



Выигрыш вместо офсайда: природный хладагент для максимальной эффективности

В 2011 году немецкая компания Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG (г. Мюнхен), специализирующаяся на измерительном оборудовании и радиокommunikациях, впервые решила заменить установленную в одном из зданий компании систему кондиционирования, использующую хладагент R22, на аммиачную чиллерную установку. Первый опыт оказался удачным, поэтому специалисты Rohde & Schwarz захотели модернизировать климатическое оборудование еще в одном здании компании, заменив имеющиеся сплит-кондиционеры на современную централизованную систему, оснащенную рядом продвинутых функций. В результате, в типовом офисном здании были установлены компактные чиллеры производства GEA Refrigeration Technologies, обеспечивающие охлаждение воздуха в конференц-залах, а также отвод тепловыделений из лабораторных и испытательных помещений.

После официального введения жестких ограничений на использование R22 в соответствии с Монреальским протоколом многие коммерческие компании и промышленные предприятия, ответственно подходящие к вопросам экологии, занялись поиском альтернативных рабочих веществ на замену галогенсодержащих углеводородов.

Выбор оборудования с использованием природных хладагентов демонстрирует не только приверженность компании принципам защиты окружающей среды, но также является дальновидным решением с точки зрения защиты инвестиций. Ведь, в отличие от природных рабочих веществ, синтетические холодильные агенты, признаваемые безопасными в настоящее время, могут быть в любой момент запрещены, если будет выявлено их негативное воздействие на экологию.

Еще в середине 2000-х годов у сервисной службы Rohde & Schwarz появились веские причины отказаться от оборудования на R22, не связанные с официальным запретом на использование этого хладагента. Четыре холодильных агрегата, направленные дифторхлорме-

таном (т.е. R22) и установленные на верхнем этаже здания, часто выходили из строя, при этом возникали серьезные проблемы с заказом запасных частей.

Специалисты компании не сразу остановили выбор на аммиачных холодильных машинах (хладагент R-717, NH₃). На принятие решения повлияло мнение технического бюро **Франца Тума** из Вальденбурга (юго-западная Германия), давнего партнера Rohde & Schwarz, отдавшего предпочтение системам на аммиаке и убедившем в целесообразности данного решения представителей Rohde & Schwarz.

Тума связался с топ-менеджерами Rohde & Schwarz, а именно: с **Францем Шварцем** и **Кристианом Кайзером**, управляющими инфраструктурой компании R&S, а также с **Йозефом Бахмайром**, отвечающим за направление микроэлектроники и технологию “чистых комнат” в компании R&S, - и организовал ознакомительную поездку на завод в городе Зельтерс (район Вестервальд в Германии), на котором были установлены и успешно эксплуатировались аммиачные холодильные машины.

Встреча с инженером по экс-

платации аммиачной системы на этом заводе позволила развеять любые сомнения, имеющиеся у специалистов Rohde & Schwarz относительно установок на аммиаке, а также удостоверить в эффективности оборудования данного типа.

Полученная информация послужила катализатором для принятия окончательного решения. Как следствие, четыре чиллерные аммиачные установки **GEA Grasso Ingenium** были размещены на шестом этаже здания. Две из них предназначались для выполнения функций осушения, а другие две – для использования непосредственно в качестве чиллеров системы кондиционирования – вместо старого оборудования.

Основным компонентом холодильной машины GEA Grasso Ingenium является поршневой компрессор **GEA Grasso V 300** с максимальной холодопроизводительностью 280 кВт. Каждый чиллер оснащен выносным конденсатором с шестью осевыми вентиляторами, установленным на крыше здания.

Температура конденсации хладагента NH_3 (при заправке 45 кг) регулируется в зависимости от наружной температуры. Холодильная установка отличается максимальной экономичностью при любых условиях эксплуатации, т.к. все чиллеры работают в диапазоне температур конденсации ниже рабочих предельных.

Эксплуатация оборудования выявила преимущества систе-

мы не только с точки зрения большей энергоэффективности ($\text{EER} = 4.7$), но и с точки зрения простоты обслуживания – первое по графику техобслуживание, заключающееся в беглом осмотре, необходимо было проводить только спустя 5 400 часов работы.

Получив положительный опыт работы с аммиачными чиллерами, специалисты Rohde & Schwarz в этом же году начали рассматривать целесообразность и возможность внедрения аналогичного проекта для системы охлаждения других зданий компании, поскольку, установленное там оборудование, работающее на R22, часто выходило из строя.

Как справедливо заметил Франц Шварц: *“Безопасность, надежность и эффективность были важными, но не единственными аргументами в пользу перехода на новое оборудование. Защита окружающей среды стала дополнительным фактором, сыгравшем не последнюю роль в принятии нашего решения”.*

Переход на систему централизованного холодоснабжения на базе чиллеров позволяла разделить контуры аммиака и охлаждающей воды. При этом в комнатах и коридорах предусматривались только водяные линии.

Однако, если в первом здании существующая сеть трубопроводов хладоносителя позволила провести модернизацию холодильной установки с минимальными затратами по обвязке, то в других зданиях, за



модернизацию оборудования которых специалисты Rohde & Schwarz взяли позднее, ситуация кардинально отличалась – сложность заключалась в наличии на объекте только автономных агрегатов и сплит-систем.

Другим отличием от первого объекта было назначение помещений в зданиях: порядка 30% площадей в зданиях 2-ой очереди предназначалось для проведения непрерывного тестирования и, естественно, это требовало круглосуточного снятия тепловыделений и в большем количестве, поскольку в офисах и конференц-залах тепловая нагрузка меньше.

Сложность представляла и трассировка контура хладоносителя, причем высота потолков в некоторых местах составляла не более 2,8 метров. Кроме того, проблематичным являлось и подключение к переходным фитингам F30.

Для решения этих задач требовался эффективный чиллер, способный обеспечить необходимую холодопроизводительность при максимальной гибкости применения и минимальной площади основания, каковым, например, являлся чиллер **GEA Grasso BluAstrum**. Эта установка отличается превосходными техническими характеристиками, имея не только высокий показатель энергоэффективности при полной нагрузке EER = 4.6, но также и Европейский сезонный показатель энергоэффективности (M-ESEER = 7.16). Последний учитывает, что чил-

лер работает при полной нагрузке лишь несколько часов в сутки, а остальное время - при частичной нагрузке.

Габаритные размеры чиллера упрощали выбор монтажной позиции, не ограничивая ее местом размещения старой системы. Установка GEA Grasso BluAstrum 1000, размер которой по самой узкой стороне составляет всего 1 метр, легко могла пройти практически через любой дверной проем. Франц Тума заметил: *“Такие габариты натолкнули меня на идею разместить холодильную машину в подвальном помещении, а не на верхнем этаже”*. Соответствующая архитектурная привязка была выполнена проектировщиком из города Зиндельфинген на юго-западе Германии.

Однако при таком варианте монтажной позиции возникал дополнительный риск: аммиак легче воздуха, поэтому при утечке может проникнуть на верхние этажи здания через лестничные пролеты. Как следствие, реализация проекта стала возможной только после разработки и утверждения концепции безопасности: подготовленные документы по мерам защиты были согласованы с Рабочим советом и Советом по технике безопасности предприятия.

Трубопровод охлаждающей воды, проложенный в подпольном пространстве коридоров, был рассчитан с учетом перспективы дальнейшего наращивания холодопроизводительности. Минимальный ус-

ловный диаметр его составлял DN 50. Присоединительные отводы располагались через каждые 4 метра. Их, в соответствии с проектом, нужно было оснастить динамическими балансирующими клапанами. Клапаны этого типа включают в себя регулятор перепада давления/регулятор расхода и орган управления, сочетая выполнение двух функций – гидравлической компенсации и автоматического регулирования расхода. Для точной настройки таких клапанов необходимо знать только расход жидкости, а значения напора насоса и гидравлического сопротивления, как в случае применения обычных регулирующих клапанов, не требуются.

Система включала в себя два чиллера GEA Grasso BluAstrum 1000, каждый со встроенной системой управления, конденсатором, комбинированным испарителем и эффективным звукоизолирующим кожухом. Чиллеры оснащены винтовыми компрессорами нового типа с подшипниками качения, электродвигателями с регулируемой частотой вращения и модулем инверторного управления, входящим в комплект стандартной поставки.

Установки GEA Grasso BluAstrum 1000 холодопроизводительностью 1000 кВт отличаются компактностью, имеют высокий коэффициент энергоэффективности и требуют минимального обслуживания. Регламент предусматривает выполнение замены масла через 25000 часов рабо-



engineering for a better world

GEA Refrigeration Technologies

Москва:

105094, ул. Семеновский Вал, 6А
Тел.: (495) 787-20-11; факс: (495) 787-20-12

Екатеринбург:

620028, ул. Фролова, д.31, офис 31
Тел./ факс: (343) 287-37-30

Санкт-Петербург:

190031, ул. Гороховая, 53, лит. А, пом. 6Н
Тел. / факс: (812) 310-38-49

Владивосток:

690091, ул. Набережная, 9
Тел. / факс: (4232) 65-02-80

ты. Основное техническое обслуживание необходимо лишь по прошествии вдвое большего периода наработки. Кроме того, сварные стальные трубы минимизируют утечки хладагента.

В связи с тем, что чиллеры весят свыше 7 тонн, а количество заправки хладагента составляет 145 кг, они должны устанавливаться с соблюдением мер безопасности согласно европейского стандарта EN 378 (“Фундаментальные требования к системам кондиционирования и тепловым насосам”) в целях предотвращения несчастных случаев и немедленного срабатывания аварийной сигнализации при малейших утечках.

Меры защиты предполагают наличие шлюзовой камеры с газоанализатором концентрации точностью до миллионных долей, респираторных масок, ламп аварийной сигнализации, инструкций по технике безопасности, кнопок аварийного отключения системы и, не в последнюю очередь, системы нейтрализации аммиака. Последняя размещается в машинном зале, там же, где и холодильные установки, шкафы управления и рабочее место для управления оборудованием.

Для каждого чиллера предусмотрен выпускной трубопровод, ведущий к емкости нейтрализации. Как только давление на низкой стороне начинает превышать 21 бар, срабатывает предохранительный клапан, и избыток амми-

ака отводится в емкость с водой, оснащенную индикатором уровня жидкости.

Распределительная система – насосная группа, устройства мониторинга, например, дифференциальные датчики давления, – расположена во вспомогательном помещении. Буферная емкость на 8000 литров, занимающая всю высоту помещения, накопитель дождевой воды и водоумягчитель размещаются у противоположной стены.

Линии хладоносителя проложены в шести трубопроводных шахтах, каждая из которых рассчитана на выходную мощность в 500 кВт. Общая система кондиционирования с рециркуляцией спроектирована для работы при температурах подающей/обратной воды 6/12°C летом и 10/16°C зимой, что позволяет эксплуатировать систему в режиме фрикулинга с расчетной холодопроизводительностью на уровне 500 кВт в течение длительного периода времени (расчеты выполнены инженером Франком Бауэром). Завершенная система подачи артезианской воды, обеспечивающая такую же производительность, предназначена для режима резервирования.

В проекте предусмотрена возможность подключения третьей установки GEA BluAstrum. Благодаря компактным размерам ее также предполагается разместить в подвальном помещении.

Как сказал Франц Шварц: “Мы рады, что предусмотрели наличие третьей машины

с самого начала. Нам могут срочно потребоваться дополнительные мощности, самое позднее – после ввода нового здания в эксплуатацию.”

Такой подход, несмотря на значительные капитальные вложения, обеспечивает возможность расширения системы в будущем. Господин Шварц еще раз указал, что сеть хладоносителя спроектирована с учетом наращивания мощностей и проложена таким образом, чтобы новое оборудование могло быть легко подключено к трубопроводу в любой точке выхода: для офисов, конференц-залов, помещений длительного тестирования.

“Компания Rohde & Schwarz придерживается концепции социальной и экологической ответственности во всех аспектах управления деятельностью предприятия” – подчеркнул господин Шварц. Поэтому системы кондиционирования спроектированы были также с учетом этих принципов: приоритет отдан энергоэффективности и защите окружающей среды. Экологичность и экономичность эксплуатации системы на аммиаке, а также тщательно продуманные возможности по ее расширению гарантируют успешное применение аммиачных холодильных машин в долгосрочной перспективе.