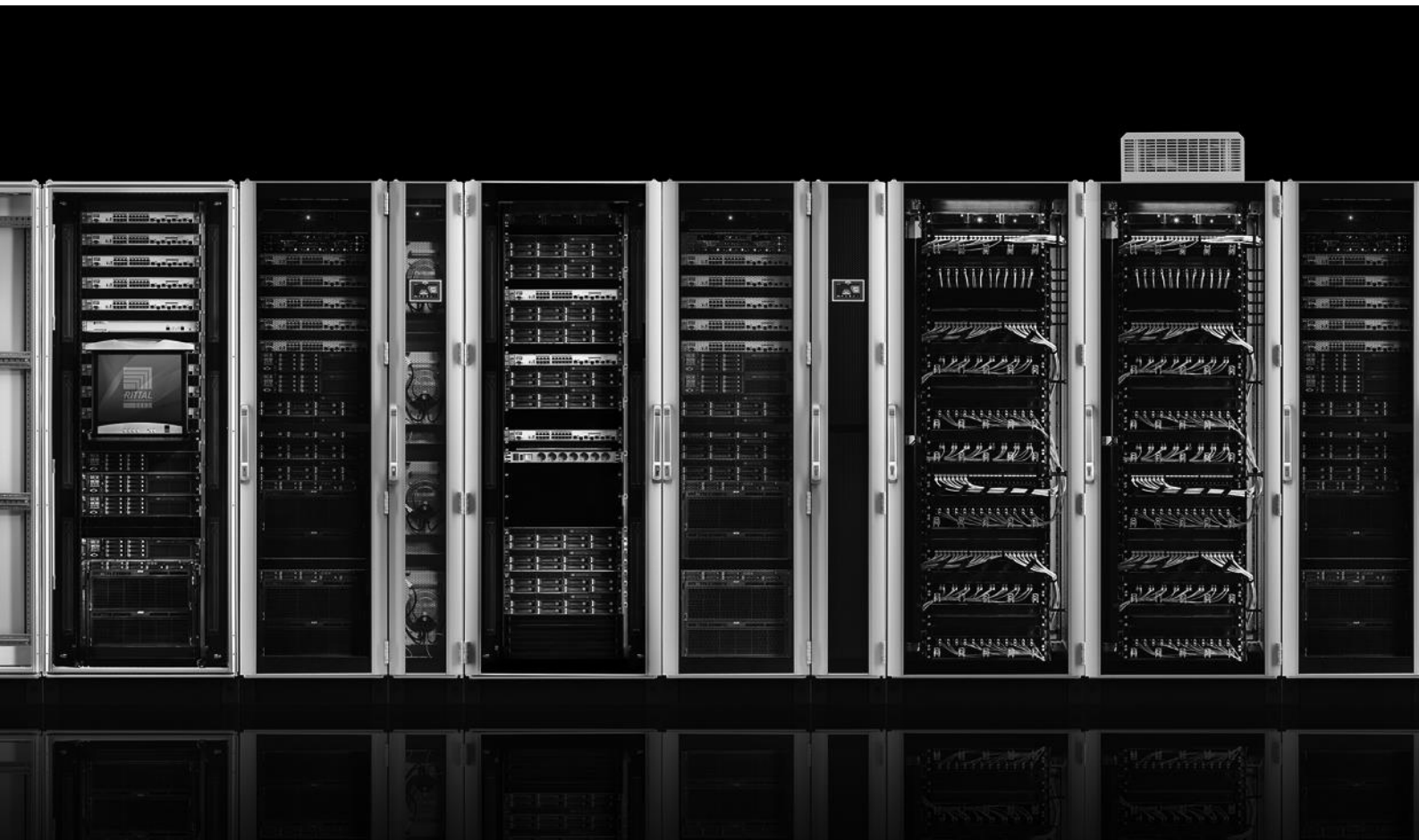


Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Whitepaper Rittal Liquid Cooling Package

SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP



Содержание

Содержание	2
Список рисунков.....	3
Общий обзор.....	4
Введение.....	5
Традиционный путь: контроль микроклимата помещения	7
Отделение холодных коридоров	8
Отделение горячих коридоров.....	8
Масштаб эффективности: Rittal Liquid Cooling Package (LCP).....	10
Охлаждение рядов стоек с помощью LCP Inline	14
Охлаждение стоек с помощью LCP Rack	16
Энергоэффективность и компактность: LCP hybrid	18
Автономное охлаждение: технология Direct-Expansion (DX-технология).....	21
Возможности коммуникации и контроля LCP	24
Экономия с LCP: в центре внимания – энергосбережение	26
Перечень сокращений	28

Список рисунков

Рис. 1: Тенденции в области энергопотребления серверов и центров обработки данных в Германии (из указанного в сноске исследования)	6
Рис. 2: Принцип отделения коридоров (рисунок из брошюры "IT-охлаждение", 03/08 38A1)	8
Рис. 3: Комплектация LCP несколькими вентиляторами (рисунок из Каталога 34, стр. 434).....	10
Рис. 4: Возможна индивидуальная адаптация к потребности в охлаждения (рисунок из предыдущего издания Whitepaper, стр. 8).....	13
Рис. 5: Принцип работы Rittal LCP Inline с выступом и без (рисунок из брошюры "IT-новинки 2013", страница 39)	14
Рис. 6: LCP Rack и LCP Inline с выступом и без (рисунок из брошюры "IT-новинки 2013", страница 43).....	15
Рис. 7: Принцип работы LCP Rack (брошюра "IT-новинки", стр. 40).....	16
Рис. 8: LCP Rack (рис. из брошюры "IT-новинки", стр. 43)	17
Рис. 9: LCP hybrid (IT-новинки 2013, страница 46).....	18
Рис. 10: Принцип работы LCP hybrid (брошюра "IT-новинки", стр. 42)	19
Рис. 11: Оптимизация мощности охлаждения с помощью RiZone (из предыдущего издания Whitepaper)	24
Рис. 12: Главное меню дисплея с сигналом тревоги.....	25
Рис. 13: Энергопотребление вентиляторов EC и AC (рисунок из предыдущего издания Whitepaper).....	27

Общий обзор

Liquid Cooling Package (LCP) компании Rittal является эффективным решением для отвода высоких тепловых нагрузок из IT-стоек. В рамках семейства продуктов LCP предлагаются модели как для охлаждения стоек, так и для охлаждения рядов стоек. Таким образом, возможны различные случаи применения, например, охлаждение двух рядов стоек с отделением коридора или охлаждение отдельных закрытых IT-стоек. В целом имеется два вида теплоносителя, с использованием которого может работать LCP – вода либо хладагент. В случаях, когда установлено несколько LCP, агрегаты используют как правило воду, для того, чтобы отвести тепло от места его возникновения с помощью замкнутого воздушного контура и произвести охлаждение с помощью воды. LCP, использующие охлаждающую воду, содержат в наименовании сокращение "CW" (Chilled Water). С их помощью пользователь может отводить очень высокие тепловые нагрузки до 55 кВт от стойки. Это часто имеет место в случае высокомоощных вычислительных систем.

Для случаев применения с меньшим тепловыделением или в случаях, когда охлаждающая вода не доступна, используется версия LCP с охлаждением на базе хладагента. Такой вариант обозначается как "DX" ("Direct Expansion"). DX-вариант LCP особенно хорошо подходит для случаев отдельных шкафов с небольшим или средним тепловыделением, что часто можно встретить у малых и средних предприятий. LCP DX отводит до 12 кВт тепла, распределенного либо в одной, либо в нескольких стойках. Состояние LCP можно постоянно контролировать либо с помощью дисплея агрегата, либо с использованием Ethernet-подключения и специального программного обеспечения для управления. Например, на дисплее настраиваются все требуемые значения температуры и числа оборотов вентиляторов, а также отображаются текстовые сообщения тревоги. Таким образом, все сообщения о неисправностях направляются сервисному персоналу, что позволяет как можно быстрее восстановить работоспособность агрегата. В отличие от водяного охлаждения, блок конденсатора у LCP с охлаждением хладагентом имеет небольшие размеры и не занимает много места, что упрощает монтаж и экономит средства.

Семейство агрегатов Rittal LCP особенно энергоэффективно благодаря их конструкции и оптимизированному управлению. Даже если согласно последним тенденциям температура подаваемой воды достаточно высока, достигается высокая мощность охлаждения. При этом имеется возможность увеличить долю непрямого естественного охлаждения в течение года, что снижает энергопотребление, повышает энергоэффективность и экологичность.

Введение

Центры обработки данных являются основой IT-инфраструктур любых компаний. Здесь собираются все важнейшие данные и информация предприятия. Потребность в вычислительной мощности постоянно растет, благодаря таким тенденциям, как виртуализация, Big Data и сервисы для мобильных устройств. Несмотря на предпринимаемые меры технического и организационного характера по снижению энергопотребления в IT, энергопотребление отдельных устройств постоянно повышается в виду роста плотности и миниатюризации. Одновременно с этим растет и тепловыделение устройств.

Повышение энергоэффективности является целью всех, кто проектирует и эксплуатирует ЦОДы. Необходимо снижать воздействие на окружающую среду в виде производства CO₂, а энергозатраты должны поддерживаться на минимально возможном уровне. Согласно исследованию Borderstep Institute¹, энергопотребление ЦОД в Германии с 2000 по 2011 год возросло с четырех почти до десяти тераватт-часов (9,7 ТВтч). С момента начала дискуссий по Green Energy в 2007 г., этот рост прекратился, и в 2012 г. расход составлял только 9,4 ТВтч. Большая часть экономии достигается за счет улучшения инфраструктуры, в частности, контроля микроклимата. Помимо общих технических предписаний, экономия достигается за счет современных концепций охлаждения, в частности, отводу тепла непосредственно из места его возникновения.

Для охлаждения IT-оборудования, необходимы подходящие и адаптированные решения. Они забирают выделяемое тепло, отводят его через систему охлаждения и подают охлажденный воздух, например, на сервера. Компания Rittal предлагает решения по охлаждению Liquid Cooling Package (LCP), которые могут отводить до 55 кВт тепла на стойку. Благодаря модульной конструкции, агрегаты позволяют гибко адаптировать мощность вплоть до максимального значения в соответствии с потребностью в охлаждении. LCP отличаются эффективностью, так как они забирают и отводят тепло непосредственно из места его возникновения. Это отличает LCP от классических систем охлаждения помещения, которые всасывают нагретый воздух ЦОД через свою крышу, охлаждают воздух и подают охлажденный воздух к стойкам с использованием пространства под фальшполом с перфорацией.

LCP присоединяются сбоку к 19" шкафам в ЦОД и снабжаются охлаждающей водой с помощью подводимых из под фальшпола или сверху труб. Теплообменник агрегата

¹ Hintemann, R. und Fichter, K. (2012): Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland. Aktuelle Trends und Einsparpotenziale bis 2015.

забирает теплый воздух сервера и охлаждает его с помощью воды. Охлажденный до необходимой температуры воздух выдувается из LCP либо сбоку непосредственно в стойку, либо вперед в холодный коридор. Таким образом, достигаются не только очень высокие мощности охлаждения, но и обеспечивается резервирование для надежной работы, благодаря распределению нагрузки на несколько LCP.

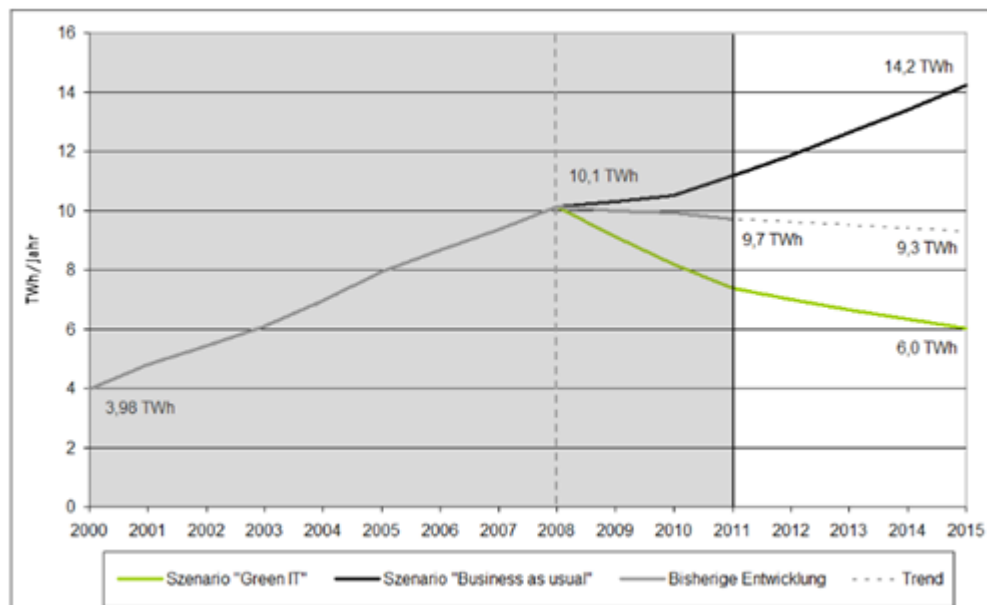


Рис. 1: Тенденции в области энергопотребления серверов и центров обработки данных в Германии² (из указанного в сноске исследования)

² http://www.bitkom.org/files/documents/Kurzstudie__Borderstep_I_Rechenzentren.pdf.

Традиционный путь: контроль микроклимата помещения

ЦОДы с тепловыделением менее 5 кВт на стойку традиционно охлаждаются климатическими системами помещения. В современных или недавно модернизированных ЦОД этот вид охлаждения до сих пор широко распространен. При этом климатические системы помещения всасывают теплый воздух помещения из-под потолка и охлаждают воздух теплообменником, который снабжается водой или хладагентом. Установленные в агрегате вентиляторы подают холодный воздух под фальшпол, после чего охлажденный воздух выходит из-под фальшпола через перфорированные плитки перед стойками, откуда воздух попадает непосредственно на сервера. Использование воды в качестве теплоносителя дает возможность при наружных температурах ниже температуры подаваемой воды использовать не прямое естественное охлаждение. Оно является особенно эффективным, так как вода охлаждается лишь холодным окружающим воздухом, и не требуется электроэнергии для питания компрессора. Компрессор применяется лишь тогда, когда температура окружающей среды выше температуры подаваемой воды.

Охлаждение климатическими системами помещения затруднительно, если необходимо охлаждать стойки с тепловыделением более 5 кВт или отдельные ИТ-стойки с высоким тепловыделением (горячие точки) среди ИТ-стоек с низким тепловыделением. Сложность заключается в необходимости подвода определенных объемов воздуха через фальшпол к отдельным стойкам. Пространство под фальшполом не должно использоваться в качестве "кабельной шахты", так как кабели и монтажный материал значительно затрудняют циркуляцию воздуха.

Еще одной, однако решаемой проблемой является смешивание теплого и выдуваемого холодного воздуха. При этом уменьшается возможная разность температур подаваемого и отводимого воздуха (ΔT), что снижает мощность охлаждения. Это можно легко оценить по формуле $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. При этом под Q понимается мощность охлаждения, под m массовый расход воздуха, под c удельная теплоемкость воздуха и под ΔT разность температур теплого и холодного воздуха.

Если климатической системой поддерживается постоянный расход воздуха, и удельная теплоемкость воздуха также остается постоянной, то мощность охлаждения можно увеличить только за счет увеличения ΔT воздуха. В реальных инсталляциях ЦОД увеличение ΔT воздуха достигается за счет установки отделения коридоров.

Отделение коридоров состоит из механических монтажных элементов, которые физически отделяют пространство между двумя рядами стоек с использованием элементов крыши и двери. Через специальные двери в начале и конце ряда стоек возможен доступ к шкафам и к ИТ-оборудованию, как показано на рис. 2. Имеется два варианта отделения коридоров: отделение холодного и отделение горячего коридора.

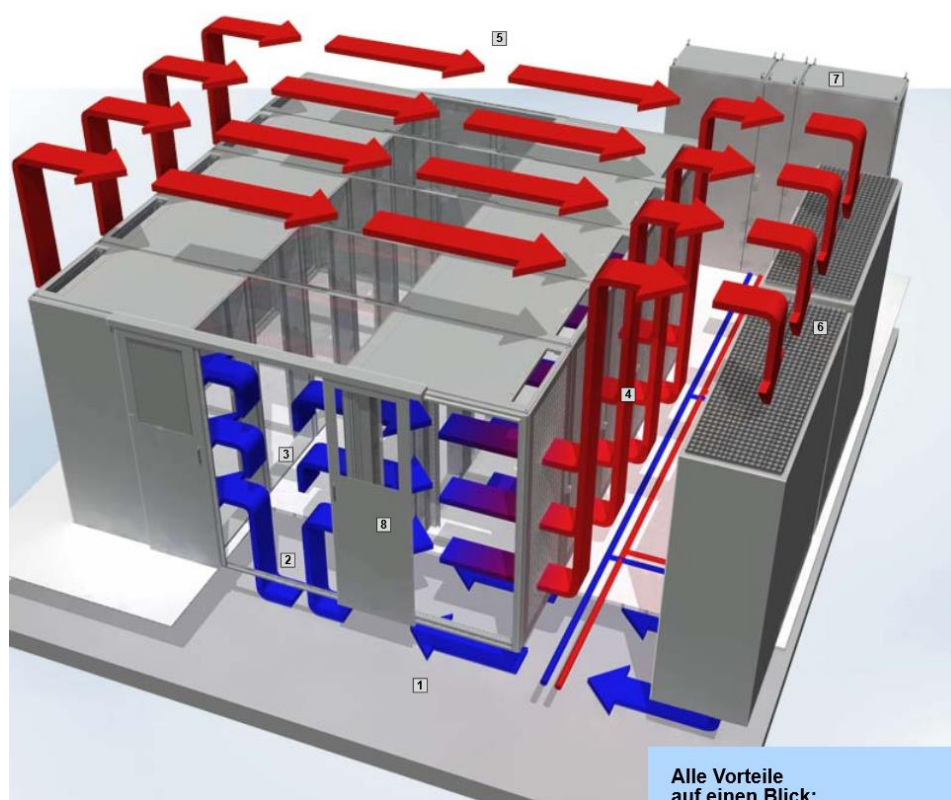


Рис. 2: Принцип отделения коридоров (рисунок из брошюры "IT-охлаждение", 03/08 38A1)

Отделение холодных коридоров

При отделении холодного коридора отделяется пространство перед передними сторонами стоек. В задней части серверов беспрепятственно выдувается теплый воздух, после чего он забирается климатической системой. Холодный воздух остается в отделенном коридоре и беспрепятственно попадает к передней части серверов, не смешиваясь с теплым воздухом. Таким образом, поддерживается максимальная разность температур (ΔT) подводимого и отводимого воздуха.

Преимуществом этого варианта является то, что холодный воздух целенаправленно и с требуемой температурой (рекомендация ASHRAE: 18–27 °C) поставляется к IT-оборудованию по всей высоте стойки. Этот вариант оптимально использовать с климатическими системами помещения, так как теплый воздух поступает в систему непосредственно от оборудования.

Отделение горячих коридоров

При отделении горячих коридоров отделяется пространство с задней стороны стоек,

передняя часть стоек остается свободной. В отделенном коридоре собирается теплый воздух, который целенаправленно забирается оттуда внутрирядными системами охлаждения, например, Rittal LCP Inline, и выдувается в охлажденном состоянии перед IT-стойками.

Отделение горячих коридоров находит применение в крупных ЦОД, где стойки с высоким тепловыделением концентрируются в одной зоне ЦОД. Благодаря отделению горячего коридора имеющейся климатической системе помещения не требуется бороться с тепловыделением в этой зоне стоек. Отделение как холодных, так и горячих коридоров может быть смонтировано в имеющихся ЦОД, которые используют климатические системы помещения.

Масштаб эффективности: Rittal Liquid Cooling Package (LCP)

Решение Rittal Liquid Cooling Package (LCP) предлагается в двух классах мощности. Вариант с меньшей мощностью может отводить тепловыделение до 30 кВт, вариант с большей мощностью до 55 кВт от шкафа. Так как агрегаты имеют модульную конструкцию, то мощность может легко увеличиваться и адаптироваться к растущим требованиям. В состоянии поставки агрегаты укомплектованы вентиляторными модулями не полностью, и поэтому не обладают максимально возможной мощностью охлаждения. Таким образом, в начале проекта инвестиционные затраты поддерживаются на невысоком уровне. Если со временем требуется более высокая мощность или организуется резервирование, вентиляторные модули могут быть установлены в процессе работы.

Так как радиальные ЕС-вентиляторы особенно эффективны при частичной нагрузке, с точки зрения эксплуатационных затрат целесообразна полная комплектация всеми вентиляторными модулями. Например, у LCP мощностью 30 кВт необходимая мощность охлаждения достигается с тремя модулями, которые работают на максимальном числе оборотов. Если устанавливается максимально возможное количество вентиляторов (6 шт.), то при неизменном расходе воздуха снижается энергопотребление всех вентиляторов. При этом снижение энергопотребления LCP составляет до 40 %. У агрегатов LCP Rack и LCP Inline (вариант с выступом) возможна установка максимум шести вентиляторных модулей на агрегат. LCP Inline flush устанавливается вровень со стойками, в таком агрегате используются максимум четыре вентиляторных модуля.

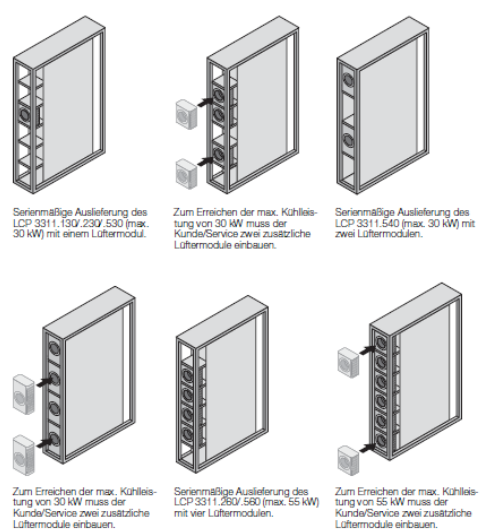


Рис. 3: Комплектация LCP несколькими вентиляторами (рисунок из Каталога 34, стр. 434)

Rittal LCP в целом можно подразделить на четыре варианта, прежде всего по используемому теплоносителю. Имеются LCP CW, которые используют холодную воду для охлаждения, а также LCP DX, которые используют хладагент. Второе различие касается расположения относительно IT-стоек. Системы LCP Rack вместе с присоединенными серверными шкафами образуют закрытую систему охлаждения. Нагретый IT-оборудованием воздух всасывается непосредственно LCP из задней части стоек, охлаждается и выдувается в переднюю часть стоек, перед 19" плоскостью. Таким образом, LCP Rack не предъявляет дополнительных требований к контролю микроклимата помещения. LCP Inline, напротив, выдувают холодный воздух вперед в помещение или холодный коридор, где он всасывается установленным в несколько шкафов IT-оборудованием. Теплый воздух всасывается из горячего коридора или из помещения в целом. Как LCP Inline, так и LCP Rack доступны в версиях CW и DX.

Rittal LCP CW имеет в основе воздухо-водяной теплообменник, который использует холодную воду для охлаждения теплого воздуха IT-стоек. Устанавливаемым значением температуры является температура подаваемого на сервера воздуха, которая выбирается клиентом. В настоящее время ASHRAE рекомендует температуры подаваемого на сервера воздуха от 18 °C до 27 °C. Установленное значение LCP CW поддерживает автоматически, регулируя расход воды и воздуха в зависимости от фактического тепловыделения.

Продуманная механическая конструкция

Водяной контур отделен от IT-оборудования, благодаря разделению стойки и LCP. Тепловая энергия подводится к теплообменнику только в виде потока воздуха. Даже если происходит утечка, оборудование в стойке не затрагивается. LCP обнаруживают утечки внутри агрегата и сообщают об этой неисправности через систему контроля. Liquid Cooling Package может быть присоединен к стойкам Rittal TS IT с помощью стандартных комплектующих.

Монтаж является очень простым и может быть реализован как для новых ЦОД, так и при изменении конфигурации имеющихся ЦОД. С боков LCP имеют контакты, которые обеспечивают надежное заземление боковой стенки через 19" стойку. Устройства в стойке, которые имеют боковое охлаждение, а не "спереди назад", могут также охлаждаться с помощью LCP при использовании воздухопроводных панелей. К таким устройствам относятся коммутаторы или маршрутизаторы. Подключение воды производится двумя гибкими шлангами, которые можно заказать из числа комплектующих. С помощью такого решения возможно соединение между системой жестких трубопроводов здания и подключениями LCP по кратчайшему пути.

В отличие от климатических систем помещения, LCP не устанавливаются по-

отдельности. Так как тепло необходимо забирать как можно ближе к месту возникновения, LCP с шириной 300 мм устанавливаются в ряды стоек. Это имеет множество преимуществ: в отличие от охлаждения через фальшпол, охлажденный воздух не должен проделывать длинный путь. При таком расположении избегаются потери давления под фальшполом или преждевременный нагрев за счет смешивания холодного и теплого воздуха. Это повышает эффективность системы охлаждения.

С помощью LCP воздух практически без потерь подается на отверстия для входа воздуха у IT-оборудования. Особенно эффективные и энергосберегающие вентиляторы LCP (ЕС-технология) выдувают воздух по всей высоте либо сбоку в переднюю часть 19" стойки, либо вперед в холодный коридор. При этом все 42 единицы высоты шкафа высотой 2000 мм могут использоваться для серверов и оборудования. Кроме того, холодный воздух распределяется равномерно по всей высоте стойки. Таким образом, нет нагрузки на сервера из-за высокой температуры воздуха, что приводит к снижению срока службы серверов.

Вода или хладагент в качестве теплоносителя

Подключение питания и воды производится с помощью кабеля и трубопроводов из-под фальшпола ЦОД. Каждый LCP CW должен быть подсоединен трубопроводами для холодной и теплой воды. Подходящий чиллер, в идеальном случае оснащенный естественным охлаждением, охлаждает полученную от LCP воду до нужной температуры. Для LCP DX также необходимы два трубопровода, чтобы транспортировать хладагент ко внешнему конденсатору и обратно.

LCP управляются с помощью Процессорного блока СМС III (Computer Multi Control). Он опрашивает измеряемые величины у блока управления вентиляторными модулями, датчиков в теплообменнике и у блока управления водяным модулем через шину CAN-Bus и реализует управление и передачу установленных значений (напр. число оборотов вентиляторов) в соответствующие блоки. Температура в серверном шкафу регулируется числом оборотов вентилятора и расходом воды через теплообменник. При этом СМС III контролирует все измеряемые значения и выдает сигнал тревоги при превышении граничных значений. Процессорный блок также производит расчет текущей тепловой мощности по температуре подаваемой и отводимой воды, а также по величине объемного расхода воды. При управлении возможен выбор разнообразных опций, которые влияют на характеристику управления LCP. Поэтому можно добиться особой энергоэффективности LCP или настроить таким образом, чтобы он особенно чувствительно реагировал на колебания температуры.

Охлаждение IT-оборудование является важнейшим аспектом правильной эксплуатации ЦОД. Без охлаждения сервера в течение короткого времени перегреваются и пре-

кращают работу. В современных зависящих от IT компаниях такие выходы из строя приводят к значительным последствиям. В зависимости от затронутой IT-стойки может переставать работать электронная почта, онлайн-магазины не будут приносить оборот, а централизованное ПО предприятия, например, SAP, будет недоступно. Во избежание этого системы охлаждения также должны быть выполнены с резервированием. В связи с модульной конструкцией, LCP могут очень просто поддерживать конфигурацию с резервированием $n+x$. Например, с помощью LCP Rack имеется возможность разместить два LCP справа и слева от каждой стойки. Охлаждение при этом реализуется активным LCP, что соответствует резервированию $n+1$. В случае с LCP Inline можно также достичь резервирования с несколькими LCP, которые вдувают воздух в холодный коридор. В зависимости от требуемой формы резервирования, теплоноситель может подводиться через две отдельные гидравлические системы. LCP поочередно подключаются к гидравлическим системам A и B. Например, при выходе из строя системы A, другая часть LCP, подключенных к системе B, остаются готовыми к работе.

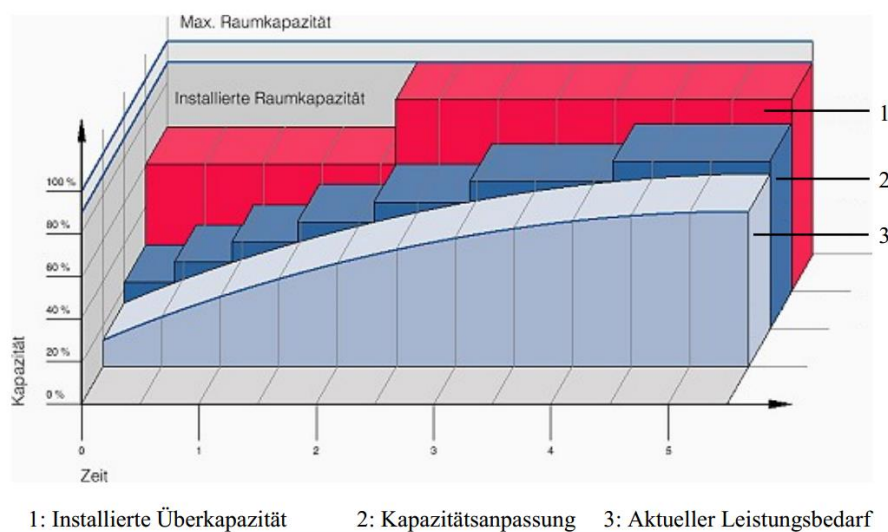


Рис. 4: Возможна индивидуальная адаптация к потребности в охлаждения (рисунок из предыдущего издания Whitepaper, стр. 8)

Охлаждение рядов стоек с помощью LCP Inline

Rittal LCP Inline охлаждает целый ряд серверных стоек. В отличие от климатических систем помещения, LCP Inline не находится в стороне от рядов стоек в ЦОД, а соединяется со стойками в линейку. На рис. 5 показан принцип работы: выдуваемый с задней стороны серверов теплый воздух всасывается с помощью LCP, охлаждается и выдувается с передней стороны. Благодаря сочетанию с отделением коридоров, сервера очень эффективно обеспечиваются холодным воздухом. В отличие от климатических систем помещения, LCP Inline обеспечивает значительно более высокую мощность охлаждения на меньшей занимаемой площади. Выступающий вариант LCP Inline имеет возможность охладить до 55 кВт на агрегат, при занимаемой площади всего 0,36 м². При внутрирядном охлаждении, эти 55 кВт, как правило, распределены по нескольким IT-стойкам.

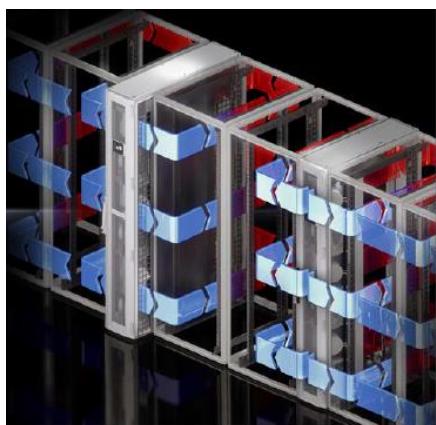


Рис. 5: Принцип работы Rittal LCP Inline с выступом и без (рисунок из брошюры "IT-новинки 2013", страница 39)

LCP Inline может быть установлен в ряд стоек двумя различными способами. Помимо варианта без выступа, LCP Inline может быть установлен с выступом относительно ряда стоек. В таком случае воздух выдувается в холодный коридор не напрямую вперед, а выходит из LCP вправо и влево, непосредственно перед присоединенными IT-стойками. Таким образом, возникает "завеса" холодного воздуха перед серверными стойками. Так как воздух равномерно выдувается перед серверами, обеспечивается лучшее распределение воздуха и не происходит потерь за счет поворота потока. При этом снижается энергопотребление и повышается эффективность. Выступающая версия LCP-Inline доступна с мощностями охлаждения 30 кВт и 55 кВт.

Если клиенту нужна постоянная ширина коридора, например, для обеспечения путей эвакуации, используется вариант LCP Inline без выступа. В этом случае выдуваемый вентиляторами холодный воздух поворачивается на 90 °С и попадает в холодный коридор перед IT-стойками. Поворот холодного воздуха вперед требует наличия пространства в LCP Inline, поэтому в этом агрегате используется максимум четыре вентиляторных модуля. Поэтому LCP Inline без выступа доступен только в классе мощности 30 кВт.

Типичными для LCP Inline случаями применения являются случаи, при которых тепловыделение на стойку составляет до 15 кВт. Мощный поток воздуха создается LCP Inline непосредственно в месте возникновения тепла и не должен проходить под фальшполом. Опытные данные показывают, что при подборе Inline-систем не следует превышать ΔT воздуха в 15 K, так как в противном случае это не реализуемо. Температуру подаваемой воды следует выбирать таким образом, чтобы она находилась выше точки росы, и не было расхода электроэнергии на скрытую мощность охлаждения. Кроме того, при этом избегаются затраты на отвод конденсата. Полная мощность охлаждения в целом состоит из скрытой и явной мощности охлаждения. Если температура подаваемой воды выше точки росы, доля скрытой мощности охлаждения нулевая, так как не происходит конденсации на теплообменнике. Таким образом, полная и явная мощности охлаждения равны. Мощность расходуется целиком для охлаждения воздуха.

Если температура подаваемой воды лежит ниже точки росы, на теплообменнике образуется конденсат, для чего необходима скрытая мощность. Такая мощность не служит для охлаждения воздуха и уменьшает явную мощность охлаждения, что снижает эффективность системы охлаждения. На практике это означает, что для отвода тепла в ЦОД требуется большая мощность охлаждения, чем фактически необходимо. Так называемое внутрирядное охлаждение используется очень часто, как для ЦОД мегаваттного диапазона, так и для малых инсталляций, состоящих из двух рядов стоек. При этом установка отделения коридоров является обязательным.



Рис. 6: LCP Rack и LCP Inline с выступом и без (рисунок из брошюры "IT-новинки 2013", страница 43)

Охлаждение стоек с помощью LCP Rack

Rittal LCP Rack доступен в двух классах мощности с полезной мощностью охлаждения 30 кВт и 55 кВт. Он присоединяется к стойке сбоку. Комбинация из IT-стойки и LCP Rack образует, в отличие от LCP Inline, собственный воздушный контур для охлаждения компонентов. На рис. 7 показан воздушный контур внутри стойки с LCP. С задней стороны серверов теплый воздух всасывается сбоку вентиляторами LCP. LCP охлаждает воздух с помощью воздушно-водяного теплообменника и выдувает холодный воздух к передней части серверов. Охлаждение серверов происходит независимо от воздуха в помещении ЦОД и поэтому может гибко адаптироваться к тепловыделению отдельных стоек и наращиваться по модульному принципу. В одном LCP Rack возможна установка до шести кассет вентиляторов, таким образом мощность охлаждения можно адаптировать к фактической потребности. Чрезмерный запас мощности и высокое энергопотребление при этом избегаются.

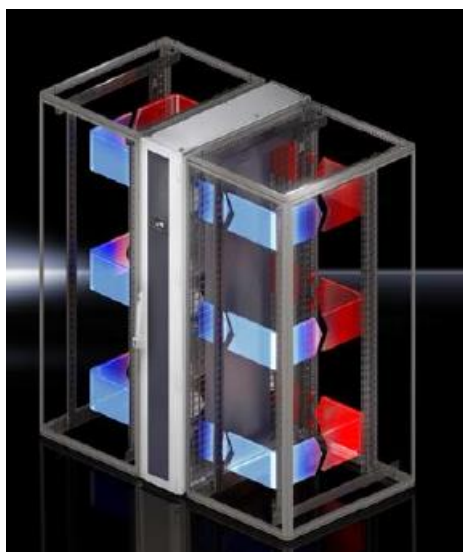


Рис. 7: Принцип работы LCP Rack (брошюра "IT-новинки", стр. 40)

Возможно использование LCP Rack для охлаждения двух IT-стоек. Стойки подсоединяются к LCP слева и справа, холодный воздух распределяется по обоим стойкам. Разумеется, суммарное тепловыделение IT-оборудования в обеих стойках не должно быть выше, чем мощность LCP Rack. Резервирование достигается путем поочередной установки LCP и стоек. В случае отказа LCP с левой стороны серверной стойки, производится охлаждение силами LCP с правой стороны и наоборот. При этом LCP могут быть подключены к двум независимым водяным контурам.

Еще одной возможностью является применение автоматической системы открывания дверей. Если LCP выходит из строя и температура подаваемого на сервера воздуха увеличивается на определенное значение, двери стойки открываются автоматически и воздух помещения используется для резервного охлаждения.

Типичными для LCP Rack случаями применения являются случаи, при которых тепловыделение на стойку составляет до 55 кВт. Необходимые для этого мощные потоки воздуха создаются LCP Rack непосредственно в месте выделения тепла. Холодный воздух выдувается перед 19" плоскостью, теплый воздух всасывается за 19" плоскостью, при этом воздух не выходит из IT-стойки. Опытные значения показывают, что в случае применения LCP Rack может быть выбрано высокое значение Delta T воздуха в 20 К. Блейд-сервера допускают Delta T для воздуха до 25 К. Однако эти показатели необходимо согласовать с эксплуатантом. Температуру подаваемой воды следует выбирать таким образом, чтобы она находилась выше точки росы, и не было расхода электроэнергии на скрытую мощность охлаждения. Кроме того, при этом избегаются затраты на отвод конденсата.

На практике охлаждение стоек с высоким тепловыделением можно встретить в университетах, а также в автомобильной промышленности и метеослужбах, где производится моделирование автокатастроф и погодных явлений. Из соображений экономии энергии многие пользователи желают охлаждать не все помещение, а только необходимые IT-стойки, и поэтому предпочитают охлаждение отдельных стоек. Имеется и дополнительное преимущество в низком уровне шума, так как LCP и IT-стойки оснащены закрытыми дверями, что снижает уровень шума. Таким образом, возможности применения являются обширными.



Рис. 8: LCP Rack (рис. из брошюры "IT-новинки", стр. 43)

Энергоэффективность и компактность: LCP hybrid

Еще одним вариантом LCP является LCP hybrid. Его принцип действия основан на имеющемся потоке воздуха, который создают сервера и другое оборудование в стойке. Вентиляторы IT-оборудования всасывают холодный воздух в передней части серверов, коммутаторов и систем хранения, гонят воздух сквозь внутренние компоненты и выдувают его в нагретом состоянии сзади. Затем теплый воздух всасывается климатической системой помещения и вновь охлаждается.



Рис. 9: LCP hybrid (IT-новинки 2013, страница 46)

В случае LCP hybrid на задней стороне стойки вместо обычной двери находится комбинация из тепловой трубки и воздухо-водяного теплообменника. Воздух обтекает сначала тепловую трубку для равномерного распределения тепла, после чего воздух попадает в воздухо-водяной теплообменник. Затем воздух выходит из LCP hybrid при той же температуре, что и на входе в сервера и снова пригоден для охлаждения IT-оборудования. Если стойки для серверов установлены в ряды друг за другом, то холодный воздух попадает непосредственно на вход следующего шкафа. Весь ЦОД при этом становится единым холодным коридором, так как теплый воздух из серверов не выходит из IT-стоек. Еще одним преимуществом является то, что в случае с LCP hybrid можно работать с высокими температурами подаваемой воды. Таким образом, имеется возможность увеличить долю непрямого естественного охлаждения и снизить эксплуатационные затраты.

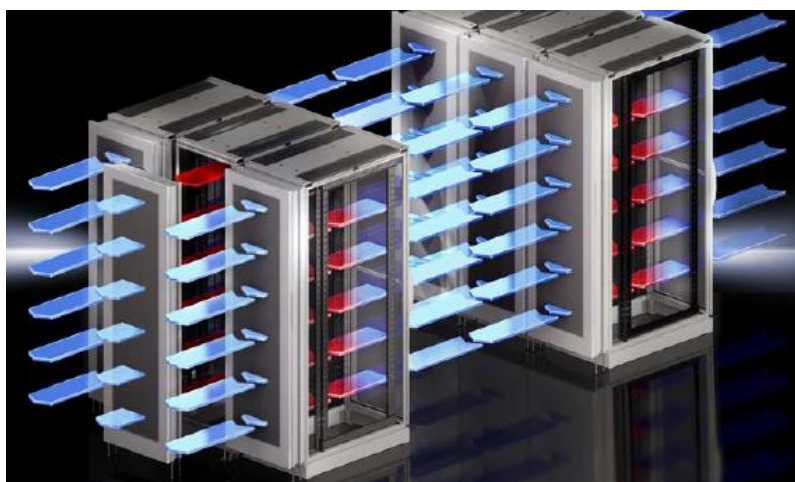


Рис. 10: Принцип работы LCP hybrid (брошюра "IT-новинки", стр. 42)

Так как нагретый воздух не выходит из IT-стоек, температура во всем помещении соответствует рабочей температуре серверов. В зависимости от рекомендаций (ASHRAE и др.) и философии производителей и эксплуатантов ЦОД она составляет от 18 до 27 градусов. Улучшаются условия работы для персонала ЦОД, так как не существует перепадов температур между холодным и горячим коридорами. При этом также снижается уровень шума, так как нет дополнительных источников шума от активного охлаждения. Все это улучшает условия работы в ЦОД, в которых в течение длительного времени могут находиться люди.

LCP hybrid имеют гибкое подключение воды. Таким образом, поворот агрегата без проблем возможен в любое время. Угол открытия LCP hybrid составляет 130 градусов и обеспечивает свободный доступ к задней стороне серверов и кабелям при необходимости. Для того, чтобы в охлаждение попадало как можно больше теплого воздуха, в комплект поставки входят уплотнения и воздуховодные панели для шкафа. Кроме того, разделение производится на задних 19" профилях, чтобы теплый воздух не мог поступать обратно вперед. Возможна также интеграция охлаждения приборов, которые выбрасывают нагретый воздух сбоку. Сюда относятся коммутаторы с высокой плотностью портов, которые из-за разъемов не имеют места на передней стороне для вентиляционных прорезей.

Модуль охлаждения и уплотнения LCP hybrid подходят к стойкам TS IT шириной 600 или 800 мм и высотой 2000 или 2200 мм и доступны в классах мощности 10 кВт и 20 кВт. По запросу могут быть реализованы и более высокие мощности охлаждения. В целом, с помощью данной технологии можно охлаждать ЦОД целиком, если системы охлаждения оптимально настроены. Мощность охлаждения агрегатов достигается с определенным расходом воды. Для поддержания нужной мощности на стойку, необходимо гидравлическое выравнивание для всех LCP. Если оно выполнено правильно, то каждый агрегат снабжается тем количеством воды, которое необходимо.

Так как LCP hybrid не использует активных компонентов, например, вентиляторов, он не вызывает эксплуатационных затрат. При расчете эксплуатационных затрат учитывается только необходимая инфраструктура, например, чиллеры, насосы или непря-
мое естественное охлаждение. Если необходим детальный контроль за параметрами воздуха при охлаждении, его возможно без проблем организовать с помощью Rittal СМС и соответствующих датчиков температуры и влажности. LCP hybrid могут использоваться в качестве замены для климатических систем помещения. Старая задняя дверь стойки удаляется и устанавливаются воздуховодные панели. Имеющиеся кабели должны быть связаны, чтобы не создавать дополнительное сопротивление воздуш-
ному потоку.

При планировании необходимо обратить внимание на то, что влажность воздуха регулируется системой кондиционирования или некоторыми климатическими системами помещения. Температура подаваемой воды должна находиться выше точки росы, так как при таком способе IT-охлаждения невозможен отвод конденсата. Установка IT-стоек должна производиться в ряды, чтобы направление потока воздуха во всех стойках совпадало. Если стойки устанавливаются "спина к спине", то в отдельных случаях более сильный поток воздуха от одних стоек будет дуть на стойки с более слабым потоком воздуха. В этом случае возможно появление тепловых застоев, так как теплый воздух не может выйти из стойки.

Автономное охлаждение: технология Direct-Expansion (DX-технология)

В малых и средних предприятиях IT-оборудование занимает всего несколько стоек, которые часто располагаются в нерабочих подсобных помещениях. Охлаждение в таких помещениях часто затруднительно, так как отсутствует необходимая инфраструктура. Поэтому часто предпринимаются попытки организовать охлаждение с малыми затратами, в частности, отвести теплый воздух из IT-стойки вентиляторами непосредственно в месте установки. Как следствие происходит нагрев в помещении, что также приводит к выходу из строя IT-оборудования, если не организована активная вентиляция помещения.

Также часто предпринимаются попытки охлаждения IT-оборудования бытовыми сплит-системами. Такие системы разработаны для охлаждения помещений с людьми и не предназначены для охлаждения IT-оборудования. Они не обеспечивают достаточного тока воздуха потолочными или настенными блоками и не выполняют требования, необходимые для IT. Как следствие, ввиду отсутствия холодного воздуха IT-оборудование всасывает воздух из "горячей" зоны, что ведет к повышению температуры на серверах и снижению срока службы IT-оборудования. Кроме того, такие сплит-системы, состоящие из настенного или потолочного блока и наружного агрегата, не рассчитаны на бесперебойную работу и не имеют ни реле неисправности, ни сигнализации ошибок, например, по Ethernet.

Превосходное решение для малых IT-инсталляций

В отличие от вышеназванных систем, Rittal LCP DX отвечает всем требованиям. Агрегат обеспечивает ток воздуха до 5000 м³/ч и предназначен для длительного использования. Сообщения об ошибках могут выдаваться с помощью контактов реле или через опциональную SNMP-карту. Для охлаждения от минимальных инсталляций до нескольких стоек без подвода воды, LCP DX на площади всего 0,35 м² может отводить до 12 кВт тепловыделения и доступен в двух вариантах, Rack DX и Inline DX. Компрессор находится непосредственно в корпусе LCP DX (испаритель). Продукт превосходно подходит для случаев, когда необходимо охлаждение небольшого количества компонентов и водяное охлаждение является слишком затратным решением. Холодный воздух выдувается в IT-стойку либо налево или направо (модель Rack DX), либо вперед в холодный коридор (модель Inline DX).

Конденсатор LCP DX представляет собой внешний блок с двумя вентиляторами, которые не имеют активных компонентов управления. Число оборотов вентиляторов определяется давлением хладагента. При этом не требуется электрического соединения между внутренним и наружным блоками, достаточно лишь однофазной розетки в месте установки для питания конденсатора. Конденсатор может монтироваться как на стену, так и на крышу. Это упрощает установку, в большинстве случаев LCP DX можно установить и ввести в эксплуатацию за один день.

Принцип работы LCP DX идентичен принципу работы сплит-системы. Жидкий хладагент R410a поступает по трубкам к LCP. Теплый воздух от IT-оборудования нагревает хладагент выше точки кипения, и он переходит в газообразное состояние. В газообразном состоянии он поступает в конденсатор, где он охлаждается окружающим воздухом. При этом хладагент отдает тепло в окружающую среду и переходит в жидкое состояние. Охлажденный жидкий хладагент может быть снова направлен в LCP.

Охлаждение внешнего оборудования

LCP DX рассчитан на непрерывную работу (24/7), возможно обслуживание четырех вентиляторов в процессе работы. Для простейших сервисных операций не требуется отключение агрегата. Кроме того, обслуживание LCP DX производится без доступа к оборудованию в стойке. Это важно, особенно если в IT-системах хранятся персональные или другие важные данные. Температура может точно регулироваться с помощью дисплея LCP DX и точно настраиваться на желаемое значение для серверов. Если в IT-помещении имеется дополнительное оборудование, например, принтеры, копиры или телефонная станция, они также могут охлаждаться LCP Inline DX. При этом управление может производиться как по температуре подаваемого, так и отводимого воздуха. При управлении по температуре отводимого воздуха установленное требуемое значение соответствует максимально допустимой температуре в помещении.

Все активные компоненты системы охлаждения расположены во внутреннем агрегате, поэтому вся система без проблем эксплуатируется при температурах от -20 °C до +45 °C. Переменной является мощность, которую агрегат использует для поддержания температуры на серверах. Бесступенчатое регулирование адаптирует мощность компрессора в том числе при частичной загрузке. Возможна непрерывная, бесступенчатая регулировка компрессора в диапазоне от 3 до 12 кВт. Это приводит к экономии затрат, так как агрегат потребляет лишь то количество электроэнергии, которое требуется для охлаждения. При мощности менее 3 кВт агрегат переходит в тактовый режим работы. Это приводит к небольшим колебаниям температуры подаваемого на сервера воздуха, что однако не критично для IT-оборудования. Для коммуникации с внешней средой, LCP DX помимо дисплея также интегрируется в ПО для управления IT-

инфраструктурой Rittal RiZone. С его помощью администраторы могут контролировать рабочие значения и управлять системой.

Типичными областями применения LCP Rack/Inline DX являются малые IT-инсталляции с тепловыделением до 12 кВт. Если необходимо охлаждать не все помещение, а лишь IT-стойку, то применяется LCP Rack DX. При необходимости охлаждения дополнительного IT-оборудования используется LCP Inline DX. Так как максимальная мощность охлаждения зависит от наружной температуры в месте установки конденсатора, то при подборе агрегата необходимо учитывать место установки. Мощность в 12 кВт достигается при температуре окружающей среды 30 °C. При 42 °C мощность охлаждения снижается до 10 кВт.

Возможности коммуникации и контроля LCP

LCP производит мониторинг и контроль с помощью датчиков многочисленных параметров окружающей среды и агрегата. Сюда относятся температуры подаваемого и отводимого воздуха, мощность охлаждения и расход воды (у LCP CW). Управление LCP может производиться локально на дисплее агрегата, с помощью веб-браузера, либо с помощью ПО для управления. Для этого агрегаты LCP оборудуются Ethernet-подключением. Администратор может с помощью сети зайти на веб-сервер LCP и запросить необходимые значения, а также произвести настройки.

Так как сетевое подключение также поддерживает протокол SNMP, то LCP можно подключать к вышестоящей системе управления и контролировать в автоматизированном режиме. Такой системой управления является ПО для управления инфраструктурой ЦОД RiZone. RiZone визуализирует актуальные состояния оборудования в ЦОД и производит оценку эффективности системы в целом. Условием является то, что должна быть возможность измерения энергопотребления инфраструктуры, благодаря чему может быть рассчитан, например, показатель PUE.

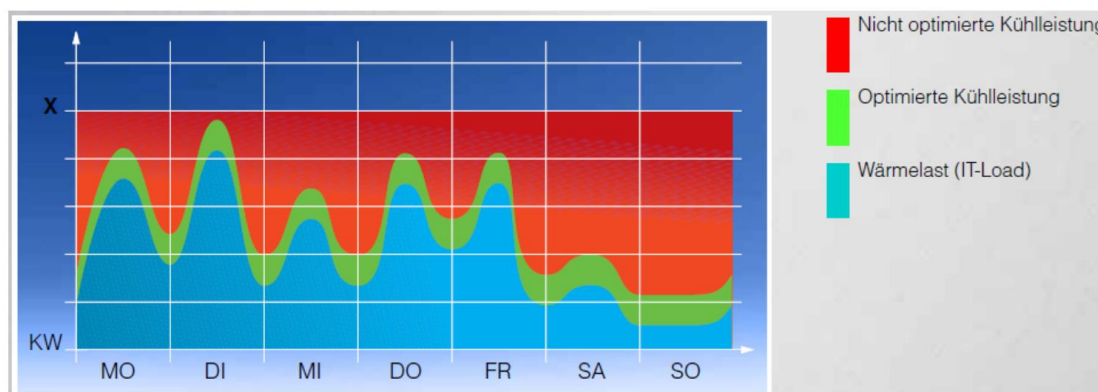


Abbildung 13: Optimierung der Kühlleistung mit RiZone

Рис. 11: Оптимизация мощности охлаждения с помощью RiZone (из предыдущего издания Whitepaper)

Опционально для LCP CW доступен встраиваемый дисплей. Он содержит сенсорный экран для управления, что позволяет менять параметры, а также отображает наряду с актуальными значениями файл журнала, тревоги и более подробную информацию. Таким образом, настройку LCP можно производить не только с ПК, но и непосред-

ственно на месте. Интерфейс пользователя имеет интуитивно понятную структуру, что упрощает контроль и обслуживание.

На рис. 12 показано главное меню управления LCP. Оно отображает мощность охлаждения, температуру и сообщения тревоги и предупреждения. В подменю находятся прочие актуальные значения и настраиваемые параметры.

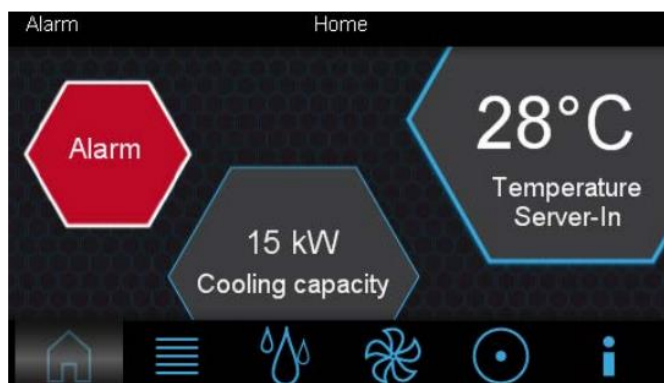


Abbildung 14: Hauptmenü des Displays mit Alarm

Рис. 12: Главное меню дисплея с сигналом тревоги

Экономия с LCP: в центре внимания – энергосбережение

LCP работает с высокой энергоэффективностью в том числе и без вышестоящего ПО для управления. Важнейшей особенностью является применение модулей с ЕС-вентиляторами (с электронной коммутацией, без щеток). ЕС-вентиляторы, в отличие от АС-вентиляторов не работают с жестко заданным числом оборотов. Они регулируются бесступенчато, что позволяет бесступенчато менять потребляемую мощность (рис. 13). Кроме того, благодаря модульности можно использовать большее количество вентиляторов, чем фактически требуется. При этом снижается число оборотов вентиляторов, энергопотребление также снижается и обеспечивается резервирование системы в целом.

Например, у LCP мощностью 30 кВт необходимая мощность охлаждения достигается с тремя вентиляторными модулями, которые работают на максимальном числе оборотов. Если устанавливается максимально возможное количество вентиляторов (6 шт.), то при неизменном расходе воздуха снижается энергопотребление всех вентиляторов. При этом снижение энергопотребления LCP составляет до 40 %. Для срока службы важным также является и то, что ЕС-вентиляторы расположены не в зоне теплого, а в зоне холодного воздуха LCP. Излишнее тепло снижает срок службы у всех механических и электрических компонентов. Благодаря расположению в зоне холодного воздуха вентиляторы работают с меньшей нагрузкой, и срок их службы значительно увеличивается. Затраты на замену или сервис возникают значительно реже, чем у обычных устройств охлаждения.

Оптимальное естественное охлаждение

LCP достигают высокой полезной мощности охлаждения в том числе при высокой температуре подаваемой воды. Важнейшим аспектом системы охлаждения является то, что существует тенденция среди производителей IT-оборудования увеличивать значение температуры подаваемого воздуха. Все это позволяет использовать установки естественного охлаждения, которые охлаждают теплоноситель непосредственно окружающим воздухом. Компрессор используется лишь в том случае, когда снаружи слишком тепло. В странах с более холодным климатом, например, в большей части Германии, такое не прямое естественное охлаждение при правильном подборе решения по охлаждению можно применять в течение значительной части времени в году. Часы наработки компрессора можно значительно снизить.

Например, при IT-инсталляции мощностью 100 кВт можно сэкономить 21 % эксплуатационных расходов чиллера за счет естественного охлаждения, если температуру подаваемой воды увеличить с 12 °C (температура ест. охлаждения 9 °C) до 16 °C (температура ест. охлаждения 13 °C). Это значительно повышает эффективность ЦОД.

В компрессорном режиме работы эффективность также увеличивается. Значение коэффициента энергоэффективности (EER) дает соотношение между энергопотреблением и энергоотдачей в виде мощности охлаждения. Например, значение, равное 5 означает, что для 5 кВт мощности охлаждения необходим 1 кВт электрической мощности. Чем выше значение EER, тем более эффективна система охлаждения. Значение EER всегда зависит от режима работы, у LCP DX оно примерно равно 3,5.

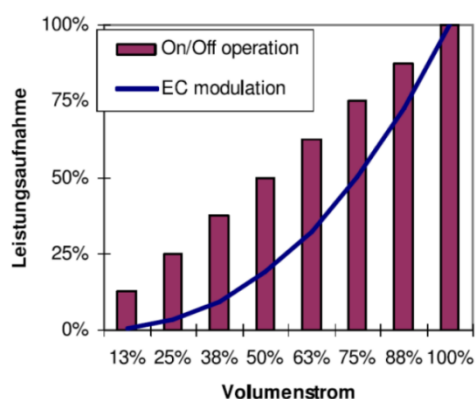


Abbildung 15: Leistungsaufnahme EC- und AC-Lüfter

Рис. 13: Энергопотребление вентиляторов ЕС и АС (рисунок из предыдущего издания Whitepaper)

Перечень сокращений

AC	–	Alternating Current (переменный ток)
ASHRAE	–	American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (американское сообщество инженеров в области систем обогрева, охлаждения и кондиционирования)
СМС	–	Computer Multi Control (многофункциональная система мониторинга и управления)
CW	–	Chilled Water (охлажденная вода)
DX	–	Direct Expansion (прямое испарение)
DCIM рой ЦОД)	–	Data Center Infrastructure Management (управление инфраструктурой ЦОД)
EC	–	Electronically Commutated (с электронной коммутацией)
EER	–	Energy Efficiency Ratio (коэффициент энергоэффективности)
ЕВ	–	Единица высоты
IT	–	Information Technologies (информационные технологии)
кВт	–	Киловатт
LCP	–	Liquid Cooling Package
ПК	–	Персональный компьютер
SNMP управления)	–	Simple Network Management Protocol (простой протокол сетевого управления)
ТВт	–	Тераватт

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Enclosures
- Power Distribution
- Climate Control
- IT Infrastructure
- Software & Services

ООО "Риттал"

Россия · 125252 г. Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12 (4-й этаж)

Тел.: +7 (495) 775 02 30 · Факс: +7(495) 775 02 39

E-mail: info@rittal.ru · www.rittal.ru

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES

FRIEDHELM LOH GROUP

