

ФОРМУЛА

НОВОСТИ КОМПАНИИ
ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ
НОВИНКИ

№11

ЖИЗНИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ О КОНДИЦИОНЕРАХ И ВЕНТИЛЯЦИИ

ИНФОРМАЦИЯ О ПОДПИСКЕ НА ЖУРНАЛ "ФОРМУЛА ЖИЗНИ" НА СТРАНИЦЕ 12.



**MITSUBISHI
ELECTRIC**

SKANSKA и Mitsubishi Electric:

Взаимовыгодное сотрудничество

Одним из постоянных партнеров Мицубиси Электрик в России является крупнейшая строительная компания SKANSKA OLSON. Мы попросили ответить на наши вопросы инженера по системам кондиционирования этой компании Олега Вячеславовича Шачнева.

Как давно Ваша компания работает с системами кондиционирования Мицубиси Электрик? Уже более пяти лет.

Какой тип помещений Вы обычно оборудуете этими кондиционерами? Чаще всего это офисные здания, иногда отдельные офисные помещения и серверные.

За кем обычно остается выбор марки кондиционеров – за Вашей компанией или за заказчиком? Обычно решение принимаем мы либо проектная организация. Но иногда и сам заказчик выбирает марку.

Какие именно модели кондиционеров приходится устанавливать? Поскольку мы работаем с крупными объектами, мы обычно используем мультizonальные системы, иногда полупромышленные кондиционеры.

Какие характеристики кондиционера наиболее значимы для Вас при выборе оборудования? Уровень шума, надежность, работоспособность в зимний период, сервисная поддержка, цена и сроки поставки, удобство подбора и широкая гамма.

Не могли бы Вы перечислить Ваши объекты, оборудованные кондиционерами Мицубиси Электрик? Среди последних крупных объектов, где установлены мультizonальные системы Сити Мульти, генеральное представительство Боинг в России, посольство Сингапура.

Были ли нарекания по работе кондиционеров Мицубиси Электрик за пять лет работы? Это произошло единственный раз, но проблема была сразу же решена сервисной службой Мицубиси Электрик.

Какова Ваша оценка соотношения цена/качество этих кондиционеров? По пятибалльной шкале – пять.

Какие параметры, свойства, функциональные особенности кондиционеров важны Вашим заказчикам? Как справляются с этим кондиционеры Мицубиси Электрик? По моим наблюдениям – это интерьерность, то есть «вписываемость» в интерьер, уровень шума, цена, престижность. Мицубиси Электрик весьма высоко держит свою планку.

Какие свойства кондиционеров важны Вашей компании? В последнее время очень актуальной стала возможность интеграции в BMS зданий. У Мицубиси Электрик эта возможность есть. Плюс приятные сюрпризы в виде зимних опций, ценовой политики, наличия большого выбора на складе.

Это продукция, скорее, премиум класса. Можно ли сказать, что уровень этих кондиционеров соответствует высокому уровню и требованиям Вашего бизнеса? Безоговорочно.

Простите за такой вопрос, а какой кондиционер установлен у Вас дома? Трейн, о чем сожалею и буду сожалеть до тех пор, пока не найду возможность его заменить.

Как ведет себя техника Мицубиси Электрик в нелегких российских условиях? Стабильно блестяще, нет нареканий.

Планируете ли Вы и в дальнейшем пользоваться продукцией именно этой компании? Естественно планируем и желаем компании Мицубиси Электрик дальнейших успехов на российском рынке. Так держать!

Mitsubishi Electric ON-LINE

Когда переехал не помню,
Наверное был я бухой.
Мой адрес не дом и не улица,
Мой адрес сегодня такой...



Московское представительство Мицубиси Электрик запустило обновленный сайт www.mitsubishi-aircon.ru. Новая версия теперь рассчитана не только на специалистов, но и на конечных пользователей, ищущих в сети кондиционер. Так например, на сайте появился несложный калькулятор, пользуясь которым, потенциальный заказчик может рассчитать требуемую производительность кондиционера. Тут же будет предложена подходящая модель и стоимость. Наряду с традиционной технической информацией теперь на сайте можно найти подборку статей, посвященных оборудованию Мицубиси Электрик и вышедших в период с 2002 года.



mitsubishi electric ГАРАНТИРУЕТ

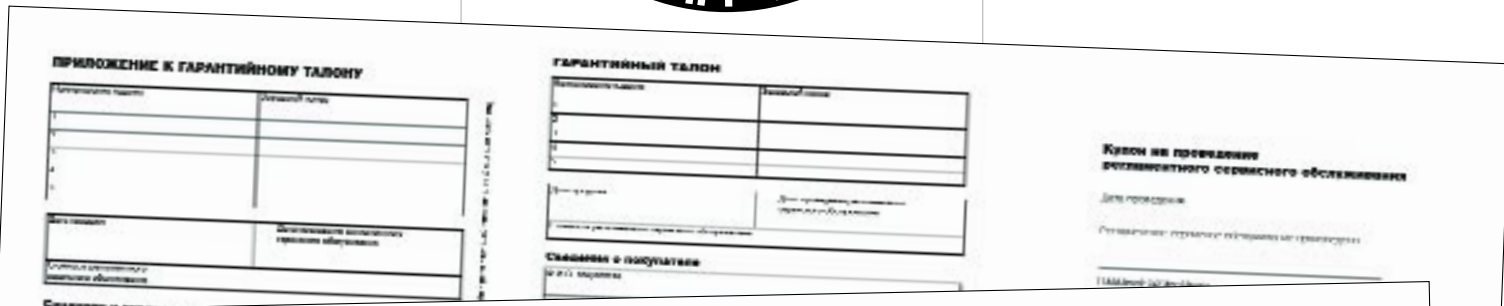
Корпорация Мицубиси Электрик объявила о введении единой фирменной гарантии на системы кондиционирования воздуха. Гарантия, которая составляет 3 года, распространяется на товар, купленный и установленный на территории России и Украины. Теперь с каждым кондиционером Мицубиси Электрик покупатель должен получить фирменный гарантийный талон. Новые условия вступают в силу с 1 марта этого года.

Стоит отметить, что гарантия сроком в 3 года не является новостью для российского рынка. Однако решение Мицубиси Электрик имеет важную особенность. Гарантийные условия предусматривают обязательное сервисное обслуживание установленного кондиционера через 2 года. Схема построена по принципу, аналогичному гарантии на автомобиль. Совершенно очевидно, что автомобиль, на который предоставлена гарантия 3 года, не сможет проехать весь этот срок без технического обслуживания. Точно также и кондиционер, хотя и является устройством менее сложным, чем машина, тоже требует периодического осмотра и сервиса. Опыт работы большинства сервисных служб



показывает, что через 1.5-2 года после начала эксплуатации кондиционер надо обслуживать. Это, во-первых, позволит избежать поломки или снижения производительности, а, во-вторых, продлит срок его службы. Причем, в полном соответствии с ситуацией на автомобильном рынке, более дорогие и надежные кондиционеры требуют более тщательного сервиса.

То, что сервис кондиционеру необходим, понимают все специалисты. Однако, убедить в этом заказчика удается крайне редко. Мицубиси Электрик стала первой компанией, реально содействует развитию цивилизованного рынка услуг и поддерживает профессионалов.



Корпорация Мицубиси Электрик разработала перечень работ, которые следует проводить в процессе регламентного сервисного обслуживания кондиционеров. В зависимости от конкретной ситуации приводимый перечень может быть дополнен по усмотрению сервисной службы.

1. Внутренний и наружный блоки
 - 1.1. Измерение производительности системы
 - 1.2. Выявление и устранение ненормальных шумов и вибраций
 - 1.3. Проверка параметров линии питания
 - 1.4. Измерение сопротивления электрической изоляции
 - 1.5. Тестирование электрической части устройства
 - 1.6. Очистка теплообменников от грязи и удаление посторонних предметов (наружный блок), препятствующих нормальному теплообмену
 - 1.7. Удаление загрязнения корпуса прибора
2. Внутренний блок
 - 2.1. Чистка (замена) воздушных фильтров
 - 2.2. Демонтаж и промывка дренажного поддона, насоса и датчика уровня воды в поддоне
 - 2.3. Прочистка дренажной системы
3. Наружный блок
 - 3.1. Выявление и устранение ненормальных шумов и вибраций компрессора
 - 3.2. Измерение токов в цепи компрессора и напряжений на его клеммах при запуске и в работе
 - 3.3. Проверка 4-х ходового клапана (для тепловых насосов)

Некоторые вопросы, которые возникали или могут возникнуть при проектировании мультизональных систем



Производители мультизональных систем (МЗС) допускают превышение суммарной производительности внутренних блоков на производительность наружного на 30-50%. В каких случаях можно использовать такую возможность?

Подобное свойство является одним из основных достоинств МЗС, и безосновательно пренебрегать такой возможностью было бы неразумно. Для того, чтобы быть уверенным, что в системе не будет дефицита холодопроизводительности, необходимо произвести расчет теплоступлений в зависимости от времени (расчет максимальных теплоструй недостаточен!). Такой расчет сложен и основан на решении систем дифференциальных уравнений, которые, к тому же, не всегда имеют аналитическое решение. Если составление уравнений и их решение не входит в планы проектировщика, тогда применяется качественный анализ и приближенный расчет. Внутренние блоки, объединенные в один гидравлический контур, могут превышать по суммарной холодопроизводительности номинал наружного блока в следующих случаях:

- окна кондиционируемых помещений ориентированы на разные стороны света;
- среди помещений есть такие, которые используются непостоянно или в «противофазе» с остальными, например комната переговоров или столовая;
- есть помещения, для которых холодопроизводительность даже минимального внутреннего блока является избыточной;
- для МЗС с утилизацией тепла предполагается одновременная работа внутренних блоков на охлаждение и обогрев.



Компрессорно-конденсаторные блоки для МЗС холодопроизводительностью 22.4 и 28.0 кВт могут иметь один компрессор переменной производительности (Сити Мульти) или два компрессора переменной и постоянной производительности (VRV, KX, Set Free). Приводит ли разная компоновка блоков к разной надежности систем?

При выходе из строя компрессора 1-компрессорный блок очевидно прекращает работу. Для большинства 2-х компрессорных систем ситуация аналогична: поломка одного из двух компрессоров влечет остановку всей системы.

При этом следует заметить, что надежность выше у изделия, содержащего меньшее количество однотипных элементов. То есть вероятность того, что компрессор сломается в 1-компрессорной системе примерно в два раза ниже, чем в 2-х компрессорной.

Блоки некоторых производителей, а также блоки повышенной мощности (например VRV plus или Сити Мульти SUPER Y) могут продолжать работу в аварийном режиме при поломке одного из компрессоров. Однако пользоваться такой возможностью следует только в исключительных случаях. Эксплуатация системы до выяснения причины отказа компрессора, а также до проведения анализа холодильного масла может привести к выходу из строя и другого компрессора.



Компрессорно-конденсаторные блоки для большинства МЗС оснащаются инверторным приводом, силовой каскад которого выполнен на IPM-модуле. Влияет ли применение этого модуля на энергоэффективность работы систем кондиционирования?

Применение IPM действительно приводит к увеличению коэффициента производительности установки за счет уменьшения потребляемой энергии. Это объясняется тем, что инверторный привод на базе IPM имеет более высокое быстродействие, чем построенный из дискретных элементов (IGBT и схемы управления в виде печатного узла). Здесь нужно понимать, что в IPM модуле кроме самих IGBT-транзисторов объединяется еще и интегральная микросхема, выполняющая функции управления и защиты выходного каскада. Быстродействие полупроводниковой интегральной микросхемы выше, чем у печатного узла. Повышенное быстродействие модуля, с одной стороны, предоставляет возможность увеличить несущую частоту ШИМ-колебания (широко-импульсная модуляция), которое передается на электродвигатель компрессора. А это, в свою очередь, приводит к уменьшению потерь в двигателе. С другой стороны, более быстродействующий модуль характеризуется меньшим временем переключения транзисторов, что уменьшает их бесполезный нагрев и увеличивает надежность.



В случае использования фреона R407C в МЗС возможна ли частичная дозаправка при утечке?

Для кондиционеров бытовой и полупромышленной гаммы, использующих фреон R407C, рекомендуется замена всего хладагента в системе. Для МЗС ввиду сравнительно большого количества хладагента и его высокой стоимости полная замена может показаться неоправданной. Тем не менее, большинство производителей МЗС требуют замены всего хладагента даже при незначительной утечке.

Ситуация несколько отличается для систем Сити Мульти ввиду использования «Контра определения состава хладагента». Данное устройство, интегрированное в гидравлическую

схему наружного блока, определяет процентное содержание наиболее летучего компонента фреона R32 и подстраивает управление компрессором и клапанами под текущий состав хладагента. Перед дозаправкой можно оценить насколько уменьшилась процентная доля R32 в результате утечки и, если отклонение небольшое (в пределах 10%), добавить хладагент в жидкой фазе. После этого следует вновь проверить лежит ли концентрация в пределах допустимого диапазона.



Допускается ли использовать нестандартные разветвители магистрали?

Это зависит от марки МЗС. Большинство производителей МЗС запрещают применение нестандартных разветвителей. Дело в том, что в таких системах, как VRV, Set Free и KX конденсация газа в теплообменнике происходит полностью, и в жидкостной магистрали наряду с жидкостью имеется газообразный хладагент. При прохождении через разветвитель газ и жидкость могут распределиться неравномерно. Для того, чтобы этого избежать, применяются специальные Y-образные разветвители, которые необходимо монтировать строго в горизонтальной плоскости.

В МЗС типа Сити Мульти используется дополнительный контур доохлаждения. В нем часть жидкости после конденсатора отбирается во вспомогательный испаритель, и газо-жидкостная смесь охлаждается до состояния 100% жидкости. За счет такого решения производитель допускает использование простых T-образных разветвителей. При этом, разумеется, разветвители должны быть изготовлены с точным соблюдением технологии и не должны иметь выступающих частей внутри.



В чем преимущества систем с автоматической и ручной адресацией?

В МЗС с автоматической адресацией все логические связи между компонентами системы устанавливаются с помощью сигнальных кабелей. Например пульт ДУ должен быть подключен к тому внутреннему блоку, которым он управляет. Внутренние блоки, входящие в состав одной группы, должны быть дополнительно соединены кабелем. Такой принцип, с одной стороны усложняет процедуру проводки кабелей и делает практически невозможным изменение конфигурации системы в дальнейшем. С другой стороны, исключается возможность ошибки при установке адресов устройств. Кроме того, пульты ДУ для варианта с автоматической адресацией обычно дешевле. Автоматическая адресация возможна в системах VRV, KX и Сити Мульти.

Альтернативой описанному варианту является гибкая схема подключения с ручной адресацией. Каждое устройство (наружный и внутренний блоки, пульты ДУ) должны получить уникальный адрес, который устанавливается с помощью переключателей. Все устройства связаны всего одним 2-проводным кабелем, а логические связи устанавливаются соответствующим заданием адресов. Такой подход требует несколько более кропотливой и тщательной работы при монтаже.

Однако, количество и длина кабелей существенно снижается по сравнению с вариантом автоматической адресации. Кроме того, перегруппировка внутренних блоков не потребует никаких изменений в электрических соединениях. Описанный вариант соединений допускается например в системах Сити Мульти и КХ.



В инженерных материалах производителей приводятся формулы для расчета дополнительного количества хладагента. С другой стороны, в инструкциях по сервису часто описаны алгоритмы корректировки количества хладагента. Каким методом лучше пользоваться?

Алгоритмы корректировки количества хладагента в «полевых» условиях основаны на контроле величин переохлаждения хладагента в конденсаторе и в дополнительном теплообменнике-переохладителе (если таковой имеется). Метод позволяет достаточно точно осуществить дозаправку хладагента. Однако этот метод, во-первых, сравнительно трудоемок, а, во-вторых, требует определенной температуры наружного воздуха. Поэтому во всех случаях, когда это возможно, например, при монтаже новой системы или при полной перезаправке, рекомендуется использовать расчет, основанный на длинах и диаметрах трубопроводов.



Оказывают ли влияние МЗС с инверторным приводом на окружающих людей и электрооборудование.

Впервые МЗС появились в Японии в конце 70-х годов. Первая такая система производства компании Daikin не имела инвертора. В дальнейшем с развитием инверторных технологий в системах VRV, Сити Мульти, Set Free и КХ стал использоваться инверторный привод компрессора для регулирования производительности. Применение инвертора было вызвано стремлением к более высокой энергоэффективности. Однако, недостатком подобной техники была и остается относительно высокая стоимость. Более доступной альтернативой стали МЗС с байпасным регулированием производительности, например Eco-Multi. В процессе конкуренции между приверженцами инверторных и байпасных технологий возник тезис об «опасности» инверторов ввиду электромагнитного излучения. Однако, простой взгляд на конструкцию наружных блоков МЗС с инверторным приводом и их электрическую схему показывает, что излучение или наводки в сеть просто невозможны. Кроме того, опыт их использования в течение 20 лет на объектах разного назначения не выявил никакого влияния на людей, оборудование или инженерные сети, что, естественно, подтверждается и многочисленными испытаниями на электро-магнитную совместимость. Следует также отметить, что благодаря прежде всего более высокой энергоэффективности, системы с инверторным регулированием занимают более 95% мирового рынка всех МЗС.

Сколько продержится R22?

Будущее фреона R22 в Европе уже очевидно – его не будет, причем скоро. В июле 2002 года прекращено производство кондиционеров «только охлаждение» на R22, а в июле этого года исчезнут и тепловые насосы. Главной альтернативой является фреон R410A для бытовых кондиционеров и R407C для полупромышленных. В ближайшие два три года весьма вероятно, что R410A заменит R407C и в полупромышленной технике, поскольку R410A позволяет добиться более высокой энергоэффективности кондиционеров. И хотя установку, а тем более обслуживание кондиционеров на фреоне R22 запретят не сразу, большинство инсталляторов в центральной и северной Европе уже полностью перешли на HFC.

С другой стороны, страны ЮВА не обеспокоены проблемой пингвинов, гибнущих под губительным УФ излучением, и продолжают разрабатывать и выпускать кондиционеры с фреоном R22. Что мы имеем на пространстве между Европой и Азией? До сих пор ни МинПрироды, ни ГТК не предпринимали действий для скорейшего запрета ввоза кондиционеров с фреоном R22. Вполне возможно, что такое решение появится, причем неожиданно для всех участников рынка. Однако, более вероятно, что никаких запретов не будет. В таком случае рынок будет определяться предложением.

Предложение, в свою очередь, определяется региональной политикой производителя. Фирмы, которые поставляют оборудование в Россию с европейских стоков, постепенно будут отказываться от техники на R22, поскольку поддержание двух параллельных линеек на складе экономически сложно. В первую очередь это относится к мультизональным и полупромышленным системам. Рынок подобного оборудования в России относительно невелик по сравнению с Европой. Вероятно уже к 2005 году все мультизональные системы и полупромышленные кондиционеры от японских производителей будут поставляться только на альтернативном хладагенте. Кроме того, если фирма поставляет в Россию оборудование, предназначенное для Европы, тогда все новые разработки неминуемо будут на R410A или R407C.

По бытовым кондиционерам ситуация неопределенная. В связи с тем, что российский рынок бытовых кондиционеров занимает 3-4 место в Европе, большинство производителей, вероятно, пойдут на определенные неудобства ради того, чтобы удержать свою долю рынка.

Для корейских и китайских производителей вопрос о том, что поставлять в Россию, не стоит. Они могут заливать в наружный блок R22 или R407C в зависимости от заказа.

Кстати, перенос производств в Китай, который характерен для многих японских компаний, мо-

жет привести к тому, что Россия перейдет из европейской зоны продаж в азиатскую зону. Модели, разработанные для Китая или стран ЮВА, с небольшими изменениями будут отправляться в Россию. При этом будет решена проблема цены и фреона. Правда, характеристики и качество таких кондиционеров будут «компромиссными», но это необходимая жертва в борьбе за рынок.

Какие перспективы у Мицубиси Электрик? Позиция руководства компании такова: кондиционеры на фреоне R22 будут поставляться в Россию до тех пор, пока это будет экономически оправданно.

Так например, в 2003 году будут продолжены поставки кондиционеров полупромышленной серии Mr.Slim «только охлаждение». Эти модели будут выпускаться на шотландском заводе компании специально для России. Такое решение было вызвано достаточно высокими продажами «холодных» моделей Mr.Slim в 2002 году. Аналогично «теплые» модели с этого же завода будут продолжать производиться и после июля 2003 года для российских заказчиков.

С другой стороны, следует отметить, что Мицубиси Электрик больше не разрабатывает новые модели на фреоне R22. Так в 2003 году произойдет обновление все бытовой гаммы кондиционеров (M-серия), включая мульти системы. Новые модели будут предлагаться исключительно с фреоном R410A. Полупромышленная серия Mr.Slim в настоящее время имеет две параллельные линейки на фреоне R22 и R407C, причем линейка на R407C отличается более низким уровнем шума, меньшими размерами и весом, а также более гибким управлением. В мае 2003 года в Европе появятся модели Mr.Slim POWER INVERTER, использующие фреон R410A. Мицубиси Электрик намерена следить за тенденциями российского рынка и готова предложить рынку любую линейку в зависимости от спроса.



КОММЕНТАРИИ К РУКОВОДСТВУ ПО ПРОГРАММЕ REQUEST-M

Программа Request-M является самым легким и быстрым способом составления коммерческого предложения, проекта или руководства для монтажников на базе системы СИТИ МУЛЬТИ. Она позволяет осуществить выбор кондиционерного оборудования СИТИ МУЛЬТИ, задать конфигурацию системы, получить схему (в формате AutoCad) гидравлических и электрических соединений с полной спецификацией трубопроводов, разветвителей, электрических кабелей и др. При этом программа автоматически проверит соответствие всем критериям и ограничениям.

Последнюю версию программы и руководство пользователя на русском языке можно бесплатно скачать с сервера www.mitsubishi-aircon.ru в разделе Специалистам/Программное обеспечение. Поскольку программа не имеет графического ввода схем, то перед ее использованием требуется разобраться в том, каким образом в программу передается информация о топологии гидравлического контура.

Эта процедура достаточно подробно описана в руководстве. Опыт применения показывает, что ввод так называемых линейных схем и схем с ВС-контроллерами не вызывает затруднений, а вот способ задания комбинированных схем требует некоторых комментариев.

Ввод структуры комбинированной схемы можно осуществить двумя способами:

- 1) непосредственным указанием кода соединения;
- 2) с использованием шаблонов.

Второй способ используется крайне редко, потому что набор шаблонов ограничен и не

предоставляет возможности сконструировать любую схему. Первый способ, хотя и несколько сложнее, чем использование шаблонов, но способен описать любую конфигурацию гидравлического контура.

Код соединения состоит из трех позиций и имеет следующую структуру:

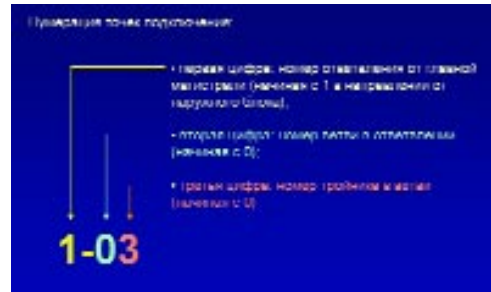


Рис. 1. Структура кода соединения

Каждый внутренний блок имеет собственный код соединения, соответствующий точке подключения его к общей магистрали хладагента. Наиболее распространенная ошибка заключается в попытке указать код соединения не для внутреннего блока, а для разветвителя. В результате, не удастся правильно задать коды соединений, а получаемая конфигурация контура не соответствует требуемой. И еще один вопрос, который возникает при применении правил задания кодов. Какую магистраль выбрать в качестве главной? На самом деле это совершенно безразлично: любую магистраль можно рассматривать как базовую и

относительно нее строить все рассуждения об ответвлениях. Можете это проверить: во всех случаях вы получите один и тот же чертеж и одинаковые параметры трубопроводов.

Включение коллектора в комбинированную схему («гребенка» на 4, 7 или 10 портов-ответвлений) осуществляется указанием одинакового кода, соответствующего точке включения коллектора, для всех подключенных к нему внутренних блоков. Вместе с этим в отдельной графе задается порядковый номер порта.

На рисунке 2 показаны коды соединений внутренних блоков для схемы, имеющей три уровня ответвлений, а на рисунке 3 – результат расчета в программе Request-M.

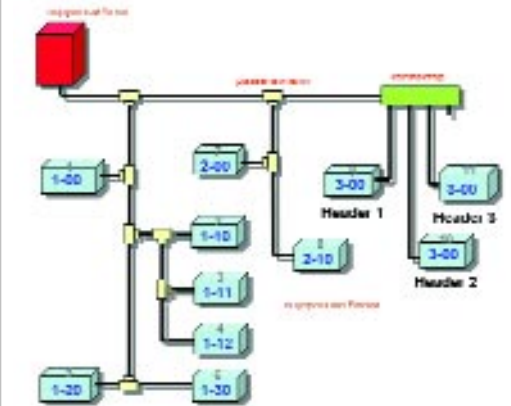


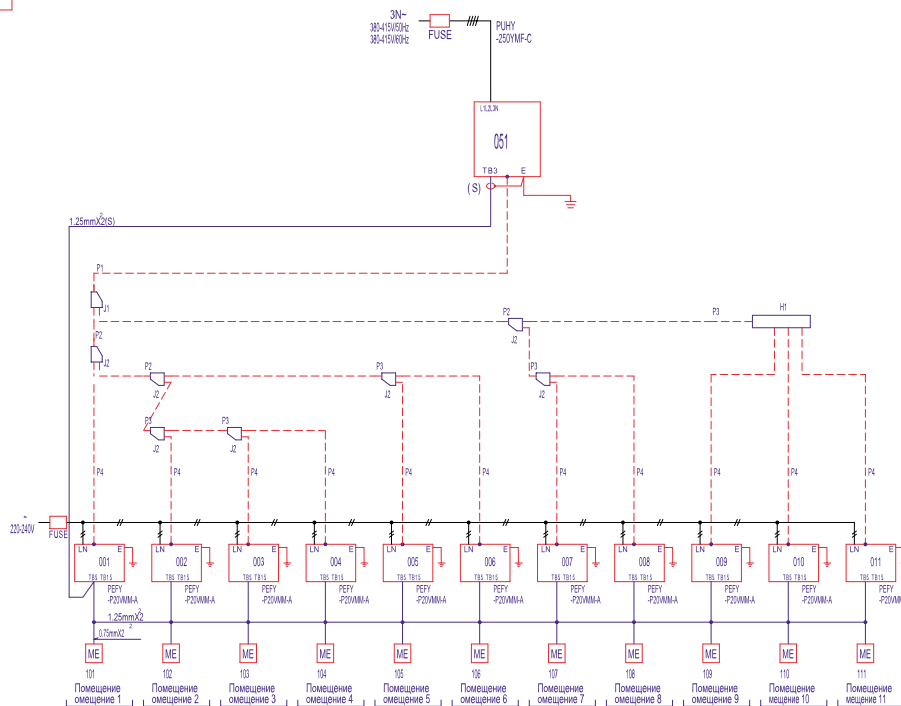
Рис. 2. Пример схемы с тремя уровнями ответвлений

Рис. 3. Результат расчета и схема (AutoCad)

DIAGRAM SYMBOL LEGEND	CONT.No	PAGE 1/1
DISPLAY	DESCRIPTION	
---	POWER WIRE	
---	CONTROL WIRE	
---	REF. PIPE	

PIPING LIST	
UNIT	DESCRIPTION
J1	DNV-Y102-F
J2	DNV-Y102-SF
H1	DNV-Y104-E
UNIT QUALIFICATION	
P1	F12.7P23.58
P2	F12.7P19.05
P3	F9.52P15.88
P4	F6.35P12.7

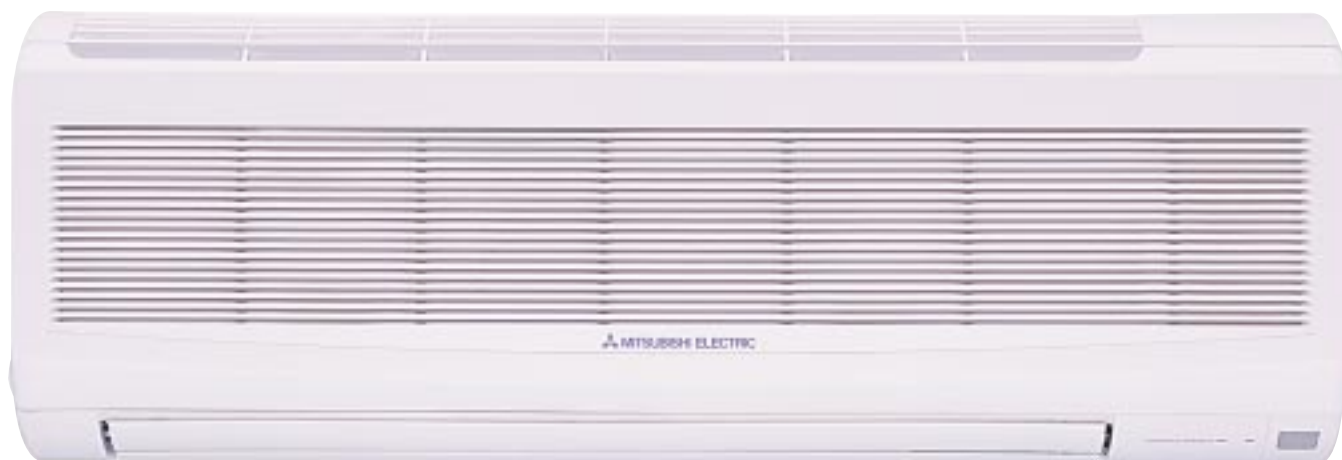
CITY MULTI SYSTEM SCHEMATIC DWG.



REMARKS
1.25mm (16 AWG) : 1.25mm (16 AWG) or more.
0.75mm (20 AWG) : between 0.5mm (24 AWG) and 0.75mm (20 AWG).

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
PREPARED ON 03.03.2003

НОВАЯ ГАММА БЫТОВЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ



В 2003 году в Европе вступает в силу очередная директива, посвященная кондиционерам. Теперь кондиционеры, так же как годом раньше холодильники, будут подразделяться на 4 категории, исходя из показателя энергоэффективности. Каждый кондиционер, выставленный в шоу-руме или на выставке, в обязательном порядке должен иметь табличку с указанием класса, к которому он относится. Очевидно, что подобное требование заставило большинство производителей поработать над эффективностью своей техники.

Для того, чтобы соответствовать классу А, компания Мицубиси Электрик разработала новую гамму бытовых кондиционеров. Новая серия MSC-A-WV представлена тремя моделями 7000, 9000 и 12000 БТУ. Как и все оборудование, разрабатываемое в последнее время для европейского рынка, эти кондиционеры работают на хладагенте R410A. Внешне модели MSC-A-WV несколько отличаются от серии RV-, однако Мицубиси Электрик ограничились лишь незначительными изменениями передней решетки. Компания

принципиально придерживается своего взгляда на дизайн кондиционеров: «лучший кондиционер тот, который незаметен».

По сравнению с серией RV-, которая до последнего времени имела самый низкий уровень шума, в моделях 7000 и 9000 БТУ уровень понижен еще на 1 децибел, а в модели 12000 БТУ сразу на 3 дБ.

И, разумеется, новая линейка имеет повышенный коэффициент производительности. Ниже приводятся основные характеристики кондиционеров.

Система	MSC-A07WV	MSC-A09WV	MSC-A-12WV
Холодопроизводительность, кВт	2.3	2.55	3.45
Теплопроизводительность, кВт			
(с наружным блоком MUH-A-WV)	2.5	3.05	3.9
Потребляемая мощность, Вт	Охлаждение	710	1060
	Обогрев	690	1080
Коэффициент производительности	Охлаждение	3.24	3.27
	Обогрев	3.62	3.63
Внутренний блок	MSC-A07WV	MSC-A09WV	MSC-A-12WV
Расход воздуха мин.-сред.-макс., м3/ч	276-373-474	306-384-474	324-444-582
Габариты ШxВxТ, мм	815x278x217	815x278x217	815x278x217
Вес, кг	9	9	10
Уровень звукового давления мин.-сред.-макс., дБ(А)	25-31-36	25-31-36	26-33-40
Наружный блок (только охлаждение)	MU-A-07WV	MU-A-09WV	MU-A-12WV
Габариты ШxВxТ, мм	780x540x255	780x540x255	780x540x255
Вес, кг	34	34	36
Уровень звукового давления, дБ(А)	45	45	49
Максимальная длина магистрали, м	20	20	25
Максимальный перепад высот, м	10	10	10
Наружный блок (тепловой насос)	MUH-A-07WV	MUH-A-09WV	MUH-A-12WV
Габариты ШxВxТ, мм	780x540x255	780x540x255	780x540x255
Вес, кг	35	38	40
Уровень звукового давления, дБ(А)	47	49	49
Максимальная длина магистрали, м	20	20	25
Максимальный перепад высот, м	10	10	10

Поставки новых моделей намечены на апрель-май 2003 года.

Как работать с хладагентом R410A?

Уже несколько лет наша компания предлагает две модификации сплит-систем с инверторным приводом компрессора на хладагенте R410A. Модели MSZ/MUZ-A09, 12RV стали пионерами этого модельного ряда, и в течение 1-2 лет планируется перевести всю линейку бытовых кондиционеров, а за ними и серию Mr.Slim, на новый хладагент.

R410A предназначен для замены в новых установках R22 и R13B1. Он представляет собой смешанные в равных массовых долях хладагенты R32 и R125. Ни один из составляющих его компонентов не содержит хлора, поэтому их смесь характеризуется нулевым значением потенциала разрушения озона (ODP). Благодаря повышенной удельной холодопроизводительности стало возможным уменьшить габаритные размеры основных элементов гидравлического контура: теплообменников, трубопроводов и других. К тому же R410A является псевдо-азеотропной смесью, то есть его температура при фазовых переходах практически не изменяется. Поэтому при утечке из системы состав смеси в контуре остается без изменений, что позволяет добавить необходимое количество после ремонта и избежать полной регенерации хладагента. Вместе с этим новый хладагент характеризуется существенно более высокими значениями рабочих давлений в гидравлическом цикле. К примеру, при температуре конденсации 43°C R22 имеет давление 15,8 атм, а R410A – около 26 атм. Поэтому простая замена R22 новым хладагентом исключена и модернизация оборудования требует внесения конструктивных изменений в элементы гидравлического контура для увеличения их прочности. Так же как и хладагент R407C он не растворим в минеральном масле, и предполагает использование синтетического полиэфирного масла.

При установке оборудования на R410A необходимо придерживаться следующих основных рекомендаций, уже знакомых нам по хладагенту R407C:

- не допускать попадания загрязнений в гидравлический контур;
- при пайке трубопроводов они должны быть заполнены инертным или слабовзаимодействующим газом, например, азотом с низким содержанием влаги;
- особенно тщательно производить вакуумирование,
- дозаправку хладагента осуществлять исключительно в жидкой фазе.



Приведем несколько рекомендаций по выполнению вакуумирования, направленного на полное удаление из контура воздуха и влаги. Для того чтобы перевести воду из жидкого в газообразное состояние без нагревания потребуется уменьшить давление в контуре. Чем ниже температура контура (наружного воздуха), тем меньше давление, при котором начнется испарение воды. Соответствующие данные приведены в таблице 1. Следовательно, при вакуумировании остаточное давление в контуре должно быть таким, чтобы температура испарения для этого давления была ниже температуры наружного воздуха.

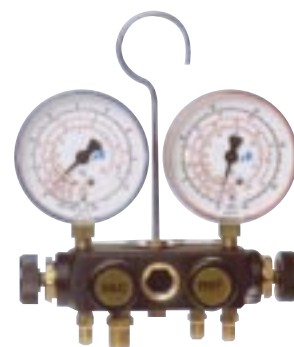
Температура, °C	Давление, мбар
5	9
10	12
15	17
20	23
25	42

Таблица 1. Давление испарения воды при различных температурах воздуха.

Особое внимание следует уделить выбору инструмента. Вакуумный насос может быть как одноступенчатым, так и двухступенчатым, но производительность его должна быть не ниже 4-8м³/ч для систем холодопроизводительностью до 11кВт и 8-15м³/ч для более мощных систем. Преимущество двухступенчатых насосов заключается в возможности достижения более низкого остаточного давления. Для предотвращения попадания минерального масла из насоса в контур холодильной установки он должен быть оснащен специальным клапаном.



Манометрический коллектор должен быть предназначен для R410A, то есть иметь шкалу давление-температура соответствующую этому хладагенту, а также увеличенные диаметры портов для подключения гибких шлангов (ввиду существенных различий термодинамических характеристик R410A и R22, R407C).



Очень важно, что измерение глубины вакуума с помощью манометра низкого давления (до 17 бар) на манометрическом коллекторе недопустимо, поскольку не обеспечивает достаточной точности. Необходим специальный манометр для измерения вакуума, только с его помощью можно правильно измерить остаточное давление и убедиться в отсутствии влаги в контуре.



В целом, если вы следуете этим несложным рекомендациям и работаете профессиональным инструментом, применяя его по назначению, то установка и сервисное обслуживание оборудования на R410A не вызовут сложностей. А пользователи смогут оценить надежность и высокую энергетическую эффективность новых систем кондиционирования.

ДОЗАПРАВКА СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

В практике инженера сервисной службы периодически возникает необходимость в корректировке количества хладагента в контуре холодильной установки. Как известно, оно не поддается прямому измерению, поэтому приходится использовать косвенные параметры, по значению которых можно было бы судить о количестве хладагента.

Сервисные описания на бытовую серию кондиционеров, как правило, кроме массы хладагента в системе и рекомендаций по дозаправке при увеличении длины трубопроводов, содержат еще графики зависимости давления испарения от наружной температуры и влажности (рис. 1).

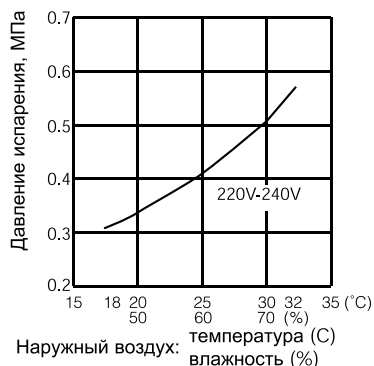


Рис. 1

Эти зависимости строились, исходя из предположения, что температура и влажность воздуха внутри кондиционируемого помещения такие же, как и в точке установки внешнего агрегата, а вентилятор внутреннего блока включен на максимальную скорость. Следуя рекомендациям этого метода, можно с достаточной степенью точности произвести корректировку количества хладагента. Другой способ, который применим к бытовым моделям, заключается в полном удалении фреона из контура (с помощью станции регенерации), вакуумировании и заправке известного количества хладагента. Этот способ более трудоемок, но дает гарантированно правильный результат при любых условиях.

Сложнее решить эту проблему в полупромышленной серии, поскольку в сервисных описаниях можно найти лишь стандартные рабочие параметры. Японские производители руководствуются стандартом JIS B8616 и измерения производят при следующих условиях (таблица 1).

Таблица 1. Стандартные условия по JIS B8616 для полупромышленных систем

Температура наружного воздуха, °C	35 (по сухому термометру) 24 (по влажному термометру)
Температура воздуха в помещении, °C	27 (по сухому термометру) 19 (по влажному термометру)
Длина трубопровода хладагента, м	5

Таким образом, ориентироваться на стандартные рабочие параметры бессмысленно, поскольку реальные условия практически всегда отличаются от стандартных. Остается использовать метод регенерации и заправки по массе, который по-прежнему дает наилучший результат. Но для полупромышленных кондиционеров этот способ осложняется необходимостью регенерировать относительно большое количество хладагента: суммарная заправка может превышать 10кг. В большинстве же случаев стараются избежать этой процедуры и отрегулировать количество хладагента по значению перегрева паров в испарителе и переохлаждению жидкости в конденсаторе. Действительно, этим методом можно добиться оптимальной заправки, но только для тех параметров наружного и внутреннего воздуха, при которых производилась коррекция (рис. 2).

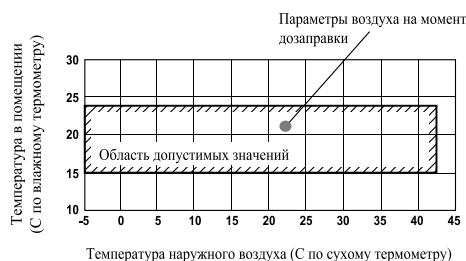


Рис. 2

Еще сложнее было бы произвести дозаправку многозональных систем кондиционирования прямого расширения (так называемые системы VRF), если бы производители не предусмотрели решение этой проблемы. Дело в том, что эти системы могут содержать более 70кг хладагента, регенерировать который достаточно непростое и дорогостоящее мероприятие. К тому же, такие установки оснащены большим количеством элементов регулирования, которые могут изменять параметры системы в процессе дозаправки. Поэтому обычно предусматривается специальный режим, который позволяет производить корректировку.

Предполагается следующая последовательность действий. Во-первых, включить все внутренние блоки системы в тестовом режиме на охлаждение и

активировать функцию корректировки количества хладагента, если таковая предусмотрена. При этом внутренние блоки работают вне зависимости от температуры в помещении, а электронные расширительные клапаны в них функционируют как TRV с фиксированной настройкой. Обычно фиксируется перегрев в 5-7°C. После того как рабочий режим стабилизировался, но не ранее чем через 20-30 минут, можно приступить к оценке параметров и собственно дозаправке. И первое, что стоит проверить, это температуру паров хладагента после компрессора. Если она превышает максимально допустимую для рабочих режимов, то уже это свидетельствует о нехватке хладагента в контуре. Поэтому следует добавить фреон для нормализации температуры паров. Затем проверяют, достаточно ли хладагента для нормального заполнения испарителей. Если величина перегрева превышает целевое значение, то это говорит о том, что фреона все еще недостаточно. Далее нужно проконтролировать значение переохлаждения жидкости в конденсаторе. Обычно оно должно лежать в пределах от 3 до 10°C, но рекомендуется уточнить у производителя область допустимых значений. Если переохлаждение находится вне указанного диапазона, то приводят его в норму путем добавления или удаления части хладагента. Если система имеет дополнительный теплообменник после конденсатора, то проверяют, обеспечивается ли дополнительное переохлаждение: общее переохлаждение в таком наружном блоке должно быть более 15°C. И в заключении, еще раз контролируют температуру паров после компрессора и при обнаружении аномального превышения добавляют хладагент.

К сожалению, описанный метод не может применяться в любых ситуациях. Очевидно, что им нельзя пользоваться вне допустимого диапазона температуры и влажности наружного воздуха и воздуха в помещении. Не подходит он и для погодных условий, когда требуется обогрев помещений. Поэтому в таких случаях рекомендуется обратиться к проверенному и надежному способу заправки количества хладагента в соответствии с расчетом.

Автоматизация работы резервных систем

Установка резервных приборов для поддержания заданных параметров воздуха применяется в случае предъявления повышенных требований к надежности системы кондиционирования. При этом требуется реализовать специальные алгоритмы управления рабочей и резервной системами. Среди них можно выделить основные:

1. включение резервной системы при неисправности основной;
2. выравнивание наработки рабочей и резервной систем для равномерного износа оборудования.

Полупромышленная серия кондиционеров Мицубиси Электрик – Mr. Slim, а также Сити Мульти, имеют дополнительные входные и выходные цепи для подключения внешних систем управления. В таблице 1 представлены обозначения соответствующих разъемов и код заказа ответных частей для них.

На рисунке представлена схема подключения двух кондиционеров Mr. Slim с K-control системой управления. Это могут быть, например, системы с настенными внутренними блоками PK-1,6;2GKL или PKH-1,6; 2GKLH.

Выключатель SA1 предназначен для отключения системы автоматического управления и предоставляет возможность ручной настройки параметров с помощью пультов дистанционного управления (ПДУ). При замыкании SA1 блокируются

ПДУ с помощью контактов реле K1 и подается напряжение на таймер T1, который с равными интервалами времени переключает системы. При возникновении неисправности в любой из систем, между контактами 3 и 5 разъема CN51, расположенного на плате внутреннего блока, устанавливается постоянное

напряжение 12В. А реле K4 и K5 осуществляют включение прибора, который в этот момент является резервным.

Перед включением SA1 следует установить с помощью ПДУ требуемый режим для обеих систем.

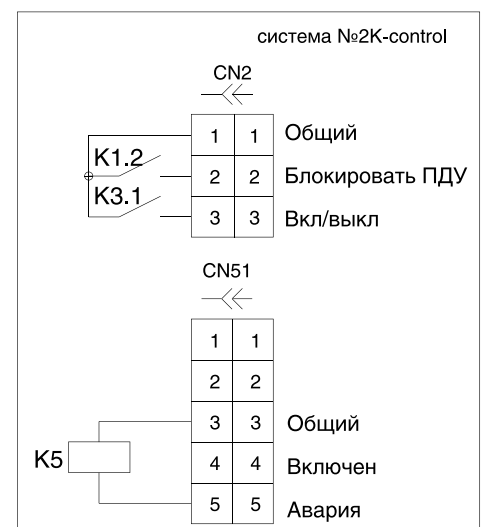
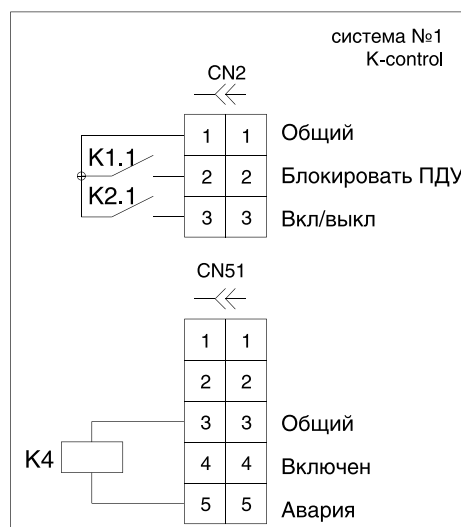
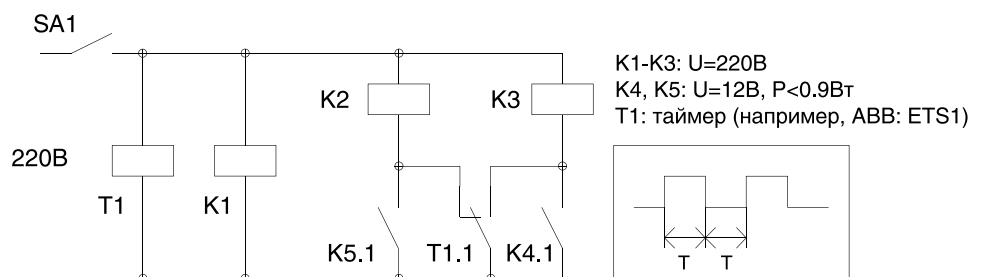


Таблица 1. Входные/выходные цепи для внешних сигналов управления и мониторинга

		Сити Мульти M-NET	K-control	Mr. Slim A-control
Вход	разъем для внешних сигналов	CN32 (внутренний блок)	CN2 (пульт ДУ)	CN32 (внутренний блок)
	ответная часть разъема	PAC-SA89TA	PAC-SA89TA	PAC-SE55RA-E
Выход	разъем для внешних сигналов	CN51 (внутренний блок)	CN51 (внутренний блок)	CN90 (внутренний блок)
	ответная часть разъема	PAC-SA88HA	PAC-SA88HA	PAC-SF40RM-E (TB2)

Mitsubishi Electric в Банке России

В настоящее время Центральный Банк Российской Федерации располагает достаточно большим парком установленных систем кондиционирования воздуха различного назначения. В Банке эксплуатируется техника более 70 различных производителей, многих из которых в настоящее время не существует (самый близкий пример – многочисленный парк «оконников» Бакинского производства). Есть и бесспорные лидеры по числу установленного оборудования – это всемирно известные марки и давние конкуренты – Mitsubishi Electric и Daikin (кондиционеров двух этих производителей установлено более 1000 единиц).

Помещения, в которых установлены кондиционеры в Банке России, можно условно разделить на три категории:

- Офисные помещения и вспомогательные помещения (столовые, помещения медицинских амбулаторий, архивы и т.п.). В основном здесь применяются комфортные сплит-системы, оконные кондиционеры, в больших помещениях – мощные полупромышленные системы, часто канального типа, системы VRF;

- Технологические помещения, связанные непосредственно с осуществлением основных банковских технологий (хранилища ценностей, кассовые помещения и т.п.). Здесь применяются как комфортные, так и полупромышленные сплит-системы, системы вентиляции;

- Технологические помещения, связанные с информационными технологиями, телекоммуникациями (в том числе спутниковыми), энергоснабжением, системой безопасности и защиты информации. В таких помещениях применение комфортной техники недопустимо, активно создаются резервные системы, различные системы удаленного доступа, контроля и мониторинга.

Какие же системы из модельного ряда Mitsubishi Electric применяются в тех или иных помещениях. В помещениях первой из вышеперечисленных категорий Mitsubishi Electric чаще всего представлена мультизональными системами City Multi. Данные системы идеально приспособлены для создания комфортных условий во множестве помещений самого различного размера. Эти системы обладают очень высокой степенью автоматизации, позволяют осуществлять управление с центральных пультов и РС, установленных в диспетчерских пунктах. До 2002 все установленные в Банке России системы City Multi были серии Y (охлаждение или обогрев). Первые две системы R2 с утилизацией тепла были смонтированы в диспансерном отделении Медицинского центра Банка России в Москве. Проектирование и монтаж систем осуществлял официальный партнер Mitsubishi Electric компания «Инженерные системы и сервис». Систем серий RAC (бытовые) и Mr.Slim (полупромышленные) в таких помещениях эксплуатируется немного; из-за сильного значения ценового параметра в основном применяются системы более дешевых производителей

В помещениях, назначение которых связано с обработкой денежной наличности (вторая категория согласно нашей классификации) компания Mitsubishi Electric представлена достаточно мощ-

но, в основном полупромышленными сплит-системами Mr.Slim и полупромышленными системами приточно-вытяжной вентиляции Lossnay. Требования к притоку свежего воздуха в такие помещения определяют конфигурацию оборудования – очень часто Lossnay и Mr.Slim работают в паре, нередко случаи монтажа систем кондиционирования с организацией притока свежего воздуха (такой функцией в частности обладают кассетные блоки серии Mr.Slim и City Multi). Последняя категория помещений – это, без преувеличения, стихия полупромышленной серии Mr.Slim. Оборудование ни одного из конкурентов не удовлетворяет настолько идеально специфике данных помещений. Необходимо пояснить, что применение систем кондиционирования воздуха в технологических помещениях в Банке России регла-

ментировано помимо



действующих в

России строительных норм и правил еще и множеством внутриведомственных нормативных актов. Так существующие «Ведомственные нормы проектирования систем кондиционирования воздуха технологических помещений Банка России» определяют в качестве обязательных следующие требования:

- возможность работы в круглосуточном и круглогодичном режиме в помещениях с временным пребыванием персонала;
- автоматическое включение кондиционеров в работу при восстановлении электропитания после его пропадания (т.н. «авторестарт»);
- наличие в кондиционере системы самодиагностики с возможностью отображения кодов неисправностей в сервисном режиме;
- работа при низкой температуре наружного воздуха;
- 50% резервирование систем кондиционирования установленных в помещении по системе 2+1, с автоматическим включением резервного кондиционера при аварии одного из основных или при внезапном повышении температуры в помещении выше заданной (в проектных решениях раз-

решено обоснованное применение схемы 1+1 со 100% резервированием по компоновочным или экономическим соображениям);

- не более чем 30% превышение холодопроизводительности основного кондиционера (кондиционеров) над суммарной тепловой нагрузкой в помещении.

Кондиционеры серии Mr.Slim фирмы Mitsubishi Electric полностью удовлетворяют всем этим требованиям, а широкий модельный ряд дает дополнительные конкурентные преимущества. Дело в том, что основная масса технологических помещений имеет уровень тепловой нагрузки 4-6 кВт и весьма скромные габариты. В большинстве случаев установка внутренних блоков компоновки отличной от классической настенной не представляется возможной. Здесь-то и выясняется, что у кондиционеров Mitsubishi Electric в полупромышленной настенной линейке есть кондиционеры мощностью 1,6; 2 и 2,5 HP (4,3; 5,5; 6,4 кВт соответственно). А, скажем, настенная полупромышленная линейка Sky Air фирмы Daikin начинается с блоков холодопроизводительностью 7,1 кВт, что часто превышает уровень тепловых нагрузок более, чем на 50%. В этих условиях конкуренты вынуждены адаптировать комфортные сплит-системы для работы в помещениях, для которых они не предназначены, да и цена таких «адаптированных» систем зачастую становится выше, чем на полупромышленный Mr.Slim. Стоит ли удивляться после этого тому, что всего в технологических помещениях Банка России установлено более 300 единиц полупромышленного оборудования Mitsubishi Electric.

Второй отличительной чертой техники Mitsubishi Electric является высокая степень автоматизации оборудования – системы авторестарта и самодиагностики неисправностей являются стандартными функциями, большинство полупромышленных кондиционеров также стандартно на заводе оснащаются системами всесезонной эксплуатации. В настоящее время наметилась тенденция по включению в состав систем кондиционирования различных аппаратно-программных средств для осуществления удаленного доступа и мониторинга. И здесь кондиционеры Mitsubishi Electric выглядят вполне достойно, а новые модели на озонобезопасном холодильном агенте R407C оснащаются необходимыми адаптерами для удаленного доступа стандартно. Высочайшее качество и надежность кондиционеров Mitsubishi Electric (менее 5% отказов в год при большом парке установленной техники и нерегламентированных условиях эксплуатации) в 1999 году было подтверждено решением Технического Совета Банка России, рекомендовавшего установку кондиционеров этой марки в помещениях Банка России. На очередном Техническом Совете в августе 2002 года это решение было подтверждено вторично. Это по-настоящему высокая оценка качества кондиционеров Mitsubishi Electric, если учесть, что в настоящее время кондиционеры только четырех марок (из них две – это специфическое прецизионное оборудование) удостоены такой оценки.

Алексей Шапошников

КОРПОРАТИВНЫЕ НОВОСТИ

■ Мицубиси Электрик предлагает новые контроллеры обработки звукового сигнала для аудио, видео, PC и домашних кинотеатров

Саннивейл, Калифорния, 25 февраля 2003 года — Корпорация Мицубиси Электрик представила два новых многоканальных контроллера, предназначенных для аудио-видео усилителей и приемников следующего поколения. Эти устройства обладают на 4дБ более широким динамическим диапазоном, чем их предшественники. Гармонические искажения снижены до 0.005 процентов, а уровень шума до 1.5микроВ.

■ Мицубиси Электрик выигрывает тендер с Misty1 и Camellia

Токио, 27 февраля 2003 года — Европейский проект под названием NESSIE (Новые европейские схемы для подписей, шифрования и безопасности) одобрил новые коды, разработанные корпорацией Мицубиси Электрик. По мнению экспертов 64-битный код MISTY1 и 128-битный код CAMELLIA являются исключительно удобными и используют надежнейшие криптографические алгоритмы. Код MISTY1 стал единственным победителем открытого конкурса, а CAMELLIA была выбрана наряду с кодом AES, который является правительственным стандартом в США.

Мицубиси Электрик серьезно занимается разработками в области безопасности с 1996 года. В 2000 году код KASUMI, являющийся частью MISTY1, стал обязательным стандартом мобильной связи третьего поколения W-CDMA. В том же 2000 году Мицубиси Электрик совместно с компанией NTT разработали

код CAMELLIA. В настоящее время Мицубиси Электрик предоставило эти коды на рассмотрение в такие международные организации, как ISO, NESSIE и CRYPTREC. Министерство Экономики, Торговли и Промышленности Японии официально одобрило MISTY1 и CAMELLIA для использования в правительстве. Вероятно положительное решение NESSIE подтолкнет ISO к тому, чтобы также признать коды, разработанные Мицубиси Электрик. В таком случае эта технология шифровки станет наиболее популярной во всем мире.

■ Мицубиси Электрик начало поставки 350 МГц 18-битной сетевой статического ОЗУ с ультраширокой 72-битной шиной

Саннивейл, Калифорния, 25 февраля 2003 года — По мере развития технологий широкополосной связи американское подразделение корпорации Мицубиси Электрик постоянно предлагает на рынок все новую продукцию. Недавно было объявлено о выходе 18-битного сетевого статического ОЗУ (СОЗУ) SigmaRAM™, которое имеет скорость 350МГц и ширину шины 72 бит. Новое устройство предлагает вдвое большую эффективность и потребляющую скорость проочки данных — 25 гигабит в секунду, что делает его идеальным выбором для широкополосных сетей и телекоммуникационных систем, например для маршрутизаторов.

Архитектура SigmaRAM характеризуется очень высокой скоростью, чрезвычайно низким временем доступа, высокой плотностью, высокой стойкостью к помехам и большой шириной шины. Помимо этого, архитектура SigmaRAM позволяет обновлять устройства, где инкорпорировано СОЗУ, следующими разработками по мере их выхода.

■ Мицубиси Электрик представляет новое семейство GaAs полевых транзисторов с высокой линейностью характеристик

Саннивейл, Калифорния, 25 февраля 2003 года — Компания Мицубиси Электрик & Электроникс, США, представила два новых устройства из семейства силовых GaAs транзистора. Эти устройства демонстрируют уникальную линейность характеристик в диапазоне частот от сотовых до U-NII (5725-5825 ГГц). Специальный пластиковый корпус улучшает рассеяние тепла, что позволяет применять его радиочастотных устройствах и повышает надежность. Компактные размеры — всего 4.5x3.4 мм позволяют использовать эти изделия в самых различных приложениях.

«Заказчики, которые используют сложные схемы модуляции, оценят линейность характеристик и компактность нашего нового семейства», говорит Брайен Гув, менеджер по маркетингу Мицубиси Электрик & Электроникс. «Кроме того, привлекательная цена делает эти устройства незаменимыми для таких приложений, как беспроводные локальные сети, усилители сигналов, башенные антенны».

ФОРМУЛА ЖИЗНИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ О КОНДИЦИОНЕРАХ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Если Вы хотите получать этот журнал, пришлите название своей организации, полный почтовый адрес и краткое описание рода деятельности по факсу или по электронной почте в Представительство Мицубиси Электрик. Мы будем рады получить от наших читателей статьи об использовании кондиционеров Мицубиси Электрик, особенностях их эксплуатации, установки и т.п. Мы разместим эти статьи в нашем журнале с указанием автора.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
МИЦУБИСИ ЭЛЕКТРИК В МОСКВЕ
ФАКС: (095) 721 20 71
E-mail: aircon@mitsubishi-electric.ru
www.mitsubishi-aircon.ru

Ежеквартальный специализированный журнал «ФОРМУЛА ЖИЗНИ»
Зарегистрирован Комитетом РФ по печати.
Регистрационный номер:
ПИ №77-5008 от 17.07.2000
Тираж: 2500 экз.
Главный редактор: Екатерина Пронина
Дизайн, верстка:
Милена Ешич, Михаил Казиник
Распространение:
Бесплатная рассылка по России, странам СНГ и Балтии: коммерческие и проектные организации.

