

# ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННЫХ МУЛЬТИЗОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

В технологическом плане современные мультizonальные системы кондиционирования ушли далеко вперед по сравнению с первыми образцами. В рамках данной статьи мы провели обзор последних инноваций в сфере VRF-систем.

Изменения в мультizonальных системах кондиционирования происходят из года в год: оптимизируется холодильный контур, совершенствуются компрессоры и теплообменники, улучшаются алгоритмы работы. Кроме того, наращивается мощность наружных блоков и общая производительность системы, повышается энергоэффективность оборудования.

## Битва компрессоров

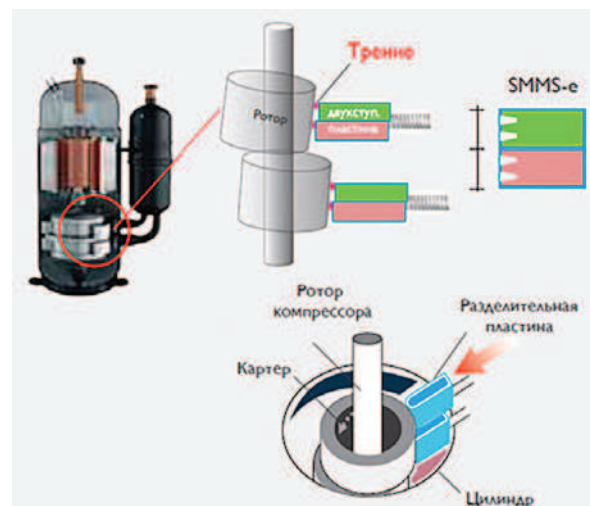
Компрессор — главный конструктивный элемент любой холодильной машины, он же — основной потребитель электроэнергии в кондиционере. Это самый сложный и технологичный, а значит, самый дорогостоящий компонент.

Основные технологии изготовления компрессоров отработаны годами, и концептуально новых решений ожидать не приходится. А вот различные мелочи подвергаются доработке постоянно.

Компания Toshiba в VRF-системах девятого поколения SMMS-e анонсировала двухроторный компрессор постоянного тока с расширенным диапазоном скоростей вращения вала. В новых компрессорах увеличен рабочий объем цилиндра компрессора — до 64 кубических сантиметра, что позволило повысить производительность устройства.

Для разграничения потоков хладагента с высоким и низким давлением в роторных компрессорах используется разделительная пластина. В оборудовании Toshiba на пластины нанесено алмазоподобное покрытие. Особое внимание инженерами компании уделено проработке точек контакта разделительной пластины и ротора компрессора. За счет более плотного их прилегания снижен процент перетечек, что повышает общую эффективность системы (рис. 1).

Мультizonальные системы MULTI V5 от компании LG оснащены инверторным компрессором 5-го поколения, также характеризующимся более широким диапазоном частоты вращения — от 10 до 165 герц вместо 15–150 герц. Расширение диапазона позволяет повысить эффектив-

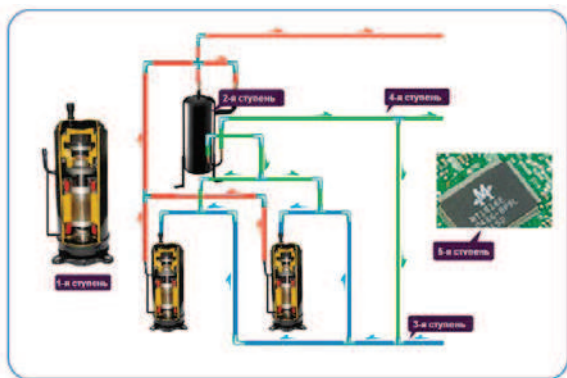


*Рис. 1. Разделительная пластина с алмазоподобным покрытием в компрессорах VRF-систем Toshiba SMMS-e лучше прилегает к ротору компрессора, что снижает перетечки хладагента из зоны высокого давления в зону низкого давления*

ность работы оборудования при частичной нагрузке системы.

Также в компрессорах MULTI V5 использованы подшипники на основе полиэфирэфиркетона — материала, пришедшего в климатическую технику из авиапромышленности и позволяющего существенно продлить длительность работы оборудования без дополнительной смазки. Во избежание поломки из-за отсутствия масла инженеры оснастили оборудование функцией Smart Oil Control, отслеживающей количество смазывающего вещества в реальном времени и запускающей режим возврата масла только при необходимости. Кроме того, при недостаточности смазки или при некорректном ее возврате в картер компрессора работа оборудования может быть остановлена.

Наружные блоки серии MVS FDC компании Dantex также оснащены инверторными компрес-



**Рис. 2.** 5 ступеней регулирования масла в VRF-системах серии MVS FDC компании Dantex:  
 1) масляный отделитель внутри компрессора обеспечивает отделение масла внутри компрессора; 2) центробежный масляный отделитель обеспечивает возврат масла, отделенного от нагнетаемого хладагента, обратно в компрессор; 3) технология баланса масла между компрессорами обеспечивает равномерное распределение масла для поддержания стабильной работы компрессоров; 4) технология баланса масла между блоками в модуле обеспечивает равномерное распределение масла между наружными блоками; 5) программа автоматического интеллектуального управления системой возврата масла

сорами, работающими от двигателей постоянного тока. По данным Dantex, такое решение позволяет снизить потребление электроэнергии на величину до 25% в зависимости от режимов работы оборудования. Также компрессоры Dantex оснащены пятиступенчатой системой регулирования количества масла, которая предусматривает как отделение масла от хладагента на выходе из компрессора, так и распределение масла между разными компрессорами и блоками (рис. 2).

Для экономии энергии подогрев компрессора мультizonальных систем City Multi G6 от компании Mitsubishi Electric осуществляется с помощью статорных обмоток электродвигателя компрессора, а не греющим кабелем или лентой, обмотанными вокруг картера, как это делается обычно.

При этом используются инверторные компрессоры с широтно-импульсной модуляцией с перемодуляцией. Данная технология обеспечивает увеличение выходного напряжения инвертора при высокой частоте вращения приводного электродвигателя компрессора. Сами компрессоры — спирального типа с оптимизированным профилем спиралей. В сумме обе технологии также вносят свой вклад в высокую энергоэффективность систем City Multi G6.

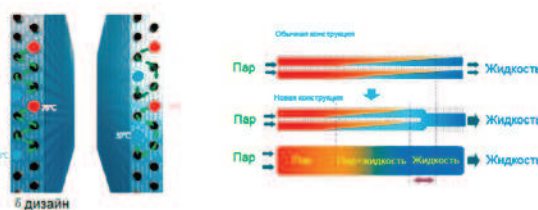
Спирали компрессоров мультizonальных систем Daikin Hi-VRV на 20% выше и на 50% тоньше, чем в устройствах предыдущего поколения. Сохранить и даже увеличить прочность изделия при этом позволила новая технология — тиксолитье (литье из полурасплавленного состояния).

### Эффективный теплообмен

Второй по важности элемент в системах кондиционирования — теплообменные аппараты. Они не потребляют энергии и не имеют движущихся частей, но влияют на эффективность работы любого холодильного контура.

В классическом теплообменнике разность температур между входящими потоками воздуха и хладагента — около 10 °С. Изменение этой величины всего на 1 °С ведет к изменению эффективности кондиционера сразу на 3% — такова физика холодильных систем. Именно поэтому особую важность имеет правильный выбор теплообменных аппаратов, их проектирование, моделирование и отработка технологического процесса их изготовления.

Новая конструкция оребрения трубчато-ребристых теплообменников VRF-систем Dantex позволила увеличить поверхность теплообмена и снизить аэродинамическое сопротивление. Для повышения эффективности теплообмена на оребрение нанесено гидрофильное покрытие, а в трубках предусмотрены внутренние насечки. Благодаря изменению размеров самих трубок инженерам



**Рис. 3.** Новая компоновка трубчато-ребристых теплообменников Dantex ускоряет конденсацию хладагента

из Dantex удалось достичь более быстрой конденсации хладагента (рис. 3).

В системах Toshiba SMMS-e установлен новый трехрядный теплообменник, секции которого расположены по всем четырем сторонам наружного блока. За счет перехода с двухрядной архитектуры на трехрядную инженерам удалось достичь увеличения площади теплообмена на 13%. А четырехстороннее размещение секций обеспечивает более равномерный обдув теплообменника и повышает его эффективность.

Также в теплообменниках Toshiba SMMS-e использованы трубки более мелкого диаметра по сравнению с ранними моделями, а сам конденсатор разделен на две секции, чтобы при неполной нагрузке на кондиционеры была задействована только одна из секций.

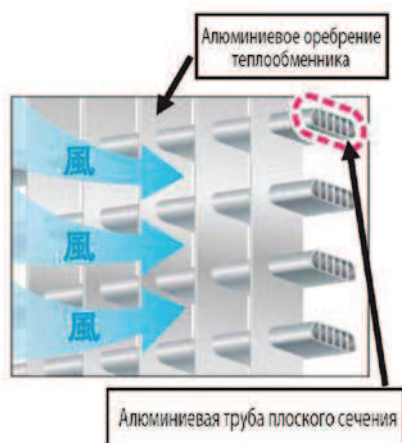
На теплообменники LG MULTI V5 нанесено сертифицированное черное антикоррозионное покрытие Ocean Black Fin с двойной защитой — от агрессивных веществ (соль, песок) и от промышленных загрязнений (рис. 4). Как и в Toshiba SMMS-e, в LG MULTI V5 конденсатор наружного блока также является четырехсторонним.



*Рис. 4. Черное антикоррозионное покрытие Ocean Black Fin обеспечивает VRF-системам LG MULTI V5 двойную защиту от окружающей среды и позволяет система работать в условиях загрязненного воздуха*

Четырехсторонние трехрядные теплообменники использованы и в наружных блоках мультизональных систем Daikin Hi-VRV. Это способствовало снижению гидравлического сопротивления движению хладагента, а ушаченное ребрение позволило увеличить площадь теплообмена на 50%.

В системах с переменным расходом хладагента City Multi G6 от компании Mitsubishi Electric используются теплообменники с алюминиевыми трубками плоского сечения. По мнению инженеров компании, такая конфигурация позволяет повысить эффективность теплообмена и коррозионную стойкость теплообменного аппарата. Последнее достигается за счет отсутствия меди, образующей с алюминием гальваническую пару.



*Рис. 5. Конденсаторы VRF-систем City Multi G6 от компании Mitsubishi Electric имеют алюминиевые трубки плоского сечения с внутренним ребрением и алюминиевые ребра. Использование в конструкции теплообменника только алюминия (без меди) повышает коррозионную стойкость теплообменного аппарата*

Сами плоские трубки при этом имеют внутреннее ребрение, что увеличивает площадь поверхности контакта хладагента и теплообменника и улучшает теплообмен (рис. 5).

Кроме того, инженеры Mitsubishi Electric отметили, что расход воздуха через единицу площади теплообменника изменяется по высоте наружного блока и достигает своего максимума в верхней части конденсатора, расположенной ближе к вентилятору. В компании приняли решение изменить схему движения хладагента в наружном блоке так, чтобы горячие после компрессора трубки размещались в верхней части конденсатора и их охлаждение происходило быстрее. При этом в нижней части конденсатора увеличивается зона переохлаждения сконденсированного хладагента.

О распределении трубок в конденсаторе подумали и в компании Daikin. Здесь основной задачей было избежать передачи тепла от горячего газа в начале теплообменника к охлажденной жидкости в конце него. Новый формат теплообменника был назван E-pass и, по данным компании, имеет на 3% большую эффективность, чем прежние модели.

### **Контроль температуры воздуха в помещении**

Борьба производителей идет и в направлении поддержания заданной температуры в помещениях. Как известно, мультизональные системы кондиционирования обеспечивают одновременное охлаждение до 80 помещений одновременно, причем некоторые из них находятся в более выгодных условиях по сравнению с другими (меньше теплоизбытков, короче трасса, другие настройки на пульте управления). Одной из задач VRF-системы является грамотное распределение энергии холода между этими помещениями.

В системы LG MULTI V5 внедрена функция одновременного контроля температуры и влажности (Dual Sensing Control), которая позволяет отслеживать основные параметры для более эффективного охлаждения или нагрева воздуха в помещении, а также обеспечивать режим комфортного охлаждения — без резких колебаний температуры.

Системы Mitsubishi Electric City Multi G6 оснащены алгоритмом изменения температуры кипения хладагента в зависимости от тепловой нагрузки. Так, если система кондиционирования нагружена не полностью, температура кипения автоматически повышается за счет снижения частоты вращения вала компрессора, что является для последнего более эффективным режимом работы.

По данным компании Toshiba, разработанная ими интеллектуальная система управления гарантирует, что в каждом помещении будет точно поддерживаться желаемая температура, независимо от типа внутренних блоков, длины трассы и перепада высот (рис. 6). Это достигается за счет непрерывного контроля показаний датчиков расхода хладагента и изменения проходного сечения в регулируемых вентилях.

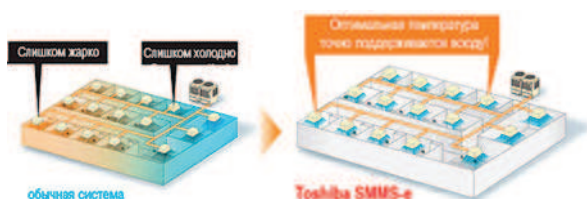


Рис. 6. В мультizonальных системах Toshiba SMMS-e реализована система равномерного охлаждения помещений, даже если некоторые из них находятся в более выгодном положении по сравнению с другими

В VRF-системах Dantex предусмотрена технология ночной бесшумной работы блоков. Она позволяет регулировать нагрузку и уровень шума в зависимости от времени использования. Также отметим интеллектуальную функцию оттайки, работающую на основании фактических данных, исключая расход электроэнергии, когда это не требуется.

### Общая мощность VRF-систем и длина трасс

По поводу необходимости увеличения мощности мультizonальных систем кондиционирования мнения специалистов расходятся. Одни говорят, что современные VRF-системы способны обеспечить холодом даже крупные объекты, а одна система покрывает большую площадь, нежели «мультizonалки» предыдущих поколений. Другие заявляют, что за наращивание мощности приходится расплачиваться снижением энергоэффективности и общей гибкости системы. Тем не менее в настоящее время производители активно увеличивают холодопроизводительность оборудования.

Максимальная мощность одного наружного блока Toshiba SMMS-e составляет 16,18 киловатта (22 л.с.), а общая мощность системы может достигать 44,13 киловатта. Максимальная мощность наружного блока в системах Daikin VRV IV и Mitsubishi Electric City Multi G6 составляет 14,71 киловатта (20 л.с.), у LG MULTI V5–19,12 киловатта (26 л.с.).

Также все производители увеличили длины допустимых трасс и перепадов высот VRF-систем. Суммарная длина всех участков фреонпровода Mitsubishi Electric City Multi G6 достигает километра, самый длинный участок от наружного блока — 165 метров, максимальный перепад высот — 50 метров (может быть увеличен до 90 метров при определенных условиях).

Daikin Hi-VRV работает с трассами общей длиной до 1000 метров, максимальной длиной участка 165 метров, перепадом высот между внутренним и наружным блоками 90 метров, а между внутренними — 30 метров.

В системах Toshiba SMMS-e максимальная длина всех трасс составляет 1000 метров, перепад высот между внутренними и наружными блоками — 90 метров, между внутренними — 40 метров, что, по заверениям компании, является лучшим показателем в отрасли.

VRF-система MVS FDC компании Dantex характеризуется общей максимальной длиной трубопроводов 1000 метров, самым длинным трубопроводом в 175 метров и перепадом высот до 90 метров.

### Диапазон допустимых наружных температур

Сегодня практически все производители заявляют о расширении диапазона наружных температур, при которых могут эксплуатироваться мультizonальные системы кондиционирования.

Наружные блоки часто ставятся на темные (черные) покрытия, будь то асфальт на уровне земли или темная кровля здания. В подобных условиях реальная температура воздуха, обдувающего конденсатор, выше температуры воздуха из прогноза погоды. Какая будет температура конденсации при этом? Сможет ли холодильный контур системы штатно отработать в таких условиях?

Кроме того, внешние блоки VRF-систем иногда устанавливаются в ниши — на балконы, в технические помещения или коридоры с выходом на улицу, в подземные автостоянки. Движение наружного воздуха в таких условиях затруднено, что также способствует повышению температуры конденсации.

Наконец, встречаются объекты, где эти два фактора совмещены.

Чтобы система кондиционирования работала надежно, ее изначально проектируют с учетом сложных климатических условий. VRF-система Toshiba SMMS-e работает при температурах от  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+46\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Применение новых теплообменников в системах Mitsubishi Electric City Multi G6 позволило, по данным компании, увеличить максимальную температуру наружного воздуха в режиме охлаждения с  $+46\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+52\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Блоки серии MVS FDC компании Dantex работают в штатном режиме при температурах от  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+48\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Особые функции

У каждой из VRF-систем есть свои собственные особенные функции. Системы Daikin Hi-VRV оснащены алгоритмом проверки герметичности контура хладагента. Также предусмотрена автоматическая заправка системы: вместо расчета массы дополнительного хладагента и заправки с использованием весов достаточно просто подсоединить баллон с хладагентом к наружному блоку, и заправка произойдет автоматически.

Для упрощения проектирования и монтажа в Daikin разработали унифицированную трубопроводную систему REFNET — комплекс выполненных из меди разветвителей, коллекторов и тройников, а также готовых теплоизолирующих изделий для них, которые заведомо точно подходят для выполнения всех соединений при сборке системы. Подвод трубопроводов к наружному блоку возможен с любой из четырех сторон.

В наружных блоках Mitsubishi Electric City Multi G6 применен новый направляющий аппарат осевого вентилятора, который повышает статиче-

ское давление воздуха на выходе. С точки зрения холодильного контура отметим наличие переохладителя.

Для VRF-систем Toshiba SMMS-e разработана программа для мобильных телефонов на базе Android, позволяющая проводить полную диагностику оборудования. Связь телефона с оборудованием осуществляется по протоколу NFC. Вентиля, регулирующие подачу хладагента во внутренние блоки, спроектированы таким образом, чтобы снизить любой шумовой эффект, возникающий в процессе регулирования потока.

Наружные блоки Dantex MVS FDC оснащены панелью управления, которая подвешена на навесах и может быть повернута на угол до 150° для удобства доступа. Пульт центрального управления в этих системах может подключаться со стороны как внутренних, так и наружных блоков.

LG Multi V5 имеют особым образом спроектированные лопасти вентиляторов: кромка лопасти в форме плавников горбатого кита, а профиль лопасти в форме ракушки гребешка. Кроме того, в систему интегрирован модуль анализа погодных условий и адаптации к ним.

### **Вместо заключения: зачем пластине напыление?**

На первый взгляд может показаться, что лишние два процента эффективности или сэконом-

ленные полкиловатта электроэнергии не стоят затраченных инженерами и конструкторами усилий.

Но каждая новая технология, будь то напыление на пластине или ребрение на трубке, обеспечивающие даже доли процентов преимущества, круглосуточно работая день за днем позволяет заметно опередить конкурентов.

Как видно из обзора, соперничество разработчиков мультizonальных систем кондиционирования ведется на уровне «микротехнологий» — совершенствования каждого отдельно взятого узла.

Если технология изготовления спирального компрессора как такового отточена, то акцент смещается в сторону профилирования спиралей и их покрытия. Если общая конструкция теплообменника сомнений не вызывает, то внимание уделяется сечению и профилю трубок, частоте, толщине и профилю ребер.

Совокупность всех этих мелочей и позволяет выигрывать в тех или иных условиях. Для каждого объекта найдется своя «идеальная» система кондиционирования. Задачей проектировщиков при этом является грамотный анализ преимуществ каждой из них.

**Юрий Хомутский,**  
технический редактор журнала  
«Мир климата»



# СТАНЬ ПРОФЕССИОНАЛОМ!

ОБУЧЕНИЕ И ТРУДОУСТРОЙСТВО В КЛИМАТИЧЕСКОМ БИЗНЕСЕ




## ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ:

- Монтаж систем кондиционирования и вентиляции;
- Сервис и ремонт бытовых, промполупромышленных СКВ;
- Руководитель сервисного центра;
- Основы проектирования СКВ и холодильных центров;
- Автоматизация и диспетчеризация СКВ;
- Менеджер по продажам климатического оборудования.

**125499, г. Москва,**  
**Кронштадтский бульвар, д. 35Б**

**тел. (495) 225-22-42**  
**www.hvac-school.ru school@apic.ru**