

Применение прямого freecooling (freshcooling) на базе прецизионного кондиционирования STULZ

Технология freecooling в последнее время все чаще вызывает интерес, т. к. применение данной схемы позволяет значительно повысить энергоэффективность ЦОД. Технический директор компании «СМАРТЛЮФТ» Руслан Астафьев рассказывает об особенностях применения прямого freecooling (freshcooling) на базе прецизионного кондиционирования STULZ, а также делится опытом реализации совместных с HTS проектов.

Почему freecooling (freshcooling) – это важно

Одним из важнейших показателей работы ЦОД является PUE – отношение суммарно потребляемой энергии к энергии, потраченной на IT-оборудование. Чем меньше его значение, тем выше энергоэффективность ЦОД, поэтому все стремятся снизить

этот показатель, и сейчас в мире уже действует ряд объектов, где значение PUE достигает 1,1–1,2.

Существует два основных вида фрикулинга: косвенный и прямой. Косвенный не предполагает прямого контакта холодной среды со средой охлаждаемого воздуха – это, например, чиллер с фрикулингом или приточно-вытяжная установка с промежуточным рекуператором воздуха. Мы же

поговорим о прямом фрикулинге – иногда его еще называют фрешкулинг, потому что охлаждение происходит за счет холодного воздуха с улицы, который подается непосредственно в помещение дата-центра. Именно фрешкулинг позволяет достичь таких значений PUE, о которых говорилось выше.

Само применение фрешкулинга стало возможным с развитием технологий IT-оборудования – расширились допуски, предъявляемые к нему согласно стандарту ASHRAE, и стало возможным подавать воздух непосредственно в помещение ЦОД.

Упираемся в габариты

Почему интересна тема реализации системы охлаждения на базе прецизионного кондиционера с применением фрешкулинга?

Одно из очевидных преимуществ – габариты, особенно если речь идет о небольших серверных или дата-центрах, где основная площадь занята серверными стойками. У системы с прецизионным кондиционером компактный размер и очень маленькая сервисная зона: она расположена всего с одной (фронтальной) стороны и занимает порядка 1200 мм. Что касается систем центрального кондиционирования на базе

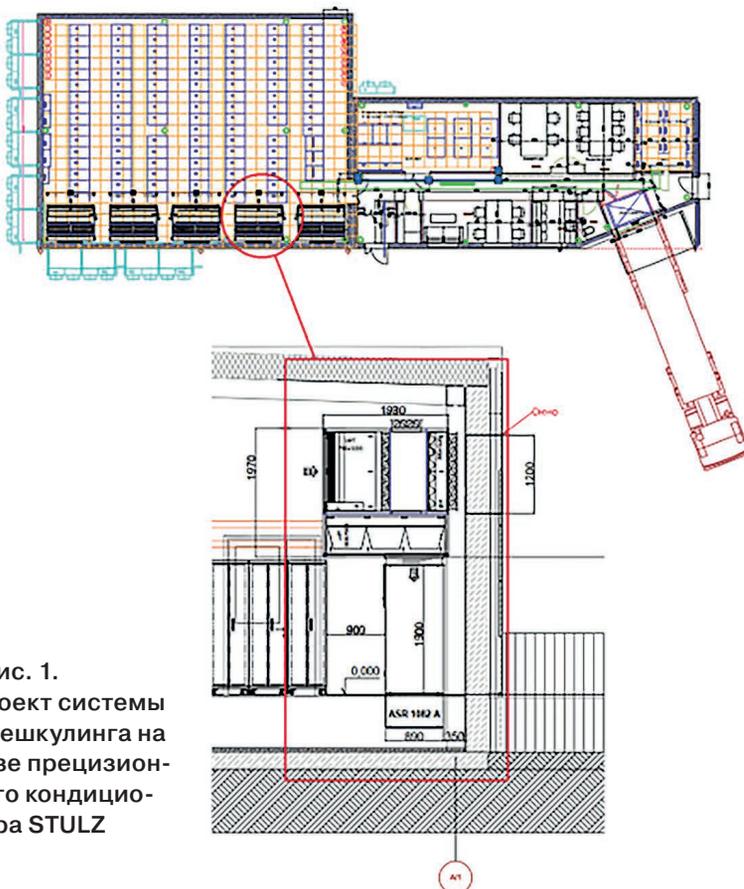


Рис. 1. Проект системы фрешкулинга на базе прецизионного кондиционера STULZ

приточно-вытяжных установок, то они весьма габаритны и требуют наличия специальных площадок и конструкций для монтажа. Кроме того, приточная система нуждается в большой сервисной зоне, равной 1,3 от ширины установки, – при проектировании это приходится учитывать.

Системы фрешкулинга на базе прецизионного кондиционера STULZ примечательны еще и тем, что скорость на испарителе всегда менее 2,9 м/с, а испаритель стоит под наклоном по отношению к движению воздуха. Это позволяет избежать срыва капель – следовательно, не нужен каплеотделитель. Все это конструктивно реализовано в прецизионном кондиционере.

Обратим внимание также на то, за счет чего достигается прецизионность поддержания параметров у кондиционеров STULZ. К примеру, рассмотрим технические данные прецизионного кондиционера CyberAir 3 ASR 1082 A. Температура кипения в заданном режиме – 16,3 °С, а температура выхода из кондиционера в холодный коридор – всего 18 °С. Т. е. дельта между охлаждающей поверхностью и подачей составляет менее 2 °С. Это говорит о том, что у испарителя очень большая теплообменная поверхность – за счет этого и достигается прецизионность параметров охлаждения. При расчете подобных систем на базе приточно-вытяжных установок используется температура кипения, как правило, в диапазоне 5–10 °С, т. е. поверхность испарителя в решениях с применением приточно-вытяжных кондиционеров будет всегда меньше по сравнению с решением на базе прецизионного кондиционера STULZ.

В систему фрешкулинга на базе прецизионного кондиционера входят: сам прецизионный кондиционер, вентгруппа и камера

смешения с фильтрами и группой клапанов.

Для наглядности рассмотрим в качестве примера один из текущих проектов. У заказчика имеется ЦОД всего на 430 кВт с заданной температурой горячего коридора 31 °С и холодного коридора 18 °С.

На рис. 1 видно, насколько компактной получилась система. При разработке такой системы на базе центрального кондиционирования пришлось бы выносить вентустановки за контур ЦОД: их длина составит почти 5 м, высота – столько же. Кроме того, потребовалась бы большая сервисная зона, а также дополнительный фундамент, так как пришлось бы поднимать установку как минимум на высоту снежного покрова. При этом эффективность охлаждения и точность поддержания температуры у обоих вариантов одинаковы.

Как уже говорилось, применение таких решений стало

возможным благодаря расширению диапазона поддержания температуры в холодном коридоре. Сейчас, согласно стандарту 2008 ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment, допускается забор воздуха серверами при температуре от 18 до 27 °С, при этом влажность нормируется не выше 60 %. Поэтому можно использовать систему фрешкулинга до 20 °С без дополнительного охлаждения.

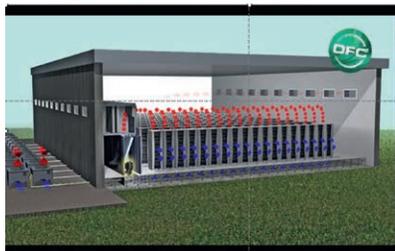
Как работает система фрешкулинга на базе прецизионного оборудования?

Есть несколько режимов в зависимости от температуры воздуха (рис. 2–4). К примеру, в горячем коридоре нужно поддерживать температуру не более 25 °С, а в холодном – 17 °С.

Если температура уличного воздуха выше 25 °С, то система

≥ 25 °С:

Рециркуляция воздуха и компрессорное охлаждение



19 °С – 24 °С:

100 %-ый обмен воздуха и компрессорное охлаждение

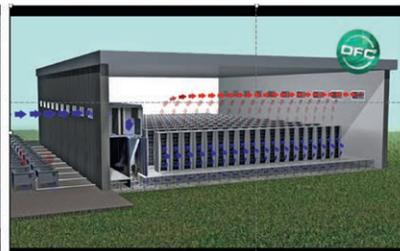
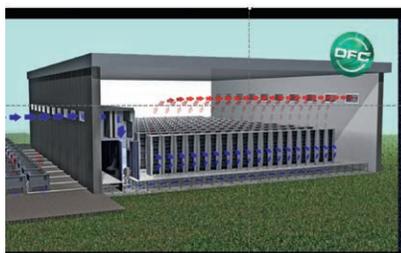


Рис. 2. Возможные режимы работы системы фрешкулинга на базе прецизионного оборудования при температуре наружного воздуха ≥ 25 °С и в диапазоне 19–24 °С

18 °С:

100 %-ый обмен воздуха



0 °С – 17 °С:

Смешанный режим с частичным обменом воздуха

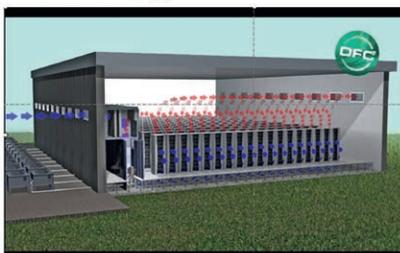


Рис. 3. Возможные режимы работы системы фрешкулинга на базе прецизионного оборудования при температуре наружного воздуха 18 °С и в диапазоне 0–17 °С

Смешанный режим с частичным обменом воздуха и подогревом фильтров рециркуляционным воздухом

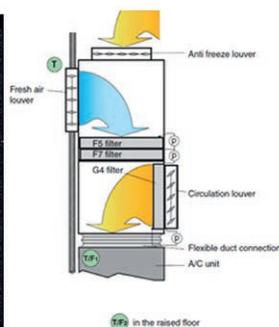
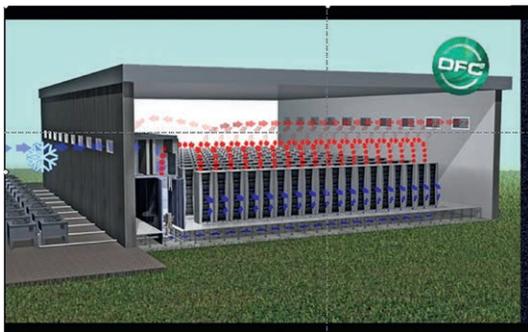


Рис. 4. Режим работы системы фрешкулинга на базе прецизионного оборудования при температуре наружного воздуха $\leq -1^\circ\text{C}$

работает в режиме полной рециркуляции и охлаждения осуществляется контуром DX, когда холодильная машина работает на 100 %.

В диапазоне $19-24^\circ\text{C}$ происходит 100 %-ный воздухообмен. Воздух забирается с улицы и нагнетается в ЦОД. Доохлаждение осуществляется контуром DX. Таким образом, происходит вытеснение тепла из ЦОД либо через переточные решетки с клапанами, либо через вытяжные вентиляторы, которые ставятся, чтобы снизить выбросные отверстия.

При температуре от 0 до 17°C происходит подмес воздуха в камере смешения – точка смеси в камере держится на уровне подачи в холодный коридор. Таким образом, доля выбрасываемого воздуха уменьшается, т. к. и количество воздуха, забираемого с улицы, тоже снижается.

При температуре ниже -1°C наступает вероятность обмерзания первого фильтра при смешении. Чтобы ее исключить, предусмотрена установка дополнительного (третьего) клапана, который называется клапаном оттайки фильтра.

При -1°C клапан открывается – это первая ступень подмеса горячего воздуха к холодному. Таким образом, на фильтр уже поступает более теплый воздух, и далее, чтобы снизить аэродинамическое сопротивление, дальнейшее смешение воздуха происходит после двух кассет фильтра.

Поддержание относительной влажности

Дело в том, что параметр относительной влажности напрямую зависит от температуры, поэтому очень важно, где именно хочет нормировать влажность заказчик: в горячем либо холодном коридоре. Рекомендованный уровень влажности должен находиться в пределах $30-60\%$, а допустимый – $20-80\%$.

На наш взгляд, нужно ориентироваться на допустимый диапазон и поддерживать влажность на выходе из горячего коридора по минимальному значению. Таким образом, мы всегда будем поддерживать требуемую влажность на входе в холодный коридор.

Так как мы работаем с большим количеством свежего воздуха, а зимой он сухой, его приходится увлажнять. Существует несколько типов увлажнителей для этой задачи (рис. 5): пароувлажнители и увлажнители испарительного типа (адиабатические).

Пароувлажнители характеризуются высоким уровнем энергопотребления, поэтому для ЦОД становятся все более популярны увлажнители второго типа. Они потребляют мало электроэнергии, потому что вода в них испаряется за счет теплого воздуха и при этом воздух дополнительно охлаждается. В совместных проектах

«СМАРТЛЮФТ» и HTS все чаще применяются именно увлажнители испарительного типа.

Так как многое упирается в габариты, заказчик часто просит разработать специальную циркуляционную камеру с функцией поддержания влажности. Поэтому мы разработали конструктив, который позволяет решить эти задачи, и интегрировали увлажнитель испарительного типа непосредственно в саму камеру смешения.

Что собой представляет камера смешения? Это фильтр-бокс, в котором установлена группа клапанов и несколько ступеней фильтров. В базовом исполнении камера оснащается негорючими теплоизоляционными панелями с плотностью тепловаты 100 кг/м^3 . Профили алюминиевые, а стенки сделаны из оцинкованной стали, по желанию заказчика они могут быть окрашены. Возможно применение клапанов с электроподогревом (для холодных регионов), установка различных комбинаций фильтров, а главное – камера может быть любой, но геометрически правильной формы.

Если заказчик не хочет устанавливать увлажнитель в камеру, его можно установить непосредственно под фальшпол – система так или иначе получится замкнутой. Как вариант – установить в горячем коридоре отдельно стоящий увлажнитель с собственным вентилятором, который будет обеспечивать поддержание в горячем коридоре заданного уровня влажности.

Пандемия COVID-19 показала, что заказчики начали задумываться не только о поддержании влажности, но и о борьбе с вирусами. Поэтому появился ряд запросов по модернизации уже существующих проектов – они доукомплектовывались, например, фильтрами HEPA или УФ-лампой. ●