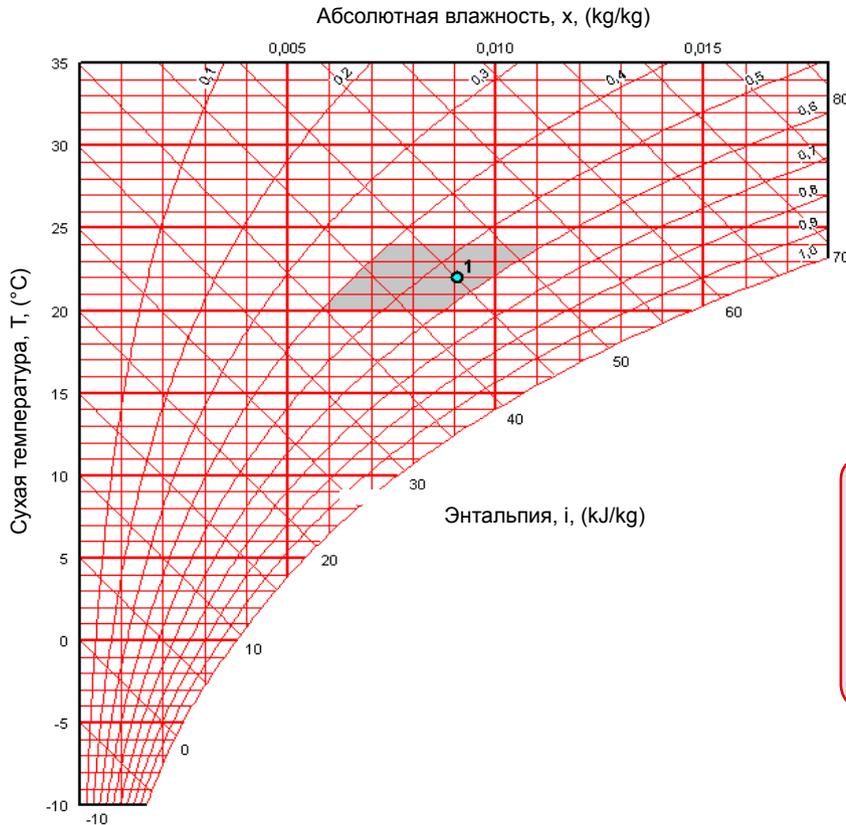
## ID-диаграмма (Мольера)

Диаграмма помогает понять процессы изменения состояния охлаждаемого или нагреваемого воздуха, иллюстрируемые различными графиками.

Температура поготавливаемого для помещения воздуха обычно не выходит за границы интервала от 0 °C до 30 °C, денситет такого воздуха лежит в пределах 1,1 – 1,3 kg/m<sup>3</sup>.

Чаще всего мы подаем в помещение воздух температуры 20 °C, что соответствует значению денситета 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

## ID-диаграмма влажного воздуха, давление барометра 101,3 kPa



Пояснение обозначений диаграммы - на стр. 4

Серая зона - наиболее благоприятный климат помещения. Точка 1 с параметрами температуры помещения +22 °C и относительной влажности 55%RH определена как комфортный климат помещения, см. стр. 9.

## Пояснение значений ID-диаграммы

Сухая температура воздуха в °C (T) – это температура, показываемая обычным термометром, без учета влияния испарения и излучения.

Абсолютная влажность в kg/kg (x) – вес водяного пара в 1 кг сухого воздуха.

Пример: T = 27 °C  
 $\varphi = 42 \%$   
 $x = 0,0093 \text{ kg/kg}$

Относительная влажность в % ( $\varphi$ ) - это количество водяного пара в воздухе по отношению к максимально возможному при данной температуре.

Пример: Воздух сухой температуры (T) 27 °C, влагосодержанием (x) 0,0093 kg/kg максимально может содержать водяного пара (x) 0,0224 kg/kg.

$$\varphi = \frac{0,0093}{0,0224} = 0,415 \quad 42 \%$$

Энтальпия в kJ/kg (i) – содержание тепла в воздухе

Пример: T = 27 °C  
 $\varphi = 42 \%$   
 Энтальпия (i) = 50,9 kJ/kg

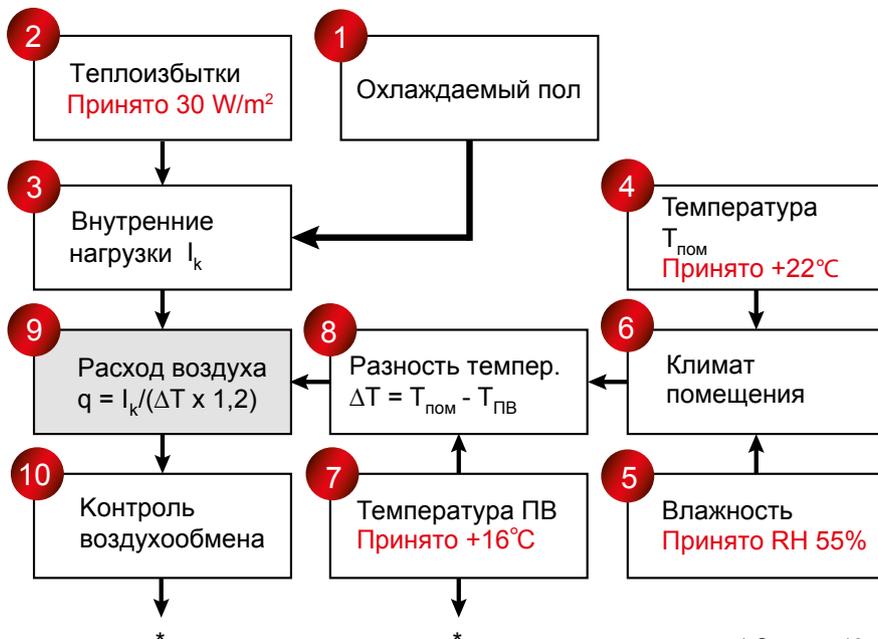
Температура точки росы в °C – это температура образования конденсата. Более влажный воздух имеет более высокую температуру точки росы.

Пример: T = 27 °C  
 $\varphi = 42 \%$   
 Температура точки росы = 13 °C



## Вариант 1. Оптимизированный расчет

### Расход воздуха



\* См. стр. 10

#### 1 Охлаждаемый пол

Под охлаждаемой площадью пола понимается общая его площадь, обслуживаемая подаваемым воздухом (ПВ). В объектах: школы, офисы, детсады и подобных, охлаждаемый пол принимается равной 70% общей площади помещения.

#### 2 Теплоизбытки/m<sup>2</sup>

**Принято: 30 W/m<sup>2</sup>**

Для определения теплоизбытков помещения существуют специальные расчетные программы, учитывающие блуждающие тени, аккумулятивное энергии в строительных конструкциях и прочее. Для быстрого и практического расчета части здания либо простого здания, можно использовать данные Таблицы 1.

Пример: Обычное офисное помещение с наружной стеной к северо-западу (СЗ) и площадью охлаждаемого пола 12 м<sup>2</sup>

Теплоизбытки (см. Таблицу 1)

1,6 м<sup>2</sup> 3-слойное окно с солнцезащитой

1 Людей

120 W Люминисцентные лампы

100 W Компьютер

Объект		Площадь-число-нагрузка	Коэффициент интенсивности			Теплоизбытки, W
			2-стекла	3-стекла		
Окна	СЗ.С.СВ	1,6 м <sup>2</sup>	330	300	x 0,35	168
	В, Ю	м <sup>2</sup>	500	450	x 0,35	
	СЗ	м <sup>2</sup>	520	470	x 0,35	
	З	м <sup>2</sup>	450	400	x 0,35	
Наружные стены		м <sup>2</sup>	12			
Крыша	Подш.потолок	м <sup>2</sup>	18			
	Без подш. пот.	м <sup>2</sup>	6			
Людей		1	115			115
Люминисцентные лампы		120 W	1,2			144
Компьютеры		100 W	1,0			100
Всего теплоизбытки, W						527

Таблица 1. Укрупненный расчет потребности в охлаждении

Главное правило при суммировании теплонагрузки от разных источников:

- обязательное использование и учет солнцезащиты;
- нагрузка от солнца и нагрузка от освещения не совпадают по времени действия.

В данном примере необходимо, таким образом, обеспечить охлаждение:

$$527-144 = 383/12 = 32 \text{ W/m}^2$$

### 3 Теплоизбытки ( $I_k$ )

Тепло, образующееся внутри помещения от, например, людей, оргтехники, освещения и т.п.

$I_k$  = теплонагрузки, требующие охлаждения ( $W/m^2$ ) x охлаждаемый пол ( $m^2$ )

### 4 Температура ( $T_{пом}$ )

Принято: +22 °C

Температура помещения, измеряемая термометром и определяющая ощущение термического комфорта для группы людей, так называемый PPD-индекс.

Параметры внутреннего климата	Значения параметров для классности качества внутреннего климата		
	TQ1*	TQ2	TQ3
Оперативная температура ( $t_o$ )			
Зима, °C			
- Высшее значение	23	24	26
- Оптимальное значение	22	22	22
- Низшее значение	21	20	18
Лето, °C			
- Высшее значение	25,5	26	27
- Оптимальное значение	24,5	24,5	24,5
- Низшее значение	23,5	23	22
Скорость воздуха в зоне обслуживания, м/с			
- Зима	0,15	0,15	0,15 (0,25)
- Лето	0,20	0,25	0,40

Таблица 2. Требования к техническим параметрам

\* TQ1 можно достичь только с помощью индивидуального регулирования температуры и расхода воздуха.

Класс качества TQ1 обеспечивает менее 10 % недовольных климатом помещения, TQ2 определяется как 10 % недовольных и TQ3 - 20 %.

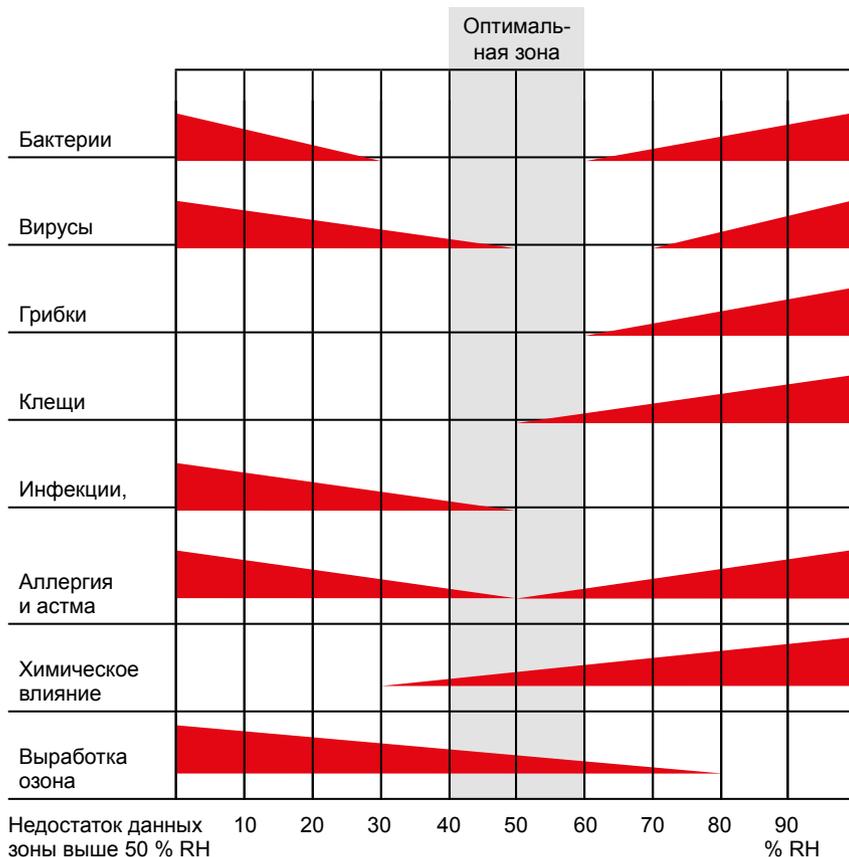


Человек, работающий в офисе с температурой воздуха +25°C по сравнению с комфортной  $T+22°C$ , снижает скорость работы до 70% и умственную работоспособность до 90%

## 5 Влажность

Принято: RH55 %

Ряд исследований в Швеции, Финляндии и Германии по изучению влияния влажности среды на человека, показывают значительное снижение негативного воздействия на здоровье в среде, относительная влажность которой находится в пределах 40 – 60 % RH.



Наш расчет не имеет целью учесть увлажнение воздуха, однако, в процессе охлаждения наружного воздуха, важно помнить о том, чтобы не осушить его более, чем необходимо.

## 6 Климат помещения

(+22 °C; RH 55 %)

Независимо от обеспеченных в помещении параметров температуры, влажности и проч., разница в индивидуальном восприятии внутреннего климата огромна. Если так называемые санитарные границы температуры находятся в зоне от +18°C до +28°C, то зона климатического комфорта гораздо уже и определяется интервалом от +20°C до +24°C, см. стр. 3.

## 7 Температура приточного воздуха после вентилятора ( $T_{ПВ}$ )

Принято: +16 °C

Чтобы удалить теплоизбытки помещения, необходимо обеспечить в него подачу воздуха более низкой температуры, чем температура воздуха помещения. Выбор параметра температуры ПВ зависит от системы подачи воздуха, выбора и размещения воздухораспределителей и проч. Обычно температура ПВ для охлаждения находится в диапазоне 15 – 18 °C.

Слишком низкая температура ПВ требует значительного осушения воздуха, кроме того, свободный холод или естественное охлаждение используется недостаточно. Слишком высокая температура ПВ требует больших расходов воздуха и сопровождается высокой его скоростью.

В расчете принято +16 °C . Более низкая температура ПВ влечет за собой значительный риск сквозняка.

## 8 Разность температуры

(max 7 K)

В данном расчете принимается разность значений температуры помещения и подаваемого в помещение воздуха (ПВ), которая, с точки зрения комфорта, не должна превышать 7 градусов.

## 9 Расход воздуха

Требуемый для охлаждения помещения расход воздуха определяется величиной теплоизбытков помещения и разностью значений температуры помещения и подаваемого в него воздуха (ПВ). Следует помнить о том, что это - термическое требование, но не требование к качеству воздуха.

## 10 Контроль/кратность воздухообмена

(2,5-8 раз/час)

Значение расхода воздуха помещения в  $m^3/h$ , разделенное на объем помещения в  $m^3$ , должно находиться в пределах от 2,5 до 8.

Значение меньше 2,5 вызывает трудности контроля температуры помещения. В этом случае рекомендуется уменьшить разность температур, подавая в помещение воздух более высокой температуры и увеличив, тем самым, кратность воздухообмена.

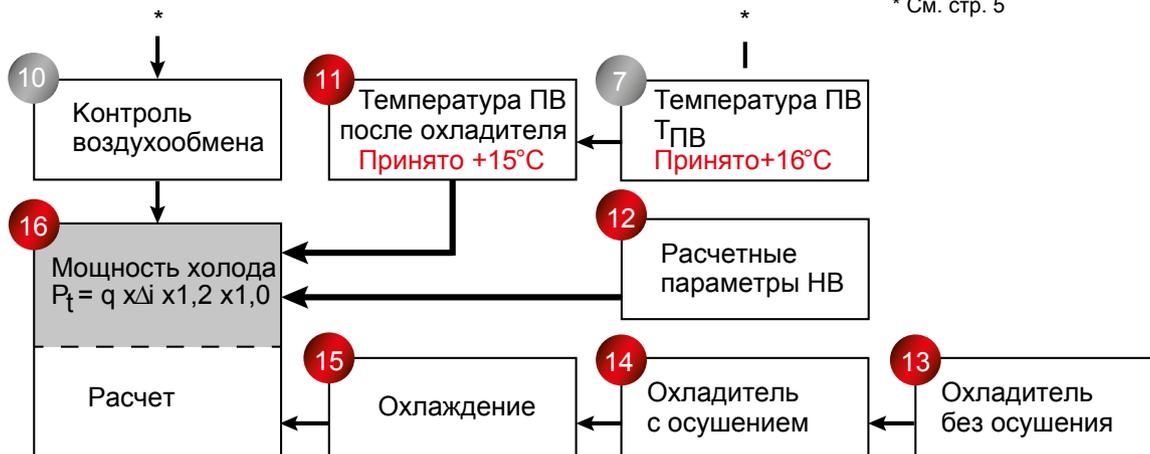
Значение выше 8 вызывает трудности комфортной раздачи воздуха: без шума и сквозняка. В этом случае рекомендуется увеличить разность температур, подавая в помещение более холодный воздух.

### ВАЖНО!

Если расчет показывает необходимость кратности воздухообмена выше 8, и температуры ПВ ниже  $15^{\circ}C$ , то охлаждение данного помещения не может осуществляться воздухом, следует выбрать систему охлаждения иного типа.

## Общая холодопроизводительность

\* См. стр. 5



## 11 Температура ПВ после охладителя

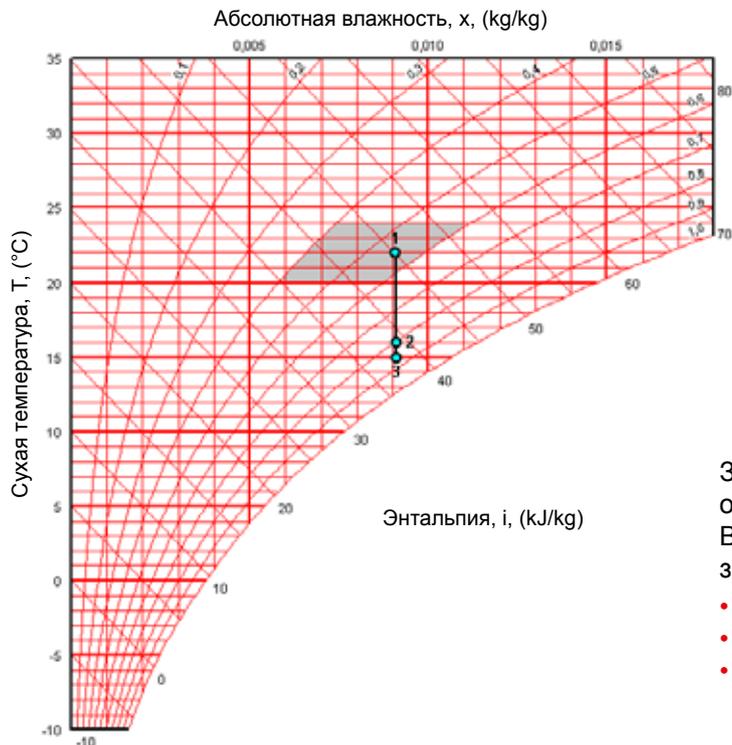
Принято:  $+15^{\circ}\text{C}$

В большинстве систем двигатель приточного вентилятора расположен в потоке воздуха и передает ему тепло, количество которого зависит от мощности двигателя. Обычно принимается 1 градус. Тогда температура воздуха после охлаждающего теплообменника будет  $16 - 1 = 15^{\circ}\text{C}$ .

Процесс показан на диаграмме ниже. Параметры воздуха помещения  $+22^{\circ}\text{C}$  при 55 % RH. Воздух, подаваемый в помещение, нагревается без изменения содержания в нем влаги, и весь процесс расположен на одной линии 0,009 kg.



ID-диаграмма влажного воздуха, давление барометра 101,3 kPa



1. Воздух помещения  $+22^{\circ}\text{C}$ ; RH 55 %
2. Температура ПВ после вентилятора  $+16^{\circ}\text{C}$

Заданная нами температура воздуха после охлаждающего теплообменника  $+15^{\circ}\text{C}$ .

В действительности расположение точки 3 зависит от нескольких факторов:

- расчетные параметры наружного воздуха
- температура испарения процесса охлаждения
- применение утилизации холода

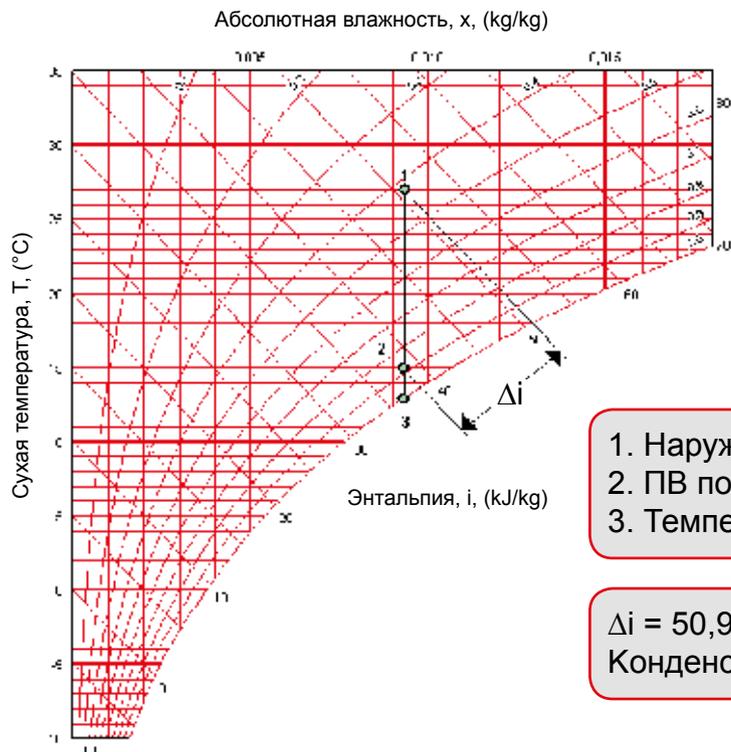
## 12 Расчетные параметры наружного воздуха (летом)

Расчетные параметры температуры и влажности НВ, применяемые для подбора холодильного оборудования, определяются нормативными документами.

## 13 Охладитель без осушения

Ход процесса охлаждения зависит от температуры поверхности охлаждающего теплообменника (охладителя). Если температура испарения поступающего в охладитель холодоносителя выше точки росы охлаждаемого охладителем воздуха, выпадения конденсата не происходит - происходит так называемое сухое охлаждение. Такой процесс отражается на ID-диаграмме вертикальным отрезком прямой с неизменным содержанием влаги. Это - оптимальное или явное охлаждение.

ID-диаграмма влажного воздуха, давление барометра 101,3 кПа



$\Delta i = \text{явное}$

1. Наружный воздух +27°C, RH 42%
2. ПВ после охладителя +15°C
3. Температура испарения +13°C

$\Delta i = 50,9 - 38,1 = 12,8 \text{ kJ/kg}$  воздуха  
Конденсат  $x = 0 \text{ kg/kg}$  воздуха

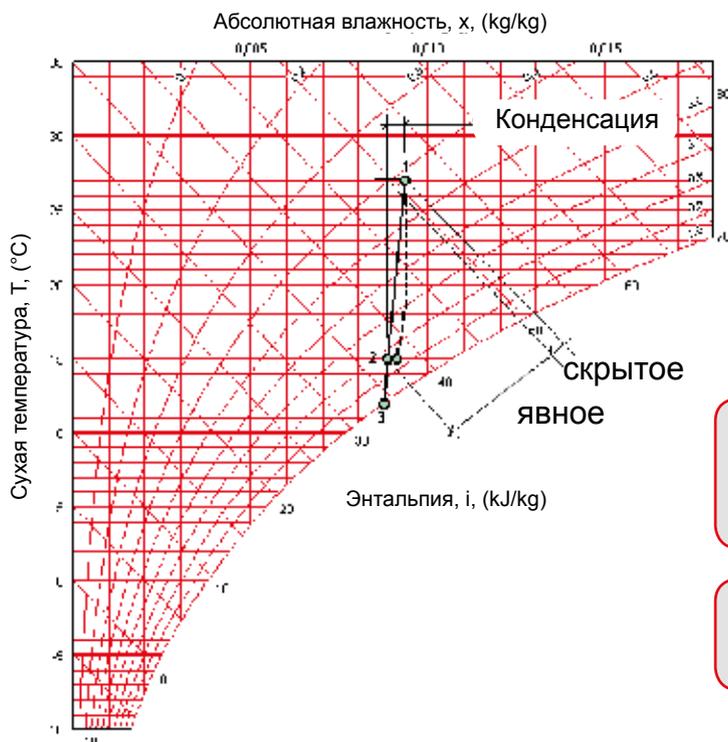
## 14 Охладитель с осушением, температура испарения 12°C

Снизим температуру испарения на 1 градус. Начнется выпадение конденсата, то есть будет происходить не только явное, но и скрытое охлаждение.

Ход процесса представлен на ID-диаграмме отрезком кривой линии, построенной из точки параметров наружного воздуха до точки желаемой после охладителя температуры (см. стр.14). Это объясняется тем что температура поверхности охладителя часто выше на первых рядах труб, встречающих самый теплый наружный воздух, и ниже на последних.

Для расчетов используется теоретический ход процесса: прямой отрезок от точки 1 до точки 3.

ID-диаграмма влажного воздуха, давление барометра 101,3 кПа



Мы видим, что снижение  $T$  испарения на 1 градус, увеличивает потребность в холоде на  $(13,5-12,8) / 12,8 = 5,5 \%$ .

$\Delta i = \text{явное} + \text{скрытое}$

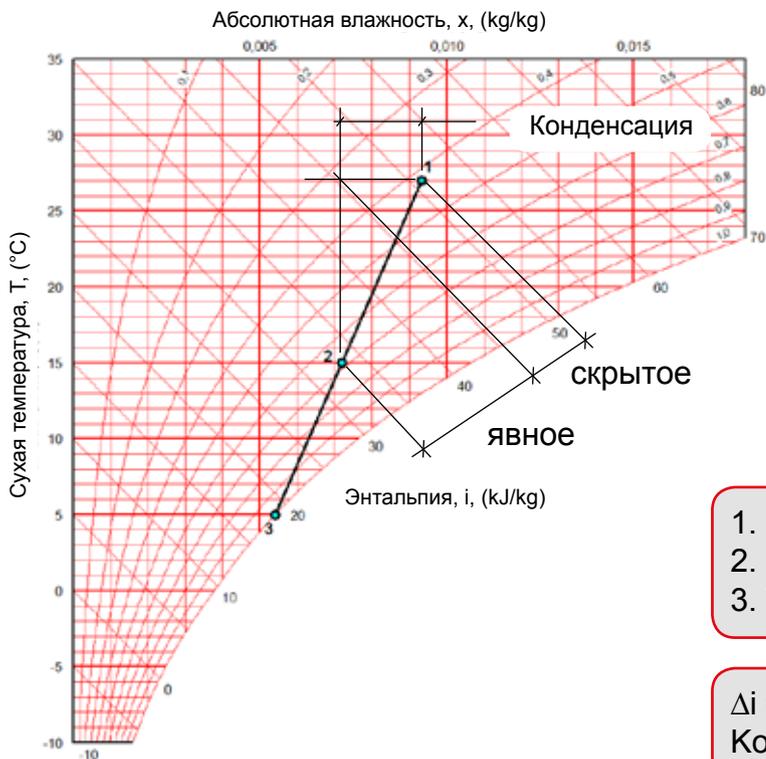
1. Наружный воздух +27°C, RH 42 %
2. ПВ после охладителя +15°C
3. Температура испарения +12°C

$\Delta i = 50,9-37,4 = 13,5 \text{ kJ/kg}$  воздуха  
 Конденсат  $x = 0,0005 \text{ kg/kg}$  воздуха

Охладитель с осушением, температура испарения 5°C

Рассмотрим процесс охлаждения с традиционной температурой испарения +5°C.

ID-диаграмма влажного воздуха, давление барометра 101,3 кПа



Данный процесс требует на 40% выше мощность охлаждения, чем охлаждение без осушения.

Холодильный агрегат, выбранный с большим запасом, будет непрерывно включаться и выключаться, что означает сложности с регулированием температуры подаваемого воздуха и низкую надежность работы.

Оптимально надежную и экономичную эксплуатацию обеспечивает система охлаждения с температурой испарения холодоносителя на 3 – 5 градусов ниже, чем температура воздуха после охладителя.

## 15 Охлаждение

Чтобы получить корректное соотношение холода и влажности, следует выбирать холодильный агрегат, который способен:

- снижать температуру воздуха без значительной конденсации влаги.

Мы убедились в том, что выбор температуры испарения определяет потребность в охлаждении или мощность требуемого холодильного агрегата. Высокая температура испарения обеспечивает:

- низкую потребность в мощности холода
- меньшую мощность подключаемого питания
- низкое энергопотребление

## 16 Мощность холода ( $P_t$ )

Зная величину суммарных теплоизбытков и требуемый расход воздуха, можно рассчитать требуемую мощность холода.

- требуемая мощность холода рассчитывается как разность между энтальпией наружного воздуха и энтальпией приточного воздуха после охладителя.

## Бланк расчета (пример)

Белая цифра соответствует номеру раздела данной брошюры	Принято	Примечания	Данные	N	Формула	Результат расчета	Данные для расчетной программы IVP
Расход воздуха							
1			560 m <sup>2</sup>	01		–	
			– Высота помещения 2,4 m	02		–	
2	30 W/m <sup>2</sup>	Max 50 W/m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup>	03		–	
3			–	04	N 01 x N 03 x 0,001 =	16,8 kW	
4	22°C	20-24°C	22°C	05		–	22,0°C
5	55 %	40-60 %	55 %	06		–	55,0 %
6		22°C; RH 55 %	–			–	
7	16°C	15-18°C	16°C	07		–	16°C
8		5-7 K	–	08	N 05 - N 07 =	6 K	
9			–	09	N 04 / (N 08 x 1,2) =	2,33 m <sup>3</sup> /s	2,33 m <sup>3</sup> /s
10		2,5–8 ggr/h	–	10	N 09 x 3600 / (N 01 x N 02) =	6,25 ggr/h	
Мощность холода							
11			–			–	
	15°C		15°C	11		–	
		ID-диаграмма	37,4 kJ/kg	12		–	
12			–			–	
		Нормативы	Växjö	13		–	
		Нормативы	27°C	14		–	27°C
		Нормативы	42 %	15		–	42,0 %
		ID-диаграмма	50,9 kJ/kg	16		–	
16			–	17	N 09 x (N 16 - N 12) x 1,2 x 1,0 =	37,8 kW	

## Анализ затрат

Инвестиция в систему охлаждения на протяжении многих лет считалась слишком дорогостоящей и, следовательно, рассматривалась как ненужная роскошь. Мы попытаемся уточнить, так ли это, и если да, то почему.

### Окупаемость

Возможно ли, чтобы система охлаждения воздуха была окупаемой? Давайте посмотрим!

С увеличением современных тепловых нагрузок от компьютеров, принтеров, копировальных аппаратов и т.д., не исключено, что температура воздуха в помещениях превышает 25°C в течение более 200 часов в год.

Со ссылкой на приведенный ранее анализ комнатной температуры, ясно, что темп работы в таком помещении падает до 70%.

Если предположить, что стоимость часа одного работника 34,4 €, включая налоги, потери равны  $0,3 \times 200 \times 34,4 = 2064$  €/сотрудника в год!

Если каждый сотрудник занимает в среднем площадь 20 кв.м, это означает что инвестиция 103 €/кв.м окупится уже за один год!

В нашем примере расчета на стр.16 приведено офисное помещение с охлаждаемой площадью 560 м<sup>2</sup>. Согласно приведенному выше соотношению, мы можем инвестировать  $560 \times 103 = 57\,700$  €/год для установки холода!



### Эксплуатационные расходы

Как выглядят расходы на эксплуатацию системы охлаждения?

Допустим, что расход воздуха системы вентиляции одинаков для охлаждения и отопления, и рассмотрим поэтому только дополнительные затраты, связанные с охлаждением воздуха.

Сравним два режима охлаждения, отличающиеся температурой испарения.

## Охлаждение с Т испарения +12°C

Данные	
	ПВ
Расход воздуха	2,33 m³/s
Температура	16 °C
Среднегодовая Т	6,4 °C
Режим работы	Ежедневно 09-21
Часов работы	4380 h
Энергия	0,11 €/kWh
Т испарения	12 °C

Получаем потребность в холоде 37,8 kW; принимаем значение эффективности компрессора (COP) 3,8 и мощность двигателя вентилятора 3,0 kW.

Результат		
Годовая мощность холода		7356 kJh/kg воздуха
Энергия		
Общая		20568 kWh
Скрытая (осушение воздуха)		1413 kWh
Энергозатраты компрессора	Всего	5413 kWh
Затраты на работу системы охлаждения	Всего	742 €/год
Электроэнергия на работу системы охлаждения		9,9 kW

## Охлаждение с T испарения +5°C

Данные	
	ПВ
Расход воздуха	2,33 m <sup>3</sup> /s
Температура	16 °C
Среднегодовая T	6,4 °C
Режим работы	Ежедневно 09-21
Часов работы	4380 h
Энергия	0,11 €/kWh
T испарения	5 °C

Получаем потребность в холоде  $2,33 \times 17,7 \times 1,2 = 49,5 \text{ kW}$ .  
 Из-за более низкой T испарения принимаем COP = 3,1.  
 Мощность двигателя вентилятора 3,0 kW.

Результат	
Годовая мощность холода	8078 kJh/kg воздуха
Энергия	
Общая	22587 kWh
Скрытая (осушение воздуха)	3432 kWh
Энергозатраты компрессора	Всего 7266 kWh
Затраты на работу системы охлаждения	Всего 999 €/год
Электроэнергия на работу системы охлаждения	16 kW

### Выводы:

Мы видим, что ежегодные расходы на эксплуатацию системы охлаждения в составе вентсистемы незначительны и не могут являться причиной отказа от системы охлаждения.

Сравнение выше показывает также экономичность выбора системы охлаждения воздуха с высокой температурой испарения холодоносителя.

## Холод: свободный, активный, утилизация

### Свободный холод

Пока температура наружного воздуха ниже или равна желаемой температуре помещения - очевиден выбор охлаждения наружным воздухом - так называемого свободного или естественного охлаждения.

### Активный холод

Когда наружного воздуха недостаточно для поддержания желаемой температуры помещения, необходим дополнительный холод - активный, вырабатываемый холодильным агрегатом (предпочтительно в форме встроенного компрессорно-холодильного агрегата прямого испарения).

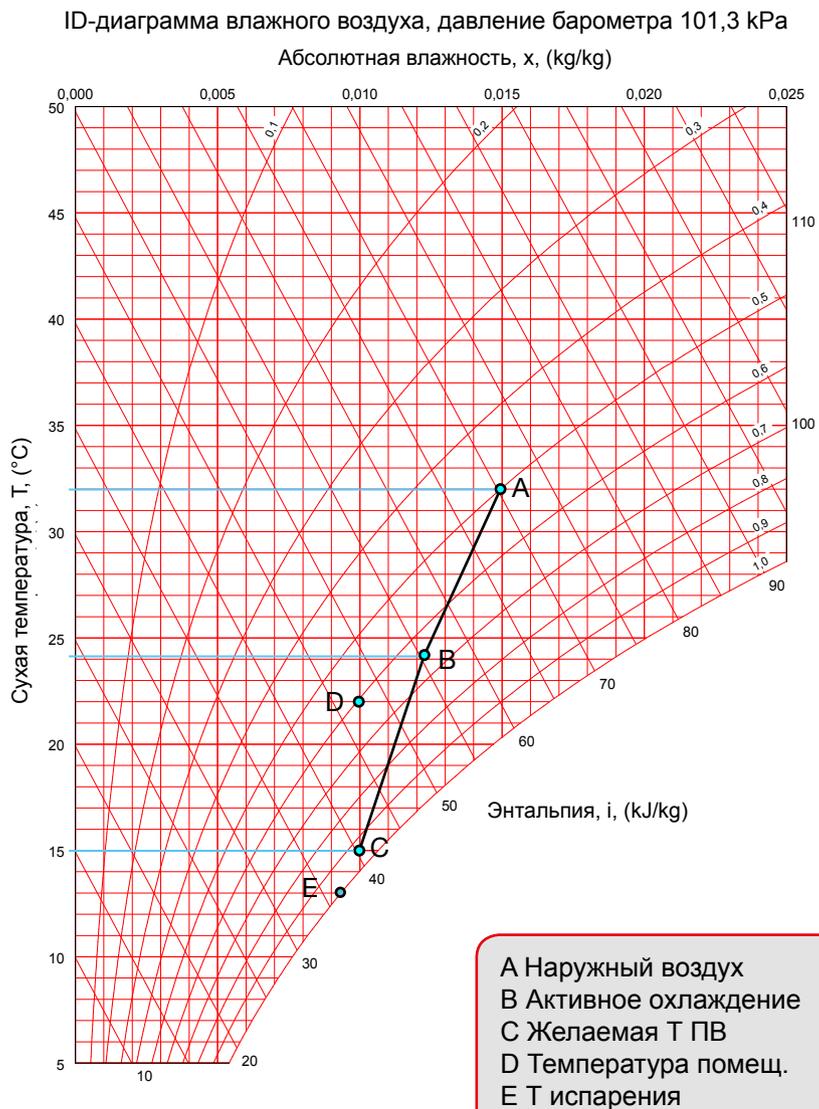
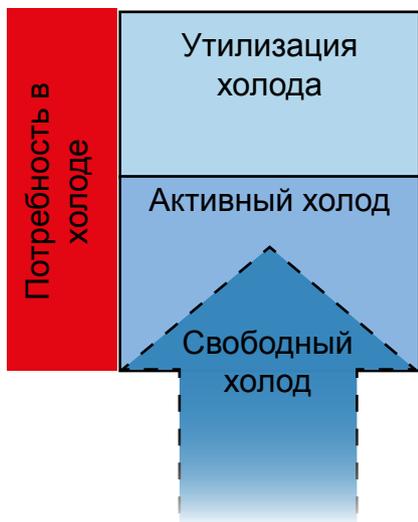
### Утилизация холода

Большинство воздухоподготовительных агрегатов поставляются сегодня с утилизацией тепла. Размещая испаритель холодильного агрегата в приточной части, а конденсатор - в вытяжной части воздухоподготовительного агрегата, (то есть по обе стороны утилизатора), мы получаем возможность также утилизировать холод воздуха в сочетании с его активным охлаждением.

Утилизация холода и влажности снижает потребность в холодильной мощности агрегата, позволяя выбрать меньший его типоразмер, а также обеспечивая эффективное охлаждение именно тогда, когда оно нужно более всего.



Принципиальный процесс охлаждения воздуха с использованием свободного, активного холода и утилизации холода в воздухоподготовительном агрегате с гигроскопическим ротором.



## Вариант 2. Упрощенный расчет

Наш более, чем 40-летний опыт производства и эксплуатации холодильного оборудования позволяет предложить Вам также первый приблизительный расчет потребности помещения в расходе воздуха и мощности охлаждения. Для такого расчета обычно используются опытные принятые параметры.

Мы умножаем площадь охлаждаемого пола\* на:

Потребность в расходе воздуха 12 – 15 м<sup>3</sup>/h на 1 кв.м.

Потребность в общей мощности охлаждения 80 – 85 W/m<sup>2</sup> на 1 кв. м. площади пола.

Согласно нашему точному расчету (Вариант 1), для площади охлаждаемого пола 560 м<sup>2</sup> требуется расход воздуха 2,33 м<sup>3</sup>/s и общая мощность охлаждения 37,8 kW.

Если принять потребность в расходе воздуха 15 м<sup>3</sup>/h и общей мощности охлаждения 85 W/m<sup>2</sup>, то результат получается:

расход воздуха  $560 \times 15 = 8400$  м<sup>3</sup>/h или 2,33 м<sup>3</sup>/s;

общая мощность охлаждения  $560 \times 85 = 47600$  W или 47,6 kW.

Значительное отличие в значении мощности охлаждения объясняется тем, что опытные параметры приняты с учетом температуры испарения +5°C, тогда как оптимизированный расчет использует температуру испарения от +10 до +12°C.

\* напомним, что это примерно 70% общей площади пола

Упрощенный способ можно применять для примерного определения параметров. Для подбора оборудования следует применять оптимизированный расчет.



# Приложение 1. Бланк расчета

Белая цифра соответствует номеру раздела данной брошюры	Принято	Примечания	Данные	N	Формула	Результат расчета	Данные для расчетной программы IVP
<b>Расход воздуха</b>							
1 Охлаждаемый пол помещ.			m <sup>2</sup>	01		–	
– Высота помещения			m	02		–	
2 Теплоизбытки/m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup>	Max 50 W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	03		–	
3 Теплоизбытки I <sub>k</sub>			–	04	N 01 x N 03 x 0,001 =	kW	
4 Т помещения	22°C	20-24°C	°C	05		–	°C
5 RH помещения	55 %	40-60 %	%	06		–	%
6 Климат помещения		22°C; RH 55 %	–			–	
7 Температура ПВ	16°C	15-18°C	°C	07		–	°C
8 ΔТ помещения и ПВ		5-7 K	–	08	N 05 - N 07 =	K	
9 Расход воздуха q			–	09	N 04 / (N 08 x 1,2) =	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
10 Кратность воздухообмена		2,5–8 ggr/h	–	10	N 09 x 3600 / (N 01 x N 02) =	ggr/h	
<b>Мощность холода</b>							
11 ПВ после охладителя			–			–	
– Температура	15°C		°C	11		–	
– Энтальпия		ID-диаграмма	kJ/kg	12		–	
12 Параметры НВ			–			–	
– Город		Нормативы		13		–	
– Температура		Нормативы	°C	14		–	°C
– RH		Нормативы	%	15		–	%
– Энтальпия Δi		ID-диаграмма	kJ/kg	16		–	
16 Потребность в холоде P <sub>t</sub>			–	17	N 09 x (N 16 - N 12) x 1,2 x 1,0 =	kW	

” С развитием общества и расширением применения прогрессивных технологий, потребность в охлаждении воздуха значительно возрастает, вместе с тем растут требования к сохранению экологии и применению энергоэффективных решений.

Моноблочный холодильный агрегат прямого испарения, интегрированный в воздухоподготовительный агрегат - самое экономичное решение для достижения комфортного внутреннего климата. Комбинируя в таком агрегате использование естественного охлаждения и утилизации холода, можно добиться значительного снижения потребляемой им энергии”.



IV Produkt AB, Box 3103, 350 43 Växjö  
Tel: 0470-75 88 00 • Fax: 0470-75 88 76  
info@ivprodukt.se • www.ivprodukt.se

**ISBN 978-91-637-1688-1**