Руководство по подбору осушителей конденсационного типа

Dantherm

united elements distribution

197110, Санкт-Петербург, ул. Большая Разночинная, 32
т. (812) 718-55-11, факс: (812) 718-55-14
info@uelements.com
www.uel.ru

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 2

1. Для чего и когда требуется осушение, методы осушения. 3
Ассимиляция *4*
Адсорбционное осушение *4*
Конденсационное осушение *4*
Области применения различных осушителей 5

2. ОСНОВЫ СОСТОЯНИЯ И ПРОЦЕССОВ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА 5

Диаграмма состояния влажного воздуха 5
Применение диаграммы *7*

3. КАК РАБОТАЕТ КОНДЕНСАЦИОННЫЙ ОСУШИТЕЛЬ? 9

Температура и расход воздуха 9
Контроль уровня влажности 11
Регулирование температуры 11
Основное назначение компонентов осушителя, схемы. 11
Мобильные модели CDT 30, 30 S *11*
Мобильные осушители CDT 40, 40S, CDT 60, CDT 90, стационарные осушители CDP, CDF *12*
Режим оттаивания испарителя 13

4. ПОТРЕБНОСТЬ В ОСУШЕНИИ, РАСЧЁТ ВЛАГОСЪЁМА 13

Содержание влаги в воздухе 14
Метеорологические данные *14*
Размер (объём) помещения *15*
Воздухообмен (вентиляция) *15*
Создание комфортного климата в помещении. *15*
Хранение и защита товаров и материалов *17*
Гидротехнические сооружения *18*
Избыточное содержание воды в материалах 21
Сушка зданий *21*
Практические рекомендации по осушению *22*
Сушка зданий и материалов в связи с затоплениями водой 23
Сушка пространств под полом *23*

5. ВЫБОР МОБИЛЬНОГО ОСУШИТЕЛЯ 23

Общее описание мобильных осушителей CDT 23
Удельный расход энергии (SEC) - показатель энергоэффективности. 24
Модельный ряд мобильных осушителей Dantherm: 24

6. ОСУШИТЕЛИ ДЛЯ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ И ДРУГИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ 26

Модельный ряд 26
Осушители серии CDP 35/45/65(T*) 27
Осушители серии CDP 75/125/165 28
Осушитель с опциональным калорифером повторного нагрева. Верхняя раздача воздуха. *29*
Осушитель с опциональным калорифером повторного нагрева. Нижняя раздача воздуха. *29*
Подбор осушителей для бассейнов 30
Формула стандарта VDI 2089 ..... *31*
Формула Бязина-Крумме *31*
Программа подбора осушителей Dantherm для бассейнов. *32*

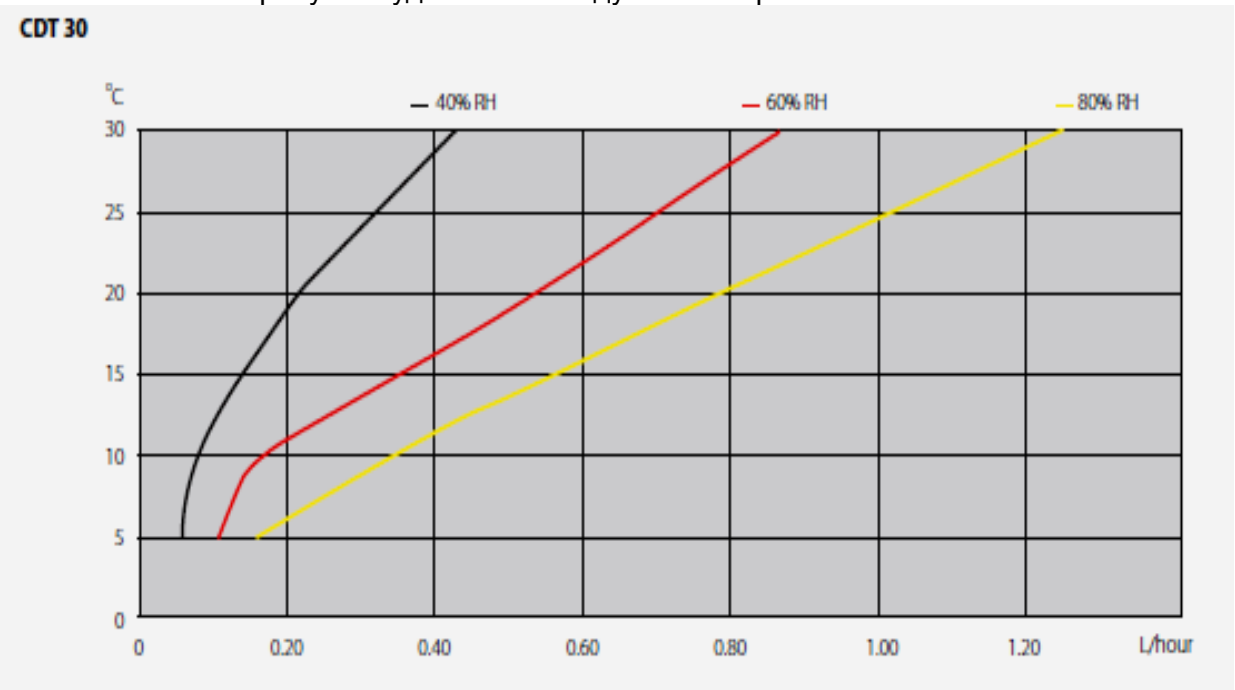
ПРИЛОЖЕНИЯ 33

ДИАГРАММЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ 33
Диаграммы производительности осушителей CDT 33
Диаграммы производительности осушителей CDP 35
КРАТКОЕ СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО – ЭМПИРИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА.....38
1. Создание комфортного климата в помещении 38
2. Хранение и защита продукции и материалов 38
3. Устранение повреждений, нанесенных водой 38
ОПРЕДЕЛЕНИЯ: 39
КОМПАНИЯ DANTHERM: 40

Введение

В ситуациях, когда требуется решить проблему повышенной влажности, будь это воздух или материалы, требуется выполнить подбор оборудования для осушения.

Для правильного подбора осушителя необходимо знать три основных параметра: температура воздуха в помещении в °C, необходимая относительная влажность воздуха в помещении в %, и объём воды в литрах в час, который необходимо удалять из воздуха. Последний параметр представляет собой текущее объёмное влагосодержание воздуха (и, если необходимо, окружающих материалов) делённое на период времени, за который этот объём влаги требуется удалить из воздуха и материалов.



Зная эти параметры и руководствуясь кривыми производительности различных моделей осушителей (выше для примера приведена кривая для мобильного осушителя Dantherm модели CDT 30) можно быстро определить подходящий типоразмер осушителя.

Значения температуры и относительной влажности воздуха несложно определить, в отличие от значения фактического объема воды, которую необходимо удалить из воздуха.

Цель данного руководства – предоставление знаний о функциональных принципах осушения и теоретических основах, необходимых для расчета требуемого влагосъема в различных ситуациях.

Быстрое и экономичное осушение имеет важное значение в зданиях, пострадавших от наводнений, пожаров и т. д. То же самое касается строительных работ, где эффективное

осушение кирпичных или бетонных стен может значительно ускорить процесс строительства. Осушители также могут применяться для сушки различных материалов в производственных и складских помещениях. Для этих целей, как правило применяются мобильные осушители воздуха. Без мер по осушению воздуха не обходятся и помещения бассейнов, где обычно применяются стационарные осушители.

В случаях технологического осушения, когда требуется осушение на постоянной основе, рекомендуется проверять также возможность применения стационарных осушителей (например, осушителей Dantherm серий CDS, CDF и CDP).

1. Для чего и когда требуется осушение, методы осушения.

Необходимость применения эффективного осушения не ограничивается только повреждениями, нанесенными водой, строительными работами, производственными процессами, бассейнами, гидротехническими сооружениями и другими помещениями с высоким уровнем влажности. В условиях различного климата сохранность зданий, материальных ценностей и комфорт для людей можно обеспечить, используя оборудование предназначенной для снижения влажности – осушители воздуха.

Атмосферный воздух является смесью газов (называемых сухим воздухом) и водяного пара. Отклонение количества водяного пара в воздухе от оптимальных значений как в сторону чрезмерного уменьшения (сухой воздух), так и в сторону увеличения (влажный, воздух) может привести к ряду нежелательных последствий. В помещениях к естественной влажности воздуха добавляются дополнительные источники влаги: потоотделение людей, пар от приготовления пищи, испарение при принятии душа или ванной, влага, выделяемая при производственных процессах или хранении влажных материалов, медленно высыхающие влажные строительные материалы и мебель.

Из-за постоянно растущих цен на энергоносители в современных зданиях обычно применяется эффективная тепло и влагоизоляция. Она помогает сберечь тепло, но сокращает воздухообмен с наружной средой и ограничивает возможность естественного баланса влажности. Признаком нарушения баланса влажности на улице и в помещении является, например, конденсат на окнах, который может нанести вред деревянным изделиям.

Основные признаки, указывающие на необходимость осушения воздуха в помещении:

- появление плесени и грибка на стенах и материалах из-за благоприятных условий при повышенной влажности для появления микроорганизмов
- коррозия металлических поверхностей – они становятся трудно окрашиваемыми и постепенно разрушаются
- сбои и некорректная работа электронного оборудования
- повреждение товаров, конструкций зданий, мебели от влажности
- дискомфорт из-за влажного климата в помещении.

Пример 1:

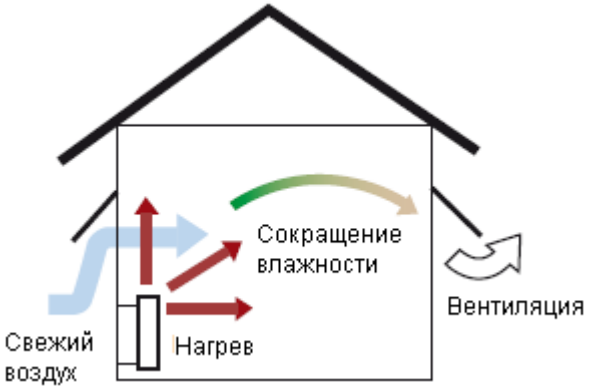
В жаркий сухой летний день в условиях климата средней полосы при комнатной температуре 20°C и относительной влажности 60% содержание водяного пара в воздухе составляет приблизительно 8.5 г / кг воздуха. В помещении объёмом 80 м3 в воздухе содержится около 1 л водяного пара. Если температура ночью снизится до 0°C, более 50% водяного пара, содержащегося в воздухе, будет сконденсировано в росу. Объём сконденсировшейся влаги в итоге составит 5 г воды на каждый кг воздуха или почти 0,5 литра в помещении 80 м3.

В таких случаях необходимо обязательно снизить относительную влажность воздуха в помещении. Для этого применяются различные методы.

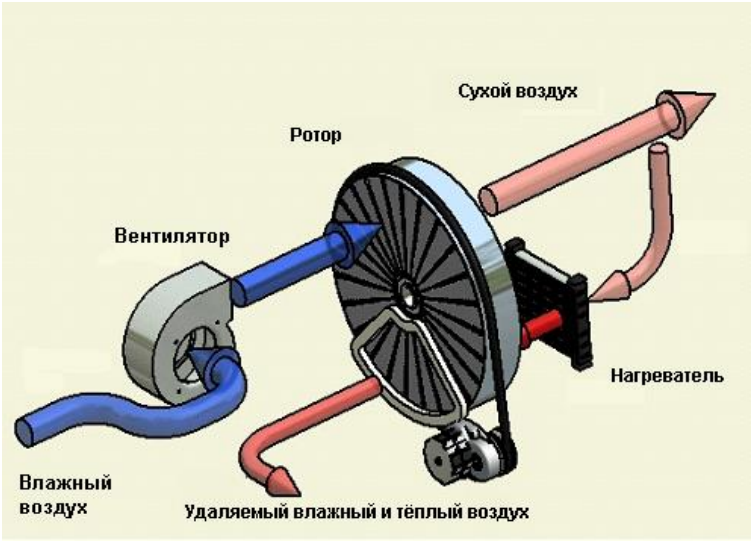
Ассимиляция

Теплый воздух потенциально может содержать существенно больше влаги, чем холодный воздух, то есть возможное максимально возможное влагосодержание воздуха с ростом температуры увеличивается и на протяжении столетий традиционные методы снижения влажности были основаны на этом свойстве. При традиционном методе осушения, называемом ассимиляция, свежий воздух подаётся в помещение и затем нагревается для того, чтобы часть влаги из помещения была поглощена воздухом. Затем воздух удаляется из помещения, в результате чего относительная влажность в помещении снижается. Этот процесс продолжается до момента достижения желаемых условий.

В течение последних нескольких десятилетий применение метода ассимиляции для осушения стало невыгодным из-за того, что при его применении дорогое тепло, в буквальном смысле, выбрасывается на улицу. Кроме того, воздух, поступающий в помещение, обязательно имеет в своём составе определённый объём влаги, что затягивает процесс осушения, в зависимости от времени года, температуры наружного воздуха и погодных условий.



Адсорбционное осушение



Адсорбционные осушители используют свойства некоторых материалов эффективно поглощать влагу. Влажный воздух поступает в такой осушитель и проходит через ротор, который медленно вращается между двумя изолированными зонами внутри осушителя. Силикагель, которым заполнен ротор, поглощает влагу из воздуха и из осушителя в помещение поступает осушенный воздух. Часть осушенного воздуха нагревается и этот горячий воздух проходит через ротор в зоне регенерации, удаляя (десорбируя) влагу из силикагеля. В результате на выходе из осушителя имеем сухой воздух, а влага удаляется из помещения. Процесс осушения и регенерации происходит до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень относительной влажности.

Конденсационное осушение

Применение конденсационного осушения предполагает, что помещение относительно герметично. В помещение не попадает наружный воздух, либо попадает в очень ограниченном количестве. Воздух из помещения постоянно циркулирует через осушитель, и постепенно влага из воздуха собирается в специальной ёмкости или удаляется в дренаж без потерь тепла, в противоположность методу ассимиляции.

Рост цен на энергоносители сделал способ конденсационного осушения наиболее предпочтительным способом снижения влажности при температурах воздуха превышающих +12 -15 градусов Цельсия.

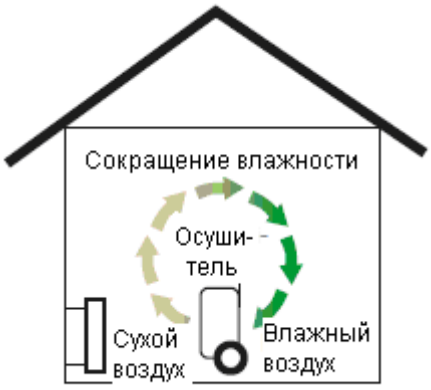
Преимущества конденсационного осушения

• снижение потребления энергии (до 80% по сравнению с методом ассимиляции)

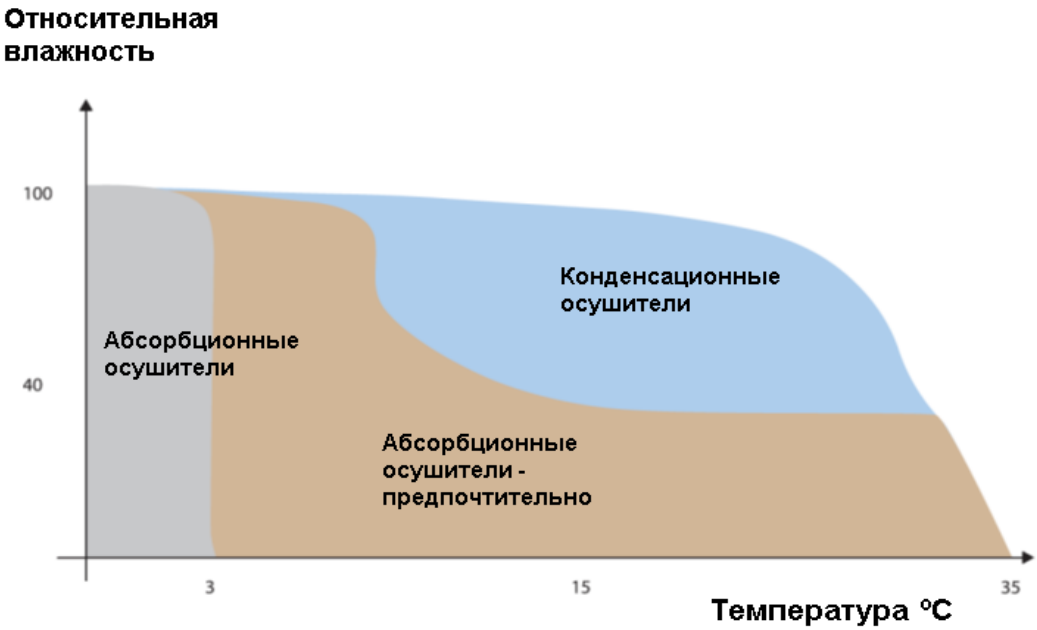
• низкий риск деформации сохнущих поверхностей и достижения критической точки сушки, так как значение температуры ниже

• отсутствие энергопотерь. Энергия, подводимая к компрессору и двигателю вентилятора, преобразуется в тепло

Помимо очевидных преимуществ в виде низкого потребления энергии и высокой производительности, процесс осушения намного легче контролировать до тех пор, пока помещение остается замкнутым.



Области применения различных осушителей



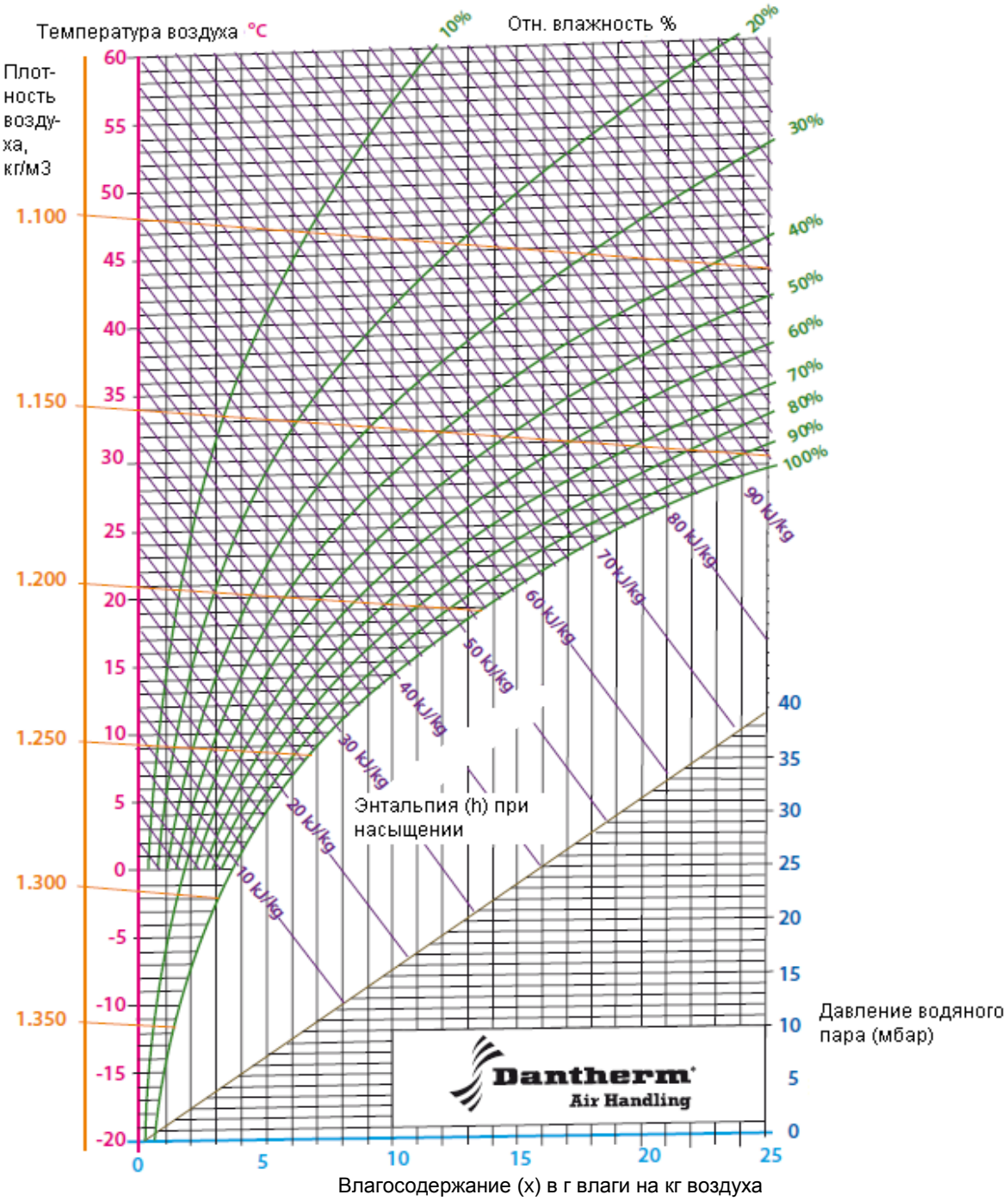
2. Основы состояния и процессов влажного воздуха

Основные функциональные принципы осушения и принципы работы осушителей воздуха довольно просты, однако психрометрические расчеты (расчёты процессов состояния влажного воздуха), для процесса осушения являются довольно сложными. Необходимо принимать во внимание одновременно несколько взаимосвязанных параметров.

Диаграмма состояния влажного воздуха (*называемая ещё диаграммой состояния влажного воздуха, психрометрической диаграммой или диаграммой Молье),* является графическим представлением взаимосвязи характеристик влажного воздуха: температуры, энтальпии, плотности, парциального давления водяного пара, абсолютной и относительной влажности воздуха. Диаграмма является ключевой для определения значения различных параметров, необходимых для расчета нагрузки осушения, требуемой в тех или иных обстоятельствах.

В данном разделе приводится объяснение основных способов работы с диаграммой. В разделе 4 приводятся примеры расчета удельных нагрузок осушения сделанных с использованием диаграммы Молье, с использованием терминов с диаграммы.

Прим: диаграмма, приведенная в данном руководстве, верна для атмосферного давления 1,013 мбар (1,013 бар = 101,3 кПа = 1013 мбар = 1 атм.= 760 мм рт.ст.).

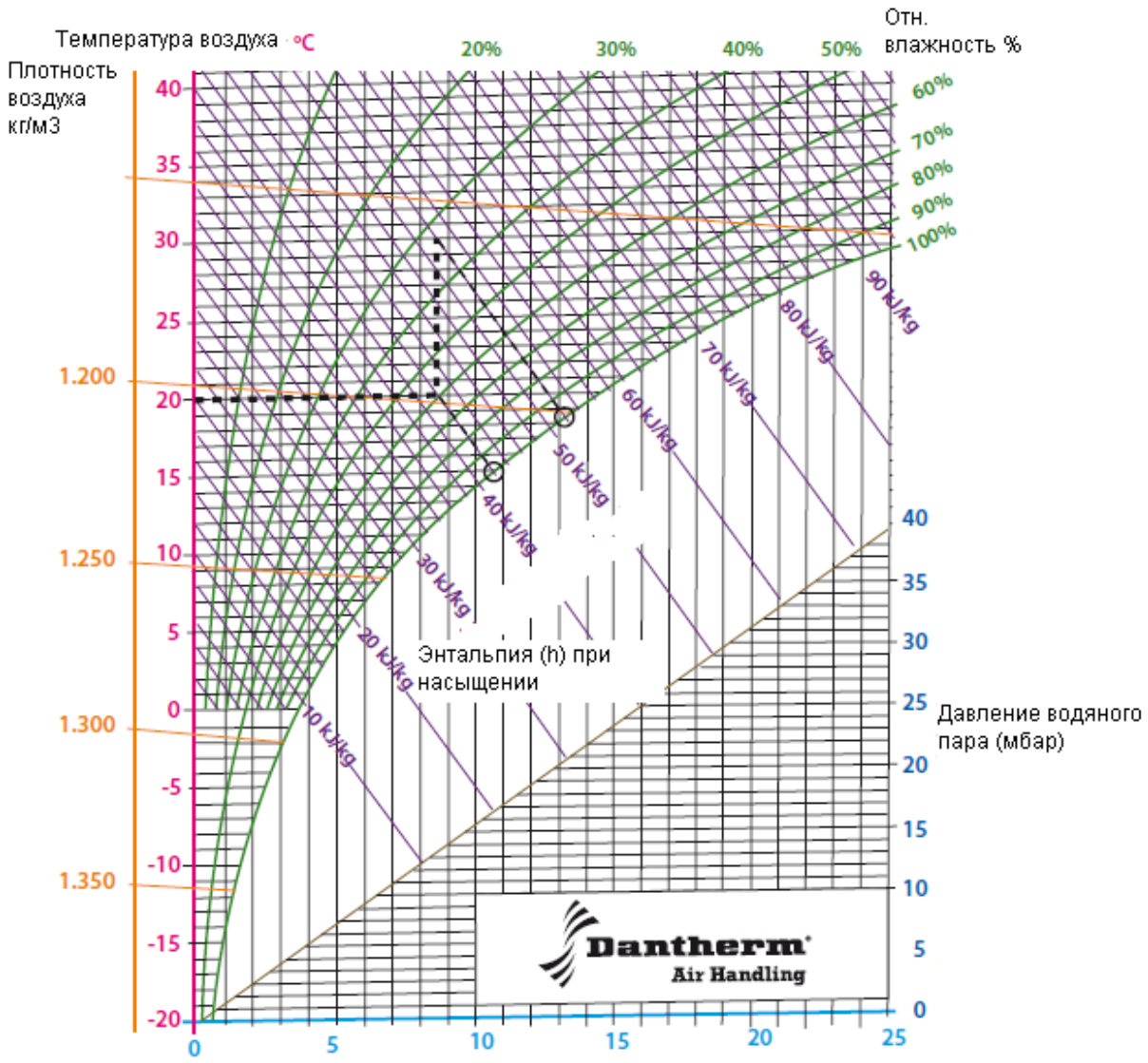


Оси диаграммы	
Плотность воздуха (ρ)	Крайняя левая вертикальная **оранжевая** ось. Показывает плотность воздуха с помощью оранжевых наклонных линий на диаграмме. Плотность воздуха представляет собой удельный вес, измеряемый в кг/м3.
Температура воздуха (t)	Вертикальная **розовая** ось слева с соответствующими слегка наклонными горизонтальными линиями сетки. Температура измеряется в °C.
Энтальпия (h)	**Фиолетовые** диагональные линии. Энтальпия представляет собой содержание в воздухе тепловой энергии, измеряемое в кДж/кг воздуха. За точку отсчёта принят 0°C = 0 кДж/кг
Относительная влажность (RH)	**Зеленые** кривые линии. Относительная влажность представляет собой отношение фактического давления водяного пара в воздухе, выраженное в процентах (%), к давлению водяного пара в насыщенном состоянии.
Содержание влаги (x)	Горизонтальная **голубая** ось внизу. Фактическое влагосодержание, в г влаги/кг воздуха.
Давление водяного пара (p)	Вертикальная **синяя** ось справа. Давление водяного пара, измеряемое в мбар, используется для определения парциального давления водяного пара (при расчете нагрузки увлажнения используется редко). – **Коричневая** диагональная линия в нижней половине диаграммы является вспомогательной линией, используемой при определении парциального давления водяного пара.

Применение диаграммы

При первом взгляде на диаграмму Молье она может показаться довольно сложной, с множеством кривых, диагональных и наклонных линий, но на самом деле это довольно простой и полезный инструмент, нужно только уметь им пользоваться. Необходимыми для расчётов являются значения температуры и относительной влажности воздуха внутри помещения.

Пример 2:



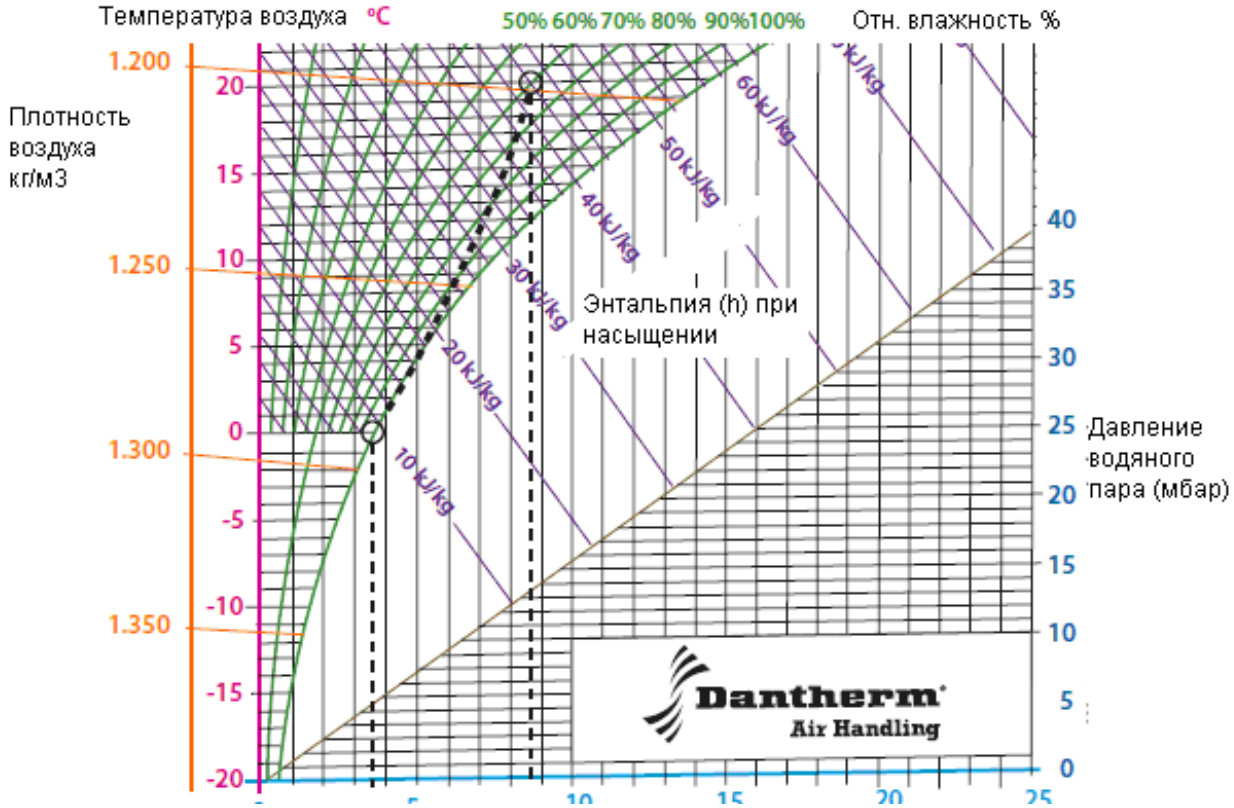
Необходимо рассчитать энтальпию (тепловую энергию), необходимую для повышения температуры в данном помещении с относительной влажностью 60% с 20°C до 30°C.

Начнем с поиска точки 20°C на розовой оси слева. Затем проследуем по слабо наклонной горизонтальной линии до точки, где она пересекается с зеленой кривой 60% отн. влажности. Проследовав по фиолетовой диагональной линии до точки, где она пересекает зеленую кривую линию 100% отн. Влажности (точки росы), мы увидим, что энтальпия исходного воздуха h = 42 кДж/кг.

Вернемся к точке 20°C/60% отн. влажности. Двигайтесь вертикально вверх до точки пересечения с линией 30°C. Вы заметите, что при этом значение относительной влажности упадет до 35%. Но так как нам нужно узнать значение энтальпии в этой точке, необходимо далее проследовать по фиолетовой диагональной линии до точки, в которой она пересекает зеленую линию 100% отн. влажности. Теперь Вы получили значение энтальпии = 52 кДж/кг. Остальное просто: h=(52-42)=10 кДж/кг (10 кДж/кг = 2,8 Вт*час/кг = 0,0028 кВт*час/кг) тепловой энергии должно быть добавлено в каждый килограмм воздуха в помещении для повышения температуры с 20°C до 30°C.

Пример 3.

Возьмём данные из примера 1 на стр 3. В этом примере мы установили, что в жаркий сухой летний день падение дневной температуры от 20°C до ночной температуры 0°C в помещении площадью 80 м3 приведет к конденсации из воздуха почти 0,5 литра воды.



Конденсация влаги из воздуха начинается, как только температура достигает точки росы. Для определения точки росы при 20°C и 60% относительной влажности найдите точку 20°C на розовой оси. Следуйте по сетке до точки 60% относительной влажности. Теперь следуем вниз по вертикальной линии сетки до места ее пересечения с зеленой линией соответствующей 100% относительной влажности (точке росы), от этой точки следуем по горизонтальной сетке влево для определения температуры точки росы 12°C на розовой оси. Между этой температурой и температурой 0°C водяной пар, содержащийся в воздухе, конденсируется в воду.

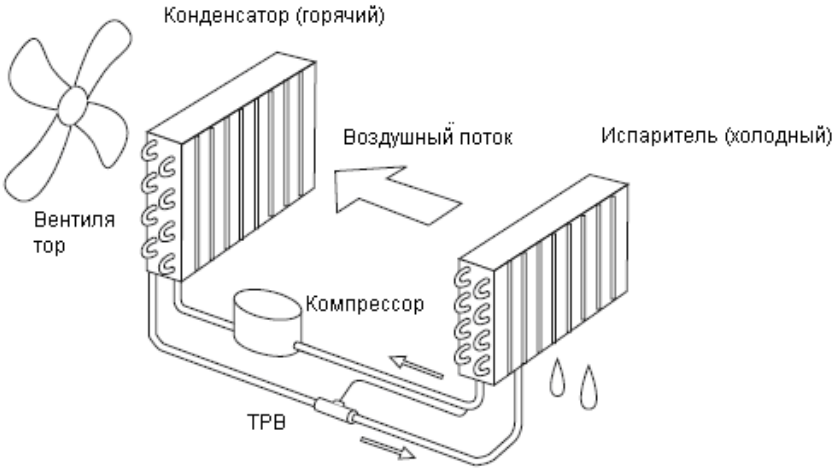
Далее следуем по вертикальной линии от точки 20°C и 60% отн. влажности вниз к горизонтальной голубой оси внизу, чтобы определить значение влагосодержания в воздухе x = 8,5 г влаги/кг воздуха. Если сделать то же самое для температуры 0°C и относительной влажности 100%, получим значение влагосодержания в воздухе x = 3,5 г влаги/кг воздуха.

Можно подсчитать, что 5г. влаги/кг воздуха (8.5-3.5) превратились в конденсат. В помещении объёмом 80 м3 это составит 0,48 литра.

Если нужно показать, как состояние воздуха изменяется во время падения температуры с 20°C до 0°C, то будет получена плавная кривая, так как конденсация начнется в самых холодных зонах помещения, когда среднее значение относительной влажности составляет около 85%.

Рассмотренные примеры дают основное представление о принципе работы с диаграммой Молье. В Разделе 4 диаграмма будет применяться в ряде примеров расчета нагрузки осушения.

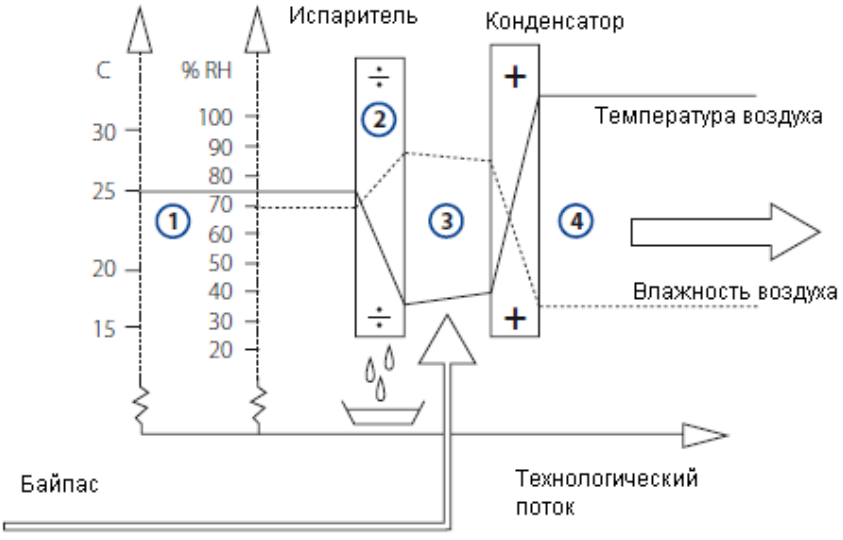
3. Как работает конденсационный осушитель?



Принцип работы осушителя достаточно прост. Вентилятор непрерывно прокачивает воздух из помещения через теплообменник испарителя. Температура испарителя ниже точки росы. Проходя через испаритель, влага из воздуха конденсируется на холодной поверхности испарителя и попадает в емкость для сбора конденсата или прямо в дренаж. Холодный осушенный воздух после испарителя проходит через горячий конденсатор, где подогревается и возвращается в помещение, чтобы «впитать» новые порции влаги из воздуха в помещении, в который, в свою очередь, влага может поступать, например, из осушаемых материалов. Эта процедура продолжается циклично до достижения нужного состояния воздуха.

Температура и расход воздуха

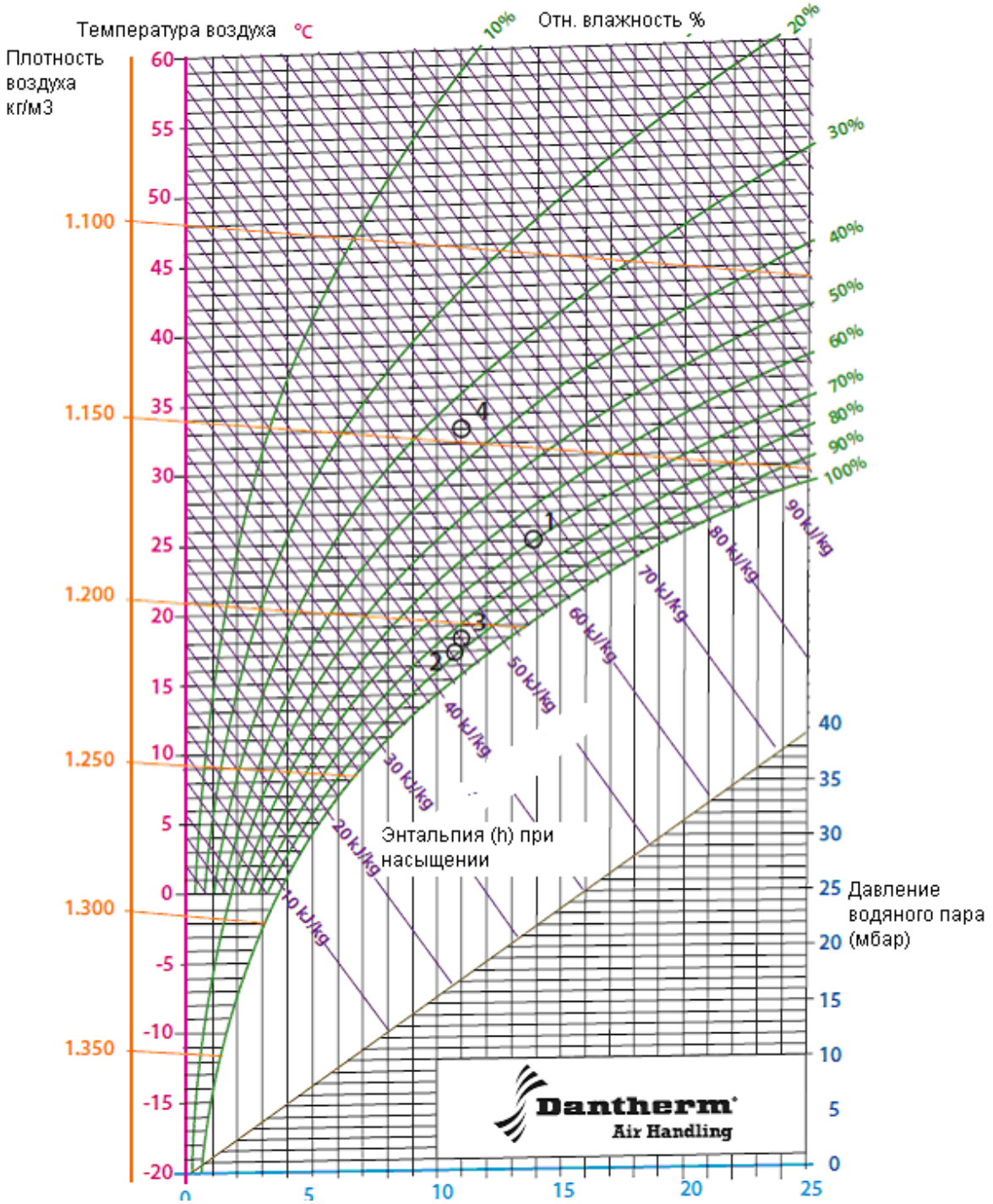
Пример 4



Температура и относительная влажность		
1	25°C	70% отн.вл.
2	17°C	88% отн.вл.
3	18°C	85% отн.вл. смешанн. возд. поток
4	33°C	35% отн.вл.

В показанном примере тёплый и влажный воздух с температурой 25°C, относительной влажностью 70% и влагосодержанием 14 г/кг (1) поступает в испаритель. После испарителя (2) температура воздуха снижается до 17°C, относительная влажность увеличивается до 88%, абсолютная влажность снижается до 10,8 г/кг. Сконденсированные из 1кг. воздуха 3,2г. влаги попадают в ёмкость для сбора конденсата.

Если наложить эти данные на диаграмму, получим 4 точки:



Чтобы удалить максимум влаги даже при относительно сухом воздухе в помещении, важно, чтобы не весь объем воздух проходил через испаритель, поскольку есть риск, что точка росы для воздуха с такими параметрами не будет достигнута. Для этого объём воздуха, проходящего через испаритель, ограничивается для обеспечения максимальной конденсации влаги, а небольшая часть воздуха байпасируется (от англ. bypass — обход) и поступает на конденсатор мимо испарителя, как показано выше. В результате на конденсатор поступает поток смешанного воздуха с температурой 18°C и относительной влажностью 85% (абсолютной влажностью 11 г/кг) между испарителем и конденсатором (3). При прохождении через горячий конденсатор такой поток воздуха будет обеспечивать достаточное охлаждение конденсатора.

В результате на выходе из осушителя мы получим воздух с температурой 33°C и относительной влажности 35% (абсолютной влажностью всё те же 11 г/кг) (4).

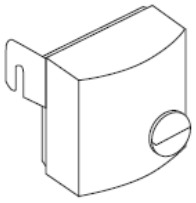
Контроль уровня влажности

Если по какой-то причине необходима работа осушителя только в заданном диапазоне значений относительной влажности, к осушителю может быть подключен гигростат, на котором необходимо установить требуемое значение относительной влажности. Гигростат будет отключать осушитель по достижении требуемого значения относительной влажности, и автоматически запускать его снова, если значение относительной влажности воздуха станет выше требуемого значения

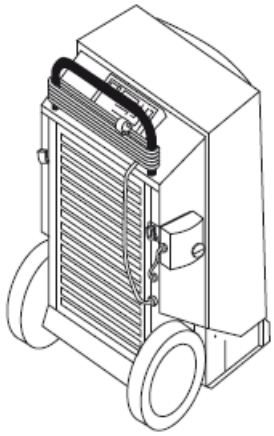
Регулирование температуры

Если температура в помещении выходит за допустимые пределы рабочего диапазона осушителя (3-30°C), осушитель отключится. Когда температура в помещении попадет в рамки рабочего диапазона, произойдёт автоматический перезапуск осушителя.

В результате осушитель будет продолжать работать, пока температура в помещении остается в пределах рабочего диапазона, постоянного сокращая при этом значение относительной влажности.



Гигростат



CDT с гигростатом

Основное назначение компонентов осушителя, схемы.

Мобильные модели CDT 30, 30 S, (с капиллярной трубкой в качестве дросселирующего устройства)

1: Компрессор

2: Испаритель

3: Конденсатор

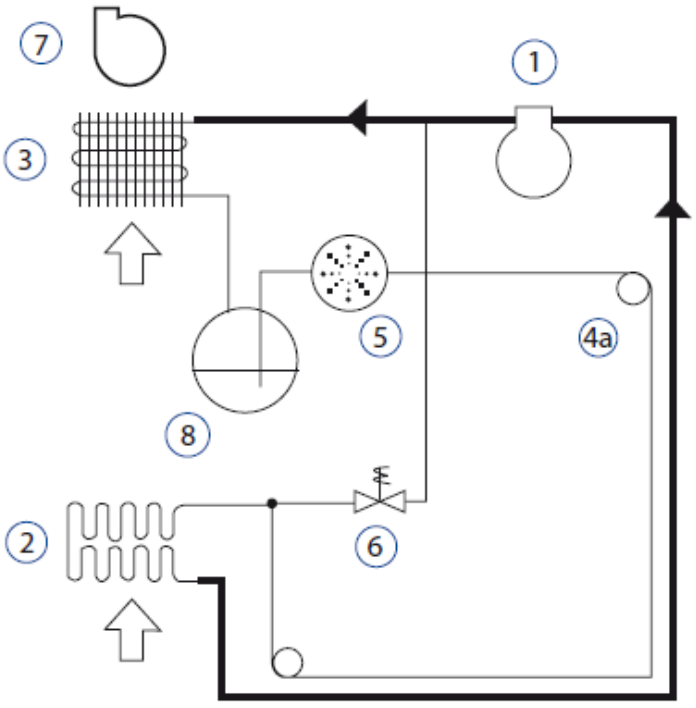
4a: Капиллярная трубка

5: Осушитель на трубопроводе жидкости

6: Соленоидный клапан

7: Вентилятор

8: Ресивер



Мобильные осушители CDT 40, 40S, CDT 60, CDT 90, стационарные осушители CDP, CDF (с ТРВ в качестве элемента регулирующего подачу хладагента в испаритель)

1: Компрессор

2: Испаритель

3: Конденсатор

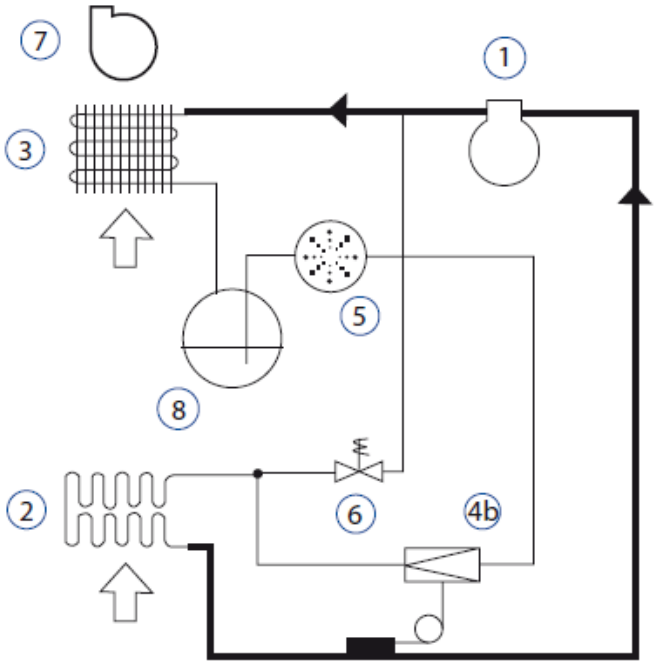
4b: ТРВ (терморегулирующий вентиль)

5: Осушитель на трубопроводе жидкости

6: Соленоидный клапан

7: Вентилятор

8: Ресивер

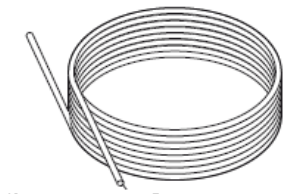


Компрессор (1) всасывает хладагент в газообразном состоянии со стороны низкого давления из испарителя, сжимает его и нагнетает его в конденсатор (3).Вентилятор (7) продувает воздух сначала через испаритель (2), потом через конденсатор (3), где воздух нагревается за счет передачи ему тепла от горячего сжатого в компрессоре газообразного хладагента, находящегося в конденсаторе. При этом сам хладагент охлаждается, конденсируется и в жидком виде попадает в ресивер (8), который служит для сбора жидкого хладагента.

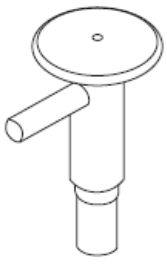
Далее жидкий хладагент под высоким давлением проходит через осушитель на трубопроводе жидкости (5), который удаляет нежелательную влагу из хладагента. После осушителя хладагент проходит через капиллярную трубку или терморегулирующий вентиль (4a/4b) для снижения давления и температуры перед входом в испаритель (2), где кипит при низкой температуре кипения и низком давлении… и снова превращается в газообразный хладагент.

Капиллярная трубка и ТРВ имеют одинаковое назначение - снижение давления хладагента после конденсатора от высокого до низкого уровня. Жидкий хладагент при низком давлении под воздействием тепла из воздуха, продуваемого через внешнюю сторону испарителя, кипит и переходит в газообразное состояние.

Капиллярная трубка имеет постоянное сопротивление. Весь хладагент проходит через длинную тонкую трубку, в результате чего его давление и температура снижаются.


Капиллярная трубка

ТРВ представляет собой динамическое сопротивление (может изменять своё сопротивление). Датчик обеспечивает обратную связь с вентилем, в результате чего вентиль открывается или закрывается, в зависимости от температуры хладагенте на выходе из испарителя (перед компрессором). Если в испаритель поступает недостаточное количество хладагента, температура на выходе испарителя растёт, в результате чего вентиль слегка открывается, и наоборот.

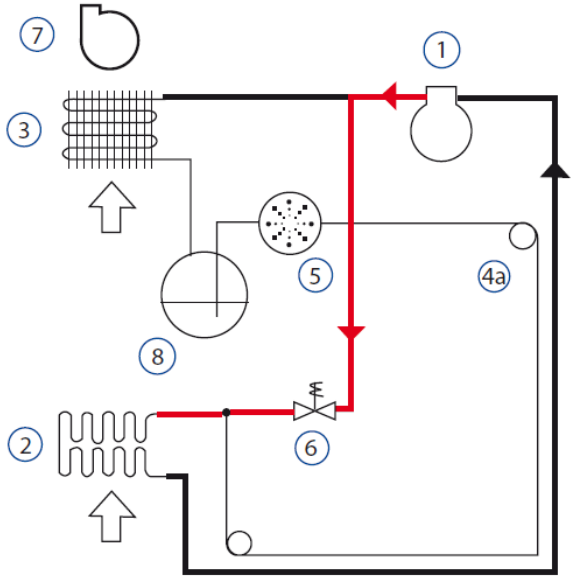

ТРВ

Для больших типоразмеров осушителей применение ТРВ наилучшее решение, в то время как для осушителей небольших типоразмеров оно достаточно дорогостоящее, и при его использовании не достигается никаких существенных различий в производительности.

Режим оттаивания испарителя

В зависимости от температуры в помещении и относительной влажности воздуха, температура испарителя может достичь низких значений и при температуре окружающего воздуха ниже 10-15°C, в зависимости от относительной влажности воздуха, поверхность испарителя может начать обмерзать.

Обмерзание испарителя быстро снижает производительность осушителя. Для предотвращения этого осуществляется автоматическое оттаивание испарителя за счёт направления горячего газообразного хладагента из компрессора в испаритель.



1: Компрессор
2: Испаритель
3: Конденсатор
4a: Капиллярная трубка
5: Осушитель на трубопроводе жидкости
6: Соленоидный клапан
7: Вентилятор
8: Ресивер

При снижении температуры на поверхности испарителя до + 5°C срабатывает таймер, через 30 минут соленоидный клапан (6) откроется, горячий хладагент направится к испарителю, растапливая лед на его поверхности. Затем клапан закрывается, и система возвращается в нормальный рабочий режим.

4. Потребность в осушении, расчёт влагосъёма

После каждого примера в качестве средства осушения будут рассматриваться конкретные осушители воздуха производства Dantherm. Рекомендации основаны на кривых производительности осушителей из Раздела 5. Здесь и далее, до раздела «Осушители для бассейнов», речь будет идти преимущественно о мобильных осушителях.

Проблемы влажности делятся на две основные категории: Одна рассматривает проблемы, касающиеся преимущественно избыточного содержания воды в воздухе. Здесь применение осушителя часто является средством создания комфортного климата и/или сохранения редких документов, книг, артефактов и других ценных материалов или предметов в музеях и архивах, культовых объектах, средством защиты электроники и техники в офисах и на заводах, или даже средством защиты самих зданий (например, бассейны). Вторая категория касается просушивания продукции и материалов. Как правило, сушка строительных материалов связано со строительными работами или повреждениями, причиненными водой. Мобильные осушители также могут быть использованы в качестве альтернативы дорогостоящим стационарным осушителям для сушки готовой продукции (сушка дерева, трав, шерсти, шкур, табака, сыпучих изделий и продуктов, и.т.п.). Важно различать эти категории при определении типа осушителей, который необходимо использовать.

В таблице приведен список типичных проблем и мест их возникновения.

Таблица

Проблема	Потребность	Место возникновения
Избыточное содержание влаги в воздухе	Установление комфортного климата в помещении	Офисные здания, залы заседаний
	Сохранение и защита продукции и материалов	Музеи и выставки, комнаты для хранения особых грузов, водопроводные сооружения
Избыточное содержание влаги в материалах	Сушка зданий	Стройплощадки
	Устранение повреждений, нанесенных водой	Места, пострадавшие от наводнения, пожара или прорыва труб

Содержание влаги в воздухе

Влажность воздуха в равной степени влияет на людей, электронное оборудование, машины и различные материалы в помещении. Ниже приведен список предельных значений относительной влажности, с указанием негативных последствий избыточного содержания влаги в воздухе. Обратите внимание, что указанные значения имеют только ориентировочный характер, поскольку существуют ситуации, в которых даже более низкие значения относительной влажности могут вызывать проблемы. Например, при наличии в помещении больших холодных поверхностей может быть необходимо поддерживать значение относительной влажности ниже 40%.

Действие	Относительная влажность (RH)
Резкое распространение пылевых клещей	RH 45
Начинается коррозия, особенно в агрессивной среде	RH 45
Гигроскопические материалы поглощают воду и начинают портиться (дерево, бумага, ткани, продукты питания и т.д.)	RH 45-50
Бумага начинает уплотняться	RH 55
Коррозия прогрессирует	RH 60
Люди начинают чувствовать дискомфорт при повышенной температуре воздуха	RH 65
Для людей становится все более трудным контролировать потоотделение при высоких температурах воздуха	RH 70
Начинается сухое гниение и появляется грибок	RH 70

Во всех случаях, касающихся высокого уровня относительной влажности, желательно узнать фактические причины проблемы, а не только устранить последствия. В ряде случаев можно найти способы сократить или даже устранить проблему без применения осушителей.

Как было показано ранее, диаграмма Молье является важным инструментом для определения характеристик воздуха в помещении или здании. Тем не менее, необходимо знать и учитывать целый ряд параметров ещё до расчета необходимой нагрузки осушения и осуществления подбора осушителя.

Метеорологические данные

Сначала необходимо получить общую метеорологическую информацию для Вашей географической зоны. Значения температуры и относительной влажности отличаются в разных регионах, и они также изменяются в течение года. Статистические данные доступны для большинства географических зон, и могут быть получены на местном уровне. В таблице ниже приведён пример того, насколько внешние условия могут меняться в течение года (данные для Дании - Копенгаген). Чтобы убедиться в достаточной производительности оборудования, при расчёте следует использовать наиболее сложные значения температуры и влажности. Следует обратить внимание, что даже при высокой относительной влажности в зимний период абсолютное содержание влаги в воздухе относительно невысоко. При этом жаркие летние месяцы представляют собой наиболее тяжелые условия, в связи с тем, что нагретый воздух может содержать в себе большое количество водяного пара.

Средняя температура (°C)		Средняя влажность (% RH)	Содержание воды (г влаги/кг воздуха)
Январь	0	91	2,13
Февраль	0	90	2,0
Март	+2	89	3,0
Апрель	+6	85	4,5
Май	+11	79	6,5
Июнь	+15	80	8,7
Июль	+17	83	10,0
Август	+16	87	9,5
Сентябрь	+13	90	8,3
Октябрь	+8	91	5,5
Ноябрь	+4	91	3,7
Декабрь	+2	92	3,0

Размер (объём) помещения

Размер помещения или здания, при отсутствии существенных притоков наружного возлуха, имеет косвенное влияние, так как основным фактором, который определяет требуемую фактическую нагрузку осушения, является количество влаги в воздухе, однако, нужно учитывать объем помещения, чтобы увидеть, сколько воздуха в нем содержится.

Воздухообмен (вентиляция)

Воздухообмен, n, характеризующий объём приточного и вытяжного воздуха очень важен, так как наружный воздух существенно влияет на температуру и уровень относительной влажности внутри помещения. Исследования показали, что в большинстве случаев проблемы, связанные с избыточным содержанием воды в воздухе, вызваны проблемами воздухообмена.

Необходимо определить, сколько раз в час происходит смена воздуха в помещении. Вентиляция может быть естественной (т.н. инфильтрация), за счёт негерметичности помещения, или принудительной, за счёт механической приточно-вытяжной вентиляции или периодического открытия дверей или окон.

Дополнительная влага, появляющаяся в помещении в результате воздухообмена, измеряется в кг влаги / час и рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathbf{W\ (вентиляция) = \rho * V * n * (x_1 - x_2)}$$

W = г влаги/час
ρ = плотность воздуха (кг/м^3) = обычно используется примерное значение 1.2 кг/м3 при15-25°C
V = объем помещения (м^3)
n = кратность воздухообмена в помещении (час$^{-1}$)
$\mathbf{x_1}$= наихудшие условия воздуха поступающего в помещение (г влаги/кг воздуха)
$\mathbf{x_2}$= содержание влаги в воздухе при требуемом значении относительной влажности в помещении (г влаги/кг воздуха)

Другие источники

Необходимо учитывать влагу, поступающую в воздух от людей, процессов, продуктов и из других источников.

Общая формула для расчета:

Wсумм. = W(люди) + W(процессы) + W(материалы) + W(вентиляция)

***W(люди)*:** Влага, выделяемая в результате потоотделения людей (См. Табл.)
***W(процесс)*:** Влага, выделяемая в результате процессов внутри помещения, т. е. производства, приготовления пищи, стирки и т.д., а также выделяемая с открытых поверхностей воды в гидротехнических сооружениях, производственных помещениях и т.д. Это значение может значительно меняться, и должно определяться в каждом конкретном случае.
***W(материалы)*:** Влага, выделяемая товарами и продуктами, сушащимися внутри помещения или содержащаяся в них.
***W(вентиляция)*:** Влага, поступающая в результате воздухообмена.

Предупреждение

Не рекомендуется повышать температуру в помещении при использовании осушителя. Даже небольшое повышение температуры приведет к сокращению производительности, так как осушитель должен охлаждать воздух до точки росы для начала конденсации.

Создание комфортного климата в помещении.

Ключевым моментом при создании комфортного климата в помещении является обеспечение достаточного воздухообмена. Обычно для бытовых помещений рекомендуется кратность воздухообмена 0,5 в час для обеспечения притока свежего

воздуха, но в помещениях с большим количеством людей может потребоваться повышение кратности воздухообмена.

Важным фактором является относительная влажность воздуха в помещении. Многие люди страдают аллергией на пылевых клещей, грибок и плесень. Эти микроорганизмы процветают во влажном воздухе, но не могут выжить в относительно сухом воздухе. В этом случае рекомендуется поддерживать значение относительной влажности ниже 45% для обеспечения здорового климата в помещении.

Уровень активности	**Потоотделение (г воды /ч на одного человека) при комнатной температуре 20°C**
Низкий	45
Средний	125
Высокий	200

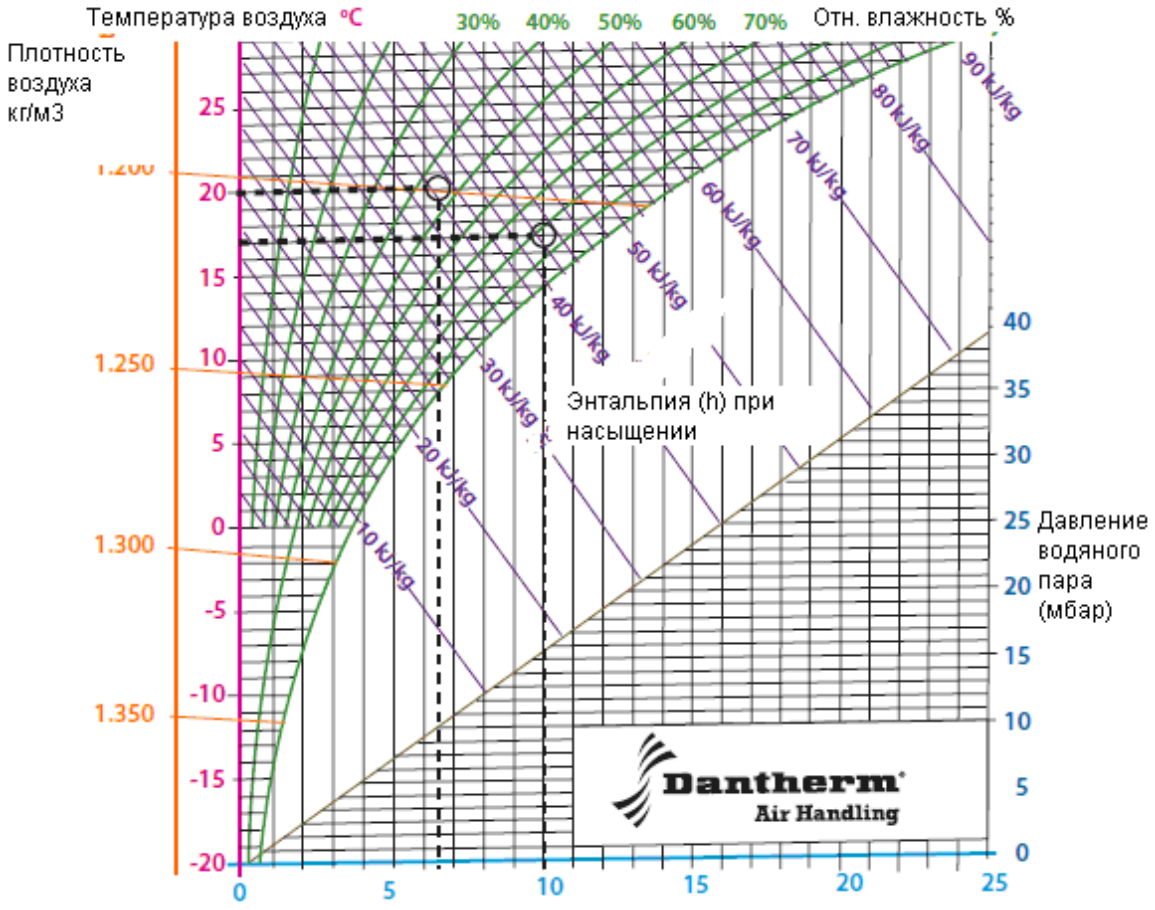
Как правило, воздухообмен от 0,5 в час обеспечивает поддержание низкого уровня относительной влажности, но, это зависит от целого ряда факторов.

Пример 5

5 человек живут в полуподвальном помещении в Дании. Необходимо рассчитать значение влагосъема, необходимое для поддержания в помещении температуры 20°C и относительной влажности 45%.

Данные:

Страна:	Дания
Помещение:	Полуподвальное
Объем помещения:	300 м^3
Воздухообмен:	n = 0.5/час
Плотность воздуха	ρ = 1.2 кг/м^3 (см hx-диаграмму)
Количество человек:	5
Уровень активности:	Средний = 125 г влаги/час/чел (см. таблицу выше)
Наихудшие условия:	x_1 = 10 г влаги/кг воздуха (см. таблицу на стр 14)
Требуемые условия:	t = 20°C и 45% RH > x_2 = 6.5 г влаги/кг воздуха (x_2 определяется с помощью hx-диаграммы)



Расчет:

W(вентиляция) = 1.2 * 300 * 0.5 * (10-6.5) = 630 г влаги/час

W(люди) = 5 * 125 g = 625 г влаги/час

Wсумм. = 630 + 625 = 1,255 кг влаги/час

Другими словами, необходимо удалить 1,255 литра влаги в час из воздуха внутри помещения для поддержания требуемых уровней влажности и температуры.

Рекомендация: использовать два осушителя CDT 60. Влагосъем: 0,7 л/час каждый агрегат при 20°C/45% RH. (См. кривую производительности для осушителя в приложении.)

Хранение и защита товаров и материалов

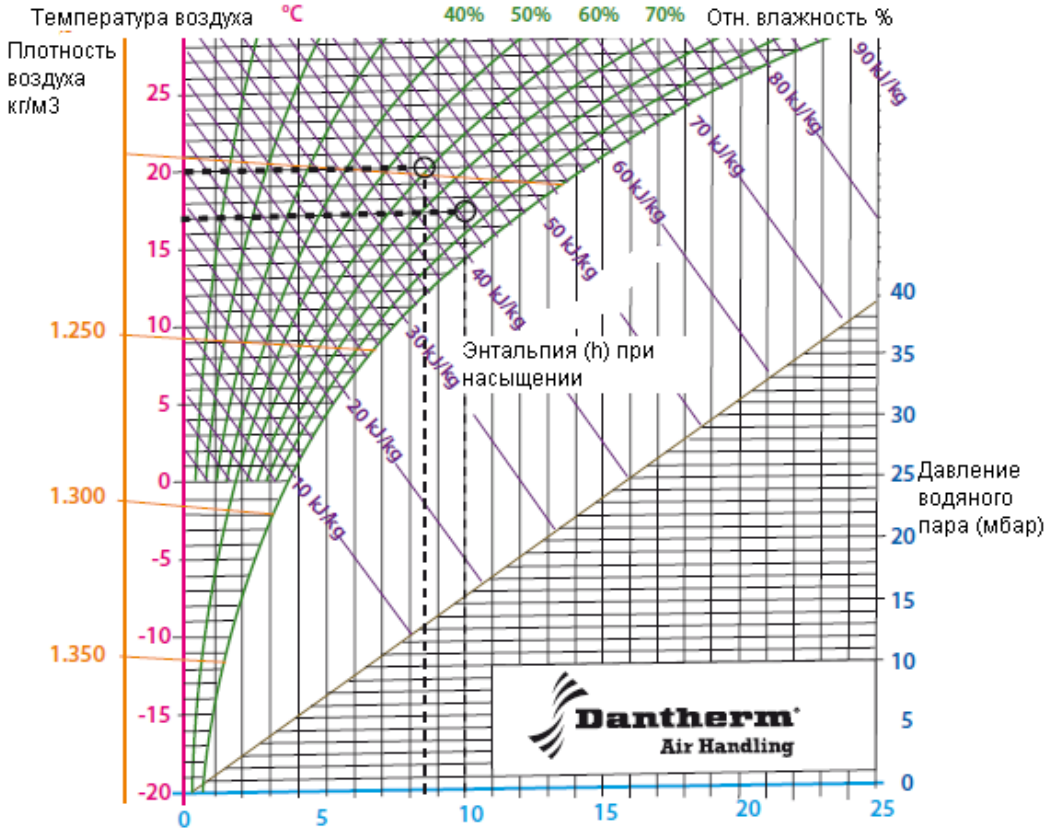
Проблемы влажности, связанные с хранением и защитой товаров и материалов, как правило, связаны с вопросом обеспечения того, чтобы значение относительной влажности не превышало заданного уровня. Обычно местом действия является помещение для хранения или склад.

Качество складских помещений значительно варьируется. Они могут быть либо очень хорошо изолированы от наружного воздуха, либо плохо изолированы. В обоих случаях воздухообмен является важной величиной. В Таблице 6 вы увидите разницу в воздухообмене в различных местах действия в зависимости от качества изоляции помещения. Необходимо также учитывать влажность, получаемую от людей, наружного воздуха, товаров и возможных процессов внутри помещения для хранения.

Помещение	**Воздухообмен: n (час$^{-1}$)**		
Качество изоляции	Хорошее	Среднее	Плохое
Хорошо герметизированное помещение	0,4	0,6	0,8
Обычная жилая недвижимость	0,5	0,8	1,0
Мастерская	0,6	0,9	1,2
Большое помещение для хранения без окон	0,3	0,5	0,7

Пример 6

Имеем 150 м^3 полностью сухих товаров, хранящихся в большом плохо изолированном от внешней среды помещении объемом 300 м^3. Требуется обеспечить в помещении температуру 20°C и поддерживать значение относительной влажности ниже 60%.



Данные:

Страна:	Дания
Место действия:	Склад
Объем помещения:	300 $м^3$
Объем товара:	150 $м^3$
Воздухообмен:	n = 0.7/час (см. таблицу на стр. 17)
Плотность воздуха	ρ = 1.2 $кг/м^3$
Наихудшие условия:	x_1 = 10 г влаги/кг воздуха (таблица стр 14, Июль: t = 17°C; RH = 83%)
Требуемые условия:	t = 20°C и 60% RH > x_2 = 8.5 г влаги/кг воздуха (См. hx-дигарамму)

Расчет:

W(вентиляция) = 1.2 * (300-150) * 0.7 * (10-8.5) = 189 г влаги/час
Wсумм. = 0.189 л влаги/час

Рекомендация: осушитель CDT 30. Влагосъем: 0.5 л/ч при 20°C/60% RH – наименее производительная модель в ряду мобильных осушителей.

(См. кривую производительности модели осушителя в приложении).

Гидротехнические сооружения

Влажностный режим на гидротехнических сооружениях (в том числе и бассейнах) может быть экстремальным. Здесь осушение является способом защиты и сохранения водопроводов, насосов и другого оборудования, а также самого здания.

При слишком высоком значении относительной влажности на всех холодных поверхностях образуется большое количество конденсата. На водопроводных трубах будет отслаиваться краска, появляться коррозия. Это увеличивает расходы на техническое обслуживание и сокращает срок службы зданий и сооружений.

Влажная среда кроме того ускоряет рост грибка и плесени.

В большинстве случаев минимальная температуры воды составляет 6-9°C (Дания). Это означает, что температура поверхности труб примерно равна температуре воды. Чтобы избежать конденсации, температура точки росы должна быть ниже, чем температура поверхности труб.

Обычно необходимо поддерживать температуру внутри гидротехнических сооружений, по крайней мере, на 2°C выше температуры воды и в то же время необходимо поддерживать значение относительной влажности на относительно низком уровне. Для этого требуется осушение. Обычно на водопроводных станциях применяется вентиляция с кратностью воздухообмена 0,3 - 0,7 раза в час.

Температура внутри гидротехнических сооружений редко поднимается выше 16-18°C из-за наличия трубопроводов холодной воды, и потому что такие объекты, как правило, расположены под землей. При такой температуре в помещении поддержание относительной влажности ниже 45% позволит избежать конденсации на поверхностях трубопроводов круглый год. В таблице ниже приведены максимальные значения относительной влажности при различной температуре воздуха и указанной выше температуре трубопроводов, например, в помещении насосной станции, позволяющие избежать конденсации.

Температура в помещении °C	10	12	14	16	18	20
Макс. отн. влажность	80	70	61	54	48	42

Суммарная нагрузка осушения рассчитывается по следующей формуле:

Wсумм. = W(поверхность) + W(вентиляция)

Где W(поверхность) – влага, испаряющаяся с поверхности водного резервуара в помещении

W(поверхность) = c * A * (x_{sa} - x_1)

c = постоянное эмпирическое значение 6.25, когда температура воздуха, как минимум на 2°C выше температуры воды

A = площадь водного зеркала резервуара ($м^2$)

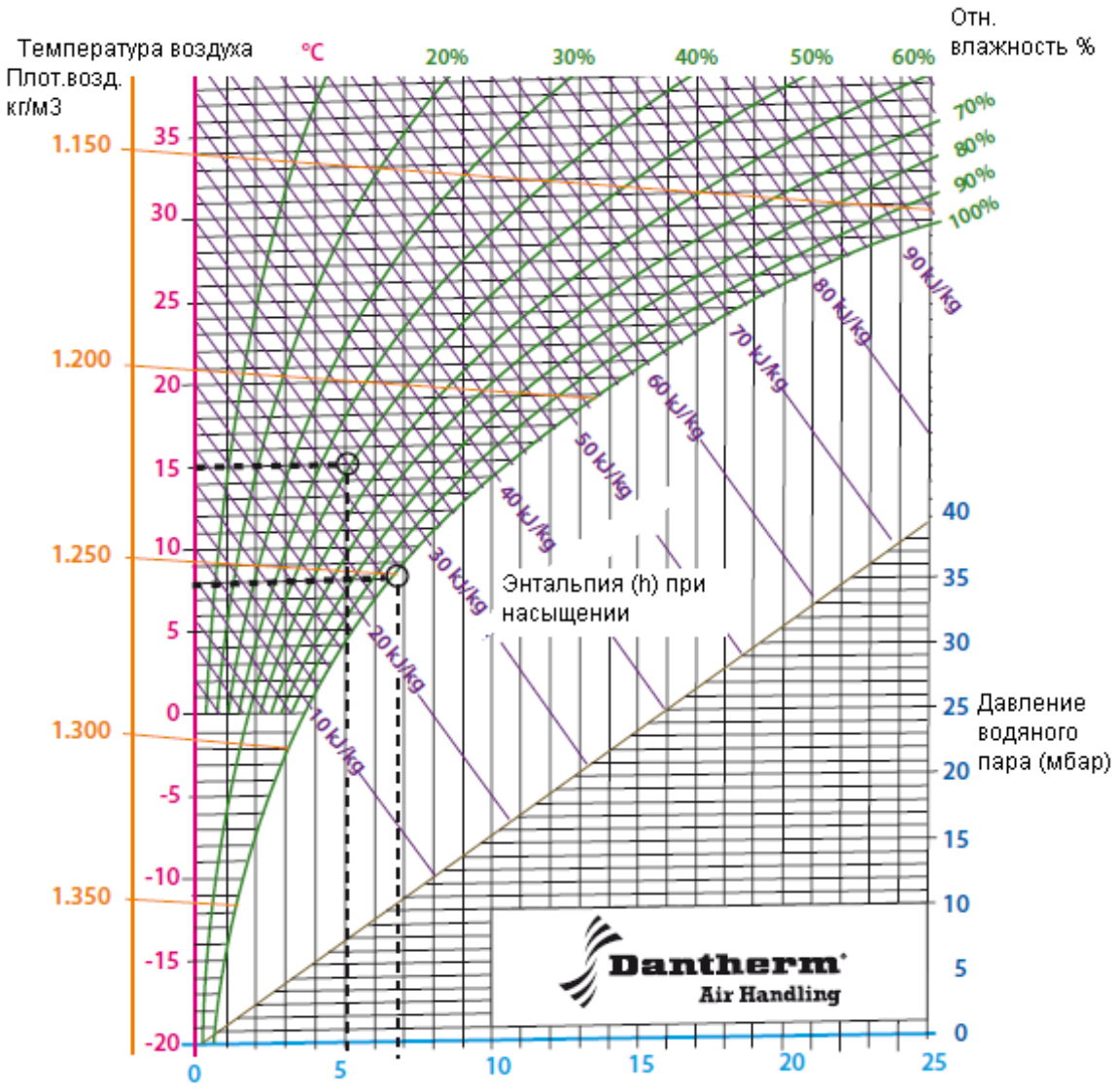
x_{sa} = содержание воды в насыщенном воздухе при температуре воды (г влаги/кг воздуха) при 100% отн. влажности.

x_1 = содержание воды в воздухе при требуемой влажности и температуре (г влаги/кг воздуха)

W(вентиляция) = ρ * V * n * (x_1 -x_2)

Пример 7

Требуется определить нагрузку осушения, необходимую для гидротехнических сооружений при температуре воздуха 15°C и требуемой относительной влажности 50%. Объем гидротехнического сооружения составляет 300 $м^3$, водная поверхность 40 $м^2$, температура воды 8°C.



Исходные данные:

Объем:	300 м^3
Уровень воздухообмена:	0.3 в час
Поверхность воды:	40 м^2
Температура воды:	t= 8°C (и 100% RH)
Содержание воды в воздухе при температуре воды:	x_{sa} = 7 г влаги/кг воздуха (см. hx-диаграмму)
Требуемые условия:	t = 15°C и 50% RH > x_1 = 5 г влаги/кг воздуха (см. hx-диаграмму)

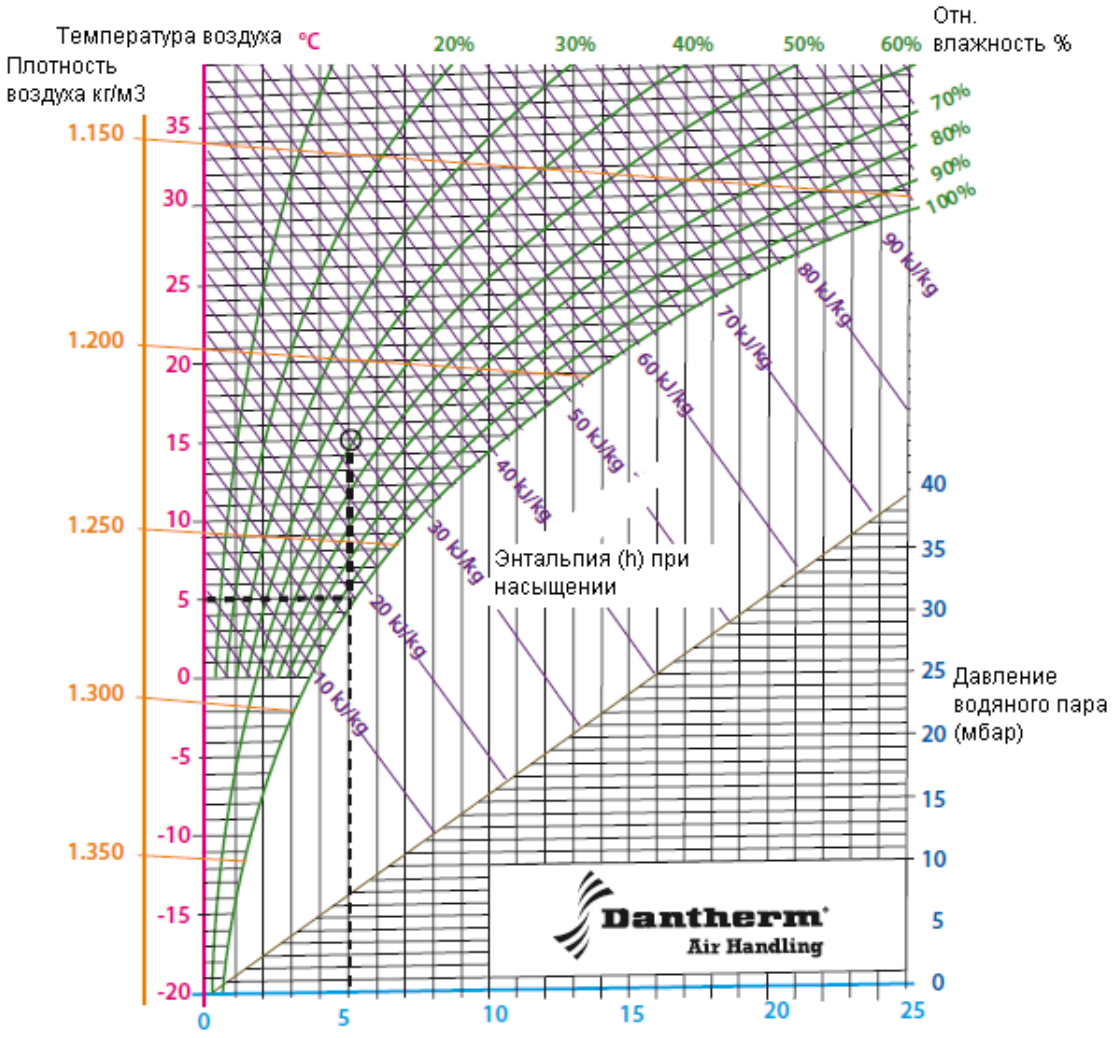
Расчет:

W (поверхность) = 6.25 * 40 * (7-5) = 500 г влаги/час

W (вентиляция) = ρ * V * n * (x_1-x_2) = 1.2 * 300 * 0.3 * (10-5) = 540 г влаги/час

W сумм. = 500 + 540 = 1.04 л/ч

Температура точки росы при 15°C и относительной влажности 50% составляет около 5°C в соответствии с диаграммой. Если температура воды в трубопроводах составляет 8°C и относительная влажность воздуха близка к 90%, на трубопроводах НЕ будет конденсации, так как фактическая температура воды выше температуры точки росы. Это совпадает со значениями в таблице.



Рекомендации: Два осушителя CDP65 или один CDP125. Влагосъем: 0.6 л/ч каждый CDP65 при 15°C/50% отн. вл. В подобной ситуации важно иметь полный контроль взаимосвязи между температурой и относительной влажностью воздуха. Для этого рекомендуется оснастить каждый осушитель CDT 60 гигростатом с уставкой 55% отн. вл. Это позволит управлять температурой и влажностью и всегда поддерживать их значения на уровне, позволяющем избежать образования конденсата.

Избыточное содержание воды в материалах

В соответствии с таблицей на стр. 13 осушение, в основном, применяется для выведения избыточного количества несвязанной влаги из материалов в связи со строительными работами или повреждениями, причиненными водой.

В случае повреждений, причиненных водой, общим правилом является по возможности немедленное применение осушения, но, так как характер и степень повреждений водой могут значительно варьироваться, необходима оценка правильного подхода в каждой конкретной ситуации.

Важным параметром в случае наличия повреждений, причиненных водой, является понимание того, какое количество времени вода проникала в конструкцию здания, мебель и т.д. Важно также поддерживать как можно низкое значение воздухообмена, чтобы избежать попадания влажного воздуха в комнату. В этих случаях чаще всего используют эмпирические методы (см. приложения), разработанные на основании практического опыта, и в которых руководствуются некоторыми, также эмпирическими, данными, так как практически невозможно вычислить абсолютно точно значения нагрузки осушения в ситуации ликвидации повреждений, причиненных водой.

В случае сушки в недавно построенном здании также важно поддерживать низкое значение воздухообмена, но здесь наиболее важным параметром для рассмотрения является исходное содержание воды в различных используемых материалах. Часто необходимо выполнение работы в срок, т.е. Вы должны знать конечное количество времени, необходимое для выполнения работы.

Сушка зданий

Ранее строительные работы в зданиях продолжались в среднем 6-9 месяцев, и строительные материалы, как правило, высыхали в результате естественной вентиляции здания к моменту окончании работ в здании. Сегодня строительные работы осуществляются гораздо быстрее. Это означает, что необходимо осушение для удаления лишней влаги из различных строительных материалов к моменту сдачи здания.

При выборе осушителя для сушки здания нужно учитывать, какое количество воды должно быть удалено, и каким временем вы располагаете для выполнения работы. Это достаточно сложная задача. В некоторых случаях можно оценить количество влаги в строительных материалах с помощью таблиц. Следует обратить внимание, что в случае сушки в новом здании все сводится к конкретным строительным материалам, используемым для стен, полов и крыши. Содержание влаги в разных строительных материалах настолько различается, что простые эмпирические методы здесь не действуют. См. таблицу и пример ниже.

Таблица:

Содержание влаги в различных строительных материалах (кг/м^3)

Материал	В начале работ	химически связанная вода	необходимые условия при 50% отн. вл.	кол-во влаги для осушения
Дерево	80	-	40	40
Черепица, кровля	10	-	10	0
Кирпич, стена	80	-	10	70
Легкий бетон	100-200	-	20	80-180
Бетон K 15 II	180	42	38	100
Бетон K 25 II	180	57	46	77
Бетон K 40 II	180	71	51	58

Пример 8

Требуется вычислить нагрузку осушения, необходимую для удаления избытка влаги из недавно построенного здания в течение 30 дней. Высота здания 2,4 м, ширина 7 м, длина 16 м. Стены и потолок изготовлены из предварительно высушенной древесины. Пол должен быть высушен, так как он изготовлен из бетона K 40 II толщиной 10 см.

Данные:

Период: 30 дней

Условия сушки: t = 20°C, 50% отн. вл. (среднее значение между начальной влажностью 60% и конечной 40%)

Объем здания: 2.4 * 7 * 16 = 268.8 м^3

Материал: Бетон K 40 II, 10 см (см. Таблицу выше)

Расчет:

Объем бетона для сушки:
V = 16 * 7 * 0.1 = 11.20 м3

Избыточная влага в бетонном полу:
Q = 11.20 * 58 кг воды/м3 = 649,6 кг влаги

Необходимо удалить 649.6 л влаги за 30 дней:
W = 649.6/30 = 21.65 л/24 ч

Необходимый влагосъем = 21,65 л/24 ч.

Рекомендации: CDT 40. Влагосъем: 0,70 л/ч при 20°C/50% отн.вл. Один осушитель CDT 40 удалит 16,8 л/24 ч. Это означает, что для выполнения этой работы необходимо два осушителя CDT 40.

Следует иметь в виду, что процесс сушки будет более быстрым в начале осушения, так как содержание влаги очень высоко в начале процесса. С уменьшением содержания влаги в бетоне относительная влажность воздуха будет снижаться, и величина влагосъема осушителем будет уменьшаться.

Практические рекомендации по осушению

Когда осушение используется для просушивания здания и материалов, осушитель работает непрерывно. Относительная влажность воздуха постепенно снижается, что обеспечивает дальнейшее испарение влаги с влажных материалов в помещении в воздух за счёт разности парциальных давлений водяного пара в воздухе и над влажной поверхностью. Количество испаряемой влаги зависит от температуры в помещении, свойств материалов и влажности воздуха в помещении.

Одним из преимуществ конденсационного осушения является то, что процесс сушки является стабильным и щадящим. Если время не является важным фактором, то оптимальный процесс осушения, может быть реализован за счет поддержания стабильных условий 20°C и 40% относительной влажности в помещении. Таким образом будет поддерживаться баланс между сухим воздухом в здании и влажными строительными материалами, не допуская высыхания поверхности и последующей её деформации, а также повреждения предварительно высушенных материалов, таких, как паркет.

При необходимости можно повысить температуру в помещении, но нужно учитывать, что это может принести вред. Появляется риск появления деформаций при высыхании поверхностей, когда интенсивно осушается поверхностный слой, в то время как большое количество влаги остается в глубине стен или материалов. Это увеличит и время сушки, так как влага не будет проникать через сухую поверхность.

Важно, чтобы помещение / здание было по возможности герметичным. Также необходимо убедиться, что здание хорошо защищено от дождя и снега. Вам необходимо проветривать помещение во время покраски, но необходимо правильно герметизировать пустое помещение или здание. Также нужно помнить о том, что необходимо избегать впитывания влаги предварительно высушенными материалами при открытых окнах.

Если воздухообмен внутри помещения не регулируется, то изменение температуры окружающей среды и влажности воздуха осложняет управление процессом. Зимой холодный наружный воздух, как правило, содержит минимум воды, и значение влажности, скорее всего, не очень увеличится даже в случае значительного воздухообмена. Но потребление энергии возрастет, так как нужно будет нагреть холодный входящий воздух. Летом содержание воды может быть достаточно высоким, и потребуется удалять еще больше воды из здания или места работ, если оно плохо герметизировано.

В большинстве случаев влага сосредоточена в подвалах и в областях, где вода используется при проведении строительных работ, например, при окраске, приготовлении бетонной смеси и т. д. Используйте осушители в тех областях, где они могут принести наибольшую пользу.

Сушка зданий и материалов в связи с затоплениями водой

Трудно дать точные рекомендации по устранению повреждений, причиненных водой, так как характер и степень повреждений могут значительно варьироваться. Тем не менее, есть некоторые общие моменты, которые всегда необходимо принимать во внимание

Для ограничения размера ущерба необходимо как можно быстрее блокировать пострадавшие области, чтобы избежать попадания наружного воздуха или других источников влажности.

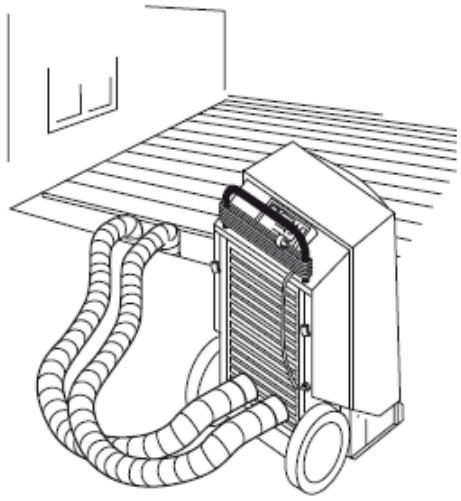
Не менее важно как можно быстрее удалить влагу. В большинстве случаев полезным является прогрев помещения с целью увеличения испарения влаги. Это особенно нужно в том случае, если повреждения водой были нанесены недавно, и вода не успела проникнуть вглубь мебели и другого имущества, стен, полов и других частей здания.

Если вода успела глубоко проникнуть в структуру здания, необходимо использовать осушители с максимально большим значением влагосъема для получения быстрых результатов.

Для определения требуемой нагрузки осушения важны эмпирические значения. Можно ознакомиться с эмпирическими способами расчёта в приложении.

Сушка пространств под полом

При попадании воды под пол часто приходится вскрывать напольное покрытие, чтобы заменить мокрую изоляцию и просушить внутренний объём. Это отнимает много времени, кроме того, это неудобно и дорого, так как делает помещение практически неиспользуемым на период ремонтных работ. В большинстве случаев использование осушителя, подобного CDT 30 S и CDT 40 S, избавит от необходимости вскрывать полы и поможет сэкономить деньги.



Осушение под полом

Горячий сухой воздух подается под пол с одной стороны с помощью воздуховодов. Для нагрева воздуха используется нагреватель осушителя мощностью 1 кВт. Чтобы обеспечить эффективную подачу воздуха, длина воздуховода не должна превышать 5 метров. Горячий воздух непрерывно подается под пол через отверстие, удаляя влагу из изоляции и других материалов, проходя под полом. Это позволяет использовать помещение над пострадавшим пола в то время, пока осуществляется просушка объёма под полом.

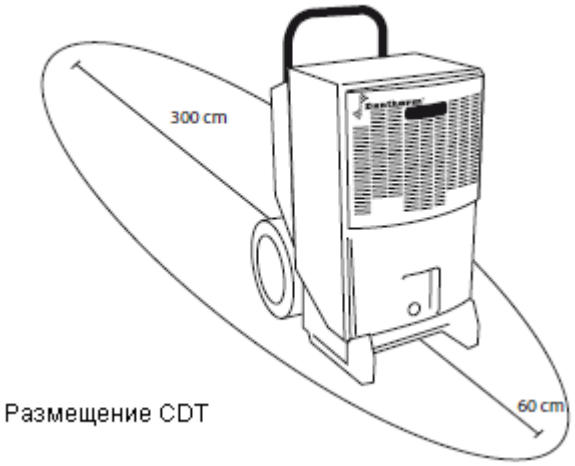
5. Выбор мобильного осушителя

В предыдущих разделах были рассмотрены принципы осушения и теоретические основы, необходимые для расчета необходимой нагрузки осушения в той или иной ситуации. К этому моменту объём предоставленной информации достаточен для самостоятельного и правильного подбора мобильного осушителя Dantherm CDT.

Общее описание мобильных осушителей CDT

Осушители Dantherm разработаны для эффективного осушения воздуха, обеспечивая при этом удобную эксплуатацию, хранение и транспортировку.

Плата управления осушителем расположена на верхней части осушителя. На ней отображается количество рабочих часов, лампочки индикации показывают режим нормальной работы, переполнение водосборника и срабатывание аварийной сигнализации.



Размещение CDT

Особое внимание при проектировании было уделено конструктивным решениям, облегчающим эксплуатацию и транспортировку. Мобильные осушители должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать постоянную транспортировку и погрузо-разгрузочные работы. Мощная защитная крышка и прочная конструкция осушителя CDT обеспечивает его долгий эксплуатационный срок службы. Небольшой вес осушителя CDT и оптимальное распределение веса обеспечивает удобство транспортировки и безопасную эксплуатацию. Хранение нескольких осушителей CDT не требует много свободного места, так как они легко штабелируются.

Все осушители CDT оснащены большими резиновыми колесами и регулируемой ручкой, которые обеспечивают возможность перемещения осушителей из одного помещения в другое, вверх и вниз по лестнице, а также через сложнопроходимые участки.

Во время работы оборудование обладает низким уровнем шума.

При использовании осушителя CDT необходимо всегда размещать его в центре помещения. Должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60 см между воздухозаборным отверстием и стеной, и не менее 300 см для выходного отверстия. Не следует устанавливать осушитель рядом с источником тепла.

Удельный расход энергии (SEC) - показатель энергоэффективности.

Влагосъем мобильных осушителей, является самым важным показателем, но не менее важно учитывать энергопотребление осушителя по отношению к влагосъему. Удельный расход энергии (SEC) = потребление энергии / влагосъем в л/ч, измеряется в кВт/л.



Модельный ряд мобильных осушителей Dantherm:

В таблице ниже перечислены технические характеристики и значения энергоэффективности для осушителей CDT при различных значениях температуры и относительной влажности.

Модель	Ед. изм.	**CDT30**	**CDT30S**	**CDT 40**	**CDT40S**	**CDT60**	**CDT90**
Рабочий температурный диапазон	°C	3 - 30	3 - 30	3 - 30	3 - 30	3 - 30	3 - 30
Рабочий диапазон влажности	%RH	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100
Производительность вентилятора	$м^3$/ч	250	350/300*	350	560/460*	725	1000
Влагосъём (20°C 60%RH)	л./ 24 ч	13	13	22	19	29	41
Производительность (30°C 80% отн.вл.	л./ 24 ч	30	30	39	42	62	94
Энергоэффективность (SEC) (20°C 60%RH)	кВт.ч/ л.	0,85	0,86	0,66	0,83	0,67	0,71
Энергоэффективность (SEC) (30°C 80%RH)	кВт.ч / л.	0,47	0,43	0,5	0,47	0,43	0,42
Электропитание	В/Гц	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50	230/50
Энергопотребление (20°C 60%RH)	Вт	461	456	614	664	800	1214
Уровень шума (1 м от осушителя)	дБ(А)	56	60	59	62	62	62
Объем водосборника	литр	7	7	14	14	14	-
Вес	кг	32	34	43	46	47	62

* первое значение для свободного выпуска, второе - при применении 5 м шланга.

При рассмотрении общего потребления энергии при применении осушителя следует принимать во внимание значительное количество тепла, выделяемого из конденсатора во время процесса. Эта особенность конденсационных осушителей позволяет избежать дополнительных затрат энергии для нагрева воздуха в помещении от других источников.

Рассмотрев, например, осушитель модели CDT30 работающий при температуре 20°C и 60% RH можно видеть что, согласно таблице, потребляемая осушителем мощность составляет 461Вт. Она расходуется на осушение 0,54 л/час (см. кривую производительности, в приложении). Эти 461 Вт энергии преобразуются в тепло и нагревают окружающую среду.

Тепловая энергия в результате конденсации 1 литра влаги из воздуха при температуре 20°C составляет около 680 Вт ч, таким образом, скрытая теплота конденсации пара в осушителе CDT30 составит 680 * 0,54 = 367 Вт.

В итоге можно видеть, что осушитель поставляет 461 + 367 = 828 Вт тепла в помещение. Это тепло является причиной повышения температуры воздуха после его прохождения через осушитель.

В примере 4 на стр. 9 наглядно видно увеличение температуры воздуха в результате процесса осушения.

Для получения информации о более подробных технических характеристиках и дополнительных принадлежностях обратитесь к спецификациям для осушителей CDT.

* Производительность являются ключевой характеристикой при подборе осушителя. Необходимо всегда выбирать осушитель со значением влагосъема равным или немного выше, чем расчетная нагрузка осушения. Существуют диаграммы производительности для каждой модели осушителя. Кривые на диаграмме показывают производительность при 40, 60 и 80% относительной влажности. Промежуточные значения относительной влажности и других величин находят путем интерполяции между линиями и кривыми.

6. Осушители для плавательных бассейнов и других стационарных применений

Для плавательных бассейнов, SPA-залов, душевых павильонов характерна высокая влажность воздуха в помещении и конденсация влаги на стенах, окнах и на потолке. Как результат, некомфортные условия для людей, а также коррозия и гниение материалов, риск разрушения внутренней отделки помещений и несущих конструкций. Именно поэтому в качестве важнейшего элемента инженерно-технического оснащения бассейнов следует рассматривать системы осушения воздуха. Осушители Dantherm, серии CDP, предназначены, в первую очередь, для обработки воздуха, содержащего хлор и другие химически агрессивные реагенты. Корпус осушителей выполнен из горячеоцинкованной стали с дополнительным наружным и внутренним эмалевым покрытием. Их можно успешно использовать для осушки складских помещений, цехов и лабораторий, где температура воздуха не опускается ниже 20 °C.

Регулирование влажности

Поддержание требуемого уровня влажности обеспечивается осушителем с помощью встроенного гигростата на уровне около 60%. Если предполагается частая переустановка уровня влажности, рекомендуется использовать внешний гигростат.

Функция автоматической оттайки испарителя

Если температура воздуха в помещении опускается ниже 20°C, то достаточно быстро может начаться процесс обмерзания испарителя. Функция защиты от обмерзания запускается, когда датчик на теплообменнике испарителя регистрирует температуру ниже 5°C. В течение последующих 30 минут система управления разрешает работу осушителя. После этого происходит останов компрессора, и вентилятор осуществляет подачу теплого комнатного воздуха на испаритель. Как только температура на поверхности испарителя превысит 5°C, компрессор запускается и агрегат переходит в режим осушения. Такой процесс оттаивания называется пассивным и осуществляется только в случае необходимости.

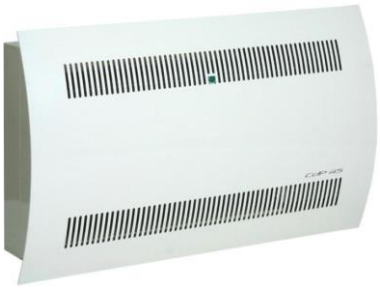
Для задействования режима пассивного оттаивания осушители CDP75/125/165 необходимо комплектовать датчиком температуры испарителя.

Модельный ряд

Технические характеристики:

Модель	Влагосъем (при 28 °C/ 60% RH), л/сут	Расход воздуха, м³/ч	Влажность (рабочий диапазон), %	Температура (рабочий диапазон), °C	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Вес, кг
CDP 35	29	250	40–100	10–36	800	950	315	60
CDP 45	42	500	40–100	10–36	800	1260	315	74
CDP 65	60	750	40–100	10–36	800	1800	315	101
CDP 35T	29	250	40–100	10–36	680	890	290	57
CDP 45T	42	500	40–100	10–36	680	1200	290	68
CDP 65T	60	750	40–100	10–36	680	1735	290	95
CDP 75	65	1500	40–100	20–38	650	1155	725	130
CDP 125	124	2500	40–100	20–38	850	1300	900	160
CDP 165	162	3600	40–100	20–38	975	1400	1010	190

* диаграммы зависимости производительности оборудования от температурных условий приведены в приложении.



CDP 35/45/65



CDP 35/45/65T

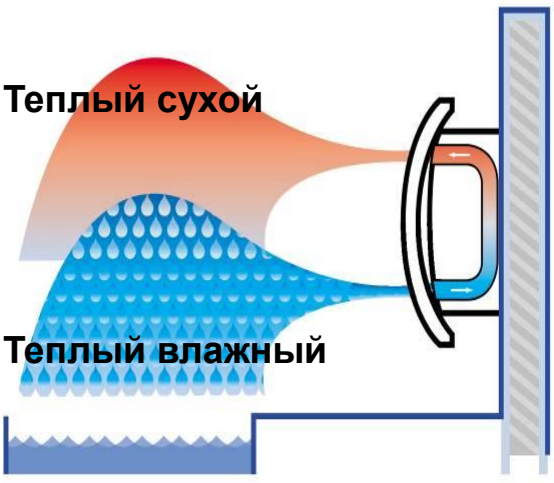


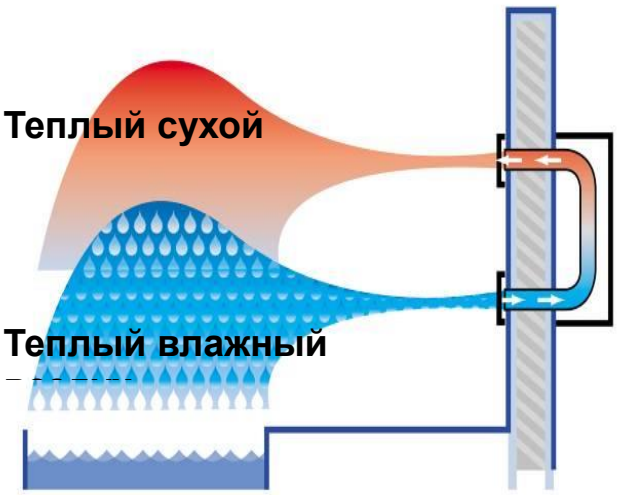
CDP 75, 125, 165

Осушители серии CDP 35/45/65(T*)

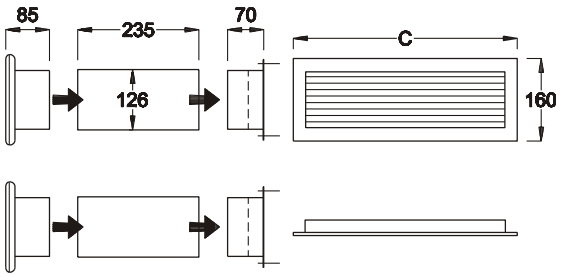
** индекс «Т» говорит о встраиваемом исполнении осушителя, для скрытого монтажа.*

Производительность указанных моделей осушителей до 60л/сут при температуре 28°С и влажности 60%. Рабочий диапазон температур от 10 до 36°С. Оптимальное применение - для бассейнов в коттеджах, частных отелях, душевых и других помещений небольшой площади.





Модели CDP 35/45/65 монтируются непосредственно в помещении бассейна.



Модели CDP (T) 35/45/65 предназначены для установки в смежном с бассейном помещении. Агрегаты оснащаются короткими воздуховодами, для прохода через стену, фильтрами и алюминиевыми декоративными решетками для забора и раздачи воздуха.



Воздуховод в сборе рассчитан на толщину стены от 70 до 350 мм

Осушители серии CDP 75/125/165

Производительность осушителей данного ряда составляет до 162л/сут при температуре 28°C и RH 60%. Рабочий диапазон температур от 20 до 38°C. Применяются для бассейнов, спа-залов в отелях, общественных бассейнов и других помещений большой площади.



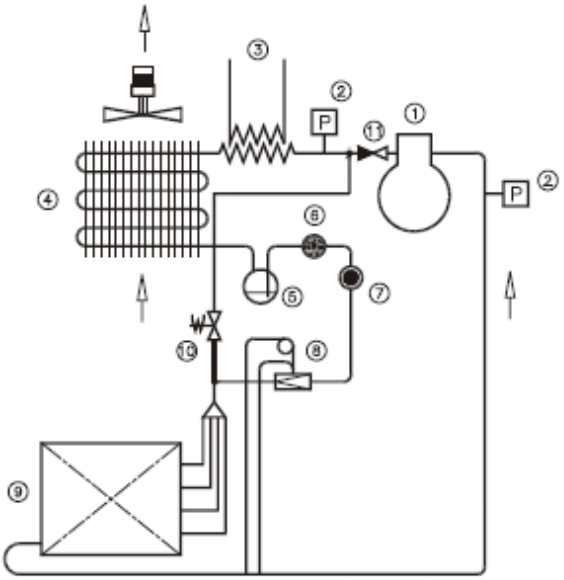
Возможны несколько вариантов монтажа осушителей CDP 75, 125 и 165:

1. Непосредственный напольный монтаж.
2. Монтаж на виброизолирующих опорах.
3. Настенный монтаж на кронштейнах.

В отличие от малых осушителей серии CDP данные модели могут оснащаться опциями, позволяющими расширить функциональные возможности осушителя:

- для рационального использования тепловой энергии в помещении бассейна, осушитель можно оборудовать водоохлаждаемым конденсатором, позволяющим использовать избыточное тепло для подогрева воды.

CDP 75 с водоохлаждаемым конденсатором



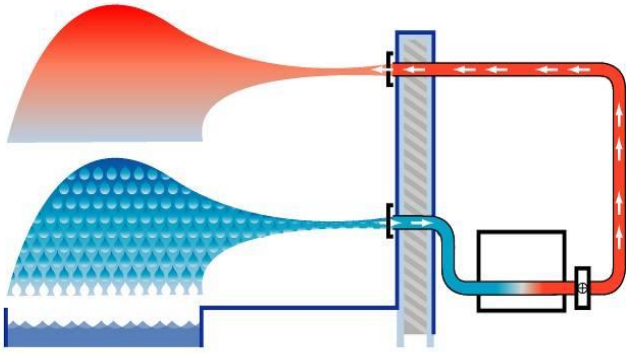
1. Компрессор
2. Реле высокого и низкого давления
3. Водоохлаждаемый конденсатор
4. Конденсатор с воздушным охлаждением
5. Ресивер
6. Фильтр-осушитель
7. Смотровое стекло
8. Термо-расширительный вентиль
9. Испаритель
10. Электромагнитный клапан
11. Обратный клапан

- для дополнительного обогрева помещения осушители CDP 75, 125 и 165 могут оснащаться водяным калорифером, устанавливаемым в выходном воздуховоде.

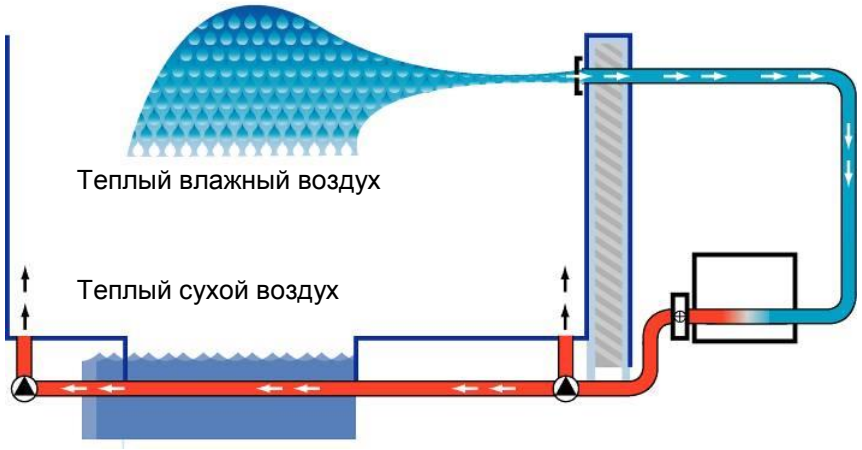
Осушитель с опциональным калорифером повторного нагрева. Верхняя раздача воздуха.

Теплый сухой воздух

Теплый влажный воздух



Осушитель с опциональным калорифером повторного нагрева. Нижняя раздача воздуха.



Для подсоединения канала подмеса свежего воздуха в осушителях есть закрытое крышкой отверстие. При организации подачи свежего воздуха, для поддержания комфортного давления воздуха в помещении и удаления хлорсодержащих газов, рекомендуется устанавливать в помещении вытяжной вентилятор соответствующей производительности:

Максимальное количество подмеса свежего воздуха не должно превышать следующих значений:

Максимальный объём подмеса свежего воздуха м3/час	**CDP 75**	**CDP 125**	**CDP 165**
	225	375	540

** Подмес большего количества свежего воздуха, особенно в зимнее время, может привести к обледенению испарителя. То же самое произойдет, если температура подмешиваемого воздуха будет ниже -5°C. В этом случае понадобится предварительный нагрев.*

Подбор осушителей для бассейнов

Испарение влаги с зеркала водной поверхности в бассейнах, а также с поверхности мокрых материалов и предметов, является основным фактором, влияющим на влажность в помещении бассейна. Интенсивность испарения зависит от площади водной поверхности, температуры воды, влажности воздуха, скорости воздушного потока и активности купающихся.

Для достижения наиболее комфортных условий в бассейне, поддерживая при этом максимальную энергоэффективность, необходимо, чтобы температура воздуха была выше температуры воды на 1 – 2 °C.

- Если температура воздуха ниже - некомфортные условия, сильное испарение с поверхности воды.
- Если температура воздуха выше - высокое энергопотребление.

Для крытых бассейнов принято руководствоваться следующими параметрами:

Тип бассейна	**Температура воздуха,** °C	**Температура воды,** °C
Общего назначения	28-30	26-28
Тренировочный	26-28	24-26
Лечебный	32	32-37
Детский	32	31

Кратность воздухообмена осушителя для бассейна должна находиться в диапазоне от 5 до 10 крат.

Для расчета количества испаряющейся влаги существует много расчетных формул. Как показывает практика, наиболее полно учитывают изменения условий испарения влаги в закрытых бассейнах эмпирические зависимости, выведенные на основе измерений, проведенных в помещениях действующих бассейнов Ассоциацией немецких инженеров (формула стандарта VDI 2089) и британскими специалистами (формула Бязина-Крумме).

Формула стандарта VDI 2089

Интенсивность испарения рассчитывается следующим образом:
***W* = ε· *S*· *(Рнас – Руст)*, г/ч,**
где:
S – площадь водной поверхности бассейна, м2;
Рнас – давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне, мбар (см. Приложение);
Руст – парциальное давление водяных паров при заданных температуре и влажности воздуха, мбар (см. Приложение);
ε – эмпирический коэффициент, г/(м2 · ч · мбар):
0,5 – закрытая поверхность бассейна,
5 – неподвижная поверхность бассейна,
15 – небольшие частные бассейны с ограниченным количеством купающихся,
20 – общественные бассейны с нормальной активностью купающихся,
28 – бассейны для отдыха и развлечений,
35 – бассейны с водяными горками и значительным волнообразованием.

Формула Бязина-Крумме

Для периода, когда в бассейне находятся купающиеся:
***Wотк* = (0,118 + 0,01995· *a*· *(Рнас – Руст)*/1,333) · *S*, л/ч.**
Для периода, когда в бассейне нет купающихся (поверхность воды зашторена или заполнена плавающими шарами/плотиками):
***Wзакр* = (– 0,059 + 0,0105· *(Рнас – Руст)*/1,333) · *S*, л/ч;**
где:
Рнас – давление водяных паров насыщенного воздуха при температуре воды в бассейне, мбар;
Руст – давление водяных паров насыщенного воздуха при заданных температуре и влажности воздуха, мбар;
a – коэффициент занятости бассейна людьми:
1,5 – для игровых бассейнов с активным волнообразованием,
0,5 – для больших общественных бассейнов,
0,4 – для бассейнов отелей,
0,3 – для небольших частных бассейнов.

Пример: Частный бассейн
Расчет по формуле стандарта VDI 2089:
Зеркало бассейна *S* = 20 м2
Температура воды 26 °C (100% отн. вл.) *Рнас* = 33,6 мбар
Температура воздуха 28 °C (60% отн. вл.) *Руст* = 22,678 мбар
Эмпирический коэффициент 15
Расчет:
***W* = 15· 20· (33,6-22,678) = 3277 г/ч = 3,277 л/ч**

Рекомендация к применению: осушитель CDP125.

Кроме того, подбор осушителя можно выполнить с помощью программы, разработанной компанией Dantherm.

Программа подбора осушителей Dantherm для бассейнов.

Dantherm
Environmental Air Management

Программа расчета

осушения частных плавательных бассейнов до 40 м²

Плавательный бассейн

Температура воздуха	28	°C
Температура воды	26	°C
Требуемая влажность	60	% RH
Поправочный коэф-нт	15	
Размер бассейна	20,0	м²

Лечебный бассейн

Температура воздуха	32	°C
Температура воды	37	°C
Требуемая влажность	60	% RH
Поправочный коэф-нт	5	
Размер бассейна		м²

Расчет

Объем испарений плават. бассейна	3,28	кг/ч
Объем испарений леч. бассейна		кг/ч
Общий объем испарений	3,28	кг/ч

Вентиляция

Расход воздуха		м³/ч
* Температура		°C
* Влажность		% RH
Влагосъем посредством вентиляции		кг/ч
Общий влагосъем	3,28	кг/ч

Осушитель: CDP 125

Осушитель для лечебного бассейна:

Технические характеристики

CDP 35	CDP 45	CDP 65
CDP 35 T	CDP 45 T	CDP 65 T
CDP 75	CDP 125	CDP 165

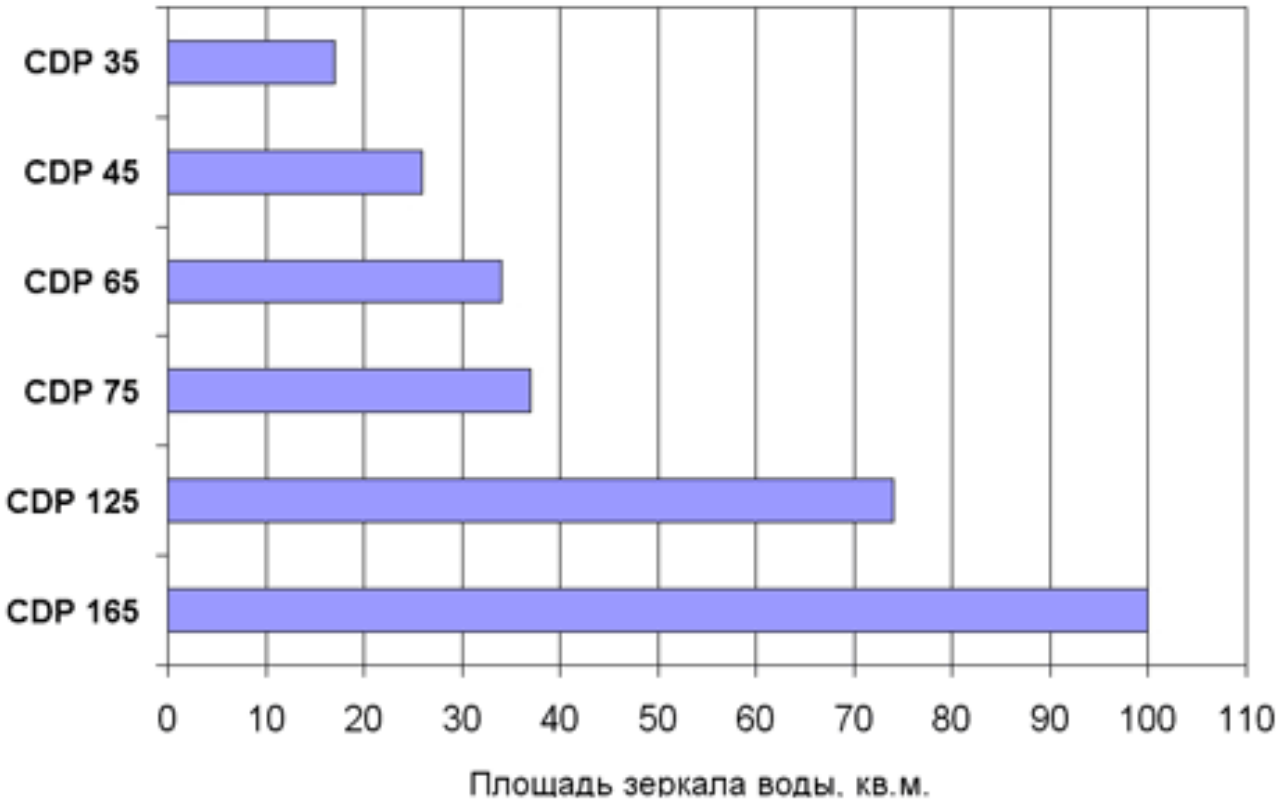


Данные по среднемясячной температуре и влажности воздуха

Сюда

* При отсутсвии данных расчет ведется при температуре 17°C и влажности 83%.

Упрощенный подбор осушителей

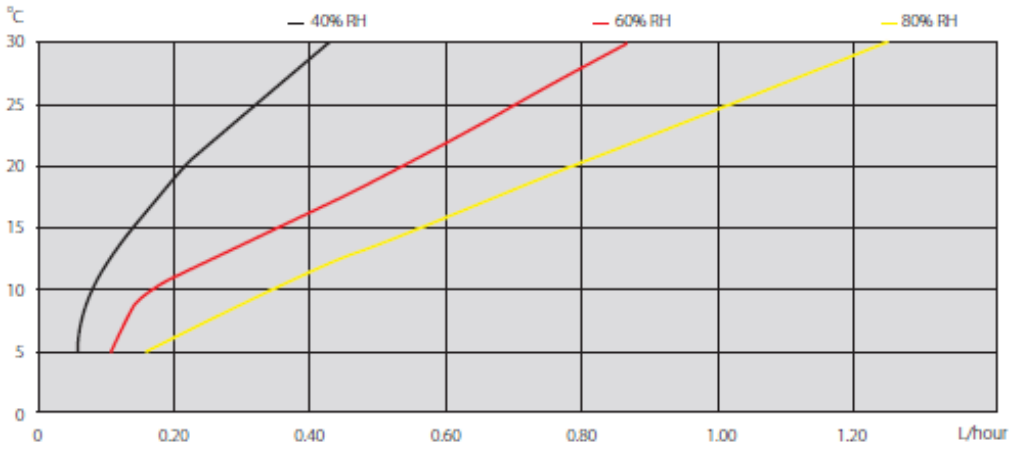


Приложения

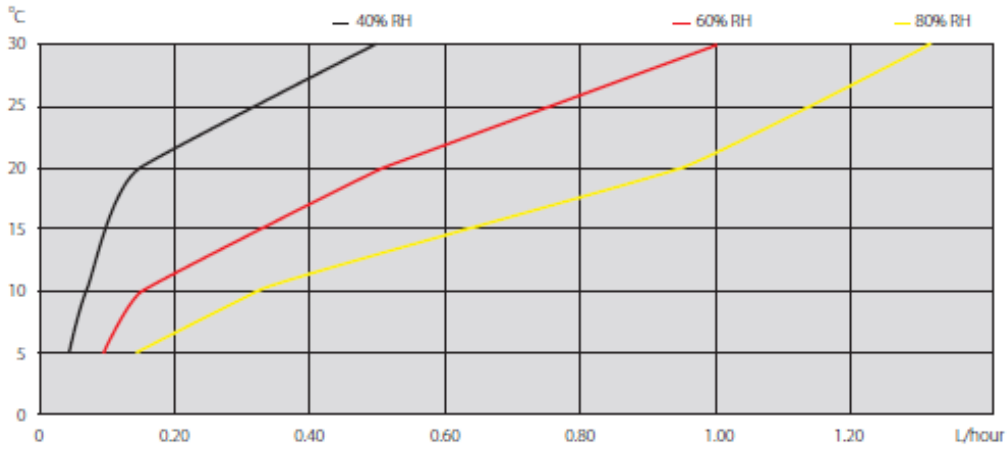
Диаграммы производительности

Диаграммы производительности осушителей CDT

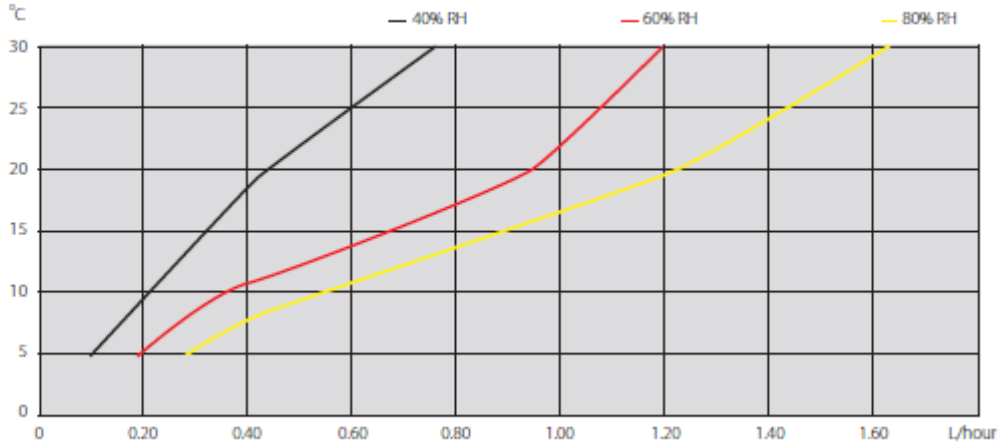
CDT 30



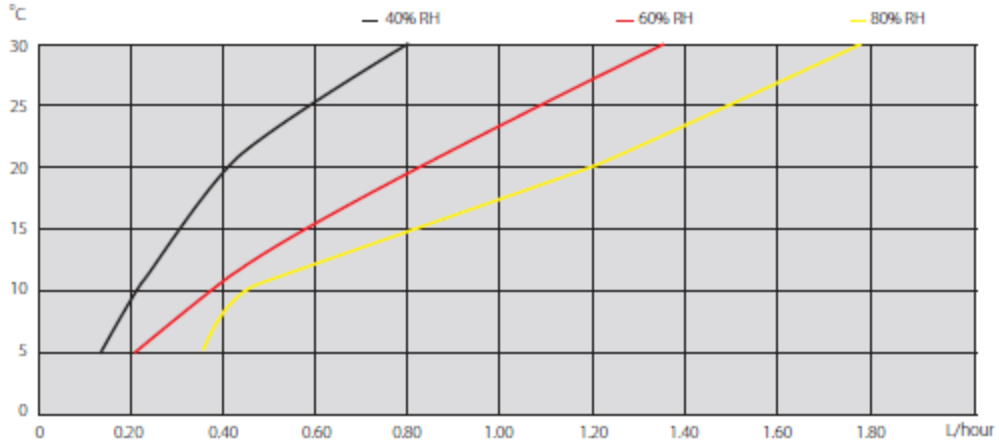
CDT 30 S



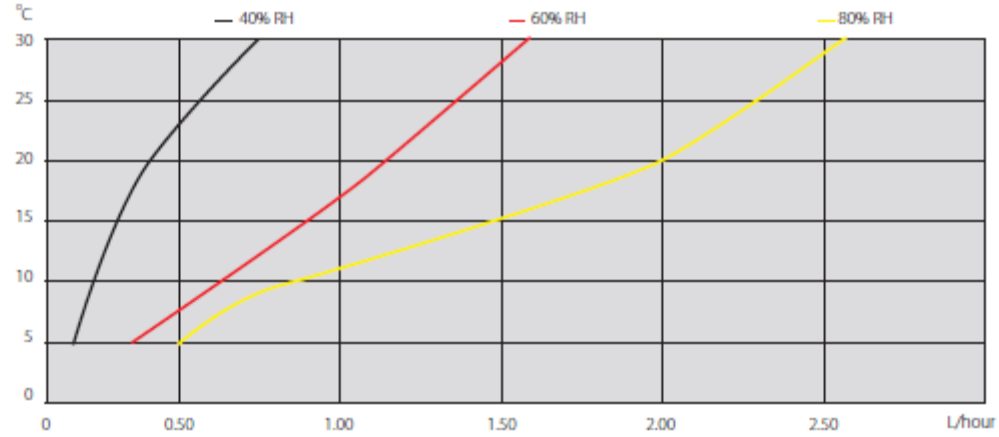
CDT 40



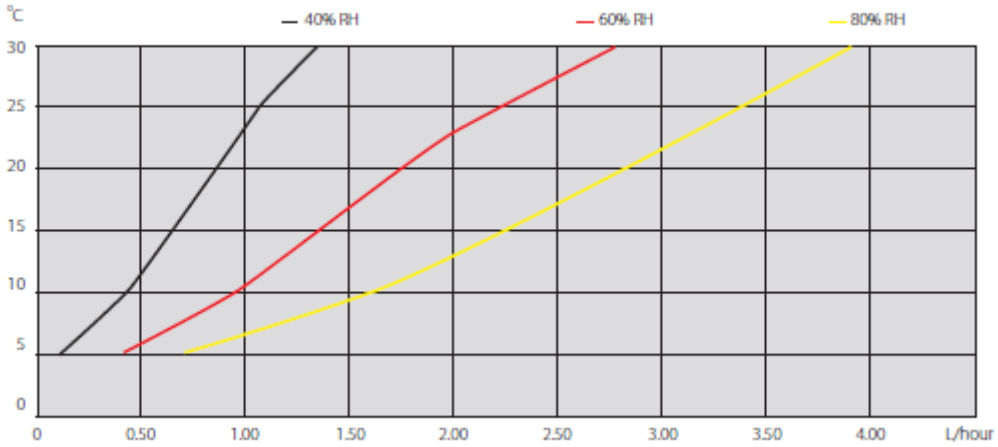
CDT 40 S



CDT 60

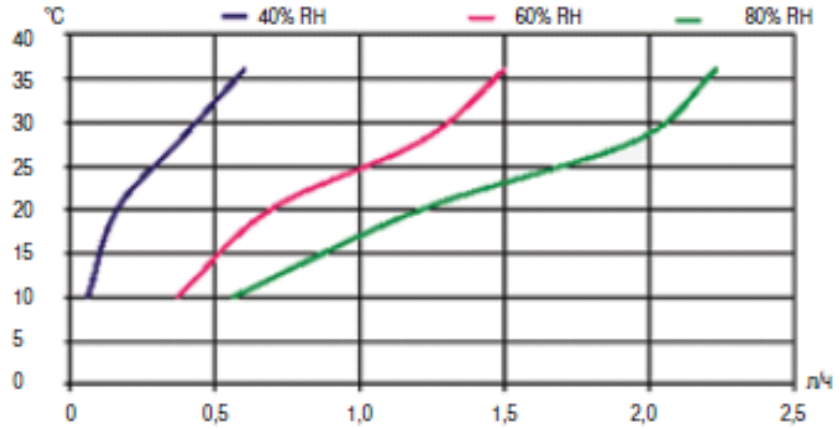


CDT 90

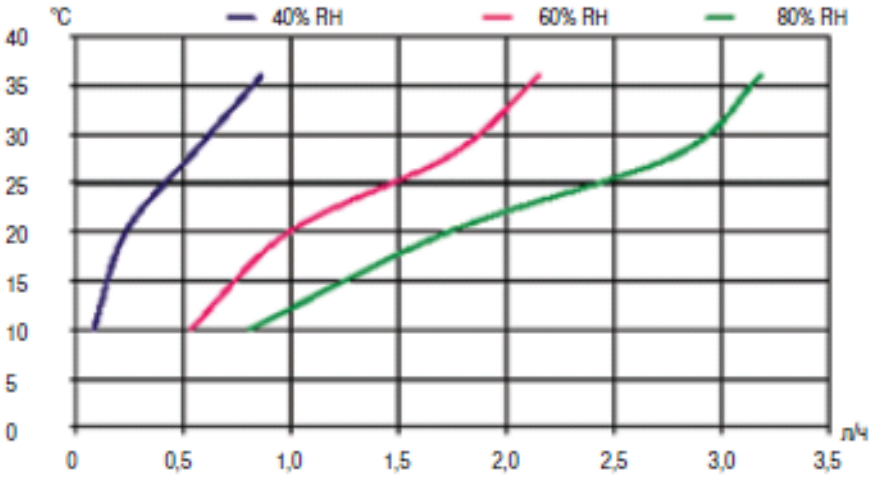


Диаграммы производительности осушителей CDP

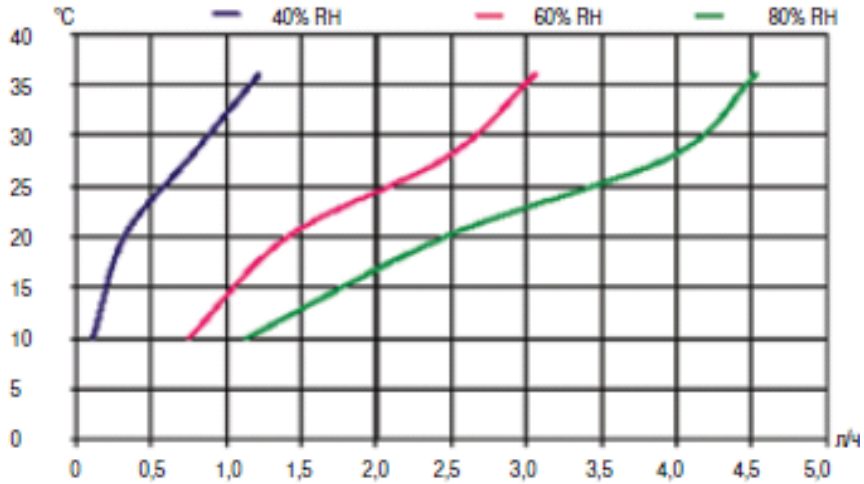
CDP 35



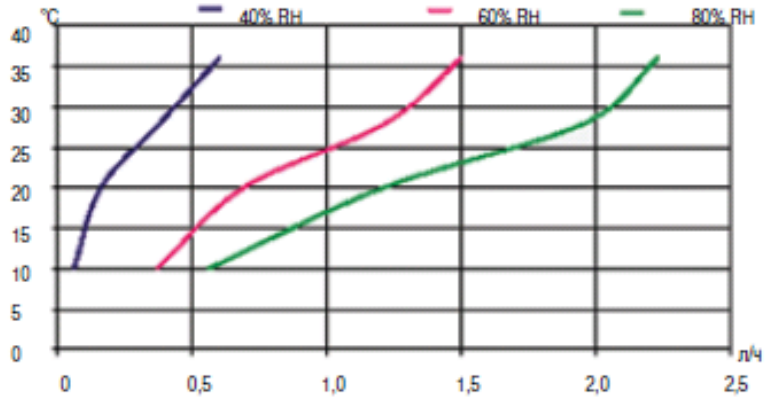
CDP 45



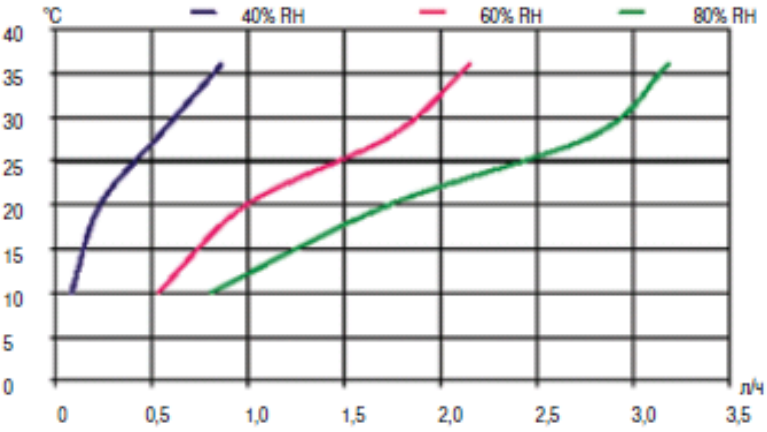
CDP 65



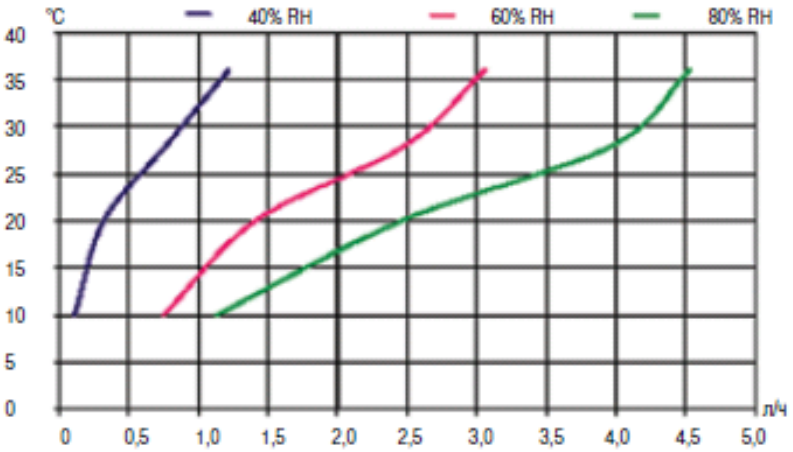
CDP 35T



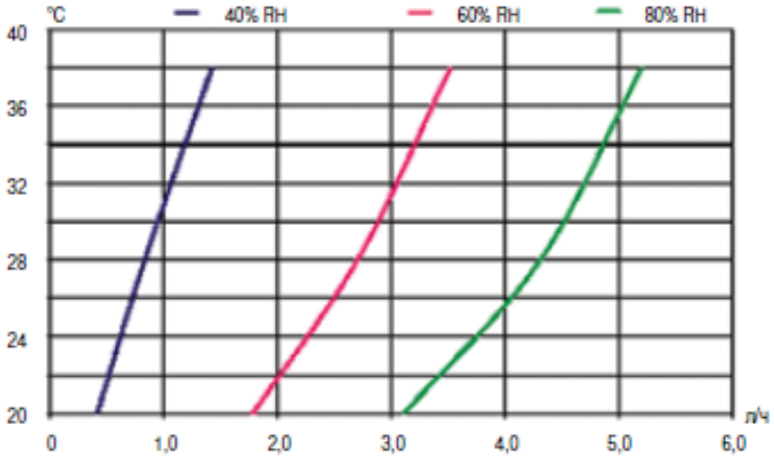
CDP 45T



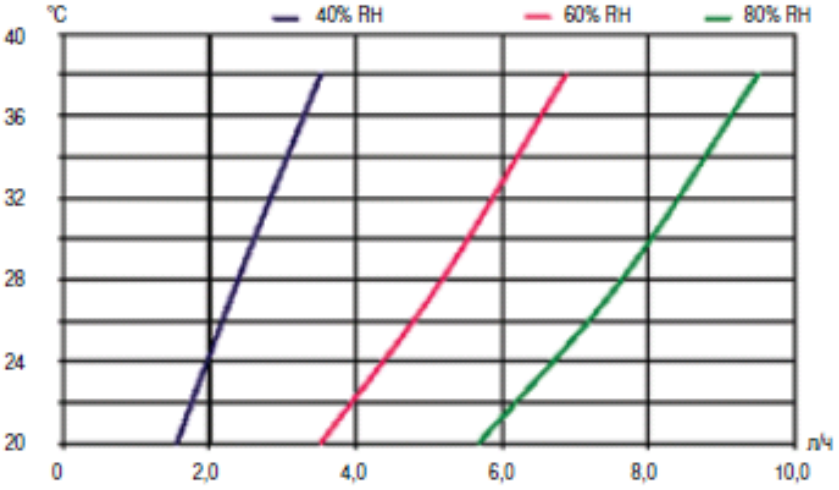
CDP 65T



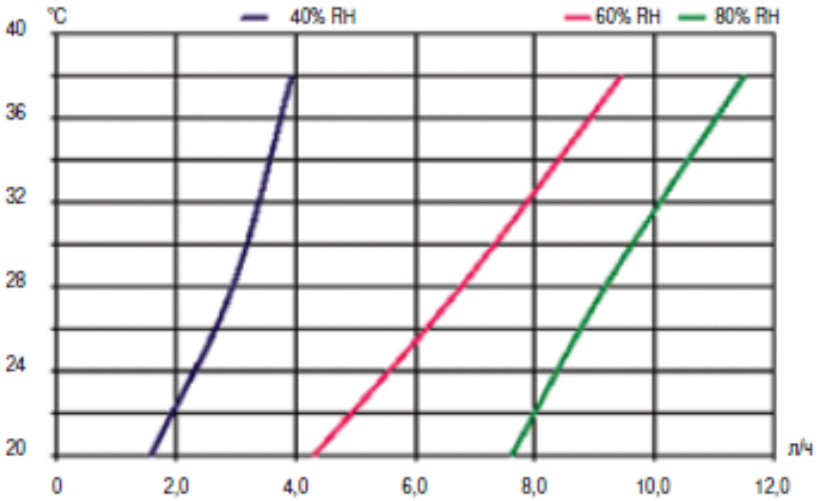
CDP 75



CDP 125



CDP 165



Краткое справочное руководство – эмпирические правила

Во многих случаях выполнение всех подробных расчетов, описанных в этом руководстве, не является строго необходимым. Опыт позволяет использовать ускоренные методы при подборе мобильного осушителя. Эти эмпирические данные представлены в таблице ниже, вместе с простыми эмпирическими формулами со ссылкой на задачи, решаемые в примерах, приведенных в руководстве.

W - количество воды, осушаемой из воздуха, г/час.

V - объем помещения, м^3.

Проблема	Требование	Типичное расположение	Предполагаемая скорость воздухообмена	Эмпирическое правило
Избыточное содержание воды в воздухе	Установление хорошего климата в помещении	Офисные здания, залы заседаний	0.5 в час	W = V * 2.0 (г/час)
	Сохранение и защита продукции и материалов	Музеи и выставки, комнаты для хранения особых грузов, водопроводные сооружения	0.3 в час	W = V * 1.2 (г/час)
Избыточное содержание воды в материалах	Устранение повреждений, нанесенных водой*	Места, пострадавшие от наводнения, пожара или прорыва труб	Как можно более низкая	W = V * 4.0 (г/час)

* Основывается на периоде сушки, равном 8-12 дней

Следует обратить внимание, что в случае осушения нового строения все сводится к конкретным строительным материалам, используемых для стен, полов и крыш. Содержание воды в различных строительных материалах отличается и простые эмпирические правила здесь не применяются.

1. Создание комфортного климата в помещении

Если требуемое значение относительной влажности примерно равно 50%, используйте следующую формулу:

W = V * 2.0 (г/час)

Пример: V = 500м^3 > W = 2.0 * 500 = 1,000 г/час.

Рекомендация: Два осушителя CDT 40. Влагосъем: 0.65 л/час при t 20°C/50% отн.вл.

2. Хранение и защита продукции и материалов

Если требуемое значение относительной влажности примерно равно 50%, используйте следующую формулу:

W = V * 1.2 (г/час)

Пример: V = 450 м^3 > W = 1.2 * 450 = 540 г/час

Рекомендация: Осушитель CDT 40. Влагосъем: 0.65 л/час при t 20°C/50% отн.вл.

3. Устранение повреждений, нанесенных водой

Если предположить, что процесс сушки занимает 8-12 дней при усредненных условиях t = 20°C и 50% относительной влажности (начиная с 60% RH и заканчивая на 40% относительной влажности), используется следующая формула:

W = V * 4.0 (г/час)

Пример: V = 280 м^3 > W = 4 * 280 = 1,120 г/час

Рекомендация: Два осушителя CDT 40 S. Влагосъем каждого агрегата: 0.60 л/час при t 20°C/50% отн.вл. Мы рекомендуем модель осушителя S с дополнительным объемом воздуха и встроенным 1 кВт-нагревателем для усиления испарения и ускорения процесса осушения при устранении повреждений, нанесенных водой.

Объем помещения (V)	CDT 30 (S)	CDT 40 (S)	CDT 60	CDT 60
< 200 м^3	2 агрегата	1 агрегат	1 агрегат	1 агрегат
200-300 м^3	3 агрегата	2 агрегата	2 агрегата	1 агрегат
300-500 м^3	5 агрегатов	3 агрегата	3 агрегата	2 агрегата
500-750 м^3	7 агрегатов	4 агрегата	3 агрегата	2 агрегата

Определения:

Воздухообмен n (час$^{-1}$) - Определяется как количество замен воздуха в помещении на наружный воздух за час.

Плотность воздуха ρ (кг/м^3) - Удельный вес воздуха. Плотность воздуха уменьшается с ростом температуры. Обычно используемое эмпирическое значение составляет 1,2 кг/м^3 при температуре 15-25°C.

Температура воздуха (°C) - Температура воздуха соответствует средней температуре в помещении. В некоторых случаях целесообразно измерять температуру воздуха вблизи от холодной поверхности, так как там начинается конденсация.

Конденсация - Процесс преобразования водяного пара из воздуха в воду. Процесс происходит при температуре точки росы. (См. ниже).

Оттаивание – Теплообменник испарителя внутри осушителя имеет низкую температуру, при которой возможно его обмерзание с образованием льда на поверхности (тот же самый принцип, который применяется в холодильнике). Оттаивание является автоматическим процессом, который удаляет лед с испарителя.

Температура точки росы - Температура, при которой влага из воздуха начинает конденсироваться. При этой температуре относительная влажность воздуха составляет 100% при данном абсолютном влагосодержании.

Энтальпия h (кДж/кг воздуха) - Содержание тепла в воздухе.

Испаритель - Теплообменник внутри осушителя. При работе осушителя его температура ниже точки росы для воздуха. За счёт этого влага из воздуха конденсируется на его поверхности. Название связано с процессом, происходящим внутри испарителя, где жидкий хладагент кипит и переходит в газообразное состояние, поглощая тепло из воздуха.

Гигростат - Устройство измеряющее уровень относительной влажности, которое позволяет задать осушителю режим работы только в установленном диапазоне значений относительной влажности.

Молье, Ричард (1863 – 1935) - Профессор Дрезденского университета, который впервые предложил hx-диаграмму - графическую схему взаимозависимости значений температуры, давления, энтальпии, энтропии и объема пара и влажного воздуха, которая с тех пор помогала в преподавании термодинамики многим поколениям инженеров.

Относительная влажность (RH %) - Термин используется для описания наличия водяного пара в газовой смеси воздуха и воды. Относительная влажность воздуха определяется как отношение парциального давления водяного пара в газовой смеси воздуха и воды к давлению насыщенного водяного пара при данной температуре, или как отношение количества влаги содержащейся в воздухе при данной температуре к максимально возможному содержанию влаги при данной температуре.

Удельный расход энергии (SEC) - Фактическое отношение потребляемой мощности к производительности в литрах в час, измеряется как кВт ч/л.

Содержание влаги в воздухе W (г влаги/кг воздуха) - Фактическое содержание воды в воздухе.

1 кг воды ~ 1 л воды

КОМПАНИЯ DANTHERM:

Оборудование для охлаждения электронного оборудования, осушения, вентиляции, мобильного нагрева и охлаждения.

Обладая штатом около 600 сотрудников и дочерними предприятиями в Норвегии, Швеции, Великобритании, США и Китае, компания Dantherm является лидирующей на рынке поставщиков энергоэффективного оборудования управления климатом для клиентов по всему миру. Компания работает в следующих четырех основных направлениях:

Охлаждение электронного оборудования:

Управление климатом для охлаждения батарей и электронного оборудования в базовых радиостанциях и других телекоммуникационных устройствах (среди заказчиков - поставщики сетевых решений и операторы сетей связи).

Осушение:

Мобильные и стационарные осушители для осушения зданий, материалов, для применения в частных бассейнах и салонах красоты.

Вентиляция:

Большие вентиляционные системы используются в бассейнах, торговых центрах и кинотеатрах, где требуется постоянный воздухообмен. Данное направление включает также оборудование для домашней вентиляции.

Мобильный нагрев и охлаждение:

Продукция для нагрева и охлаждения палаток и оборудование, используемое вооруженными силами и гуманитарными организациями. Среди заказчиков, в первую очередь, вооруженные силы стран НАТО, а также производители палаток и мобильных зданий контейнерного типа.

iClim
УМНЫЙ КЛИМАТ

8 800 333-39-09
+7 495 649-39-09
info@iclim.ru · iclim.ru

Техника для климата

Доставляем оборудование по всей России от 3 дней транспортными компаниями. Реализуем проекты в десятках регионов — от Калининграда до Владивостока.

9600+
объектов и поставок

от 1 дня
отгрузка в транспортную компанию

Технические данные файла

Документ: Технические характеристики Dantherm 351182_20 CDT 20 1x230V dehumidifier и другие
Идентификатор библиотеки: LIB-008752
Исходный файл: dantherm-selection-guide-tehnicheskie-harakteristiki.pdf
SHA-256 оригинала: 2494b601fca6ff72b46cdb17ff92aa76575955c65ffd11aa22adf65da7a99166
Постоянная ссылка: https://iclim.ru/library/dantherm-selection-guide-tehnicheskie-harakteristiki.pdf
Копия сформирована: 20.11.2026 03:06 UTC

Информационная страница добавлена библиотекой документов iclim.ru. Оригинал сохранён без изменений.