

ОДНОВИНТОВЫЕ КОМПРЕССОРЫ ФИРМЫ MCQUAY INTERNATIONAL

Главным элементом конструкции, от эффективной работы которого зависит экономичность, безопасность и надёжность функционирования чиллера, является компрессор. Самое широкое распространение на мировом рынке охладителей жидкости получили чиллеры, оборудованные компрессорами объемного типа - винтовыми, поршневыми и спиральными. По количеству производимого оборудования доля таких чиллеров составляет около 90%, а по объему продаж в денежном эквиваленте - 64% от общей суммы, приходящейся на данный тип климатической техники*. В этой категории чиллеры со спиральными компрессорами используются в основном как холодильные машины малой мощности, с винтовыми компрессорами - средней и большой мощности, с поршневыми компрессорами - во всем диапазоне мощностей. Тем не менее, за последние годы наблюдается тенденция стремительного увеличения спроса именно на винтовые чиллеры. Это объясняется тем, что несмотря на более высокую себестоимость, машины с винтовыми компрессорами имеют целый ряд важных преимуществ по сравнению с аналогичными по мощности чиллерами других типов.

Главными их достоинствами являются:

- Компактность;
- Высокая эксплуатационная и энергетическая эффективность и сохранение их стабильности во времени;
- Низкий уровень шума и вибрации;
- Гибкость системы управления;
- Высокая надежность и меньшие затраты на обслуживание благодаря меньшему количеству подвижных элементов и отсутствию всасывающих и нагнетательных клапанов компрессора;
- Возможность использования озонобезопасных фреонов.

Существует два типа конструкции винтовых компрессоров - с одним или двумя винтовыми роторами, в зависимости от чего компрессоры называют соответственно одно- и двухвинтовыми.

Двухвинтовые компрессоры появились в 1934 г., когда шведский инженер Альф Лисхольм получил патент SRM на его конструкцию, в основе которой лежит профиль зубьев и зацепление винтов.

Конструкция же одновинтового компрессора была предложена сравнительно недавно - в 1960 г. во Франции инженером Бернардом Зиммерном .

Основные производители холодильных двухвинтовых компрессоров:

- Bitzer
- Carrier
- Hitachi
- Trane
- York
- Dunham Bush

Основные производители одновинтовых компрессоров:

- McQuay International
- J&E Hall
- Daikin
- Mitsubishi Electric
- Vilter

Компания McQuay International начала производство собственных одновинтовых компрессоров StarGate™ в 1994 г. Это явилось знаменательным событием для фирмы, а особенности конструкции компрессора - ее гордостью. На сегодняшний день чиллеры McQuay, оборудованные компрессорами StarGate, воплощая в себе наиболее прогрессивные технологии, разработанные для холодильного оборудования средней и большой производительности, получили самое широкое признание во всем мире. Сейчас McQuay International комплектует винтовыми компрессорами 17 типоразмеров чиллеров с воздушным охлаждением конденсатора (хладопроизводительность - от 300 до 1736 кВт), причем каждый типоразмер представлен в 4 исполнениях, и 27 типоразмеров чиллеров с водяным охлаждением конденсатора (хладопроизводительность - от 330 до 1893 кВт).

* JARN №25-2002 November, 25, 2002

Конструктивное исполнение

Двухвинтовые компрессоры

В корпусе двухвинтового компрессора помещаются ведущий и ведомый роторы, вращающиеся в опорных подшипниках качения. На средней части роторов нарезаны зубья ведущего и ведомого винтов, входящих во взаимное зацепление подобно зубчатым колесам. Осевые силы, действующие на роторы, воспринимают упорные подшипники. Роль цилиндра - рабочего объема - выполняют полости между зубьями винтов, прикрытыми стенками

корпуса. Повышение давления газа достигается за счет уменьшения замкнутого (в конце процесса всасывания) объема газа.



Рис.1 Ведущий и ведомый винтовые роторы двухвинтового компрессора

Одновинтовые компрессоры StarGate™

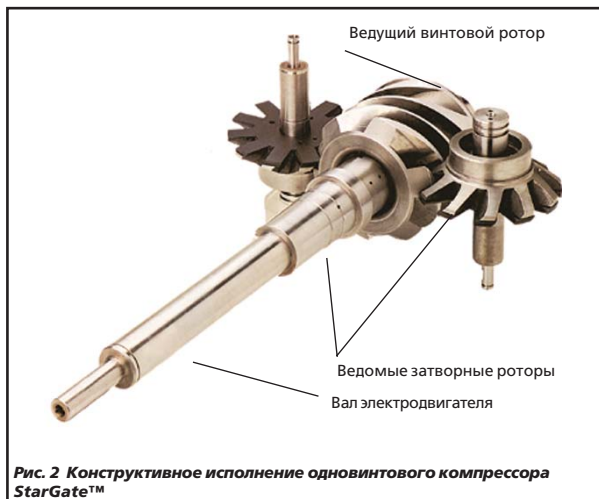


Рис. 2 Конструктивное исполнение одновинтового компрессора StarGate™

Основными конструктивными элементами одновинтового компрессора StarGate™ являются расположенный на одном валу с электродвигателем ведущий ротор с 6 винтовыми канавками и два ведомых затворных ротора, выполненных в форме звезды с 11 зубцами. Ведомые роторы точно размещены напротив друг друга с противоположных сторон от основного ротора таким образом, что оси вращения затворов и винта строго перпендикулярны. При запуске электродвигателя приводится в действие винтовой ротор, а зубцы затворных приходят с ним в последовательное зацепление и также начинают вращаться.

Процесс всасывания

Поток газообразного хладагента при вращении винтового ротора начинает перетекать через окно всасывания к открытым канавкам винта с торца основного ротора. При этом зубья также вращающегося ротора поочередно входят в канавки винта и перекрывают их, выполняя роль поршней во время процесса всасывания поршневого компрессора.



Рис.3 Всасывание

Процесс сжатия

При перекрытии канавки винта зубом ведомого ротора газ оказывается замкнутым в полость сжатия, образуемую тремя стенками винтовой канавки,

зубом затвора и корпусом компрессора. По мере вращения ведущего ротора объем внутри полости сжатия постепенно уменьшается, вследствие чего газ непрерывно сжимается до тех пор, пока винтовая канавка не окажется открытым концом к камере нагнетания. Выпуск газа в камеру нагнетания завершает процесс сжатия.



Рис.4: Сжатие

Процесс нагнетания

Сжатый газ поступает в камеру нагнетания до тех пор, пока рабочий объем полости сжатия не достигнет нулевого значения при соответствующем перекрытии канавки зубом затвора. Учитывая, что в компрессоре находятся два затворных ротора, этот процесс происходит одновременно по обеим сторонам винта, т.е. дважды при каждом полном повороте ротора вокруг своей оси.



Рис.5: Нагнетание

Основные преимущества одновинтовых компрессоров перед двухвинтовыми

1. Исключительная надежность

Одновинтовые компрессоры McQuay отличаются гораздо большей надежностью и долговечностью, чем двухвинтовые машины, что, в свою очередь, способствует значительному сокращению затрат на обслуживание. За счет каких конструктивных и технологических решений фирме McQuay International удалось этого достичь?

В целях предотвращения износа основных рабочих органов компрессора фирмой было уделено особое внимание подбору материалов, из которых изготовлены ведущий и затворные роторы. Ведущий ротор выполнен из стали и имеет защитное алюминиевое покрытие, а ведомые затворные роторы, как наиболее подверженные влиянию сил трения, - из специального 52-слойного композитного материала Ryton, импрегнированного углеродом. Этот материал, имеющий низкий коэффициент трения при работе в паре с алюминиевым покрытием основного винта, обеспечивает уникальную износостойкость затворного ротора без изменения своих свойств по истечении времени.

В одновинтовом компрессоре McQuay используется всего 5 подвижных деталей: один винтовой ротор, два затворных ротора и два золотниковых клапана. В двухвинтовом компрессоре предусматриваются также разгрузочные поршни для снятия осевой нагрузки.

Основным фактором, определяющим надежность одновинтовой конструкции и принципиально отличающим ее от двухвинтовой, является

сбалансированность воздействия нагрузок на ведущий ротор. Благодаря симметричному расположению затворных роторов обеспечивается одновременное сжатие по обе стороны от винтового ротора, что практически полностью разгружает его от радиальной нагрузки.

Сжатый хладагент выходит из канавок винтового ротора в радиальном направлении, в то время как оба торца ротора находятся под воздействием давления всасывания, выравниваемого за счет проходных каналов, выполненных по двум сторонам винта, что позволяет значительно разгрузить ротор и в осевом направлении.

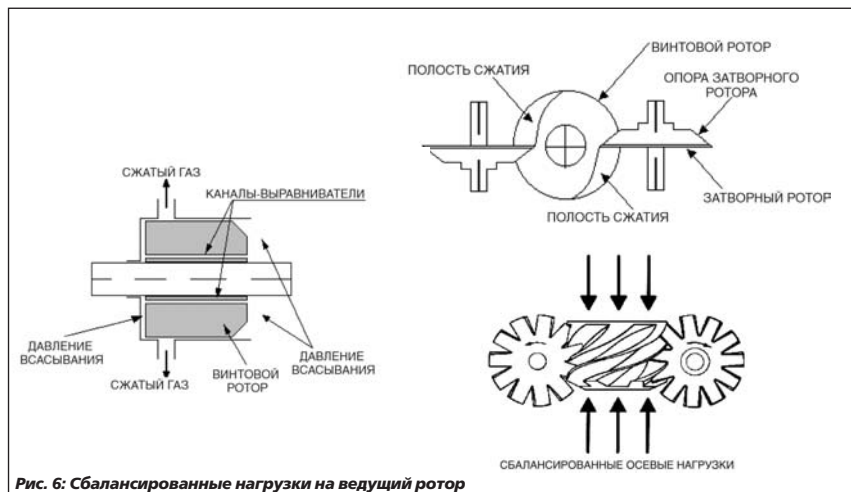


Рис. 6: Сбалансированные нагрузки на ведущий ротор



Как следствие, износ подшипников основного ротора является минимальным. Основные нагрузки приходятся на затворные роторы, но поскольку в компрессоре достаточно свободного пространства, для них используются большие подшипники класса B10, имеющие срок службы 200 000 рабочих часов. Вал каждого затворного ротора снабжен подшипником качения, принимающим радиальные нагрузки и упорным подшипником, принимающим осевые нагрузки.

что невозможно в двухвинтовом компрессоре. Благодаря этому преимуществу удастся улучшить герметичность сторон высокого и низкого давления и, следовательно, избежать утечек хладагента при сжатии, приводящих к потерям эффективности компрессора.

3. Низкий уровень шума и вибраций

Сдвоенные камеры нагнетания одновинтового компрессора спроектированы как шумоглушители, в которых используется принцип гармонической волны с ослабляющей интерференцией, приводящей к результирующему практически нулевому значению. Это означает, что звуковые волны, генерируемые с противоположных сторон ведущего ротора и имеющие одинаковую интенсивность, перекрывают друг друга.

Минимум подвижных частей, отсутствие возвратно-поступательных движений, равномерность подачи хладагента (благодаря высокой скорости вращения и 12 сжатиям за 1 оборот ведущего ротора) определяют чрезвычайно низкий уровень вибраций, что устраняет проблему вибропередачи через строительные конструкции и трубопроводы.

4. Простота обслуживания

Конструкция одновинтового компрессора позволяет легко проводить инспекционные проверки и замену роторов непосредственно на месте установки, в то время как в двухвинтовых компрессорах из-за особенностей используемых подшипников и их сборки требуются проведение этих операций в сервисном центре.



Рис 8 Доступ к ротору через инспекционное окно

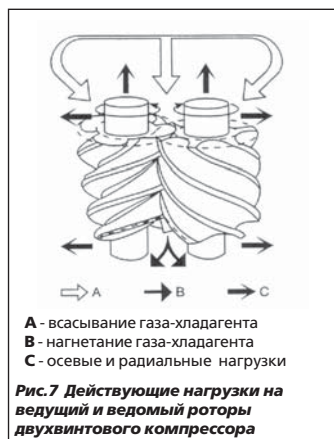


Рис.7 Действующие нагрузки на ведущий и ведомый роторы двухвинтового компрессора

Конструктивная геометрия и функциональные параметры двухвинтового компрессора позволяют использовать подшипники со сроком службы только 50 000 рабочих часов. Хотя осевые и радиальные нагрузки в таком компрессоре очень велики и

несбалансированны, выбор подшипников большего типоразмера невозможен по причине ограниченности свободного пространства между ведущим и ведомым винтовыми роторами.

2. Низкие эксплуатационные расходы

Использование для затворных роторов специального материала, не подверженного расширению под влиянием температур в диапазоне от -51 до 590°C, а также точность механической обработки деталей позволяют обеспечить практически "нулевой зазор" между поверхностями ведущего и ведомых роторов,

Дальнейшее усовершенствование конструкции одновинтовых компрессоров McQuay

Компания McQuay International, предложив в 1994 г. свой первый одновинтовой компрессор StarGate™ и успешно применив его в чиллерах собственного производства, не остановилась на достигнутом, а продолжила интенсивную работу над усовершенствованием конструкции выпускаемого оборудования.

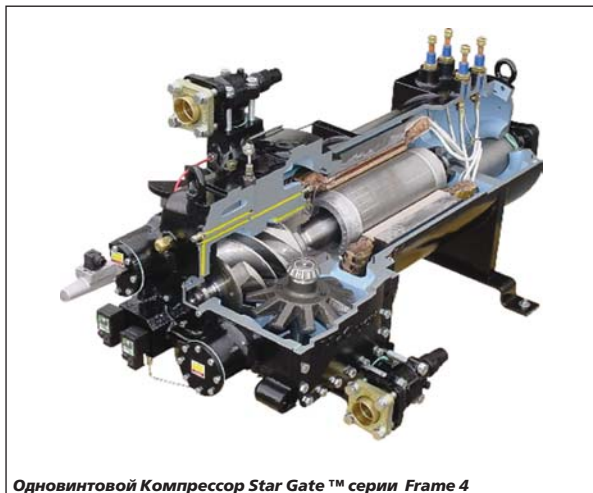
Учитывая общую тенденцию отказа от применения озоноразрушающих веществ, McQuay International провела детальные научно-практические исследования с целью определения возможности эффективного использования в своих компрессорах таких экологически безопасных хладагентов, как R 410A, R 407C, R 404A, R 134A. В качестве промежуточного варианта фирма представляла чиллеры с винтовым компрессором, адаптированным к хладагенту R410A. Эта серия компрессоров называлась Frame 2.

Однако результаты эксплуатации показали, что если для поршневых и спиральных машин наиболее целесообразным является использование хладагента R 407C, то для винтовых - R 134A. Таким образом, максимально оптимизировав конструкцию своего одновинтового компрессора специально под R 134A, McQuay International представила новую серию этих агрегатов, называемую Frame 4. Хладагент R 134A имеет более низкое рабочее давление, чем R 22 и R 410A, но в то же время и больший удельный объем, поэтому потребовалось увеличить рабочее пространство компрессора с учетом минимальных затрат. Для этого в агрегатах Frame 4 были использованы роторы (винтовой и затворные) большего диаметра, чем в компрессорах предыдущей серии. В целях обеспечения высокого коэффициента энергетической эффективности при высоком давлении конденсации система впрыска жидкого хладагента была заменена на систему впрыска масла с внешним маслоотделителем. Для упрощения конструкции компрессора стали использоваться также внешний экономайзер, а охлаждение электродвигателя осуществляться газообразным, а не жидким хладагентом, как ранее. Конструктивные особенности компрессора гарантируют его чрезвычайно низкий уровень шума, величина которого в два раза меньше, чем у агрегатов прежних моделей. Кроме того, для компрессоров серии Frame 4 стало возможным выполнять плавное изменение производительности в диапазоне 25% - 100% посредством управляемого микропроцессорным контроллером золотникового регулятора. Опциональная система "плавного пуска" позволяет снизить пиковые токи компрессора.

В настоящее время фирмой McQuay International выпускается 11 типоразмеров чиллеров ALS с воздушным охлаждением конденсатора (диапазон производительности от 580 до 1700 кВт) и 27 типоразмеров чиллеров PFS и WHS с водяным охлаждением конденсатора (диапазон производительности от 330 до 1853 кВт), оснащаемых компрессорами Frame 4.

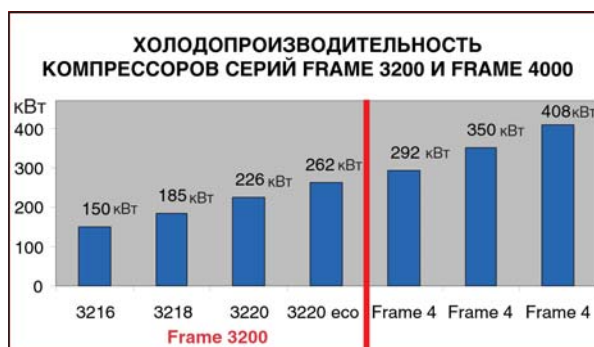
В 2003г. фирмой был представлен новый компрессор

серии Frame 3200, оптимизированный для области малых производительностей. Он является результатом плодотворного сотрудничества с компанией J&E Hall и воплощает в себе самые передовые технологии, все наилучшие характеристики агрегатов Frame 4, огромный накопленный опыт J&E Hall в области винтовых компрессоров и холодильного оборудования.



Одновинтовой Компрессор Star Gate™ серии Frame 4

Совместные усилия обеих фирм позволили создать серию машин, не уступающих по надежности и эффективности компрессорам серии Frame 4, но младших типоразмеров, что значительно расширило диапазон производительности предлагаемого оборудования в сторону ее уменьшения. В то время как чиллеры с компрессорами Frame 4 наиболее предпочтительны для использования в области промышленного охлаждения, установки, оборудованные компрессорами Frame 3200, являются оптимальным решением в составе систем для бытового и полупромышленного кондиционирования воздуха. Из нижеприведенных диаграммы и таблицы видно, что диапазон производительности компрессоров Frame 3200 - от 150 до 262 кВт, компрессоров Frame 4 - от 290 до 408 кВт.



Поскольку чиллеры с компрессорами Frame 4 и Frame 3200 используются для разных областей применения и имеют в связи с этим испарители отличных типов для них требуются маслоотделители разной эффективности. Для систем с компрессором Frame 3200 наиболее целесообразным является использование встроенного маслоотделителя, что

упрощает систему циркуляции масла и сокращает занимаемое ею пространство. Подобно компрессорам предыдущей серии для агрегатов Frame 3200 выполняется плавное регулирование производительности в диапазоне 25% - 100%.

Современное производственное оборудование является гарантией высокоточной механической

обработки деталей компрессора. Все агрегаты проходят тщательную проверку качества. Заводские испытания непосредственно компрессоров проводятся на площадке J&E Hall, а чиллеров - на площадке McQuay Int. в Италии.

На базе компрессоров Frame 3200 фирма McQuay разработала новую серию чиллеров ALS 081.2-142.2 с диапазоном хладопроизводительности от 300 до 540 кВт, которые отличаются не только выдающимися техническими характеристиками, но и конкурентоспособной ценой.



Рис 10 Одновинтовой компрессор Star Gate™ серии Frame 3200

Таблица 1: Типоразмеры компрессоров серии Frame 3200

Типоразмер	Производительность, кВт
3216	150
3218	185
3220	226
3220 ECO (с экономайзером) 262	

ЧИЛЛЕРЫ С ОДНОВИНТОВЫМИ КОМПРЕССОРАМИ ФИРМЫ MCQUAY INTERNATIONAL



Чиллеры с водяным охлаждением конденсатора

Чиллеры с винтовыми компрессорами и водяным охлаждением конденсатора, предлагаемые фирмой McQuay International, отличаются от аналогов других фирм-производителей более высоким коэффициентом энергетической

эффективности (см. рис.1), расширенным типоразмерным рядом и разнообразием вариантов исполнений, позволяющих выбрать установку, оптимально отвечающую требованиям как по цене, так и по техническим параметрам.

КЭЭ chillers с винтовым компрессором и водяным охлаждением конденсатора различных фирм-производителей

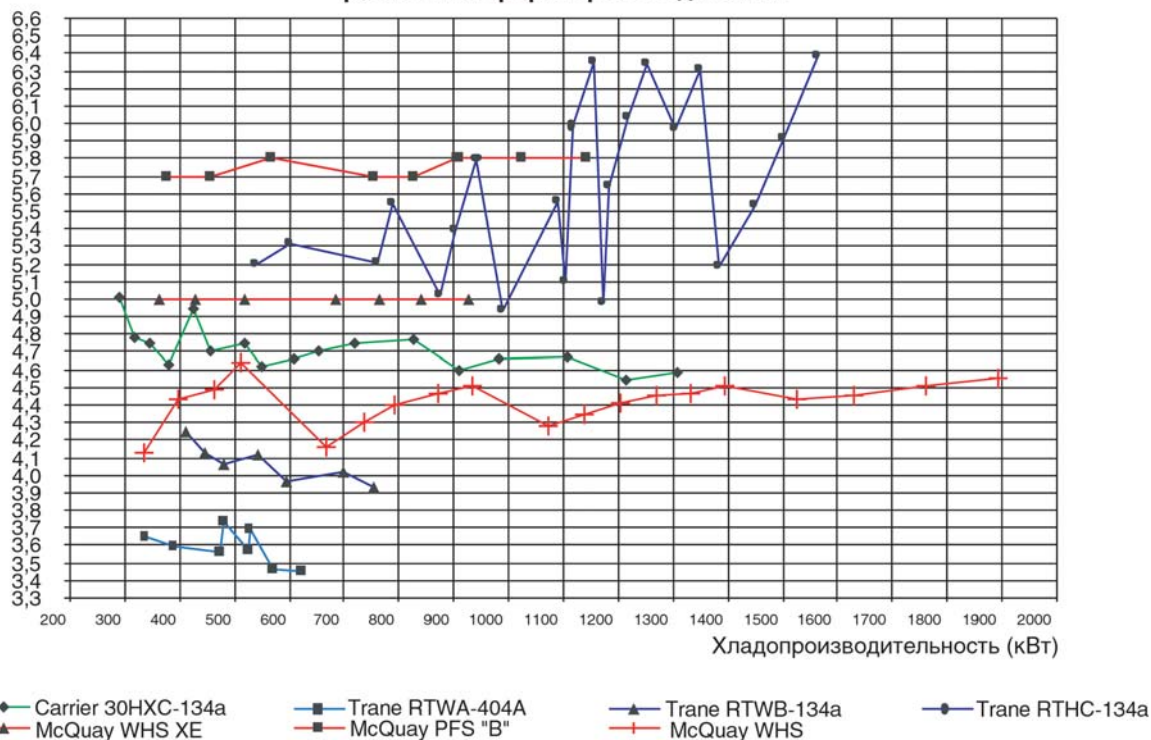


Рис. 1: КЭЭ и диапазон производительности chillers с винтовым компрессором и водяным охлаждением конденсатора различных фирм-производителей

WHS 095.1-539.4 (334 - 1893 кВт)

Серия chillers WHS включает 19 типоразмеров с охватом по производительности от 334 до 1893 кВт. Преимущество этой серии - конкурентоспособная цена в соотношении с эффективностью. КЭЭ агрегатов составляет 4.1 ~ 4.6. Помимо стандартного исполнения чиллер WHS может быть выполнен в модификации LR - без конденсатора, с ресивером жидкого хладагента, и в модификации ME - без конденсатора и без ресивера для установки с выносным воздушным конденсатором.

Чиллеры оборудованы компрессором Frame 4, специально спроектированным и оптимизированным для работы на хладагенте R 134A. Имея высочайшую надежность и эффективность, эти компрессоры отличаются в два раза меньшим уровнем шума, чем их предыдущие аналоги серии Frame 2. В компрессоре используется система впрыска масла с внешним маслоотделителем, обеспечивающая высокий КЭЭ

при высоком давлении конденсации. Охлаждение электродвигателя осуществляется газообразным хладагентом.

Для уменьшения пусковых токов предлагается опциональная система "мягкого старта" (стандартно - "звезда/треугольник"). Производительность каждого компрессора плавно регулируется в пределах от 100 до 25% с помощью золотника, управляемого микропроцессорным контроллером, поэтому нижний предел регулирования производительности чиллера составляет 12.5% (от максимальной величины) для агрегатов с 2 компрессорами, 8.3% для агрегатов с 3 компрессорами и 6.25% для агрегатов с 4 компрессорами.

В 2003 г. McQuay International представляет новую серию chillers WHS 100.1 - 283.2 высокой эффективности. В типоразмерный ряд входят 8 моделей с КЭЭ от 5.10 до 5.19 (см. рис. 1) и производительностью от 360 до 1000 кВт. Особенности конструкции - один или два компрессора серии Frame 4, противоточный одноходовой испаритель (теплообменник непосредственного испарения) высокой эффективности.



Рис. 2 Чиллер серии WHS

PFS "B" 103.1-296.2 (370 - 1050 кВт)

Чиллеры серии PFS "B" (компрессор Frame 4, хладагент R 134A), являющейся обновленным вариантом серии PFS, были представлены во втором полугодии 2002 г. В модельный ряд входит 8 типоразмеров, охватывающих по



Рис.3 Чиллер серии PFS "B"

производительности диапазон от 370 до 1050 кВт.

Агрегаты этой серии характеризуются чрезвычайно высоким коэффициентом энергетической эффективности при полной нагрузке - 5.7 ~ 5.8 (предыдущая серия - 4.65 ~ 5.4 в стандартном исполнении).

Учитывая, что системы кондиционирования воздуха большую часть годового периода функционируют в условиях частичной нагрузки, составляющей, как правило, 60% от расчетной максимальной величины, чиллеры PFS "B" были специально сконструированы таким образом, чтобы именно при указанных условиях эффективность чиллера была наибольшей. Это удалось достигнуть благодаря комплексу усовершенствований, касающихся системы управления, конструкции компрессора и маслоотделителя, холодильного контура, регулирования потока хладагента, увеличения поверхности теплопередачи.

Новая система микропроцессорного управления - MicroTech II Plus, использующая пропорционально-интегрально-дифференциальную (PID) логику, обеспечивает точное поддержание требуемой температуры охлаждаемой воды с максимальным отклонением от уставки +/- 0.2°C. Контроллер



Рис.4 КЭЭ чиллеров PFS "B" в зависимости от холодильной нагрузки

позволяет выполнять "мягкий старт" компрессора с ограничением нагрузки до 25% от максимальной в течение заданного периода времени. В целях экономии энергопотребления предусмотрена функция ограничения максимальной производительности чиллера с помощью внешнего сигнала 4 -20 мА.

Для оптимизации потока жидкого хладагента в испаритель в зависимости от холодильной нагрузки в чиллере используется сервоприводной регулятор, управляемый пилотным поплавковым выключателем и взаимосвязанный с TPB.

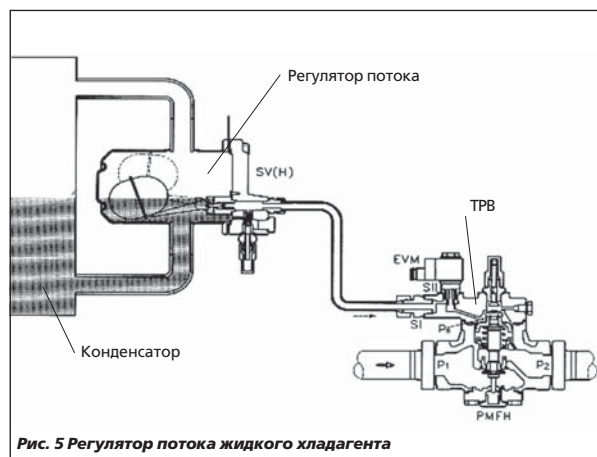


Рис. 5 Регулятор потока жидкого хладагента

Улучшенная схема холодильного контура позволила снизить перепад давления хладагента на входе в конденсатор и выходе из испарителя, а, следовательно, увеличить эффективность системы.

Кожухотрубный теплообменник испарителя затопленного типа с заменяемыми медными трубками, имеющими цельное оребрение, отличается высокой эффективностью теплопередачи.

Модулирующий клапан протока воды в конденсаторе предназначен для поддержания эффективной работы чиллера в условиях низких температур охлаждающей воды. Клапан установлен на выходе из конденсатора и управляется аналоговым сигналом контроллера в зависимости от соотношения величин давления конденсации и испарения. При снижении температуры охлаждающей воды это соотношение также уменьшается, и микропроцессор соответствующим образом модулирует открытие/закрытие клапана. Такое конструктивное решение обеспечивает значительную экономию энергоресурсов и устраняет необходимость использования дополнительных устройств регулирования давления конденсации. Клапан монтируется и тестируется в составе чиллера на заводе-изготовителе. Чиллеры фирм-конкурентов в стандартном исполнении подобным регулятором не оснащаются.

Сравнение чиллеров серии PFS "B" с аналогами других фирм-производителей

Carrier - чиллер 30 HXC, хладагент R 134a, КЭЭ = 4.5

Агрегат имеет значительно более низкий коэффициент энергетической эффективности, поэтому и его стоимость меньше, чем у PFS "B". Но для тех случаев, когда приоритет имеет ценовой параметр, а не экономичность, McQuay предлагает свои чиллеры WHS.

York - чиллер YS, хладагент R 134a, КЭЭ = 5 ~ 6

Чиллер оснащается только одним компрессором, следовательно, он обладает меньшей надежностью и меньшим КЭЭ при частичной нагрузке. Использование в чиллере YS компрессора открытого типа влечет за собой такие недостатки, как

повышенный уровень шума и вибраций, отсутствие возможности ремонта на месте установки, дополнительные теплопритоки от нагреваемого электродвигателя.

Trane - чиллер RTHC, хладагент R 134a, КЭЭ = 5 ~ 6

Чиллер оснащается только одним компрессором, следовательно, он обладает меньшей надежностью и меньшим КЭЭ при частичной нагрузке. Повышение КЭЭ в чиллере Trane связано со значительным повышением перепада давления воды в теплообменниках испарителя и конденсатора и, следовательно, требует использования циркуляционных насосов большей мощности, а это, отрицательно влияет на экономичность системы.

Таблица: КЭЭ чиллеров RTHC (Trane) и PFS "B" (McQuay) при частичной нагрузке

Холодильная нагрузка	RTHC D1 5A 3B, 1050 кВт	PFS "B" 296.2, 1050 кВт
100%	5.8	5.8
75%	6.7	7.2
50%	7.8	8.9
25%	4.7	8.2

2. Чиллеры с воздушным охлаждением конденсатора

ALS "D" 163.2-460.4 (584 - 1736 кВт)

В серию чиллеров ALS "D" 163.2-460.4, появившуюся в начале 2002 г., входят 11 типоразмеров, каждый из которых представлен двумя основными исполнениями, различающимися по коэффициенту энергетической эффективности агрегата (SE - стандартный КЭЭ - до 3.1, XE - высокий КЭЭ - до 3.4). Чиллеры исполнения SE имеют диапазон хладопроизводительности от 584 до 1641 кВт, а исполнения XE - от 616 до 1736 кВт.

Для каждого исполнения, в свою очередь, предлагается 4 варианта, определяющих акустическую характеристику чиллера. Максимальный уровень шума чиллера (стандартный вариант ST) составляет 79.0 ~ 80.5 дБА, минимальный (сверхмалозумный вариант XXN) - 65.0 ~ 66.5 дБА. Необходимо отметить, что McQuay International является единственной фирмой, представляющей на рынке холодильного оборудования агрегат высокоэффективного (XE) исполнения со сверхнизким уровнем шума (вариант XXN).

В отличие от прежней серии ALS, агрегаты оборудованы компрессором Frame 4, специально спроектированным и оптимизированным для работы на хладагенте R 134a. Имея высочайшую надежность и эффективность, эти компрессоры отличаются в два раза меньшим уровнем шума, чем их предыдущие аналоги серии Frame 2. В целях обеспечения высокого коэффициента

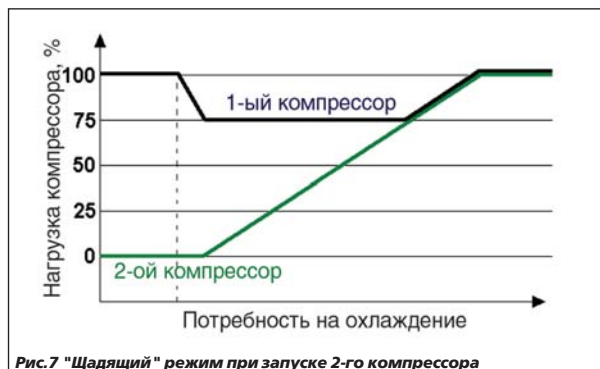


Рис. 6 Чиллер серии ALS "D"

энергетической эффективности при высоком давлении конденсации система впрыска жидкого хладагента заменена на систему впрыска масла с внешним маслоотделителем. Для упрощения конструкции компрессора охлаждение электродвигателя осуществляется газообразным, а не жидким хладагентом, как ранее. Специальная опорная конструкция с антивибрационным основанием, объединяющая компрессор и внешний маслоотделитель, и гибкое соединение между маслоотделителем и теплообменником испарителя предусмотрены в новой серии чиллеров для снижения шума и вибраций. Использование в качестве испарителя нового противоточного

одноходового теплообменника позволило повысить эффективность чиллера за счет уменьшения перепада давления хладагента и улучшения циркуляции масла при частичной нагрузке.

Чтобы снизить пусковые токи, система управления чиллера при запуске второго компрессора



уменьшает нагрузку работающего компрессора до 75%. С этой же целью предлагается опциональная система "мягкого старта" (стандартно - "звезда/треугольник").

Производительность каждого компрессора плавно регулируется в пределах от 100 до 25% с помощью золотника, управляемого микропроцессорным контроллером. Поэтому нижний предел регулирования производительности чиллера составляет 12.5% (от максимальной величины) для агрегатов с 2 компрессорами, 8.3% для агрегатов с 3 компрессорами и 6.25% для агрегатов с 4 компрессорами.

В чиллерах серии ALS "D" микропроцессорная система управления MicroTech II позволяет выбирать автоматический или ручной режим перезапуска машины после аварийного сбоя в подаче электропитания и программировать функциональное расписание чиллера на рабочую неделю и выходные дни.

ALS 081.2-142.2 (300 до 540 кВт) с компрессором новой серии Frame 3200

Чиллеры новой серии ALS 081.2-142.2, представленные на рынке холодильного оборудования в 2003 г., являются первым и, несомненно, очень удачным продуктом фирмы, в котором использован компрессор Frame 3200, воплотивший в себе самые передовые технологии производства высокоэффективных одновинтовых компрессоров малой мощности (от 150 кВт).

Агрегаты ALS 081.2-142.2 имеют охват по хладопроизводительности от 300 до 540 кВт и в отличие от всех остальных чиллеров McQuay с винтовыми компрессорами предназначены специально для области комфортного кондиционирования воздуха. С целью адаптации чиллера именно к этой сфере применения в его конструкции используется встроенный в единый кожух с компрессором маслоотделитель, что упростило систему циркуляции масла и увеличило компактность установки. Использование в качестве испарителя противоточного одноходового теплообменника позволило уменьшить падение давления хладагента и улучшить циркуляцию масла при частичной нагрузке.

Основные преимущества новых чиллеров ALS:

- Исключительно низкий уровень шума;
- Разнообразие исполнений и модификаций по акустическим характеристикам и эффективности;
- Плавное управление хладопроизводительностью;
- Малые пусковые токи;
- Новая высокоинтеллектуальная система управления MicroTech II Plus;
- Малая площадь основания;
- Конкурентоспособные цены.

Новая серия чиллеров представлена 6 типоразмерами, каждый из которых имеет два основных исполнения - SE (агрегат стандартной эффективности) и XE (агрегат высокой



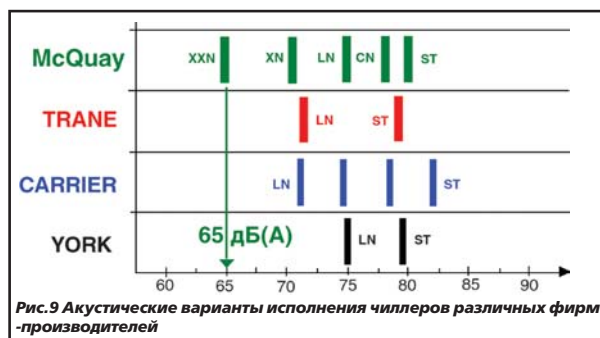
Рис.8 Чиллер новой серии ALS

эффективности). Кроме того, для использования чиллера в условиях высоких наружных температур (до +50°C) предлагается специальное высокотемпературное исполнение НА.

Т.к. в области комфортного кондиционирования особое внимание уделяется шумовым характеристикам используемого оборудования, требования к которым могут существенно различаться в зависимости от конкретного объекта, фирма McQuay модифицировала каждый типоразмер чиллера ALS несколькими вариантами, специфицирующими уровень шума агрегата. Это позволяет выбрать оптимальную установку исходя из стоимости и акустических ограничений. Из нижеприведенного графика (Рис. 9) видно, что чиллеры ALS новой серии при сравнении их с аналогичным оборудованием других фирм-производителей представлены наибольшим количеством акустических вариантов исполнения (пять вариантов: ST - стандартный, CN - со звукоизолирующим корпусом компрессора, LN - с пониженным уровнем шума, XN - с низким уровнем шума, XXN - со сверхнизким уровнем шума) и имеют наилучшие акустические характеристики (вариант

XXN - 65 дБ(A). У чиллеров Trane и York акустических вариантов исполнения всего два и минимальный уровень шума для них составляет, соответственно, 72 и 75 дБ(A). Несмотря на то, что чиллеры Carrier имеют 4 варианта исполнения, заявленный производителем минимальный уровень шума 71 дБ(A) действителен только при использовании на месте установки агрегата акустического барьера.

Достижение таких показателей стало возможным не только за счет нового компрессора Frame 3200, но также и благодаря использованию совершенной системы управления скоростью вентилятора. Суть ее состоит в том, что в заданное время (например, ночью) контроллер переключает вентилятор на низкую скорость (при условии, что это допустимо



величиной давления конденсации). В дальнейшем, если температура наружного воздуха будет понижаться (вплоть до -18°C), система управления плавно уменьшает скорость вентилятора, а, следовательно, и уровень шума агрегата. Наличие такого режима позволяет выбрать агрегат большей эффективности, хотя и более низкого акустического класса, что предоставляет возможность использования высокопроизводительной работы холодильной машины в дневное время, когда требования к уровню шума установки не критичны, и специального бесшумного режима работы вентилятора в ночное время (КЭЭ при этом снижается), когда приоритет имеет не эффективность, а шумовой фактор.

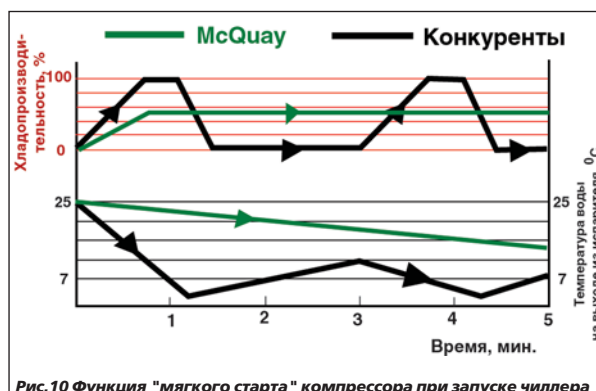
В отличие от аналогичных чиллеров, выпускаемых, например, Carrier, производительность каждого компрессора чиллера ALS регулируется не ступенчато, а плавно в пределах от 100 до 25%. Это предотвращает колебания температуры охлаждаемой воды (при 4-х ступенчатом регулировании отклонение температуры от заданной может составлять до 2.5°C), способствует поддержанию более комфортного микроклимата в кондиционируемом помещении и исключает необходимость выбора агрегата с завышенной хладопроизводительностью. Поскольку чиллеры ALS оборудованы двумя компрессорами, хладопроизводительность установки можно снизить до 12.5%. Для сравнения, минимальная производительность чиллеров фирм-конкурентов составляет 20-25% от номинальной.

Новая система управления MicroTech II Plus позволяет при запуске чиллера выполнять "мягкий старт" компрессора, ограничивая его нагрузку в диапазоне от 100 до 25% на заданный период

времени (рис. 10), что исключает резкие перепады температуры охлаждающей воды и частые запуски компрессора, снижает электрическую нагрузку.

На примере рис. 10 видно, что при включении чиллера ALS (McQuay) с функцией "мягкого старта" компрессора в течение заданных 5 минут происходит плавное снижение температуры воды на выходе из испарителя от 25 до 13°C (нижняя часть графика). У чиллеров фирм-конкурентов температура охлаждаемой воды достигает уставки скачкообразно, что связано с двукратным в течение этого периода включением/выключением компрессора (верхняя часть графика) и использованием его полной мощности.

Для уменьшения пусковых токов система управления использует "щадящий" режим во время запуска второго компрессора, предусматривающий снятие нагрузки работающего компрессора до 75%.



Сравнение чиллеров серии ALS 081.2-142.2 с аналогами других фирм-производителей

Carrier - чиллер 30 GX 284 - 531 кВт

Чиллер имеет ступенчатое управление производительностью и высокие пусковые токи, а минимальный уровень шума для него даже при использовании акустического барьера составляет 71 дБ(A) (для ALS - 65 дБ(A));

York - чиллер YCAS 260 - 527 кВт

Чиллер представлен меньшим количеством вариантов исполнений по акустическим характеристикам, причем минимальная величина уровня шума составляет 75 дБ(A). Агрегат имеет очень большую площадь основания и использует хладагент R 407, являющийся неазеотропной смесью с температурным фазным переходом.

Trane - чиллер RTAD 293 - 481 кВт

Чиллер представлен меньшим количеством вариантов исполнений по акустическим характеристикам, минимальная величина уровня шума составляет 71 дБ(A). Агрегат имеет большую, чем у ALS, площадь основания. Снятие нагрузки с компрессора начинается при температуре наружного воздуха 40°C для стандартного исполнения чиллера и 46°C для высокотемпературного исполнения, у агрегатов ALS эти значения составляют 45°C и 50°C соответственно.