

Кондиционеры для сетей мобильной связи

А. Г. Барсков

В последние несколько лет все мы стали свидетелями стремительного развития сотовых сетей мобильной телефонной связи. Сотовый телефон, в недалеком прошлом престижный “хай-тек”, доступный только избранным, превратился в привычное устройство, без которого уже не мыслят своей жизни сотни миллионов потребителей. В России сотовая связь развивается в основном на базе технологии GSM, и в настоящее время сетями GSM охвачена практически вся территория страны (летом 2005 г. связь GSM появилась в последнем до этого не охваченном субъекте РФ — Корякском автономном округе). По прогнозам, к концу этого года сотовой связью будут пользоваться 70% населения страны.

В условиях “бума” сотовой связи неудивительно, что операторы мобильных сетей — это одни из основных потребителей прецизионных (промышленных) кондиционеров. Такие кондиционеры отличаются от более дешевых комфортных (бытовых) устройств своей способностью поддерживать температурно-влажностные параметры с высокой точностью (типичная точность поддержания температуры — ± 1 °C, влажности — $\pm 5\%$) и обеспечивать высокую степень однородности теплового поля внутри помещения. К другим их преимуществам относятся более высокая надежность, производительность, развитые средства управления (подробное сравнение прецизионных кондиционеров с бытовыми проведено в статье “Когда становится жарко... оборудованию” // Сети и системы связи. 2005. № 7. С. 34).

Полную версию данной статьи смотрите в 13-ом номере [журнала](#) за 2005 год.

Коммутаторы и базовые станции

Как известно, у операторов сотовой связи имеется два основных типа инфраструктурных подсистем: коммутаторы и базовые станции. Помещения центральных коммутаторов, которые характеризуются тепловыми нагрузками от 15—20 кВт и выше, — это капитальные хорошо охраняемые строения. Для соблюдения необходимого температурно-влажностного режима в таких помещениях обычно используют шкафные кондиционеры, работающие по различным принципам. Однако в целом это те же технические решения, которые применяют для обеспечения работы любого другого телекоммуникационного и ИТ-оборудования.

В этой статье разговор пойдет о кондиционерах, применяемых на базовых станциях сотовой связи, которые характеризуются тепловой нагрузкой 3—6 кВт. Это очень специфические объекты: чаще всего они размещаются в автономных контейнерах

(шелтерах), которые могут быть установлены, например, на крыше здания или “в чистом поле”. Ясно, что для таких объектов лучше всего использовать специальные кондиционеры без наружного блока: они должны полностью находиться внутри контейнера, а снаружи — только вентиляционные отверстия, закрытые прочными решетками. Если же используются кондиционеры наружной установки, то они должны иметь высокую степень вандализационности. Это очень важное требование: базовые станции разбросаны по огромной территории, и даже если сработает сигнализация, пока приедет милицейский наряд или вневедомственная охрана, наши “умельцы” откроют все, что только можно. Помимо этого, кондиционеры для базовых станций должны обладать повышенными средствами отказоустойчивости, поддерживать резервное питание постоянного тока и функции удаленного управления.

В случае аварии электропитания

На первом этапе своего развития, когда операторы мобильной связи только-только “входили в рынок”, по экономическим причинам они стремились использовать наиболее дешевые, комфортные кондиционеры. При этом в целях обеспечения необходимых показателей доступности системы связи в резерв ставился второй кондиционер и блоки согласования (чтобы устройства могли работать в параллель). Также дорабатывалась система низкотемпературного пуска (для работы при температурах до $-15... -20$ °С, до более низких температур комфортные кондиционеры “опускаются” редко). Все это, понятно, увеличивало стоимость системы. Но, как показал опыт эксплуатации, установка в параллель нескольких комфортных кондиционеров не обеспечивает необходимого уровня готовности.

В аварийной ситуации, когда пропадает электропитание на объекте, основное телекоммуникационное оборудование переходит на электропитание от постоянного тока (24 или 48 В), а работающие от 220 В комфортные кондиционеры — сколько бы их ни было! — перестают функционировать.

Поэтому очень важно, когда кондиционеры могут работать от двух источников питания: основного (штатного) — переменного тока 220 В, дополнительного (резервного) — постоянного тока 24/48 В. Подобная возможность реализована в прецизионных кондиционерах ведущих производителей. В штатной ситуации (электропитание от 220 В) реализуется компрессорный (рефрижераторный) режим, который базируется на стандартном цикле холодильной машины. В этом случае работают все элементы кондиционера — компрессор, испаритель, конденсатор, соответствующие вентиляторы. В случае аварии на сети электропитания компрессор отключается (это самый энергоемкий агрегат, и его нельзя переключать на аккумуляторную батарею — он ее моментально “посадит”), но часть элементов кондиционера — вентиляторы испарителя, система управления, привод заслонки естественного охлаждения — “остаются в строю” и получают питание от источника постоянного тока. Кондиционер продолжает

обеспечивать циркуляцию воздуха в помещении, предотвращая возникновение областей перегрева. При достижении предельного значения аварийной температуры в помещении может быть активизирован режим естественного охлаждения.

Существенная экономия

О режиме естественного (свободного) охлаждения, по-английски он называется free cooling, который также реализован в кондиционерах ведущих производителей, стоит сказать особо. Он очень эффективен, когда температура атмосферного воздуха оказывается существенно ниже температуры внутри контейнера. Заслонка естественного охлаждения позволяет регулировать долю подаваемого снаружи воздуха (от 0 до 100%), необходимую для обеспечения требуемой мощности охлаждения. В ряде систем, например в кондиционерах компании Liebert-Hiross, предусмотрено интеллектуальное управление запуском режима естественного охлаждения: он осуществляется не при фиксированной температуре, а в том случае, когда разность между внутренней и наружной температурой достигнет заданного значения. Специальный датчик замеряет температуру подаваемого воздуха, чтобы избежать попадания внутрь слишком холодных потоков, опасных для телекоммуникационного электронного оборудования. Если блок дополнительно оснащен датчиком влажности воздуха, положение заслонки может регулироваться таким образом, чтобы избежать понижения или повышения влажности в помещении.

При использовании режима естественного охлаждения надежность системы повышается за счет уменьшения числа запусков и остановок компрессора и снижения его рабочего времени, тем самым увеличивается ресурс работы кондиционера в целом. Конечно, такой режим охлаждения обеспечивает и существенную экономию электроэнергии. По данным Liebert-Hiross, на объекте с тепловой нагрузкой 20 кВт использование режима естественного охлаждения позволяет экономить порядка 19 тыс. кВт за год (расчет производился для климатических условий Лондона). Даже при российских, относительно низких, расценках на электроэнергию экономия вполне ощутима. А если учесть экономию для сотен или даже тысяч объектов, которые эксплуатирует крупный оператор связи!

Еще на одну особенность специализированных систем кондиционирования обращают внимание специалисты компании United Elements. При объединении двух кондиционеров в одно "виртуальное" устройство они работают, с некоторой периодичностью сменяя друг друга, что наряду с обеспечением бесперебойной работы фактически удваивает срок их службы. Однако периодичность переключения агрегатов — величина непостоянная. Дело в том, что подверженные износу узлы (компрессор, вентиляторы) каждого кондиционера работают неравномерно в течение года. В жаркую погоду наибольшая нагрузка падает на компрессор, в то время как при умеренных температурах атмосферного воздуха он отключается, и в режиме естественного охлаждения

нагруженными оказываются приточный и вытяжной вентиляторы. Часы наработки каждого из упомянутых агрегатов автоматически фиксируются, и их переключение осуществляется таким образом, чтобы максимально возможно выровнять наработку каждого критического узла. Таким способом достигается равномерность их износа, что, в свою очередь, продлевает срок их службы. Комфортные кондиционеры не обладают такими возможностями, и, работая в режиме резервирования, изнашиваются крайне неравномерно, что снижает показатели надежности работы в целом.

Важная характеристика систем кондиционирования, используемых для базовых станций, — развитые средства удаленного управления. Такие средства просто жизненно необходимы, ведь эти объекты разбросаны по обширной территории, зачастую в тех регионах, где испытывается острый дефицит квалифицированных кадров. Средства управления должны позволять дистанционно отслеживать микроклиматические параметры, формировать и получать сообщения тревоги (например, при превышении установленного порога температуры или возникновении неисправности). Также они должны обеспечивать централизованное изменение режимов работы и различных конфигурационных параметров.

Журнал “Сети и системы связи” попросил производителей и поставщиков систем кондиционирования прислать информацию о продукции, предназначенной для установки на базовых станциях сотовой связи. Ниже рассказывается о наиболее интересных, на наш взгляд, системах.

Liebert-Hiross

Наибольшее число ответов содержали данные о системах компании Liebert-Hiross. О них нам сообщили как партнеры этой компании (Neuhaus и “Эр-Строй”), так и само ее московское представительство. Компания Liebert-Hiross предлагает пять моделей прецизионных кондиционеров, специально разработанных для установки в автономных контейнерах. Условно эти кондиционеры можно разделить на три группы, различающиеся по вариантам установки.

К первой группе относятся моноблочные шкафные кондиционеры наружной установки. Это устройства серии Hiwall TT и Hiwall TD (6—20 кВт). Конструкция блоков Hiwall TD предусматривает подачу охлажденного воздуха в помещение через пространство под фальшполом. При отсутствии фальшпола в обслуживаемом помещении применяются блоки Hiwall TT с верхней раздачей воздуха.

Вторая группа исполнения — это моноблочные шкафные кондиционеры внутренней установки.

К ним относятся кондиционеры серий Hiline (3—15 кВт), Cabinet Cooler (3—5 кВт), Mini

Cooler (4,8 кВт). Устройства Hiline выпускаются в вариантах с нижним и верхним выдувом, а также с подачей воздуха по схеме displacement (вытеснение). При работе по этой схеме кондиционеры подают холодный воздух с малой скоростью на уровне пола и забирают нагретый из верхней части помещения. Подаваемый воздух образует холодный фронт, который, распространяясь, вытесняет воздух, присутствующий в помещении. Источники тепла, в свою очередь, создают восходящие потоки, поднимающие нагретый воздух в соответствии с принципом естественной конвекции к потолку, откуда он вновь забирается кондиционером. Таким образом, при распределении воздуха удается уменьшить перемешивание теплого воздуха, находящегося в помещении, и холодного воздуха, подаваемого кондиционером, и тем самым обеспечить образование однородных по температуре горизонтальных зон.

И наконец, третья группа — это промышленные сплит-системы HPS (6—15 кВт), принципиально новый модельный ряд для базовых станций, в котором тоже используется схема с вытеснением. Кондиционер практически не занимает места в контейнере (потолочное размещение), а в его конструкции использован ряд новаций, такие, как спиральный компрессор, вентиляторы с лопатками специальной формы, запатентованные клапаны для переключения в режим естественного охлаждения. Специальная программа, заложенная в блок, перед запуском осуществляет автоматическое тестирование всех основных компонентов системы, что существенно ускоряет ее ввод в эксплуатацию.

Кондиционеры Liebert-Hiross обладают всеми описанными в начале статьи функциями, включая работу от аварийных источников электропитания и в режиме естественного охлаждения. Они оснащены микропроцессорами Microface или Hiromatic, позволяющими осуществлять высокоточный мониторинг параметров, а также управлять такими функциями, как резервирование, ротация и каскадная работа. Используя дополнительную опцию Hirolink SMM, можно организовать передачу текстовых сообщений (в формате SMS) о состоянии системы и имеющихся сигналах тревоги непосредственно на дисплей мобильных телефонов GSM. Помимо автоматической рассылки SMS-сообщений, устройства обеспечивают и обратную связь: пользователь может в любое время отправить запрос со своего мобильного телефона и получить отчет о работе оборудования и параметрах микроклимата в помещении.

В представительстве Liebert-Hiross нам сообщили, что кондиционеры компании установлены на сетях ведущих операторов сотовой связи России (МТС, "Мегафон", "Вымпелком"), а также на сетях операторов в Украине (UMC, "КиевСтар"), Казахстане (K-Mobile, AITel) и Узбекистане (Daewoo-Unitel).

Danterm

Компания United Elements — поставщик широкого спектра промышленных

кондиционеров (в частности, итальянских фирм Uniflair и Tecnair) — в качестве производителя оборудования для базовых станций сотовой связи выделяет датскую компанию Dantherm. По мнению специалистов United Elements, узкая специализация этой компании позволяет ей учитывать характерные особенности технологического оборудования, применяемого в данной области, и обеспечивать в выпускаемых кондиционерах выполнение жестких требований в части надежности, точности регулирования микроклиматических параметров, обеспечения повышенной живучести в аварийных ситуациях, дистанционного управления и т. д. Фирма Dantherm является поставщиком комплексных систем микроклиматической поддержки для многих производителей телекоммуникационного оборудования (Ericsson, Nokia, Lucent Technologies, Motorola, Siemens, Samsung) и базовых станций контейнерного типа.

Модельный ряд поставляемого оборудования Dantherm представлен несколькими сериями. Устройства Escalade (5—14 кВт) — моноблочные кондиционеры для настенного монтажа с наружной стороны необитаемых объектов. Кондиционеры серии Danline (4—13,5 кВт) тоже выполнены в виде моноблоков, но устанавливаются внутри необитаемых кондиционируемых помещений. Escalade и Danline обеспечивают и механическое и естественное охлаждение. Компактные кондиционеры серии Classic (0,5-3,0 кВт) с механическим охлаждением монтируются на закрытых шкафах-стойках с электронным оборудованием.

Помимо стандартной комплектации, кондиционеры Escalade и Danline оснащаются целым рядом дополнительных устройств. Это могут быть выносной датчик температуры в критической точке контейнера (hot spot sensor), который позволяет контролировать температуру на поверхности наиболее ответственной печатной платы телекоммуникационного оборудования, контроллер влажности, необходимый для поддержания в заданных пределах влажности воздуха, а также программно-технические средства подключения к системе дымовой сигнализации. Возможна установка средств для блокировки текущего режима работы агрегата с использованием специальной кнопки или дверного контакта. В этом случае агрегат переводится в режим поддержания комфортных условий на время проведения контрольно-профилактических либо ремонтных работ.

Система удаленного мониторинга DanLink компании Dantherm предназначена для оперативного дистанционного управления оборудованием кондиционирования воздуха. В случае генерации сигнала пре-дупреждения, возникновения ошибки или аварийной ситуации на конкретном объекте соответствующий вызов автоматически поступает на центральный пульт управления. Диспетчер может попытаться исправить ситуацию в дистанционном режиме или изменить установки климатического агрегата, с тем чтобы поддержать температуру в приемлемом диапазоне до прибытия специалистов технической службы. Система DanLink сообщает также сведения о требуемых запчастях и срочности обслуживания. При необходимости она регулярно запрашивает параметры с целью обновления информации о текущем состоянии объекта или проверки соединения.

Система поддерживает связь через SMS-сообщения или по электронной почте.

RC-Group

Еще один известный производитель промышленных кондиционеров итальянская компания RC-Group, как и Liebert-Hiross, предлагает решения для трех вариантов установки. Моноблочные кондиционеры Minipac (4—19 кВт) и Enertel (4—15 кВт) предназначены для наружного и внутреннего монтажа соответственно. Устройства Enertel выпускаются в трех исполнениях: с раздачей воздуха сверху (например, через воздуховоды), снизу (через фальшпол) и через решетку в нижней части корпуса (через встроенную воздухораспределительную камеру). Еще одна серия Energy Split (3—15 кВт) — это прецизионные сплит-системы с горизонтально устанавливаемым внутренним блоком и наружным блоком с воздухоохлаждаемым конденсатором и осевым вентилятором.

Микропроцессорная система управления MP2000 позволяет кондиционерам RC-Group работать в трех режимах охлаждения:

- механическом (только компрессор);
- частично естественном (естественное охлаждение и компрессор);
- полностью естественном (только естественное охлаждение — free cooling).

Программа удаленного мониторинга, разработанная для оборудования RC-Group, позволяет управлять как отдельными кондиционерами, так и их группами. Возможна интеграция систем

RC-Group в существующие системы управления и мониторинга объектов. Взаимодействие контроллеров с программным обеспечением может осуществляться не только по фирменному протоколу RC-com, но и по стандартным протоколам, используемым в системах диспетчеризации интеллектуальных зданий (Modbus/Jbus) или в системах сетевого управления (SNMP). Отчеты, формируемые программой мониторинга, могут быть переданы по факсу или через сети сотовой связи (SMS-сообщения).

Uniflair

Из большого ассортимента систем кондиционирования итальянской компании Uniflair для рассматриваемых в статье приложений выделю две серии: WMA/WMF и XDA/XMF. В серии WMA/WMF представлены моноблочные кондиционеры для наружного настенного монтажа. Компания Uniflair выпускает модели WMA/WMF с холодопроизводительностью от 3,9 до 17,5 кВт. Конструкция агрегатов такова, что обеспечивает доступ инженеров ко

всем компонентам кондиционеров снаружи (в технологическое помещение, которое может быть оборудовано специальными средствами контроля доступа, для этого заходить не требуется). Наружные панели крепятся винтами, имеющими специальную головку, с целью предотвращения несанкционированного доступа внутрь агрегата.

Кондиционеры XDA/XMF предназначены для установки внутри помещений. В этой серии имеются модели с холодопроизводительностью от 5,8 до 12,9 кВт. Как и большинство современных кондиционеров, системы WMA/WMF и XDA/XMF способны функционировать в трех режимах охлаждения: механическом, частично и полностью естественном.

Поставщики кондиционеров Uniflair из компании "Бизнес Пауэр" отмечают их высокую надежность, а также широкую номенклатуру опций.

В частности, эти устройства могут быть оборудованы ИБП на 230 В и системами питания 48 В. При аварии во внешней электрической сети от источника постоянного тока (48 В) будут запитываться вентилятор испарителя, микропроцессорный контроллер и заслонка системы естественного охлаждения, что позволит охладить помещение в режиме free cooling.

С помощью специальной платы два кондиционера можно объединить через ЛВС в систему с общим управлением. Агрегаты в такой системе будут "подстраховывать" друг друга, что повышает общий показатель готовности системы. Для взаимодействия со средствами администрирования кондиционеры оборудованы последовательным портом RS-485. Возможно как локальное, так и дистанционное администрирование.

HiRef

Об использовании в контейнерно-базовых станциях МТС и "Вымпелком" кондиционеров итальянской фирмы HiRef нам сообщили представители компании "АэроТерм-сервис". По их мнению, этой фирмой была успешно решена задача минимизации занимаемого кондиционерами пространства. Комбинация испарителя и встроенного воздухоохлаждаемого конденсатора в одном агрегате гарантирует минимально простой монтаж, исключая прокладку трубопроводов, — требуется только подключение силового кабеля.

Модели HiRef HTD и HTU имеют холодопроизводительность от 4,5 до 17,2 кВт, а более компактная модель HTG — от 3,65 до 5,25 кВт. Устройства поддерживают функцию free cooling с полной или частичной подачей наружного воздуха в помещение, способны работать при аварии штатной системы электроснабжения и передавать данные на мобильный телефон (или на компьютер). Отказоустойчивость достигается путем установки двух кондиционеров с автоматическим переключением при отказе одного из них или, при наличии только одного кондиционера и выхода из строя его компрессора,

— переходом на работу в режиме free cooling. Для того чтобы обеспечить резерв по питанию кондиционера, необходимо заказать соответствующую опцию: питание от источника постоянного тока (24 или 48 В) для приточного вентилятора и клапана free cooling.

Daikin

Фирма "Эр-Строй", сотрудничающая с такими операторами связи, как "МТС", "Мегафон", "Совинтел", "Вымпелком" и "Транстелеком", сообщила нам, что, помимо оборудования Liebert Hiross, работает с кондиционерами Daikin. По мнению специалистов российской компании, эти кондиционеры характеризуются наличием широкого набора функций и режимов работы, а также развитой системой управления и самодиагностики. Также они отметили надежность и стабильность работы оборудования Daikin — после его установки "на протяжении длительного времени не потребуются обращаться к услугам авторизованного сервиса". Для обеспечения высокого показателя готовности "Эр-Строй" всегда предлагает устанавливать не менее двух агрегатов кондиционирования воздуха: в случае выхода из строя одного из кондиционеров второй включается автоматически; при повышении температуры в помещении начинают работать оба — пока температурный режим не станет оптимальным.

К сожалению, кондиционеры Daikin не поддерживают ни режим free cooling, ни резервирование по питанию (единственный вариант — подключить кондиционеры к разным фазам, тогда при пропадании питания по одной из фаз второй кондиционер продолжит работать). На мой взгляд, это серьезные ограничения для использования этих изделий на таких важных объектах, как базовые станции сотовой связи. Тем не менее их всегда можно рассматривать как экономичный вариант решения поставленных задач.

Emicon Millenium

Для установки на базовых станциях сотовой связи компания N-Power предлагает произведенные на итальянском заводе Emicon системы Millenium, ED.Axxx.D.M и Millenium ED.Axxx.D.MF. Эти системы выполнены в виде моноблочных конструкций, а модели с индексом MF поддерживают функцию естественного охлаждения. Вообще говоря, в серию Millenium входят кондиционеры холодопроизводительностью от 6 до 100 кВт различной конструкции — как с внешним, так и с внутренним конденсатным блоком, с верхним и нижним выдувом охлажденного воздуха. Управление работой всех узлов и агрегатов кондиционеров Millenium осуществляется многофункциональным контроллером Emipro, созданным на основе решений компании Carel. С его помощью задаются температура воздуха, влажность, технологические интервалы включения и отключения отдельных узлов, а также могут строиться графики изменения температурно-влажностного режима в помещении.

Для интеграции климатического оборудования Emicon в стандартные сети IP/Ethernet используется малогабаритный адаптер Web-Gate. Как и следует из его названия, в устройство встроена функция Web-сервера, что дает возможность по протоколу HTTP получать информацию на любой Web-браузер с ПК, подключенного к локальной или глобальной (Интернет) IP-сети. Общий вид и содержание Web-интерфейса могут разрабатываться пользователем индивидуально, в зависимости от решаемых им задач. Встроенный интерфейс RS-485 обеспечивает информационное взаимодействие адаптера WebGate с контроллерами Carel систем прецизионного кондиционирования (до восьми устройств одновременно). Также адаптер имеет интерфейс RS-232 (для программирования самого адаптера: назначения ему IP-адреса и т. п.) и поддерживает протоколы FTP и SNMP.

Ближайшая перспектива

Несмотря на прошедший период консолидации операторов сотовой связи — сегодня на этом рынке работают лишь несколько крупных компаний (МТС, “Мегафон”, “Вымпелком”, “Скай Линк”), — подобная тенденция пока не прослеживается на рынке систем кондиционирования. Он узкоспециализирован, но при этом очень насыщен и характеризуется острой конкуренцией. Помимо названных выше компаний, необходимо упомянуть еще такие “кондиционерные бренды”, как Stulz, Weiss Klimatechnik. Крупный производитель систем бесперебойного питания американская компания APC начала активно работать в сфере прецизионных кондиционеров.

И хотя пока она не предлагает решений для контейнерно-базовых станций, не исключено, что такие системы у нее тоже появятся.

Дальнейшее развитие прецизионных кондиционеров будут определять следующие технологические тенденции:

- Уменьшение размеров и веса агрегатов, их встраивание в конструктивы (стойки, шкафы) основного оборудования.
- Рост коэффициента использования электроэнергии (количество тепла, отводимого в расчете на единицу потребляемой электроэнергии) и удельной холодопроизводительности.
- Поддержка различных схем управления потоками воздуха — верхний и нижний выдув, схема с вытеснением, — а также режима естественного охлаждения.
- Развитие средств повышения живучести и восстановления работы после аварий.

Учитывая общие тенденции к интегрированию инженерных подсистем в единые комплексные решения (электропитание, кондиционирование, размещение основного оборудования, управление и мониторинг) существует большая вероятность, что они распространятся и на представленный в статье сегмент оборудования..