

Liebert HPM Digital - Больше возможностей при меньших потребностях
Liebert HPM: использование последних технологических достижений для
уменьшения энергопотребления ваших вычислительных центров до 50 %

Liebert HPM Digital - Больше возможностей при меньших потребностях

Liebert HPM: использование последних технологических достижений для уменьшения энергопотребления ваших вычислительных центров до 50 %

Компания Emerson Network Power всегда обращала внимание на энергосбережение. С появлением Liebert HPM Digital мы с гордостью представляем вам полнофункциональное решение, которое воплотило в себе все самые лучшие технологические достижения.

Введение

Для охлаждения вычислительных центров необходимы большие затраты энергии. Многочисленные опубликованные в последние годы исследования предсказывают значительное увеличение потребности в энергии, используемой на данные цели. Например, можно отметить работы ASHRAE (Общества американских инженеров по отоплению, кондиционированию и охлаждению) [2], Gartner, Американского агентства по защите окружающей среды [4] и другие исследования. Компания Emerson Network Power всегда считала энергосбережение одной из важнейших задач. Основные элементы конструкции Liebert HPM должны обеспечивать экономию энергии. Увеличенные теплообменники и оптимизированный воздушный поток приводят к тому, что данное оборудование является одним из наименее потребляющих энергию блоков, используемых в области прецизионного охлаждения. Дальнейшее развитие технологии требует дополнительных улучшений. В связи с этим компания Emerson Network Power добавила несколько элементов, которые увеличили эффективность оборудования Liebert HPM. Для этого в уже проверенную конструкцию были добавлены технологические новинки.

Прежде всего, компания Emerson Network Power улучшила энергетическую эффективность компрессора (который является тем компонентом блока, который потребляет больше всего энергии). Спиральные компрессоры характеризуются очень высоким холодильным коэффициентом, однако при использовании технологии Copeland Digital Scroll можно получить еще больше повысить эффективность работы. Кроме того, наша компания увеличила эффективность работы блока за счет включения в стандартную комплектацию Liebert HPM Digital электронных регулирующих клапанов. Данный факт, а так же управление скоростью вентилятора с более низким значением уставки, экспоненциально увеличивает энергетическую эффективность блока Liebert HPM Digital.

Также увеличение эффективности работы вентиляторов Emerson Network Power дает еще большую энергетическую эффективность из-за использования электронно коммутированных вентиляторов (ЭК-вентиляторов)

Liebert HPM Digital предполагает модуляцию мощности, более точное управление температурой в комнате и повышенную надежность.

Технология Digital Scroll: Режим работы и преимущества

Использование цифровых технологий дает спиральным компрессорам широкий спектр преимуществ по сравнению со стандартными компрессорами. **Прежде всего, Digital Scroll работает при очень разных частичных нагрузках** без использования внешних инверторов. Благодаря уникальным технологическим решениям, **Digital Scroll незамедлительно реагирует на любые изменения потребляемой нагрузки.** Фактически, цифровые компрессоры в течение одного цикла в 20 секунд переходят из одного рабочего состояния в другое: состояние с нагрузкой и состояние без нагрузки. Используя соосность и воздействуя на электромагнитный клапан, контроллер втягивает и выдвигает вращающийся и закрепленный спиральные элементы. Контроллер изменяет продолжительность запитанного состояния и состояния отсутствия подачи питания, при этом питание компрессора адаптируется к требуемой нагрузке. Например, если компрессор работает на 50 % своей номинальной мощности, контроллер изменит период подачи питания на 10 секунд. Точно так же будет изменен период отсутствия подачи питания. Это краткое описание цифрового режима работы подчеркивает еще одно преимущество цифрового режима: **его модуляция выполняется при помощи механических воздействий, таким образом, технология использования спирального элемента с цифровым управлением не подвержена влиянию электромагнитных помех.**

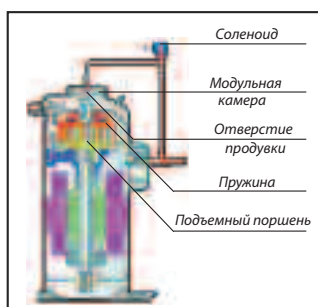


Рис. 1 Вид в разрезе Copeland Digital Scroll

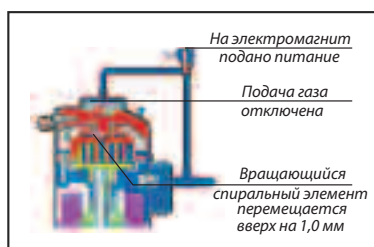


Рис. 2 Состояние при поданном питании



Рис. 3 Состояние при отключенном питании

Другим важным преимуществом является то, что **при частичной нагрузке спиральный элемент с цифровым управлением не работает с конфигурацией ВКЛ-ВЫКЛ.** Это исключает возможность возникновения пиков поглощенной энергии и уменьшает нагрузку на компоненты. Таким образом увеличивается срок службы блока и значительно снижается вероятность поломки из-за усталости конструкции.

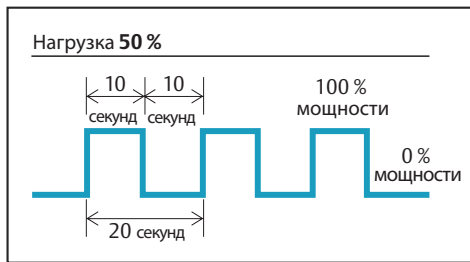


Рис. 4 Пример 50 % модуляции

Прежде рассмотреть экономические преимущества, являющиеся следствием энергосбережения при использовании цифровой технологии, следует понять, что приведенная далее информация основана на непосредственном сравнении стандартных, использующих обыкновенные спиральные компрессоры блоков и блока Liebert HPM Digital, который обладает очень широким диапазоном управления температурой в комнате (смотри рисунок 5); таким образом, все показанные преимущества возрастут экспоненциально при сравнении блока Liebert HPM Digital со стандартным блоком, обладающим тем же диапазоном управления температурой. На самом деле, для получения подобной точности, используемые стандартные спиральные элементы должны быть дополнены другими технологиями, такими как байпас горячих газов или впрыск горячего газа, а так же иными технологическим решениями. Это необходимо для предотвращения отключения компрессора и срыва процесса управления температурой. Применение подобных решений является весьма энергоемким, в связи с этим можно сказать, что **использование Liebert HPM Digital дает больше возможностей при меньших потребностях.**



Fig. 5 Сравнение по управлению температурой в комнате между стандартным спиральным блоком и Цифровым блоком

Технология Liebert HPM Digital: Термодинамические преимущества

При частичной нагрузке переключение между запитанным и отключенным состояниями приводит к уменьшению номинального массового расхода, как на испарителе, так и на конденсаторе. Это дает цифровой технологии два важных термодинамических преимущества: более высокую температуру испарения и более низкую температуру конденсации. Это очень важные параметры, температура испарения напрямую связана с охлаждающей способностью, более высокая температура испарения обозначает более высокую способность к охлаждению. Температура конденсации напрямую связана с подаваемой энергией, чем меньше данный параметр, тем меньше энергопотребление компрессора. Исходя из этого, **спиральное устройство с цифровым управлением увеличивает холодильную способность при частичной нагрузке (выше 75 %). Более высокая температура испарения и более низкая температура конденсации приводят к увеличению холодильной мощности и уменьшению энергопотребления.**

Данные термодинамические характеристики не только дают экономическое преимущество, но так же увеличивают возможности применения блока в целом. Для увеличения термодинамической функциональности компания Emerson Network Power разработала специальное программное обеспечение, которое при помощи дополнительного управляющего датчика давления дает компрессору команду увеличить мощность, если температура окружающего воздуха поднимается выше стандартных рабочих значений. При помощи уменьшения температуры конденсации ниже предельного значения даже при частичной нагрузке блок обеспечивает охлаждение, тогда как стандартные блоки не справляются со своей задачей в тех же условиях.

При определении размеров необходимого блока в расчет принимаются наиболее отрицательные внешние условия; может оказаться так, что иногда в течение года будет даже жарче, чем проектная температура окружающей среды. В подобной ситуации стандартный блок отключится из-за высокой температуры конденсации, что приведет к отсутствию охлаждения вашего вычислительного центра как раз в тот момент, когда охлаждение необходимо больше всего. Блок Liebert HPM Digital гарантирует наличие частичной охлаждающей мощности. **Таким образом будет обеспечена возможность использования и работоспособность системы даже в наиболее тяжелых рабочих условиях.**

Liebert HPM Digital дает более высокую эффективность при частичной нагрузке и, в то же время, более высокую возможность использования. Это обеспечивается более низкой температурой конденсации и более высокой температурой испарения.

Уменьшение энерго-
потребления до 50 %.

Масштаб энергосбережения

Возвращаясь к экономическому аспекту, мы рассмотрим все возможности энергосбережения с использованием Liebert HPM Digital. Для этого можно использовать несколько возможностей общего энергосбережения: влияние холодильного коэффициента, влияние отношения сухого тепла к общему, влияние действия увлажнителя, влияние электронных управляющих клапанов и влияние ЭК-вентилятора. Мы рассмотрим все эти факторы, сравнивая стандартный блок Liebert HPM и блок Liebert HPM Digital тех же размеров.

Сравниваемые блоки: Liebert HPM S23UA + HCE29 и Liebert HPM D23UA + HCE29

Исходные данные при расчете: Шкала экономии

Номинальные условия		
Температура окружающего воздуха	°C	35
Температура внутреннего воздуха	°C	24
Относительная влажность в помещении	%	50
Затраты на электроэнергию	€/кВтч	0,1
Количество рабочих часов	ч	8760
Вычисления были выполнены Hirling		
Конденсатор оборудован variex		

Экономия энергии
благодаря более
высокому холодильному
эффекту составляет
3 % - 5 %.

Первый этап: влияние холодильного эффекта]

Согласно указанным ранее термодинамическим причинам, он делает первый вклад в энергосбережение (от 3% до 5%, в зависимости от отношения необходимой охлаждающей мощности к охлаждающей мощности блока). В данном случае необходимо 20 кВт чистой мощности охлаждения методом отвода явного тепла. Поэтому в данном случае, первый вклад в энергосбережение при номинальных условиях составляет около 3 %. Фактически номинальная чистая мощность охлаждения методом отвода явного тепла блока составляет 21,9 кВт. Таким образом, цифровой блок будет работать в том случае, если он будет модулирован в той области, где у него будет больший по сравнению со стандартным блоком холодильный эффект.



Рис. 6 Первый этап

До 7 % энергии
экономится благодаря
характерному для
Liebert HPM
Digital более высокому
отношению сухого
тепла к общему теплу.

Второй этап: влияние отношения сухого тепла к общему

Обычно установки прецизионного охлаждения не работают при полной нагрузке. Это происходит по нескольким причинам:

- запас прочности при выборе установки блока с необходимой мощностью охлаждения
- обеспечение возможности дальнейшего расширения системы
- внешние рабочие условия непрерывно меняются в течение дня и каждый день в течение года
- выброс тепла сервером зависит от его использования
- выбор установок охлаждения комнаты обычно рассчитан на температуру подаваемого в комнату воздуха в 24 °C и относительную влажность в 50 %. При этом в расчет не принимается тот факт, что устанавливаемые в вычислительных центрах установки охлаждения с расположением стоек с горячей и с холодной сторон могут характеризоваться температурой подаваемого в комнату воздуха, которая значительно превышает 24 °C.

В связи с этим выбранный блок может быть больше чем тот, который необходим для компенсации тепловой нагрузки комнаты. Спиральное устройство с цифровым управлением обладает большими преимуществами при частичной нагрузке в большем диапазоне рабочих условий. **На самом деле, энергопотребление спирального устройства с цифровым управлением линейно уменьшается с нагрузкой.** При частичной нагрузке блок характеризуется **наибольшей температурой испарения**. Это дает указанное ранее преимущество, а также еще одно важное преимущество: сочетание высокой температуры испарения с более точным управлением температурой, что увеличивает отношение сухого тепла к общему. Спиральное устройство с цифровым управлением более точно управляет температурой в комнате: оно может изменять свою охлаждающую мощность в пределах от 10 % до 100 % (инвертор может изменять ее от 40 % до 100 %). Это дает более низкую температуру точки росы из-за более низкой температуры в комнате. Это приводит к точному соответствию охлаждающей мощности блока требованиям по нагрузке, что, в свою очередь, приводит к уменьшению энергопотребления. Принимая во внимание приведенную ранее информацию, можно предположить, что средняя тепловая нагрузка будет составлять 80 % от номинальной мощности (в нашем примере 16 кВт). Приняв это допущение мы получим увеличение выгоды от 2 % до 5 %. Общая средняя выгода от двух эффектов составит 7 %.



Рис. 7 Второй этап

Третий этап: Эффект работы увлажнителя

Для выполнения корректного сравнения необходимо принять во внимание влияние на управление увлажнителем отношения сухого тепла к общему. Стандартные установки, такие как Liebert HPM, характеризуются фиксированным отношением сухого тепла к общему, которое меньше 1. В связи с этим с ними необходимо использовать увлажнитель для восстановления уровня влажности (50 %). Однако блок Liebert HPM Digital, как уже было указано ранее, характеризуется отношением сухого тепла к общему, равным 1, при частичной нагрузке ниже 80 %. В связи с этим у него не такое большое энергопотребление. Это дает большой вклад в энергосбережение (около 15 %-17 %), что выводит общую экономию энергии в нашем примере на уровень в 24 %.

До 24 % экономии энергии: не требуется увлажнение.

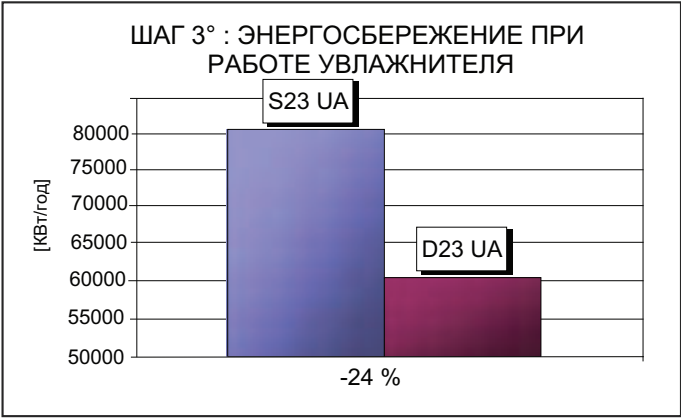


Рис. 8 Третий этап

Использование электронных управляющих клапанов гарантирует, что компрессор никогда не будет заполнен жидкостью, что дает более высокую надежность. Использование электронных управляющих клапанов дает более низкую температуру конденсации, что приводит к меньшему энергопотреблению. До 40 % экономии энергии.

Четвертый этап: влияние работы электронного управляющего клапана

Электронный управляющий клапан входит в стандартную комплектацию блока Liebert HPM Digital. Использование электронного управляющего клапана вместо механического позволяет компрессору работать при наименьшей возможной температуре конденсации. Электронный управляющий клапан позволяет осуществлять лучшее управление усиленным нагревом на конце испарителя. Электронный управляющий клапан работает в диапазоне от 10 % до 110 % его номинальной мощности, в то время как механический клапан не может обеспечить подобного результата. Его необходимо калибровать, после чего он может работать только в диапазоне вокруг точки калибровки. Электронный управляющий клапан незамедлительно приспосабливается к изменениям рабочих условий. Таким образом, все указанные свойства гарантируют, **что компрессор никогда не будет заполнен жидкостью, что приведет к использованию более низкой температуры конденсации в зимнее время.**



Рис. 9 Электронный управляющий клапан

В нашем примере используется фиксированное значение внешней температуры. На практике наблюдается изменение внешней температуры в течение года, что дает нам возможность продолжить рассмотрение в условиях изменяющейся внешней температуры. В нашем примере блок расположен в Мюнхене.

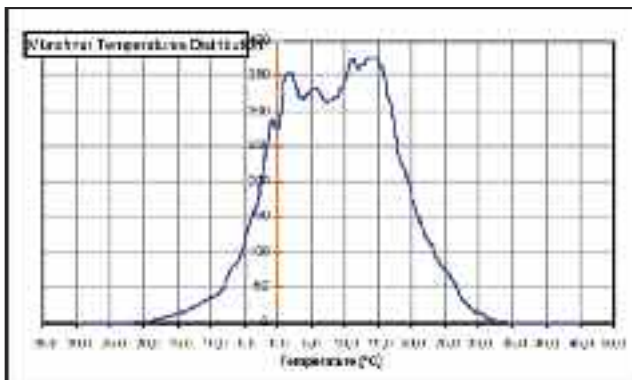


Рис. 10 Распределение температур в Мюнхене

В самый холодный период времени можно уменьшить температуру конденсации, электронный управляющий клапан приспосабливается к новым условиям. Это позволяет увеличить охлаждающую мощность блока, уменьшить энергопотребление блока и увеличить энергетическую эффективность блока Liebert HPM Digital в целом. Для получения максимального эффекта от использования электронного управляющего клапана следует принять иную точку установки контроллера скорости вентилятора конденсатора в связке с блоком Liebert HPM Digital (33 °C). Благодаря этому, общая экономия энергии, соответствующая стандартному блоку HPM S23UA, соединенному с конденсатором, на котором установлен настроенный на 45 °C variex (блок управления скоростью вентилятора), и блоку HPM D23UA с электронным управляющим клапаном, который соединен с таким же конденсатором, настроенным на variex с 33 °C, увеличивается до 40 %.



Рис. 11 Четвертый этап

Пятый этап - Все наилучшие технологии: эффект работы ЭК-вентилятора

Блоки Liebert HPM Digital дополнительно оборудуются электронно коммутируемыми вентиляторами (ЭК-вентиляторами). Это дает данным блокам дополнительные преимущества, а именно:

- Энергосбережение (эффективность двигателя до 90 %)
- Бесшумность (оптимизированная низкошумная конструкция вентилятора и очень тихая работа)
- Модуляция (быстрая настройка на условия работы при меньшем количестве деталей, управление скоростью при помощи линейного интерфейса 0-10 В постоянного тока при помощи системы управления iCOM, отсутствие необходимости наличия автоматического трансформатора для управления скоростью вентилятора)
- Возможность использования и надежность (меньшее количество деталей, длительное среднее время безотказной работы).

Таким образом, в цифровых блоках не только компрессор адаптирует свою мощность охлаждения к нагрузке, но и вентиляторы настраивают объем воздуха в соответствии с требованиями к охлаждению, что также уменьшает энергопотребление. Использование ЭК-вентиляторов вносит свой вклад в энергосбережение (около 8 %).

С использованием технологий ЭК-вентиляторов уровень энергосбережения поднимается до 47 %.

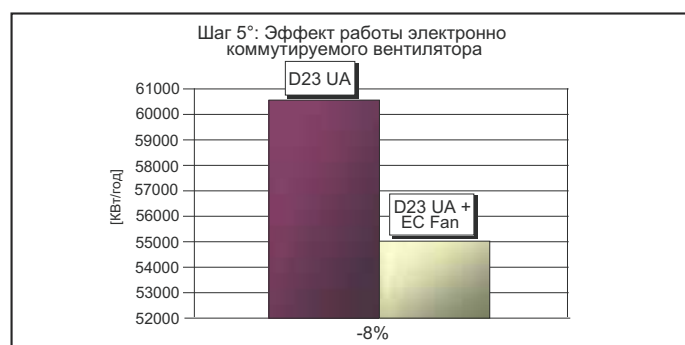


Рис. 12 Пятый этап

Это выводит экономию энергии в нашем примере на уровень в 47 %.

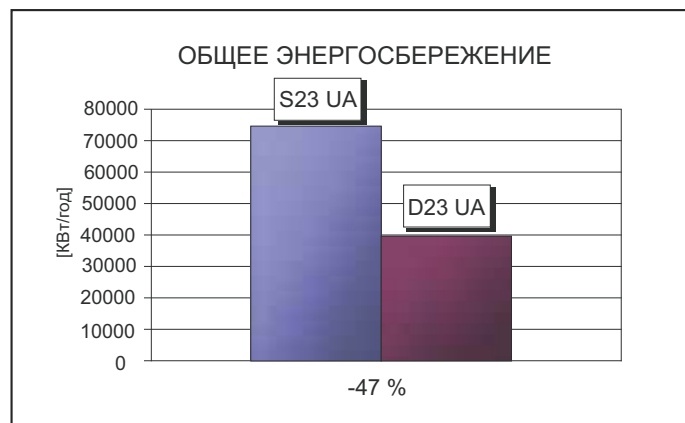


Рис. 13 Общая экономия энергии с использованием увлажнителя и влиянием отношения сухого тепла к общему теплу

Таким образом, по итогам всех этапов в нашем примере экономия энергии достигает 47 %.

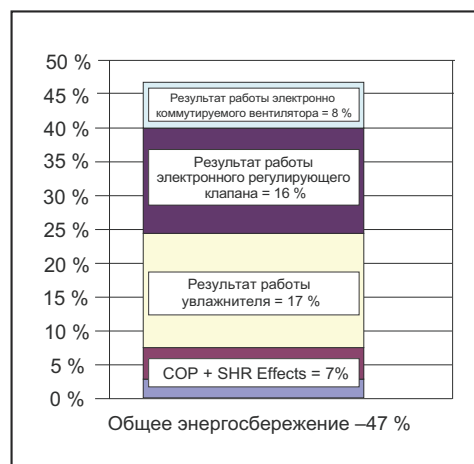


Рис. 14 Общая экономия энергии: учет влияния всех факторов

Даже в самом плохом варианте экономия энергии достигает 25 % без использования увлажнителя.

Если начать придирааться

Возможно, у кого-то могут возникнуть возражения по поводу того, что при отсутствии управления уровнем влажности в комнате, он автоматически выйдет на минимальное значение примерно в 40 %. В подобном случае нет необходимости в использовании увлажнителя, для стандартного блока отношение сухого тепла к общему теплу достигнет 1. В данных условиях блок Liebert HPM Digital характеризуется очень высоким уровнем энергосбережения. Если установить в нашем примере относительную влажность на уровень 40 %, то пропадет преимущество, заключающееся в отсутствии необходимости использования увлажнителя, а также преимущество более высокого значения отношения сухого тепла к общему теплу. Но при этом наблюдается экономия энергии более чем в 25 %. Это значение складывается из: лучшей холодильной способности (4 %), влияния работы электронного управляющего клапана (12 %) и влияния работы ЭК-вентилятора (9 %).



Fig. 15 Общее энергосбережение без учета влияния относительной влажности

Охлаждающий блок в 20 кВт сокращает выбросы CO₂ на 21,2 т.

Уменьшение влияния условий окружающей среды

В обоих случаях наблюдается высокий уровень энергосбережения и значительное сокращение выбросов CO₂. Данная величина изменяется от страны к стране и зависит от эффективности системы производства электроэнергии конкретной страны. Для информации можно воспользоваться нижеприведенной таблицей:

Допустимый уровень выбросов CO ₂ в стране	кг/кВтч
Австрия	0,22
Бельгия	0,29
Дания	0,84
Финляндия	0,24
Франция	0,09
Германия	0,61
Греция	0,98
Ирландия	0,7
Италия	0,59
Люксембург	1,08
Нидерланды	0,64
Португалия	0,64
Испания	0,48
Швеция	0,04
Великобритания	0,64

По информации национальной лаборатории Окридж (ORNL)

Теперь можно завершить работу с нашим примером. Можно отметить, что расположенный в Мюнхене блок Liebert HPM Digital сократит выбросы в атмосферу на CO₂ 21,2 т. В самом худшем случае наблюдается сокращение выбросов CO₂ на 7,6 т.

Экономия средств

Наконец, мы можем продемонстрировать экономические расчеты, которые покажут выгоду использования блоков Liebert HPM Digital в течение всего срока службы. Принимая средний срок службы равным 10 годам, а уровень инфляции равным 3 %, можно рассчитать общую приведенную стоимость инвестиций в блок Liebert HPM Digital по сравнению со стандартным блоком.

В самом лучшем случае ОПС равняется 27925 евро, в другом случае ОПС равна 8925 евро. Это обозначает, что покупка блока Liebert HPM Digital вместо стандартного блока соответствует инвестированию с годовым уровнем прибыли в 162 % в лучшем случае и 52 % в худшем случае.

Инвестирование средств с прибылью в 162 % годовых.

Сравнение D23UA и S23UA с увлажнителем и эффектом отношения сухого тепла к общему теплу: ч

Энергосбережение	Уменьшение выбросов	Общая приведенная стоимость	Окупаемость инвестиций	Годовая прибыль
[кВтч/год]	[т CO ₂ /год]	[евро]	[год]	[%]
34750	21,2	27925	0,5	162

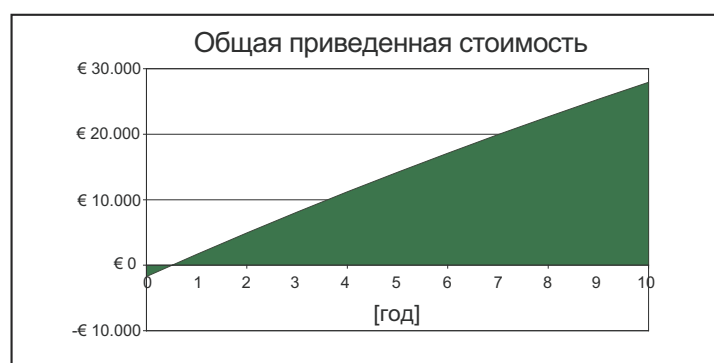


Рис. 16 ОПС с учетом работы увлажнителя и влиянием отношения сухого тепла к общему теплу

Сравнение D23UA и S23UA без учета увлажнителя и эффекта отношения сухого тепла к общему теплу:

Энергосбережение	Уменьшение выбросов	Общая приведенная стоимость	Окупаемость инвестиций	Годовая прибыль
[кВтч/год]	[т CO ₂ /год]	[евро]	[год]	[%]
12480	7,6	8925	1,4	52

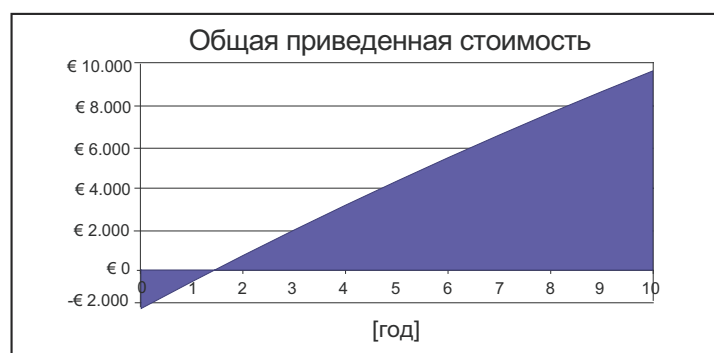


Рис. 17 ОПС с учетом работы увлажнителя и влиянием отношения сухого тепла к общему теплу

Выводы

Компания Emerson Network Power рада предложить новые возможности, которые обеспечат технологическое развитие вашего охлаждающего блока, добавив к сбалансированной продукции широкий спектр преимуществ:

- Возможность проводить настройку:
 - о Идеальное соответствие мощности охлаждения и тепловой нагрузки
 - о Меньшее энергопотребление при частичной нагрузке
 - о Быстрая адаптация к изменяющейся тепловой нагрузке
 - о Возможность увеличивать размер системы охлаждения, что позволит справиться с дальнейшим ростом тепловой нагрузки
- Прецизионное управление:
 - о Более точное управление температурой в комнате
- Возможность использования и надежность:
 - о Меньшее количество циклов запуска/остановки, что увеличивает срок службы блока
 - о Широкий спектр рабочих характеристик, что увеличивает возможности использования
- Увеличенная эффективность благодаря:
 - о эффекту холодильного коэффициента и отношения сухого тепла к общему теплу
 - о эффекту использования электронного управляющего клапана
 - о эффекту использования ЭК-вентилятора

Благодаря всем вышеперечисленным факторам можно получить снижение потребления энергии до 50 %, что позволит окупить капиталовложения менее чем за полгода.

Liebert HPM Digital - Больше возможностей при меньших потребностях

Справочные материалы:

- [1] Пять ведущих прогнозов для индустрии создания вычислительных центров, которые изменят ваше будущее [Слайды с тезисами]. Институт вычислительных центров AFCOM. Март.
- [2] Американское общество инженеров по отоплению, вентиляции и кондиционированию (ASHRAE). 2005. Тенденции развития оборудования для передачи данных и решения обеспечения охлаждения. Атланта, Джорджия: Американское общество инженеров по отоплению, вентиляции и кондиционированию.
- [3] IDC. 2007a. Необходимость внедрения виртуальной среды международного сервера IT драйверов повышенной эффективности, указания IDC. Фрэммингем, Массачусетс: IDC. 22 января.
IDC. 2007b. Прогноз по всемирной установленной базе IDC на 2007-2010 годы. Фрэммингем, Массачусетс: IDC. Март.
IDC. 2007c. Виртуализация и многоядерные инновационные технологии, взрывающие мировой рынок серверов, по данным IDC. Фрэммингем, Массачусетс: IDC. 20 Марта.
IDC. 2007d. Рост мирового рынка серверов в четвертом квартале при превышении уровня доходов в 52 миллиарда долларов в 2006 году, по информации IDC. Фрэммингем, Массачусетс: IDC. 26 февраля.
- [4] Американское Агентство по защите окружающей среды. 2 Августа 2007 г. Программа ENERGY STAR: "Доклад конгрессу по общему закону 109-431 об энергетической эффективности серверов и вычислительных центров"



HPMDG-WPP-RU-0909-01

Emerson Network Power™

The global leader in enabling *Business-Critical Continuity™*

■ AC Power

■ Embedded Computing

■ Outside Plant

■ Racks & Integrated Cabinets

■ Connectivity

■ Embedded Power

■ Power Switching & Controls

■ Services

■ DC Power

■ Monitoring

■ Precision Cooling

■ Surge Protection

EmersonNetworkPower.com

Emerson is a registered trademark, Business-Critical Continuity, Emerson Climate Technologies and Emerson Network Power are trademarks and service marks of Emerson Electric Co. All other trademarks are the property of their respective owners. ©2010 Emerson Electric Co.