

Адиабатическое охлаждение для центров обработки данных

Дмитрий Смелов, директор по развитию — автоматика для вентиляции и кондиционирования, Представительство CAREL в России

Центры обработки данных (ЦОД) требуют постоянного охлаждения воздуха для компенсации тепловых нагрузок и поддержания температуры в помещениях серверных в пределах рекомендуемых рабочих диапазонов. Энергопотребление климатического оборудования при использовании традиционных методов охлаждения на базе чиллеров, прецизионных кондиционеров или приточно-вытяжных установок достигает 33–40% суммарной мощности, потребляемой ЦОДом.

Эффективность ЦОДов, как правило, оценивают по коэффициенту PUE (Power Usage Effectiveness), который рассчитывается как отношение общего энергопотребления ЦОДа к энергопотреблению собственно серверов и телекоммуникационного оборудования.

В недавнем прошлом коэффициент PUE большинства ЦОДов был равен 2.0, т. е. только 50% всей потребляемой энергии использовалось оборудованием ИТ, т. е. по назначению. Обновленная версия рекомендаций для проектировщиков ASHRAE Technical Committee 9.9 «Указания по проектированию телекоммуникационного оборудования с учетом воздействия на окружающую среду» уточняет требования к энергоэффективности, устанавливая, в частности, рекомендуемый PUE на уровне не выше 1.5.

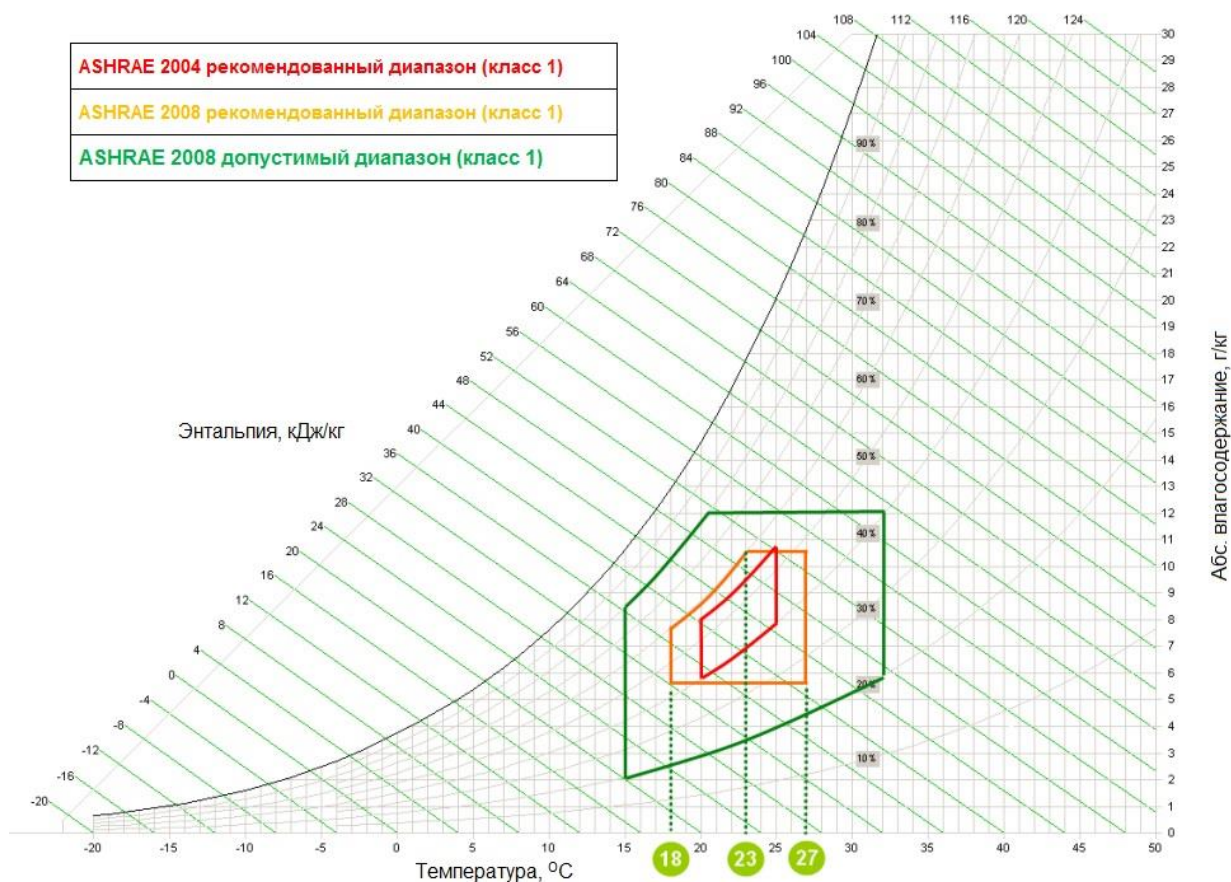


Диаграмма показывает, как изменились рекомендации ASHRAE, предоставляя проектировщикам дополнительные возможности для применения новых решений.

Граница, обозначенная красным цветом, соответствует рекомендациям ASHRAE 2004 года.

Оранжевая зона определяет диапазоны климатических параметров, в пределах которых производители ИТ-оборудования тестируют свою продукцию для обеспечения требуемой надежности при эксплуатации.

Зеленая зона определена ASHRAE как допустимый диапазон климатических параметров, при которых ИТ-оборудование может продолжать функционирование, однако надежность его работы при этом может снизиться, вследствие чего такие условия эксплуатации допускаются не более нескольких дней в году.

За счет расширения границ, рекомендованных ASHRAE, проектировщики получают возможность применения альтернативных решений по кондиционированию воздуха, обеспечивающих снижение энергопотребления ЦОДа.

Одним из таких решений являются системы кондиционирования, способные работать в режимах «фрикулинга». При этом следует различать системы, использующие теплообменники с промежуточным теплоносителем, и системы, в которых холодный воздух в межсезонье подается непосредственно в помещение. Последние обеспечивают подачу необходимого объема наружного воздуха в ЦОД при условии, что параметры наружного воздуха приемлемы. Наружный воздух распределяется по помещениям ЦОДа и нагревается за счет теплообмена с ИТ-оборудованием. Далее, вместо механического охлаждения и рециркулирования воздуха, он просто выбрасывается из здания наружу. В отличие от «воздушного» фрикулинга, «водяные» системы используют наружный воздух для охлаждения жидкости, циркулирующей внутри теплообменника. Далее охлажденный теплоноситель поступает в другой теплообменник, где взаимодействует с воздухом в помещении, охлаждая его.

По причине использования промежуточного теплообменника в «водяных» системах «воздушный» фрикулинг отличается заметной энергоэффективностью.

Оба варианта все же требуют определенных энергозатрат, т. к. используют компоненты, потребляющие энергию, такие как вентиляторы, однако в любом случае эти затраты ниже, чем при использовании механического охлаждения. Также необходимо учитывать, что оба метода требуют дополнительного механического охлаждения воздуха в тех случаях, когда параметры наружного воздуха не являются приемлемыми для использования фрикулинга.

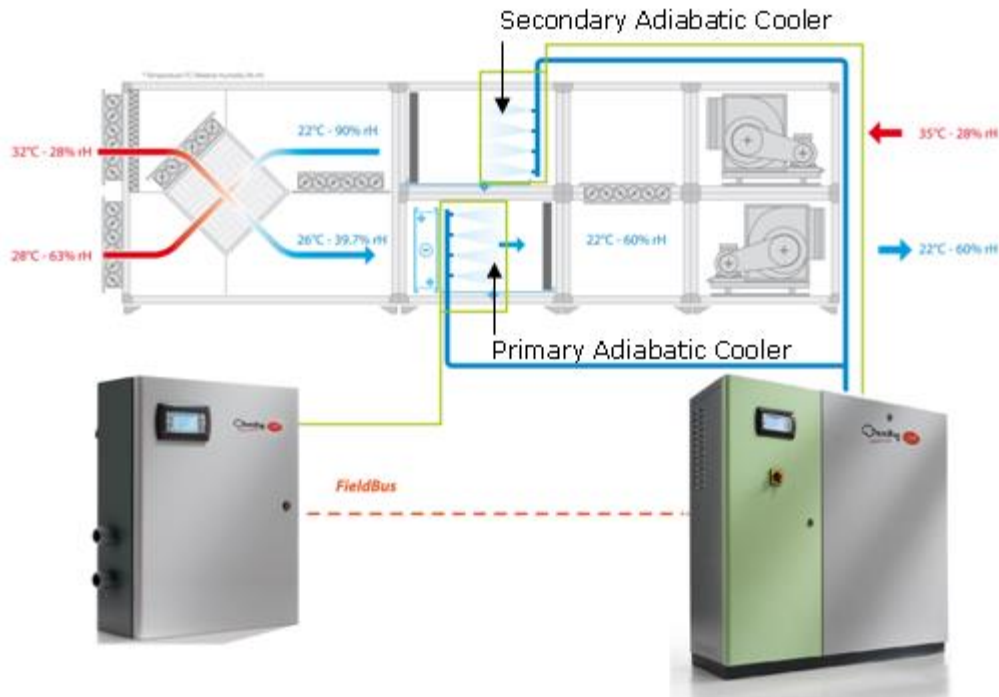
Повышение эффективности системы кондиционирования при использовании адиабатического охлаждения

Установки, использующие «воздушный» фрикулинг, имеют дополнительное преимущество — оказывается возможным использовать адиабатическое охлаждение для увеличения продолжительности использования режима фрикулинга, сокращения потребности в механическом охлаждении, снижении мощности и габаритов установки. Адиабатическое охлаждение происходит за счет испарения воды, например, с помощью распылительной системы высокого давления, с соответствующим понижением температуры воздуха.

Энергия, требуемая для перевода воды из жидкого состояния в газообразное, отбирается непосредственно от воздуха, тем самым охлаждая его.

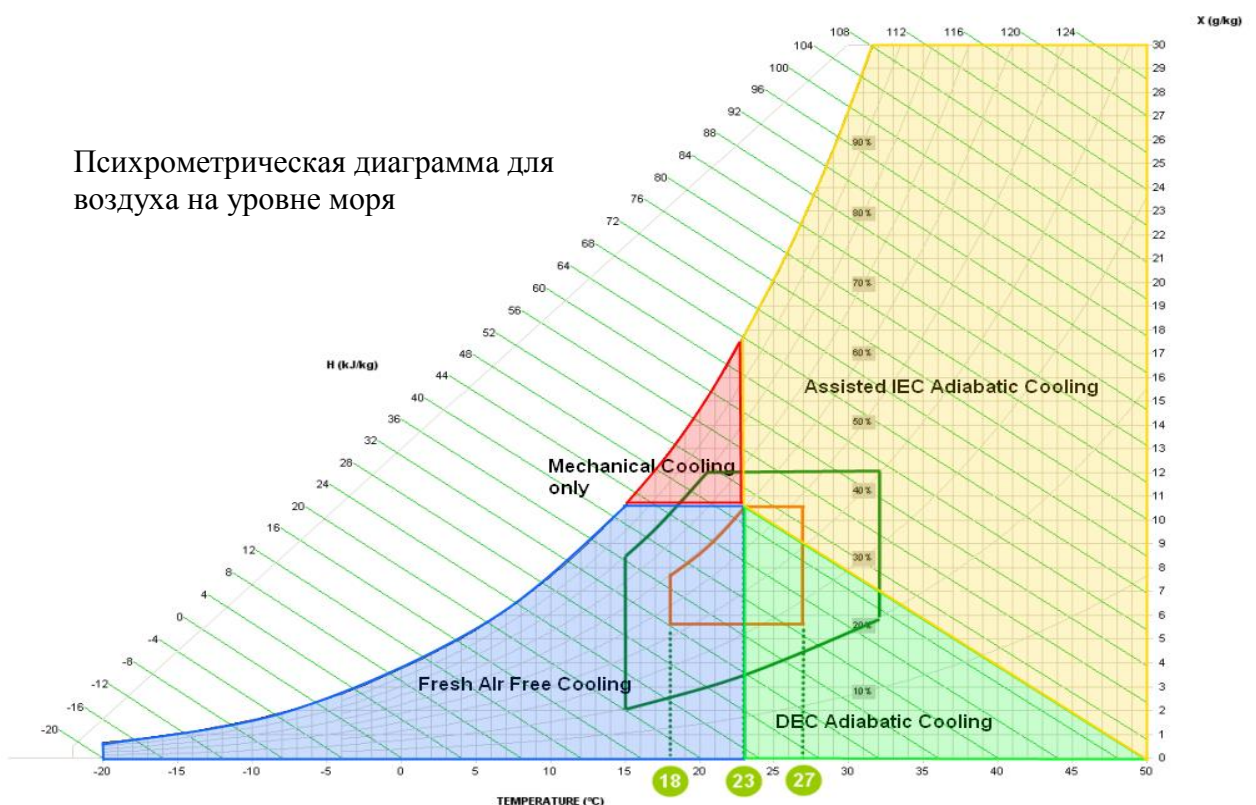
Каждый литр испаренной воды обеспечивает 680 Вт холода при том, что на распыление воды затрачивается порядка 5 Вт электроэнергии.

В сухие и жаркие дни адиабатическая система охлаждает и увлажняет приточный воздух, увеличивая тем самым продолжительность работы установки в режиме «воздушного» фрикулинга. При этом система автоматизации контролирует параметры температуры и влажности, не допуская выхода влажности за пределы, определенные рекомендациями ASHRAE.



Дополнительная экономия может быть получена за счет установки второго адиабатического охладителя и пластинчатого рекуператора. Установленный в вытяжной секции, адиабатический охладитель способен существенно снизить температуру вытяжного воздуха, который, в свою очередь, охлаждает приточный воздух, проходящий через рекуператор. Поскольку данный адиабатический охладитель устанавливается в вытяжной секции, для него отпадает необходимость в ограничении уровня влажности. Таким образом, системы вентиляции, использующие «воздушный» фрикулинг и адиабатическое охлаждение, способны радикально сократить использование механического охлаждения, особенно в регионах с теплым климатом.

Психрометрическая диаграмма для воздуха на уровне моря



Зеленая область отражает дополнительные преимущества при использовании прямого испарительного охлаждения DEC (Direct Evaporative Cooling), а желтая область показывает возможности косвенного адиабатического охлаждения IEC (Indirect Evaporative Cooling). Условия, при которых возможно применение только механического охлаждения, сократились и представлены областью, закрашенной красным цветом. В среднем, по сравнению с традиционными системами, использующими механическое охлаждение, оказывается возможным снизить потребление энергии при использовании DEC на 80–95% и на 30–93% при использовании IEC (приведены сравнительные данные для распылительной системы высокого давления и для системы с механическим охлаждением).

Адиабатическое охлаждение VS механическое охлаждение	Значение	Единицы измерения
Производительность адиабатического увлажнителя	460	л/час
Холодопроизводительность в режиме адиабатического охлаждения (DEC)	318.24	кВт
Энергопотребление адиабатического увлажнителя/охладителя	1.15	кВт
Энергопотребление системы водоподготовки	1.1	кВт
Полное энергопотребление системы адиабатического увлажнения/охлаждения	2.25	кВт
Холодопроизводительность механического охладителя	318.24	кВт
Энергопотребление механического охладителя (COP = 2.8)	113.65	кВт
Энергосбережение	98.02%	

Конечно, мы должны принять во внимание воду как используемый ресурс, имеющий определенную ценность. Но также мы не должны забывать про стоимость электроэнергии и про эффект от воздействия энергетики на окружающую среду.

Известно, что при производстве 1 кВт/час электроэнергии выделяется ориентировочно 500 г диоксида углерода CO₂ (источник — Wikipedia и Carbonfootprint), при этом одному литру воды соответствует 0.5 г CO₂ (источник — Carbonfootprint).

Принимая средний COP для механического охлаждения равным 3.0, получаем **167 г CO₂** на кВт/час. Выше было указано, что мы получаем 680 Вт холодильной мощности на литр воды. Следовательно, 1 кВт холодильной мощности соответствует 1.5 литра воды, в свою очередь соответствующим 0.75 г диоксида углерода CO₂. Охладитель DEC с COP, равным 156, потребляет менее 7 Вт электроэнергии для производства 1 кВт холодильной мощности, генерируя 3.5 г CO₂ за счет прямого энергопотребления, что дает суммарно всего **4.25 г CO₂** на кВт/час.

Итог — снижение выбросов диоксида углерода более чем на 97%.

Конкретные значения будут отличаться в зависимости от различных факторов, таких как конструкция установки, место расположения, используемые компоненты, COP и т. д.; однако в любом случае адиабатическое охлаждение обеспечивает существенно меньшее негативное влияние на окружающую среду по сравнению с системами, использующими

механическое охлаждение. Дальнейшее снижение выбросов двуокиси углерода может быть получено за счет сбора и использования дождевой воды.

Системы адиабатического охлаждения имеют еще одно дополнительное преимущество. В зимнее время года, за счет смешивания холодного наружного воздуха с теплым вытяжным воздухом, уровень влажности (RH) может опуститься ниже границ, рекомендованных для ЦДОов. ASHRAE определяет минимальный рекомендованный уровень RH для снижения риска накопления статического электричества, который существенно повышается при значениях влажности ниже 35% RH.

В такой ситуации система адиабатического охлаждения может быть использована как увлажнитель для увеличения уровня RH до приемлемых значений без необходимости применения паровых увлажнителей, отличающихся высоким энергопотреблением, — 750 Вт на литр испаренной воды — по сравнению с 5–10 Вт, характерных для распылительных систем высокого давления. Паровые увлажнители существенно повышают суммарное энергопотребление ЦОДа и могут быть использованы только в тех случаях, когда адиабатические системы по тем или иным причинам невозможно применить.

Современные адиабатические системы оснащаются автоматикой, обеспечивающей управление режимами промывки, очистки и слива воды, гарантирующими соответствие самым жестким требованиям по гигиене без использования агрессивных химических средств обеззараживания. Системы высокого давления могут использоваться в различных областях, таких как больницы, чистые помещения и, разумеется, ЦОДы.

Системы адиабатического охлаждения совместно с вентиляционными установками в режиме «воздушного» фрикулинга обеспечивают надежное и стабильное поддержание климатических параметров при минимально возможных энергопотреблении, капитальных и эксплуатационных затратах. Такие системы обеспечивают минимальное влияние на окружающую среду, будучи при этом эффективными и малозатратными в обслуживании. Адиабатические системы способны обеспечить существенную экономию ресурсов по сравнению с механическим охлаждением, а особенно в регионах России с теплым и жарким климатом.