

Когда становится жарко... оборудованию

А. Г. Барсков

Рост “энерговооруженности” современных информационных и телекоммуникационных комплексов, сопровождающийся миниатюризацией электронных компонентов и повышением плотности их монтажа, выдвигает кондиционирование едва ли не на первое место в ряду задач, решаемых сегодня ИТ-менеджерами и связистами.

Специфика российского рынка заключается в том, что для поддержания температурно-влажностного режима в аппаратных комнатах с вычислительным, телекоммуникационным и другим высокотехнологичным оборудованием долгое время пытались использовать (и продолжают делать это до сих пор) относительно дешевые комфортные (бытовые) кондиционеры. Это те самые устройства, рекламой которых постоянно завален мой ящик электронной почты и которых так сторонятся люди с хроническими ЛОР-заболеваниями. Комфортные кондиционеры разработаны для жилых домов и офисов, и существует ряд серьезных причин, по которым их применение в hi-tech-комплексах, мягко говоря, нежелательно.

Комфортные системы не могут обеспечить необходимую точность температурного режима, а если и поддерживают его, то только рядом с блоком кондиционера. Они также не способны поддерживать заданную влажность — лишь выполняют осушение в небольших пределах. А как известно, низкая влажность в помещении ведет к накоплению статического электричества, разряд которого может вывести из строя электронные элементы. В свою очередь, при высокой влажности образуется конденсат — причина короткого замыкания проводников на платах и выхода из строя аппаратуры. Даже если короткого замыкания не произойдет, образующаяся в условиях высокой влажности коррозия резко снижает срок службы оборудования.

Для сложных технологических объектов предназначены специальные прецизионные (промышленные) кондиционеры. Основное их преимущество перед комфортными заключается в способности точно поддерживать температурно-влажностные параметры (типичная точность поддержания температуры — ± 1 °С, влажности — $\pm 5\%$) и обеспечивать высокую степень однородности теплового поля внутри помещения.

Полную версию данной статьи смотрите в 7-ом номере [журнала](#) за 2005 год.

Плюсы “прецизионников”

Главный инженер департамента автоматизации инженерных систем интеграторской компании “Крок” Петр Вашкевич называет несколько ключевых отличий прецизионных

кондиционеров от комфортных.

Во-первых, в прецизионных кондиционерах применяются значительно более производительные и высоконапорные вентиляторы, обрабатывающие в три раза больший объем воздуха на единицу мощности, нежели вентиляторы комфортных систем. Как следствие, прецизионные кондиционеры обеспечивают значительно более интенсивный теплообмен, что позволяет снизить градиент температур в помещении. Более того, прецизионные кондиционеры способны прокачивать охлажденный воздух через не слишком протяженные воздуховоды и через пространство фальшпола, обеспечивая наиболее выгодное распределение тепловых потоков.

Во-вторых, прецизионные кондиционеры, опять-таки в отличие от комфортных, могут оснащаться специализированными высокоточными системами увлажнения/осушения воздуха.

И наконец, в-третьих, для управления прецизионными кондиционерами применяются значительно более точные и сложные алгоритмы, нежели те, что реализованы в комфортных кондиционерах.

Прецизионные системы предназначены для круглогодичной эксплуатации в режиме 24 * 7 в течение 10 и более лет при температурах наружного воздуха в пределах ± 40 °С (и даже больших), что хорошо соотносится со сроком службы и режимом работы ИТ- и телекоммуникационных комплексов. Комфортные же системы рассчитаны на эксплуатацию в течение примерно 10 часов в сутки и только в теплый период года (большинство из них физически не способны работать при температуре наружного воздуха ниже -5 °С). По оценкам г-на Вашкевича, при круглосуточной эксплуатации такие кондиционеры вырабатывают свой ресурс за два года, после чего их нужно заменять.

Прецизионные системы активно реагируют на критические ситуации, что очень важно для hi-tech-приложений. Если такую систему оборудовать датчиками дыма, огня или протечки воды, то после наступления соответствующих неблагоприятных событий кондиционеры не только отправят тревожные предупреждения, но и в необходимых пределах изменят свой режим работы. После отмены режима тревоги кондиционеры способны самостоятельно восстановить прежний режим работы. При отключении и последующем восстановлении электропитания (например, вследствие аварии электросети) прецизионные кондиционеры самостоятельно, без вмешательства персонала восстановят заданный режим работы. Комфортные кондиционеры в этих условиях придется перезапускать вручную.

Система из нескольких прецизионных кондиционеров может быть легко сконфигурирована для работы по схемам резервирования 2N, N + 1, N + M. При этом

автоматически обеспечивается равномерная выработка ресурса кондиционеров за счет периодического чередования активных и резервного (резервных) кондиционеров. При аварийном повышении температуры в помещении или при неисправности любого из активных кондиционеров незамедлительно включается резервный.

Переход неизбежен?

Таким образом, по мнению большинства специалистов, обеспечение оптимальных климатических параметров в ИТ- и телекоммуникационных помещениях должно осуществляться только с помощью автономных прецизионных кондиционеров с регулированием температурного и влажностного режимов, а комфортные кондиционеры можно использовать лишь как временную меру. “Во благо” оборудования все больше компаний начинают устанавливать именно прецизионные кондиционеры.

“Основная тенденция российского рынка заключается в постепенном осознании важности надежного обеспечения необходимых климатических параметров для помещений серверных, вычислительных залов и т. п., — говорит Петр Вашкевич. — Соответственно происходит постепенный отказ от систем на базе комфортных кондиционеров в пользу серьезных прецизионных технологических систем”. Компания “Крок” в качестве типового решения предлагает системы технологического кондиционирования, построенные на базе прецизионных кондиционеров фирмы Liebert-Hiross серий Himod S, Himod M, Himod L и HPS. По мнению Петра Вашкевича, прецизионные кондиционеры Liebert-Hiross обладают всеми необходимыми функциями и отвечают самым строгим и крайне разнообразным требованиям потенциального заказчика. Эти кондиционеры разрабатывались специально для применения в метрологических и промышленных помещениях, стационарных телефонных системах, музеях, пунктах управления, компьютерных залах и в других технологических помещениях, что гарантирует их максимальную гибкость и надежность, а также высокую точность поддерживаемых температурно-влажностных характеристик.

Вместе с тем нельзя не отметить, что переход на специализированные системы происходит недостаточно быстро. “Для многих операторов связи определяющим фактором все еще является цена, а не надежность климатических систем, — отмечает Андрей Брук из компании “Юнайтед Элементс”. — Тем не менее очевидна тенденция перехода от традиционных систем, не отвечающих потребностям данного сегмента рынка, к специализированному оборудованию”. Отвечая на вопросы журнала “Сети и системы связи”, эксперты “Юнайтед Элементс” особо отметили кондиционеры датской фирмы Danterm. По их мнению, узкая специализация фирмы позволяет ей учитывать характерные особенности технологического оборудования в области телекоммуникаций и на высоком уровне реализовать в своих кондиционерах функции надежности, долговечности, точности регулирования микроклиматических параметров, энергетической эффективности, дистанционного управления и мониторинга,

повышенной живучести в аварийных ситуациях при переходе на резервные источники питания.

Во многом проблема применения “неадекватных” систем кондиционирования объясняется тем, что российские предприятия часто относятся к инженерным подсистемам, будь то кондиционеры, источники бесперебойного электропитания или иные средства, как к чему-то вторичному. “Многие заказчики не думают о том, что значительные инвестиции в ИТ должны сопровождаться не менее серьезным финансированием создания инженерных систем для обеспечения нормальных режимов функционирования ИТ-оборудования — просчеты в этом вопросе ведут к крупным потерям и необоснованным затратам”, — констатирует Дмитрий Стригин, начальник отдела механических инженерных систем компании Ecompro. Как показывает опыт работы этого системного интегратора, заказчики, оплачивая покупку дорогостоящего основного оборудования, стараются свести к минимуму затраты на обслуживающие его инженерные системы. Часто ограничиваются покупкой недорогих сплит-систем и кустарной их доработкой, чтобы они могли функционировать при минусовых температурах (до -15°C). Какое-то время сплит-системы, может, и будут решать поставленные задачи, но все же их иное целевое назначение (обслуживать людей, а не оборудование) быстро приведет к возникновению проблем.

20 кВт на стойку... Кто больше?

Переход на прецизионные системы вызван не только соответствием их характеристик решаемым задачам, но и тем, что комфортные кондиционеры просто не справляются с упомянутой в самом начале статьи ростом “энерговооруженности” ИТ- и телекоммуникационных комплексов. Сегодня прослеживается тенденция постоянного “уплотнения” центров обработки данных и консолидации оборудования, появляются новые устройства и все большая вычислительная мощность сосредотачивается в меньшем объеме. Для обеспечения нормальной работы таким комплексам оборудования требуется все больше электроэнергии, и соответственно оно выделяет все больше тепла.

По данным, приводимым техническим экспертом компании APC Михаилом Балкаровым, тепловыделение в центрах обработки данных в среднем сейчас составляет 3—4 кВт на стойку. И это еще относительно умеренная оценка: уже имеются инсталляции, где достигнуты угрожающие значения — до 20 кВт. Поэтому требуются специальные системы охлаждения и подачи холодного воздуха к оборудованию и отвода горячего — к кондиционеру. Ведь когда такие мощности сосредоточены в малом объеме, вопрос обеспечения непрерывности работы комплекса выходит на первый план.

Интерес вызывает пример компании APC — известного производителя источников бесперебойного питания (ИБП). Ее руководители стали задумываться об обсуждаемых проблемах как раз тогда, когда начали появляться первые идеи применения blade-

серверов. Она провела массу консультаций с производителями серверов, различными компаниями — потребителями ИТ-услуг с целью проанализировать, как те оценивают перспективы роста вычислительных мощностей. И в качестве решения проблем появилась система InfraStruXure с интегрированным охлаждением. “Мы адаптируем системы кондиционирования в стойечную среду, что позволяет распределять воздушные потоки, контролировать температуру и влажность не на уровне помещения, а на уровне стойки и даже устройства и гибко распределять ресурсы кондиционирования таким образом, чтобы вся система, даже самая сложная и мощная, работала максимально эффективно”, — объясняет Михаил Балкаров.

Для мощных ИТ-систем компания APC недавно представила решение интегрированного охлаждения NetworkAIR In-Row, входящее в архитектуру InfraStruXure. Установка кондиционера непосредственно в монтажную стойку приближает ее к тепловой нагрузке, а также, по утверждению представителей APC, повышает эффективность кондиционирования. В составе архитектуры InfraStruXure система NetworkAIR In-Row может обеспечить охлаждение до 8 кВт на стойку, а при использовании в сочетании с системой изоляции коридора горячего воздуха — до 20 кВт на стойку. NetworkAIR In-Row имеет мощность 40 кВт и может применяться в центрах обработки данных с числом стоек больше пяти.

Однако существуют и критики таких комплексных решений, как InfraStruXure, объединяющих сразу несколько инженерных подсистем. Вот мнение на этот счет Александра Лозы, генерального директора компании N-Power: “Считаю крайне неудачным решение совмещать ИБП с кондиционерами в единых стойках, да еще и с модульным наращиванием. Данные инженерные системы прекрасно устанавливаются в серверных помещениях в виде отдельных блоков. При этом гораздо проще (и более гибко) можно подобрать места их расположения в помещении, так же просто наращивается их мощность за счет использования параллельных систем ИБП и параллельных же систем кондиционирования”.

Сама компания N-Power предлагает в России кондиционеры Millenium (завод Emicon, Италия). Эксперты компании считают наиболее интересными для установки в центрах обработки данных и телекоммуникационных центрах модели прецизионных кондиционеров Millenium с нижним или верхним выдувом и внешними конденсаторными блоками. Основные особенности кондиционеров Millenium, по их мнению, — это компактность, средства синхронизации работы до восьми кондиционеров (для равномерного поочередного включения при необходимости), широкий выбор опциональных вентиляторов нужной мощности (с целью обеспечения нужного давления — например, при подаче воздуха под фальшполом), а также дополнительных воздушных фильтров для обеспечения нужного уровня содержания пыли в воздухе.

Рыночные тенденции

Выход на рынок прецизионных кондиционеров новых “игроков”, да еще таких крупных, как корпорация APC, безусловно, обостряет конкуренцию на нем и способствует снижению стоимости таких систем. На данную тенденцию указывает Анатолий Масанов, коммерческий директор группы компаний “Бизнес Пауэр”. Также он отмечает “рост надежности кондиционеров и количества вспомогательных функций, появляющихся за счет применения самых последних достижений современной науки”. “Все это играет на руку потребителю и позитивно отражается на российском ИТ-рынке”, — заключает г-н Масанов. Компания “Бизнес Пауэр” является официальным представителем известного производителя прецизионных кондиционеров фирмы Uniflair. Среди основных отличительных характеристик кондиционеров Uniflair эксперты “Бизнес Пауэр” выделяют их малые габаритные размеры (что очень важно, так как в ИТ-помещениях места постоянно не хватает), хорошую звукоизоляцию (шум не более 40—50 дБ) и наличие широкой гаммы моделей (до 600 возможных вариантов исполнения плюс немалый список опций по каждому варианту).

Большой потенциал рынка прецизионных кондиционеров отмечают, пожалуй, все специалисты, с которыми мы общались в ходе подготовки данной статьи. Вот, например, что говорит менеджер компании NeuHaus Ярослав Петров: “На рынке кондиционеров в целом можно отметить тенденции безусловного роста. Текущий этап развития российского рынка характеризуется все возрастающим спросом на прецизионную технику, что связано с развитием и повсеместным внедрением компьютерных, информационных и телекоммуникационных технологий — компьютерные сети, центры обработки данных, сети сотовой связи”. Для ИТ- и телекоммуникационных объектов, где установлено большое число дорогостоящего электронного оборудования, компания NeuHaus предлагает системы прецизионного кондиционирования Liebert-Hiross.

По нашим (экспертов журнала “Сети и системы связи”) оценкам, общий объем российского рынка прецизионных кондиционеров, используемых в высокотехнологичных областях (ИТ, телекоммуникации, медицина и т. п.), составляет порядка 20—30 млн долл. Причем примерно половину этого рынка удерживают три компании: Liebert-Hiross, Uniflair и RC Group. Также заметные позиции на данном рынке занимают компании Weiss Klimatechnik, Stulz, Danterm и ряд других.

Схемы воздухораспределения

Чтобы холодный воздух в “перенаселенных” аппаратных комнатах поступил именно туда, где он необходим более всего, важное значение имеют схемы воздухораспределения. Исторически первой появилась схема с верхней раздачей. Согласно этой схеме, воздух подается из верхней части кондиционера и раздается через воздухопроводы (плenumy), установленные в фальшпотолках. Динамические характеристики воздушного потока не позволяют холодному воздуху сразу попадать на нагретые элементы — он сначала опускается на уровень пола, а затем, когда скорость движения потока достаточно

снизится, поступает к оборудованию и охлаждает его. Но, еще до того как приступить к своей основной "работе", идущий из потолочных диффузоров воздух смешивается с теплым воздухом внутри помещения, а потому нагревается. Этот фактор снижает эффективность работы систем кондиционирования с верхней раздачей.

Частично ограничения, присущие схеме с верхней раздачей воздуха, снимаются в системах с нижней раздачей. Но в этом случае требуется фальшпол, который и служит своеобразным пленумом для доставки потоков охлаждающего воздуха. Они поступают непосредственно в каждую аппаратную стойку и снимают тепло с установленного в ней оборудования. При этом могут быть задействованы устанавливаемые в серверных стойках вентиляторы, которые протягивают воздух снизу вверх. В схеме с нижней раздачей забор воздуха в кондиционере расположен в его верхней части, т. е. там, где накапливается горячий воздух. Таким образом повышается эффективность работы кондиционеров.

Несколько лет назад в качестве экономичной альтернативы схемы с подачей воздуха через фальшпол была предложена новая схема воздухораспределения — с вытеснением (displacement). Ее суть заключается в том, что холодный воздух подается из нижней части кондиционера, распространяясь, вытесняет воздух, присутствующий в помещении, и создает по полу низкотемпературный слой. Источники тепла (оборудование в стойках), в свою очередь, приводят к формированию восходящих потоков, поднимающих нагретый воздух в соответствии с принципом естественной конвекции к потолку.

Практически все специалисты дружно рекомендуют использовать схему с нижней раздачей. По словам Петра Вашкевича из компании "Крок", эта схема позволяет обеспечить подачу необходимого количества холодного воздуха в нужное место и при этом допускает лишь минимальное перемешивание холодного и горячего воздуха (перемешивание воздуха приводит к существенному снижению эффективности работы кондиционеров). "Будучи правильно спроектированной, такая система очень эффективна", — резюмирует он. Верхнюю раздачу "Крок" практически не применяет ввиду ее сложности и низкой (относительно двух других вариантов) эффективности.

Свои аргументы в пользу схемы с нижней раздачей приводит и Анатолий Масанов: "При раздаче воздуха через фальшпол наиболее быстро происходит отвод тепла от его источников — коммутационных и серверных стоек — за счет точечной подачи охлажденного воздуха к каждому источнику тепла, а вероятность появления "стоячих зон" теплого воздуха в этом случае минимальна". Верхняя же подача воздуха, по мнению коммерческого директора группы компаний "Бизнес Пауэр", используется в случаях, когда компьютерная техника уже работает и нет возможности ее демонтировать для установки фальшполов или когда ограничена высота помещения. В таких случаях на кондиционеры с верхней раздачей воздуха монтируется фронтальный пленум для горизонтального обдува и используются высоконапорные вентиляторы.

Как считает Петр Вашкевич, схему с вытеснением обычно используют в тех случаях, когда по каким-либо причинам невозможно применить раздачу воздуха через фальшпол (например, мала его высота или в работающей серверной его уже нельзя установить). В целом эта система обеспечивает неплохие результаты, однако ее эффективность очень сильно зависит от геометрии помещения и плана расстановки оборудования, что накладывает определенные ограничения на ее использование.

Основными плюсами схемы с вытеснением Анатолий Масанов называет экономию места в помещении (кондиционеры устанавливаются прямо в коммутационных стойках) и высокую степень надежности системы благодаря большому количеству микрокондиционеров. Минусы — очень высокая стоимость такого решения и большое электропотребление по сравнению со сплит-системой.

Пожалуй, единственной компанией, которая делает ставку на схему с вытеснением, является итальянская RC Group. При этом эксперт ее московского представительства Александр Торопченков акцентирует внимание на деталях реализации этой схемы в разработанной RC Group системе кондиционирования Heat Hunter. По его мнению, для надлежащей работы воздухораспределительной системы, действующей по принципу вытеснения, требуется создание ламинарного низкоскоростного потока воздуха. Именно такой поток — аэродинамически однородный по всей поверхности большой воздухораспределительной решетки — и создают кондиционеры Heat Hunter благодаря специально сконструированным воздушным каналам и выравнивающим устройствам, установленным перед теплообменником и за ним (непосредственно перед воздухораспределительной решеткой).

Одной из основных проблем систем вытеснительной вентиляции является то, что они требуют значительного свободного пространства перед воздухораспределительной решеткой. Так, если низкоскоростной поток воздуха наталкивается на какое-либо препятствие — например, на расположенный в нескольких десятках сантиметров от него аппаратный шкаф, направление потока изменяется и нарушается однородность распределения воздуха в помещении. Разрешить указанные выше проблемы удалось с помощью сконструированной и запатентованной компанией RC Group системы Air-Rail, которая позволяет регулировать направления воздушного потока и направлять его в сторону от имеющихся препятствий. Система состоит из нескольких регулируемых воздушных каналов (эжекторов), расположенных в основании кондиционера. Благодаря этой системе, по утверждению специалистов RC Group, кондиционеры Heat Hunter могут быть настроены для работы практически в любых условиях.

При этом свою систему они рекомендуют прежде всего для помещений с разнородными тепловыми нагрузками. Поскольку движение потоков холодного воздуха активизируется теплотой, выделяемой оборудованием, то они распределяются оптимальным образом: наибольшее количество холодного воздуха пойдет в стойки с наибольшим

тепловыделением, в пустые же стойки холодный воздух попросту не попадет.

Специалисты RC Group прекрасно понимают, что в настоящее время наибольшее распространение получили схемы нижней раздачи, под фальшполом, и компания предлагает такие системы тоже. Однако, как полагает Александр Торопченков, решениям displacement уделяется незаслуженно мало внимания, что во многом связано с инертностью мышления проектировщиков систем кондиционирования. “Но с развитием рынка и ростом тепловых нагрузок такие решения будут использоваться все шире”, — заключает он