

## ОБЗОР РЫНКА КОМПРЕССОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ – 2010 г.

В 2010 году мировой рынок систем кондиционирования (RAC-систем и PAC-систем) составил 81,06 миллионов штук, что, по сравнению с предыдущим годом, означает увеличение объема продаж на 9,6%. Во всем азиатском регионе отмечен значительный рост рынка в сегменте кондиционирования воздуха оценивается приблизительно в 20%.

В связи с повышенным спросом на RAC-системы на мировом рынке, потребность в роторных и спиральных компрессорах в 2010 году превысила все прогнозы. Сейчас, надеясь на расширение производства в 2011 году, производители кондиционеров вкладывают инвестиции в трудовые ресурсы и материально-технические средства.

В то же время, в некоторой степени, восстановился упавший из-за финансового кризиса в 2008 году спрос на компрессоры в области коммерческого кондиционирования. Скорость восстановления значительно варьируется от региона к региону. Растет значительными темпами и рынок винтовых и центробежных насосов, в первую очередь это касается стран с формирующейся экономикой.

Поршневые компрессоры все в большей степени находят применение в сегменте холодоснабжения, в частности в Азии продажи стабильно растут. В последнее время в Европе широко стали применяться тепловые насосы, в связи с этим возрос спрос на поршневые компрессоры для тепловых насосов.

В качестве одного из методов снижения потребления энергоресурсов постепенно происходит внедрение инверторов для всех типов компрессоров. Технология магнитных подшипников успешно применяется в сегменте центробежных компрессоров, и недавно несколько производителей запустили в серийное производство компрессоры с такой технологией.

### 1. Роторные компрессоры

Летняя жара 2010 года во многих частях земного шара сыграла значительную роль в повышении спроса на кондиционеры, что, в свою очередь, спровоцировало спрос на роторные компрессоры. За прошедший год производство роторных компрессоров значительно возросло и составило 112,5 миллионов единиц.

По оценке 80% роторных компрессоров на мировом рынке производится в Китае, который является не только крупнейшей в мире производственной базой, но и крупнейшим в мире рынком сбыта. В последние годы производители США, Южной Кореи и Японии вышли на индийский рынок роторных компрессоров - второй по величине после Китая. Спрос на роторные компрессоры также возрастает из года в год в Юго-Восточной Азии, особенно в Таиланде и Малайзии. Тем временем производители обращают свои взоры в сторону США как потенциального потребителя роторных компрессоров с инверторным приводом, поскольку в Северной Америке законодательство о рациональном использовании энергии становятся все более строгими.

С увеличением спроса на роторные компрессоры возрастает и энергопотребление. Таким образом, разработка энергосберегающей продукции становится вопросом чрезвычайной важности на любом рынке. Несколько лет назад Япония первой разработала роторные компрессоры инверторного типа, сейчас китайские и другие производители спешат наладить производство таких моделей. Некоторые производители также разработали прогрессивную технологию сдвоенных роторных компрессоров большой холодопроизводительности. Подобная разработка позволяет роторным компрессорам постепенно входить в тот же мощный диапазон, что и спиральные компрессоры.

Лидерами среди производителей роторных компрессоров являются Meizhi (GMCC, совместное предприятие Midea и Toshiba Carrier), Shanghai Hitachi (совместное предприятие Highly и Hitachi), Panasonic, LG, Mitsubishi Electric, Landa (Gree Group), Samsung, Sanyo, Tecumseh, и Rechi.

#### **Развитие высокопроизводительного оборудования**

Конструкция роторных компрессоров, как правило, значительно проще, чем спиральных. Кроме того, производство и приемка оборудования для роторных компрессоров также легче, чем для спиральных. Эти факторы делают роторные компрессоры наиболее привлекательным преемником спиральных компрессоров в областях, где традиционно использовались последние. Успешное развитие высокопроизводительных сдвоенных роторных компрессоров привело к тому, что недавно роторные компрессоры стали применяться в VRF-системах, а также в системах чиллеров малой производительности. Роторные компрессоры постепенно захватывают сегменты рынка RAC-систем, VRF-систем, тепловых насосов для нагрева воды, а также сектор оборудования для холодоснабжения средней производительности. Последние тенденции среди роторных компрессоров включают в себя увеличение эксплуатационной эффективности, уменьшение габаритов, расширение мощностного диапазона и совершенствование DC-инверторного управления. Разработчики RAC-систем постоянно стремятся к увеличению эксплуатационной эффективности и остальных характеристик при проведении модернизации конструкции RAC-систем раз в два года.

Японские производители разработали роторные компрессоры мощностью, намного превышающую предыдущий верхний порог 5 л.с. С недавних пор компания Toshiba Carrier для своих PAC-систем в Европе использует роторные компрессоры с инверторным управлением мощностью до 16 л.с. Panasonic также завершила разработку компрессора на 10 л.с. Fujitsu General использует свою собственную разработку высокопроизводительных роторных компрессоров для VRF-систем. Корейская компания LG также наладила производство сдвоенных роторных компрессоров.

### **Тенденции по использованию хладагентов**

Значительная часть роторных компрессоров для PAC-систем предназначена для работы на R22. Однако новые модели с инверторным управлением, выпускаемые китайскими производителями, в основном предназначены для работы на R410A. Японские и китайские производители роторных компрессоров, в попытке найти аналог хладагентам типа ГХФУ, проводят испытания PAC-систем, работающих на R290 (пропане) и PAC-систем, работающих на хладагенте R32. В настоящее время в секторе холодоснабжения широко используется R404A. Однако в связи с тем, что последний обладает очень высоким потенциалом глобального потепления (GWP), в последнее время все больше производителей приходят к тому, чтобы в роторных компрессорах для систем холодоснабжения использовать хладагент R410A. В декабре 2009 г. Sanyo объявила о выпуске первого инверторного морозильного аппарата коммерческого применения с двухступенчатым роторным компрессором, работающем на CO<sub>2</sub>.

## **2. Спиральные компрессоры**

В 2010 г. мировой рынок спиральных компрессоров оценивается приблизительно в 12 миллиардов долларов США. Объем продаж в 2010 г. оценивается в 14 млн.штук в сравнении с 13 млн. штук в 2009 г. Разработка одиночных спиральных компрессоров мощностью 40 л.с. расширила диапазон применения спиральных компрессоров.

Спиральные компрессоры нашли свое широкое применения в системах кондиционирования воздуха, включая PAC, PAC и VRF-системы и чиллеры, а также в тепловых насосах “воздух-вода”, морозильных аппаратах и системах холодоснабжения. Вертикальные спиральные компрессоры, как правило, используются в приложениях кондиционирования воздуха, а недавно разработанные горизонтальные компрессоры, в связи с возросшим спросом, нашли свое широкое применение в железнодорожных вагонах, грузовиках, фурах и медицине.

В широком спектре применений спиральных компрессоров бытовой сегмент составляет огромную долю с неизменно растущим спросом. В дополнение к высоким темпам развития стран с формирующейся экономикой, потребность в комфорте и эффективном использовании энергоресурсов подстегивает рост на развитых рынках. С ростом европейского рынка тепловых насосов “воздух-вода” спрос на приложения бытового и коммерческого теплоснабжения превзошел все ожидания.

Возросшие инвестиции в строительство объектов жилого назначения и заводов в Китае, Индии и Юго-Восточной Азии, чья экономика показывает динамичный рост, а также необычайно жаркое лето в 2010 году во многих странах мира подстегнули спрос на спиральные кондиционеры. Мировой рынок продолжает расти для чиллеров малой производительности, а также для PAC и VRF-систем и тепловых насосов.

Большинство спиральных компрессоров производится в Азии, Северной Америке и Европе; на долю Азии и Северной Америки приходится более 92% производства. Чтобы заполучить большую долю китайского рынка, один из мировых гигантов увеличивает как свою производственную мощность, так и ассортимент в этом регионе. Но даже при этих условиях производители компрессоров не могут удовлетворить спрос. Некоторые производители роторных компрессоров наладили или собираются наладить в будущем выпуск спиральных компрессоров.

На рынке спиральных компрессоров для систем кондиционирования воздуха лидером является бренд Copeland (Emerson), которому принадлежит приблизительно половина рынка. За ним следуют Danfoss, Sanyo, Hitachi, Daikin, Mitsubishi Electric, и Siam Compressor Industry (SCI). Также набирает обороты и рынок спиральных компрессоров для приложений холодоснабжения, и ожидается, что для систем охлаждения именно спиральные компрессоры будут иметь больший спрос, чем все остальные машины. Copeland также является ключевым мировым лидером на этом рынке. Другие производители - Danfoss, Hitachi и Sanyo.

### **Новые технологии**

Тепловые насосы, работающие на спиральных компрессорах, нашли свое применение во всем мире, однако в регионах с холодным климатом встал вопрос их мощности. Многие производители постоянно проводят исследования и разработки для решения данного вопроса, и технологии спиральных компрессоров, как и тепловых насосов постоянно движутся вперед. Одним из таких примеров может стать технология Enhanced Vapor Injection (EVI, с повышенным впрыском пара хладагента), привлекающая в этой индустрии внимание многих.

Взяв на вооружение улучшенные спиральные компрессоры и системы, японские производители выпустили PAC-системы, которые могут эффективно работать при наружных температурах до -25°C. Для бытовых и

коммерческих приложений японские компании также разработали тепловые насосы для нагрева воды Eco Cute, использующие CO<sub>2</sub> в качестве хладагента. Компания Mitsubishi Electric успешно разработала DC-инверторный спиральный компрессор мощностью 20 л.с. и работающий на CO<sub>2</sub>. На выставке Chillventa 2008 в Нюрнберге, Германия, Daikin заявила о запуске в производство первой в мире VRF-системе на CO<sub>2</sub>. В январе 2011 г. MHI разработала первый в мире спирально-роторный («scrotary») двухступенчатый компрессор, объединяющий в себе спиральную и роторную технологию для обеспечения высокой эффективности при высоких и низких коэффициентах давления соответственно.

Возрастающая производительность спиральных компрессоров постепенно проникает в отрасли, в которых ранее доминировали винтовые компрессоры. Вслед за успешным представлением на рынке одновинтовых компрессоров коммерческого применения мощность до 40 л.с., в 2010г. на выставке Chillventa в Германии была представлена модель модульного чиллера, к которому подключается несколько блоков винтовых компрессоров мощностью до 40 л.с. Как показывает пример данного модульного чиллера, винтовые компрессоры движутся в сторону традиционного диапазона производительности винтовых чиллеров.

### **Хладагенты**

Наиболее распространенных хладагентом для спиральных компрессоров в сегменте кондиционирования воздуха, за исключением стран Евросоюза и Японии, является R22. Однако очевиден почти массовый переход производителей на альтернативные хладагенты. Например, в соответствии с Актом об экологически чистой энергии и безопасности 2009 г. производители США увеличили производство спиральных компрессоров, адаптированных под R410A. Кроме того, все больше спиральных компрессоров в приложениях холодоснабжения и заморозки используют хладагент R404A вместо R22.

В Европе растет спрос на биологические хладагенты типа CO<sub>2</sub> и аммиака.

## **3. Винтовые компрессоры**

Большинство винтовых компрессоров используется в системах кондиционирования воздуха средней и большой производительности, например, в водоохлаждаемых чиллерах и воздухоохлаждаемых чиллерах с тепловым насосом. В последние годы постепенно возросло количество производителей, перешедших на винтовые компрессоры для приложений коммерческого холодоснабжения. Около 85% компрессоров имеют двухвинтовую конструкцию, а остальные одновинтовую. Основными производителями двухвинтовых машин являются Bitzer, Hanbell, Trane (Ingersol Rand), Carrier, York (JCI), FuSheng, RefComp, Frascold, Hitachi и Dunham-Bush. Одновинтовые компрессоры изготавливаются компаниями Daikin, Mitsubishi Electric, Mc-Quay (Daikin), J&E Hall (Daikin) и Vilter (Emerson).

Китай представляет самый быстрорастущий рынок и самую крупную производственную базу винтовых компрессоров в мире, за которым следует США и Европа. Быстрый рост китайского рынка винтовых компрессоров заставляет все больше крупных производителей переносить свои производственные базы в этот регион. В Китае уже построили свои заводы Carrier, York (JCI), Trane, Bitzer, Hitachi, и Daikin, а RefComp имеет сборочный цех в Шанхае.

За последние годы были разработаны винтовые компрессоры большой и малой производительности для приложений, в которых традиционно использовались центробежные и спиральные машины. Компания Hanbell разработала винтовые компрессоры производительностью более 50 л.с., а Bitzer представил расширенный класс компактных винтовых компрессоров еще большей мощности.

Производители полностью сконцентрировались на разработке энергоэффективных винтовых компрессоров, в том числе с инверторным управлением. Например, Bitzer, Kobelco, и RefComp уже разработали машины с инверторным управлением для приложений холодоснабжения.

### **Сегмент кондиционирования воздуха**

Более двух третей всего производства винтовых компрессоров приходится на системы кондиционирования воздуха. Лидерами на этом рынке являются Carrier, Trane, York, Hitachi, Daikin, Bitzer, FuSheng, Hanbell, RefComp и Frascold. На долю китайских Dalian Bingshan и Yantai Moon также приходится значительная доля данного рынка.

Что касается хладагентов, то сделан серьезный шаг в использовании R134a и R407C вместо R22.

### **Сегмент холодоснабжения**

Менее одной трети всего производства винтовых насосов приходится на приложения холодоснабжения. Возрос спрос на полугерметичные винтовые компрессоры в приложениях холодоснабжения. А рост рынка на винтовые компрессоры открытого типа, используемые, как правило, в коммерческом холодоснабжении, вырос не так заметно. В Европе сосредоточена половина производства винтовых компрессоров для систем холодоснабжения

Рынок разделен на сегменты коммерческого и промышленного холодоснабжения. Ведущими производителями винтовых компрессоров для коммерческого холодоснабжения являются Bitzer, Hitachi,

Kobelco, J&E Hall и RefComp, для промышленного холодоснабжения - Sabroe (JCI York), Mycom (Mayekawa), Vilter, GEA и Dalian Bingshan. Компания FuSheng также расширила свой модельный ряд оборудования. Kobelco, Hitachi и Mycom (Mayekawa) – три крупнейших производителя винтовых компрессоров для приложений холодоснабжения на японском рынке, где львиная доля принадлежит Kobelco. Все три компании находятся в процессе освоения рынков Китая и Европы.

Используемые хладагенты определяются областью применения. Для коммерческого холодоснабжения растет тенденция применения R134a и R404A. Для промышленного холодоснабжения сейчас широко используется аммиак.

#### 4. Центробежные компрессоры

Большинство центробежных компрессоров выпускается для чиллеров и используется самими производителями для собственных чиллеров. В связи с тем, что экономика в целом улучшилась, в 2010 г. спрос на центробежные чиллеры постепенно возрос. Соединенные Штаты держат непревзойденное первенство на рынке центробежных чиллеров. Вот уже много лет четверка производителей - Trane, Carrier, York и McQuay – лидируют на рынке чиллеров с центробежными компрессорами в США. С подавляющей конкурентоспособностью они доминируют не только в США, но и на внешних рынках.

Растущий спрос в последние годы на центробежные компрессоры в Азии, особенно в Китае, Корее и Тайване подверг рынок данного региона стремительному росту. Carrier и Trane открыли в Индии свои научно-исследовательские центры, а компания Danfoss предложила на этом же рынке свою серию Turbosog - центробежные компрессоры с магнитными подшипниками. Dunham-Bush с производственной базой в Малайзии увеличивает свою долю на рынке за счет Китая и Юго-Восточной Азии. Местные китайские производители Midea и Gree не только разработали свои собственные центробежные чиллеры, но также наладили производство импеллеров для собственных чиллеров. Южно-Корейская компания LS Mtron имеет собственное производство в Китае и развивает свое дело на этом рынке. Помимо Китая компания также увеличивает свои продажи на растущем рынке на Среднем Востоке. Еще один производитель, Dunham-Bush, также стремится увеличить свою долю на Среднем Востоке.

Однако в Японии продажи на внутреннем рынке центробежных компрессоров значительно снизились, упав, приблизительно, до 370 штук в 2010 г. Сейчас многие производители смотрят в сторону внешних рынков, беря пример со своих конкурентов из США.

Чтобы соответствовать мировым постоянно ужесточающимся современным требованиям к энергоэффективности, производители центробежных компрессоров сосредоточили свои усилия на разработке высокопроизводительных машин. Mitsubishi Heavy Industries (MHI), Hitachi и японская Ebara наладили производство высокопроизводительных центробежных компрессоров. Японские, американские, южно-корейские и китайские производители как один разработали центробежный компрессор с инверторным управлением – это уникальная энергосберегающая технология.

Другой энергосберегающей технологией является технология с магнитными подшипниками, свободными от трения, управляемые синхронным двигателем с постоянными магнитами (PM). York (JCI), Danfoss и McQuay уже реализуют на рынке центробежные чиллеры с магнитными подшипниками. Компания York (JCI) также выпустила свою серию центробежных машин с магнитными подшипниками YMC<sup>2</sup>. Danfoss в рамках модели Turbosog предлагает свою серию TT центробежных компрессоров с магнитными подшипниками номинальной производительностью от 250 до 750 кВт. McQuay выпустила аналогичные машины производительностью от 145 до 570 RT.

В последнее время все больше стран стали продвигать тепловые насосы как источники возобновляемой энергии, поэтому сфера применения центробежных компрессоров в секторе тепловых насосов значительно возросла.

Основным хладагентом в сегменте центробежных компрессоров является R134a. Некоторые производители все еще продолжают использовать R123. Компания Ebara выпускает центробежные компрессоры и чиллеры, адаптированные под R245fa. Производители Соединенных Штатов и Японии проводят испытания хладагента HFO с необыкновенно низким потенциалом глобального потепления, который можно было бы использовать на центробежных чиллерах. Возможно, он заменит собой ГФУ и ГХФУ.

#### 5. Поршневые компрессоры

Поршневые компрессоры широко применяются как в области кондиционирования воздуха, так и холодоснабжения.

По сравнению с растущим спросом на спиральные, винтовые и даже роторные машины, спрос на поршневые компрессоры в приложениях кондиционирования воздуха постепенно падает. Поршневые компрессоры состоят из большого количества деталей, что увеличивает себестоимость и расходы на техническое обслуживание. И это еще один фактор, объясняющий уменьшение доли рынка поршневых компрессоров в сегменте кондиционирования воздуха.

В сегменте кондиционирования воздуха доля поршневых машин составляет лишь 3% от общего количества используемых в этой области компрессоров. 98% от этого числа составляют герметичные поршневые компрессоры. Большинство подобных машин производится в Соединенных Штатах такими лидерами как Tecumseh, Copeland (Emerson) и Bristol. Другие регионы имеют относительно небольшие производственные базы.

В силу своей высокой надежности и хороших рабочих характеристик в тяжелых условиях эксплуатации, поршневые компрессоры традиционно используются в секторе холодоснабжения. Также поршневые компрессоры доминируют в приложении бытовых холодильников. С повышением уровня дохода в таких странах с формирующейся экономикой, как Китай, Индия и Бразилия, все больше людей приобретают бытовые холодильники, работающие на поршневых компрессорах. В секторах коммерческого и промышленного холодоснабжения основным приложением является холодоснабжение для продуктов питания и скоропортящихся товаров, холодильное хранение и технологическое охлаждение.

Ведущим мировым производителем поршневых компрессоров для домашних холодильников является компания Embraco. За ней следуют Panasonic ACC, Aurelius и LG. На долю этих компаний приходится приблизительно 68% рынка поршневых компрессоров. В сегменте коммерческого и промышленного холода лидируют Tecumseh, Bitzer, Dorin, Bock, Danfoss, Cubigel и Vilter (Emerson). Корейские производители делают серьезные успехи на рынке бытовой техники и электроники. В связи с этим компания LG Electronics совершает крупные инвестиции в такие регионы, как Индия и другие страны с формирующейся экономикой. В 2011 она завершит в Бразилии строительство завода по производству холодильной техники и других крупных бытовых приборов. Завод планирует начать работу в 2012. Также LG запустила производство линейных компрессоров в Тайчжоу, Китай. В декабре 2009 г. компания Samsung Electronics заявила о своем приобретении промышленных предприятий в Арнике, принадлежащих польскому производителю холодильников, стиральных машин и другой бытовой техники.

Несмотря на напряженную конкуренцию среди производителей, вот уже несколько лет компания M&A является постоянной фигурой на рынке компрессоров. В 2007 г. компания Qingdao Sanyo продала Highly (Shanghai Hitachi) свое подразделение по производству высокопроизводительного инверторного поршневого компрессора. В январе 2009 г. Инвестиционный фонд США приобрел у концерна ACC (Испания) его дочернюю компанию по производству оборудования коммерческого холодоснабжения.

В июне 2009 компания Emerson приобрела Vilter Manufacturing – частного производителя компрессоров с местоположением в Кудахи, штат Висконсин. В июле 2010 Danfoss продал свое убыточное подразделение Danfoss Household Compressors по производству оборудования для холодоснабжения и маломощных компрессоров коммерческого применения немецкой Aurelius. Как результат окончательного поглощения компанией Aurelius в ноябре 2010 Danfoss Household Compressors было переименовано в Secor. В декабре 2010 GEA Refrigeration Technologies – сегмент GEA Group – объявил о своем приобретении Bock Kältemaschinentechnik в Германии, являющегося лидером среди поставщиков полугерметичных поршневых компрессоров и поршневых компрессоров открытого типа для стационарных приложений, а также для автомобильного транспорта, где требуется холодильная техника.

### ***Производство энергосберегающих компрессоров с учетом экологических требований***

Вопросы энергосбережения и защиты окружающей среды по-прежнему являются ключевыми для всех производителей. На последних выставках основные производители компрессоров продемонстрировали широкую линейку машин с инверторным управлением и регулировкой скорости.

В зависимости от модели и габаритов в поршневых компрессорах используются различные хладагенты. Основные производители поставляют компрессоры, работающие на различных хладагентах, которые рекомендуют сами изготовители. 95% всех компрессоров для бытовых холодильников, изготовленных в Европе, работают на углеводороде (HC), а 90% компрессоров, произведенных в Соединенных Штатах, работают на R134a. Для коммерческих приложений лидерами являются R134a и R404A. В целом применение природных хладагентов типа HC и CO<sub>2</sub> постепенно растет. В Японии стандартно применяют R600a (изобутан).

В последние годы возросло производство компрессоров малой производительности, адаптированных под CO<sub>2</sub>. Почти все ведущие производители, включая Danfoss, Sanyo, Embraco, ACC, Tecumseh и Copeland, выпустили компрессоры, работающие на CO<sub>2</sub>. Итальянская компания Dorin разработала полугерметичные компрессоры на CO<sub>2</sub> для коммерческих приложений с тепловыми насосами нагрева воды и начала их экспорт в Азию.

Все больше поршневых компрессоров разрабатываются для приложений тепловых насосов, где, как правило, используются такие природные хладагенты как CO<sub>2</sub> и аммиак. На выставке Chillventa в 2010 г. в Германии Bitzer, Dorin и Bock представили поршневые компрессоры для тепловых насосов, работающие на CO<sub>2</sub>.

### ***Типы поршневых компрессоров***

По своей конфигурации поршневые насосы можно разделить на три типа: герметичные, полугерметичные и открытого типа.

### Герметичные поршневые насосы

На всем рынке поршневых компрессоров более 90% приходится на долю герметичных машин. Большинство герметичных поршневых компрессоров рассчитаны на мощность менее 0,5 кВт и используются в основном в бытовых холодильниках, морозильных камерах и установках для коммерческого холодоснабжения небольшой производительности. Лидерами по производству таких машин являются Embraco, Copeland, Panasonic, Secop (Danfoss), LG, Samsung, Tecumseh, Bristol, Cubigel, ACC и Sanyo.

Почти каждый крупный производитель расширял свой модельный ряд компрессоров с инверторным управлением. Так, компания Embraco выпустила серию компрессоров с переменной производительностью (VCC), ACC - серию с гибким валом привода (FSD), Danfoss - TLV/NLV – компрессоры с технологией регулировки скорости, а Samsung – серию с DVC-системой.

Теперь все крупные производители обладают ассортиментом компрессоров, адаптированных не только под ГХФУ – хладагенты, но и под ГФУ (R134a, R404A, R407C и даже R507). Также большинство выпускают модели, работающие на углеводородных хладагентах типа R600a (изобутан) и R290 (пропан). Использование CO в герметичных поршневых компрессорах представляет собой обширное поле для исследования.

### Полугерметичные поршневые компрессоры и компрессоры открытого типа

Основными производителями таких машин малых и средних габаритов являются Bitzer, Bock, Carrier, Copeland, Dorin, Frascold, RefComp и Sanyo. Основными производителями крупногабаритных компрессоров для промышленного холодоснабжения являются Dunham-Bush, GEA, Mayekawa, Vilter и York. Крупногабаритные машины также выпускают китайский Yantai Moon и индийский Kirloskar Pneumatic.

Помимо R404A и R22 поршневые полугерметичные компрессоры и компрессоры открытого типа широко используют R134a, R404A, R407C и R507A. Лидеры производства на Европейском рынке объявили о выпуске новых полугерметичных компрессоров для тепловых насосов, работающих на CO<sub>2</sub>.

## 6. Энергосберегающие технологии

В связи с тем, что различные страны принимают все более строгие нормативы относительно экономного расходования энергоресурсов, производители компрессоров начали разработку высокопроизводительных машин.

Центробежные компрессоры с магнитными подшипниками уже вошли в практическое применение, а их производительность была увеличена до 570 RT. Модель производительностью 700 RT уже проходит оценочные испытания.

Каждый год Японское общество инженеров по охлаждению и холодоснабжению (JSRAE) тщательно изучает и отбирает среди исследований и разработок лучшие, и поощряет самые выдающиеся проекты. В 2010 г. в области компрессоров награду получил только один проект. Им оказалась разработка команды Toshiba Carrier (Takeshi Tominaga и др.) высокопроизводительный спаренный компрессор для кондиционеров воздуха.

Концепция данного компрессора заключается в улучшении рабочих характеристик при средней и низкой производительности, где наблюдается достаточно продолжительная непрерывная работа. В результате команда добилась повышения энергетического КПД, или годового показателя эффективности (APF). О разработке также было объявлено на Международной научно-технической конференции по компрессорной технике, проходившей в университете Пердью в июле 2010 г. В спаренных компрессорах используется технология с двумя компрессионными камерами, управляющие двумя цилиндрами во время больших нагрузок, как, например, при запуске. Во время работы при небольших нагрузках используется только верхняя камера и один цилиндр.

Mitsubishi Heavy Industries (MHI) стала первой в мире компанией, установившей спирально-роторный («scrotary») компрессор в своих новых тепловых насосах нагрева воды для коммерческих приложений. Такой насос можно использовать в регионах, где температура опускается до -25°C. Этот спирально-роторный двухступенчатый компрессор, способный работать в таких условиях эксплуатации, совмещает в себе технологии спирального и роторного компрессоров, что позволяет ему демонстрировать такую высокую эффективность вне зависимости от значений высокого или низкого рабочего давления. Результатом внедрения двух циклов сжатия является высокая производительность в любых условиях эксплуатации. При этом за счет сокращения разницы давления, обеспечиваются улучшенные рабочие характеристики. Установив систему впрыска хладагента в корпус среднего давления, конструкторы MHI увеличили объем циркуляции хладагента и добились стабильно высоких характеристик, даже при низких температурах окружающего воздуха.

Компания Daikin разработала новый компрессор с «плавающим» ротором (технология «swing compressor»), работающий на синхронном двигателе с постоянными магнитами, что обеспечивает высокую эффективность даже при пониженной нагрузке. Как утверждает производитель, новый компрессор с «плавающим» ротором снижает годовое потребление электроэнергии на 1,5% по сравнению с предыдущими машинами. Daikin заявила о своей новинке в документе по техническим разработкам на Конференции по компрессорной технике в Пердью. (Отчет об этой Конференции приводится в отдельной статье).

Компания Hitachi Appliances разработала новую модель инверторного винтового компрессора мощностью до 100 л.с. Этот новый компрессор достигает улучшенной эффективности во время эксплуатации на средней и пониженной нагрузке посредством, среди прочих особенностей, установки клапана, предотвращающем чрезмерную компрессию таким образом, что давление хладагента повышается не больше, чем следует. Интегральный показатель эффективности при частичной нагрузке (IPLV) нового чиллера с воздушным охлаждением конденсатора, оборудованного таким компрессором, равняется 6,8, а IPLV модели с водяным охлаждением – 8,5. Инверторное управление компрессора позволяет ему вращаться при низких скоростях во время эксплуатации на средней и пониженной нагрузке, что также продлевает срок службы его подшипников.

Компания Sanden – производитель автомобильных компрессоров – разработала компрессор для кондиционера, адаптированный под гибридные автомобили (HEV). Большинство гибридных автомобилей характеризуется старт – стоп системами, поэтому такой гибридный компрессор имеет двуспиральную конфигурацию. Компрессор, в качестве источника энергии, использует либо электродвигатель, если двигатель машины в режиме старт-стоп, либо приводной ремень, если двигатель машины работает в обычном режиме.

## 7. Тенденции применения хладагентов

Многие страны, с целью защиты окружающей среды, выпустили постановления относительно применения хладагентов. ХФУ и ГХФУ уже запрещены, как разрушающие озоновый слой. Это открыло дорогу применению хладагентов типа ГФУ. Однако потенциал глобального потепления (GWP) ГФУ уже подвергся жесткой критике.

В области промышленного холодоснабжения все чаще переходят на природные хладагенты типа аммиака, углеводорода и CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> также обрел популярность среди производителей оборудования, особенно сегменте холодоснабжения небольшой производительности. Однако аммиак, изобутан и пропан, по соображениям безопасности, не подходят в качестве хладагентов для стационарного оборудования кондиционирования воздуха как токсичные и воспламеняющиеся газы. В Японии был разработан тепловой насос нагрева воды, работающий на CO<sub>2</sub>. На сегодняшний день КЭЭ CO<sub>2</sub>, используемого в стационарном оборудовании для кондиционирования воздуха, ниже, чем у R410A. Это означает, что агрегаты для кондиционирования воздуха, работающие на CO<sub>2</sub>, потребляют больше энергии и, в конечном итоге, не снижают выбросы CO<sub>2</sub>.

Некоторые производители испытывают хладагент HFO-1234ze в своих центробежных компрессорах.

Китайские производители проводят оценочные испытания R32 в оборудовании для коммерческого кондиционирования воздуха. Кроме того, в порядке эксперимента, они выпустили небольшие партии RAC-систем, адаптированных под R290 (пропан).

На сегодняшний день идеальный хладагент не найден, также в перспективе не предвидится единого решения по этому вопросу, которое подходило бы для каждого применения. Глобальная индустрия климатического оборудования промышленного торгового холода все еще ищет ответ или ответы на загадку, «какие хладагенты лучше», и еще пока неизвестно, где или когда найдется точное решение.