



Курс лекций
«Кондиционеры фирмы DAIKIN»
к.т.н. Штейн А.С.

Москва – 2003

1. Введение

Фирма **DAIKIN** пользуется всемирной репутацией благодаря 75-летнему опыту по разработке и производству высококачественных кондиционеров воздуха для промышленного, коммерческого и бытового применения. Оборудование фирмы **DAIKIN** продаваемое в Европе производится как на головном заводе в Японии, так и на филиале фирмы **DAIKIN** - заводе в Остенде (Бельгия). С 1-го января 1995 г все оборудование фирмы **DAIKIN**, продаваемое в Европе отвечает европейским нормам, что гарантирует безопасность изделий. На все оборудование, поставляемое ДАИЧИ от **DAIKIN**, имеются российские сертификаты, гарантирующие качество продукции.

1.1.Классификация кондиционеров DAIKIN

По назначению и конструктивному исполнению **DAIKIN** классифицирует свои кондиционеры следующим образом.

Split-system только охлаждение

Индивидуальные двухблочные кондиционеры для создания микроклимата в жилой комнате или офисном помещении.

Split-system тепло/холод.

Тоже, но кондиционеры обеспечивают как охлаждение, так и подогрев помещения.

Sky-series только охлаждение

Серия включающая расширенную номенклатуру типов внутренних блоков (настенные, напольные, кассетные, канальные) и увеличенный диапазон холодопроизводительностей. В данной серии возможно подключение к одному наружному двух, трех или четырех внутренних блоков.

Sky-series тепло/холод

Тоже, но кондиционеры обеспечивают как охлаждение, так и подогрев помещения.

Multi-split system только охлаждение

Серия позволяющая подключать к одному наружному несколько внутренних блоков, обслуживающих несколько помещений и имеющих индивидуальное регулирование параметров по каждому помещению.

Multi-split system тепло/холод

Тоже, но кондиционеры обеспечивают как охлаждение, так и подогрев помещений.

VRV система

Серия с высокой единичной холодопроизводительностью наружных блоков и большим числом подключаемых внутренних блоков. С наиболее широким спектром функциональных возможностей и высокой экономичностью в работе.

Система вентиляции VAM

Приточно-вытяжная рекуперативная установка, которая может быть включена в систему вентиляции и кондиционирования здания с единой автоматизированной системой управления.

Шкафные кондиционеры

Кондиционеры технологические, предназначенные для решения специальных задач. Выполняемые как в моноблочном, так и в двухблочном исполнении.

Чиллеры

Чиллеры (водоохлаждающие машины) - устройства для охлаждения воды или других жидких теплоносителей, используемых в системах охлаждения или кондициони-

рования. Установки выпускаются в очень широком диапазоне холодопроизводительности от 15 до 700 кВт и более.

1.2. Комфортное кондиционирование

1.2.1. Особенности кондиционирования жилых и офисных помещений.

Жилые и офисные помещения оборудуются системами комфортного кондиционирования. Для помещений этого назначения установлены нормативные значения температуры, влажности, скорости движения воздуха, уровни шума.

Квартира как объект кондиционирования. Нормативные данные по жилым помещениям не требуют обязательного оборудования этих помещений кондиционерами. Поэтому квартиры изначально ими не оборудуются и приходится встраивать кондиционеры в помещение с существующим инженерным оборудованием. Как правило, квартира оборудована только вытяжной естественной вентиляцией из санузла и кухни. Приток воздуха в квартиру неорганизован и осуществляется через неплотности окон, дверей, через форточки.

Установка кондиционера обеспечивает поддержание комфортных температур в летнее время (охлаждение) и в переходный период времени (подогрев) при температурах наружного воздуха до -10°C , когда не работает или недостаточна мощность системы отопления.

Влажность воздуха регулируется только в сторону снижения и осуществляется только в летнее время. При желании заказчика поддерживать оптимальный уровень влажности воздуха в зимнее время требуется устанавливать отдельное устройство по увлажнению со своей системой управления.

Могут быть особые требования к очистке воздуха от пыли, табачного дыма, запахов. Решение этих проблем может быть путем выбора модели кондиционера с высокоэффективным фильтром либо доукомплектованием квартиры специальной системой очистки, включающей вентилятор и фильтр. Дополнительное устройство может включать также увлажнитель, обеспечить деодорирование (удаление запахов), одорирование.

Особые требования предъявляются к уровню шума внутренних блоков.

Проблемы шума для небольших по размерам помещений не возникает вследствие малой мощности и малых расходов воздуха. Вентиляторы этих кондиционеров имеют благоприятные характеристики. Сложности могут возникнуть при установке внутренних блоков большой единичной мощности.

Офисные помещения. Типичное офисное помещение имеет площадь на одно рабочее место 4 - 8 м². Оргтехника (компьютер) присутствует на каждом рабочем месте. Имеется подшивной потолок, в пространстве, за которым прокладываются все инженерные коммуникации, в том числе и системы кондиционирования. Уровни тепловых нагрузок выше, чем для жилых помещений, что определяет большую мощность кондиционера при равной площади с жилым помещением.

Температурные требования аналогичны жилым помещениям. При высокой плотности рабочих мест (площадь на одного работника менее 5 м²) очень важно правильно выбрать место расположения внутреннего блока так, чтобы прямые потоки воздуха не были направлены на кого-нибудь из работающих. По этой причине в офисных помещениях часто применяют потолочные или напольные блоки.

1.2.2. Совмещение систем кондиционирования и вентиляции.

Проанализируем пожелание заказчика решить вентиляцию и кондиционирование совместно. Часто встречающееся мнение: достаточно охладить подаваемый в помещение воздух и задача кондиционирования будет решена, в большинстве случаев, оказывается ошибочным. Температуру приточного воздуха можно понизить даже ниже оптимальной температуры, а температура воздуха в рабочей зоне все равно будет выше оптимальной.

Разделим задачу на две самостоятельные вентиляцию и кондиционирование: снабжение потребителя свежим воздухом и термостатирование помещения. Расход приточного воздуха выберем по нормам 20 - 60 м³/час на каждого человека в помещении. Расход воздуха на охлаждение (рециркуляционный) определяется как расход воздуха рециркуляционным кондиционером требуемой холодопроизводительности.

1.2.3. Кондиционирование помещений большого объема

Особенности кондиционирования помещений большого объема связаны, в первую очередь, с равномерностью воздухораспределения по объему (площади) помещения. Достигается равномерность распределением источников холода (кондиционеров) по площади помещения. Их устанавливается, как правило, несколько или используются внутренние блоки большой единичной мощности с раздачей кондиционированного воздуха по воздуховодам и приточным решеткам, разнесенным на значительное расстояние друг от друга. Параллельная работа нескольких кондиционеров на одно помещение требует согласованного управления ими. Возможность такого управления предусмотрена в кондиционерах фирмы DAIKIN.

1.2.4. Кондиционирование помещений с большими тепловыделениями.

Кондиционирование воздуха в помещениях с большими тепловыделениями является технологическим кондиционированием. Как правило, используются системы кондиционирования «только холод». Работа в режиме охлаждения при низких температурах наружного воздуха требует применения специализированных кондиционеров, приспособленных к этим условиям. Место расположения кондиционера или его внутреннего охлаждающего блока выбирается с учетом места расположения источника тепловыделений. Прецизионные кондиционеры - кондиционеры для технологического кондиционирования, в случае необходимости, имеющие возможность поддерживать не только температуру, но и относительную влажность воздуха. Как правило, эти кондиционеры имеют расширенный рабочий диапазон температур наружного воздуха. Чаще всего от -15 до +43оС (параметры для центральной Европы).

Выпускаются они малыми сериями и стоимость их в 5 - 10 раз выше, чем кондиционеров комфортного назначения, выпускаемых в массовом количестве для жилья и офисных помещений.

Если требования к технологическому помещению по влажности не слишком строгие, например, влажность не должна превышать 70%, то можно "доработать" комфортный кондиционер по рабочим температурам наружного воздуха, установив в наружный блок регулятор скорости вращения вентилятора и картерный подогреватель.

Низкая стоимость комфортных кондиционеров часто определяет выбор Заказчика этого типа оборудования для технологических целей вместо прецизионных кондиционеров, специально разработанных для этого.

1.3. Холодильные агенты для систем кондиционирования.

1.3.1. Свойства холодильных агентов

Холодильные агенты для систем комфортного кондиционирования выбираются производителями техники по физическим и термодинамическим свойствам: рабочим давлениям, удельной объемной холодопроизводительности и др. Важно также, чтобы холодильный агент обладал термической стабильностью, стабильностью в смеси с маслом, был негорюч, нетоксичен, имел невысокую стоимость.

Токсичность фреонов при прямом воздействии на человека незначительна и нормируется величиной предельно допустимой концентрации (ПДК), которая составляет 300 мг/м³ для R12 и 3000 мг/м³ для R22 и большинства других фреонов. Однако, как показали научные исследования, хлорсодержащие холодильные агенты, к которым относятся R12 и R22, попадая в верхние слои атмосферы, способствует разрушению озонового слоя Земли. Это приводит к повышенному проникновению ультрафиолетовой радиации к поверхности Земли, оказывающей разрушительное воздействие на организм человека.

Именно поэтому мировое сообщество обеспокоено этой экологической проблемой, имеющей глобальное значение. В соответствии с Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 1987 г. вступил в действие «Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой» во исполнение Венской конвенции об охране озонового слоя 1985 г., предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда хлорфторуглеродов.

Свойства холодильных агентов зависят от структуры молекулы вещества, присутствия в его составе и соотношения молекул фтора, хлора и водорода (рис. 1.1.).

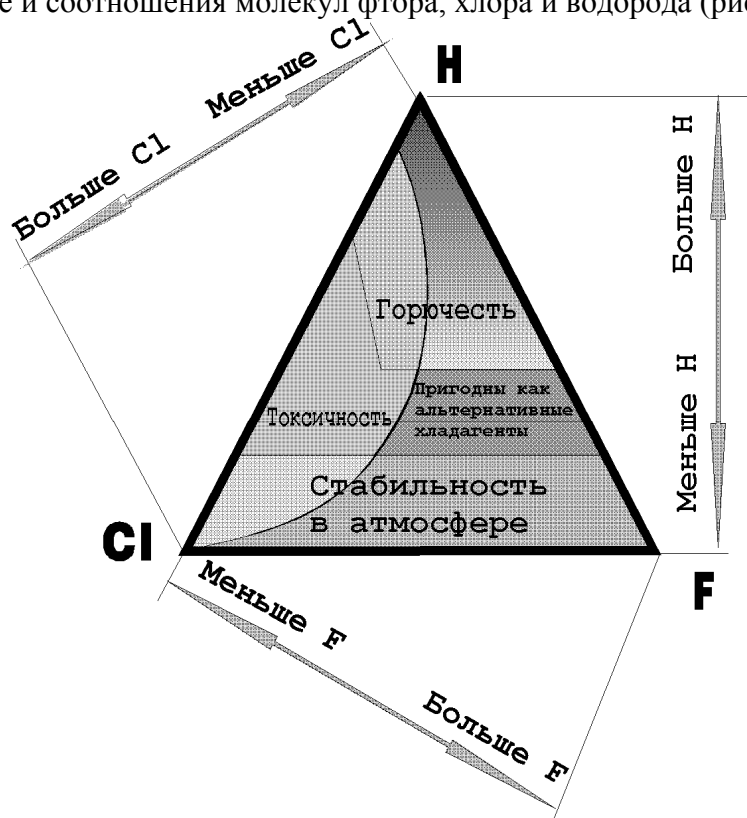


Рис.1.1.

Вещества с высоким содержанием молекул водорода являются горючими и при их применении пожароопасными.

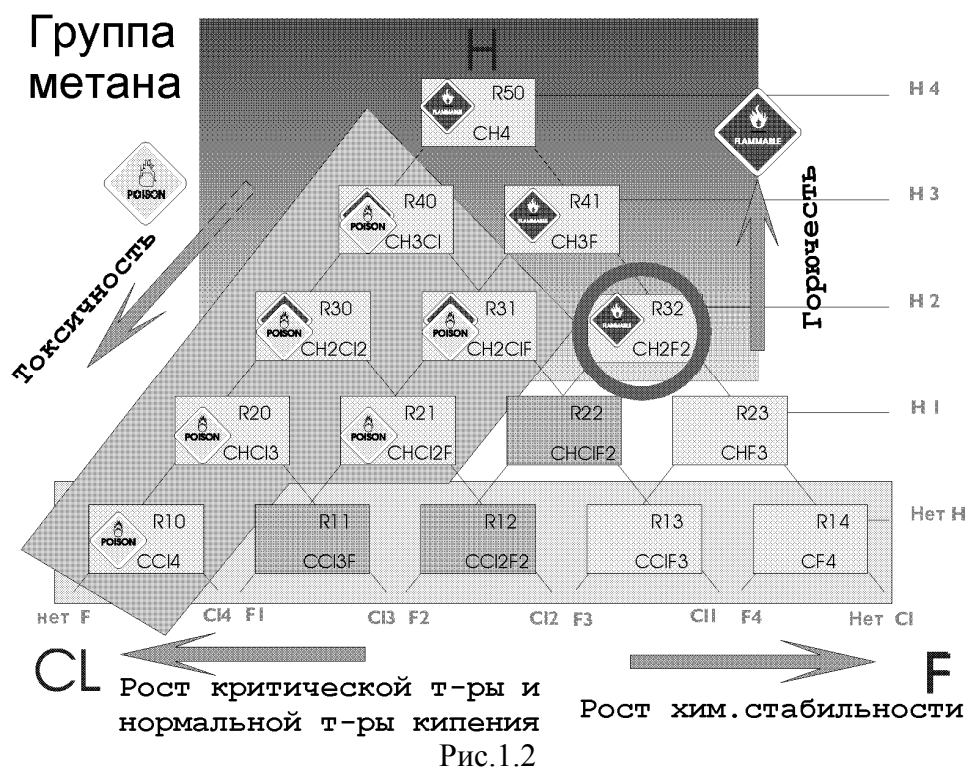
Вещества с малым содержанием фтора обладают токсичностью и их применение ограничено санитарными нормами.

Вещества с малым содержанием водорода долго живут в атмосфере не разлагаясь на части, поглощающиеся биосферой Земли, и являются экологически нежелательными.

На рис.1 указаны как «запретные» области по факторам горючести, токсичности и стабильности веществ в атмосфере, так и область допустимого состава для использования в качестве альтернативных холодильных агентов.

На диаграмме для группы метана (рис.1.2) мы видим, что холодильные агенты R11 и R12 лежат в области экологически неблагоприятных холодильных агентов. Широко применяемый, в настоящее время холодильный агент R22, хотя и лежит в области допустимой для применения, но все же содержит в своем составе атом хлора и поэтому является «озоноопасным». Оцененная по бальной системе «озоноопасность» R22 составляет всего 5% от «озоноопасности» хладагента R12, что нашло отражение в Монреальском протоколе в сроках реализации сокращения выпуска R22 и ограничения его производства с 2005 года.

Оборудование на холодильном агенте R22 холодопроизводительностью свыше 100 кВт в Европе перестали производить в 2000 г. Малые системы кондиционирования (до 100 кВт) на R22 перестали выпускать с 2004 г. Производство R22 полностью не останавливается до 2015 г. для поддержания работы существующего парка оборудования.



Группа этана

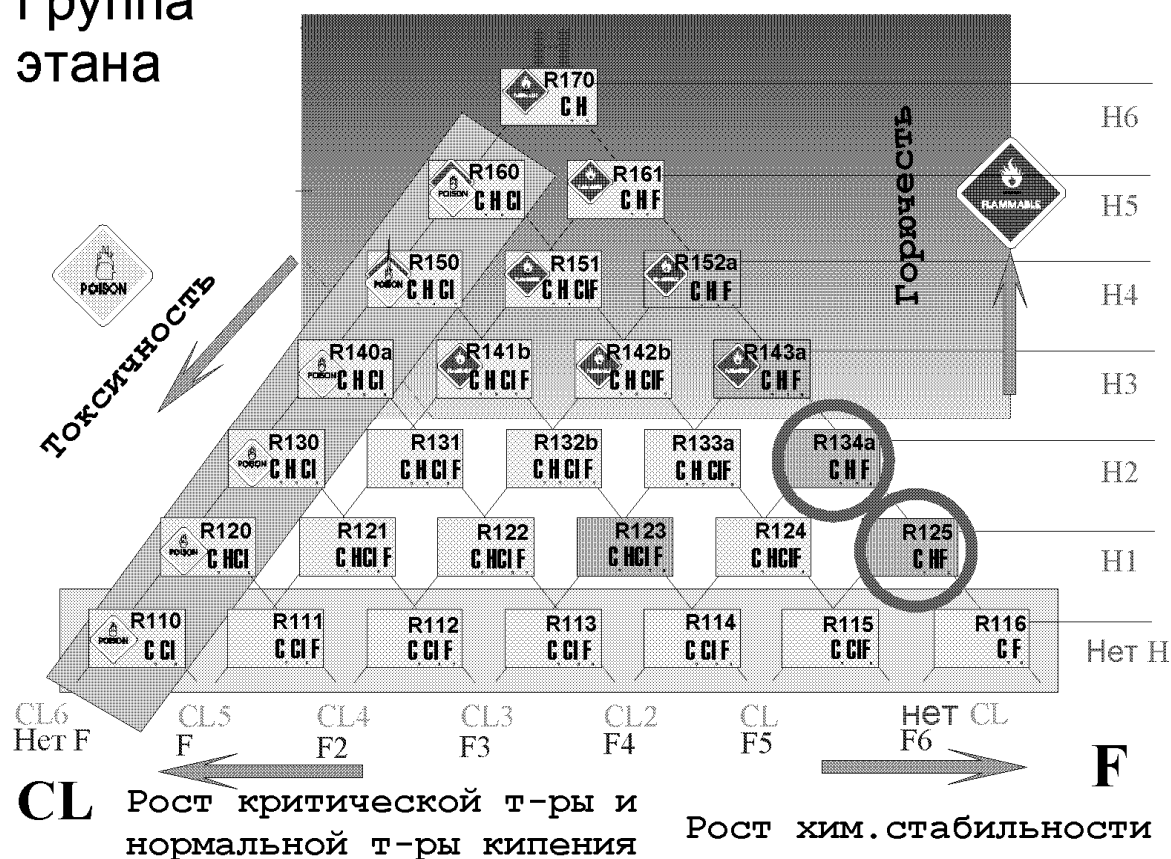


Рис.1.3.

На диаграмме веществ группы этана (рис.1.3) интерес представляют хладагенты R134a и R125. R134a предложен как альтернатива традиционному холодильному агенту R12, широко использовавшемуся в холодильной технике, и, в частности, в чиллерных системах.

1.3.2. Какие холодильные агенты применяются, а какие перспективны?

Сегодня большинство комфортных кондиционеров, поставляемых в Россию, использует хладагент R22.

Для применения в кондиционерах комфортного назначения с диапазоном температур испарения 0-15⁰С и конденсации ниже 60⁰С, хладагент R134a недостаточно привлекателен по своим термодинамическим характеристикам. В качестве холодильных агентов заменяющих R22 предлагаются R407с и R410А.

Наилучшими термодинамическими свойствами для комфортных кондиционеров обладает R32. Однако этот хладагент горюч.

Исправить этот недостаток можно, применяя смесь R32 и R125. В смеси эти холодильные агенты не горят, имеют минимальный глайд. Эта смесь в концентрации 50% / 50% с термодинамическими свойствами лучше, чем у R22, имеет обозначение R410А. Недостатком данной смеси является более высокий уровень давлений (табл.), чем у традиционного хладагента R22. Для применения его в кондиционерах необходимо специально создать компрессорное оборудование на более высокий уровень давлений, теплообменники, трубы, ресиверы, фильтры – вся гидравлическая часть кондиционера должна быть рассчитана на работу при более высоком уровне давлений. Разработка новой техники на холодильном агенте R410А окупается у потребителя снижением энергопотребления на кондиционирование на 20-30%.

Сегодня наиболее часто применяют другую смесь холодильных агентов - R407с.

Эта смесь отличается от R410A тем, что для снижения уровня рабочих давлений в смесь R32 и R125 добавляют холодильный агент R134a. Присутствие в смеси каждого хладагента обеспечивает придание необходимых свойств смеси и выполняет определенную функцию.

R32 (23%)	-	способствует увеличению производительности.
R125 (25%)	-	исключает горючесть смеси.
R134a (52%)	-	снижает рабочее давление смеси

Смесь хладагентов такого состава получила марку R407C. Подобно хладагенту R22, R407C обладает малой токсичностью, химически стабилен и не горюч.

Хотя смесь R407c и менее термодинамически совершенна, чем R410A (ниже холодильный коэффициент, выше температурный глайд) по уровню рабочих давлений она наиболее близка к R 22, что позволяет производителям техники использовать существующее компрессорное и теплообменное оборудование и с минимальными затратами перейти на альтернативные холодильные агенты.

Основная разница в характеристиках прежнего хладагента CHF₂Cl (R22) и новых R407C и R410A заключается в величине давлений при рабочих температурах и типе масел, совместимых с данными хладагентами.

Рабочее давление в системе, заправленной хладагентом R407C, несколько выше, а для R410A существенно выше, чем в случае хладагента R22:

Таблица 1.1.

	R22 (бар)	R407C (бар)	R410A (бар)
-40°C	1,05	1,568	1,75
-20°C	2,448	3,297	4,05
0	4,976	6,203	8,00
20°C	9,1	10,737	14,5
40°C	15,335	17,247	24,1
60°C	24,265	26,23	38,0
80°C	36,622	38,279	-

Сегодня оборудования на R407C выпускается гораздо больше, чем на R410A. Однако, более высокое термодинамическое совершенство хладагента R410A (более низкое энергопотребление) делает его перспективным и доля климатического оборудования на R410A будет возрастать.

Безусловно, работа с новыми озонобезопасными хладагентами прибавляет трудности монтажным организациям и сервисным службам. Однако выбирать не приходится, так как ведущие производители кондиционеров, учитывая требования времени, уже начали выпуск оборудования на новых холодильных агентах и постоянно увеличивают объем их производства.

Все новые конструктивные и технологические решения в кондиционировании реализуются только на оборудовании с альтернативными холодильными агентами. На долю привычного R22 остались решения прошлого века. Новых разработок на R22 не проводится, что также определяет направленность интересов потребителя на оборудование с озонобезопасными холодильными агентами.

1.3.3. Проблемы с маслом для альтернативного холодильного агента.

Традиционно используемое с хладагентом R22 минеральное масло не пригодно в сочетании с R407C или R410A. Новые хладагенты плохо смешиваются с минеральным маслом, в особенности, при низких температурах, и образуют с ним расслаивающуюся двухфазную смесь. Это приводит к неудовлетворительной смазке компрессора из-за периодического попадания в зону смазки жидкого холодильного агента вместо масла, что

приводит к быстрому износу трущихся частей компрессора. Кроме того, плохо растворимое в холодильном агенте масло, имеющее при низких температурах высокую вязкость, забивает капиллярные трубки и нарушает нормальную циркуляцию холодильного агента.

Чтобы обойти эти трудности, хладагенты R407C и R410A применяются в сочетании с синтетическим полиэфирным маслом, растворимым в данном хладагенте.

Применяемое синтетическое масло имеет температуру начала деструкции (разложения) около 200°C. Хотя до таких температур масло-хладоновая смесь в холодильном контуре не разогревается (максимальная температура на нагнетании компрессора не превышает 120 °C), все же в компрессорах, в зонах трения местные температуры разогрева могут достигать температур деструкции масла.

Продуктами разложения масла являются спирты и жирные кислоты. Жирные кислоты имеют свойство осаждаться на стенках капиллярных трубок, что приводит к постепенному сужению проходного сечения и понижению холодопроизводительности оборудования.

Для исключения этого негативного явления приходится разрабатывать специальное компрессорное оборудование для альтернативных холодильных агентов. В частности, DAIKIN разработал и применяет винтовой холодильный компрессор со специальной системой охлаждения подшипников на стороне нагнетания, для сплит-систем использует swing компрессор собственной разработки не имеющий местных зон повышенных температур.

Один из недостатков используемого синтетического масла - высокое поглощение им влаги. Хранение, транспортировка, процесс заправки маслом должны исключать возможность попадания в масло не только капельной влаги, но и продолжительный контакт с влажным воздухом, из которого масло активно поглощает влагу.

1.3.4. Монтаж и эксплуатация систем с альтернативными холодильными агентами.

Состав смеси должен строго соответствовать оптимальному соотношению. Максимальное допустимое отклонение относительного количества составляющих - 2%. Только при таком соотношении компонентов смеси возможна нормальная и безопасная работа кондиционера.

Если произошла утечка хладагента, то к негативному влиянию на работу кондиционера нехватки хладагента добавляется и отрицательное влияние изменения ее состава. Оставшийся в системе хладагент имеет отличный от оптимального состав и его нельзя использовать для работы без доработки. Поэтому при ремонте необходимо слить оставшийся хладагент полностью и заправить систему новой смесью оптимального состава.

Требование по присутствию влаги в системах с альтернативными холодильными агентами более жесткие, чем для систем на традиционном холодильном агенте.

Действительно, как в первом, так и во втором случае пре взаимодействии влаги с холодильным агентом образуются кислоты, которые могут разрушать электроизоляцию двигателя компрессора или растворять медь, которая высаживается в зонах повышенных температур - парах трения компрессора и приводит к его заклиниванию. Однако при взаимодействии с альтернативными холодильными агентами образуются более крепкие кислоты, и процессы разрушения протекают более интенсивно.

Допустимое суммарное содержание влаги в системе – не более 140 ppm (промиле – миллионных долей процента). Производитель кондиционера гарантирует поставку системы с содержанием влаги не более 30 ppm.

Несколько ранее установленных систем кондиционирования были проверены на содержание влаги. Средняя величина, полученная в ходе этих проверок, составила 74 ppm, что не выходит за допустимые пределы, определенные компанией Daikin Europe NV.

Одним из наиболее важных аспектов работы с хладагентом является обеспечение мер безопасности в процессе установки и обслуживания системы. При работе с R407C не требуется никаких особых мер предосторожности. Однако соблюдать те же самые правила электробезопасности и правила работы с сосудами под давлением, что и при работе с R22, необходимо.

1.4. Компрессорное оборудование фирмы DAIKIN для кондиционеров

Фирма DAIKIN в выпускаемое оборудование кондиционирования устанавливает компрессоры только собственного производства. В диапазоне холодопроизводительностей кондиционеров от 2 до 160 кВт применяются ротационные, спиральные и винтовые компрессоры.

При холодопроизводительности от 2 до 7 кВт (сплит-системы) применяют компрессоры ротационного типа. Для мульти-сплит систем, Sky и VRV холодопроизводительностью от 5 до 30 кВт применяются компрессора спирального типа (компрессора этого же типа в чиллерных системах закрывают диапазон холодопроизводительностей от 40 до 90 кВт при двух или трехконтурном исполнении установки – 2 или 3 компрессора). Оборудование чиллерных систем холодопроизводительностью свыше 100 кВт использует винтовые компрессоры.

Все компрессорное оборудование DAIKIN адаптировано к применению альтернативных холодильных агентов.

1.4.1. Компрессоры сплит-систем

За последние месяцы в технологии кондиционирования воздуха сделан шаг вперед фирмой Daikin, представившей принципиально новый компрессор для сплит-систем малой мощности с постоянным и инверторным приводом.

Вначале отметим ряд причин, побуждающих искать новые решения в конструкции современных компрессоров.

Три основных типа компрессора доминируют в кондиционерах сплит-систем в настоящее время – ротационный, спиральный и поршневой (рис.1.4.).



Рис.1.4.

Фактически, из 23 миллионов компрессоров проданных по всему миру в 1995 году, более чем 20 миллионов были ротационного типа.

В настоящее время кондиционировании воздуха достаточно серьезно проявляется тенденция к постепенному снижению использования хлорсодержащих (R22) и возрастающему применению альтернативных холодильных агентов (R134a, R407c).

Хотя R407с имеет аналогичные теплофизические свойства как и R22, есть у них и значительные различия в нормальной температуре кипения, рабочих давлениях, объемной холодопроизводительности и т.п. Наиболее значимое, тем не менее, - полное отсутствие хлора в R407с. Хотя хлор - первичная причина разрушения озонового слоя, присутствие хлора в хладагенте создает ферро-хлоридные пленки на поверхностях трения, что является очень благоприятным для смазки трущихся элементов ротационного компрессора. Без этой пленки, трение существенно увеличивается, значительно возрастает температура и снижается надежность, защита от коррозии и эффективность работы компрессора ухудшаются. К тому же, R407с имеет более высокую молекулярную полярность, чем R22 и не может растворять минеральные нефти и органические материалы, которые, следовательно, становятся потенциальными загрязняющими веществами. R407с имеет меньший молекулярный размер, что исключает возможность использования обычных марок резины для прокладок компрессора.

Указанные факторы существенно ухудшают условия работы традиционного ротационного компрессора при использовании R407с в качестве хладагента.

Основными компонентами ротационного компрессора (рис.1.5) являются подпружиненная лопасть, ротор и цилиндр. Газ сжимается перемещением ротора.

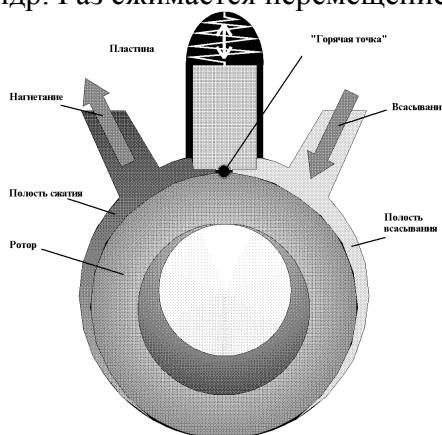


Рис.1.5.

Лопасть выступает в качестве барьера между полостью сжатия и полостью всасывания. Эффективность компрессора зависит от потерь на трение, потерь давления и потерь в двигателе, из которых первые две наиболее значимые. Отсутствие ферро-хлоридной пленки и более низкое поверхностное натяжение синтетического эфирного масла, используемого в ротационных компрессорах R407с, приводит к увеличению трения между лопастью и вращающимся ротором, способствует созданию «горячей точки» на кромке лопасти. Если температура этой точки достигает 204°С, эфирное масло разлагается на жировые кислоты и спирт, которые забивают капиллярные трубки и снижают расход хладагента. Тесты Daikin в сплит-системах с обычными ротационными компрессорами работающими на R407с показали уменьшение расхода хладагента до 30% после 2000 часов работы и значительное снижение холодопроизводительности и эффективности (рис.1.6).

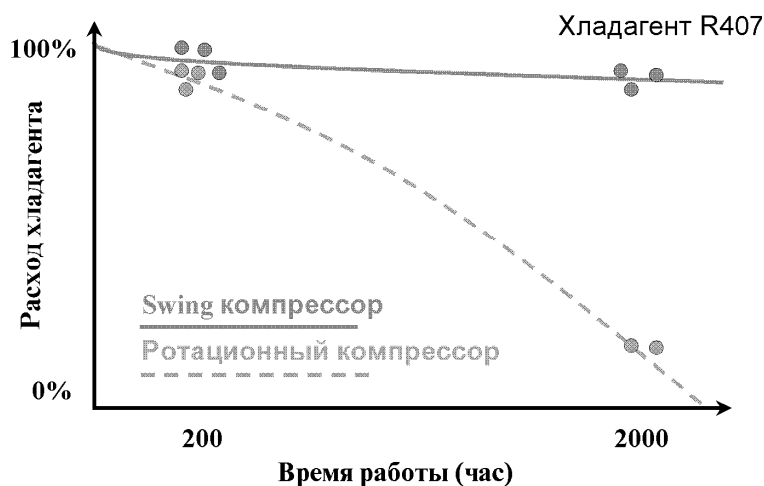


Рис.1.6.

Около 30% перетечек в ротационном компрессоре происходит между торцом лопасти и ротором и 70% между ротором и цилиндром. Эти потери зависят от эффективности масляного уплотнения в зазорах между ротором и цилиндром. Поскольку обычные эфирные масла имеют низкое поверхностное натяжение, их уплотняющая способность уступает обычным минеральным маслам. В совокупности с повышенным давлением R407с и отсутствием ферро-хлоридной пленки это приводит к возрастанию перетечек между сторонами высокого и низкого давления. Кроме того, повышенное трение заставляет увеличивать зазор между лопастью и ротором. Длительные испытания, выполненные Daikin с ротационным компрессором разработанным для R22, с заменой хладагента на R407с и эфирным маслом для смазки, показали, что требуется увеличение мощности на 3% для сохранения исходных характеристик устройства на R22. Кроме того, после 14 месячных испытаний с 8 часовой наработкой за день, реально на R407с, после 3400 часов работы обнаружено падение холодопроизводительности с 3600 до 2606 Вт (-27%), увеличение затрачиваемой мощности с 1480 до 1677 Вт и уменьшения холодильного коэффициента с 2.65 до 1.55 (-41%). Приведенные научно-исследовательские данные указывают, что снижение в процессе работы характеристик связаны с «неоптимальностью» конструкции и совместимостью ее с альтернативными холодильными агентами.

Поэтому выпускаемые компрессоры ротационного типа должны быть адаптированы для работы с новыми холодильными агентами, а эффективность работы компрессора на новых холодильных агентах определит будущее предлагаемых компрессоров.

Фирмой DAIKIN впервые в мире в 1998 г. предложен новый компрессор с качающимся ротором (SWING) специально адаптированный для работы с новыми холодильными агентами. Однако и при работе на фреоне 22 этот компрессор обладает преимуществами по сравнению с традиционными ротационными компрессорами. Компрессор имеет принципиально новую конструкцию, которая запатентована фирмой DAIKIN (рис.1.7).

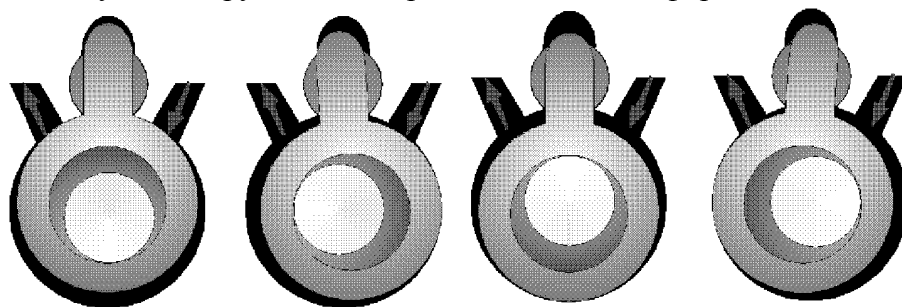


Рис.1.7.

В swing компрессоре при повороте кривошипа, лопасть, жестко связанная с ротором, совершает сложное перемещение (совмещены возвратно-поступательное и колебательное движения). Поскольку лопасть и ротор – единое целое, снижено трение и отсутствует зона местного нагрева («горячая точка»). Потери на трение уменьшаются на 5%. Кроме того, отсутствие перетечек между лопастью и ротором сокращает общие перетечки компрессора на 30%. На 18% уменьшены перетечки за счет улучшения конструкции уплотнения цилиндра по торцевым поверхностям. Устранение этих основных областей потерь приводит к повышению эффективности. Сравнение между аналогично измеренными характеристиками R22 и R407с показало улучшенную холодопроизводительность (с 2350 до 2400 W), уменьшение затрат мощности (с 870 до 835 W) и улучшение COP (с 2.7 до 2.87) в пользу устройства на R407с. Добавляя к 6.4% улучшения в холодопроизводительности 3% улучшения по COP достигнутое общее увеличение в эффективности нового компрессора составляет около 9%. При применении технологии инвертора еще более увеличивается различие в эффективности между новым и ротационными компрессорами. Сравнительные тесты в инверторном swing компрессоре на R22 с традиционным ротационным компрессором выявили положительный 3% эффект в пользу нового устройства при полной нагрузке и повышение более чем на 13% при 30 Гц (рис.1.8).

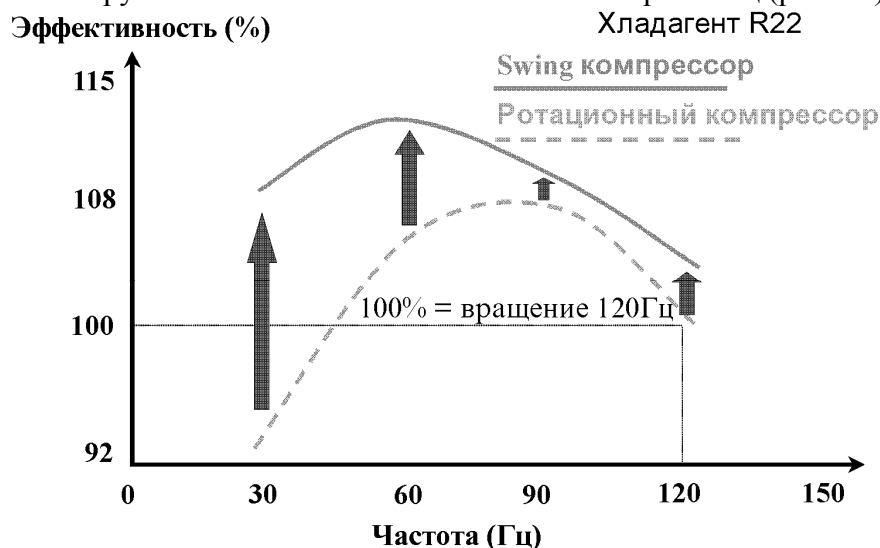


Рис.1.8.

Daikin уже устанавливает данный компрессор в свои стандартные и инверторные сплитовые системы кондиционирования воздуха и ожидает, что он полностью заменит обычные ротационные устройства в ближайшем будущем.

1.4.2. Компрессоры мультисплит-систем и Sky Air серии

Компрессоры мульти сплит систем и Sky Air серии это компрессоры спирального типа (Scroll) единичной холодопроизводительностью до 15 кВт. В моделях кондиционеров большей холодопроизводительности устанавливают 2 компрессора, работающие на один контур, и имеющие систему перераспределения масла между компрессорами.

Компрессоры этого типа имеют благоприятные рабочие характеристики, позволяющие работать с большими длинами трасс и перепадами высот между наружным и внутренними блоками, чем ротационные компрессоры сплит-систем.

1.5. Как работает сплит

1.5.1. Принцип действия

Сплит-система или просто фреоновый кондиционер это обычная, традиционная паро-компрессионная холодильная машина, обеспечивающая отвод тепла из помещения и передачу его в окружающую среду (рис.1.).

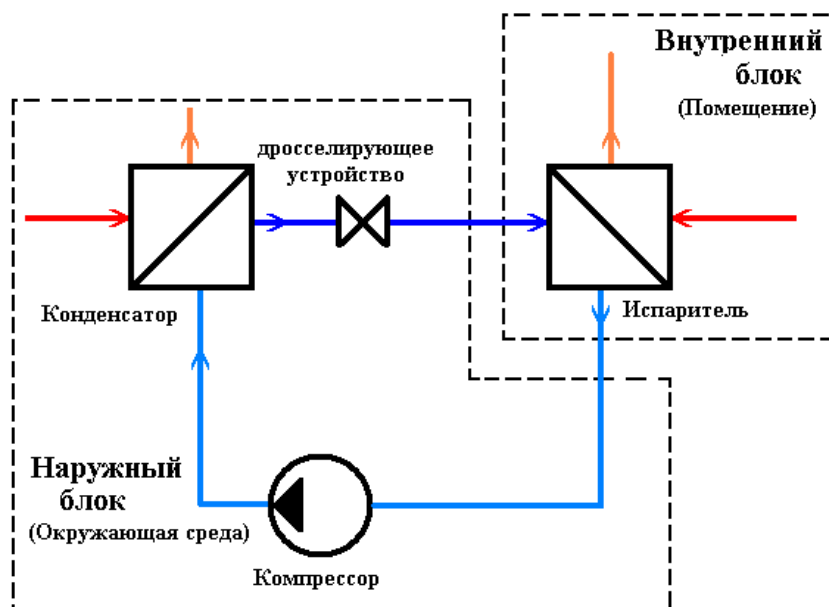


Рис. 1.

Устройством для обработки воздуха в помещении является внутренний блок. Это основной элемент системы. Все, что вынесено в наружный блок это лишь обслуживающая система, обеспечивающая поддержание требуемых температур на поверхности теплообменника внутреннего блока.

К анализу работы кондиционера можно подходить с разных сторон. Например, можно изучать параметры работы компрессорного оборудования, рабочие давления в фреоновом контуре и т.д. Однако для потребителей техники наиболее интересен анализ работы внутреннего блока, поскольку именно через теплообменник внутреннего блока реализуются в кондиционируемом помещении все значимые для потребителя характеристики: холодопроизводительность кондиционера, поддерживаемые температура и влажность воздуха (рис.2.). При таком анализе устанавливаются зависимости холодопроизводительности кондиционера (полной и явной) от параметров воздуха на входе во внутренний блок, могут быть определены параметры воздуха на выходе из кондиционера, температура поверхности теплообменника внутреннего блока. Данный подход позволяет моделировать работу кондиционера, определять условия срабатывания систем защиты.

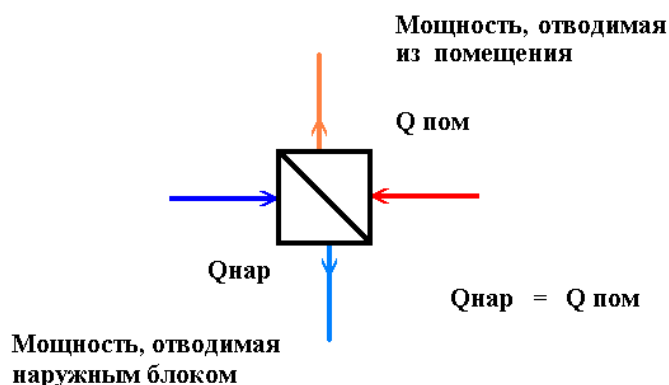


Рис.2.

Для теплообменника, работающего в стационарном режиме, количество отводимого от воздуха помещения тепла (мощность, отводимая из помещения) должно равняться количеству тепла, передаваемому фреону (мощность, отводимая наружным блоком).

Для того, чтобы «вырвать» теплообменник из циркуляционного контура холодильной машины необходимо и достаточно задать условия работы теплообменника со стороны фреона. Это проще всего выполнить зная температуру на поверхности теплообменника внутреннего блока $t_{\text{пов}}$.

Температура поверхности теплообменника и параметры наружного воздуха однозначно определяют холодопроизводительность фреонового контура.

При известной температуре поверхности теплообменника можно создать расчетную модель внутреннего блока. Определяя тепловые нагрузки теплообменника со стороны воздуха, следует учитывать как явное, так и скрытое тепло: как нагрузку связанную с охлаждением воздуха, так и нагрузку по конденсации влаги. Для такого рассмотрения следует привлечь $i - d$ диаграмму влажного воздуха, позволяющую по входным и выходным параметрам воздуха определять тепловые характеристики процесса.

1.5.2. Идеальный теплообменник

В нашем случае, идеальный теплообменник – это теплообменник с постоянной температурой на поверхности и с идеальным теплообменом, когда воздух на выходе имеет температуру равную температуре поверхности. Возможны 2 варианта процесса в таком теплообменнике: с конденсацией влаги и охлаждение воздуха без выпадения влаги. И в том и другом случае температура воздуха на выходе равна температуре поверхности, но в первом случае влагосодержание воздуха на выходе равно влагосодержанию воздуха в состоянии насыщения при температуре поверхности (точка 1. на рис.3.). Для такого течения процесса характерно, что температура поверхности ниже температуры точки росы воздуха на входе. Во втором случае влагосодержание воздуха на выходе из теплообменника равно влагосодержанию на входе во внутренний блок, если температура теплообменника выше температуры точки росы воздуха на входе (точка 2. на рис.3.),

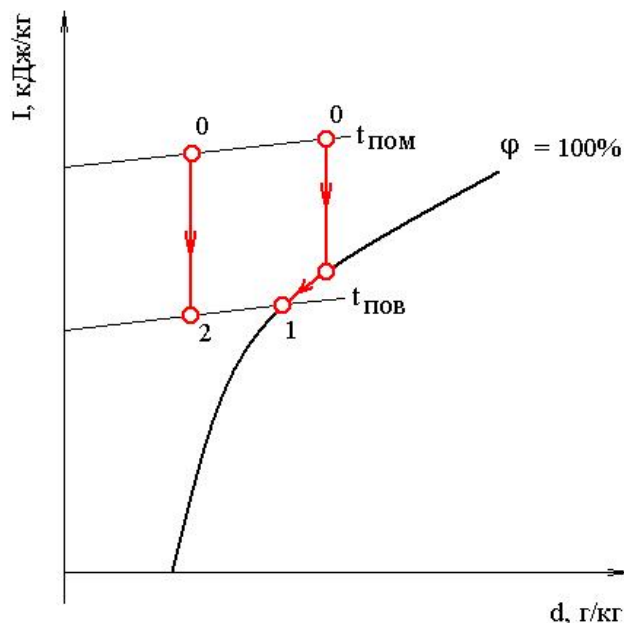


Рис.3.

Важно отметить, что холодопроизводительность такого идеального кондиционера зависит только от параметров воздуха на входе во внутренний блок, поскольку параметры воздуха на выходе из кондиционера «зафиксированы». Действительно, холодопроизводительность кондиционера может быть рассчитана по формуле:

$$Q = G * (i_{вх} - i_{вых}),$$

где: G – массовый расход воздуха через внутренний блок,
 $i_{вх}$ – энтальпия воздуха на входе
 $i_{вых}$ – энтальпия воздуха на выходе

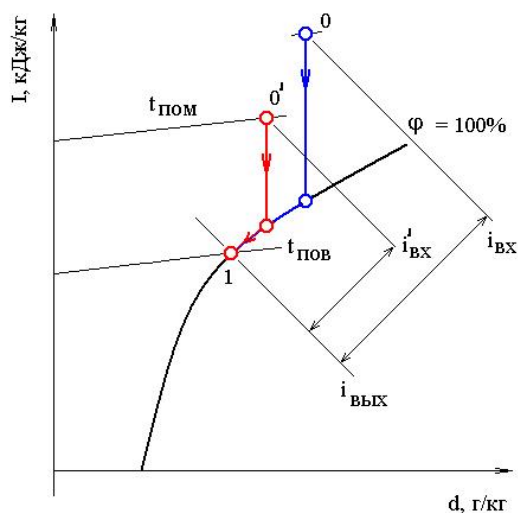


Рис.4.

Массовый расход воздуха зависит только от параметров воздуха на входе в кондиционер (температура, влажность, давление). Параметром воздуха на входе является и энтальпия $i_{вх}$. Два процесса $0 - 1$ и $0' - 1$ представленные в $i - d$ диаграмме (рис.4) отличаются параметрами на входе и перепадом энтальпий. Следовательно, и холодопроизводительности внутреннего блока для этих процессов различны.

Аналогичный вывод можно сделать и для случая отсутствия конденсации влаги, когда холодопроизводительность кондиционера может быть определена по формуле:

$$Q = G * c_p * (t_{вх} - t_{вых}),$$

где: G – массовый расход воздуха через внутренний блок,
 c_p – теплоемкость влажного воздуха на входе
 $t_{вх}$ – температура воздуха на входе
 $t_{вых}$ – температура воздуха на выходе

Это свойство идеального кондиционера, конечно, с определенной погрешностью, можно отнести и к реальному кондиционеру. При таком допущении можно экспериментальные данные, полученные при относительной влажности 50%, распространить на более широкую область. Например, при относительной влажности 40%, 50% или 60%, но равной энтальпии воздуха на входе, полная холодопроизводительность кондиционера будет одинаковой (рис.5).

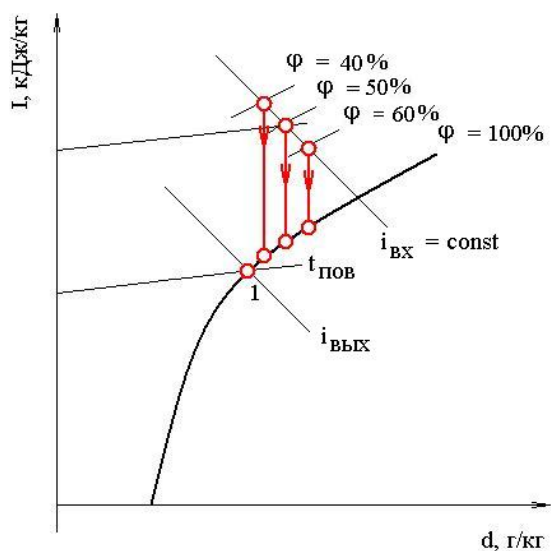


Рис.5.

При последовательном снижении влажности воздуха (Рис.6) мы приходим к ситуации, когда прекращается конденсация влаги (точка 4). Эту точку можно назвать критической. В данной точке влагосодержание воздуха на входе в теплообменник равно влагосодержанию насыщенного воздуха при температуре поверхности теплообменника.

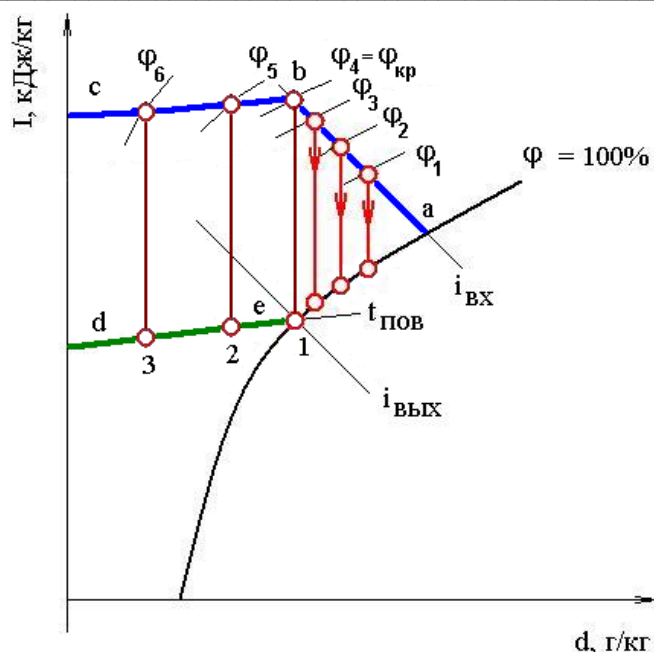


Рис.6.

Линия а – b, с постоянной энтальпией на входе во внутренний блок (от пограничной кривой $\varphi=100\%$ до $\varphi_{кр}$) это линия постоянной тепловой нагрузки для кондиционера. Для всех входных параметров $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ и φ_4 параметры воздуха на выходе будут одни и те же и соответствовать точке 1. Перемещение от точки а к точке b приводит к сокращению доли влажностной тепловой нагрузки кондиционера и возрастанию доли явной тепловой нагрузки. В критической точке b вся тепловая нагрузка становится явной.

Для процессов со входными параметрами φ_5 и φ_6 и параметрами на выходе соответствующим точкам 2 и 3 характерным является следующее. Температура поверхности теплообмена остается неизменной, а входные параметры обеспечивают, как и ранее, тот же самый перепад энтальпий. Линия с - b практически совпадает с изотермой. В этом случае условия для холодильной машины остаются теми же самыми, что и в процессах с параметрами $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ и φ_4 , а вся ломаная линия а – b – с является линией постоянной холодопроизводительности кондиционера.

Если сохранить температуру поверхности теплообменника постоянной и продолжить ее в область более низких влагосодержаний (линия d – e на Рис.6.), то эта линия будет линией выходных параметров воздуха из внутреннего блока при постоянной тепловой нагрузке кондиционера.

1.5.3. «Байпас-фактор»

Шагом по приближению идеальной модели кондиционера к реальной является введение понятия «байпас-фактор».

Можно себе представить идеальный теплообменник, в котором с теплообменной поверхностью контактирует только часть общего потока воздуха, а остальной поток воздуха минует теплообменник (проходит по обводной линии – байпасу) и не изменяет параметров (рис.7.).

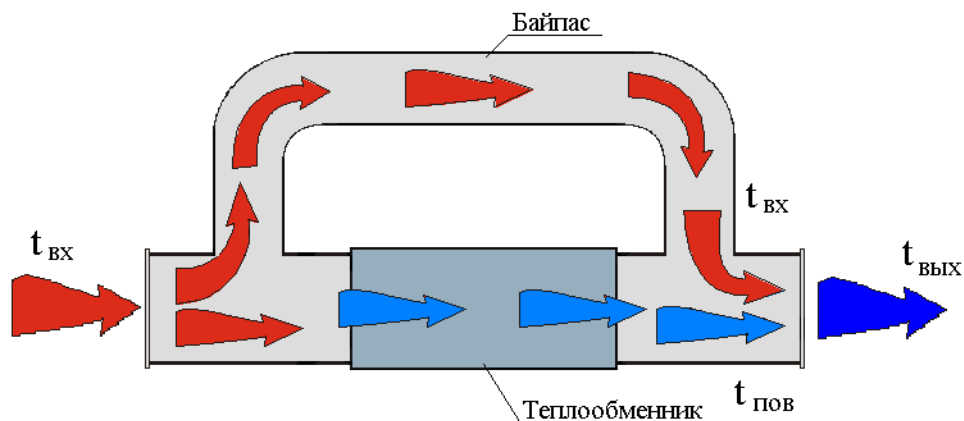


Рис.7.

На выходе из теплообменника потоки смешиваются и поступают в помещение с параметрами смеси. Схема процесса представлена на рис.8. Точка (1) соответствует параметрам воздуха на входе в воздухоохладитель, точка (2) – параметрам воздуха на выходе из воздухоохладителя. Температура в точке (3) соответствует среднему значению температуры поверхности воздухоохладителя.

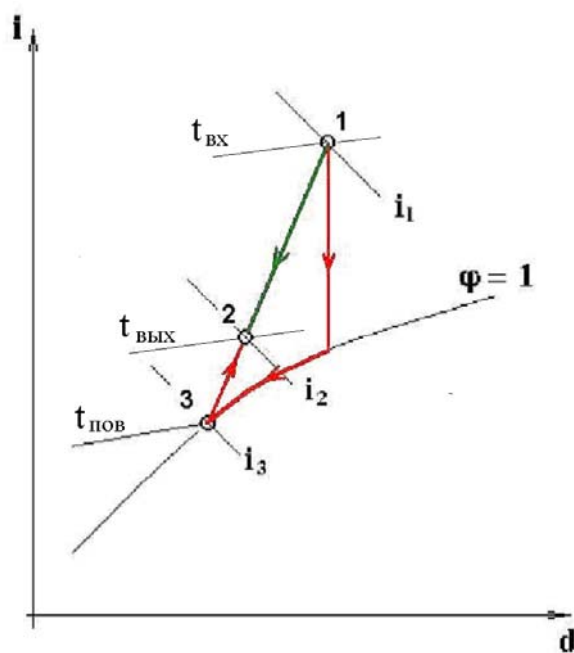


Рис.8.

Байпас-фактор это массовая доля потока воздуха, прошедшая мимо теплообменника:

$$BF = G_{\text{байпас}} / G_{\text{общий}} = G_{\text{байпас}} / (G_{\text{байпас}} + G_{\text{теплообменник}})$$

Используя уравнение теплового баланса теплообменника, можно получить уравнение для расчета значения байпас-фактора через параметры влажного воздуха на входе, выходе из теплообменника и параметров насыщенного влажного воздуха, соответствующих температуре поверхности теплообменника:

$$BF = (i_2 - i_3) / (i_1 - i_3)$$

Значения байпас-фактора приводятся в технических характеристиках конкретного оборудования и могут быть использованы для определения расчетной температуры поверхности теплообменника (t_3) при известных параметрах воздуха на входе в воздухоохладитель (i_1) массовом расходе воздуха G и тепловой нагрузке Q .

$$i_1 - i_2 = Q/G$$

$$i_3 = i_1 - (i_1 - i_2) / (1 - BF) = i_1 - Q / G (1 - BF)$$

Зная энтальпию (i_3) и учитывая, что искомая температура находится на пограничной кривой =100%, найти температуру поверхности (t_3) не представляет труда.

Если значение байпас-фактора неизвестно, то его можно определить графически по $i - d$ диаграмме, используя известные значения полной и явной холодопроизводительности (рис.9).

1.5.4. Определение параметров воздуха на выходе из внутреннего блока

Параметры воздуха на выходе из кондиционера это один из основных потребительских параметров, характеризующих работу кондиционера. Температура воздуха на выходе должна быть оптимальной. С одной стороны, она должна быть, по возможности, близка к температуре в помещении, чтобы не оказывать негативного влияния холодными струями воздуха на присутствующих в помещении. С другой стороны, желательно иметь достаточно большой перепад температур для снижения расхода воздуха, что связано со снижением уровня шума. Диапазон оптимальных перепадов температур при стандартных условиях испытаний составляет 9 – 13°C. Изменение параметров воздуха в кондиционируемом помещении, особенно по влажности, может сильно изменять реальный перепад температур по воздуху на внутреннем блоке. На практике он может составлять от 7 до 15°C. При высоких перепадах температур и, соответственно, низких температурах на выходе из кондиционера возможны такие негативные явления, как обмерзание испарителя и конденсация влаги на поверхности корпуса внутреннего блока. Исключить эти недостатки возможно за счет регулирования работы кондиционера – снижения его холодопроизводительности. Как правило, в простых сплитовых системах это достигается контролем (ограничением) понижения температуры поверхности испарителя. В системах с регулированием вкл/выкл это периодическое отключение компрессора и оттаивание испарителя. В сплит-системах с инверторным управлением снижение холодопроизводительности достигается за счет принудительного снижения оборотов компрессора при понижении температуры поверхности испарителя. В VRV системах температура поверхности теплообменников внутренних блоков поддерживается постоянной, что, конечно, вызывает снижение холодопроизводительности внутренних блоков при снижении температуры и влажности воздуха в помещении, но исключает появление указанных негативных явлений.

При достаточной технической информации о кондиционере можно расчетным путем определить параметры воздуха на выходе из кондиционера и температуру поверхности испарителя.

Вариант 1.

Известны параметры воздуха в помещении, полная и явная холодопроизводительности кондиционера при этих параметрах и расход воздуха

1. По полной холодопроизводительности находим энтальпию воздуха на выходе i_2
 $i_2 = i_1 - TC/(AFR*\rho)$
2. По явной холодопроизводительности определяем температуру воздуха на выходе t_2
 $t_2 = t_1 - SHC/(AFR*\rho*c_p)$
3. По известным температуре t_2 и энтальпии i_2 находятся все остальные параметры воздуха на выходе из внутреннего блока
4. Графически продолжаем линию процесса до пограничной кривой и определяем параметры, соответствующие расчетной температуре поверхности теплообменника i_3 и t_3
5. Рассчитываем значение байпас-фактора BF
 $BF = (i_2 - i_3)/(i_1 - i_3)$

Схема определения параметров процесса в $i - d$ диаграмме представлена на рис.9.

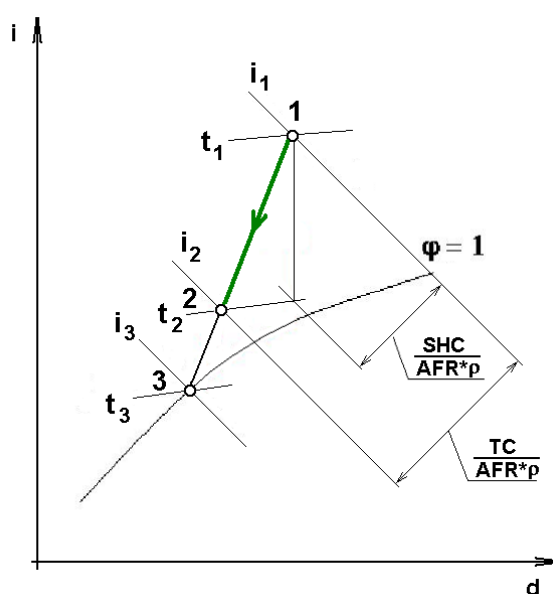


Рис.9.

Вариант 2.

Известны параметры воздуха в помещении, полная холодопроизводительность кондиционера при этих параметрах, байпас фактор и расход воздуха

1. Как и в первом варианте находим энтальпию воздуха на выходе i_2
 $i_2 = i_1 - TC/(AFR*\rho)$
2. Находим энтальпию воздуха на пограничной кривой i_3
 $i_3 = (i_1 - i_2)/(1 - BF)$
3. Графически определяем положение точки 2 на пересечении прямой, соединяющей точки 1 и 3, и линии энтальпии i_2 и считываем с $i - d$ диаграммы все параметры воздуха на выходе из кондиционера.

Схема определения параметров процесса в $i - d$ диаграмме представлена на рис.10.

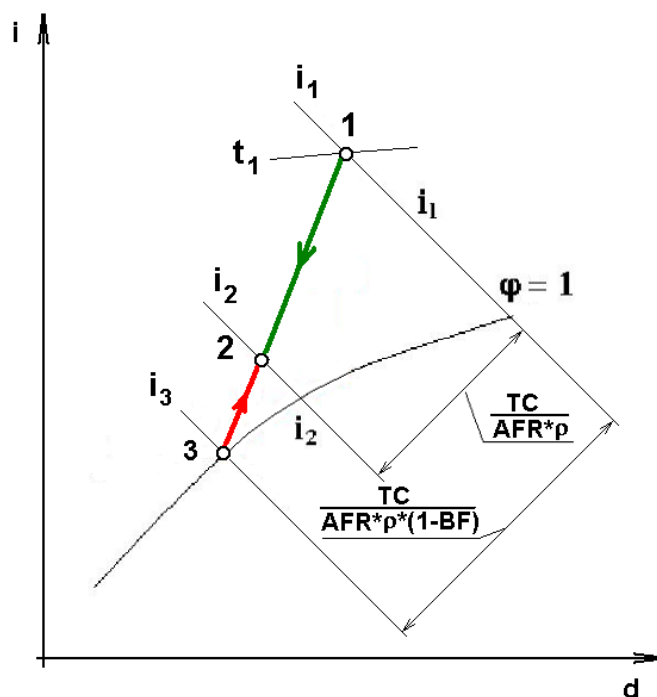


Рис.10.

1.5.5. Как рассчитать холодопроизводительность кондиционера при параметрах воздуха на входе отличных от приводимых в таблицах

Расчет параметров воздуха на выходе из кондиционера возможен только при наличии информации о холодопроизводительности кондиционера. В таблицах характеристик, как правило, приводятся данные по холодопроизводительности кондиционера в достаточно широком диапазоне температур воздуха в помещении, но при фиксированной относительной влажности воздуха – 50%.

Модель	RX25J
AFR	7.1
BF	0.19

Температура в помещении		Температура наружного воздуха																	
EWB (°C)	EDB (°C)	20			25			30			32			35			40		
		TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI	TC	SHC	PI
14.0	20	2.56	1.70	0.63	2.41	1.63	0.73	2.26	1.56	0.82	2.20	1.53	0.86	2.11	1.49	0.92	1.96	1.42	1.01
16.0	22	2.72	1.73	0.66	2.57	1.66	0.75	2.42	1.59	0.85	2.36	1.57	0.88	2.27	1.52	0.94	2.12	1.45	1.04
18.0	25	2.87	1.77	0.68	2.72	1.70	0.78	2.57	1.63	0.87	2.51	1.60	0.91	2.42	1.56	0.97	2.27	1.49	1.06
19.0	27	2.95	1.79	0.70	2.80	1.72	0.79	2.65	1.65	0.89	2.59	1.62	0.92	2.50	1.69	0.98	2.35	1.51	1.08
22.0	30	3.18	1.84	0.73	3.03	1.77	0.83	2.88	1.70	0.92	2.82	1.67	0.96	2.73	1.63	1.02	2.58	1.56	1.11
24.0	32	3.34	1.87	0.76	3.19	1.80	0.86	3.04	1.73	0.95	2.98	1.70	0.99	2.89	1.66	1.05	2.74	1.59	1.14

Если не учитывать влияние относительной влажности, а ориентироваться только на температуру сухого термометра, то можно ошибиться в определении холодопроизводительности на 10 – 15%.

Например, нам требуется определить полную и явную холодопроизводительности кондиционера при следующих условиях:

- температура в помещении EDB = 25°C
- относительная влажность воздуха 30%
- температура наружного воздуха 30°C.

Этим значениям температуры сухого термометра и относительной влажности воздуха в помещении соответствует температура влажного термометра EWB = 14°C (проще всего определить по i – d диаграмме)

Учитывая, что полная холодопроизводительность определяется по энтальпии воздуха на входе (температурой влажного термометра), по таблице определяем:

полная холодопроизводительность $TC = 2,26$ кВт (без учета реальной влажности 2,57 кВт)

Явная холодопроизводительность составит:

$$SHC = SHC_{50} + G * C_p * (1 - BF) * (EDB - EDB_{50}),$$

Где: SHC_{50} – явная холодопроизводительность при температуре влажного термометра и относительной влажности 50% $SHC_{50} = 1,56$ кВт

$$G – \text{расход воздуха } G = AFR * \rho / 60 = 7,1 * 1,2 / 60 = 0,142 \text{ кг/с}$$

C_p – теплоемкость воздуха 1,005 кДж/кг

EDB_{50} – температура по сухому термометру при температуре влажного термометра и относительной влажности 50% $EDB_{50} = 20$ °C

Таким образом явная холодопроизводительность составит:

$SHC = 1,56 + 0,142 * 1,005 * (1 - 0,19) * (25 - 20) = 2,14$ кВт (без учета реальной влажности 1,63 кВт).

Какой будет холодопроизводительность кондиционера при высокой температуре и низкой влажности воздуха, когда отсутствует конденсация влаги? Как можно ее определить?

При фиксированной температуре наружного воздуха, когда полностью определены условия сброса тепла в окружающую среду, холодопроизводительность кондиционера определяется только теплоступлениями во внутренний блок. Теплоступления можно рассматривать как сумму нагрузок, связанных с охлаждением воздуха (явное тепло) и конденсацией влаги (скрытое тепло). В реальных условиях доля тепловой нагрузки кондиционера по влаге может достигать 50% и более. При отсутствии влажностной нагрузки полная холодопроизводительность кондиционера равна явной холодопроизводительности и зависит только от температуры воздуха на входе (изменением теплоемкости воздуха при изменении влажности можно пренебречь).

Для определения предельного значения влагосодержания, при котором прекращается конденсация влаги, воспользуемся моделью идеального теплообменника. Графически, в $i - d$ диаграмме, это выглядит следующим образом (рис.11).

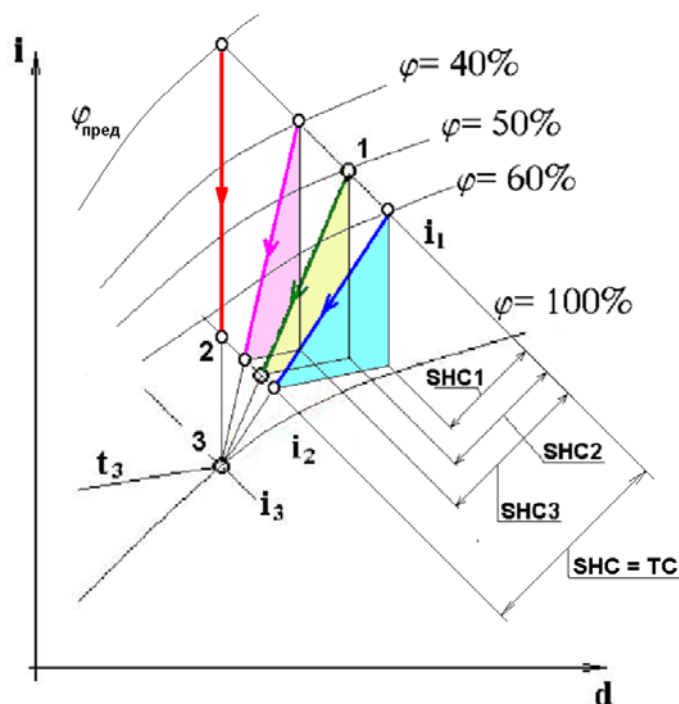


Рис.11.

Дальнейшему сохранению тепловой нагрузки на кондиционер будет соответствовать линия постоянной температуры (рис.14), поскольку при отсутствии конденсации влаги тепловая нагрузка определяется только температурой воздуха на входе в кондиционер.

Некоторое уточнение в тепловую нагрузку при отсутствии конденсации влаги можно внести, учитывая изменение теплоемкости воздуха при изменении влагосодержания. Для инженерных расчетов это уточнение будет несущественным.

1.5.6. Чем определяются температурные границы применения сплит-системы?

Производители техники ограничивают рабочие температуры сплит-систем. Ограничения относятся как к температурам наружного воздуха, так и к температурам воздуха в помещении. Граничные температурные условия связаны предельными параметрами холодильного цикла (температурами и давлениями) на которые рассчитывается холодильная машина и параметрами воздуха, поступающего в помещение, определяющими комфортность кондиционирования.

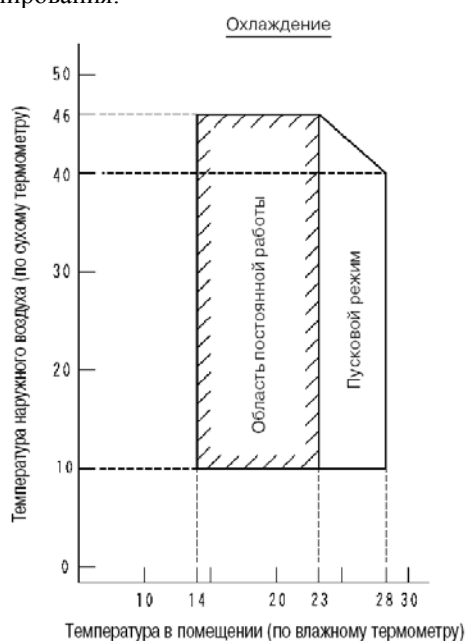


Рис.12.

Верхняя граница рабочих температур наружного воздуха определяется максимально допустимым рабочим давлением на стороне нагнетания. При более высоких температурах и, соответственно, давлениях в кондиционерах с регулированием вкл/выкл срабатывает защита и кондиционер аварийно останавливается. В кондиционерах с инверторным управлением при приближении к верхней температурной границе постепенно снижается число оборотов компрессора (снижается и холодопроизводительность системы), а при значительном превышении температуры инверторный кондиционер тоже аварийно останавливается. Нормальная работа кондиционера при температурах выше верхней границы невозможна. Для России обычный верхний температурный предел работ оборудования 43-46°C не является критичным при подборе оборудования для комфортных систем кондиционирования. При необходимости работы в условиях предельно высоких температур следует подбирать оборудование специального назначения. Выпускаются модели с верхним пределом до 55°C.

Нижняя граница температур наружного воздуха определена возможностями кондиционера поддерживать требуемую температуру кипения холодильного агента. Действительно, при низкой температуре наружного воздуха уже нет проблем со сбросом тепла в окружающую среду, однако, если не предпринимать ни каких мер по регулированию па-

раметров холодильного цикла с понижением температуры конденсации падает и давление конденсации, увеличивается объемная производительность компрессора и снижается пропускная способность дросселирующего органа. Такая перестройка цикла приводит к понижению температуры кипения. Кондиционеры комфортного назначения, в отличие от воздухоохладителей нормального холода, не могут работать с отрицательными температурами на поверхности теплообменника внутреннего блока, поскольку в автоматику управления не заложены циклы размораживания внутреннего блока. Комфортный кондиционер «рассматривает» понижение температуры на поверхности теплообменника ниже 0°C как аварийную ситуацию и останавливается.

На европейский рынок поступают комфортные кондиционеры двух исполнений: высокотемпературные и низкотемпературные. В высокотемпературных кондиционерах отсутствует регулирование по температуре наружного воздуха и они имеют нижнюю границу температур при работе в режиме охлаждения от $+10$ до $+20^{\circ}\text{C}$. Сфера применения таких кондиционеров это квартиры и офисы не нагруженные оргтехникой. В данных объектах отсутствует необходимость в охлаждении при низких наружных температурах, а упрощение автоматики снижает стоимость оборудования. Низкотемпературные кондиционеры имеют установленную на заводе систему управления по температуре наружного воздуха и могут охлаждать помещения при температуре наружного воздуха до $-5 \div -15^{\circ}\text{C}$. Это оборудование предназначено для комплектования систем кондиционирования объектов комфортного назначения со значительными внутренними тепловыделениями.

Если формулируется задача охлаждения помещения при температурах ниже -15°C (например до -30°C), то речь идет, как правило, о технологическом кондиционировании помещений с очень значительными внутренними тепловыделениями. Комфортные кондиционеры можно использовать для таких условий работы только с дополнительно устанавливаемым оборудованием. Гарантией надежной работы доработанных кондиционеров может быть только опыт фирмы, разрабатывающей и устанавливающей это дополнительное оборудование.

Обратим внимание на то, что температурные границы по воздуху в помещении приводятся по влажному, а не сухому термометру. Такой выбор определен тем, что температура влажного термометра определяет энтальпию влажного воздуха и более точно учитывает тепловую нагрузку внутреннего блока.

На $i - d$ диаграмме (рис.13) граничные условия работы кондиционера по параметрам воздуха в помещении можно указать более корректно, поскольку имеется возможность указать не только температурные границы, но и границы по влагосодержанию.

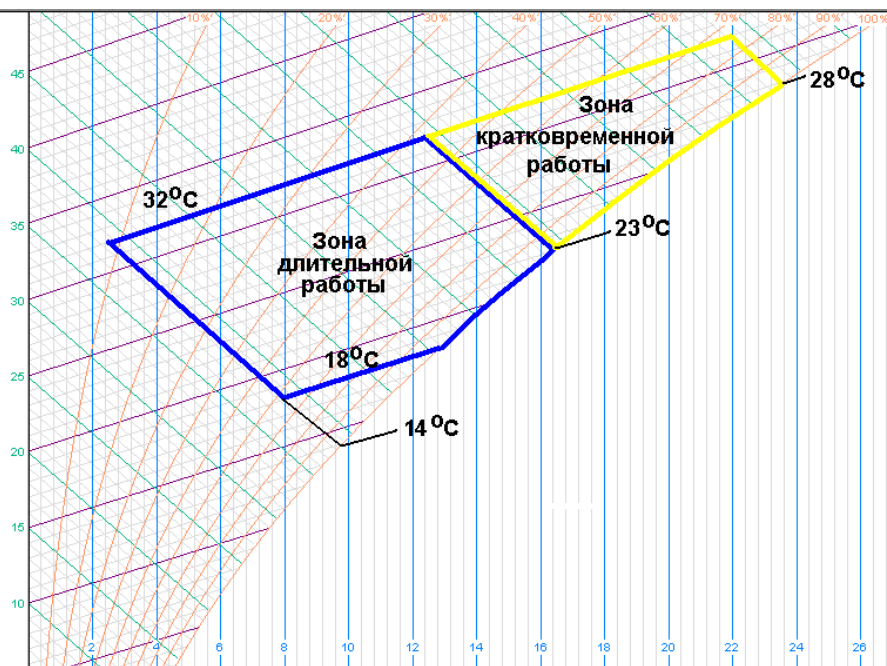


рис.13.

На диаграмме выделены «зона длительной работы» и «зона кратковременной работы». «Зона кратковременной работы» это область параметров воздуха на входе во внутренний блок кондиционера, при которых нагрузка на кондиционер является повышенной (энтальпия воздуха на входе высокая). Длительная работа при таких параметрах с предельно высокой нагрузкой компрессора, высокими температурами конденсации приводит к повышенному износу оборудования.

На следующей диаграмме для конкретной модели оборудования нанесены линии постоянной нагрузки.

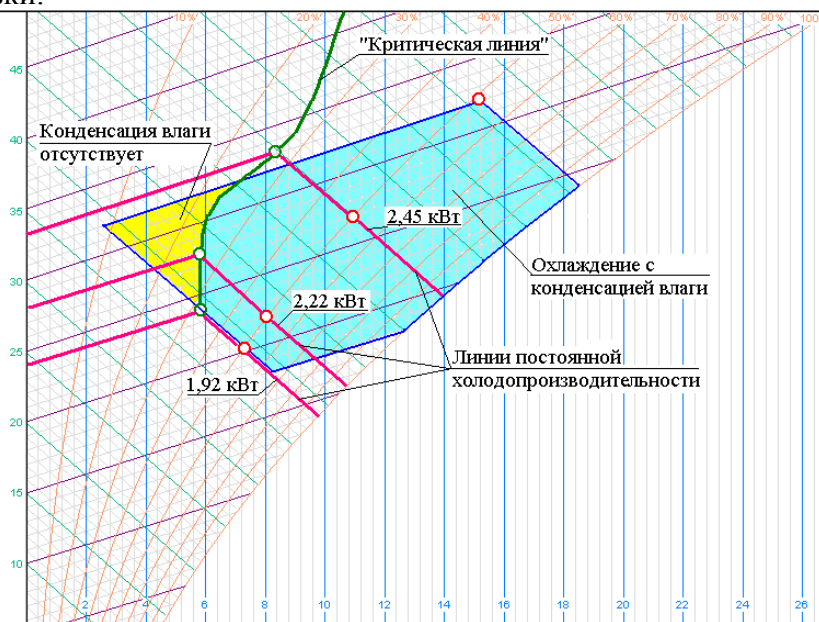


рис.14.

1.5.7. Определение характеристик кондиционера при произвольных параметрах воздуха в помещении

Используя предложенную модель работы кондиционера можно описать характеристики кондиционера во всей зоне рабочих параметров.

Приводимые в технических каталогах оборудования характеристики недостаточны для решения конкретных задач, возникающих при проектировании или подборе оборудования.

Например, при анализе работы кондиционера в помещении с переменными влагопоступлениями полезной характеристикой может быть зависимость холодопроизводительности (полной и явной) от влажности воздуха в помещении. Такие зависимости можно построить, опираясь на таблицы технических каталогов. Конкретный пример для внутреннего блока VRV-II системы DAIKIN FXFQ50MVE при расчетной температуре наружного воздуха 32°C и температуре в помещении 24°C приведен на рис.15

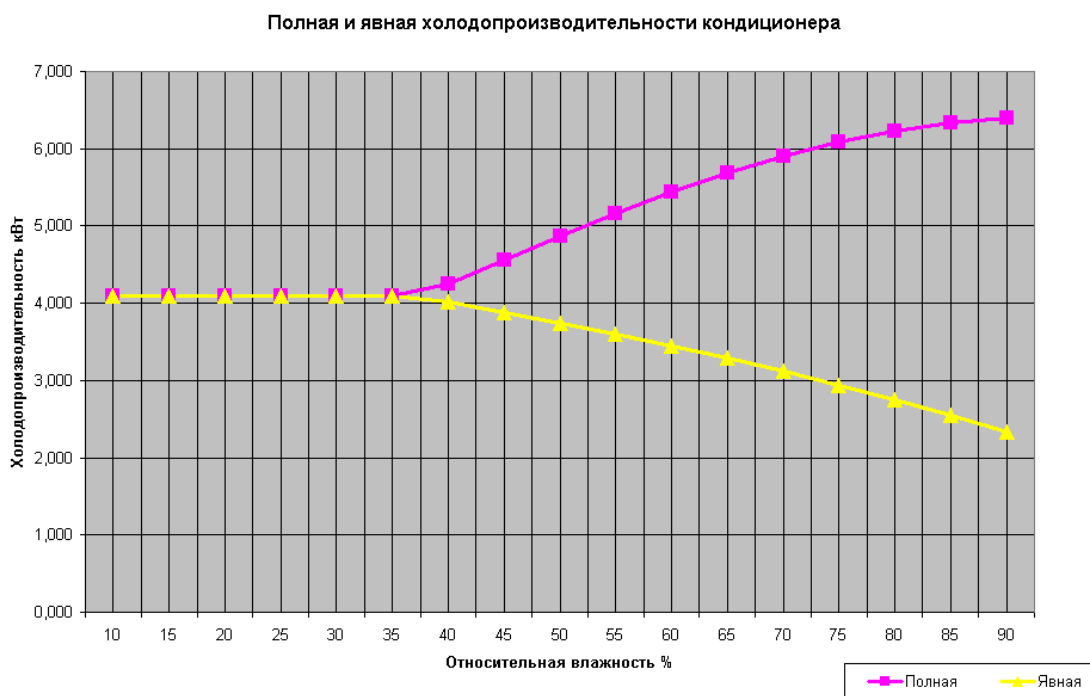


рис.15.

Интерес представляют и параметры воздуха на выходе из кондиционера при изменении параметров на входе.

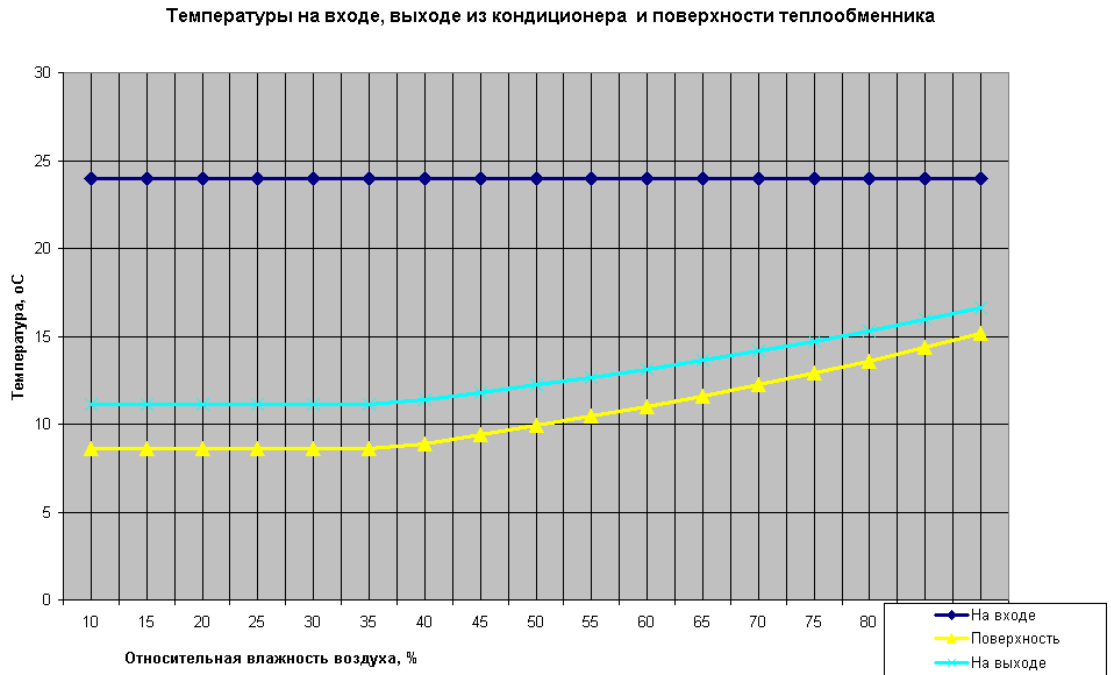


рис.16.

Для определения достигаемой влажности воздуха в помещении при известных тепловых нагрузках помещения по полному и явному теплу можно воспользоваться расчетной зависимостью луча процесса в кондиционере от относительной влажности воздуха в помещении.

Луч процесса

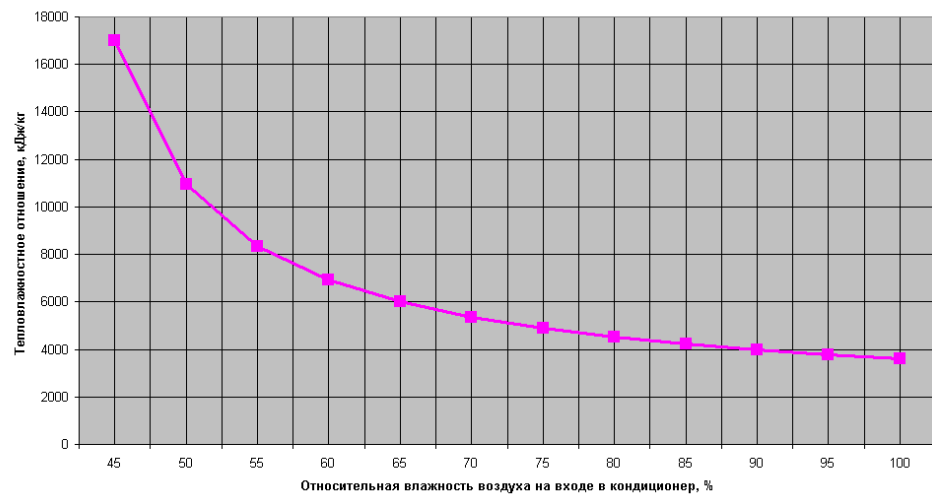


рис.17.

Рассмотренная методика определения характеристик может быть использована как при уточненном подборе оборудования, так и для анализа его работы в условиях отличных от расчетных.

1.6. Основы подбора оборудования

Подобрать кондиционер это значит наиболее полно удовлетворить пожелания Заказчика (сделай так, чтобы мне было хорошо...)

При выборе кондиционера следует соблюдать определенные правила, позволяющие избежать многих ошибок:

- подбирать кондиционер, соответствующий по назначению;
- удовлетворяя требования Заказчика, одновременно руководствоваться нормативными требованиями.

1.6.1. Выбор системы кондиционирования по требованиям, предъявляемым Заказчиком.

В каждом конкретном случае подбора оборудования следует исходить из назначения системы кондиционирования и особых требований, предъявляемых Заказчиком. Учет назначения позволяет использовать имеющиеся отработанные решения и избежать ошибок, связанных с несогласованностью заложенных в предлагаемый кондиционер решений и технических требований к конкретной системе. Например, попытки использовать кондиционер промышленного назначения для кондиционирования жилого помещения наталкиваются на несоответствие в уровне шума, скорости движения воздуха и т.п. Напротив применение комфортного кондиционера для технологических целей предоставляет излишние функциональные возможности, например ночной режим, но не приспособлен к увлажнению воздуха в помещении. При доработке такой системы кондиционирования под требования Заказчика она становится более дорогим вариантом, чем традиционный вариант, выбранный с учетом назначения.

Наиболее сложные решения требуются для нестандартных задач, когда Заказчик формулирует особые требования к системе кондиционирования либо по рабочим параметрам, либо по системе управления, или по каким-то другим характеристикам системы. Для решения этих задач менеджер должен привлекать высококвалифицированных технических специалистов.

1.6.2. Учет нормативных требований

Нормативными данными, на которые следует опираться при выборе кондиционера, являются:

- Строительные нормы и правила «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», регламентирующие температурный режим в помещении и расчетные параметры наружного воздуха в летний и зимний периоды работы
- СНиП и отраслевые нормативы, регламентирующие уровни шума в помещениях.

1.6.3. Влияние расчетной температуры в кондиционируемом помещении на типоразмер кондиционера.

Нормативные данные по параметрам микроклимата в комфортных кондиционируемых помещениях приведены в табл. 1.3. Диапазон оптимальных температур для теплого периода достаточно широк и составляет 20 – 25°C.

Заказчик может устанавливать на пульте управления температуру в более широком диапазоне 18 - 32°C и, соответственно, требовать от проектировщика выбора оборудования под любые параметры в данном диапазоне температур.

При выборе расчетной температуры воздуха в кондиционируемом помещении следует учитывать, что при изменении температуры воздуха в помещении меняется как количество тепла, поступающего в помещение, так и холодопроизводительность оборудования.

Результаты расчетов теплоступлений в типовое офисное помещение площадью 70 м² представлены на рисунке 1.9. В качестве переменных параметров приняты: температура воздуха в помещении и температура наружного воздуха.

По характеристикам оборудования DAIKIN на рисунке 1.10. в относительных величинах представлена зависимость холодопроизводительности кондиционеров от температуры воздуха в помещении и температуры наружного воздуха.

Воспользовавшись информацией на рисунках 1.9. и 1.10., сравним два варианта подбора кондиционера, отличающиеся только расчетной температурой в помещении.

Таблица 1.2.

Температура в кондиционируемом помещении, °С	20	27
Теплоступления в помещение (требуемая холодопроизводительность кондиционера) при расчетных условиях, кВт	8,3	4,8
Холодопроизводительность кондиционера, приведенная к стандартным условиям, кВт	10,3	4,8
Выбранная модель кондиционера	FNB100 + R100 (10,5 кВт)	FNB45 + R45 (5,3 кВт)

При изменении расчетной температуры воздуха в помещении с 20°С до 27°С теплоступления в типовое офисное помещение уменьшились примерно на 60%, а холодопроизводительность кондиционера при этом увеличилась на 20%. Следовательно, в помещение с расчетной температурой воздуха 27°С можно установить кондиционер в 2 раза меньшей холодопроизводительности, и меньшей стоимости.

Чаще всего, в качестве расчетной температуры воздуха в кондиционируемом помещении принимают температуру 23 – 24°С, «прижимаясь» к верхней границе оптимальных температур, что обеспечивает минимальную установленную холодопроизводительность и стоимость системы.

Влияние температуры в помещении на теплоступления

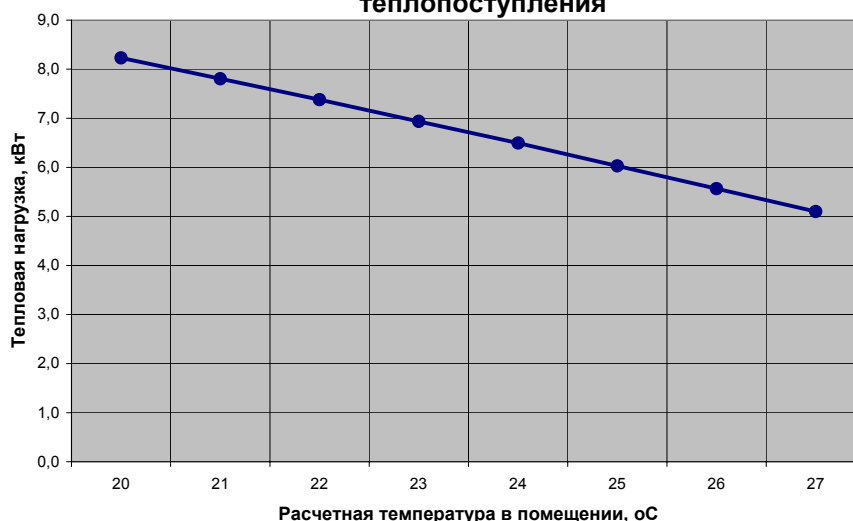


Рис. 1.9.

Влияние температуры в помещении на холодопроизводительность кондиционера

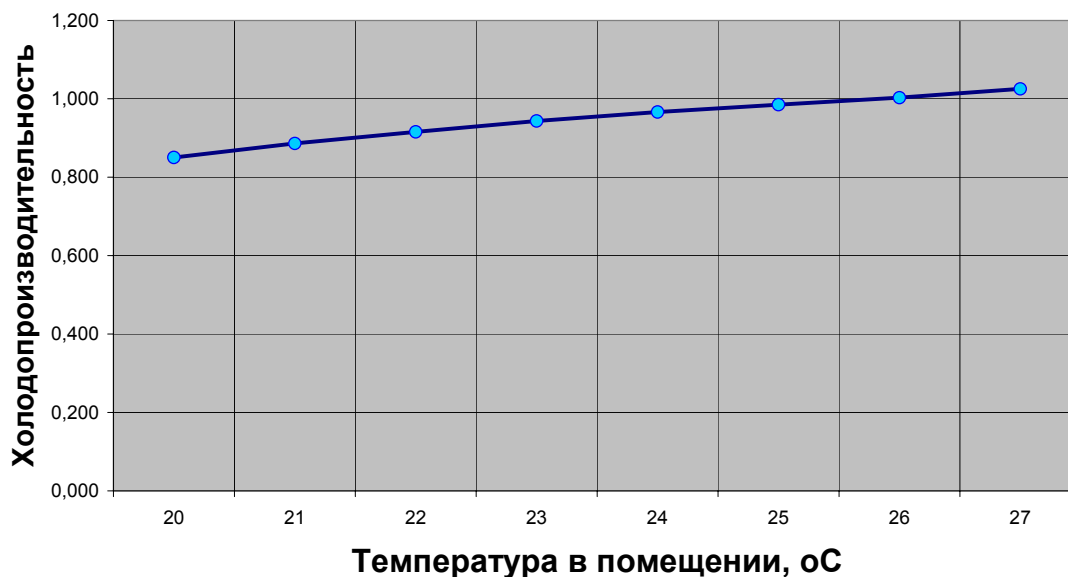


Рис.1.10.

1.6.4. Влияние расчетной температуры наружного воздуха на типоразмер кондиционера.

Не менее важно правильно выбрать расчетные параметры по температуре наружного воздуха. В качестве критерия СНиП рекомендует использовать коэффициент обеспеченности расчетных параметров, подразделяя их на параметры А и Б (таблица 1.3.). Выбор расчетных параметров связан со средней необеспеченностью расчетных параметров воздуха в помещении и определяется классом кондиционирования:

первый класс – в среднем 100 час/год при круглосуточной работе или 70 час/год при односменной работе.

второй класс - в среднем 250 час/год при круглосуточной работе или 175 час/год при односменной работе.

третий класс - в среднем 450 час/год при круглосуточной работе или 315 час/год при односменной работе.

Дополнительно к параметрам, рекомендованным СНиП, рассмотрим также в качестве расчетных параметров:

- параметры наружного воздуха соответствующие абсолютному максимуму температур;
- параметры усредненные между абсолютным максимумом и параметрами Б по СНиП.

Таблица 1.3.

Уровень требований	Класс кондиционирования по СНиП	Число часов с более высокой температурой, час/год	Коэффициент обеспеченности, Коб	Параметры по СНиП
Максимальный	-	0	1	Абс. максимум
Повышенный	-	12	0,995	-
Высокий	I	100	0,96	Б

Средний	II	250	0,9	На 2°С ниже Б
Низкий	III	450	0,82	А

При наиболее высоком уровне требований (максимальный), когда в качестве расчетных параметров принимаются максимально высокие значения температуры и энтальпии зафиксированные в данной местности во всех случаях обеспечивается поддержание заданных параметров.

При высоком уровне требований к системе кондиционирования (параметры Б) до 100 часов в году температура наружного воздуха будет выше расчетной, что означает что в этот период температура в кондиционируемом помещении может быть выше расчетной.

Для наиболее низкого уровня требований (параметров А) этот период составляет уже 450 часов.

Конкретные значения расчетных параметров наружного воздуха для ряда населенных пунктов приведены в таблице 1.4.

Расчетные параметры наружного воздуха для теплого периода года. Таблица 1.4.

№	Наименование пункта	геогр. широта	Параметры А		Параметры Б		Абс. максимум	
			Температура °С	Удельная энтальпия кДж/кг	Температура °С	Удельная энтальпия кДж/кг	Температура °С	Удельная энтальпия кДж/кг
1	Алма-Ата	44	27.6	51.5	31.2	54.4	42	81.6
2	Астрахань	48	29.5	61.1	33	64.5	40	84.6
3	Братск	56	22.5	49	27.7	53.2	37	62.8
4	Брянск	52	22.5	49.8	27.3	53.2	38	75.8
5	Владивосток	44	23.6	57.8	23.4	61.5	36	80.8
6	Вологда	60	21.1	50.2	27.2	55.3	35	80.8
7	Грозный	44	28.8	63.2	34.9	66.6	41	72.9
8	Иваново	56	22.2	49.8	27	52.8	38	80.8
9	Киев	52	23.7	53.6	28.7	56.1	39	70.8
10	Москва	56	22.3	49.4	28.5	54	38	69.9
11	Нижний Новгород	56	21.2	51.1	26.8	54.9	37	70.3
12	Новороссийск	44	26.7	60.3	30.1	65.7	39	72
13	Новосибирск	56	22.7	50.2	28.4	54.8	38	70
14	Одесса	48	25	59	28.6	62	38	73.7
15	Санкт- Петербург	60	20.6	48.1	24.8	51.5	33	67
16	Саратов	52	25.4	53.6	30.5	56.5	40	68.2
17	Тверь	56	21.7	49.4	26.6	52.8	38	71.6
18	Ярославль	56	21.6	49.8	25.8	52.8	36	71.2

Следует отметить, что СНиП не определяет однозначно какой класс кондиционирования выбрать для Вашего помещения и, соответственно, какие параметры А, Б или иные принимать в качестве расчетных. Выбор ложится на проектировщика и должен быть согласован с Заказчиком.

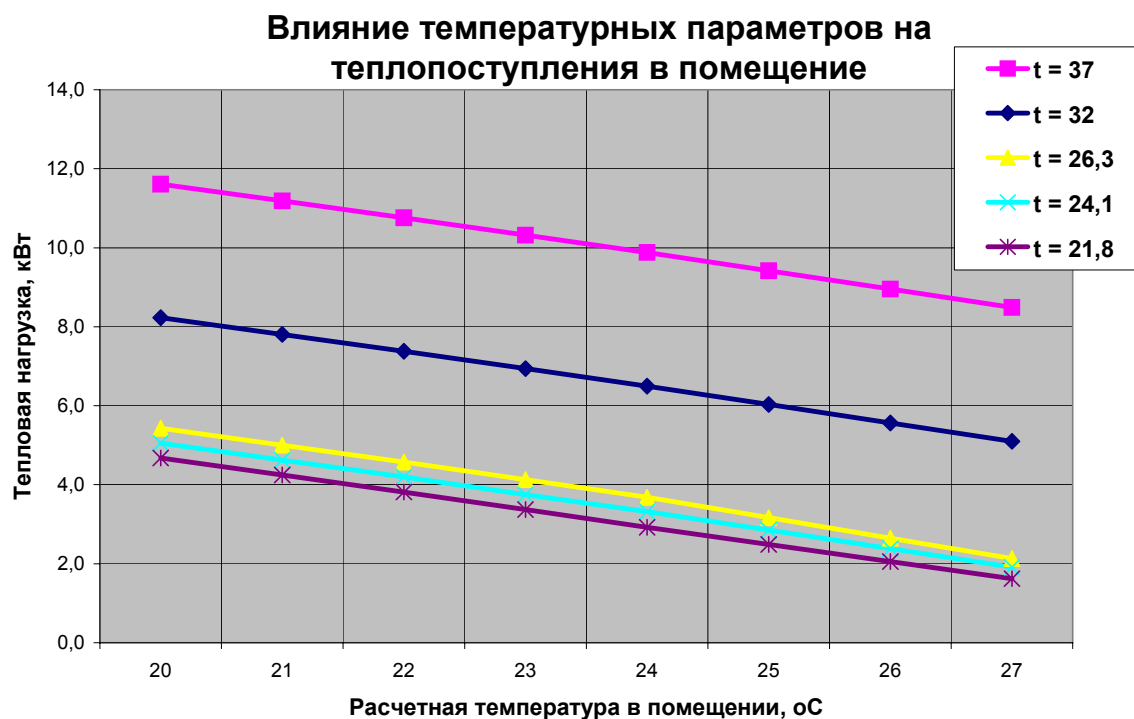


Рис.1.11.

Влияние температурных условий на холодопроизводительность кондиционера

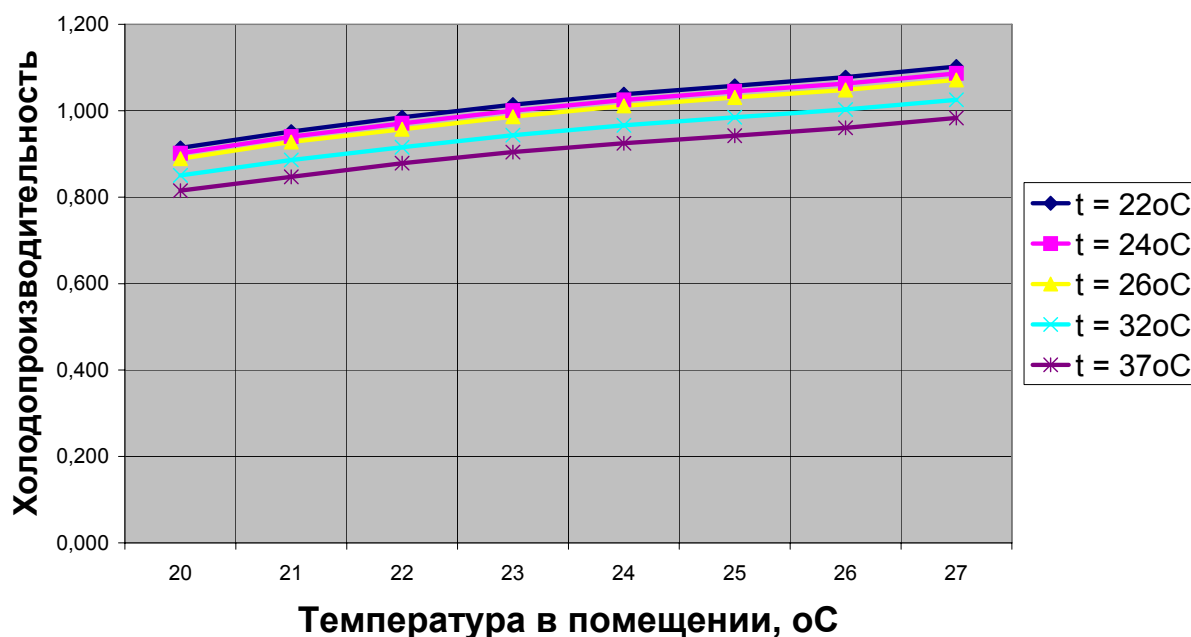


Рис.1.12.

Расчетная температура наружного воздуха сильно влияет на теплопоступления в кондиционируемое помещение и требуемую холодопроизводительность кондиционера. Так при моделировании тепловых режимов в офисном помещении, расположенном в городе Перми для расчетных параметров А, Б и абсолютного максимума получены следующие результаты:

Таблица 1.5.

Температурные параметры наружного воздуха	Параметры А	Параметры Б	Параметры средние между Б и абсолютным максимумом	Абсолютный максимум
Теплопоступления в помещение (требуемая холодопроизводительность кондиционера) при расчетных условиях, кВт	2,9	3,7	6,5	10
Холодопроизводительность кондиционера, приведенная к стандартным условиям, кВт	2,8	3,7	6,8	11,0
Выбранная модель кондиционера	FHYB35F + RY35D	FHYB35F + RY35D	FHYB71F + RY71F	FHYB125F + RY125F
Холодопроизводительность	3,8	3,8	7,2	12,4

выбранного кондиционера при стандартных условиях, кВт				
---	--	--	--	--

Как видно из конкретного примера, от того какие параметры наружного воздуха мы выбираем в качестве расчетных параметров, результат выбора – холодопроизводительность кондиционера может различаться в 3 раза.

Можно рассмотреть, как отразится выбор кондиционера той или иной холодопроизводительности на потребительское свойство – уровень температур в кондиционируемом помещении. Проиллюстрируем это на том же примере, смоделировав температурный режим в кондиционируемом помещении.

В помещение с тепловой нагрузкой, изменяющейся в течение месяца по зависимости представленной на рисунке 1.13. (пиковые нагрузки до 7,5 кВт) будем устанавливать кондиционеры различной холодопроизводительности (от 3,5 до 8,7 кВт) и отслеживать как выдерживается в помещении заданный температурный режим (22°C).

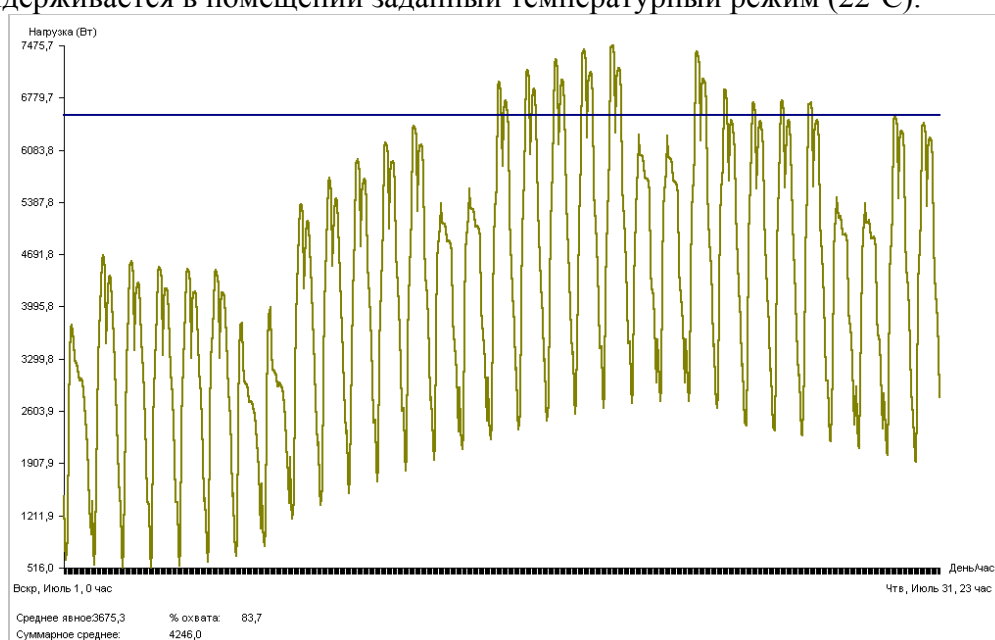


Рисунок 1.13.

Температура в помещении при низких температурах наружного воздуха выдерживается заданной, а при высоких температурах наружного воздуха отклоняется от заданной, причем максимальные отклонения наблюдаются только в дневное время, когда тепловые нагрузки в помещении максимальны.

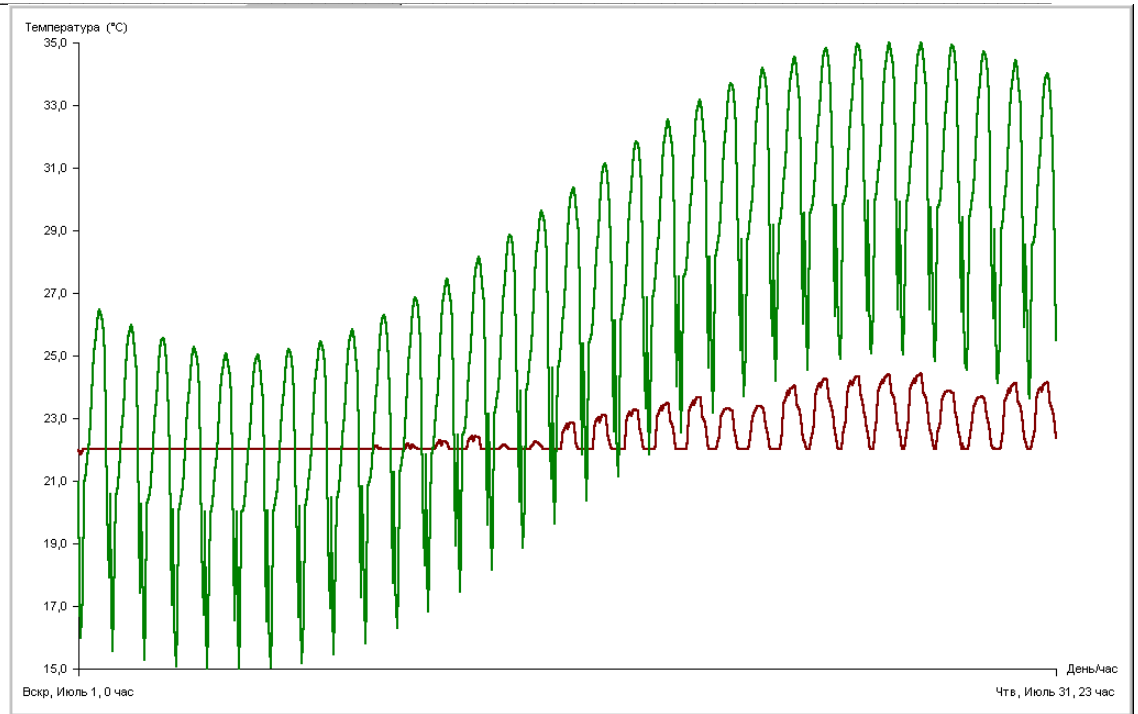


Рис.1.14.

На рисунке 1.15. приведены результаты моделирования теплового режима кондиционируемого помещения при размещении в нем кондиционеров различной холодопроизводительности. Кондиционер 40 выбран по расчетным параметрам наружного воздуха А. Кондиционер 50 по параметрам Б, кондиционер 80 по средним параметрам между абсолютным максимумом и параметрами Б, кондиционер 100 по параметрам абсолютного максимума.

Максимальное отклонение температуры от заданной

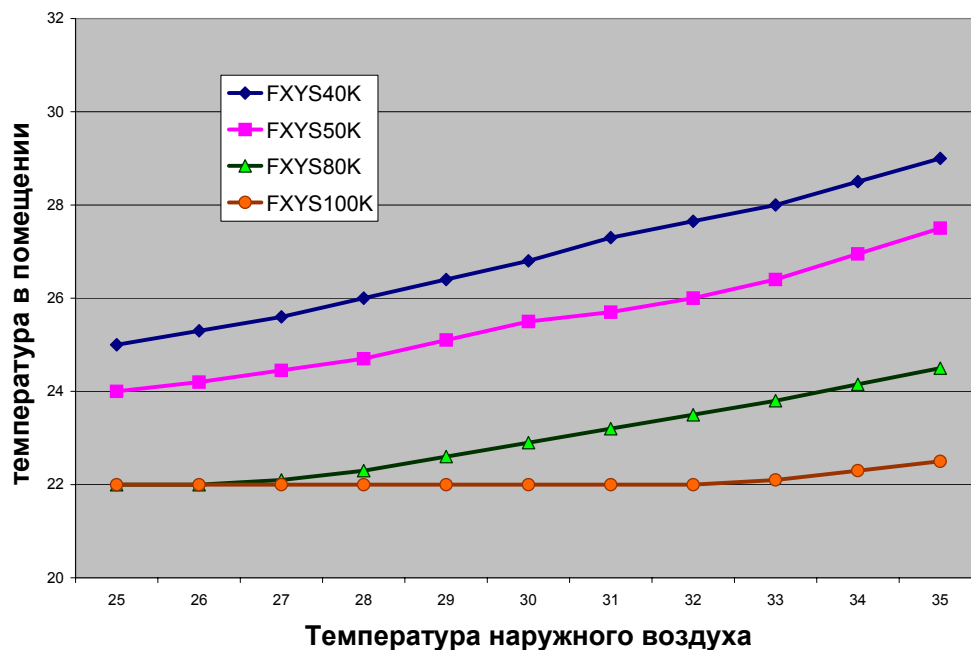


Рис.1.15.

В данном случае, кондиционеры 40 и 50 явно не справляются с задачей и не могут поддерживать температуру в помещении ниже 24-26°C при температуре наружного воздуха выше 28°C.

Кондиционер 80 справится с задачей при температурах наружного воздуха ниже 28°C. При более высоких температурах температура повышается до 24-25°C, что в ряде случаев может быть признано допустимым.

Кондиционер 100 справляется с задачей полностью: даже при температуре наружного воздуха 35°C отклонение температуры от расчетной не превышает 0,5°C, что лежит в пределах точности поддержания температуры.

Таким образом, можно рекомендовать при требованиях Заказчика поддерживать температуру в кондиционируемом помещении 24°C при расчетной наружной температуре 28°C пользоваться параметрами Б для более строгих требований (например, перепад температур между расчетной температурой наружного воздуха и в кондиционируемом помещении 8°C) в качестве расчетных параметров наружного воздуха использовать средние параметры между абсолютным максимумом и параметрами Б.

1.6.5. Совмещение систем вентиляции и кондиционирования

Кратность воздухообмена, определенная по нормам по количеству пребывающих в помещении людей или иным нормативам, определяемым газообменом помещения, является обязательной для выполняемой системой вентиляции. В то же время кратность воздухообмена определенная из условия удаления тепло-влагоизбытков помещения, как правило, существенно выше и при использовании для компенсации тепло-влагоизбытков кондиционеров обрабатывающих воздух в помещении может быть сокращена до значений определенных по газообмену.

В этом случае задачи вентиляции и кондиционирования разделяются. Кондиционер обеспечивает удаление избытков тепла и влаги, а вентиляция обеспечивает замену воздуха в помещении.

Препятствием для такого решения могут служить только нормативные требования. Например, в особо чистых помещениях медицинских учреждений (операционных палатах, отделениях реанимации) рециркуляция воздуха запрещается и приходится идти не прямоточную систему с расходом воздуха, определенным из условия тепло-влагоизбытков. Центральный прямоточный кондиционер является, в этом случае, практически единственным разрешенным нормами решением.

1.6.6. Как правильно подобрать кондиционер?

На традиционный вопрос: «по какой холодопроизводительности полной или явной следует подбирать кондиционер?» следует дать абсолютно точный ответ: «недостаточно ориентироваться только на явную холодопроизводительность либо на полную – для поддержания заданных параметров воздуха в помещении (температуры и влажности) необходимо обеспечить «сбалансированный» отвод тепла и влаги».

Каждое помещение имеет конкретные тепло и влагопоступления. Традиционно в $i-d$ диаграмме (рис.15) соотношение тепловой влажностной нагрузок описывается лучом процесса (тепловлажностным отношением).

$$\varepsilon = \Delta i / \Delta d \quad [\text{кДж/кг}]$$

При известном тепловлажностном отношении угол наклона луча процесса остается постоянным и наносится на периферийные области $i-d$ диаграммы.

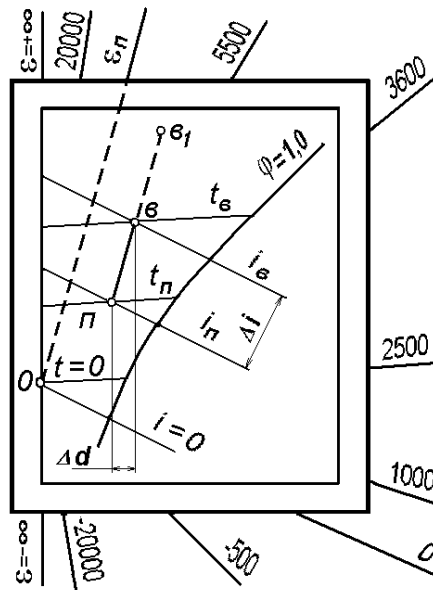


рис.15.

Каждый кондиционер при желаемых параметрах воздуха в помещении, будет отводить вполне определенные количества тепла и влаги, причем совсем не обязательно в том соотношении, в котором они поступают в помещение. Внутренний блок кондиционера будет иметь свой собственный луч процесса, который определяется по входным и выходным параметрам воздуха.

Что будет происходить, если баланс тепла и влаги поступающих в помещение и отводимых кондиционеру отсутствует? Кондиционер управляется термостатом, т.е. баланс по явному теплу устанавливается автоматически (автоматикой), а баланс по влаге? Кондиционер и помещение совместно образуют систему, в которой установление равновесия будет происходить за счет изменения влажности (влажностерождения) воздуха в помещении.

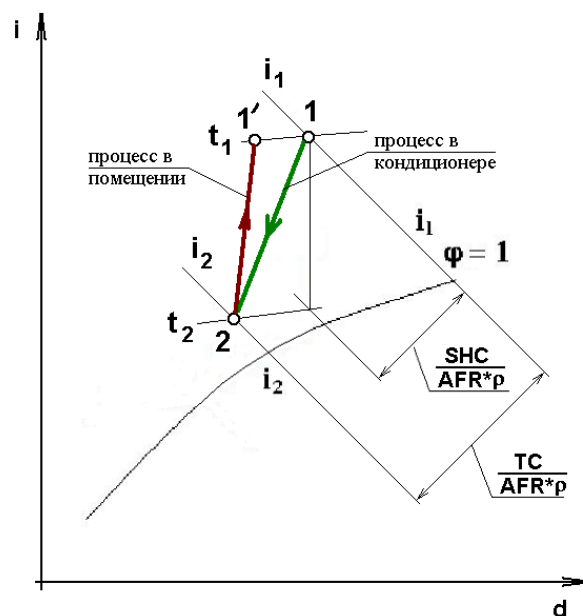


рис.16.

На рис.16. совмещены два процесса: процесс в кондиционере 1 – 2 и процесс в помещении 2 – 1'. Точки 1 и 1' не совпадают. В данном конкретном случае кондиционер осушает воздух интенсивнее, чем он увлажняется в помещении. Постепенно влажность в

кондиционируемом помещении будет снижаться, а вследствие этого будет изменяться и луч процесса в кондиционере (рис.17).

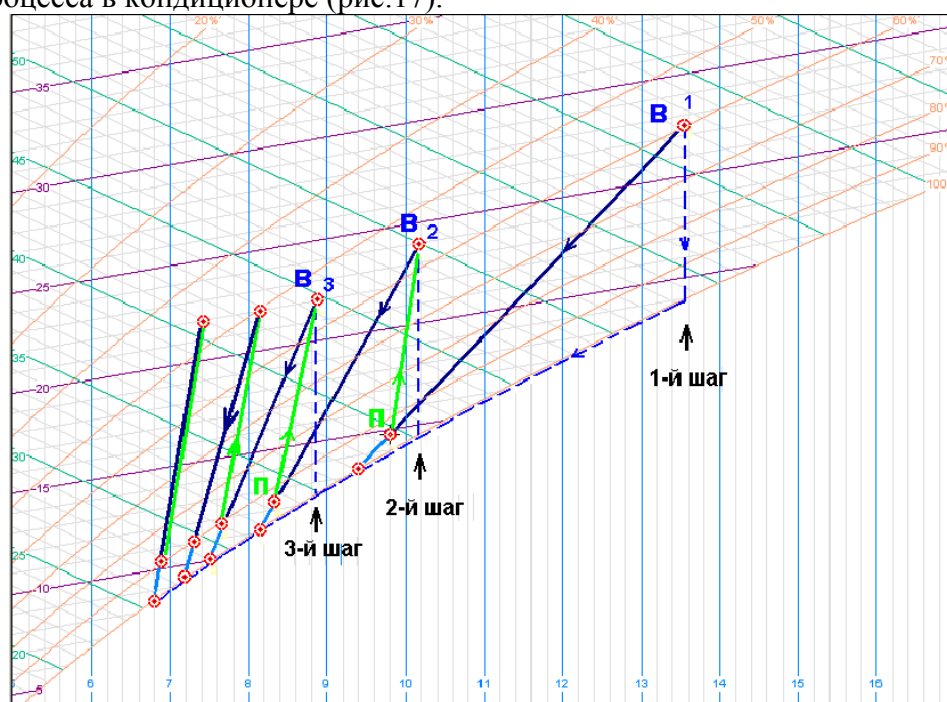


рис.17

По истечении определенного промежутка времени установится динамическое равновесие, когда наступит баланс не только по теплоизбыткам, но и по влаге. В этом случае в системе помещение-кондиционер будет устойчиво сохраняться вполне определенная влажность воздуха, при которой количество поступающей в помещение влаги будет равно количеству влаги, удаляемой из помещения. Лучи процесса в помещении и в кондиционере при этом совпадают.

Важные замечания:

1. Разные кондиционеры будут поддерживать в помещении разное значение относительной влажности. Соответственно, теплоступления в помещение, обслуживаемое разными кондиционерами, будет различны. В частности, тепловая нагрузка по охлаждению вентиляционного воздуха или воздуха, поступающего при инфильтрации через наружные ограждения, возрастает при снижении относительной влажности в помещении. Парадоксальный вывод: тепловая нагрузка на кондиционер зависит от самого кондиционера. К такому выводу мы приходим, в том случае, если кондиционер не поддерживает влажность воздуха в помещении, а работает по принципу «как получится».
2. Холодопроизводительность кондиционера определяется по температуре влажного термометра на входе, а при заданной температуре сухого термометра она сильно зависит от влажности (влагосодержания) воздуха в помещении.

С учетом этих замечаний методика подбора оборудования кондиционирования включает следующие шаги:

1. Предварительно задаемся относительной влажностью воздуха в помещении, например, 50%
2. Рассчитываем тепло и влагопоступления в кондиционируемое помещение
3. Определяем луч процесса в помещении
4. По теплопоступлениям предварительно выбираем кондиционер
5. Для заданной температуры, задаваясь рядом значений относительной влажности воздуха в помещении, строим зависимости полной, явной холодопроизводи-

тельности кондиционера и луча процесса в кондиционере от относительной влажности в помещении

6. Определяем новое значение относительной влажности воздуха в помещении из условия равенства лучей процесса в помещении и кондиционере
7. Методом последовательных приближений корректируем значения относительной влажности воздуха в помещении, уточняем тепло и влагопоступления, а также полную и явную холодопроизводительности кондиционера
8. При выполнении условия, что полная холодопроизводительность кондиционера при уточненных параметрах воздуха в помещении превышает полные теплопоступления в помещение можно рекомендовать данный типоразмер кондиционера для установки в помещение.

Примечание:

Поскольку лучи процесса в помещении и кондиционере совпадают сравнивать можно не только полные, но и явные холодопроизводительности. Результат выбора от этого не меняется.

При ручном подборе требуется выполнить достаточно большое количество расчетов и графических построений. Упрощение может быть достигнуто при использовании компьютерных программ подбора.

1.6.7. Методика аналитического подбора кондиционера

Предлагаемая методика подбора кондиционера реализует моделирование температурно-влажностных параметров воздуха в помещении с известными тепло и влагопоступлениями при установке определенного кондиционера.

Методика подбора выполнена в Excel и включает несколько подпрограмм.

Подпрограмма ввода исходных данных и получения результатов.

Подпрограмма ввода исходных данных по характеристикам кондиционера и аппроксимации аналитическими зависимостями зависимостей табличных значений полной и явной холодопроизводительностей от температуры воздуха в помещении по влажному термометру при заданной температуре наружного воздуха.

Подпрограмму расчета параметров влажного воздуха.

Подпрограмму расчета характеристик кондиционера при параметрах воздуха на входе в кондиционер отличных от табличных значений.

Две последние подпрограммы являются скрытыми и недоступны для пользователя.

1.6.8. Исходные данные

1.6.8.1. Температурные условия

- температура воздуха в помещении (на входе во внутренний блок) по сухому термометру $t_{вх d}$ [°C]
- температура наружного воздуха t_o [°C]
- барометрическое давление B [Па]

1.6.8.2. Характеристики кондиционера

- расход воздуха через внутренний блок AFR [м³/мин]
- байпас-фактор BF [-]
- полная холодопроизводительность кондиционера TC [кВт]
- явная холодопроизводительность кондиционера SHC [кВт]

Значения полной и явной холодопроизводительностей заносятся в программу расчета в виде таблиц. Пример приведен на рис. 18.

Температура наружного воздуха	Температура в помещении по влажному термометру, CWB оС							
	12		16		19		24	
CDB оС	TC	SHC	TC	SHC	TC	SHC	TC	SHC
20	5,57	4,56	6,39	4,61	6,87	4,8	8,02	4,98
25	5,43	4,42	6,1	4,47	6,73	4,56	7,83	4,75
32	5,05	4,17	5,77	4,22	6,39	4,42	7,35	4,56
35	4,9	4,12	5,57	4,17	6,15	4,32	7,2	4,52
Расход воздуха, мЗ/мин	17		Байпас-фактор	0,11		Модель	Новый	

Рис.18

Опорные для получения аппроксимационных зависимостей значения температур в помещении и наружного воздуха можно выбрать по своему усмотрению. Важно, чтобы в дальнейшем, при расчетах использовались значения температур и влажности воздуха в помещении и снаружи лежащие в диапазоне параметров заданной Вами таблицы. Это связано с тем, что характеристики кондиционера в программе аппроксимируются степенными рядами и экстраполяция данных за пределы границ может приводить к большим погрешностям.

В результате интерполяции мы получаем уравнения:

$$TC = f1(t \text{ нар}, t \text{ пом } w)$$

$$SHC = f2(t \text{ нар}, t \text{ пом } w)$$

Интерполяция проводится в 2 этапа. На первом этапе определяются значения полной и явной холодопроизводительностей при заданной расчетной температуре наружного воздуха, а на втором этапе определяются коэффициенты аппроксимационного уравнения зависимости холодопроизводительности от температуры по влажному термометру на входе во внутренний блок.

1.6.9. Определение параметров влажного воздуха

1.6.9.1. Система расчетных уравнений

Уравнения, описывающие взаимосвязь параметров влажного воздуха

1. Уравнения для определения параметров влажного воздуха в состоянии насыщения зависимость парциального давления насыщенных паров от температуры

$$\lg p_{\text{нас}} = 2,125 + (156+8,12*t)/(236+t)$$

зависимость влагосодержания в состоянии насыщения от давления насыщенных паров

$$d_{100} = 622 * p_{\text{нас}} / (B - p_{\text{нас}})$$

2. Уравнения, описывающие состояние воздуха в области перегретых паров воды (справедливы и для состояния насыщения)

Уравнение расчета энтальпии по температуре и влагосодержанию

$$i = 1,005 * t + (2,5 + 0,0018 * t) * d$$

Уравнение расчета относительной влажности

$$\varphi = B / (p_{\text{нас}} * d / (622 - d) * 100,$$

где $p_{\text{нас}}$ – давление насыщенных водяных паров при расчетной температуре.

Уравнения, описывающие процесс охлаждения воздуха в кондиционере

перепад энтальпий

$$\Delta i = TC / G$$

Массовый расход воздуха G [кг/с] определяется по объемному расходу V [м³/мин]

$$G = V * \rho / 60$$

Плотность сухого воздуха ρ рассчитывается по формуле

$$\rho = 0,003488 * (B - p) / (273 + t), \text{ кг/м}^3$$

где B – барометрическое давление, Па

p – давление паров воды, Па

t – температура воздуха на входе во внутренний блок, °С

перепад температур на внутреннем блоке по явной холодопроизводительности SHC [кВт]

$$\Delta t = SHC / G / c_p$$

где SHC – явная холодопроизводительность, [кВт]

$c_p = 1,005 + 0,0018 * d$ – теплоемкость влажного воздуха, [кДж/(кг °С)]

байпас-фактор

$$BF = (i_{\text{вых}} - i_3) / (i_{\text{вх}} - i_3),$$

где i_3 – энтальпия насыщенного воздуха при температуре поверхности теплообменника

$i_{\text{вх}}$ – энтальпия влажного воздуха на входе во внутренний блок

$i_{\text{вых}}$ – энтальпия влажного воздуха на выходе из внутреннего блока

1.6.10. Примеры расчетных схем процессов обработки воздуха в кондиционере

Расчет параметров воздуха на входе во внутренний блок по табличным данным (температурам сухого и влажного термометра)

- по заданной температуре мокрого термометра t_w находим давление насыщенных водяных паров $p_{\text{н w}}$ [Па]
 $\lg p_{\text{н w}} = 2,125 + (156 + 8,12 * t_w) / (236 + t_w)$
- по давлению насыщенных паров воды и барометрическому давлению находим влагосодержание воздуха в состоянии насыщения $d_{100 w}$ [г/кг]
 $d_{100 w} = 622 * p_{\text{н w}} / (B - p_{\text{н w}})$
- по температуре мокрого термометра и влагосодержанию насыщенных паров при температуре мокрого термометра рассчитываем энтальпию воздуха на входе $i_{\text{вх}}$ [кДж/кг]
 $i_{\text{вх}} = 1,005 * t_w + (2,5 + 0,0018 * t_w) * d_{100 w}$
- по температуре сухого термометра и энтальпии воздуха на входе определяем влагосодержание воздуха на входе $d_{\text{вх}}$ [г/кг]
 $d_{\text{вх}} = (i_{\text{вх}} - 1,005 * t_d) / (2,5 + 0,0018 * t_d)$

5. по заданной температуре воздуха в помещении t_d находим давление насыщенных водяных паров $p_{h d}$ [Па]
 $\lg p_{h d} = 2,125 + (156+8,12*t_d)/(236+t_d)$
6. относительная влажность воздуха на входе во внутренний блок $\phi_{вх}$ [%]
 $\phi_{вх} = V/(p_{нас}) * 100 * d_{вх} / (622 - d_{вх})$
8. плотность сухого воздуха определяем по температуре воздуха на входе во внутренний блок и барометрическому давлению ρ [кг/м³]
 $\rho_{вх} = 0,003488 * V / (t_{вх} + 273)$
9. массовый расход воздуха через внутренний блок G [кг/с]
 $G = AFR * \rho_{вх} / 60$

Расчет параметров воздуха на выходе из внутреннего блока

1. Перепад энтальпий на внутреннем блоке Δi [кДж/кг]
 $\Delta i = TC / G$
2. энтальпия воздуха на выходе $i_{вых}$ [кДж/кг]
 $i_{вых} = i_{вх} - \Delta i$
3. Перепад температур на внутреннем блоке Δt [°С]
 $\Delta t = SHC / G / c_p$
4. Температура воздуха на выходе по сухому термометру $t_{вых d}$ [°С]
 $t_{вых d} = t_d - \Delta t$
5. Влагосодержание воздуха на выходе определяем по энтальпии и температуре воздуха на выходе $d_{вых}$ [г/кг]
 $d_{вых} = (i_{вых} - 1,005 * t_{вых d}) / (2,500 + 0,0018 * t_{вых d})$
6. давление насыщенных водяных паров по температуре сухого термометра на выходе из внутреннего блока $p_{h d}$ [Па]
 $\lg p_{h d} = 2,125 + (156+8,12*t_{вых d})/(236+t_{вых d})$
7. по давлению насыщенных паров воды и барометрическому давлению находим влагосодержание воздуха в состоянии насыщения $d_{100 d}$ [г/кг]
 $d_{100 d} = 622 * p_{h d} / (B - p_{h d})$
8. относительная влажность воздуха на выходе из внутреннего блока $\phi_{вых}$ [%]
 $\phi_{вых} = V / (p_{нас}) * 100 * d_{вых} / (622 - d_{вых})$

Расчет температуры на поверхности теплообменника

1. Энтальпия воздуха при температуре поверхности теплообменника i_3 [кДж/кг] определяется по байпас-фактору
 $i_3 = i_{вх} - \Delta i / (1 - BF)$
2. Температура на поверхности теплообменника t_3 [°С] определяется по энтальпии насыщенного воздуха, используя уравнение аппроксимационную зависимость
 $t_3 = a_1 + a_2 * i_3 + a_3 * i_3^2 + a_4 * i_3^3$
коэффициенты аппроксимационной зависимости a_1 , a_2 , a_3 и a_4 рассчитываются в подпрограмме с учетом известного значения барометрического давления.

Расчет «критической влажности» воздуха на входе во внутренний блок

1. По известной температуре влажного термометров определяем энтальпию воздуха на входе $i_{вх}$ [кДж/кг] Раздел. 2.2.2.1. пункты 1 – 3.
2. Рассчитываем перепад энтальпий во внутреннем блоке Δi [кДж/кг] Раздел. 2.2.2.2. пункт 1.
3. Определяем энтальпию воздуха при температуре поверхности теплообменника i_3 [кДж/кг] Раздел. 2.2.2.3. пункт 1.

4. Используя аппроксимационное уравнение кривой насыщения $d_{нас} = f(i_3)$ определяем влагосодержание воздуха на входе во внутренний блок $d_{вх}$ [г/кг].
5. Зная влагосодержание $d_{вх}$ и энтальпию $i_{вх}$ воздуха на входе во внутренний блок находим температуру на входе $t_{вх}$ [°C]
 $t_{вх} = (i_{вх} - 2,5 * d_{вх}) / (1,005 + 0,0018 * d_{вх})$
6. По температуре на входе $t_{вх}$ определяем критическую относительную влажность воздуха на входе $\phi_{вх}$ [%]. Раздел. 2.2.2.1. пункты 5 - 6.
7. Выполнив расчет для 4-х значений температуры влажного термометра, выбранных в пределах интересующего нас диапазона (в пределах разрешенных производителем техники), мы получаем аппроксимационные зависимости «критической» относительной влажности от значений температур сухого и влажного термометров, что позволяет определять критическую влажность при любой известной температуре в заданном диапазоне.

Расчет характеристик кондиционера при произвольных температуре и влажности воздуха на входе во внутренний блок

1. Определяем давление насыщенных водяных паров по температуре сухого термометра на входе во внутренний блок p_n [Па]
 $\lg p_n = 2,125 + (156 + 8,12 * t_{вх}) / (236 + t_{вх})$
2. По давлению насыщенных паров воды и барометрическому давлению находим влагосодержание воздуха в состоянии насыщения d_{100d} [г/кг]
 $d_{100d} = 622 * p_n / (B - p_n)$
3. По влагосодержанию воздуха в насыщенном состоянии и заданной относительной влажности определяем влагосодержание воздуха на входе $d_{вх}$ [г/кг]
 $d_{вх} = 622 * \phi_{вх} * d_{100d} / (100 * B - \phi_{вх} * d_{100d})$
4. По температуре и влагосодержанию воздуха на входе находим энтальпию воздуха $i_{вх}$ [кДж/кг]
 $i_{вх} = 1,005 * t_{вх} + (2,5 + 0,0018 * t_{вх}) * d_{вх}$
5. По энтальпии воздуха на входе рассчитываем по аппроксимационной зависимости температуру воздуха по влажному термометру $t_{вхw}$ [°C]
6. По температуре, барометрическому давлению, относительной влажности и давлению насыщенных водяных паров рассчитываем плотность воздуха на входе ρ [кг/м³]
7. Рассчитываем критическую влажность (максимальную влажность для заданной температуры, при которой отсутствует конденсация влаги) по зависимости, полученной в разделе 2.2.2.4. $\phi_{кр}$ [%].
8. Если заданная относительная влажность ниже или равна критической рассчитываем по пунктам 3-5 температуру по влажному термометру для критической относительной влажности $t_{вхкрw}$ [°C] и используем это значение для определения полной холодопроизводительности кондиционера TC [кВт]. Явная холодопроизводительность, в этом случае, равна полной $SHC = TC$.
9. Если заданная относительная влажность выше критической, то по аппроксимационным зависимостям: $TC = f_1(t_{нар}, t_{вхw})$ и $SHC = f_2(t_{нар}, t_{вхw})$ определяем значения полной и явной холодопроизводительностей.
10. Далее рассчитываем остальные параметры процесса охлаждения, как и прежде, пользуясь уравнениями Раздел. 2.2.2.2. и Раздел. 2.2.2.3.

По алгоритму раздела 2.2.2. написана программа расчета параметров работы кондиционера «Влажность_2».

Второй вариант программы «Влажность_3» позволяет моделировать работу кондиционера в помещении с заданными теплопоступлениями.

Программа использует для расчета теплопоступлений в помещение алгоритм, приведенный DAIKIN в документе Si-18 стр. 312-317.

В результате расчетов определяется и относительная влажность воздуха в помещении при установке данного кондиционера. Поскольку тепло и влагопоступления в помещение зависят от относительной влажности в помещении, расчет ведется методом последовательных приближений.

1.7. Расчет тепловой нагрузки на систему кондиционирования

Основным параметром, по которому подбирается кондиционер, является холодопроизводительность. Существует несколько подходов к выбору кондиционера по холодопроизводительности.

1. Грубая оценка, позволяющая с минимальными затратами сил и времени получить результат.
2. Расчет теплопоступлений в кондиционируемое помещение по отдельным составляющим.
3. Математическое моделирование нестационарных тепловых процессов в кондиционируемом помещении.

1.7.1. Грубая оценка

В инструкции на бытовой кондиционер указывается для помещения какой площади он может быть успешно использован (например, 20-25 м²).

Известны среднестатистические данные по удельным тепловым нагрузкам для жилых и мало насыщенных тепловыделяющей оргтехниккой помещений (для условий Москвы – 100-125 Вт/м² или 30-35Вт/м³).

Такой метод подбора оборудования дает достоверные результаты, когда характеристики кондиционируемого помещения не отличаются от обычных. При большом остеклении помещения, большом количестве тепловыделяющего оборудования, интенсивном вентилировании помещения такой метод дает значительные ошибки.

1.7.2. Расчет теплопоступлений в кондиционируемое помещение по отдельным составляющим.

Тепловой нагрузкой на систему кондиционирования является сумма тепла, поступающего в помещение в единицу времени в летний период через наружные ограждения за счет теплопередачи, облучения солнцем, искусственного освещения, от тепловыделяющего оборудования, приборов и людей.

Расчет тепловой нагрузки ведут отдельно по каждому кондиционируемому помещению. Результаты расчетов заносят в сводную таблицу, форма которой приведена в Таблице 1.6.

1.7.3. Поступление тепла через наружные стены и крышу

Количество тепла Q_1 , поступающего в помещение через наружные стены или покрытие площадью F , определяют как сумму теплопритоков, вызванных наличием разности температур снаружи ограждения и внутри кондиционируемого помещения Q_t , а так-

же теплопритоков в результате воздействия солнечной радиации Q_{1c} через покрытия и наружные стены:

$$Q_1 = Q_T + Q_{1c}. \quad [1.1]$$

Теплопритоки через стены и покрытия Q_T рассчитывают по формуле:

$$Q_T = q F = k_d F (t_n - t_b), \quad [1.2]$$

где q - удельный тепловой поток $q = k_d (t_n - t_b)$, Вт/м²;

k_d - действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² К);

F - расчетная площадь поверхности ограждения, м²;

t_n - расчетная температура воздуха с наружной стороны ограждения, °С;

t_b - расчетная температура воздуха внутри кондиционируемого помещения, °С.

Действительный коэффициент теплопередачи ограждения может быть рассчитан, если известна конструкция ограждения как коэффициент теплопередачи многослойной ограждающей конструкции по формуле:

$$k_d = 1/R_o = 1/(R_n + R_i + R_b), \quad [1.3]$$

где R_o - общее сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции, м²К/Вт;

R_n - сопротивление теплоотдаче соответственно с наружной или более теплой стороны ограждения, м²К/Вт;

$$R_n = 1/\alpha_n; \quad [1.4]$$

R_i - сопротивление теплопроводности i -го строительного слоя конструкции, м²К/Вт;

$$R_i = \delta_i/\lambda_i; \quad [1.5]$$

R_b - сопротивление теплоотдаче с внутренней стороны ограждения, м²К/Вт;

$$R_b = 1/\alpha_b; \quad [1.6]$$

α_n и α_b коэффициенты теплоотдачи с наружной и внутренней стороны ограждения, Вт/(м²К);

δ_i - толщина строительных слоев конструкции, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности строительных слоев конструкции, Вт/(м²К).

Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи приведены в Таблице 1.7.

Если конструкция ограждения не задана, то можно руководствоваться нормативными данными по сопротивлениям теплопередаче ограждающих конструкций.

Для стен и покрытий требуемое сопротивление теплопередаче определяют по формуле:

$$R_{\text{тр}} = (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) / \Delta t^{\text{н}} \alpha_{\text{в}}, \quad [1.7]$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{\text{н}}$ - расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С;

$\Delta t^{\text{н}}$ - нормативная разность между температурой воздуха в помещении и температурой на внутренней поверхности ограждения, °С.

Расчетный коэффициент теплопередачи:

$$k_{\text{д}} = 1/R_{\text{тр}}$$

Температуру воздуха в кондиционируемом помещении $t_{\text{в}}$ принимают как оптимальную по Таблице 1.8.

Таблица 1.6.

1.7.4. Таблица записи результатов подсчета теплопоступлений в кондиционируемое помещение.

Источники теплопоступлений		Показатель А		Удельный тепловой поток q	Тепловой поток $Q'=A*q$	Доля тепла поступ. в помещ. k	Тепловой поток $Q=Q'*k$
Стены наружные		Площадь, м ²				1	
						1	
						1	
						1	
Окна		Площадь, м ²					
Крыша		Площадь, м ²					
Потолок		Площадь, м ²				1	
Пол		Площадь, м ²					
Стены внутренние		Площадь, м ²				1	
						1	
						1	
						1	
Приток воздуха		Расход, м ³ /с					
Люди		К-во, чел.					
Электрооборудование		Мощн., кВт		—			
Электроосвещение		Мощн., кВт		—			
Тепловое оборудование		Мощн., кВт		—			
Прочие		Мощн., кВт		—			
Итого:							

Таблица 1.7.

1.7.5. Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи для различных ограждений и условий

Поверхности	Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м ² К)	Сопротивление теплоотдаче R, (м ² К/Вт)
Наружные поверхности стен и бесчердачных покрытий	23	0,043
Внутренние поверхности стен помещений	8	0,125
Внутренние поверхности покрытий, полы, перекрытия	6 - 7	0,167 - 0143
Внутренние поверхности помещений с умеренной циркуляцией воздуха (коридоры, лестничные клетки)	9	0,111

1.7.6. Таблица 1.8.**1.7.7. Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений.**

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
Теплый	20-22	60-30	0,2
	23-25	60-30	0,3
Холодный и переходные условия	22-22	45-30	0,2

Примечание: Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

Таблица 1.9.

1.7.8. Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений

Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, не более, м/с
Теплый	Не более чем на 3 °С выше расчетной температуры наружного воздуха (параметры А)*	65***	0,5
Холодный и переходные условия	18**-22	65	0,2

* Для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей следует принимать температуру не более 28 °С, а для районов с расчетной температурой наружного воздуха (параметры А) 25 °С и выше - не более 33 °С.

** Для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде следует принимать температуру 14 °С.

*** В районах с расчетной относительной влажностью воздуха более 75% (параметр А) допускается принимать влажность до 75%.

Примечание: Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

При расчете теплопритоков через наружные ограждения температуру наружного воздуха t_n принимают по Таблице 1.4.

Расчетную разность температур Δt^n принимают по Таблице 1.10.

Таблица 1.10.

1.7.9. Нормативный температурный перепад Δt^n (в °С) между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции

Здания и помещения	Наружные стены	Покрытия и чердачные перекрытия
Здания жилые, больницы родильные дома, детские сады, ясли и т.п.	6	4
Учебные помещения школ, поликлиники	6	4,5
Общественные здания и вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий	7	5,5

При расчете площади поверхности стен длину наружных стен не угловых помещений определяют как расстояние между осями внутренних стен; угловых помещений - как расстояние от наружной поверхности наружных стен до оси внутренних. Высоту стен определяют как расстояние от уровня чистого пола данного этажа до уровня чистого пола вышележащего этажа или до верха засыпки покрытия. Площадь потолка определяют как произведение длины помещения на ширину, которые измеряются между осями внутренних стен или от внутренней поверхности наружных стен до оси внутренних.

С достаточной степенью точности все размеры помещений в плане можно определять между координационными осями (т.е. без учета толщины стен). При этом погрешность при определении площади ограждающих конструкций по сравнению с более точным методом, указанным выше, не превысит 5%. Линейные размеры принимают с округлением до 0,1 м, а площадь с округлением до 0,01 м².

Количество теплоты, поступающей от солнечной радиации через наружные стены и покрытия помещения Q_{1c} (в Вт), определяют по формуле:

$$Q_{1c} = q_c F = k_d F \Delta t_c, \quad [1.8]$$

где q_c - удельный тепловой поток от солнечного излучения $q_c = k_d \Delta t_c$, Вт/м²;

k_d - действительный коэффициент теплопередачи ограждения, Вт/(м² К);

F - площадь поверхности ограждения, облучаемая солнцем, м²;

Δt_c - избыточная разность температур, характеризующая действие солнечной радиации в летнее время, °С.

Количество теплоты от солнечной радиации (значение избыточной разности температур) зависит от географической широты местности, где расположено здание, характера поверхности ограждения (цвет окраски, структура) и ориентации ее по сторонам горизонта.

Для плоской кровли избыточная разность температур не зависит от ориентации по сторонам горизонта и может приниматься для зданий, расположенных в местности с географической широтой 40-60°, и не имеющих окраски 17,7°С, а с окраской светлых тонов 14,9°С. Для шатровых кровель избыточную разность температур (в °С) принимают в зависимости от географической широты: для южной зоны России 15, средней 10, северной 5.

Для наружных стен избыточную разность температур можно принимать по Таблице 1.11.

Таблица 1.11.

1.7.10. Избыточная разность температур за счет солнечного излучения для наружных стен.

Стена	Избыточная разность температур (в °С) при ориентации по сторонам горизонта									
	Ю		ЮВ	ЮЗ	В	З	СВ	СЗ	С	
	Географическая широта									
	40°	50°	60°	от 40° до 60°						
Бетонная	5,9	8,0	9,8	8,8	10,0	9,8	11,7	5,1	5,6	0
Кирпичная	6,6	9,1	11,0	9,9	11,3	11,0	13,2	5,8	6,3	0
Побеленная известью или покрытая светлой штукатуркой	3,6	4,9	6,0	5,4	6,1	6,0	7,2	3,2	3,5	0
Покрыта штукатуркой с окраской в темные тона	5,1	7,1	8,5	7,7	8,8	8,5	10,2	4,5	4,9	0
Облицованная белыми глазурованными плитками	2,3	3,2	3,9	3,5	4,0	3,9	4,7	2,0	2,2	0

1.7.11. Поступление тепла через световые проемы

Количество теплоты, поступающей в помещение через заполнения световых проемов (окна и балконные остекленные двери), Q_2 определяется как сумма тепла, проникающего за счет теплопроводности и за счет радиации:

$$Q_2 = Q_{\tau} + Q_{2c}. \quad [1.9]$$

Тепло, поступающее за счет теплопроводности, определяют по той же формуле, что и для наружных стен [1.2]. Для заполнений световых проемов (окон) нормативное сопротивление теплопередаче определяется по Таблице 1.12. с учетом назначения здания и разности температур воздуха внутри помещения и наружного для холодного периода года.

Таблица 1.12.

1.7.12. Требуемое сопротивление теплопередаче заполнений световых проемов для окон и балконных дверей R^{TP} (в $m^2 K/Вт$)

Здания и помещения	Разность температур $t_v - t_n$, К	Требуемое сопротивление теплопередаче, $m^2 K/Вт$
Здания жилые, больницы родильные дома, детские сады, ясли, школы	до 25	0,18
	25 - 44	0,39
	44 - 49	0,42
	свыше 49	0,53
Общественные здания и вспомогательные здания промышленных предприятий (кроме влажного и мокрого режимов)	до 30	0,15
	30 - 49	0,31
	свыше 49	0,48
Производственные здания с сухим и нормальным режимом	до 35	0,15
	35 - 49	0,31
	свыше 49	0,34

Количество теплоты, поступающее через остекление за счет радиации, можно определить по формуле:

$$Q_{2c} = q_c F k_1 k_2, \quad [1.10]$$

где q_c - удельный тепловой поток от солнечной радиации (принимается по таблице 1.13.), $Вт/м^2$;

F - площадь остекленной поверхности ограждения, $м^2$;

k_1 - коэффициент учитывающий затенение остекления (принимается по таблице 1.10.);

k_2 - коэффициент отражения радиации остеклением (принимать равным 1 - для одинарного, 0,8 - для двойного и 0,5 - для тройного остекления).

Таблица 1.13.

1.7.13. Удельный тепловой поток солнечной радиации через вертикальное однослойное остекление.

Географическая широта	Поток тепла от солнечной радиации ($Вт/м^2$)				
	С	СВ,СЗ	В,З	ЮВ,ЮЗ	Ю
36	58	165	315	200	270
40	58	165	315	220	245
44	58	165	315	270	300
48	58	165	325	270	300
52	70	165	325	290	300
56	82	165	340	300	300
60	93	165	340	325	340
64	105	150	340	340	340

Таблица 1.14.

1.7.14. Коэффициент, учитывающий затенение светового проема

Вид затенения	Коэффициент k_1
Внутренние жалюзи: светлые средние по окраске темные	0.56
	0.65
	0.75
Внутренние шторы из тонкой ткани: светлые средние по окраске темные	0.56
	0.61
	0.66
Внутренние шторы: из плотного материала светлые темные	0.25
	0.59
Наружные жалюзи: под углом 45° к стеклу перпендикулярно к стеклу	0.15
	0.22
Маркиза: закрытая с боков открытая с боков средняя по окраске открытая с боков темная	0.35
	0.2
	0.25

Примечание: При одновременном действии двух факторов общий коэффициент затенения определяется как произведение двух коэффициентов, взятых из таблицы 1.14.

1.7.15. Поступление тепла через перегородки и межэтажные перекрытия

Расчет тепlopоступлений через перегородки и межэтажные перекрытия ведут аналогично расчету тепlopоступлений через наружные стены по формулам {1.2 - 1.7}, учитывая отсутствие солнечного облучения поверхности, различия в температуре и коэффициенте теплoотдачи на внешней поверхности ограждения.

Длину внутренних стен определяют как расстояние между внутренней поверхностью наружных стен и осью внутренних.

При расчете теплoпритоков через внутренние ограждения (стены, перегородки), отделяющие кондиционируемое помещение от другого, вместо температуры наружного воздуха принимают температуру смежного помещения (для помещения без кондиционирования воздуха как допустимую в теплый период года по Таблице 1.4).

При отсутствии сведений по структуре и толщинам слоев ограждения значения удельного теплого потока ориентировочно можно принять:

для перегородок из кирпича, бетона, дерева	-	9 Вт/м ²
для легких перегородок из стекла, тонких панелей	-	16Вт/м ²

1.7.16. Поступление тепла через полы

Теплoпоступления через полы 1-го этажа, расположенные на грунте или над подвалом в расчете не учитываются.

Расчет тепlopоступлений для полов, начиная со 2-го этажа производится, как и для межэтажных перекрытий.

1.7.17. Поступление тепла от искусственного освещения

Теплопритоки от электрического освещения $Q_{\text{осв}}$ определяют по формуле:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}}, \quad [1.10]$$

где $N_{\text{осв}}$ - установленная мощность осветительной аппаратуры, кВт.

При люминесцентном освещении и установке светильников за подшивным потолком, доля тепла, поступающая в помещение составляет 0,6 от $Q_{\text{осв}}$.

1.7.18. Поступление тепла и влаги с наружным воздухом

Наружный воздух поступает в помещения либо от приточной вентиляционной установки, либо при инфильтрации (через не плотности в наружных ограждениях и щели в окнах, а также при открывании дверей).

Теплоприток с наружным воздухом рассчитывают по формуле:

$$Q_{\text{нв}} = L_{\text{н}} \rho (i_{\text{н}} - i_{\text{в}}), \quad [1.11]$$

где $L_{\text{н}}$ - объемный приток наружного воздуха, м³/с;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

$i_{\text{н}}$ - энтальпия наружного воздуха (принимается по расчетным параметрам наружного воздуха Табл.1.5), кДж/кг;

$i_{\text{в}}$ - энтальпия воздуха внутри помещения (при оптимальных параметрах составляет 42 кДж/кг).

Объемный расход воздуха для помещений разного назначения существенно различен и принимается по соответствующим СНиП. Для помещений гостиниц нормативный расход воздуха определяет СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания».

Согласно СНиП в номера гостиниц, помещения офисов следует подавать воздух в количестве 60 м³ в час на одного находящегося в нем человека.

Плотность воздуха при оптимальных параметрах $t = 20^{\circ}\text{C}$, $\varphi = 60\%$ и атмосферном давлении 735 мм рт ст составляет 1,29 кг/м³.

Влагоприток с наружным воздухом

$$W_{\text{нв}} = L_{\text{н}} * \rho * (d_{\text{н}} - d_{\text{в}}) * 10^{-3}, \text{ кг/с},$$

где $d_{\text{н}}$ - влагосодержание наружного воздуха, г/кг;

$d_{\text{в}}$ - влагосодержание воздуха в помещении, г/кг.

1.7.19. Поступление тепла от оборудования

Количество тепла, выделяемого оборудованием, зависит от ряда причин: оснащенности данного помещения тепловыделяющим оборудованием, мощности и режима работы каждой единицы оборудования.

Для оборудования предприятий массового питания на газовом обогреве можно принять:

$$Q_{\text{топ}} = Q_{\text{пом}} + Q_{\text{ух}}, \quad [1.12]$$

где $Q_{\text{топ}}$ - количество теплоты, выделяемое в топке при сгорании газа, кВт;

$Q_{\text{пом}}$ - количество теплоты, выделяемой оборудованием в помещение (состоит из полезной теплоты, расходуемой на приготовление пищи, и из потерь теплоты наружными ограждениями оборудования), кВт;

$Q_{\text{ух}}$ - количество теплоты, теряемое с уходящими газами, кВт.

Количество тепла $Q_{\text{об}}^{\text{газ}}$ (в кВт), выделяемое газовым тепловым оборудованием, определяют по формуле:

$$Q_{\text{об}}^{\text{газ}} = Q_{\text{топ}} * K * K_o * K_n, \quad [1.13]$$

где $Q_{\text{топ}} = V Q_{\text{рн}}$ - количество теплоты, выделяемое при сгорании газа, кВт;

V - объемный расход газа при нормальных условиях, м³/с;

$Q_{\text{рн}}$ - теплотворная способность 1 м³ газа, при нормальных условиях, равная 35600 кДж/м³;

K - коэффициент, учитывающий соотношение между $Q_{\text{пом}}$ и $Q_{\text{ух}}$ ($K = 0,8$);

K_o - коэффициент, учитывающий одновременность работы однотипного оборудования (для столовых $K_o = 0,8$, для ресторанов и кафе $K_o = 0,6$);

K_n - коэффициент использования оборудования (выражает продолжительность непрерывной работы оборудования в течение смены в пересчете на 1 рабочий час). Коэффициент K_n может быть принят равным:

Кипятильники, кофеварки, печи шашлычные, термостаты	- 0,9
Печи электрические	- 0,7
Плиты газовые, котлы электрические, газовые, посудомоечные машины	- 0,6
Сковороды, жаровни, фритюрницы	- 0,5
Мармиты, стойки, шкафы жарочные, пекарские и кондитерские	- 0,4
Механическое оборудование	- 0,2

Тепловыделение от оборудования, обогреваемого паром, можно принимать, по данным А.А. Гоголина, равным 1,3 кВт на 1 м² наружной неполированной поверхности, 0,49 кВт - полированной и 0,33 кВт - для поверхности, покрытой изоляцией.

Для оборудования с электрическим обогревом тепловыделения $Q_{\text{об}}^{\text{эл}}$ (в кВт) подсчитывают по формуле:

$$Q_{\text{об}}^{\text{эл}} = N_{\text{эл.н}} K_n K_o, \quad [1.14]$$

где $N_{\text{эл.н}}$ - суммарная мощность всех электронагревателей данного оборудования, кВт.

Тепло, выделяемое электродвигателями механического оборудования $Q_{\text{эл.дв}}$ (в кВт) подсчитывают по формуле:

$$Q_{\text{эл.дв}} = N_{\text{эл.дв}} K_n K_o, \quad [1.15]$$

где $N_{\text{эл.дв}}$ - суммарная мощность всех электродвигателей механического оборудования, кВт.

Расчетные значения электрической мощности бытового и офисного электрооборудования приведены в Таблице 1.15.

1.7.20. Таблица 1.15.**1.7.21. Расчетные значения тепlopоступлений от бытового и офисного оборудования.**

Вид оборудования	Тепlopоступление, Вт
Персональная ЭВМ	250
Сервер	500-1000
Принтер лазерный	500
Ксерокс	500
Телефонная станция	100-1000
Источник бесперебойного питания	10% от установленной мощности
Телевизор	100
Холодильник	100

Для предприятий общественного питания источником выделения тепла и влаги является остывающая пища. Тепловыделения от остывающей пищи можно принять равными 17 - 25 Вт, а выделение влаги $2 * 10^{-5}$ кг/с на одного посетителя (посадочное место).

1.7.22. Тепло и влаговыделения от людей

Выделение тепла и влаги людьми зависит от затраченной ими энергии и температуры воздуха в помещении.

Тепловыделения от людей в зависимости от интенсивности работы представлены в таблице 1.16, в которой представлены средние данные для мужчин. Принято считать, что женщины выделяют 85%, а дети в среднем 75% теплоты и влаги, выделяемых мужчинами.

Количество тепла, поступающего в помещение от n людей, подсчитывается по формуле:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} * n, \quad [1.16]$$

где $q_{\text{л}}$ - удельный тепловой поток от человека, Вт/чел;
 n - число людей в помещении.

Количество влаги, поступающее в помещение от людей:

$$W_{\text{л}} = (\omega_{\text{ч}} * n) / (3,6 * 10^6), \text{ кг/с}, \quad [1.17]$$

где $\omega_{\text{ч}}$ - влага, выделяемая человеком, г/час (по Табл.1.12.).

Таблица 1.16.

Количество теплоты и влаги, выделяемых взрослыми людьми (мужчинами).

Показатели	Количество теплоты, Вт, и влаги, г/час, выделяемых людьми при температуре воздуха в помещении, °С					
	10	15	20	25	30	35
	В состоянии покоя					
Теплота:						
явная	140	120	90	60	40	10
полная	165	145	120	95	95	95
Влага	30	30	40	50	75	115
	При легкой работе					
Теплота:						
явная	150	120	100	65	40	5
полная	180	160	150	145	145	145
Влага	40	55	75	115	150	200
	При работе средней тяжести					
Теплота:						
явная	165	135	105	70	40	5
полная	215	210	205	200	200	200
Влага	70	110	140	185	230	280
	При тяжелой работе					
Теплота:						
явная	200	165	130	95	50	10
полная	290	290	290	290	290	290
Влага	135	185	240	295	355	415

2. Split-system

2.1. Область применения.

Кондиционеры Split-system предназначены для комфортного кондиционирования жилых и офисных помещений. Обслуживаемая кондиционером площадь помещения может составлять от 10 до 60 м².

Данные кондиционеры используются также для технологических целей и выполняют функции охлаждения небольших помещений с высокими тепловыделениями: помещений расположения серверов компьютерных сетей, телефонных станций.

Двухблочный кондиционер, часто называемый сплит-системой это кондиционер, состоящий из двух блоков: наружного (располагаемого вне здания) и внутреннего (располагаемого в кондиционируемом помещении). Наружный и внутренний блоки связаны между собой трубопроводами, по которым циркулирует холодильный агент. В наружном блоке расположены компрессор, теплообменник и вентилятор. Этот блок обеспечивает передачу тепла, отводимого из помещения, наружному воздуху или, в режиме теплового насоса, отбор тепла от наружного воздуха. Внутренний блок служит для тепловой обработки воздуха помещения. Для сплит-системы характерно соответствие один наружный блок - один внутренний блок. Как исключения к наружному блоку могут быть подключены два или три внутренних блока, обслуживающие одно помещение с общим задатчиком параметров работы.

Мульти-сплит системы состоят из одного наружного и от 2 до 5 внутренних блоков. Данный тип системы кондиционирования позволяет обслуживать несколько помещений, поддерживая в каждом из них заданную (возможно различную) температуру воздуха. Каждый внутренний блок имеет собственную систему управления, а наружный обеспечивает поддержание требуемых параметров холодильного агента, подаваемого в разветвленную сеть трубопроводов, соединяющих каждый внутренний блок с наружным.

Существующие сплит-системы для большого числа помещений (от 5 до 30) имеют один наружный блок большой холодопроизводительности и магистральные трубопроводы подачи холодильного агента, к которым подключаются внутренние блоки. Второй важной отличительной характеристикой таких систем является наличие центральной системы управления с большими возможностями.

2.2. Стандартная комплектация.

В стандартную комплектацию входят наружный и внутренний блоки. Исполнение внутренних блоков настенное, напольное, напольно-припотолочное или канальное (низконапорное – гостиничное).

Маркировка блоков.

В отличие от стандартных моделей сплит-систем (кондиционеров имеющих релейное управление – вкл /выкл) инверторные модели «только холод» имеют маркировку К, а «тепловые насосы» - Х. Модели кондиционеров работающих на озонобезопасных холодильных агентах имеют в маркировке после буквы серии символ Z.

Примеры маркировок внутренних и наружных блоков моделей «только охлаждение» и «тепловой насос», в стандартном и инверторном исполнении, а также работающие на альтернативном озонобезопасном холодильном агенте приведены в таблице 2.1.

В маркировках инверторных моделей сплит систем 2001 г разработки появился признак температурного диапазона работы – символы **T** и **D**:

(**RXT40GV1NB + FVXT40GV1NB**) - комплект, работоспособность которого в режиме охлаждения подтверждена производителем до +10°C.

(**RXD50JV1B + FTXD50JV1B**) - комплект, работоспособность которого в режиме охлаждения подтверждена производителем до -10°C.

Внутренние настенные блоки навешиваются на специальную монтажную панель, входящую в стандартный комплект поставки. Наружные блоки настенного исполнения могут монтироваться как на стене на специально изготавливаемом кронштейне, так и на горизонтальной поверхности (крыше здания, полу балкона или лоджии и т.п.).

Внутренний и наружный блоки связаны между собой трубопроводами и электрическим кабелем.

Трубопроводы выполняются из медных труб и предназначены для подачи от наружного блока к внутреннему жидкого холодильного агента и возврата в наружный блок паров холодильного агента. Температура холодильного агента ниже температуры окружающей среды, поэтому трубопроводы прокладываются в тепловой изоляции.

Многожильный кабель связи обеспечивает передачу сигналов управления на наружный блок и подачу электропитания для вентилятора и привода жалюзи и системы управления.

Управление работой осуществляется с беспроводного пульта управления с дисплеем на жидких кристаллах и инфракрасной системой передачи информации.

Таблица 2.1.

Примеры маркировок блоков Split system

	Внутренний блок	Наружный блок
Кондиционер только охлаждение на холодильном агенте R-22	FT25GV1	R25GV1
Кондиционер тепловой насос на холодильном агенте R-22	FTY22GV1	RY22DA7V1
Кондиционер только охлаждение с инверторным управлением на холодильном агенте R-22	FTK25HV1	RK25HV1
Кондиционер тепловой насос с инверторным управлением на холодильном агенте R-22	FTX25HV1	RX25HV1
Кондиционер только охлаждение на холодильном агенте R-407C	FT25GZV1	R25EZV1
Кондиционер тепловой насос с инверторным управлением на холодильном агенте R-407C	FTX25GZV1	RX25GZV1

2.3. Система управления.

Кондиционер как объект для управления (регулирования) гораздо сложнее, чем бытовой холодильник, хотя в основе обоих устройств лежит парокомпрессионная холодильная машина.

Основными параметрами парокомпрессионной машины являются температура кипения, температура конденсации (с соответствующими давлениями) и холодопроизводительность.

Для бытового холодильника (рис.2.1.) температура кипения, определяемая стабильной температурой в охлаждаемой камере $t_{кам}$, и температура конденсации, зависящая от стабильной температуры в помещении $t_{пом}$, практически неизменны в процессе работы. Тепловая нагрузка Q , определяемая перепадом температур между помещением и камерой, также остается постоянной.

Стабильные параметры работы позволяют организовать работу холодильной машины с нерегулируемым дросселем и теплообменниками без регулирования эффективности их работы (вентиляторов с переменным числом оборотов).

Система управления бытовым холодильником при стабильных условиях заключается лишь в согласовании реальной тепловой нагрузки холодильной камеры с холодопроизводительностью холодильной машины, что обычно реализуется установкой термостата в холодильной камере, который включает и выключает компрессор холодильной машины.

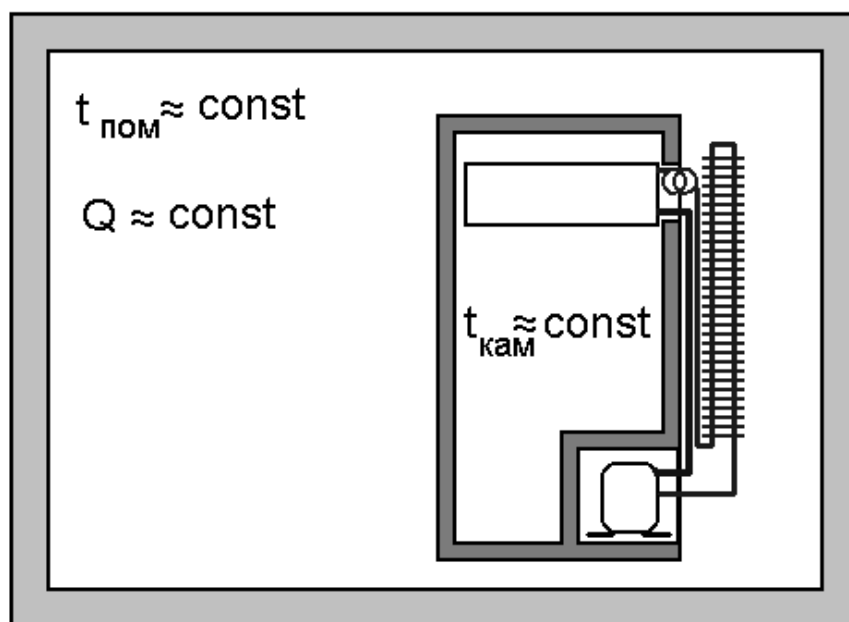


Рис.2.1. Схема бытового холодильника

Для холодильной машины, работающей в составе кондиционера, наиболее стабильным параметром является температура кипения, зависящая от температуры в кондиционируемом помещении $t_{\text{пом}}$, поскольку температура в помещении переменна только в пусковой период при захлаживании помещения. Температура конденсации не остается постоянной, а изменяется с изменением температуры наружного воздуха $t_{\text{нар}}$. Также нельзя считать постоянной и тепловую нагрузку в помещении Q , зависящую от многих факторов: температуры наружного воздуха, интенсивности солнечного облучения стен и окон помещения, переменных внутренних тепловыделений и т.п.

Управление работой кондиционера заключается не только в согласовании холодопроизводительности холодильной машины с теплопоступлениями в кондиционируемое помещение, но и в поддержании оптимальных параметров ее работы. Эти параметры должны обеспечивать не только комфортность (скорость и температура на выходе из внутреннего блока кондиционера), но также надежность и долговечность работы (исключение недопустимо высоких или низких давлений в системе, автоматическое освобождение теплообменников от выпадающего инея и т.п.).

Простейшая холодильная машина, работающая в составе кондиционера (рис.2.2.), имеет управляемый термостатом компрессор, нерегулируемый дроссель и теплообменники с вентиляторами, позволяющими изменять эффективность теплообмена. Самые простые системы управления позволяют обеспечить работоспособность в ограниченном диапазоне температур наружного воздуха, могут лишь фиксировать превышение каким либо из контролируемых параметров предельных значений и аварийно останавливать кондиционер.

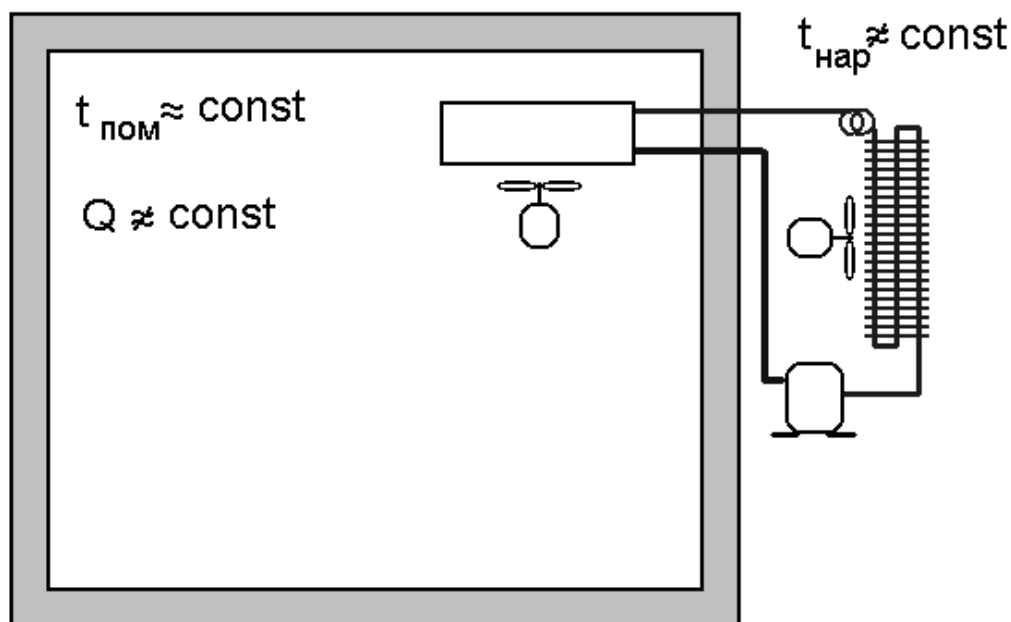


Рис.2.2. Схема бытового кондиционера

Полноразмерно подстроиться под переменные условия работы можно лишь имея холодильную машину, состоящую из устройств, работой которых можно управлять. Компрессор должен иметь переменную производительность. Дроссель должен быть регулируемым. Теплообменники должны иметь регулируемый расход воздуха. Наиболее близки к идеальному решению инверторные модели сплит-систем. Преимущества такого кондиционера реализуются при микропроцессорной системе управления. Возможности такого кондиционера, качество создаваемого микроклимата в помещении, его надежность и долговечность зависят от программы работы, реализуемой микропроцессором. В последних разработках кондиционеров система управления обеспечивает также и оптимальную работу, задавая режимы с минимальным расходом энергии.

2.4. Функциональные возможности.

Кондиционеры сплит-системы обладают следующими функциональными возможностями:

Выбор и поддержание с точностью $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ желаемой температуры воздуха в помещении.

Снижение влажности воздуха в помещении до санитарных норм.

Выбор желаемой интенсивности движения воздуха в помещении.

Выбор направления движения потока воздуха в помещении.

Управление работой кондиционера с помощью таймера

Комфортность условий в помещении обеспечивают следующие характеристики оборудования:

Бесшумность работы (соответствие требованиям СНиП РФ по уровню шума для жилых и офисных помещений).

Автоматическое перемещение жалюзи - воздухораспределительные жалюзи автоматически перемещаются вверх и вниз для равномерного распределения воздуха в помещении. Жалюзи можно, при желании, зафиксировать в любом требуемом положении.

Автоматическое закрывание жалюзи - воздухораспределительные жалюзи автоматически закрываются после выключения кондиционера.

Автоматический выбор скорости вращения вентилятора - скорость вращения вентилятора и, соответственно, интенсивность движения воздуха в кондиционируемом помещении выбирается системой управления в зависимости от разницы температур воздуха в помещении и заданной. Чем больше эта разность (выше температура воздуха) - тем интенсивнее движение воздуха.

Автоматический повторный пуск - после сбоя в подаче электроэнергии кондиционер автоматически возобновляет работу в прежнем режиме без дополнительного вмешательства человека.

Осушка воздуха - эффективное понижение влажности воздуха в помещении до требований санитарных норм при поддержании заданной температуры.

Рабочая область температур воздуха внутри помещения, т.е. тот диапазон температур внутри помещения, в котором можно установить температуру воздуха в помещении с пульта управления, составляет от 17⁰С до 31⁰С.

При стандартной комплектации кондиционеры фирмы DAIKIN работоспособны (обеспечивают паспортные характеристики) в диапазоне температур от +46⁰С до +19,4⁰С. Специальные меры позволяют обеспечить работоспособность кондиционеров и при более низких температурах.

Одним из важных для потребителя параметров является длина трубопроводов, соединяющих внутренний и наружный блоки. Чем больше допустимая длина трубопроводов, тем проще подобрать удобное место для размещения наружного блока. У кондиционеров сплит-систем фирмы DAIKIN максимальная длина трубопроводов составляет от 25 м, а перепад высот установки внутреннего и наружного блока 15 м.

Часть функциональных возможностей кондиционера можно реализовать, воздействуя на кондиционер с пульта управления (проводной или дистанционный) нажатием одной из следующих клавиш:

"Включение" - обеспечивает включение и выключение кондиционера.

"Установка задатчика температуры" - задание уровня температуры воздуха в помещении в диапазоне 17⁰С - 31⁰С.

"Установка таймера" - работа с использованием таймера обеспечивает автоматическое включение и отключение кондиционера с задержкой на несколько часов.

"Осушка воздуха" - автоматический выбор системой управления оптимального режима работы оборудования, при котором достигается интенсивное осушение воздуха. Достигаемые при этом значения относительной влажности воздуха не регулируются, но снижаются до комфортных значений 50 - 60%;

При включении **режима осушки** выполняются следующие операции:
температура принудительно снижается на 1 – 1,5 °С;
запускается таймерное управление компрессором и вентилятором: компрессор работает по циклу: 6 минут – отключение, 4 минуты – работа, а вентилятор при включении компрессора с задержкой в 5 секунд переводится на малую скорость вращения;
если температура в режиме осушки превысит температуру установленную на пульте управления, то температура принудительно вновь понизится на установленные 1 – 1,5 °С;
угол поворота горизонтальных жалюзи принудительно переключается в диапазон В.

"Регулирование вертикального направления потока воздуха" - установка вертикальных жалюзи на желаемый угол направления потока воздуха.

"Автоматическое перемещение вертикальных жалюзи в пределах определенного угла поворота"

Могут быть установлены 2 диапазона А и В, обеспечивающие различные углы перемещения жалюзи. Выбор диапазона производится автоматически, в зависимости от заданного режима работы.

"Скорость вращения вентилятора" - установка одной из пяти возможных скоростей вращения вентилятора или режима "авто", когда скорость вращения вентилятора выбирается микропроцессором в зависимости от температурных режимов работы кондиционера.

Обеспечение точности поддержания температуры. Поддержание температуры с точностью $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ реализовано в кондиционерах с инверторным приводом изменением количества подаваемого во внутренний блок холодильного агента, а в кондиционерах со стандартным управлением не только термостатом, но и включенными в систему управления таймерами, повышающими точность поддержания температуры.

Часть функциональных возможностей скрыта от владельца и реализуется при работе кондиционера без его участия, обеспечивая оптимальное поддержание параметров и повышение надежности и долговечности работы. К ним относятся оттаивание наружного блока при работе в режиме тепло, предотвращение образования инея на поверхности теплообменника внутреннего блока при работе кондиционера в режиме охлаждения, защита от превышения температуры конденсации и т.д. Эти мероприятия не только улучшают комфортность но и повышают надежность и долговечность работы техники.

Типичный инверторный кондиционер Split system DAIKIN (FTK25,35J + RK25,35J; FTX25,35J + RX25,35J) обладает свойствами, приведенными в таблице.

Категория	Функция
Базовые функции	Энергосбережение
	Инвертор
	Ограничение температурной области при охлаждении (до 10°C)
	Микропроцессорное управление
Компрессор	Ротационного типа
Комфортность распределения воздуха	Вертикальные и горизонтальные направляющие жалюзи
	Сдвоенное жалюзи в горизонтальном направлении
	5 фиксируемых направлений потока воздуха
	Широкий угол раскрытия жалюзи в горизонтальном направлении
	Вертикальное автоперемещение жалюзи
Управление комфортом	Автоматический выбор скорости вращения вентилятора
	Датчик присутствия
	Автоматический выбор комфортных параметров
	Быстрый разогрев помещения (тепловые насосы)
	Горячий старт (тепловые насосы)
Режимы работы	Автоматическое оттаивание наружного блока (тепловые насосы)
	Автоматическое переключение тепло/холод (тепловые насосы)
	Режим осушки Режим вентиляции (только охлаждение)
Удобство управления	Режим повышенной мощности
	Кнопка вкл/выкл на внутреннем блоке
	Отклик на принятую команду
Здоровье и чистота	Фильтр тонкой очистки с бактерицидными, противовирусными и дезодорирующими свойствами
	Фильтр с противогрибковой обработкой
	Съемная моющаяся воздухозаборная решетка

	Режим комфортного сна
Таймер	24 часовой вкл/выкл таймер
	Ночной режим
Надежность и долговечность	Авторестарт
	Цифровой дисплей для самодиагностики
	Устройство для предотвращения потери пульта (опция)
	Антикоррозионная защита теплообменника наружного блока
Гибкость применения	Пригодность внутреннего блока для работы как со сплитовым так и с мультисплитовым наружным блоком
	Расширенный диапазон рабочих напряжений
Дистанционное управление	Центральный пульт на 5 комнат
	Внешнее таймерное устройство
	Адаптер для внешнего управления (опция) с нормально открытым импульсным контактом
	Адаптер для внешнего управления (опция) с нормально открытым контактом
	Совместимость с DIII-NET (адаптер)
Пульт управления	Беспроводной

2.5. Основные технические характеристики.

К основным техническим характеристикам следует отнести:

- холодопроизводительность;
- потребляемая мощность;
- параметры электрической сети: число фаз, напряжение, частота;
- расход воздуха через внутренний блок;
- наличие и тип воздушного фильтра во внутреннем блоке;
- характеристика проводной межблочной связи
- диаметры трубопроводов межблочной связи;
- диаметр трубки для слива конденсата.
- уровень шума;
- масса;
- габаритные размеры;

Указанные характеристики приводятся в технической документации на оборудование.

2.6. Дополнительное оборудование.

Дополнительно к стандартной комплектации может быть поставлено следующее оборудование:

- Центральный пульт управления на 5 помещений;
- Адаптер для подключения таймера;
- Воздушный фильтр (2 модификации);

2.7. Совместимость использования с оборудованием иного класса.

Блоки кондиционеров различных серий и модификаций, как по стране изготовителю, так и по модификации связанной с годом выпуска, даже равные по холодопроизводительности, не допускается использовать для совместной работы друг с другом, однако имеются исключения. В каждом конкретном случае следует обращаться к эксперту по

оборудованию либо иметь документальное подтверждение в технической документации фирмы DAIKIN.

Возможные комбинации (совместимость) внутренних и наружных блоков приведены в таблицах 2.2. – 2.5.

Таблица 2.2.

Совместимость стандартных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «только холод», работающих на R22.

	FT25GV1B9	FT25JV1B	FT35GV1B9	FT35JV1B	FT40GV1B	FT45G(A)V1B	FT60G(A)V1B	FV25D7V1	FV35D7V1	FV45D7V1	FV60D7V1	FL25G(A)V1NB	FL35G(A)V1NB	FL40G(A)V1NB	FL45G(A)V1NB
RE25G(A)7V1 RE25GV1B	P	P										P			
R25DB(DC)7V11 R25DBV11B	P	P						P				P			
RE35G(A)7V1 RE35GV1B			P	P									P		
R35DB(DC)7V11 R35DBV11B			P	P				P					P		
R45DB(DC)7V11/W11 R45DBV11B,-W11B						P				P					P
R60F7V1/W1 R60FA7V1/W1							P				P				
MA45D(A)7V1	M	M	M	M	M			M	M			M	M		
MA56DA(DB)7V1/W1	M	M	M	M	M	M		M	M	M		M	M		M
MA90CK7V1/W1 MA90CKV1/Y1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M

Примечание: К мультисплитовым наружным блокам MA45, MA56 и MA90 можно подключать также внутренние блоки Sky серии исполнения «только охлаждение» с индексом холодопроизводительности 35, 45 или 60 (см. таблицу 4.1).

Таблица 2.3.

Совместимость инверторных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «только холод», работающих на R22.

	FTK25HV1NB	FTK25J(A)V1NB	FTK35HV1NB	FTK35J(A)V1NB	FTK50HV1NB	FTK60HV1NB	CDK25H(A)V1NB	CDK35H(A)V1NB	CDK50H(A)V1NB	CDK60H(A)V1NB
RK25HV1NB	P									
RK25JV1NB		P								
RK35HV1NB			P							
RK35JV1NB				P						
4MK90HV1NB	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Таблица 2.4.

Совместимость стандартных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «тепловой насос», работающих на R22.

	FTY22GV1B9	FTY22JV1B	FTY35GV1B9	FTY35JV1B	FTY40GV1B	FTY45G(A)V1B	FTY60G(A)V1B	FVY223D7V1	FVY353D7V1	FVY453D7V1	FCVY223D7V1	FCVY353D7V1	FCVY453D7V1	FLY22G(A)V1NB	FLY35G(A)V1NB	FLY40G(A)V1NB	FLY45G(A)V1NB
REY22G7V1 REY22GA7V1 REY22GV1B	P	P												P			
RY22DA7V19 RY22DB7V1 RY22DAV1B	P	P						P						P			
REY35G7V1 REY35GA7V1 REY35GV1B			P	P											P		
RY35D7V1 RY35DA7V1			P	P				P							P		
RY45DA7V1 RY45DB7V1						P			P								P
RY60F7V1 RY60FA7V1							P										
MY56D7V1 MY56DA7V1	M	M	M	M	M	M					M	M	M	M	M		M
MY90CJ7V1/W1	M	M	M	M	M	M					M	M	M	M	M		M

Таблица 2.5.

Совместимость инверторных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «только холод», работающих на R22.

	FTX25HV1NB	FTX25J(A)V1NB	CTX25GV1NB	FTX35HV1NB	FTX35J(A)V1NB	CTX35GV1NB	FVXT40GV1NB	CTX45GV1NB	FTX50HV1NB	FVXT50GV1NB	FTXD50JV1B	FTX60HV1NB	FTXD60JV1B	FTXD71JV1B	FLX25HV1NB	FLX35HV1NB	FLX50JV1B	FLX60JV1B	CDX25H(A)V1NB	CDX35H(A)V1NB	CDX50H(A)V1NB	CDX60H(A)V1NB	
RX25HV1NB	P																						
RX25JV1NB		P																					
RX35HV1NB				P																			
RX35JV1NB					P																		
RXT40GV1NB							P																
RXT50GV1NB										P													
RXD50JV1B											P						P						
RXD60JV1B													P					P					
RXD71JV1B														P									
2MX52HV1NB	M	M	M	M	M	M		M	M		M				M	M	M		M	M	M		
3MX68GV1NB	M	M	M	M	M	M		M											M	M			
3MX68HV1NB	M	M	M	M	M	M		M	M		M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M
4MX80HV1NB	M	M		M	M			M			M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M
RMX140JVMB		M			M						M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

2.8. Особые достоинства.

К отличительным достоинствам кондиционеров Split-system «только холод» можно отнести следующее:

- минимальная стоимость кондиционера, что определяется минимальным набором потребительских качеств: данная серия кондиционеров решает только основные проблемы потребителя и использует простейшие технические решения;
- возможность использования, при доукомплектации дополнительными приборами для работы при сильно отрицательных температурах.

2.9. Работа кондиционера при низких температурах наружного воздуха.

В соответствии с запросами потребителей DAIKIN выпускает сплит-системы только холод в «высокотемпературном» или «низкотемпературном» исполнении.

Кондиционер «высокотемпературного» исполнения, согласно технической документации, может нормально работать при температурах наружного воздуха не ниже 10⁰С. Это решение вполне подходит для кондиционирования жилых помещений, офисов с небольшими внутренними тепловыделениями.

Однако для кондиционирования воздуха в помещениях с большими внутренними тепловыделениями указанный диапазон температур оказывается недостаточным.

При штатном «низкотемпературном» исполнении область применения оборудования расширена до температур наружного воздуха -15⁰С.

Фирма Даичи выполнила комплекс работ по адаптации кондиционеров DAIKIN серии Split-system «только холод» к условиям работы при температурах наружного воздуха до -30⁰С. Выбрано необходимое для данных условий работы дополнительное обо-

рудование и определены необходимые параметры его настройки. Экспериментальные исследования дополнительно оборудованных кондиционеров серии Split-system «только холод» подтвердили возможность круглогодичной работы в условиях средней полосы России. Имеется опыт практического их применения в г. Москве и регионах России.

Фирма «Даичи» поддерживает заводскую гарантию кондиционеров DAIKIN в течении 3-х лет эксплуатации кондиционеров в диапазоне температур наружного воздуха от минус 30°C до плюс 43°C, если кондиционеры доукомплектованы штатным «комплектom низких температур», поставляемым фирмой «Даичи».

Перечень наружных блоков, допускающих доработку до низких температур, приведен в таблице.

Наружные блоки с «комплектom низких температур» могут работать совместно с любыми, комплектуемыми DAIKIN, внутренними блоками. К ним относятся: настенные блоки FT25-60, напольные блоки FV25-60, напольно-припотолочные FL25-60, припотолочные FH35-60, канальные FHB35-60, кассетные FHC35-60, FHK35-60.

Таблица 2.6.

Перечень наружных блоков (только охлаждение) кондиционеров DAIKIN, которые могут работать при низкой температуре окружающей среды при условии оснащении дополнительными приборами, поставляемыми фирмой ДАИЧИ

Поставка оборудования	Блок, рекомендуемый для доработки	Необходимые приборы для доработки (низкотемпературный комплект)	Температура эксплуатации после установки низкотемпературного комплекта
Плановая поставка	R25DB7V1 R25DC7V11 R25DBV11B	HPC-1/ 4 (HPC-5/3), картерный нагреватель	До -30°C
	R35DB7V11 R35DC7V11 R35DB11B		
	R45DB7V11 R45DB7W11 R45DC7W11 R45DC7V11		
	R60FA7V1 R60FA7W1		
Внеплановая поставка	ARW23GV1 ARW35GV1 R60D7V1... R60F7V1 R25FV1... R35FV1... R45EV1... R60EV1...		До -30°C
			До -30°C
	RE25J... RE35J...		До -15°C

Схемы подключения можно получить в Сервис-центре ДАИЧИ при приобретении низкотемпературных комплектов.

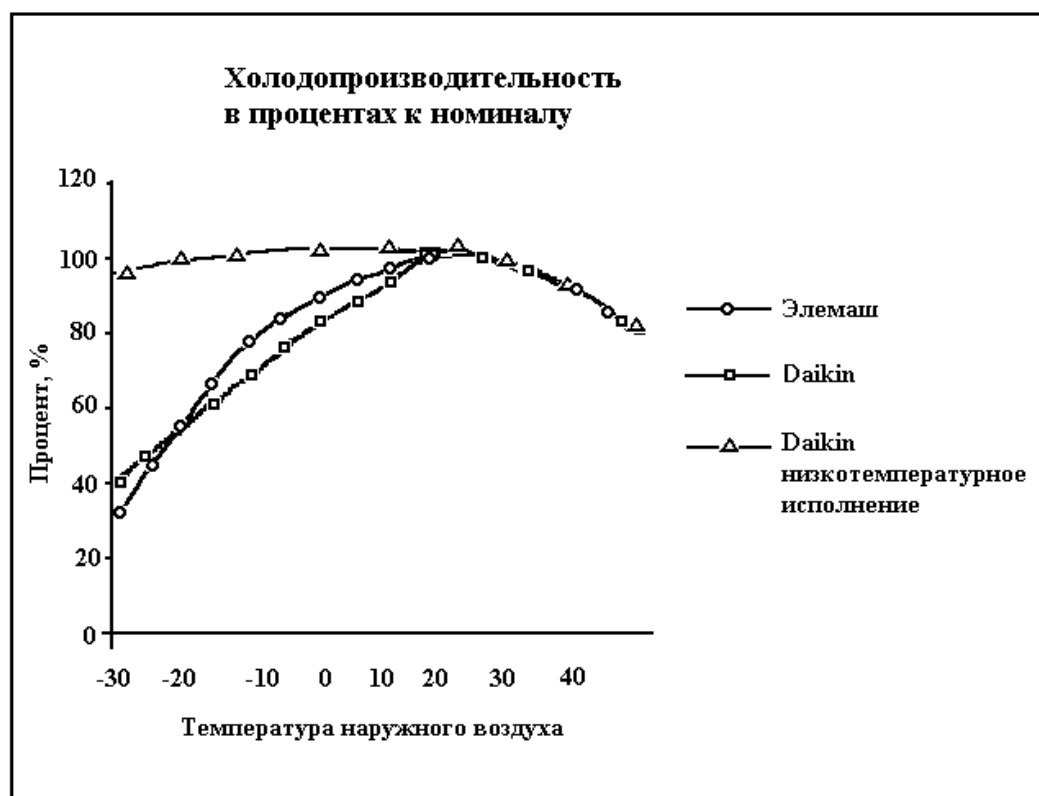


Рис. 2.3. Зависимость холодопроизводительности кондиционера от температуры наружного воздуха.

Проблемы, возникающие при низких температурах наружного воздуха, связаны со снижением холодопроизводительности и долговечности работы.

Первая проблема вызвана снижением давления конденсации при низких температурах наружного воздуха и уменьшением расхода холодильного агента проходящего через капиллярную трубку. Снижение расхода циркулирующего холодильного агента приводит к пропорциональному снижению холодопроизводительности. Например, при температуре -30°C холодопроизводительность кондиционера в стандартном исполнении составляет всего 25-30% от номинального значения.

Проблема снижения долговечности связана с конденсацией холодильного агента в картере компрессора при низких температурах. Жидкий холодильный агент смешавшись с маслом образует смесь, которая обладает плохими смазывающими свойствами. Попадая в подшипники, нагреваясь холодильный агент вскипает, пары холодильного агента выталкивают из подшипника масло, что приводит к “сухому трению” и быстрому износу подшипников.

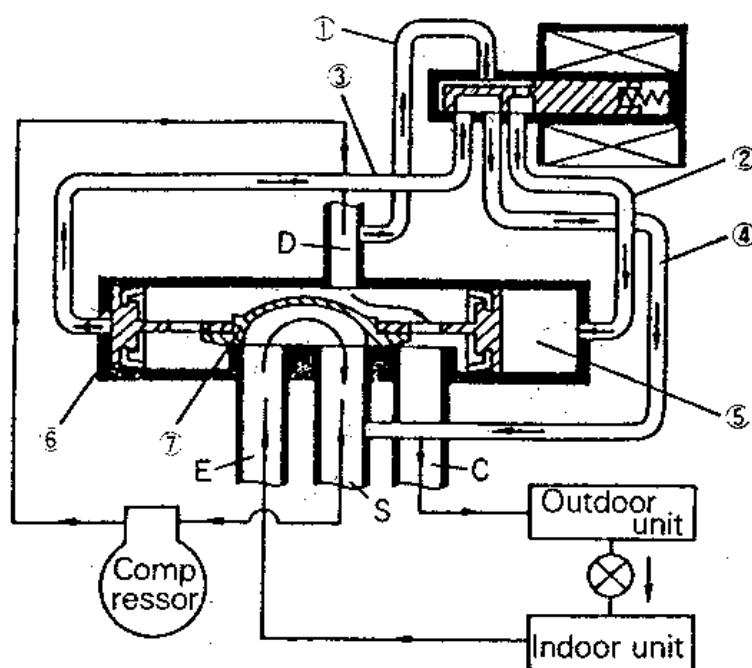
Для того чтобы избежать снижения холодопроизводительности кондиционер оборудуют регулятором давления конденсации. В штатном исполнении DAIKIN производят ступенчатое регулирование скорости вращения вентилятора в зависимости от давления (температуры) конденсации - устройство KISS-111. При снижении скорости вращения вентилятора теплоотвод от конденсатора снижается, что и приводит к повышению температуры и давления конденсации. С этим устройством оборудование хорошо работает до температур -15°C . Для работы при температурах наружного воздуха до -30°C необходимо использовать плавное регулирование скорости вращения

вентилятора. В этом случае применяют тиристорные регуляторы НРС (Heat Pressure Control), выпускаемые для холодильной техники.

Для предотвращения конденсации холодильного агента в картере применяют картерные нагреватели, представляющие собой греющий кабель, устанавливаемый в нижней части картера компрессора под тепловой изоляцией. Питание греющего кабеля осуществляют через термостат, закрепленный на корпусе компрессора. Стандартное решение предусматривает включение нагревателя при понижении температуры картера компрессора ниже 10°C и отключение после разогрева при температуре 23°C . При работе компрессора температура картера выше 30°C и картерный нагреватель отключен термостатом.

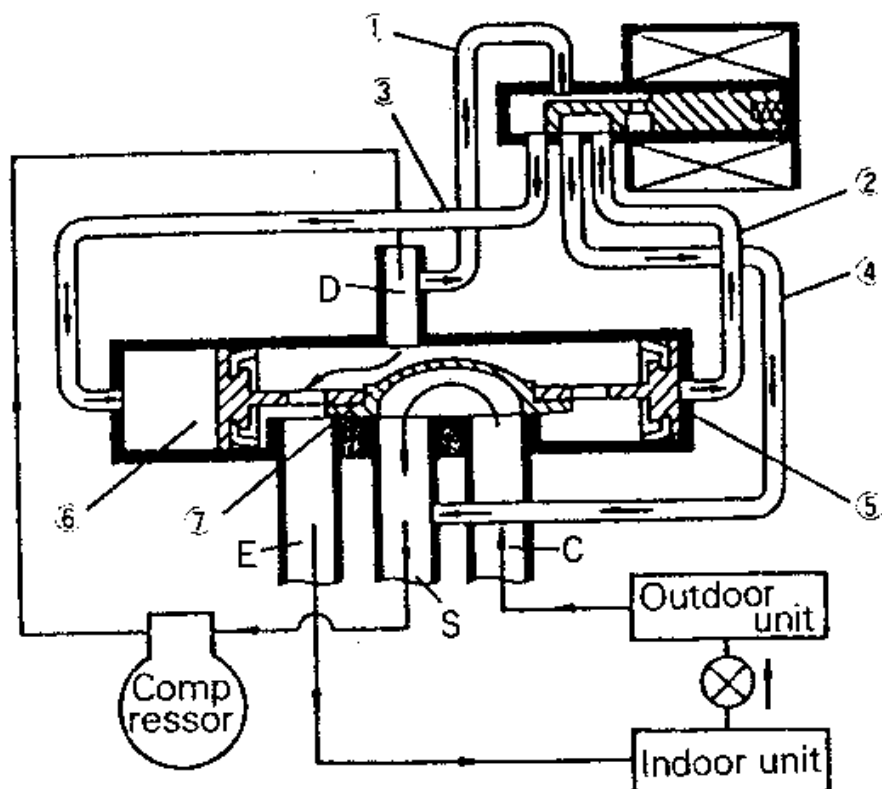
Особое внимание следует обратить на сложности, возникающие при применении кондиционеров тепловой насос на охлаждение при сильно отрицательных температурах. Отличительной особенностью этих кондиционеров является наличие в кондиционере клапана-переключателя «тепло-холод». Производитель техники гарантирует переключение клапана из режима тепло в режим холод при температурах наружного воздуха не ниже -5°C , на практике нижняя граница лежит на уровне $-15 \div -25^{\circ}\text{C}$, и может не покрывать весь желаемый диапазон температур, что ограничивает применение моделей тепловой насос для охлаждения при сильно отрицательных температурах.

На рисунках приведены схемы работы клапана-переключателя тепло-холод в режимах холод и тепло.



On-time constituting of refrigerant passage

Рис.2.4. Положение золотников при работе кондиционера в режиме холод.



Off-time constituting of refrigerant passage

Рис.2.5. Положение золотников при работе кондиционера в режиме тепло.

2.10. Проблемы дренажа при отрицательных температурах наружного воздуха.

При кондиционировании воздуха в помещениях с большими тепло и влаговыведениями может потребоваться работать в режиме охлаждения и отводить конденсат даже при отрицательных температурах наружного воздуха. Дренаж с выводом через наружную стену на улицу используется достаточно часто. В этом случае возможно замерзание стекающего конденсата, образование ледяной пробки и закупоривание дренажной системы. Образующий во внутреннем блоке кондиционера конденсат может переполнить поддон и начнет стекать по стенам помещения или капать на оборудование.

Исправить положение позволяет установка дренажного нагревателя – электроподогревателя конца трубки, выступающей наружу. Дренажные нагреватели разрабатывают и производят фирмы, проводящие монтаж кондиционеров. Как правило, это греющий кабель мощностью до 10 Вт.

В последнее время как для картерного нагревателя, так и для дренажного нагревателя применяют греющие кабели с полупроводниковым материалом, сопротивление которого зависит от температуры. При понижении температуры мощность нагревателя возрастает. Например для дренажного нагревателя при температуре -30°C потребляемая мощность составляет 6,5 Вт, а при температуре 50°C всего 2 Вт. Это свойство греющего кабеля позволяет применять его для обогрева картера и дренажа без термостата.

2.11. Работа кондиционеров в режиме обогрева при низких температурах наружного воздуха

Модели кондиционеров тепловой насос выпускаются фирмой DAIKIN с температурным диапазоном работы по наружному воздуху от -15°C до 46°C . При более низких температурах наружного воздуха эффективность работы кондиционеров резко падает.

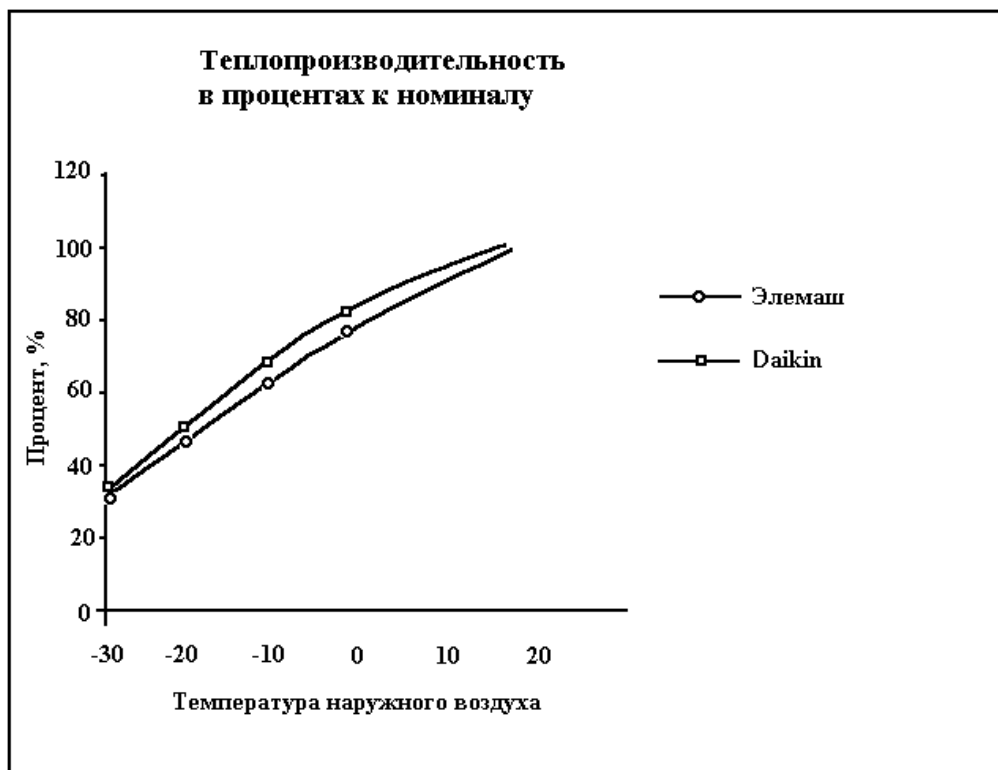


Рис. 2.6. Зависимость теплопроизводительности кондиционера от температуры наружного воздуха.

При понижении температуры наружного воздуха снижается и теплопроизводительность кондиционера, а при температуре -25°C кондиционер имеет теплопроизводительность примерно равную потребляемой мощности, что делает малопривлекательным применение его в качестве обогревателя при температурах ниже -15°C .

Снижение теплопроизводительности кондиционера определяется, главным образом, увеличением рабочего перепада температур (давлений). Исправить, изменить это обстоятельство, как в режиме охлаждения не представляется возможным.

Вторым фактором снижения теплопроизводительности является увеличение времени технологического режима размораживания наружного блока. При низких наружных температурах в процессе отбора тепла из наружного воздуха влага из наружного воздуха выпадает на теплообменнике в виде инея. Периодически кондиционер включается в режим оттаивания. В сильные морозы вода замерзает на металлических конструкциях корпуса и крепления наружного блока, что не только ухудшает его внешний вид, но и серьезно увеличивает нагрузку на элементы крепления.

3. Multi Split

3.1. Область применения.

Кондиционеры Multi-split предназначены для комфортного кондиционирования жилых и офисных помещений. В отличие от Split system к одному наружному блоку может подключаться несколько внутренних блоков.

Основные технические решения, заложенные в конструкцию:

- наружный блок содержит один компрессор, и все внутренние блоки включены в единую циркуляционную систему;
- система управления позволяет работать в широком диапазоне тепловых нагрузок;
- в качестве внутренних блоков для Multi-split используются внутренние блоки Split system.

Принятые технические решения позволяют свободно варьировать составом системы

- подключать к наружному блоку от 2 до 7 внутренних блоков, имеющих различную холодопроизводительность, что увеличивает количество вариантов системы и расширяет поиск возможных решений;
- «перегружать» наружный блок внутренними (суммарная холодопроизводительность внутренних блоков может быть выше холодопроизводительности наружного блока в 2 раза), что важно в случаях, когда кондиционируемые помещения используются альтернативно. Например, малонаселенная квартира, где необходимо охлаждать либо гостиную, либо спальню;
- в возможный состав внутренних блоков, в ряде случаев, могут быть включены и внутренние блоки Sky.

3.2. Стандартная комплектация.

В стандартную комплектацию входят наружный и внутренние блоки. Исполнение внутренних блоков настенное, напольное, напольно-припотолочное или канальное (низконапорное – гостиничное). Внутренние блоки серии Sky – канальные (средненапорные), припотолочные, кассетные.

Наружные блоки Multi-split выпускаются со стандартным и инверторным управлением холодопроизводительностью в диапазоне от 2,5 до 15,7 кВт.

Модели наружных блоков Multi-split

Таблица 3.1.

Модель наружного блока	Режим работы	Тип управления	Максимальное количество подключаемых внутренних блоков	Допустимая «перегрузка» внутренними блоками, %	Максимальная холодопроизводительность
MA45DA7	Только охлаждение	стандартное	3	267	4,48
MA56DB7			4	230	5,81
MA90CK7			5	230	8,54
MY56DA7	Тепловой насос		3	200	5,8
MY90CJ			5	200	8,45
4MK90H	Только охлаждение	инверторное	4	-	9,4
2MX52H	Тепловой насос		2	-	5,3
3MX68H			3	-	7,3
4MX80H			4	-	9,2
RMX140J	Тепловой насос	инверторное	7	130	15,7

Совместимость внутренних и наружных блоков для Multi-split систем приведена в таблицах 3.2. – 3.5.

Таблица 3.2.

Совместимость стандартных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «только холод», работающих на R22.

	FT25GV1B9	FT25JV1B	FT35GV1B9	FT35JV1B	FT40GV1B	FT45G(A)V1B	FT60G(A)V1B	FV25D7V1	FV35D7V1	FV45D7V1	FV60D7V1	FL25G(A)V1NB	FL35G(A)V1NB	FL45G(A)V1NB
MA45D(A)7V1	M	M	M	M	M			M	M			M	M	
MA56DA(DB)7V1/W1	M	M	M	M	M	M		M	M	M		M	M	M
MA90CK7V1/W1 MA90CKV1/Y1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

К мультисплитовым наружным блокам MA45, MA56 и MA90 можно подключать также внутренние блоки Sky серии исполнения «только охлаждение» с индексом холодопроизводительности 35, 45 или 60 (см. таблицу 3.3).

Таблица 3.3.

	FHC35FJ7V1	FHC35BJV1	FHC35B7V1	FHC45FJ7V1	FHC45BJV1	FHC45B7V1	FHC60FJ7V1	FHC60BJV1	FHC60B7V1	FH35FJ7V1	FH35BJV1	FH45FJ7V1	FH45BJV1	FH60FJ7V1	FH60BJV1	FHK35FJV18	FHK45FJV18	FHK60FJV18	FHEB25B7V1	FHB35FJ(FK)7V1	FHB45FJ(FK)7V1	FHB60FJ(FK)7V1
MA45DA7V1	M	M	M							M	M					M			M	M		
MA56DB7V1	M	M	M	M	M	M				M	M	M	M			M	M		M	M	M	
MA90CK7V1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Таблица 3.4.

Совместимость инверторных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «только холод», работающих на R22.

	FTK25HV1NB	FTK25J(A)V1NB	FTK35HV1NB	FTK35J(A)V1NB	FTK50HV1NB	FTK60HV1NB	CDK25H(A)V1NB	CDK35H(A)V1NB	CDK50H(A)V1NB	CDK60H(A)V1NB
4MK90HV1NB	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Таблица 3.5.

Совместимость стандартных моделей внутренних и наружных блоков исполнения «тепловой насос», работающих на R22.

	FTY22GV1B9	FTY22JV1B	FTY35GV1B9	FTY35JV1B	FTY40GV1B	FTY45G(A)V1B	FCVY223D7V1	FCVY353D7V1	FCVY453D7V1	FLY22G(A)V1NB	FLY35G(A)V1NB	FLY45G(A)V1NB
MY56D7V1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
MY56DA7V1												
MY90CJ7V1/W1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Таблица 3.6.

Совместимость инверторных моделей сплитовых внутренних блоков и наружных блоков исполнения «тепловой насос», работающих на R22.

	FTX25HV1NB	FTX25J(A)V1NB	CTX25GV1NB	FTX35HV1NB	FTX35J(A)V1NB	CTX35GV1NB	CTX45GV1NB	FTX50HV1NB	FTXD50JV1B	FTX60HV1NB	FTXD60JV1B	FTXD71JV1B	FLX25HV1NB	FLX35HV1NB	FLX50JV1B	FLX60JV1B	CDX25H(A)V1NB	CDX35H(A)V1NB	CDX50H(A)V1NB	CDX60H(A)V1NB
2MX52HV1NB	M	M	M	M	M	M	M	M	M				M	M	M		M	M	M	
3MX68GV1NB	M	M	M	M	M	M	M										M	M		
3MX68HV1NB	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M
4MX80HV1NB	M	M		M	M			M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M
RMX140JVMB		M			M				M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

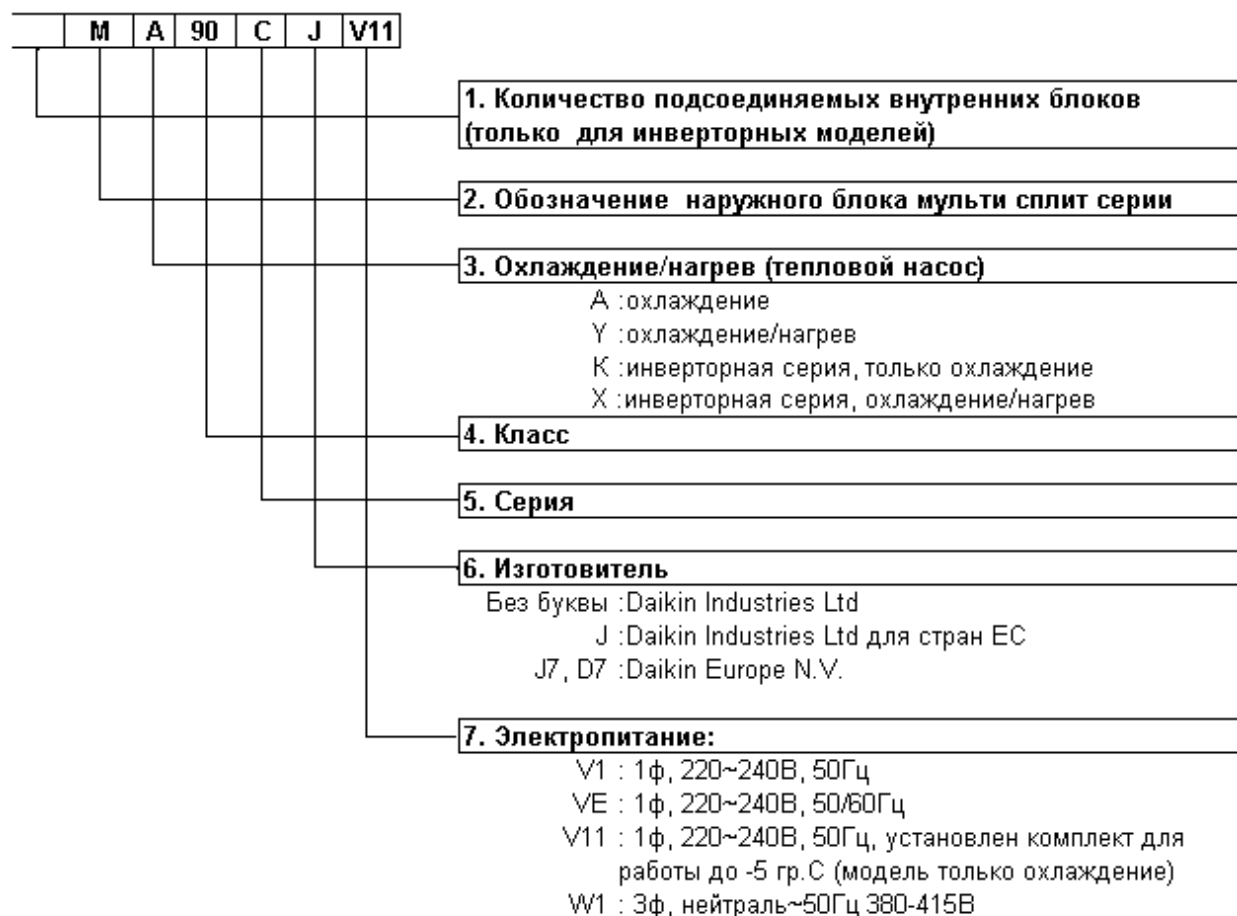
Таблица 3.7.

Совместимость инверторных моделей внутренних блоков серий Split и Sky с наружным блоком RMX140JVMB.

	FTX25,35JAV1NB	FTXD50,60,71JV1B	FLX25,35HV1NB	FLX50,60JV1B	CDX25,35,45,60HAV1NB	FVX25,35KZVB	FHYC35,45,60,71B7V1	FHYB35,45,60,71FK7V1
RMX140JVMB	M	M	M	M	M	M	M	M

Маркировка блоков.

НАРУЖНЫЙ БЛОК MULTI SPLIT СЕРИИ



4. Sky Air

4.1. Маркировка

4.1.1. Внутренний блок

Таблица 4.1.

FH(Y) C 35 B J V1	
FH	Индикация принадлежности к Sky Air серии, внутренний блок, «ТОЛЬКО ОХЛАЖДЕНИЕ»
FHY	Индикация принадлежности к Sky Air серии, внутренний блок, «ТЕПЛОВОЙ НАСОС»
C	Индикация типа (кассетный, ...)
35	Индикация (индекс) холодопроизводительности (ккал/час x 1/100)
F, B	Индикация серии (основной индекс)
J	Индикация модификации серии (дополнительный индекс) (может являться указателем на производство в Европе – «7»)
V1	Индикация характеристик электропитания (однофазное, 220~240В, 50Гц)

4.1.2. Наружный блок

Таблица 4.2.

R35-60D..(G), R(Y) 71 F J(7) V1(Y1, W1); RZY71LV1	
R	Наружный блок Split/Sky Air серии «ТОЛЬКО ОХЛАЖДЕНИЕ»
R(Y)	Наружный блок Split/Sky Air серии «ТЕПЛОВОЙ НАСОС»
RZY	Инверторный наружный блок
71	Индекс холодопроизводительности (ккал/час x 1/100)
D(G), F	Серия (основной индекс)
J(7)	Модификации серии (дополнительный индекс) (может являться указателем на производство в Европе – «7»)
V1(Y1, W1)	Характеристика электропитания Y1 - три фазы + нейтраль, W1 - три фазы + нейтраль+земля)

4.2. Номенклатура оборудования

4.2.1. Предлагаемые модели

В Sky Air **F** и **B(J,7)** серий представлены 6 моделей потолочных внутренних блоков и 2 модели (настенная и напольная), известные из Split серии.

В следующей таблице приведен модельный ряд внутренних блоков. Знаком «0» отмечено наличие модели данного типа и холодопроизводительности.

Таблица 4.3.

Тип	Имя модели	35	45	60	71	100	125	200	250
Кассетный - 4-х поточный	FHC- B(J,7)	0	0	0					
	FHYC- B(J,7)	0	0	0	0	0	0		
Кассетный – 4-х поточный под по- толочный	FUY – LV1				0	0	0		
Кассетный - углового типа	FHK-FJ	0	0	0					
	FHYK-FJ	0	0	0	0				
Канального типа средненапорный	FHB-FK(7)	0	0	0					
	FHYB- FK(7)	0	0	0	0	0	0		
Подпотолочного типа однопоточный	FH-FJ	0	0	0	0	0	0		
	FHY-FJ	0	0	0	0	0	0		
Настенного типа	FAY--F				0	0	0		
Напольного типа	FVY-L				0	0	0		
Канального типа вы- соконапорный	FDY-F7(B7)							0	0

4.2.2. Особенности

Особенности внутренних блоков приведены в дальнейшем описании.

S - в стандартной комплектации

O - по дополнительному заказу

P - возможно

Таблица 4.4.

Особенности	F H C	F H Y C	F H K	F H Y K	F H	F H Y	F H B	F H Y B	F A Y	F V Y	F U Y	F D Y
Дренажный насос	S	S	S	S			S	S			S	O
Высота подъема трубки слива кон- денсата, мм	530	530	330	330			277	277			350	
Автоматическое пе- ремещение жалюзи	S	S	S	S		S			S		S	
Патрубок для под- вода свежего возду- ха (диаметр 150 мм)	O	O										
Отверстие для под- вода свежего возду- ха (диаметр в мм)			75	75			125	125				
Рукавный воздухо- вод для выпуска воз- духа	P	P	O	O			O	O				
Рукавный воздухо- вод для стороны вса- сывания воздуха							O	O				

Продолжение Таблицы 4.4.

Особенности	F H C	F H Y C	F H K	F H Y K	F H	F H Y	F H B	F H Y B	F A Y	F V Y	F U Y	F D Y
Ступенчатое переключение скорости вентилятора	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да
Высокая скорость вентилятора (при программированном управлении)	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Жидкокристаллический проводной пульт управления	O	O	O	O	O	O	O	O	O	S	O	O
Жидкокристаллический беспроводной пульт управления	O	O							O		O	
Дублирующий пульт управления	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Защита потолка от загрязнения	P	P	P	P								

4.2.3. Совместимость блоков

Внутренние блоки Sky Air серии холодопроизводительностью 7 кВт и выше выпускаются унифицированными для работы в системах «только охлаждение» и «тепловой насос». В этом случае тип системы определяет тип наружного блока. С наружным блоком «только охлаждение» и «теплым» вся система будет «только охлаждение».

Таблица 4.5.

	71	100	125	200	250
«только охлаждение»	R-F, B, KU RY-F, B, KU + FHYC FUY FHVB FHYK	R-F, B, KU RY-F, B, KU + FHYC FUY FHVB FAY FVY	R-F, B, KU RY-F, B, KU + FHYC FUY FHVB FVY	R-F7, RY-F7 + FDY	R-F7, RY-F7 + FDY
«тепловой насос»	FAY FVY				

Исключение составляет припотолочный однопоточный блок. Он выпускается как «только охлаждение», так и «тепловой насос» и комплектуются соответствующими внут-

ренными блоками. Аналогично комплектуются и модели холодопроизводительностью 3,5; 4,5 и 6 кВт.

Таблица 4.5.

	35	45	60	71	100	125
«только охлаж- дение»	R-D(G,B) + FHC FHK FHB FH	R-D(G,B) + FHC FHK FHB FH	R-D(G,B) + FHC FHK FHB FH	R-F, B, KU + FH	R-F, B, KU + FH	R-F, B, KU + FH
«тепло- вой насос»	RY-D(G,B) + FHYC FHYK FHYB FHY	RY-D(G,B) + FHYC FHYK FHYB FHY	RY-D(G,B) + FHYC FHYK FHYB FHY	RY-F, B, KU + FHY	RY-F, B, KU + FHY	RY-F, B, KU + FHY

5. СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

5.1. Маркировка блоков

ВНУТРЕННИЙ БЛОК СПЛИТ СИСТЕМ									
F	T	X	D	50	B		V1	B	
1. Блок									
F : для применения как в сплит так и в мультисплит системах									
C : для применения только в мультисплит системах									
2. Тип внутреннего блока									
T : настенный (холодопроизводительность до 6 кВт)									
V : напольный									
L : напольно-припотолочный									
HEB : канальный гостиничный (стандартный)									
D : канальный гостиничный (инверторный)									
3. Охлаждение/нагрев (тепловой насос)									
Без буквы : только охлаждение (стандартный)									
Y : охлаждение/нагрев (стандартный)									
K : только охлаждение (инверторный)									
X : охлаждение/нагрев (инверторный)									
4. Класс по температурному диапазону наружного воздуха									
D : расширенный температурный диапазон (R22)									
E : стандартная модель (R22)									
S : расширенный температурный диапазон (R410A)									
N : стандартная модель (R410A)									
5. Индекс холодопроизводительности									
соответствует (кВт) x 10									
6. Серия (G, H, J, K)									
7. Версия серии и завод выполнивший доработку									
Без буквы : обычное исполнение									
7 : DENV									
8. Марка холодильного агента									
Без буквы : R22									
Z : R-407C или R-410A									
9. Электропитание									
V1 : 220-240 в VE, VM : 220-240 в 50/60 гц									
10. Регион поставки									
B : изготовлено для Европы									
U : США									

ВНУТРЕННИЙ БЛОК SKY AIR СЕРИИ									
Для внутренних блоков классов 35, 50, 60									
FH	Y	C	35	B	Z	7	V1		
Для внутренних блоков класса 71 и выше									
FH	Y	C	P	71	B	7	V1		
1. Тип внутреннего блока									
FA : настенный Sky Air серии (холодопроизводительность от 7,3 до 10.5 кВт)									
FV : напольный									
FH : потолочный									
FD : канальный высоконапорный									
FU : подпотолочный кассетного типа									
2. Охлаждение/нагрев (тепловой насос)									
Без буквы : только охлаждение									
Y : охлаждение/нагрев									
3. Тип потолочного блока									
Без буквы : припотолочный									
B : канальный									
C : кассетный									
K : угловой встроенный									
4. P, Z(для кл 35,50,60) - озонобезопасный фреон (R-407C/R-410A)									
5. Класс									
6. Серия									
7. Изготовление DENV (Бельгия)									
8. Электропитание									
V1 : 1ф, 220~240В, 50Гц									
VE : 1ф, 220~240В, 50/60Гц									

НАРУЖНЫЙ БЛОК								
R	Y	P	71	B	7	V1	для наружных блоков неинверторных класса 71 и выше	
R	X	D	50	B		VM	B	для остальных наружных блоков
1. Обозначение наружного блока								
R : наружный блок парных систем (SPLIT, SKY AIR)								
M : наружный блок мульти систем стандартных								
(n)M : наружный блок мульти систем инверторных, где n - максимальное количество внутренних блоков в системе								
RM : наружный блок системы супер мульти плюс								
2. Охлаждение/нагрев (тепловой насос)								
Без буквы : только охлаждение (стандартное исполнение SPLIT, SKY AIR)								
A : только охлаждение (стандартное исполнение, мульти система)								
Y : охлаждение/нагрев (стандартное исполнение)								
K : только охлаждение (инверторный)								
X : охлаждение/нагрев (инверторный)								
ZY : Sky Air Super Inverter (R-22) (тепловой насос)								
ZP : Sky Air Super Inverter (R-407C) (тепловой насос)								
3. Класс по температурному диапазону наружного воздуха								
D : расширенный температурный диапазон (R22)								
E : стандартная модель (R22)								
S : расширенный температурный диапазон (R410A)								
N : стандартная модель (R410A)								
4. Индекс холодопроизводительности								
соответствует (кВт) x 10								
5. Серия (G, H, J, K, L, A, B)								
6. Версия серии и завод выполнивший доработку								
Без буквы : обычное исполнение								
7 : DENV								
7. Марка холодильного агента								
Без буквы : R22								
Z : R-407C или R-410A								
8. Электропитание								
V1 : 1 ф 220-240 в 50 гц								
VE, VM : 220-240 в 50/60 гц								
Y1, W1 : 3 ф 380-415 в 50 гц								
9. Регион поставки								
B : изготовлено для Европы								
U : изготовлено для США								

5.2. Рабочие температуры и допустимые длины трасс

COOLING ONLY					
N	Наружный блок кондиционера	Диапазон рабочих температур нар. воздуха	Диапазон температур нар. воздуха с низко-температурным комплектом	MAX длина между внутр. и нар. блоками	MAX перепад между внутр. и нар. блоками
1	ARW23 ARW35	(+15C - +46C)	с HPS (-30C-+46)	15м	10м
2	R25DC7V11	(-15C - +46C)	с HPS (-30C-+46)	25м	15м
	R35DC7V11				
	R45DC7V11				
	R60FA7V1				
3	R25DB7V11	(-15C - +46C)	с HPS (-30C-+46)	25м	15м
	R35DB7V11				
	R45DB7V11				
	R60F7V1				
4	R71- R100FJ7V1(W1) R125FJ7W1	(-15C - +46C)	-	50м	30м
5	R125FJ7W1; R200; R250	(-5C - +46C)	-	50м(70м-экв.)	30м
6	RK25JV1NB RK35JV1NB	(+10C - +46C)	-	25м	15м
HEAT PUMP					
N	Наружный блок кондиционера	Диапазон рабочих температур нар. воздуха	MAX длина между внутр. и нар. блоками	MAX перепад между внутр. и нар. блоками	
1	ANY22A7 ANY35A7	охл(+15C - +46C) нагр(-10C- +16C) по вл.терм.	15м	10м	
2	RY22DB7V1	охл(-5C - +46C) нагр(-10C- +16C) по влажн.терм.	25м	15м	
	RY35DA7V1				
	RY45DB7V1				
	RY60FA7V1				
3	RY71V1(W1) RY100FJ7V1(W1) RY125FJ7W1 RY200 FJ7W1; RY250 FJ7W1	охл(-5C - +46C) нагр(-10C- +16C) по влажн.терм.	50м	30м	
4	RX25JV1NB RX35JV1NB	охл(10C - +46C) нагр(-10C- +16C) по влажн.терм.	15м	15м	

5.3. Длины трасс и перепады высот в мультисплитовых системах

COOLING ONLY						
N	Наружный блок кондиционера	Диапазон рабочих температур нар. воздуха	МАХ длина суммарная	МАХ длина между внутр. и нар. блоком	МАХ перепад между внутр. и нар. блоком	МАХ перепад между внутр. блоками
1	MA45	-15С - +46С	45м	25	7,5м	-
2	MA56	-15С - +46С	60м	25	7,5м	-
3	MA90	-5С - +46С	75м	25 (60кл -15м)	7,5м	-
4	4МК90Н	+10С - +43С	70м	25м	15м	7,5м
HEAT PUMP						
N	Наружный блок кондиционера	Диапазон рабочих температур нар. воздуха	МАХ длина суммарная	МАХ длина между внутр. и нар. блоком	МАХ перепад между внутр. и нар. блоком	МАХ перепад между внутр. блоками
1	MY56	охл(-5С - +46С) нагр(-10С- +16С) по влажн.терм.	40м	25м	10м	-
2	MY90	охл(-5С - +46С) нагр(-7С- +16С) по влажн.терм.	60м	25м	10м	-
3	2MX52	охл(+20С - +43С) нагр(-10С- +15С) по влажн.терм.	35м	25м	15м	7,5м
4	3MX68	охл(+20С - +43С) нагр(-10С- +15С) по влажн.терм.	40м	25м	15м	7,5м
5	4MX80	охл(+10С - +43С) нагр(-10С- +15С) по влажн.терм.	70м	25м	15м	7,5м
5	RMX140J	охл(-5С - +46С) нагр(-15С- +15С) по влажн.терм.	115м	65м	30м	15м

5.4. Диаметры труб

COOLING ONLY				
N	Индекс блока	Диаметр трубы		
		Жидкость	Газ	Дренаж
1	25	Ø6,4(1/4")	Ø9,5(3/8")	Ø18
2	35,40	Ø6,4(1/4")	Ø12,7(1/2")	Ø18
3	45,50,60	Ø6,4(1/4")	Ø15,9(5/8")	Ø18
4	71	Ø9,5(3/8")	Ø15,9(5/8")	Ø25
5	100,125	Ø9,5(3/8")	Ø19,1(3/4")	Ø25
6	200	Ø12,7(1/2")	Ø25,4(1")	Ø25
7	250	Ø15,9(5/8")	Ø28,6(1-1/8")	Ø25
HEAT PUMP				
N	Индекс блока	Диаметр трубы		
		Жидкость	Газ	Дренаж
1	25	Ø6,4(1/4")	Ø9,5(3/8")	Ø18
2	35,40,45	Ø6,4(1/4")	Ø12,7(1/2")	Ø18
3	50	Ø6,4(1/4")	Ø15,9(5/8")	Ø18
4	60	Ø9,5(3/8")	Ø15,9(5/8")	Ø18
5	71	Ø9,5(3/8")	Ø15,9(5/8")	Ø25
6	100,125	Ø9,5(3/8")	Ø19,1(3/4")	Ø25
7	200	Ø12,7(1/2")	Ø25,4(1")	Ø25
8	250	Ø15,9(5/8")	Ø28,6(1-1/8")	Ø25

5.5. Выбор кабеля питания и автоматов защиты для подвода питания к наружным блокам

COOLING ONLY				
N	Индекс блока	электропитание	Автомат защиты	Сечение кабеля
1	R, RK 25, 35 MA 45, 2MK58, 3MK75	1 ф	1 ф, 16А	ПВС 3x1,5
2	R 45		1 ф, 25А	ПВС 3x2,5
3	R 60, MA 56, 4MK90		1 ф, 20А	ПВС 3x2,5
4	MA 90, R 71		1 ф, 32А	ПВС 3x2,5
5	R 100		1 ф, 40А	ПВС 3x4,0
6	R 45, 60, 71, 100 MA 56	3 ф	3 ф, 16А	ПВС 5x1,5
7	MA 90, R 125		3 ф, 20А	ПВС 5x2,5
8	R 200, 250		3 ф, 25А	ПВС 5x2,5
Межблочный кабель ПВС4x0,75 (или аналог)				
HEAT PUMP				
N	Индекс блока	электропитание	Автомат защиты	Сечение кабеля
1	RY, RX 22, 25, 35 RXT 40, 50	1 ф	1 ф, 16А	ПВС 3x1,5
3	RY 45, 60 MY 56, 2MX 52, 3MX 68, 4MX80		1 ф, 25А	ПВС 3x2,5
4	RY, RZY 71 MY 90		1 ф, 32А	ПВС 3x2,5
5	RY 100		1 ф, 40А	ПВС 3x4,0
6	RY 71, 100 MY 90	3 ф	3 ф, 16А	ПВС 5x2,5
7	R 125		3 ф, 20А	ПВС 5x2,5
8	R 200, 250		3 ф, 25А	ПВС 5x2,5
Межблочный кабель ПВС 4x0,75 (или аналог)				
Подвод питания к внутренним блокам FDY125/200/250 через автомат защиты 1ф-16А кабелем ПВС 2x1,5 (или аналог), кабель межблочной связи ПВС4x1				

5.6. Пульты управления к сплитовым блокам Split системы

N	МОДЕЛИ ВНУТРЕННИХ БЛОКОВ	Проводной пульт	Беспроводной пульт холод/тепло	Беспроводной пульт только холод
НАСТЕННЫЕ				
1	FT25-60GV1B	-	-	ARC417A1
2	FT25-35-45GZVNB (R-407C)	-	-	ARC417A1
3	FTK25-35JV1NB	-	-	ARC423A2
4	FTK50-60HV1NB	-	-	ARC417A10
5	FTY22-60GV1B9	-	ARC417A3	-
6	FTX25-35JV1NB (инвертор)	-	ARC423A1	-
7	FTX50-60JV1NB (инвертор)	-	ARC417A4	-
8	FTX25-35JZV1NB (R-407C) (инвертор)	-	ARC423A1	-
НАПОЛЬНЫЕ				
1	FV25-60D7V1	-	-	ВСТРОЕННЫЙ
2	FVY25-45D7V1	-	ARC403A2	-
3	FCVY223-453D7V1	-	ARC403A1	-
4	FVXT40-50GV1NB	-	ARC417A3	-
НАПОЛЬНО-ПОДПОЛОЧНЫЕ				
1	FL25-45GV1NB			ARC417A1
2	FLY22-45GV1NB		ARC417A3	
КАНАЛЬНЫЕ (гостиничные)				
1	FHEB25GZ7V1	ARC11A52	-	-
КАНАЛЬНЫЕ инверторные для мультисистем				
1	CDK25-60HV1NB	-	-	ARC417A12
2	CDX25-60HV1NB	-	ARC417A13	-

- Пульт поставляется в комплекте с внутренним блоком

Серия Sky Air

N	МОДЕЛИ ВНУТРЕННИХ БЛОКОВ	Проводной пульт	Беспроводной пульт холод/тепло	Беспроводной пульт только холод
ПОДПОЛОЧНЫЕ 4-х поточные				
1	FUY71-125FJV1	BRC1C51(7)	BRC7C528W	BRC7C529W
ПОДПОЛОЧНЫЕ однопоточные				
1	FH35-125FJV1	BRC1C51(7)		-
2	FHY35-125FJV1	BRC1C51(7)	-	-
3	FH35-125GZ7V1 (R-407C)	BRC1C51(7)	-	-
4	FHY35-125GZ7V1 (R-407C)	BRC1C51(7)	-	-
КАССЕТНЫЕ суперкассета				
1	FHC35-125BJV1	BRC1C51(7)	-	BRC7C513W
2	FHYC35-125BJV1	BRC1C51(7)	BRC7C512W	-
3	FHC35-125BZV1 (R-407C)	BRC1C51(7)	-	BRC7C513W
4	FHC35-125BZV1 (R-407C)	BRC1C51(7)	BRC7C512W	-
КАССЕТНЫЕ обычные				
1	FHC35-125FJ7V1	BRC1B51(7)	-	BRC7C56W
2	FHYC35-125FJ7V1	BRC1B51(7)	BRC7C51W	-
УГЛОВЫЕ				
1	FHK35-71FJV1	BRC1C51(7)	-	-
2	FHYK35-71FJV2	BRC1C51(7)	-	-
КАНАЛЬНЫЕ средненапорные				
1	FHB35-60FK FHYB71-125FK7V1	BRC1C51(7)	-	-
2	FHYB35-125FK7V1	BRC1C51(7)	-	-
3	FHYB71FV1 (с RZY71-L)	BRC1C51(7)	-	-
КАНАЛЬНЫЕ высоконапорные				
1	FDY125-250F7V1	-	ARC1154 поставляется вместе с внутренним блоком	
НАСТЕННЫЕ				
1	FAY 71-100FJV19	BRC1C51(7)	BRC7A(C)54W BRC7C510W	BRC7A(C)59W BRC7C511W

Пульт поставляется как дополнительное оборудование к внутренним блокам

5.7. Номенклатура низкотемпературных комплектов на 17.02.03

Инверторные модели тепло/холод		- 30°C ОХЛАЖДЕНИЕ -30°C НАГРЕВ
RX25JVEA9 RX25JV1NB9 RX35JVEA9 RX35JV1NB RX35JV1NB9	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
	3	Нагреватель
		Обозначение
		RDD-2A
		KNX
		KNXM2

Инверторные модели только холод		-30°C ОХЛАЖДЕНИЕ
RK25JVE9 RK25JV1NB9 RK35JVE9 RK35JV1NB9	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
	3	Нагреватель
		Обозначение
		RDD-2A
		KNX
		KNXM2

Модели только холод		-30°C ОХЛАЖДЕНИЕ
R25DBV11B R35DBV11B R35DC7V11 R45DBV11B R45DC7V11 R45DBW11B	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
		Обозначение
		RDD-1AB
		KNX

Модели только холод		-30°C ОХЛАЖДЕНИЕ
R50GV19 R60GV19	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
		Обозначение
		RDD-1E
		KNX

Модели только холод		-30°C ОХЛАЖДЕНИЕ
R60FA7V1 R60FA7W	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
		Обозначение
		RDD-1F
		KNX

Модели только холод		-30°C ОХЛАЖДЕНИЕ
R25JV1 R35JV1	№	Наименование
	1	Регулятор давления ДАИЧИ
	2	Картерный нагреватель (*)
	3	Нагреватель (**)
	4	Фильтр осушитель
		Обозначение
		RDD-1F
		KNX
		KNXM

Модели только холод		-40°С	ОХЛАЖДЕНИЕ
	№	Наименование	Обозначение
R25DBV11B R35DBV11B R35DC7V11 R45DBV11B R45DC7V11 R45DBW11B	1	Регулятор давления ДАИЧИ	RDD-1AB
	2	Картерный нагреватель (*)	KNX
	3	Нагреватель (**)	KNXM

Модели только холод		-40°С	ОХЛАЖДЕНИЕ
	№	Наименование	Обозначение
R50GV19 R60GV19	1	Регулятор давления ДАИЧИ	RDD-1E
	2	Картерный нагреватель (*)	KNX
	3	Нагреватель (**)	KNXM

Модели только холод		-40°С	ОХЛАЖДЕНИЕ
	№	Наименование	Обозначение
R60FA7V1 R60FA7W	1	Регулятор давления ДАИЧИ	RDD-1F
	2	Картерный нагреватель (*)	KNX
	3	Нагреватель (**)	KNXM

Примечания.

(*) Картерный нагреватель KNX может быть заменен на нагреватель производства DAIKIN в следующей комплектации:

картерный нагреватель - HY222105-20

термостат - HL3105-4

соединитель - W3

(**) Нагреватель KNXM может быть заменен на нагреватель KNXM2.

1.	ВВЕДЕНИЕ	2
1.1.	КЛАССИФИКАЦИЯ КОНДИЦИОНЕРОВ DAIKIN	2
1.2.	КОМФОРТНОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ	3
1.2.1.	Особенности кондиционирования жилых и офисных помещений	3
1.2.2.	Совмещение систем кондиционирования и вентиляции	4
1.2.3.	Кондиционирование помещений большого объема	4
1.2.4.	Кондиционирование помещений с большими тепловыделениями	4
1.3.	ХОЛОДИЛЬНЫЕ АГЕНТЫ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ	5
1.3.1.	Свойства холодильных агентов	5
1.3.2.	Какие холодильные агенты применяются, а какие перспективны?	7
1.3.3.	Проблемы с маслом для альтернативного холодильного агента	8
1.3.4.	Монтаж и эксплуатация систем с альтернативными холодильными агентами	9
1.4.	КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ФИРМЫ DAIKIN ДЛЯ КОНДИЦИОНЕРОВ	10
1.4.1.	Компрессоры сплит-систем	10
1.4.2.	Компрессоры мультисплит-систем и Sky Air серии	13
1.5.	КАК РАБОТАЕТ СПЛИТ	14
1.5.1.	Принцип действия	14
1.5.2.	Идеальный теплообменник	15
1.5.3.	«Байпас-фактор»	18
1.5.4.	Определение параметров воздуха на выходе из внутреннего блока	20
1.5.5.	Как рассчитать холодопроизводительность кондиционера при параметрах воздуха на входе отличных от приводимых в таблицах	22
1.5.6.	Чем определяются температурные границы применения сплит-системы?	24
1.5.7.	Определение характеристик кондиционера при произвольных параметрах воздуха в помещении	26
1.6.	ОСНОВЫ ПОДБОРА ОБОРУДОВАНИЯ	28
1.6.1.	Выбор системы кондиционирования по требованиям, предъявляемым Заказчиком	29
1.6.2.	Учет нормативных требований	29
1.6.3.	Влияние расчетной температуры в кондиционируемом помещении на типоразмер кондиционера	29
1.6.4.	Влияние расчетной температуры наружного воздуха на типоразмер кондиционера	31
1.6.5.	Совмещение систем вентиляции и кондиционирования	37
1.6.6.	Как правильно подобрать кондиционер?	37
1.6.7.	Методика аналитического подбора кондиционера	40
1.6.8.	Исходные данные	40
1.6.9.	Определение параметров влажного воздуха	41
1.6.10.	Примеры расчетных схем процессов обработки воздуха в кондиционере	42
1.7.	РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НА СИСТЕМУ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ	45
1.7.1.	Грубая оценка	45
1.7.2.	Расчет теплоступлений в кондиционируемое помещение по отдельным составляющим	45
1.7.3.	Поступление тепла через наружные стены и крышу	45
1.7.4.	Таблица записи результатов подсчета теплоступлений в кондиционируемое помещение	48
1.7.5.	Расчетные значения коэффициентов теплоотдачи для различных ограждений и условий	49
1.7.6.	Таблица 1.8.	49
1.7.7.	Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений	49
1.7.8.	Допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений	50
1.7.9.	Нормативный температурный перепад Δt^n (в °С) между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции	50
1.7.10.	Избыточная разность температур за счет солнечного излучения для наружных стен	52
1.7.11.	Поступление тепла через световые проемы	52
1.7.12.	Требуемое сопротивление теплопередаче заполнения световых проемов для окон и балконных дверей R^{mp} (в $m^2 K/Wt$)	53
1.7.13.	Удельный тепловой поток солнечной радиации через вертикальное однослойное остекление	53

1.7.14.	Коэффициент, учитывающий затенение светового проема	54
1.7.15.	Поступление тепла через перегородки и межэтажные перекрытия	54
1.7.16.	Поступление тепла через полы	54
1.7.17.	Поступление тепла от искусственного освещения	54
1.7.18.	Поступление тепла и влаги с наружным воздухом	55
1.7.19.	Поступление тепла от оборудования	55
1.7.20.	Таблица 1.15.	57
1.7.21.	Расчетные значения теплоступлений от бытового и офисного оборудования	57
1.7.22.	Тепло и влаговыделения от людей	57
	Таблица 1.16.	58
2.	SPLIT-SYSTEM	59
2.1.	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	59
2.2.	СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ	59
2.3.	СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ	61
2.4.	ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	63
2.5.	ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	66
2.6.	ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	66
2.7.	СОВМЕСТИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ОБОРУДОВАНИЕМ ИНОГО КЛАССА	66
2.8.	ОСОБЫЕ ДОСТОИНСТВА	69
2.9.	РАБОТА КОНДИЦИОНЕРА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА	69
2.10.	ПРОБЛЕМЫ ДРЕНАЖА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА	73
2.11.	РАБОТА КОНДИЦИОНЕРОВ В РЕЖИМЕ ОБОГРЕВА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА	74
3.	MULTI SPLIT	75
3.1.	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	75
3.2.	СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ	75
4.	SKY AIR	80
4.1.	МАРКИРОВКА	80
4.1.1.	Внутренний блок	80
4.1.2.	Наружный блок	80
4.2.	НОМЕНКЛАТУРА ОБОРУДОВАНИЯ	80
4.2.1.	Предлагаемые модели	80
4.2.2.	Особенности	81
4.2.3.	Совместимость блоков	82
5.	СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ	84
5.1.	МАРКИРОВКА БЛОКОВ	84
5.2.	РАБОЧИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДОПУСТИМЫЕ ДЛИНЫ ТРАСС	87
5.3.	ДЛИНЫ ТРАСС И ПЕРЕПАДЫ ВЫСОТ В МУЛЬТИСПЛИТОВЫХ СИСТЕМАХ	88
5.4.	ДИАМЕТРЫ ТРУБ	89
5.5.	ВЫБОР КАБЕЛЯ ПИТАНИЯ И АВТОМАТОВ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ПОДВОДА ПИТАНИЯ К НАРУЖНЫМ БЛОКАМ	90
5.6.	ПУЛЬТЫ УПРАВЛЕНИЯ К СПЛИТОВЫМ БЛОКАМ	91
5.7.	НОМЕНКЛАТУРА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КОМПЛЕКТОВ НА 17.02.03	93