

Высокая эффективность низких скоростей

В нашей традиционной рубрике мы рассмотрим условный проект строительства нового, достаточно крупного центра обработки данных уровня TIER III, который к тому же планируется сертифицировать в соответствии с требованиями The Uptime Institute (для начала — только проект). ЦОД рассчитан на 450 шкафов со средней подводимой к каждому шкафу мощностью не менее 7 кВт, следовательно, система бесперебойного электропитания должна обеспечивать не менее 3,15 МВт.

Техническое задание на создание системы охлаждения с высокой энергоэффективностью для дата-центра

В нашем примере мы рассмотрим условный проект создания относительно крупного дата-центра. Объекты с похожими характеристиками уже работают на территории РФ, поэтому мы можем говорить о решении востребованной практической задачи, а не только о теоретических выкладках.

Электротехническое оборудование, в том числе ИБП, будет устанавливаться в отдельных технологических помещениях, и теплопритоки от них (равно как и от систем освещения, а также теплопритоки через стены) при проектировании системы охлаждения для ИТ-оборудования мы учитывать не будем.

Помещение для ЦОДа возьмем новое. Сооружаться оно будет с нуля на земельном участке размером 200 x 100 метров — земли должно хватить с лихвой, даже в случае дальнейшего роста мощностей. Участок правильной прямоугольной формы, расположенный на расстоянии 25 км от МКАД в северо-западном направлении. Его широкие стороны ориентированы на северо-запад и юго-восток. В радиусе 3 км нет автомагистралей, железных дорог и других источников техногенного загрязнения воздуха. Однако на участке в настоящий момент отсутствует необходимая электрическая мощность, но есть подтвержденная техническая возможность подведения до 12 МВт от двух независимых подстанций напряжением 35 кВ. Обе расположены достаточно далеко от участка: одна в 7 километрах, до другой 5,5 км. Вместе с тем для ЦОДа будет реализована система гарантированного электроснабжения на классических дизель-генераторных установках (динамические ИБП использоваться не будут). Для обеспечения бесперебойного охлаждения серверных залов допустимо, если потребуется,

использование аккумуляторов холода или подключение части оборудования охлаждения к отдельным источникам бесперебойного питания.

Поскольку стоит задача сделать дата-центр максимально энергоэффективным, но здание еще не построено, то архитектурно-планировочные решения будут разрабатываться на основе рекомендаций компоновки, предложенных проектировщиком системы охлаждения (как наиболее энергоемкой инженерной подсистемы). Разработчику проекта необходимо предложить решение для системы охлаждения серверных залов ЦОДа, обеспечивающее максимальную энергетическую эффективность и одновременно требующее минимальной мощности электроснабжения. Максимально допустимый среднегодовой PUE должен быть не более 1,37.

Допустимо также использование системы охлаждения на основе системы прямого охлаждения уличным воздухом (fresh air cooling). Но только в том случае, если разработчик системы охлаждения серверных залов предложит вариант решения, который обеспечит сокращение первоначальных затрат на нее не менее чем на 15% и уменьшение эксплуатационных расходов на 20% в год или больше (по сравнению с системой охлаждения, имеющей PUE 1,37).

При использовании упомянутой системы фрикулинга допустимо кратковременное (в совокупности не более 400 часов в год) увеличение температуры на входе в серверные стойки до 40 °С. Но требования для обеспечения эксплуатационной доступности уровня TIER III обязательно должны соблюдаться, хотя в этом случае сертификат The Uptime Institute не будет необходимым условием.

Уточним также, что выбор оптимального варианта будет производиться заказчиком на основе сравнения стоимости создания и эксплуатации предлагаемых решений по бесперебойному охлаждению в течение 10 лет эксплуатации дата-центра.



Давид ГЮЛНАЗАРЯН,
менеджер компании
Alfa Laval по развитию
продаж оборудования
для охлаждения центров
обработки данных
[david.gulnazaryan@alfalaval.com]

Три варианта для разных условий

Для решения поставленной задачи стоит рассмотреть три варианта, отражающих различные подходы: возьмем системы с прямым свободным охлаждением, круглогодичным косвенным фрикулингом и классическую схему с чиллером. Оставим для них лишь одну общую ключевую особенность: все системы будут использовать концепцию низкоскоростного воздушного потока (Low Speed Ventilation). Работа системы осуществляется по принципу доступности холодного воздуха, управление происходит при помощи технологии Smart Measure Tube. Такой подход позволяет во всех вариантах добиться отсутствия таких негативных факторов, как избыточное давление, проявление эффекта Вентури и появление локальных зон перегрева. Коэффициент PUE будет гарантированно низким, что наглядно представлено в **таблице**. Отметим, что повышение скорости потока позволит значительно увеличить мощность системы охлаждения, однако приведет ко всем перечисленным выше проблемам, которых нам так удачно удалось избежать.

Общие вопросы

Для решения поставленной задачи возьмем десять самых мощных воздухоохладителей в номенклатуре Alfa Laval — Arctigo LSV 4104–5 мощностью 315 кВт каждый. Параметры поступающей воды и внутреннего воздуха примем за 15–23 °С и 24–36,5 °С соответственно. Расчеты показывают, что в этом

случае необходимый объем прокачиваемого через помещение воздуха составит 777,5 тыс. м³/ч.

Исходя из предлагаемой компоновки решения фальшпол использоваться не будет, а значит, воздух подается в единый объем холодного зала с двух сторон по девяти коридорам, соответственно, сечение каждого должно быть 8 м² (учитывая, что в системах типа LSV скорость потока составляет 1,5 м/с, и принимая во внимание количество воздухоохладителей). Для холодного сечения необходимо расстояние 2 метра между рядами стоек и 0,9 метра над ними, а для горячего — 1 метр между рядами стоек и 1,2 метра над холодным пленумом (**рис. 1**).

Важной особенностью внешних блоков системы — сухих охладителей (драйкулеров) — является то, что установить их можно на крыше объекта. Если воспользоваться этой опцией, то размеры здания необходимого для размещения нашего дата-центра составят всего 52 x 27 x 4 м (Д x Ш x В), а значит, обеспечив все нужные параметры для системы охлаждения, мы займем 7% от площади предоставляемого участка! Что касается затрат электроэнергии, то они потребуются лишь на обеспечение работы вентиляторов десяти охладителей Arctigo LSV 4104–5 при потребляемой мощности одного вентилятора 270 Вт, что суммарно составит 27 кВт — менее 1% от ИТ-нагрузки. Теперь перейдем непосредственно к деталям решения. Что же позволит добиться максимальной эффективности?

PUE 1,1

Такого показателя можно достичь, применяя систему фрикулинга на базе драйкулера Alfa V в сочетании с дополнительным чиллерным охлаждением в замкнутом контуре воздуха (четвертая колонка таблицы). Принципиальная

схема решения приведена на **рис. 2**. На примере классической схемы (столбец № 5) можно увидеть значительное снижение энергозатрат благодаря концепции Low Speed Ventilation. Это решение круглый год дает гарантированную температуру воздуха в зале 24 °С и позволяет использовать фрикулинг, если «за бортом» 8 °С и ниже. Из дополнительных вложений — затраты на чиллеры и блочный пункт для холодоснабжения Maxi Cooling. Также вырастут расходы на эксплуатацию и обслуживание. Но, учитывая сокращение затрат на 50%, по сравнению даже с высокоэффективными CRAC-системами это вполне оправданный шаг.

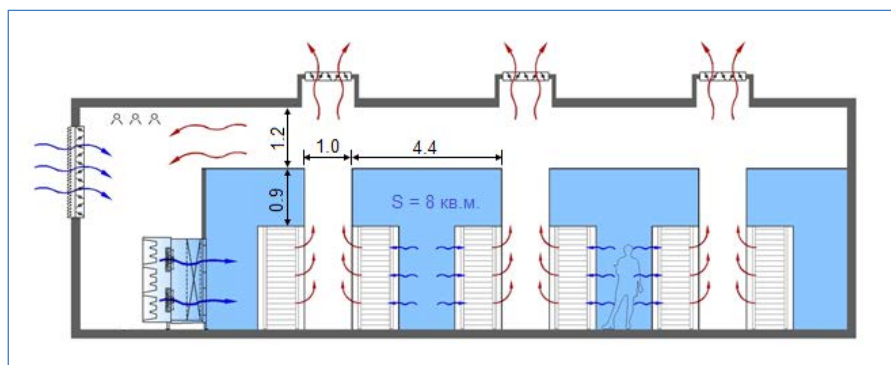
PUE 1,075

Подобного уровня эффективности можно достичь с помощью системы фрикулинга на базе адиабатического охладителя Abatigo в замкнутом контуре воздуха (**рис. 3**).

Такие решения способны гарантированно подавать воду температурой 25 °С при температуре окружающего воздуха от 25 °С до 40 °С в течение 260 часов в году. При этом одиннадцать более мощных охладителей Arctigo LSV 4106–4 будут работать с воздухом в диапазоне 24–28 °С при замкнутом контуре.

Для исследуемого нами случая можно рассмотреть характеристики работы климатической системы более подробно: на **рисунке 4** показаны параметры для одиннадцати модулей Abatigo охлаждающей мощностью 286,5 кВт каждый, что в сумме дает требуемые 3,15 МВт. При этом будет 12 независимых пар Arctigo + Abatigo, что позволит уйти от резервирования трубопроводов.

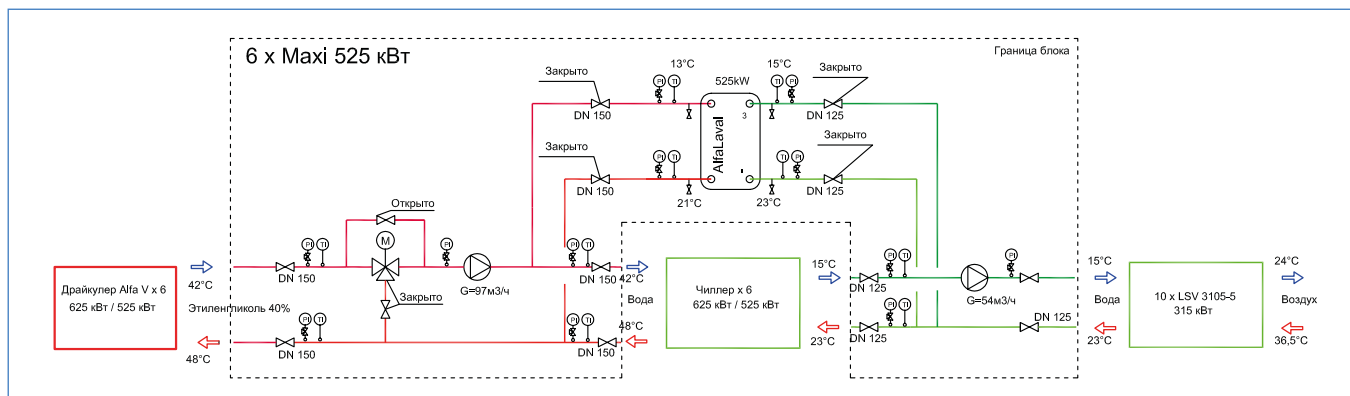
Потребление воды составит 1444 м³ в год, причем допустимая концентрация солей составит 350 промилле, т.е. даже не требуется химической водоподготовки или обратного осмоса.



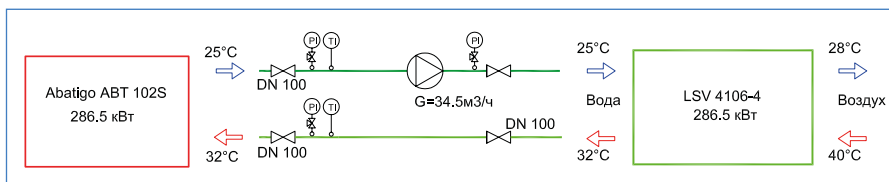
▲ Рис. 1. Схема охлаждения без фальшпола с прямым фрикулингом

▼ Таблица. Сравнительные характеристики различных вариантов организации системы охлаждения для заданного дата-центра

	Low Speed Ventilation с драйкулером и прямым фрикулингом	Low Speed Ventilation с адиабатическим охладителем	Low Speed Ventilation с драйкулером и чиллером	Классическое решение (CRAC)
Закрытый контур циркуляции воздуха	Только при работе драйкулера — 4550 часов	Всегда	Всегда	Всегда
Режим фрикулинга	Драйкулер при температуре ниже 8 °С — 4550 часов, прямой свыше 8 °С — 4230 часов	В сухом режиме <24 °С — 8500 часов, в адиабатическом >24 °С — 260 часов	Драйкулер при температуре ниже 8 °С — 4550 часов, чиллер свыше 8 °С — 4230 часов	Драйкулер при температуре ниже 4 °С — 3865 часов, чиллер свыше 4 °С — 4895 часов
Температура в холодном коридоре	24 °С — 8500 часов, от 24 °С до 32 °С — 248 часов, от 32 °С до 40 °С — 12 часов	24 °С — 7595 часов, от 24,1 °С до 27,9 °С — 905 часов, 28 °С — 260 часов	24 °С — 8760 часов	24 °С — 8760 часов
Номинальная мощность системы, кВт	143,7	493	906,9	1049,2
Энергопотребление, МВт·ч:	590	848	1475	3992
Arctigo LSV	236	260	236	1270 (CRAC)
Alfa V	235		504	1100
Abatigo		444		
Чиллер			315	1102
Насосы	119	144	420	520
ИБП, потери в сетях, освещение и другое	1214	1214	1214	1214
ИТ-нагрузка	27 594	27 594	27 594	27 594
PUE	1,065	1,075	1,097	1,19
Потребление неподготовленной воды в год, куб. м		1444		
Стоимость электроэнергии, тыс. руб./год	2065	2972 + 36 (вода)	5162	13 972
Удельная стоимость оборудования, евро/кВт	628	697	760	778
Полная стоимость оборудования (тыс. евро)				
Arctigo LSV	1384	1134	1020	1094 (CRAC)
Система контроля SMT	18	18	18	
Alfa V (6+1)	331		331	331
Abatigo (11+1)		1008		
Чиллер (6+1)			715	715
Maxi Cooling (6+1)	36	36	310	310
Жалюзи для управления подачи наружного воздуха	210			
Всего	2065	2196	2394	2450



▲ Рис. 2. Принципиальная схема работы на базе драйкулера и чиллера



▲ Рис. 3. Принципиальная схема работы системы фрикулинга на базе адиабатического охладителя Alfa Laval Abatigo ABT 102S

Помимо этого, Abatigo малозомен, надежен, прост в эксплуатации. Благодаря замкнутому контуру циркуляции потоков здесь не нужны фильтры наружного воздуха, а гарантированная температура в холодном коридоре не превысит 28 °С. Это отличная альтернатива для городов с загрязненной атмосферой, обеспечивающая лучшее соотношение PUE и инвестиций.

PUE 1,065

Наконец, рассмотрим самое энергоэффективное решение в нашем обзоре — фрикулинг, организованный при помощи драйкулера Alfa V и прямой подачи наружного воздуха. Данное решение позволяет с помощью драйкулера подавать воду температурой 15–23 °С при замкнутом контуре возду-

ха в серверном помещении. Если температура на улице будет выше 8 °С, мы начинаем подмешивать наружный воздух для достижения нужных показателей, при этом количество часов работы дата-центра при температуре подаваемого для серверов воздуха выше 24 °С составит всего 260 часов в год.

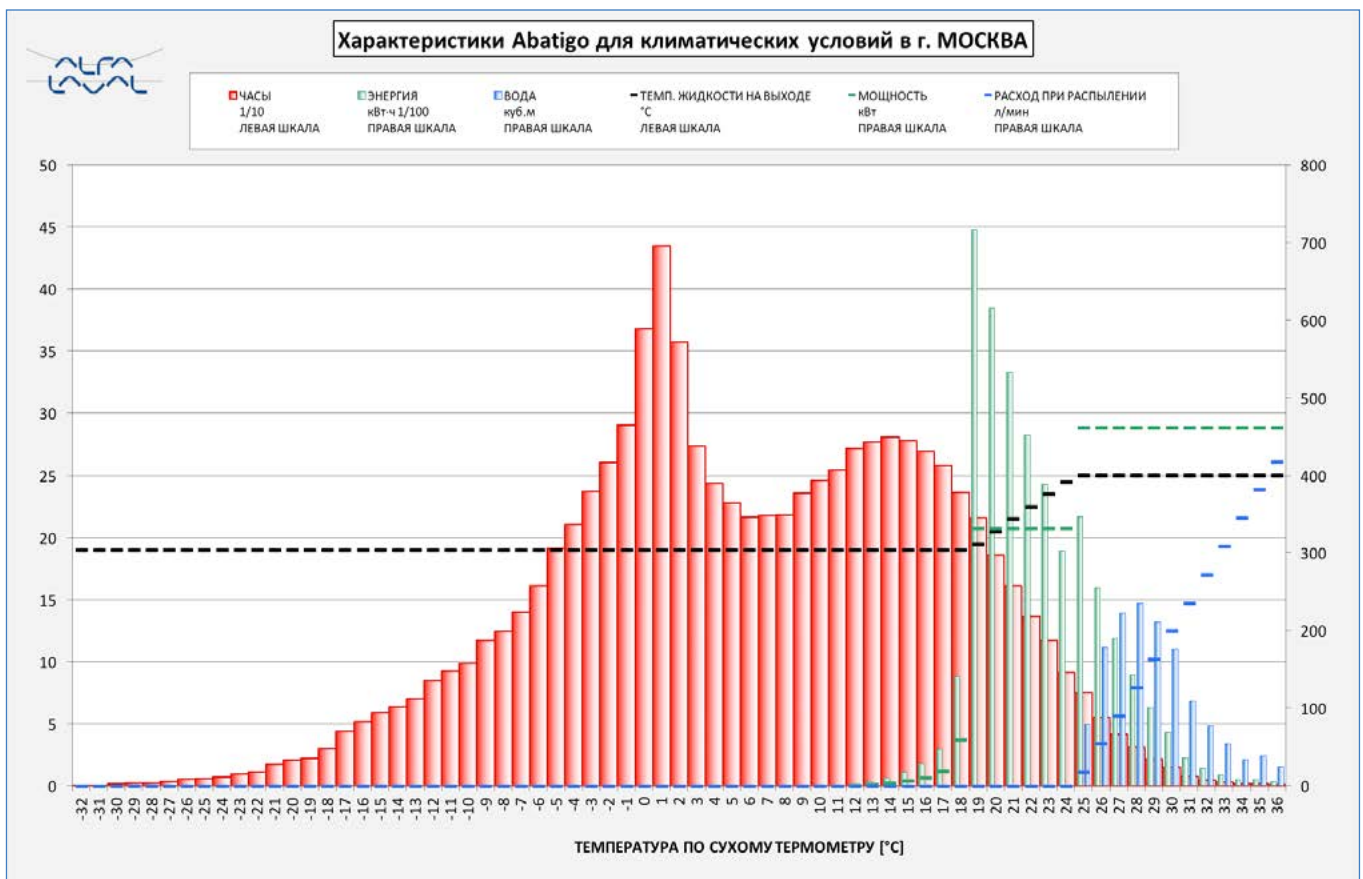
Помимо затрат на воздухоохладители Arctigo LSV и драйкулер Alfa V с ЕС-вентиляторами необходимо будет приобрести раму с фильтрами для Arctigo LSV и жалюзи управления подачей и выпуском наружного воздуха. Установочная мощность системы будет равна 143,7 кВт. Для тех дата-центров, где недопустима температура в зале выше 24 °С, такое решение можно дополнить чиллером, который будет с помощью Arctigo-LSV доохлаждать

наружный воздух при температуре от 25 °С до 40 °С. Это заметно отразится на цене, но незаметно — на PUE, которое в таком случае составит 1,08.

Дополнительные возможности с LSV

Габариты помещения, в котором мы решили разместить дата-центр, позволяют добавить еще три модуля Arctigo LSV 4104–5, что даст возможность: увеличить температуру воды с 15–23 °С до 21–29 °С; расширить время работы фрикулинга; сократить периоды использования чиллера или подачи наружного воздуха либо позволит увеличить ИТ-нагрузку. Концепция LSV обеспечивает стабильный климат в серверном зале, исключает появление избыточного давления и локальных зон перегрева, гарантирует прекрасный PUE. ■

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



▲ Рис. 4. Характеристики работы адиабатических охладителей Abatigo (11 модулей по 286,5 кВт) в условиях Москвы