

ПОДДЕРЖАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ОБЪЕКТАХ

Бурное развитие в последние годы рынка телекоммуникационных услуг и, в частности, мобильной связи, привело к массовому строительству базовых станций контейнерного типа (шелтеров), наличие и нормальное функционирование которых является основным фактором, определяющим зоны обслуживания операторов связи.

В связи с непрерывностью бизнес-процессов, осуществляемых операторами, а также другими факторами, такими как территориальная рассредоточенность базовых станций, круглосуточная и круглогодичная эксплуатация и т.д., компании сотовой связи уделяют самое пристальное внимание надежной работе телекоммуникационного оборудования. Работоспособность телекоммуникационного оборудования обеспечивается не только его качеством, но и в немалой степени теми техническими решениями, которые были выбраны при строительстве шелтера. Наиболее трудными задачами, возникающими на этапах строительства и эксплуатации сети телекоммуникационных объектов, являются обеспечение электропитанием и поддержание внутри шелтеров заданных климатических параметров.

В России исторически сложились два подхода к решению вопроса поддержания необходимого температурного диапазона внутри базовых станций: применение кондиционеров комфортной гаммы типа "сплит" и прецизионных кондиционеров для телекоммуникаций. Сейчас уже никому не надо объяснять, что такое сплит-системы. Их широкое применение (от квартир до офисов и магазинов) и относительно низкая стоимость стали основными факторами, которые определили оснащение базовых станций сотовой связи именно таким кондиционерным оборудованием.

Совсем другая ситуация сложилась с прецизионными кондиционерами для телекоммуникаций (ПКДТ). Несмотря на то, что данный класс кондиционеров появился достаточно давно



Рис. 1 Объект сотовой связи изнутри (а) и снаружи (б)



Рис.2 Кондиционер "Мистраль-Телеком" (а); со снятыми панелями (б)

(около 10 лет назад), далеко не все знают, чем он отличается от сплит-систем и от просто прецизионных кондиционеров. Итак, что же такое ПКДТ?

В последние годы по мере накопления опыта эксплуатации стало очевидным, что отвод тепла от технологического оборудования и поддержание заданного температурного диапазона на таких телекоммуникационных объектах, как базовые станции мобильной связи, контроллеры, шелтеры, является серьезной проблемой, для решения которой необходимо специальное кондиционерное оборудование. Появление и применение ПКДТ стало ответом на это требование.

Какие же отличительные черты отраслевых объектов были учтены при конструировании ПКДТ? Прежде всего, базовые станции монтируются таким образом, чтобы обеспечить надежную связь не только в населенных пунктах, но и вне их, вдоль дорог и т. д., что подразумевает их разбросанность и удаленность. Следовательно, кондиционеры должны круглосуточно и круглогодично работать в автоматическом режиме (почти без присутствия людей), адекватно реагировать на аварийные ситуации, например, пропадание основного электропитания. На рис.1 показана станция сотовой связи, круглогодично работающая при минусовой температуре, в помещении которой эксплуатируется кондиционер "Мистраль-Телеком".

Приведем основные требования к кондиционерному оборудованию для телекоммуникационных станций:

- высокая надежность при круглосуточной и круглогодичной эксплуатации при температурах наружного воздуха от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$,
- большой ресурс работы,
- низкое энергопотребление,
- возможность удаленного контроля и управления,

- возможность работы от аккумуляторов аварийного источника питания 48 В,
- антивандальное исполнение – кондиционер в виде моноблока, приспособленный для монтажа внутри базовой станции.

Этим требованиям отвечают кондиционеры прецизионного типа, логика работы которых направлена на точное поддержание температуры и влажности. В отличие от них, ПКДТ должны поддерживать температуру внутри шелтера в допустимом диапазоне с минимальными энергозатратами. Для решения этой задачи используют встроенные системы естественного охлаждения (free cooling), имеющие преимущества перед используемым для этой цели компрессором. При пропадании основного электропитания кондиционер переходит в аварийный режим работы, при котором температурный режим внутри объекта обеспечивается за счет работы клапана естественного охлаждения, приточного вентилятора, датчиков температуры и контроллера.

В большинстве случаев ПКДТ – это моноблочный агрегат, оборудованный системой естественного охлаждения (free cooling), встроенным воздушным конденсатором, герметичным компрессором, приточным вентилятором с изме-

Таблица 1. Основные технические характеристики кондиционеров компании DANThERM HMS

Наименование характеристики	Danline 4.0	Danline 5.5	Danline 8.0	Danline 11.5	Danline 13.5
Холодопроизводительность					
при механическом охлаждении*, кВт	3,7	5,5	7,0	11,7	13,5
при естественном охлаждении, Вт/К	266	400	659	726	
Расход воздуха в режиме рециркуляции, м³/ч	850	1150	1900	2850	
Расход воздуха через конденсатор, м³/ч	1400	1800	2400	3550	
Мощность нагрева, кВт	1,5				
Размеры, д×ш×в, мм	300×600×2000	400×600×2000	600×600×2000	650×900×2000	
Вес (нетто), кг	120		170	253	273
Хладагент	R 134a				
Электропитание, напряжение/число фаз/частота, В/Фаз/Гц	230/1/50; 400/3/50			400/3/50	
Уставка датчика загрязнения воздушного фильтра, Па	90	105	190	275	

*По стандарту ARI: наружная температура воздуха 35°C, температура воздуха внутри помещения 27°C, влажность <30%.

няемой скоростью вращения и питанием 48 В постоянного напряжения, электронагревателем, воздушным фильтром и микропроцессорной системой, которая контролирует (в том числе удаленно) работу всех компонентов. Кратность воздухообмена ПКДТ по сравнению со сплит-системами значительно выше. Иными словами, на единицу затраченной электроэнергии ПКДТ вырабатывает больше полезного холода, чем сплит-система.

В ПКДТ, как правило, предусматривают следующие режимы обработки воздуха: естественное охлаждение, принудительное охлаждение, смешанное охлаждение (совмещение естественного и принудительного), принудительный нагрев и аварийный режим.

В режиме естественного охлаждения (free cooling) температура воздуха в помещении поддерживается за счет холодного наружного воздуха, подаваемого вентилятором испарителя (приточным вентилятором) через клапан естественного охлаждения. Наружный воздух проходит через воздушный фильтр, где очищается от пыли, а также через теплообменник испарителя и электронагреватель (последние не функционируют в данном режиме). Теплый воздух из помещения уходит наружу через клапан естественного охлаждения, конденсатор и вентилятор. Режим естественного охлаждения воздуха применяется при условии, когда температура наружного воздуха ниже температуры воздуха в помещении на 2°C и более.

Таблица 2. Основные технические характеристики кондиционеров компании LIEBERT-HIROSS

Наименование характеристики	Hilene PI 05	Hilene PI 07	Hilene PI 10	Hilene PI 12	Hilene PI 15
Холодопроизводительность полная при механическом охлаждении*, нижняя/верхняя подача воздуха, кВт	5,2/5,2	7,5/7,4	10,8/10,8	12,9/13,1	16,5/16,1
Расход воздуха при естественном охлаждении, нижняя/верхняя подача воздуха, м³/ч	1500/1890	1570/1920	3180/3180	3480/3480	3740/3740
Расход воздуха в режиме рециркуляции, нижняя/верхняя подача воздуха, м³/ч	1950/2100	2050/2200	3405/3560	3780/3890	4000/4200
Расход воздуха через конденсатор, м³/ч	2740/2380		4830/4280		
Мощность нагрева, кВт	3,0	4,5	6,0		
Размеры, д×ш×в, мм	650×650×1990			900×750×2050	
Вес, нижняя/верхняя подача воздуха (нетто), кг	228/232	231/236	287/292	287/292	297/302
Хладагент	R 407c				
Электропитание, напряжение/число фаз/частота, В/Фаз/Гц	230/1/50			400/3/50	

*Наружная температура воздуха 35°C, температура воздуха внутри помещения 27°C, влажность 47%.

Таблица 3. Основные технические характеристики кондиционеров с верхней подачей воздуха компании RC Group

Наименование характеристики	ENERTEL DX.AO 5Z1	ENERTEL DX.AO 6Z1	ENERTEL DX.AO 7Z1	ENERTEL DX.AO 8Z1	ENERTEL DX.AO 10Z1	ENERTEL DX.AO 11Z1	ENERTEL DX.AO 13Z1	ENERTEL DX.AO 15Z1
Холодопроизводительность полная при механическом охлаждении*, кВт	5,6	6,2	7,1	10,2	11,2	12,4	14,6	15,5
Расход воздуха при естественном охлаждении и в режиме рециркуляции, м ³ /ч	1700			3000			3400	
Расход воздуха через конденсатор, м ³ /ч	2200			3900			4200	
Мощность нагрева, кВт	1,7			2,5	4,5			
Размеры, д×ш×в, мм	650×650×2000			990×650×2000			1190×650×2000	
Вес (нетто), кг	215	220	235	320	330	340	390	400
Хладагент	R 407c							
Электропитание, напряжение/число фаз/частота, В/Фаз/Гц	230/1/50+48 В DC			400/3/50+48 В DC				

* Наружная температура воздуха 35°C, температура воздуха внутри помещения 30°C, влажность 40%.

Ресурс

Кондиционеры комфортной гаммы типа "сплит" конструируются и производятся в основном для создания комфортных климатических условий в быту. Поэтому для них предусмотрена работа в режиме охлаждения в течение 2–3 летних месяцев и в режиме обогрева – в течение 1–2 месяцев весенне-осеннего межсезонья. При этом в редких случаях продолжительность работы кондиционера составляет более 10 ч в сутки. Соответственно, при заявленном 10-летнем сроке эксплуатации ресурс лучших образцов кондиционеров типа "сплит", выраженный в моточасах, составляет не более 36 тыс. ч. При условии круглосуточной работы данный ресурс вырабатывается за 4 года эксплуатации, после чего кондиционер должен быть подвергнут серьезной ревизии или заменен.

Кондиционеры ПКдТ имеют заявленный срок службы 10–12 лет и предназначены для работы в режиме 24 ч в сутки, 365 дней в году, что соответствует ресурсу 105 120 ч, т. е. ресурс ПКдТ почти в три раза превышает ресурс сплит-систем.

Ограничения по температурам наружного воздуха

Комфортные кондиционеры предназначены для работы в летний и демисезонный периоды года. В связи с этим их работоспособность в стандартном виде ограничена в режиме охлаждения температурой наружного воздуха –15°C, а в режиме обогрева –9°C. Для использования на базовых станциях связи сплит-системы дополнительно оснащают низкотемпературными комплектами, которые позволяют работать кондиционерам при температурах наружного воздуха до –30°C. Но такие кондиционеры уже не могут работать в режиме обогрева. Именно поэтому чаще всего на базовых станциях используются кондиционеры, работающие только на охлаждение. Работа при более низких температурах приводит к катастрофически быстрой выработке ресурса и/или поломкам кондиционеров. Для подогрева воздуха в шелтерах с плохой теплоизоляцией в зимних условиях применяют дополнительные нагревательные приборы (например, масляные радиаторы). Максимальная температура наружного воздуха, до которой сплит-системы сохраняют свою работоспособность, практически не указывается ни одним производителем комфортной

гаммы кондиционеров. Из практики известно, что кондиционеры данной группы сохраняют заявленные параметры до температуры +35°C.

Большинство ПКдТ в стандартной версии работоспособны при температурах наружного воздуха от –35 до +40°C, а некоторые от –40 до +45°C.

Конструкция кондиционеров

Кондиционеры типа "сплит" состоят из двух блоков: наружного компрессорно-конденсаторного и внутреннего испарительного. При монтаже и пуско-наладке требуется соединить блоки между собой медными трубами, имеющими теплоизо-

Таблица 4. Основные технические характеристики кондиционеров с нижней подачей воздуха компании RC Group

Наименование характеристики	ENERTEL DX.ADL6Q1	ENERTEL DX.ADL7Q1	ENERTEL DX.ADL8Q1	ENERTEL DX.ADL9Q1	ENERTEL DX.ADL10Q1	ENERTEL DX.ADL13Q1	ENERTEL DX.ADL15Q1
Холодопроизводительность полная при механическом охлаждении*, кВт	6,7	7,4	7,9	9,9	10,8	14,8	15,5
Расход воздуха при естественном охлаждении и в режиме рециркуляции, м³/ч	1850		2400		3800		
Расход воздуха через конденсатор, м³/ч	2100		2500		4000		
Мощность нагрева, кВт	3,0			4,5			
Размеры, д×ш×в, мм	750×625×2250		950×625×2250		1200×625×2250		
Вес (нетто), кг	220	235	320	330	340	390	400
Хладагент	R 134a						
Электропитание, напряжение/число фаз/частота, В/Фаз/Гц	230/1/50 + 48 В DC			400/3/50+48 В DC			

*Наружная температура воздуха 35°C, температура воздуха внутри помещения 30°C, влажность 40%.

ляцию. Длина труб составляет 5–6 м. Также надо проложить межблочные электрические соединения, организовать дренаж конденсата и подключить электрическое питание. Далее надо проверить (опрессовать давлением 30 бар) фреоновые трубопроводы, откакумировать их, проверить параметры работы холодильного контура, после чего произвести дозаправку фреоном в соответствии с длиной трасс. Для выполнения этих работ требуется высокая квалификация монтажников.

Наиболее распространенные ПКДТ имеют моноблочную компоновку. Предназначены они для установки внутри помещений и после соответствующих испытаний поставляются полностью готовыми к эксплуатации. Кондиционер необходимо установить у наружной стены с подготовленными в ней отверстиями для забора и выброса воздуха. Монтаж представляет собой выведение патрубка слива конденсата и подключение кондиционера к электропитанию.

Наружные блоки сплит-систем нередко подвергаются актам вандализма и воровству. Моноблочный кондиционер, установленный внутри помещения и защищенный антивандальными решетками, практически недоступен для злоумышленников.

В комфортных кондиционерах во фреоновом контуре в качестве дросселирующего устройства обычно используется капиллярная трубка, конструктивные особенности которой не позволяют обеспечить постоянство величины перегрева паров фреона в испарителе в зависимости от условий работы, что отражается на его эффективности и надежности. В ПКДТ используется терморегулирующий вентиль, что благотворно сказывается на термодинамических характеристиках холодильного цикла.

Фреоновый контур ПКДТ собран и проверен в заводских условиях, в отличие от фреоновых трасс сплит-систем, которые монтируются непосредственно на объекте, что создает предпосылки для появления утечек фреона.

На базовых станциях связи система кондиционирования воздуха является одним из основных потребителей электрической энергии. При эффективной теплоизоляции шелтера часто бывает необходимо удалить избыточное тепло, когда температура наружного воздуха существенно ниже температуры внутри станции. В этом случае использование сплит-

систем приводит к избыточным энергетическим затратам.

Кондиционеры ПКДТ стандартно оснащены системой естественного охлаждения (free cooling), использующей холодный наружный воздух, подаваемый приточным вентилятором (вентилятора испарителя) внутрь контейнера через воздушный фильтр в строго контролируемом количестве при отключенном компрессоре. В условиях эксплуатации кондиционеров в Московской области использование системы естественного охлаждения позволяет снизить энергопотребление по сравнению со сплит-системами на 75%.

В ряде ПКДТ логикой управления предусматривается плавное уменьшение скорости вращения вентилятора испарителя вплоть до минимального значения в режиме естественного охлаждения (free cooling). Это зависит от тепловой нагрузки и температуры в помещении и снаружи и обеспечивает режим максимального энергосбережения, так как выключается не только компрессор, но и максимально снижается энергопотребление вентилятором.

В кондиционерах комфортной гаммы применяются воздушные фильтры с небольшой поглощающей способностью, поэтому очищать их по сравнению с фильтрами ПКДТ необходимо гораздо чаще.

Отношение эффективной производительности холода к полной для сплит-систем составляет в среднем 0,5, а для ПКДТ – 0,9–1,0. Эти значения показывают, что в сплит-системах на конденсацию влаги из воздуха затрачивается 50% от общей холодопроизводительности. В кондиционерах ПКДТ (например, "Мистраль-Телеком") на этот процесс уходит меньше 10% от общей холодопроизводительности.

Логика работы

Логика работы кондиционеров типа "сплит" подчинена поддержанию в помещении заданной температуры. Алгоритм работы жестко запрограммирован в контроллере кондиционеров, оператор может лишь менять уставки по температуре и включать разные режимы работы: охлаждение, обогрев, осушение. В ПКДТ реализуется более гибкая логика работы, нацеленная на поддержание заданного диапазона температур, допустимого для данных помещений, с минимальными затра-

Таблица 5. Основные технические характеристики кондиционеров "Мистраль-Телеком" компании "ВентСпецСтрой"

Наименование характеристики	ВСС 5В	ВСС 3Н	ВСС 5Н	ВСС 5Н/3 кВт	ВСС 5Н R 407 с
1. Холодопроизводительность полная,* кВт	5,5±0,5	3,5±0,4	5,0±0,5		
2. Мощность электронагревателей, кВт	1,4±0,1	1,2±0,1	1,4±0,1	3,0±0,1	1,4±0,1
3. Расход воздуха, м³/ч	600–1850	400–1400	500–1700		
4. Температура наружного воздуха, °С	от –40 до +40				
5. Фильтр очистки воздуха, класс	G3 ГОСТ Р 51251–99				
6. Холодильный агент	хладон R 22(CHF ₂ CL – дифторхлорметан)				R 407 с
7. Количество холодильного агента, кг	2,5	1,8	2,5	2,5	2,2
8. Тип компрессора	Герметичный роторный				
9. Напряжение питания, В: - переменного тока частотой 50 Гц - постоянного тока	220 (±15%) 48 (+18%, –25%)				
10. Мощность, потребляемая по цепи в режиме принудительного охлаждения: кВт, не более:* - переменного тока - постоянного тока	2,2 0,19	1,12 0,18	2,2 0,19	2,2 0,19	2,3 0,19
11. Масса (без упаковки), кг	190	130	170		
12. Габаритные размеры, в×ш×г, мм	2010×650×650	1900×500×600	2000×600×600		
13. Уставка датчика загрязнения воздушного фильтра, Па	200		250		

* При температуре воздуха в помещении 25±1°С, влажности воздуха в помещении 40±5% и температуре воздуха на входе в конденсатор (35±1)°С.

тами электроэнергии. Для этого предусмотрена возможность отдельного изменения уставок по включению электронагревателя, компрессора, системы естественного охлаждения, вентиляторов и других функциональных узлов. В зависимости от задач кондиционер может поддерживать температуру с точностью, сравнимой с точностью поддержания температуры другими прецизионными кондиционерами, или обеспечить максимальное энергосбережение.

Подключение к системе диспетчеризации – удаленного контроля и управления

Сплит-системы не предназначены для подключения к системе удаленного контроля и управления. Устройства управления ПКДТ могут работать совместно с системой диспетчеризации здания или отдельных инженерных систем. Для этого в контроллеры должна быть установлена сетевая плата для подключения к сети по стандарту RS485. Для обеспечения обмена между контроллером и компьютером может быть применено устройство WebGate или конвертер RS485/RS232 или RS485/USB.

Программой контроллеров ПКДТ допускается возможность произвольного ограничения перечня аварийных сигналов кондиционера, передаваемых в сеть. Предусматривается просмотр и изменение всех параметров для настройки работы устройства управления, просмотр состояния всех выходов контроллера, просмотр и изменение уставок температур и показаний аналоговых датчиков, подключенных к контроллеру, просмотр и изменение переменных программы контроллера, а также дистанционное включение и выключение кондиционера.

Надежность

Все вышеперечисленные характеристики явно говорят о преимуществах и более высокой надежности ПКДТ по сравнению со сплит-системами.

Стоимость оборудования, монтажных работ и эксплуатации

Цена ПКДТ в 3–5 раз выше цены сплит-систем. Однако с учетом большего ресурса и надежности ПКДТ по сравнению со сплит-системами, а также меньшей стоимости монтажа и технического обслуживания, меньшего расхода электроэнергии затраты на приобретение ПКДТ окупятся через 3–4 года.

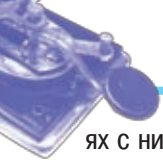
РЫНОК ПКДТ В РОССИИ СЕГОДНЯ

В данном обзоре мы будем рассматривать только моноблочные кондиционеры с функцией естественного охлаждения, предназначенные для внутреннего монтажа. Приведем несколько компаний, представляющих эту продукцию на российском рынке (данные по фирмам даны в алфавитном порядке).

Компания DANTHERM HMS (Дания/США) производит серию прецизионных кондиционеров DANLINE с механическим и естественным охлаждением. Основные технические характеристики кондиционеров представлены в табл.1. Заявленный фирмой диапазон температур наружного воздуха, при котором кондиционеры сохраняют работоспособность, составляет от –40 до +55°С.

Компания LIEBERT-HIROSS (США) выпускает семейство воздушных кондиционеров Hiline PI с прямым механическим охлаждением и режимом фрикулинга (естественного охлаждения) в версиях с нижней и верхней подачей воздуха. Основные технические характеристики кондиционеров представлены в табл.2. Данные по нижней границе температуры наружного воздуха отсутствуют, верхний предел температуры наружного воздуха +45°С. Электронагреватель является дополнительной опцией, заказываемой за дополнительную плату.

Компания RC Group (Италия) поставляет на рынок широкую серию ПКДТ ENERTEL DX.A с прямым механическим охлаждением и режимом естественного охлаждения в версии



ях с нижней и верхней подачей воздуха. Рабочий диапазон температур наружного воздуха от -35 до $+45^{\circ}\text{C}$. Основные технические характеристики кондиционеров с верхней и нижней подачей воздуха представлены в табл.3 и 4 соответственно.

Кондиционеры ПКДТ компании STULZ (Германия) представлены линейкой кондиционеров TEL-AIR холодопроизводительностью от 3,8 до 11,1 кВт.

Компания UNIFLAIR (Италия) предлагает ПКДТ под названием Monoblock для внутренней установки с фреоновым контуром и воздушным охлаждением холодопроизводительностью от 6 до 12 кВт.

Кондиционеры этих компаний, а также других, например компании Blue Vox (Италия), имеют схожие технические решения с решениями производителей, входящих в первую тройку: RC Group, LIEBERT-HIROSS, DANTHERM HMS. Однако на российском рынке доля их присутствия невелика.

В 2007 году на российском рынке ПКДТ отечественной компанией "ВентСпецСтрой" был представлен модельный ряд кондиционеров "Мистраль-Телеком", сконструированных с учетом условий эксплуатации в России (рис.2). Новинку отличает высокий технический уровень изготовления, интуитивно понятный русскоязычный интерфейс контроллера, возможность работы в широком температурном

диапазоне от -40 до $+45^{\circ}\text{C}$, невысокая цена по сравнению с импортными аналогами. Технические характеристики кондиционеров "Мистраль-Телеком" представлены в табл.5. Информировать читателей, что компания "ВентСпецСтрой" также оказывает комплекс услуг, связанных с проектированием, установкой и эксплуатацией оборудования, поддерживающего климатические условия:

- расчет систем холодоснабжения и кондиционирования, выполнение проектов,
- поставка оборудования, материалов, комплектующих изделий и запасных частей для систем промышленной вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения,
- производство монтажных и пусконаладочных работ по системам вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения,
- техническое обслуживание, диагностика и ремонт оборудования.

Как видно из представленного обзора, заказчику, который задумается над оснащением своих телекоммуникационных объектов климатическими системами, есть из чего выбрать. Остается сделать профессиональный выбор, чтобы оборудование на объекте работало с максимальной эффективностью. ○