

Владимир Маляренко

Кондиционер на борту — роскошь или необходимость?

Рассматривая в предыдущем номере системы кондиционирования воздуха (СКВ), применяемые на маломерных судах, мы остановились на кондиционерах, выполненных по моноблочной схеме. Однако помимо «моноблоков» используются и другие системы, имеющие свои особенности, плюсы и минусы.

Системы на основе сплит-кондиционеров

Другой версией кондиционера с непосредственным охлаждением является его раздельное исполнение (по английски — «сплит»), и до недавнего времени именно сплит-системы были наиболее распространенным типом СКВ на яхтах. Как говорит само название, кондиционер в такой системе разделен на два блока — компрессорно-конденсаторный и блок испарителя с вентилятором (обработки воздуха). Первый устанавливается в трюме или двигательном отсеке, а блок обработки воздуха — в кондиционируемом помещении, порой на расстоянии нескольких метров от компрессорно-конденсаторного блока. Оба блока соединены между собой фреоновым трубопроводом (трассой) и кабелем питания и управления. Вентилятор блока обработки нагнетает охлажденный воздух по гибкому воздуховоду вверх к выпускной решетке. Особенности судовой сплит-системы показаны на примере СКВ «Climma Compact Split» итальянской фирмы «Veco S.p.A». Поддержание заданной температуры обеспечивается временными циклами работы компрессора (по сигналу от каютного термостата, как у обычного холодильника), а также путем регулирования скорости вращения вентилятора.

Дальнейшим развитием такой системы явилась система «мульти-сплит», как ее принято называть в гражданской технике. Система основана на использовании одного большого компрессорно-конденсаторного агрегата и нескольких связанных с

ним контурами непосредственного охлаждения (фреоновыми трассами) блоками обработки воздуха в каждой обслуживаемой зоне/каюте.



СКВ «Climma Compact Split» фирмы «Veco S.p.A.», Италия. Компрессорно-конденсаторный агрегат расположен в моторном отсеке и соединен с испарителем блока обработки воздуха фреоновыми трубопроводами и электрокабелем.

На первый взгляд, преимущества сплит-системы очевидны: экономится пространство каюты, и разделенные блоки можно расположить там, где нельзя разместить моноблочный кондиционер. Кроме того, установленный вне жилой зоны компрессорно-конденсаторный агрегат не досаждают шумом.

К сожалению, при такой упрощенной конфигурации система становится «негибкой» и имеет тенденцию к разбалансировке. Особенно это заметно в ночное время, когда тепловая нагрузка

снижается, и компрессор, рассчитанный на высокую тепловую нагрузку в дневное время, оказывается слишком мощным для ночной нагрузки. В такой ситуации зональные блоки обработки начинают работать с повышенным уровнем шума, создавая дискомфорт для обитателей зоны. В системе подобного типа невозможно параллельное соединение нескольких компрессоров — для каждого из них должен предусматриваться независимый контур, связывающий его с испарителями.

Но наибольшим недостатком сплит-систем является то, что они требуют очень качественного монтажа специалистами, хотя при этом все равно всегда существует риск разгерметизации холодильного контура на развальцованных соединениях медных фреоновых трубопроводов, соединяющих оба основных узла, или образования в них микротрещин от постоянных механических нагрузок, через которые начинается утечка хладагента. В условиях судна это очень опасно. Образование микротрещин трудно вовремя отследить и еще труднее устранить. Другой недостаток такой системы – невозможность снять оборудование для ремонта в сервис-центре, не нарушая заправленный хладагентом контур. А если компрессорно-конденсаторный агрегат установлен в трюме, срок его эксплуатации значительно уменьшится из-за присутствующей там воды, которая может на него попадать.

Справедливости ради нужно отметить, что в последнее время появились гибкие фреоновые трассы, которым не грозит растрескивание, так что списывать сплит-системы в утиль пока еще рановато. У этой системы есть свои поклонники.

Центральные (чиллерные) системы с промежуточным теплоносителем

Центральные системы – самые удобные в плане индивидуального контроля температуры в каждой каюте и малошумности. Но они и самые дорогие. Применение таких систем будет экономически оправданным только в том случае, если на судне нужно кондиционировать более четырех кают, и это каюты класса «люкс».

В центральной системе в качестве поглотителя тепла используется промежуточный теплоноситель – охлажденная чиллером (холодильной машиной) пресная вода или 50-процентная смесь воды с гликолем (антифризом), которая затем отдает поглощенное тепло фреону, а уже от фреона тепло через конденсатор отводится в забортную воду.

Охлаждаемая в чиллере вода (до температуры 3–6°C в зависимости от условий) подается циркуляционным насосом по теплоизолированным трубопроводам к нескольким зональным/

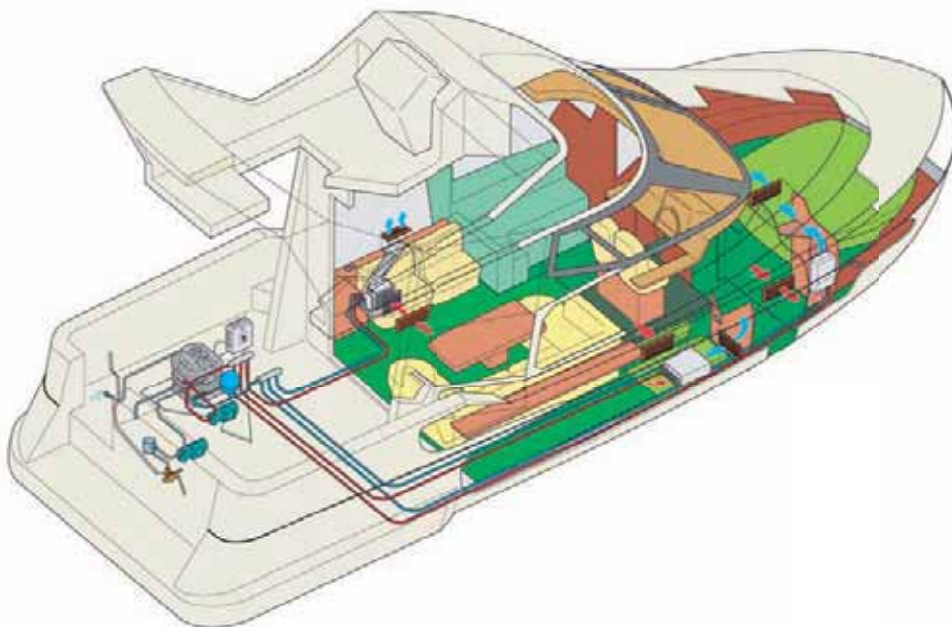


Схема центральной СКВ «CWS Basic» фирмы «Veco S.p.A.», Италия. Холодильная машина (чиллер) установлена в моторном отсеке. Насос чиллера подает охлажденную воду с антифризом (голубые линии) на три фен-койла, расположенные по правому и левому борту и в носовой каюте. Теплый каютный воздух всасывается вентилятором фен-койла (красные стрелки) и уже охлажденный в теплообменнике снова подается в каюту (голубые стрелки). Красными линиями показаны магистрали возврата подогретого теплоносителя, поглотившего тепло каютного воздуха, в холодильную машину.



СКВ «Blue Comfort Premium» фирмы «Webasto»: А – чиллер в моторном отсеке; В – фен-койлы в обслуживаемых каютах; С – подача в каюту охлажденного или подогретого в фен-койле воздуха; D – каютная панель управления индивидуальным микроклиматом; Е – контур охлаждающей забортной воды чиллера; F – циркуляционные трубопроводы охлажденной или подогретой отопителем воды; G – дизельный отопитель; H – топливная система, - безопасная и не загрязняющая трюм.

каютным агрегатам обработки воздуха, или фен-койлам. Фен-койл представляет собой агрегат из установленного на дренажном поддоне вентилятора (fan) с теплообменником (coil). В теплообменнике воздух каюты охлаждается и подается вентилятором по короткому воздуховоду снова в каюту. Управление микроклиматом – индивидуальное для каждой зоны/каюты с помощью электронных программируемых термостатов.

Если система рассчитана на работу в режиме обогрева, на фен-койлы по-

дается горячая вода (40–60°C). Для работы в зимнем режиме чиллер может быть реверсируемого типа (работать по принципу теплового насоса). Но, как уже отмечалось, если судно эксплуатируется в районах, где температура забортной воды понижается до 10°C и ниже, режим теплового насоса не годится. Лучше использовать автономный отопитель на жидком топливе, интегрировав его с чиллером. Примером центральной СКВ с интегрированной системой отопления является СКВ «Blue Comfort Premium» фирмы

«Webasto» (еще эта система позиционируется на рынке, как «Complete Cabin Comfort Climate Control» («Система полного управления микроклиматом в каютах»), или С5.

Система основана на использовании установленного в моторном отсеке чиллера и дизельного отопителя, интегрированного через трехходовой клапан в байпасный контур промежуточного теплоносителя. По сигналу термостата чиллер отключается и включается отопитель. Теперь на фен-койлы подается горячая вода. Интегрированная, или «комби», система проще в монтаже и занимает меньше пространства, чем отдельные системы кондиционирования и отопления. «Webasto» предлагает большой выбор чиллеров, отопителей и зональных фен-койлов системы «Blue Comfort Premium», различающихся по производительности, конфигурации и габаритным размерам. Это позволяет подобрать оптимальные модели для каждого конкретного проекта — от 40-футового катера до мега-яхты.

Интересное решение центральной системы климат-контроля (кондиционирования и отопления) предлагает голландская фирма «Vetus Den Ouden». В системе также используется отопитель на дизельном топливе, но он установлен не рядом, а вместе с чиллером под общим кожухом в виде моноблока шкафного типа. Выпускается агрегаты четырех типоразмеров холодопроизводительностью от 3 до 15 кВт (от 10 200 до 51 000 БТЕ/ч) и теплопроизводительностью 2,3–5 кВт и 1,5–9 кВт). Максимальные габариты фен-койла — 250×275×315 мм. Агрегаты могут поставляться в кожухе из нержавеющей стали или в экономичном варианте — в кожухе из обычной стали. Комплект поставки включает сам агрегат с амортизаторами и невозвратными клапанами, насос забортной воды, запорный кран, фитинги, расширительный бак, топливный расходомер, трубопроводы и дымоход с монтажными фитингами и глушителем. Однако нужно признать, что по универсальности и гибкости монтажа голландская система климат-контроля «Vetus» проигрывает системе «С5» фирмы «Webasto».

Центральная (чиллерная) СКВ обладает несколькими преимуществами: принцип распределения холодо/теплоносителя у нее такой же, как и в цен-



Центральный агрегат климат-контроля «Vetus Den Ouden», модель «CLIMA05». Холодопроизводительность — (17000 БТЕ/ч, теплопроизводительность (регулируемая) — 2,3–5 кВт. Расход дизельного топлива — 0,27–0,62 л/ч. Агрегат рассчитан на внутренний объем помещений до 21 м³. Габаритные размеры — 410×400×450 мм.

тральной системе водяного отопления (т.е. отсутствует опасность утечки вредных для здоровья паров хладагента), но вместо котла здесь используется холодильная машина с одним или несколькими компрессорами, а вместо радиаторов — теплообменники с вентиляторами. Далее каждый фен-койл полностью независим от чиллера: все они имеют параллельно подсоединение к водяному контуру, и температуру в каждом кондиционируемом помещении можно регулировать индивидуально, не нарушая работу других фен-койлов. Чиллер размещают в моторном отсеке или трюме, а фен-койлы — по всему судну в помещениях, где необходимо кондиционирование.

Центральная система — самая малозвучная и отнимает минимум каютного пространства. Она также самая гибкая в плане изменяемых нагрузок и безопасная: холодильная машина может состоять из нескольких независимых модулей, задействуемых в зависимости от нагрузки. В такой системе исключено проникновение в обитаемую зону паров хладагента в случае утечки. Если вдруг отказал один из компрессоров или модулей, другой продолжает работать. Но это еще и самая сложная и самая дорогая система: дублирование компрессоров, длинные трассы из теплоизолированных трубопроводов, расширительный бак, дополнительный циркуляционный насос, более дорогая автоматика... Капитальные и эксплуа-

ционные затраты на такие системы достаточно высоки, так как помимо дорогостоящего оборудования и монтажа она требует профессионального обслуживания. Поэтому чаще всего ее применяют на средних и больших парусных и моторных яхтах.

Поскольку тема нашего обзора — СКВ для яхт и катеров длиной до 15 м, вся дальнейшая информация будет касаться только оборудования систем на основе моноблочных кондиционеров, так как именно они в основном и применяются на судах такого размера.

Моноблочные кондиционеры

Учитывая постоянно ужесточающиеся нормы и правила по выбросу в атмосферу озоноразрушающих газов (к которым относятся хладагенты кондиционеров) и недостаток в этом плане сплит-систем, дороговизну центральных чиллерных систем и бум спроса на малые круизные суда с повышенным уровнем комфорта, усилия многих производителей за последнее время (особенно в США, где этот спрос самый высокий в мире) были направлены на снижение массогабаритных и акустических показателей моноблочных автономных кондиционеров, а также на повышение их надежности и долговечности. В настоящий момент рынок моноблочников — самый динамичный, если рассматривать все предлагаемое оборудование судовых СКВ. Высокая конкуренция в этом секторе техники и рост масштабов производства привели также к значительному снижению стоимости изделий.

Американские производители в своих разработках учитывают правила и нормы Американского совета по лодкам и яхтам (АВУС) и Береговой охраны США (U.S. Coast Guard), а также правила СЕ и промышленные стандарты Американского Института холодильной техники (ARI). В соответствии с этими правилами судовой кондиционер должен надежно работать в условиях различных тепловых и механических нагрузок (бортовая и килевая качка, продолжительный крен, вибрация), а также в условиях коррозионного воздействия морской среды. Для этого вся конструкция выполняется с высоким запасом прочности из нержавеющей стали и АМг, в системе используются только латунная арма-

тура и фитинги, конденсатор выполняется из медно-никелевого сплава, медный испаритель кондиционера лудится или его оребрение покрывается акриловой смолой (пример — кондиционеры марки «Mermaid» и «Pioneer», выпускаемые американскими фирмами «Mermaid Mfg.» и «Baah Mfg, Inc.»). Электронные схемы имеют необходимый запас прочности и также покрываются прозрачной акриловой смолой. Материал и конструкция дренажного поддона обеспечивает отвод конденсата в условиях крена и противодействует образованию грибковой плесени. Уделяется также внимание защите по электропитанию.

У большинства современных судовых кондиционеров витки змеевика конденсатора проходят не в горизонтальной плоскости вокруг компрессора, а расположены вертикально или под углом 45°. Благодаря этому конденсатор самоосушается при остановке насоса; такая конструкция также существенно облегчает процедуру постановки лодки на зимнюю стоянку и препятствует обрастанию внутренней стенки трубы конденсатора морскими организмами. Кстати, медно-никелевая труба конденсатора внутри гладкостенная, а не гофрированная (для улучшения теплопередачи), как в «гражданских» кондиционерах. Это позволяет уменьшить накопление грязи внутри трубы и облегчает обслуживание. Правда, при этом приходится увеличивать длину самой трубы для сохранения такой же величины теплопередачи, как и у труб с гофрированными внутренними стенками.

Благодаря достижениям в области термодинамики и созданию компактных теплообменных аппаратов и компрессоров, а также использованию передовых конструкторских решений современный моноблочный кондиционер лишь незначительно уступает по габаритным показателям блокам обработки воздуха сплит-системы или фен-койлам центральной (чиллерной) СКВ.

Принимаются меры по максимальному снижению шума и вибрации моноблочных кондиционеров за счет применения новых ротационных и спиральных (для моделей холодопроизводительностью более 20 000 БТЕ/ч) компрессоров, малошумных

вентиляторов, звукоизолирующих кожухов, двухкаскадной амортизации (в качестве примера можно привести кондиционеры серии «Turbo StowAway» американской фирмы «Cruisair», у которых компрессор закрыт звукоизолирующим кожухом и звукоизолирован кожух вентилятора).

Кондиционеры стали настолько малошумными, что на койке, под которой работает кондиционер, можно спокойно спать! Еще одна проблема судовых кондиционеров прежнего поколения — недостаточно эффективный отвод конденсата из дренажного поддона кондиционера и связанные с этим проблемы вроде мокрых пайолов при сильной качке судна и запахов от образующейся плесени — также успешно решена многими производителями.

Большое внимание уделяется также удобству монтажа: у большинства моделей кондиционеров предусмотрена возможность изменения угла нагнетания вентилятора (поворачиваемая по оси улитка), что обеспечивает гибкость в зависимости от условий прокладки воздуховода. Проанализировав имеющиеся на рынке предложения, можно заметить, что имеется много вариантов компоновки кондиционеров, благодаря чему несложно подобрать оптимальную модель, наименьшую либо по высоте, либо по длине или глубине. Разрабатываются также серийные модели, предназначенные для установки в конкретном месте на судне — например, в носовой каюте, на флайбридже и т.д.

В последние годы в связи с распространением новых типов больших скоростных круизных катеров с открытым флайбриджем большую популярность приобрели наружные охладители воздуха. Учитывая спрос судостроительных компаний, производящих такие катера, в США на сестринских предприятиях «Cruisair» и «Marine Air Systems» (входят в состав шведской корпорации «Dometic AB»), был разработан и налажен выпуск специального низкопрофильного кондиционера под названием «The Breeze» («Cruisair»), он же «Dash Air» («Marine Air Systems»). Они абсолютно идентичны. Кондиционер специально предназначен для подачи высокоскоростного потока охлажденного воздуха на людей, находящихся на флайбридже, в кокпите или других открытых зонах на палубе,



Моноблочный яхтенный кондиционер «Ocean Breeze»

Фирма «Quorum Marine & Electronics, Inc.», США

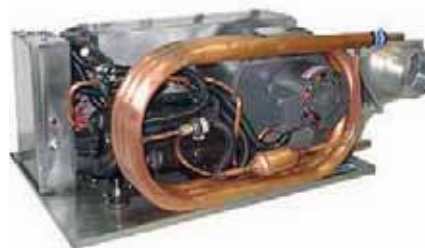


Двухкаскадная амортизация моноблочного кондиционера «Climma», примененная при монтаже системы на яхте



Суперкомпактный моноблочный кондиционер «Cabin Mate»

Фирма «Marine Air Systems», США



Моноблочный кондиционер «FM18RLP», разработанный специально для катамаранов и вообще для тех случаев, когда требуется малая высота агрегата. Холодопроизводительность — 18 000 БТЕ/ч. Для работы в режиме подогрева встроен ТЭН мощностью 2 кВт.

создавая комфорт на открытом воздухе, что необычно для типичных СКВ. Кондиционер выпускается в трех исполнениях: моноблочном, сплит и для центральной чиллерной системы. Благодаря применению горизонтального компрессора марки «Tecumseh» высота кондиционера холодопроизводительностью 13 000 БТЕ/ч составляет всего 203 мм (!) и его легко установить под приборной панелью на флай-бридже при постройке нового судна или дооборудовании существующего. Столь малая высота кондиционера обусловлена применением специального компрессора горизонтальной компоновки, что практически больше нигде не встречается. Два высокооборотных вентилятора обеспечивают большой расход и высокую скорость воздушного потока, создавая требуемую длину факела воздухоподачи из приточных решеток системы.

В заключение нужно отметить, что моноблочные кондиционеры требуют лишь минимального обслуживания: как и в случае с бытовыми оконными кондиционерами, необходима только периодическая очистка воздушного фильтра от пыли. Если этого не делать, воздушный поток через испаритель уменьшается из-за возрастающего аэродинамического сопротивления фильтра, а вместе с ним уменьшается и холодопроизводительность всей системы. Из-за уменьшенного потока воздуха испаритель начинает обмерзать, и датчик снежной шубы испарителя (защитное устройство) станет периодически выключать кондиционер.

И последнее. Во многих судовых кондиционерах применяется хладагент R-22. В соответствии с Монреальским протоколом он подлежит замене на не содержащие хлорфторуглеродов хладагенты R-407 или R-417 в срок до 2010 г. Если выбранная вами модель кондиционера работает на «устаревшем» R-22, ничего страшного. Когда потребуются, специализированная сервисная служба сможет без труда заменить этот хладагент на новый «зеленый», и при этом не потребуются менять компрессор или другой узел.



Практически во всех журналах, посвященных напрямую или косвенно проблемам бензиновых ДВС, регулярно всплывают темы о зазоре между электродами свечей зажигания. Этой истории, как минимум, лет девяносто, а то и более. Но каждый раз, встречаясь вживую или виртуально (через Интернет) с пользователями автомобилей, мотоциклов, подвесных моторов и т.д., сталкиваешься с непониманием проблемы зазоров. Будем думать...

Начнем с уроков физики, наверное, за восьмой класс. Наверное, потому что с 60-х гг. школьная программа претерпела множество изменений, и теперь уже сложно сказать, кто и в каком классе видел тот самый опыт на уроке физики, когда преподаватель раскручивает два прозрачных колеса, и между двумя блестящими шариками проскакивает искра. Вспомнили? Отлично. А помните, как преподаватель вставлял между блестящими шарами (шариками) кусочек пергамента или кальки? Если помните, то еще раз – отлично. Что происходило с калькой или пергаментом? Тоже

Зазор –

вспомнили – вообще «класс». Так почему же сегодня многие считают возможным не следить за расстоянием между контактами свечей зажигания и чуть ли не навязывают неопитам свою точку зрения на это?

Посмотрим, что происходит в камере сгорания в тот момент, когда искра по идее должна поджечь воздушно-топливную (или воздушно-масляно-топливную) смесь. Поршень сжимает то, что попало в цилиндр до достаточно высокого давления. При этом тот далеко неоднородный состав, который представляют собой воздух и углеводороды, если так можно сказать, «уплотняется» во много раз. То есть для того, чтобы искра проскочила между электродами, необходима разность потенциалов. Впрочем, скажем проще: возьмем для примера гвоздик, вату, кусок картона и кусок дерева. Пусть слой этих материалов будет одинаковым. Что проще проткнуть гвоздиком, к примеру, «соткой»? Понятно, что вату. Картон проткнуть сложнее, с деревом вообще могут возникнуть проблемы. Примерно такая же картина происходит и в камере сгорания. Чтобы искра могла пробить слой воздуха, нужна одна сила, чтобы в камере сгорания пробить слой сжатых воздуха и углеводородов, – намного, иногда в разы, большая сила.

Практики, отличающиеся изворотливостью ума, тут же начинают возражать: разное усилие на «протыкание» того или иного материала может быть разным, так как их составы различны. Иными словами, вата, картон и дерево имеют разное происхождение, структуру и т. д. Хорошо, возьмем хлопок в виде ваты, сатина и парусины. Сатин бывает и хлопковый, и синтетический. В нашем случае пусть будет хлопковый. Что изменилось? Спросите у женщин, которые шьют, что проще проткнуть иглой: вату, сатин или парусину? А если парусину свернуть в несколько слоев? В любом случае исходное сырье – хлопок, но при «уплотнении» он приобретает различные качества. То же и со смесью воздуха с углеводородами: при обычном атмосферном давлении они