

Национальная премия «ЦОДы.РФ»

Номинация: Золотое перо года

Изоляция воздушных коридоров ЦОДа: просто о сложном. Часть первая.

автор: Леонид Юль
руководитель R&D
C3 Solutions


C3 SOLUTIONS
КАЧЕСТВЕННО. СДЕЛАНО. В РОССИИ.

+7 (495) 066-35-14
c3solutions.ru

Изоляция воздушных коридоров ЦОДа: просто о сложном. Часть первая



Леонид Юль

руководитель R&D C3 Solutions

В регулярной рубрике «Академия ЦОД» мы детально рассмотрим системы изоляции, или, как ее еще называют, контейнеризации горячих и холодных коридоров. Ведь это один из наиболее действенных методов повышения энергоэффективности ЦОДа. Данный подход получил широкое распространение как в мировых, так и в российских дата-центрах.

В погоне за снижением эксплуатационных расходов владельцы ЦОДов все чаще выбирают инженерное оборудование, позволяющее снижать затраты на протяжении всего периода эксплуатации. Даже высокая первоначальная цена систем зачастую не является сдерживающим фактором при расчете совокупной стоимости владения (ТСО).

Инженерные службы ЦОДов при выборе кондиционера или ИБП все чаще не только учитывают его энергопотребление, но и смотрят на стоимость запчастей и сервисного обслуживания в планируемом жизненном цикле. В сфере цодостроения есть такое понятие — «энергоэффективность». Ее величина может выражаться с помощью различных коэффициентов и варьироваться в зависимости от методики измерения, но смысл заключается в одном — в соотношении общей потраченной мощности к полезной (израсходованной на ИТ-нагрузку) мощности. Чем выше это соотношение, тем ниже энергоэффективность дата-центра. Основным потребителем

«лишней» мощности является система холодоснабжения ЦОД. Снижение нагрузки на нее дает многочисленные положительные эффекты, в числе которых — уменьшение счетов за электричество, равномерное распределение нагрузки и снижение износа инженерных систем.

Контейнеризация коридоров: основные аспекты

ИТ-оборудование, установленное в монтажных шкафах, нуждается в охлаждении. Говоря простыми словами, для качественного охлаждения необходимо подать холодный поток воздуха к передней двери шкафа и забрать горячий воздух, выходящий из задней части шкафа. Но, если между холодной и горячей зонами нет препятствий, в холодный поток может подмешиваться уже вышедший из шкафа горячий воздух, тем самым ухудшая охлаждение и создавая дополнительную нагрузку на кондиционеры. Также в шкафах может быть установлено ИТ-оборудование с разным уровнем тепловыделения, и равномерно

подаваемого потока холодного воздуха может не хватать для высоконагруженных шкафов.

Система контейнеризации воздуха (изоляции коридоров) позволяет предотвратить смешивание горячего и холодного воздуха, появление точек перегрева. В свою очередь создание закрытого объема (контейнера) аккумулирует охлажденный воздух, позволяя высоконагруженным шкафам получать достаточное количество холода.

Для оптимальной работы системы изоляции воздуха необходимо выстроить монтажные шкафы в ряды. Воздушный контейнер может быть создан между двумя рядами шкафов или между рядом шкафов и стеной помещения. Все стороны контейнера, которые разделяют горячую и холодную зоны, должны быть отделены перегородками. Единственный путь для холодного воздуха — только через ИТ-оборудование. При этом контейнер не должен препятствовать установке и работе ИТ-оборудования, прокладке коммуникаций, работе систем мониторинга, освещения, пожаротушения,

а также уметь интегрироваться в систему контроля доступа машзала.

Стоимость системы контейнеризации составляет небольшую часть от цены системы кондиционирования. Инсталлированное решение сразу положительно влияет на экономию и не требует в дальнейшем расходов на обслуживание. Разделение потоков воздуха и устранение точек локального перегрева снижает и равномерно распределяет нагрузку между кондиционерами. Экономический эффект зависит от размера машзала и выбранной архитектуры охлаждения. Для больших помещений с несколькими рядами шкафов использование такой системы более чем оправдано. При малых серверных с 1–2 рядами стоек нужно исходить из общего бюджета проекта, но, если в текущий момент монтажа системы изоляции коридоров не планируется, желательно учесть такую возможность в будущем.

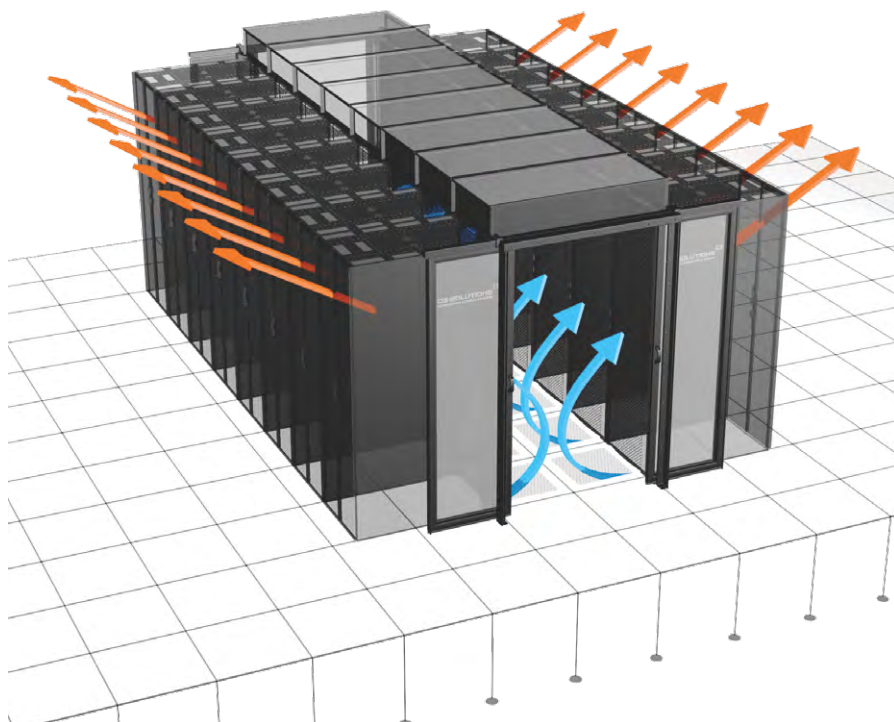
Совет из практики: часто при замене ИТ-оборудования на более производительное монтаж системы изоляции в работающем серверном помещении позволяет не обновлять кондиционеры на более мощные модели. Двукратного роста, конечно же, не достичь, но за счет оптимизации воздушных потоков 5–10% резерва холодопроизводительности можно получить.

Какой коридор изолировать?

Система контейнеризации воздуха может быть смонтирована как в уже работающем машзале, так и при строительстве нового. Если говорить о первом случае, то обычно есть выбор из двух наиболее распространенных вариантов.

Изоляция холодного коридора. Подача холодного потока воздуха через пространство фальшпола

Шкафные кондиционеры установлены по периметру помещения, выдувают холодный поток под фальшпол. Шкафы установлены рядами, лицом друг к другу, перед передней дверью шкафа уложены перфорированные плиты, подающие холодный поток в коридор. Горячий воздух выбрасывается в общий объем помещения (рис. 1).



▲ Рис. 1. Изоляция холодного коридора. Подача холодного потока воздуха через пространство фальшпола

Достоинства: простое и относительно недорогое решение.*

Легко масштабируется как по хладомощности кондиционеров (в любое свободное место по периметру машзала устанавливается шкафной кондиционер), так и в рамках одного коридора (ряды шкафов могут расти или уменьшаться — главное, чтобы контур контейнера был замкнут).

Недостатки: плохо масштабируется в рамках нескольких коридоров, возникают проблемы с равномерностью подачи воздуха в разные ряды.

В случае с высоконагруженным оборудованием сложно увеличить локальную подачу холодного потока, поскольку управление потоком происходит с помощью установки дополнительных перфорированных плит фальшпола.

Поскольку элементом контейнеризации холодного потока также является фальшпол, утечки через щели между плитами снижают производительность системы холодоснабжения. Все помещение, за исключением закрытого коридора, находится в горячей зоне, что осложняет работу обслуживающего персонала.

Особенности реализации: помещение требует дополнительного запаса по высоте для установки фальшпола.

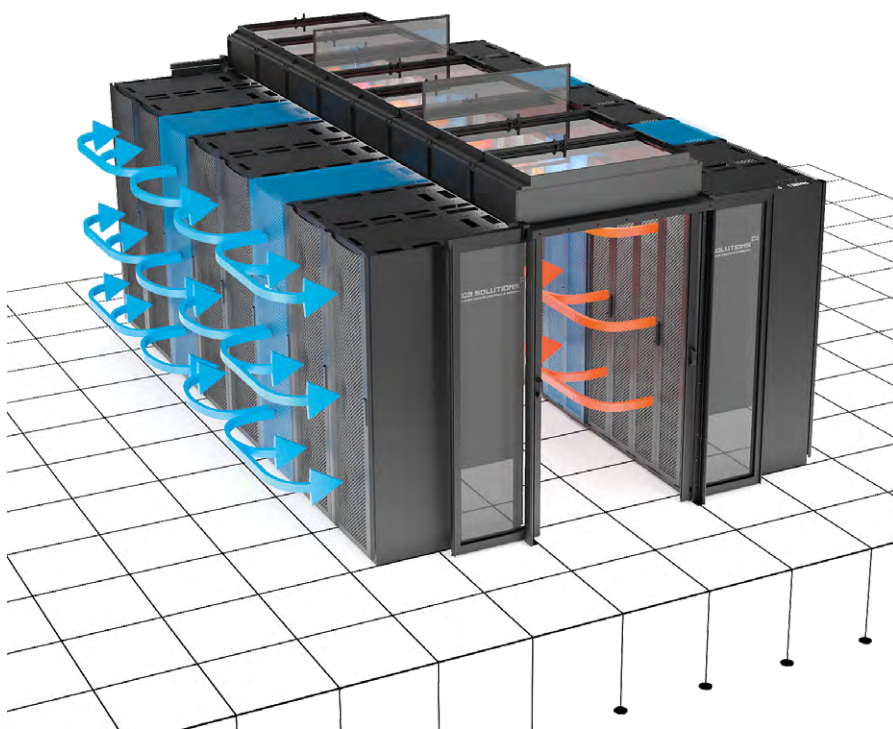
Чем больше рядов, тем выше фальшпол. Необходима дополнительная площадь для установки пандуса или подъемного механизма при входе в помещение. Поскольку контейнер изолируется по внутреннему периметру коридора, в шкафах необходима изоляция переднего фронта и заглушка-цоколь под шкафом спереди.

Для кого: подходит для небольших серверных помещений либо для машзалов с небольшой равномерно распределенной нагрузкой (до 5 кВт на стойку).

Горячий коридор. Подача холодного потока воздуха с помощью внутрирядных кондиционеров в общий объем помещения

Здесь используются межрядные (Inrow) кондиционеры, выдувающие холодный поток в общий объем помещения. Шкафы установлены рядами, тыльной стороной друг к другу.

*Оценка стоимости решения произведена с учетом вложений в систему кондиционирования



▲ Рис. 2. Изоляция горячего коридора. Подача холодного потока воздуха с помощью внутрирядных кондиционеров в общий объем помещения

Кондиционеры установлены в ряд со шкафами. Горячий воздух выбрасывается в закрытый контейнер и поступает обратно в кондиционер. Подобное расположение кондиционеров минимизирует длину воздушного потока, что положительно сказывается на производительности системы холодоснабжения (рис. 2).

Достоинства: надежное производственное решение.

Оно может использоваться с высоконагруженными стойками, а также в помещениях с низким потолком, поскольку не нуждается ни в наличии фальшпола, ни в верхнем пленуме. Легко масштабируется в рамках нескольких коридоров, т. к. каждый коридор является независимым. Комфортное нахождение персонала в помещении.

Недостатки: это более дорогое решение.

Расходы на систему контейнеризации примерно такие же, что и в случае с предыдущим вариантом, но возрастает количество кондиционеров. Если нужно резервировать холодоснабжение,

в каждом контейнере необходим свой резервный кондиционер. Межрядные кондиционеры занимают площадь в ряду, которая могла бы использоваться под серверные шкафы. Плохо масштабируется в рамках одного коридора: добавление кондиционеров в работающем коридоре возможно, только если заранее предусмотрены дополнительные точки подключения.

Особенности реализации: помещение не требует дополнительного запаса по высоте.

Фальшпол если и будет использоваться, то только для прокладки коммуникаций.

Контейнер изолируется по внешнему периметру коридора, в шкафах необходимы изоляция переднего фронта и заглушка-цоколь, а также изоляция всех крыш шкафов. Для торцевых шкафов коридора нужна изоляция боковых сторон шкафа и цоколя по внешнему периметру.

Для кого: вариант подходит для небольших и средних серверных помещений с высокой нагрузкой (до 10 кВт на стойку).



▲ Рис. 3. Шкаф с изолированным контуром охлаждения

Частным случаем систем контейнеризации являются шкафы с закрытым контуром охлаждения

При такой схеме кондиционеры устанавливаются рядом со шкафами или внутри них, образуя единые закрытые горячие и холодные зоны. Воздухообмен полностью замкнут внутри шкафа (или небольшой группы шкафов) (рис. 3).

Достоинства: высокопроизводительное решение.

Используется с нагруженными стойками либо в помещении, не предназначенном для размещения ИТ-оборудования. В этом случае контейнер выполняет функцию защитной оболочки для серверов и инженерных систем (микроЦОД). Может использоваться в помещениях с низким потолком, поскольку не нуждается ни в фальшполе, ни в верхнем пленуме.

Недостатки: решение не предназначено для массового размещения шкафов ввиду его высокой стоимости; возможность масштабирования ограничена.

Для обеспечения резервирования для каждого комплекта требуется отдельный кондиционер. Усложнение системы пожаротушения: каждый закрытый шкаф (ряд) превращается в отдельный отсек, нуждающийся в своем наборе датчиков мониторинга и локальной системе для пожаротушения.

Особенности реализации: помещение не требует дополнительного запаса по высоте.

Фальшпол если и будет использоваться, то только для прокладки коммуникаций.

Конструктив шкафа предусматривает полностью закрытый контур, в том числе с возможностью защиты по IP.

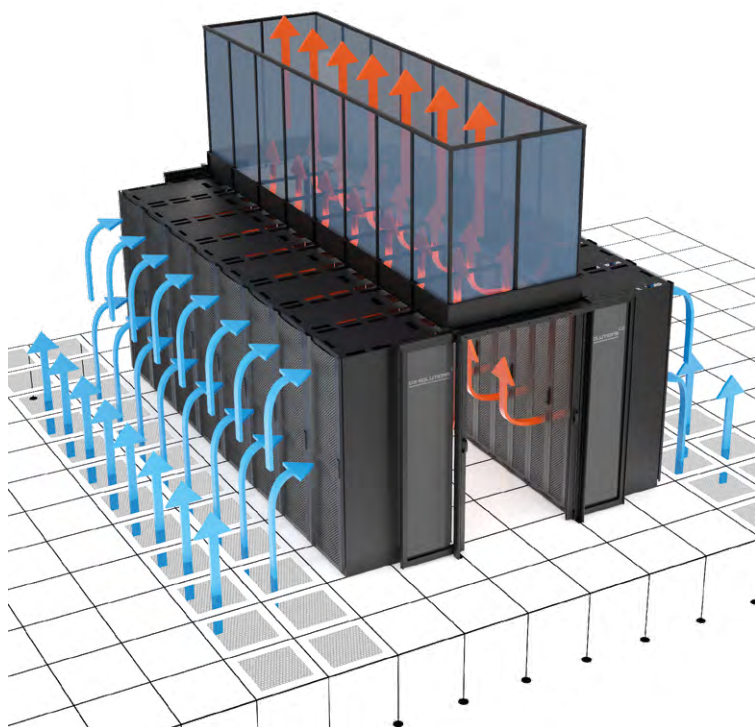
Для кого: подходит для размещения высоконагруженных вычислительных комплексов (до 20 кВт на стойку).

Еще больше энергоэффективности

Перечисленные выше варианты являются самыми распространенными при создании машинных залов в зданиях, которые изначально не были для этого предназначены. Их использование накладывает определенные ограничения на масштабирование решения: это либо

цена, либо производительность на стойку. Впрочем, многие крупные ЦОДы с раздачей холодного потока через фальшпол продолжают наполняться 5-киловаттными стойками, компенсируя редко встречающиеся высоконагруженные шкафы освобождением от оборудования соседних стоек.

Новые дата-центры — энергоэффективные и высоконагруженные — требуют других решений для систем холодоснабжения. Для увеличения периода работы кондиционеров в режиме фрикулинга стандарты ASHRAE рекомендуют повышать температуру воздушного потока до 25–27 °C на входе в серверное оборудование. Эти рекомендации приводят к увеличению скорости воздушного потока и росту сечений воздуховодов. Под эти требования должны быть модернизированы и системы контейнеризации воздуха. Появляется необходимость управлять не только подачей холодного потока, но и удалением горячего воздуха. Все это обуславливает особенности подходов к строительству помещений для машзалов в ЦОД. В первую очередь это относится к высоте потолков.



▲ Рис. 4. Изоляция горячего коридора. Подача холодного воздуха в общий объем машзала, удаление горячего потока с помощью вытяжного короба

Горячий коридор. Подача холодного потока в общий объем машзала, удаление горячего потока с помощью вытяжного короба

В данном случае шкафы установлены рядами тыльной частью друг к другу. Холодный поток может поступать через фальшпол (как показано на рис. 4) либо выдуваться кондиционерами прямо в общий объем зала. Горячий воздух выбрасывается через вытяжной короб в пленум (пространство за фальшпотолком) и поступает обратно в кондиционеры. Чем выше вытяжной короб, тем лучше проявляется эффект «печной тяги», когда нагретый воздух поднимается вверх, тем самым снижая нагрузку на вентиляторы систем холодоснабжения и серверного оборудования.

Достоинства: обеспечивается плотное расположение шкафов в помещении, при этом возможно построение системы холодоснабжения как на базе обычных шкафных кондиционеров, так и с использованием систем типа Kyoto Cooling, достигая тем самым требуемой энергоэффективности. Легко масштабируется в рамках не только одного, но и нескольких коридоров. Комфортное нахождение персонала в помещении.

Недостатки: к помещению выдвигаются специальные требования, реализация которых зачастую возможна только на стадии строительства здания.

Особенности реализации: требуется помещение с высоким потолком и возможностью создания выделенного пленума под удаление горячего воздуха.

Контейнер изолируется по внешнему периметру коридора, в шкафах необходима изоляция переднего фронта и воздушная заслонка, а также изоляция всех крыш. Для торцевых шкафов коридора нужна изоляция боковых сторон шкафа и цоколя по внешнему периметру. Для вытяжного короба требуется изолированное прилегание к верхнему пленуму.

Для кого: вариант подходит для средних и крупных машзалов с высокой нагрузкой (до 10 кВт на стойку).



▲ Рис. 5. Серверный шкаф с вертикальным вытяжным коробом в задней части крыши



▲ Рис. 6. Модуль вытяжки нагретого воздуха, монтируемый вместо задней двери шкафа

Изоляция горячего коридора. Подача холодного потока в общий объем машзала, удаление горячего воздуха с помощью вытяжного короба, установленного на шкаф

Частный случай предыдущего варианта. Шкафы могут быть установлены в произвольном порядке, но для лучшего использования площади помещения обычно ставятся рядами. Расположение рядов необязательно зеркальное. Шкаф оснащается вертикальным вытяжным коробом в задней части крыши (рис. 5).

Передняя дверь шкафа перфорированная, задняя — глухая. Холодный поток может поступать через фальшпол либо выдуваться кондиционерами прямо в общий объем зала. Горячий воздух выбрасывается через вытяжной короб шкафа в пленум и поступает обратно в кондиционеры. Чем выше вытяжной короб, тем лучше проявляется эффект «печной тяги», когда нагретый воздух сам поднимается вверх, тем самым снижая нагрузку на вентиляторы системы холодоснабжения и серверного оборудования.

Развитием данного варианта является модуль вытяжки нагретого воздуха, монтируемый вместо задней двери шкафа. Такая система оборудуется управляемыми вентиляторами и датчиками температуры (рис. 6).

Достоинства: обеспечивается произвольное расположение шкафов в помещении.

Легко масштабируется в рамках как одного, так и нескольких коридоров.

Комфортное нахождение персонала в помещении.

Недостатки: требуются специализированные серверные шкафы.

Серверное помещение должно быть достаточно высоким для организации верхнего пленума.

Особенности реализации: требуются серверные шкафы достаточной глубины для устройства горячей зоны в задней части шкафа и с возможностью установки воздухопроводов. Помещение должно предусматривать пленум для возврата горячего воздуха в кондиционеры.

Для кого: подойдет для средних и крупных машзалов с высокой нагрузкой (до 10 кВт на стойку).

Холодный коридор. Подача холодного потока в закрытый коридор, удаление горячего воздуха в общий объем машзала

Шкафы установлены рядами фронтальной стороной друг к другу. Холодный поток поступает через вертикальный короб. Горячий воздух выбрасывается в общий объем зала и поступает обратно в кондиционеры. Используется в случае установки холодильных машин над машзалом для минимизации пути воздушного потока.

Достоинства: обеспечивается плотное расположение шкафов в помещении. Удобно при подаче холодного потока сверху. Легко масштабируется в рамках как одного, так и нескольких коридоров.

Недостатки: к помещению выдвигаются специальные требования, реализация которых зачастую возможна только на стадии строительства. Некомфортное нахождение персонала в помещении.

Особенности реализации: требуется помещение с высоким потолком и возможностью создания выделенного пленума под холодный поток. Контейнер изолируется по внутреннему периметру коридора, в шкафах необходима изоляция переднего фронта и воздушная заслонка. Для вертикального короба требуется изолированное прилегание к верхнему пленуму.

Для кого: данный вариант подходит для средних и крупных машзалов с высокой нагрузкой (до 10 кВт на стойку).

Продолжение следует... ■

Если вы хотите оставить комментарии к статье, воспользуйтесь данным QR-кодом.

