

ВОДЯНЫЕ ОХЛАДИТЕЛИ С АММИАКОМ ДЛЯ КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

ВВЕДЕНИЕ

Когда R-22 необходимо заменить в больших системах охлаждения и кондиционирования, не всегда можно найти ГФУ хладагент, соответствующий замене. Не существует азеотропных смесей, которые подходят для применения в качестве капельных замен в затопленных системах R-22, а затраты на модификацию системы, чтобы справиться с R-404A или R-507, могут быть чрезмерно высокими. Риск утечки хладагента из большой системы является также фактором, который необходимо учитывать при замене – высокая стоимость ГФУ хладагентов создает значительный риск очень большого финансового штрафа в случае потерь после конверсии.

Следовательно, при снятии R-22 с производства, необходимо найти природный хладагент, который будет использоваться в новых системах. Аммиак и углекислый газ наиболее часто используются в больших промышленных системах. Оба являются общепринятыми хладагентами, используемыми с середины девятых годов прошлого столетия на раннем этапе механического охлаждения, и оба повсеместно используются в других промышленных процессах, поэтому они дешевые и имеются в наличии. Возможно, они также не будут запрещены будущим законодательством для производства или использования.

Аммиак признан наиболее эффективным и надежным решением для промышленного охлаждения, где токсичность и мягкая воспламеняемость не считаются риском, но данные характеристики ограничивают его применение для больших установок, где небольшая утечка из системы охлаждения не может непосредственно влиять на большое количество людей.

Поэтому аммиак также представляет интерес для коммунальных услуг, таких как кондиционирование воздуха. В ситуациях, где аммиак трудно использовать, можно параллельно использовать углекислый газ. Таким образом, это обеспечивает и обзор результатов, связанных с использованием аммиака в таких применениях, преодолением определенных проблем, и, наконец, указывает на некоторые ситуации, где также использовался углекислый газ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Безводный аммиак использовался в качестве хладагента с 1872 года, но к концу 20-го столетия его применение было в значительной степени ограничено, в основном, в связи с ограничением для больших промышленных систем и некоторых более старых

ледовых катков. Между 1950 и 1985 годами он не использовался в кондиционировании, будучи замененным на более дешевое оборудование для монтажа и легкое в обслуживании. Водяные охладители меньшего размера на данном рынке использовали поршневые компрессоры R-12 или R-22, а более крупная установка (обычно чуть выше 2,000 кВт) использовала центробежные насосы с R-12 или R-11, или в некоторых случаях азеотропные смеси, такие как R-500, которые позволили использовать в Европе оборудование, спроектированное для 60 Гц. Может показаться, что вопросы о технике безопасности будут в основном затрагиваться при принятии решения во избежание использования аммиака, но кажется, что стоимость и удобство были более важными факторами. Риски, представленные аммиачной системой, отличаются от рисков, например, установки R-12, но строгий анализ риска покажет, что опасность удушья в случае утечки или отравления фосгеном при пожаре намного серьезнее, чем при использовании ХФУ. Угроза снятия ХФУ с производства побудила пересмотреть аммиак в качестве альтернативы ГФУ в начале 1990-ых, а когда снятие ХФУ с производства ассоциировалось с запретом на новое оборудование, использующее ГФУ, которое завершилось в Европе в 2000 году, последовало резкое увеличение установок аммиачных камер охлаждения. Они не являются простыми заменителями фторуглеродных камер охлаждения и при использовании их необходимо размещать и устанавливать осторожно. Это может вызвать трудности для проектировщиков коммунальных услуг, которые привыкли к гибкости размещения, предлагаемой традиционными камерами охлаждения, но отмечено также, что было бы неплохо потребовать от проектировщика здания рассмотреть доступ к оборудованию и его ремонтоспособность. Предполагалось, что аммиачные камеры охлаждения - менее эффективные по сравнению с теми, которые используют R-134a в качестве хладагента, но тщательный анализ их рабочих характеристик показал, что это - не тот случай, выявив, что стандартная аммиачная система будет до 20% более эффективной на базе Интегрированного Значения Неполной Нагрузки (ИЗНН) (Пиэрсон, 2004).

ВАРИАНТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ

Европейский Стандарт по безопасности искусственного охлаждения и окружающей среде, EN378:2000, ставит некоторые ограничения на пути, когда аммиачную установку можно использовать, и где она может быть установлена. Аммиак классифицируется как хладагент B2; токсичный и средне-воспламеняемый, и таким образом, доступ к аммиачной установке должен ограничиваться только определенным персоналом. Камеры охлаждения необходимо устанавливать в машинном отделении, или за пределами здания, куда доступ ограничен.

Плоская крыша

Если может быть гарантирован безопасный доступ на крышу, вероятно, это вариант более предпочтителен. Обычно можно спроектировать комбинацию камера

охлаждения/конденсатор для подгонки в пределах той же опорной поверхности, как это потребуется для градирен. Доступ на крышу обычно контролируется человеком, у которого находится ключ, и разрешением работать с системой, что будет гарантировать достаточную безопасность. Необходимо учитывать последствия утечки аммиака, особенно в отношении доступа свежего воздуха, открытых окон и других доступных пространств, таких как балконы. Это относится к близкорасположенным участкам, а также зданию охлаждающей камеры. Необходимо учитывать и то, что произойдет в случае большой утечки жидкости, помня, что аммиак не следует сливать в дренажную систему ливневых сточных вод. Обычным решением является свести к минимуму работу нагнетательного трубопровода высокого давления от конденсатора, и поместить камеру охлаждения в герметичный и устойчивый к атмосферным воздействиям корпус. В данном случае утечка жидкости достигнет атмосферы в виде пара регулируемым образом и будет представлять меньше риска. Если рядом расположенные хозяйства возвышаются над крышей, для больших аммиачных камер охлаждения это не подходит, но если здание имеет ту же высоту или выше прилегающих, то система на крыше - более реальная.

Внутреннее помещение для установки

Если размещение на крыше не реально, по причине пространства или соответствующего доступа, или близости воздухозаборников или окон, то стандарт EN378 позволяет использовать внутреннее помещение для установки. Однако, существует ряд условий. Помещение для установки должно быть оснащено автоматическими, плотно прилегающими дверями, и должны быть гарантированы средства быстрой эвакуации на свежий воздух, или в коридор, ведущий непосредственно на свежий воздух. На практике это означает, что внутренние помещения для установки обычно располагаются на нижнем этаже в конце здания, так как обычно невозможно найти подходящую площадку в офисном блоке. Альтернативным решением, на которое необходимо получить разрешение, будет верхний этаж, где маршрут эвакуации должен располагаться на уровне ниже крыши или, например, на верхних этажах многоэтажной автостоянки. Внутреннее помещение для установки следует предусмотреть как помещение для охлаждающей установки и не использовать его для других целей. Оно не должно содержать, например, зажженных горелок или открытого пламени, и его не следует использовать в качестве мастерской или другого обычно занимаемого пространства. Оно не должно использоваться для хранения воспламеняющихся веществ, а электроснабжение необходимо надежно изолировать за пределами помещения установки. Обычно устанавливаются оборудование для обнаружения газа и автоматическую изоляцию на случай утечки аммиака в помещении установки.

Подвал

Обычно нельзя устанавливать аммиачные охлаждающие установки в подвальных помещениях, однако, в одном из последних проектов, где были заменены охлаждающие установки R-11, это стало возможным. Требование стандарта EN378 о том, что необходимо иметь средства срочной эвакуации, ведущие непосредственно на свежий воздух, это то, что препятствует данному расположению. .

В успешном проекте охлаждающие камеры R-11 были расположены в комнате на первом подвальном уровне в хорошо футерованном с точки зрения акустики помещении. Выход от камер охлаждения R-11 вел через бойлерное помещение, через вестибюль и проходил мимо лифта к пожарному выходу у входа в подземную автостоянку. При проверке здания было отмечено, что можно организовать новый выход, пробив дверь через помещение установки к основанию пандуса автостоянки. Это обеспечивало достаточно прямой путь эвакуации. Акустическая обшивка была заменена на торцевую стенку для изоляции помещения установки от бойлеров, а воздуховоды для доступа свежего воздуха были установлены со стороны улицы для гарантии нормальной и экстренной вентиляции. Помещение охлаждающей камеры оснащено двумя вентиляционными вентиляторами, габариты которых обеспечивают адекватный температурный контроль помещения установки в летний период. Это равно 30 сменам воздуха в течение часа, что означает, что только один из вентиляторов должен иметь кратность аварийной вентиляции равную 15 кратному воздухообмену в час. В случае утечки аммиака оба вентилятора подают питание, но если один из них не работает, аварийная вентиляция не подвергается риску. Вытяжной канал идет от помещения установки на крышу здания, около 30 м над уровнем улицы. Были приняты меры для гарантии того, чтобы вентиляционный канал завершился там, где отсутствовал риск воздействия на технический персонал, который мог находиться на крыше, а выносной сигнальный огонь из системы обнаружения аммиака в подвале был установлен рядом с дверью, ведущей на крышу, для обеспечения визуального предупреждения о том, что система работает. Для обеспечения целостности вытяжного канала использовалась жаровая труба котла из нержавеющей стали с двухсторонней облицовкой, с вытяжными вентиляторами, расположенными за пределами помещения установки, для того, чтобы помещение находилось при отрицательном давлении в аварийных условиях. Жаровая труба котла проходила внутри соответствующей системы каналов избыточного воздуха, а сервисные стояки до высоты покрытия будут обслуживаться также как и обычные топочные газы.

ВАРИАНТЫ ОТВОДА ТЕПЛА

Варианты отвода тепла включают системы с водяным охлаждением такие как испарительные конденсаторы, системы воздушного охлаждения и косвенные конфигурации, использующие градирни.

С водяным охлаждением

Все охлаждающие камеры - наиболее эффективны, когда подъем температуры сведен к минимуму, а так как оборудование по охлаждению испарением отводит тепло при температуре смоченного, а не сухого термометра, проектное условие конденсации для испарительного конденсатора может обычно быть на 15 К ниже, чем для воздушного конденсатора. Однако, основным дефектом охлаждения испарением всех типов в Соединенном Королевстве является риск того, что люди, находящиеся поблизости, могут подвергнуться воздействию «болезни легионеров» и пользователю охлаждающей камеры могут запретить ее использование до тех пор пока не будет выявлен и проведен курс лечения источника бактерии. Существуют также огромные штрафы за нарушение законодательства, согласно которому могут потребоваться ведение строгого учета и дополнительная работа на площадке.

Для более крупных систем, обычно выше примерно 750 кВт, в частности, хорошо подходит испарительный конденсатор, потому что он предлагает относительно маленькую площадь основания и низкий уровень шума по сравнению с воздушными альтернативами.

С воздушным охлаждением

Конденсаторы с воздушным охлаждением хорошо подходят для меньших нагрузок, ниже примерно 500 кВт и они обычно нереальны для охлаждающих камер выше примерно 1500 кВт. Более высокое давление нагнетания, необходимое для отвода тепла до температуры шарика сухого термометра, является основным недостатком ГФУ хладагентов, в частности смеси с низкими критическими температурами, такие как R-407C и R-410A, так как они становятся очень неэффективными при более высоких давлениях нагнетания. Хотя аммиак имеет очень высокий показатель компрессии, и, следовательно, будет иметь тенденцию работать при высоких перегревах нагнетания, это не представляет проблему для охлаждающих камер, использующих винтовые компрессоры, потому что температуру нагнетания можно ослабить с помощью введения масла. Схему охлаждения масла можно легко встроить в конденсатор, или напрямую, если конденсатор расположен близко к компрессору, или используя схему гликоля замкнутой петли в конденсаторе. Это не влияет на общий размер конденсатора, так как отводится тоже количество тепла, а на работу конденсатора влияет коэффициент теплопередачи воздушной зоны.

Косвенный отвод тепла

Если количество хладагента, содержащегося в испарительном или воздушном конденсаторе, не допустимо для конкретной инсталляции, или если существует некоторое расстояние от помещения установки до оборудования теплоотвода, тогда

можно использовать водяной конденсатор, в паре с испарительной градирней или охладителем сухого воздуха. Это - очень подходящее решение, так как нет необходимости для длинных труб с аммиаком между помещением установки и крышей, но это делает всю систему менее эффективной. Частично это объясняется более высоким давлением нагнетания, необходимым для установки охлаждения, но в основном это происходит в связи с необходимостью в дополнительных водяных насосах. Важно включить стратегии по сведению к минимуму потребления данной энергии, посредством тщательного дизайна системы и стратегий контроля, таких как насосы с переменным расходом. Следующим преимуществом данного вида теплоотвода является то, что он обеспечивает хорошие возможности для восстановления больших количеств низкокачественного тепла – обычно воду можно нагреть до примерно 35°C без избыточного напора на аммиачной установке. Если необходимы более высокие температуры, то необходимо провести тщательную оценку преимущества против возросшего потребления энергии охлаждающей камеры, помня, что охлаждающие камеры будут работать при намного меньших давлениях напора, в более холодных погодных условиях, если рекуперация теплоты не требуется.

ВОПРОСЫ ЗАПРАВКИ

Одной из ключевых стратегий для сведения к минимуму риска в дизайне аммиачной охлаждающей камеры является сделать заправку настолько меньшей, насколько это возможно. Преимуществами малой заправки является то, что в случае утечки, существует меньше возможностей по созданию основного инцидента, но анализ всего риска требует более комплексного решения вопросов. Например, можно спроектировать системы с очень низкой заправкой – известно о 28 гр на кВт (Тичсен, 1996). Однако, такие системы - очень чувствительны к незначительным потерям хладагента, что может привести к недостаточной мощности, заниженной эффективности или уменьшенной надежности. В таких случаях возрастет необходимость в техническом обслуживании и ремонте на рабочем месте, иногда аммиачные цилиндры приносят и повторно заправляют на рабочем месте. Это представляет существенную часть общего риска, поэтому проектирование для абсолютно минимальной заправки может действительно увеличить риск утечки аммиака. Оптимальная система будет иметь настолько малую заправку, насколько это возможно, не подвергая риску работоспособность. В такой системе незначительная потеря аммиака будет очевидной по журналам учета эксплуатации системы, но не будет оказывать существенного влияния на работу системы в течение короткого периода времени.

Например, система ресивера низкого давления, используемая для аммиачных охлаждающих камер с пластинчатыми теплообменниками и пластинчатыми испарителями, будет обычно иметь заправку около 100 гр на кВт. Если какая-либо

часть данной заправки будет утеряна, первое, что Вы заметите, будет снижение переохлаждения жидкости, за которым последует увеличение перегрева всасывания. Мощность и эффективность установки будут нарушены только в случае, если перегрев будет продолжать расти, то есть собственные характеристики системы, при правильном мониторинге, могут заранее предупредить о незначительных потерях хладагента, даже если система обнаружения аммиака не была активирована. Низкой заправки можно добиться, не используя непосредственные конденсаторы, ресиверы жидкости высокого давления, испарители с подачей самотеком, и гарантируя, что в схеме не осталось других больших объемов жидкости. Следует избегать масляные системы охлаждения, которые требуют преимущественно заправку жидкостью, такие как термосифонная или жидкостная. Система, иллюстрирующая все данные параметры низкой заправки, показана на Схеме 1 (Пиэрсон, 2002).

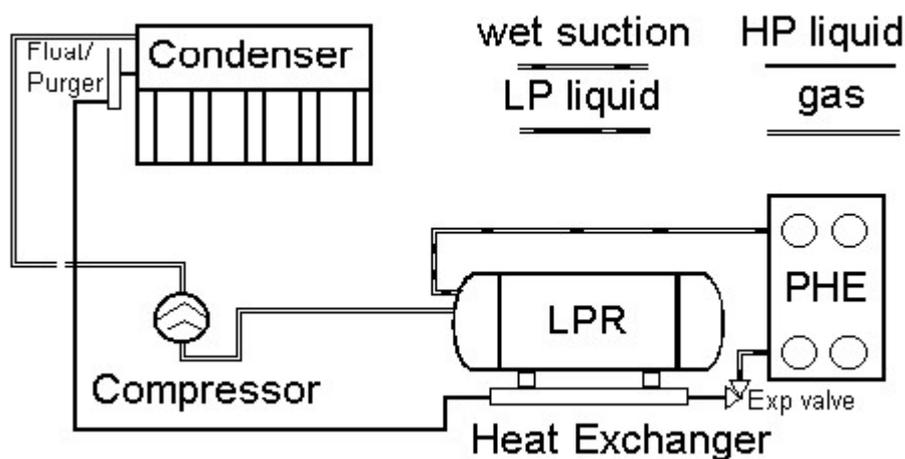


Схема 1. Приемная система низкого давления, используемая с пластинчатым теплообменником

ВАРИАНТЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Если камеры охлаждения будут установлены в машинном отделении, то для нормальной работы и экстренной вентиляции потребуются механическая вентиляция, предусмотренная для поддержания концентрации аммиака на разрешенных уровнях и сведения к минимуму рисков воспламеняемости. Обычная вентиляция обычно проектируется для ограничения подъема температуры в помещении установки до 10K выше температуры окружающей среды, когда работает вся установка, а это обычно дает вентиляционной системе до 30 кратного воздухообмена. Требование экстренной вентиляции указано в стандарте EN378:2000. Сигнал тревоги необходим при 500 ppm концентрации аммиака, а при уровне, не превышающем 30,000 ppm электроснабжение машинного отделения должно быть изолировано, автоматически или вручную, персоналом, постоянно осуществляющим контроль, от станции мониторинга, за исключением для оборудования, соответствующего для использования в потенциально

взрывоопасной атмосфере. Следует отметить, что данные требования не гарантируют защиту персонала, но спроектированы во избежание взрывов аммиака. Согласно нормам не требуется обеспечивать обнаружение в помещении установки для указания на уровни долгосрочного или краткосрочного воздействия в 25 ppm и 35 ppm, как и не требуется обеспечивать вентиляцию для соответствия данным уровням, так как согласно определению не следует находиться в помещении установки в период обычной работы. Принимая во внимание данный аспект, при условии, что электрооборудование будет правильно изолировано и при условии отсутствия риска для персонала или оборудования, нет никакой необходимости быстрого очищения воздуха в помещении установки. В ситуации с офисным зданием будет более уместно разработать процедуры, затрагивающие аммиачный пар в пределах помещения установки, с его последующей соответствующей вентиляцией. Это можно сделать с помощью воздухоочистительной установки или другой системы очистки, или просто путем постепенной вентиляции в атмосферу. Конечно, на это уйдет время, а пока утечка не будет устранена, оборудование будет отключено, но обычно в таких зданиях каждая холодильная камера находится в отдельном отсеке, и обеспечивается некоторая резервная мощность. Более того, если утечка произойдет в ночное время, в выходные или в зимний период, то нагрузка охлаждения будет вероятно меньше, и поэтому немедленная вентиляция и ремонт не потребуются. Соответствующий скруббер может быть в форме простой водяной завесы в вытяжном канале, или воду необходимо обработать слабой кислотой, такой как лимонная, для увеличения эффективности очистки. Это ведет к нейтрализации аммиачного раствора, идеально до нейтрального pH, который можно достаточно легко устранить. Можно также ввести углекислый газ или в воздух или в воду для получения идентичного эффекта. Смешивание аммиака и углекислого газа в воздухе образует гидрокарбонат аммония, основной ингредиент бисквитов и тортов.

При установке на крыше, где каждая камера охлаждения находится в стойком к атмосферным воздействиям корпусе, нет необходимости в соблюдении правил машинного отделения, но обычно данные корпуса оснащены детекторами и системами вентиляции. Минимальным требованием для корпуса на крыше будет вентиляция с целью поддержания установки в пределах температурных границ при обычной работе и изоляция электроснабжения (вручную на станции с персоналом или автоматически под контролем системы обнаружения газа). Нет необходимости в автоматическом запуске аварийных вытяжных вентиляторов, а в некоторых ситуациях можно принять решение о том, что лучше постепенно снизить уровень аммиака контролируемым образом. На одной из установок в Англии, на крыше супермаркета в заполненном торговом пассаже, часто выходили из строя сальниковые уплотнения аммиачных компрессоров. Можно было неоднократно потерять всю заправку охлаждающей камеры (300 kg, так как не поступало никаких жалоб от персонала или покупателей о запахе

аммиака. Первый признак тревоги появился, когда охлаждающую камеру потребовали запустить, но она не запускалась, потому что в ней вообще не было заправки. Если камера охлаждения находится в корпусе, можно было свести к минимуму неконтролируемую потерю аммиака путем отключения вентиляции, при достижении уровня переключения. Аммиак в пределах корпуса можно было затем контролировать, например, с помощью продувки корпуса углекислым газом, или промывкой корпуса в баке с водой, специально принесенным для этого на площадку.

ШУМ И ВИБРАЦИЯ

По сравнению со стандартными ГФУ камерами охлаждения агрегат, установленный в аммиачных системах, имеет тенденцию быть более тяжелой конструкции при использовании промышленных компонентов. Это может вызвать вопросы, связанные с шумом и вибрацией, особенно при использовании поршневых компрессоров и особенно в случае установки на крыше. Существует три аспекта при проектировании охлаждающих установок касательно шума и вибрации: инженер по эксплуатации, арендаторы здания и соседи. Предполагается, что уровни шума в пределах помещений установки будут достаточно высокими и потребуют использования средств защиты органов слуха в период техобслуживания.

Строительство достаточно тяжелой стены помещения установки предотвратит распространение данного воздушного шума среди арендаторов здания, но необходимо уделить внимание и шуму, прорывающемуся сквозь двери, вентиляционному трубопроводу или плохо герметизированным заглублениям труб. Другими источниками передачи шума арендаторам являются в основном те, что связаны с вибрацией. При использовании поршневых компрессоров эта проблема, в частности, возникает при низких частотах. Может быть даже потребуется изолировать испаритель от компрессора для устранения вибрации через охлажденную воду. Это может быть затруднено в связи с тем, что компрессор - с открытым приводом, соединенным напрямую или с ременной передачей, а комбинацию компрессор – мотор необходимо рассматривать как единое целое. Это упростит изоляцию испарителя от опорной плиты компрессора и допустит большую гибкость в трубе всасывания. В случае с более крупными камерами охлаждения можно использовать винтовые компрессоры. Они передают меньше низкочастотной вибрации на конструкцию здания, но вибрации более высокой частоты вполне вероятно вызовут жалобы, если их не ослабить. Следует также отметить, что типичный винтовой компрессор, работающий при 3000 rpm, будет иметь частоту следования ротора на выпускном канале, где генерируется большая часть шума, около 250 Гц. Он может быть достаточно высоким для взаимодействия с традиционными виброизоляторами при частоте клапанной пружины, передавая звук через установку при данной частоте или в гармонии с ней.

Пружины следует отбирать для гарантии того, чтобы частота импульса не достигала 5% любой гармоники частоты следования ротора. Это может представлять проблему с приводом переменной скорости, так как существует граница дисгармонии в точке параллельная числу оборотов. В приведенном выше примере вибрация генерируемая на выпускном канале компрессора будет точно соответствовать частоте вибрации и смещения средних витков клапанной пружины при скорости компрессора 1860 грт. Может потребоваться программирование привода во избежание определенных скоростей, или монтаж всего блока холодильной камеры на высокочастотной изоляционной опоре в дополнение к установке на пружинах. Альтернативно частота импульса может меняться путем изменения количества рабочего числа витков. Две «полупружины», смонтированные конец к концу, также сработают, но с удвоенной частотой импульса. В примере это поднимет частоту импульса до 310 Гц – выше максимальной частоты генерируемой на выпускном канале.

Шум соседям вполне вероятно передается по воздуху. Основным источником будут конденсаторы, с которыми нужно обращаться также как и с традиционной камерой охлаждения, путем отбора низкоскоростных вентиляторов, соединенных с более крупными территориями шума, или добавлением коэффициента ослабления. В случае с установкой, смонтированной на крыше с винтовыми компрессорами, а уменьшенный корпус потребуется также в чувствительных зонах, где существует возможность воздушного шума, возвращающегося в здание, а также входящего до соседей.

ДАЛЬНЕЙШИЕ РАЗРАБОТКИ

Для комплексных аммиачных камер охлаждения, вероятно, будут разработаны более маленькие компрессоры, в частности, винтовые компрессоры мощностью от 50 кВт до 150 кВт и поршневые компрессоры мощностью от 10 кВт до 50 кВт. Это может быть связано с разработкой полугерметичных компрессоров для аммиака. Это сделали немецкие производители, которые использовали алюминиевые лебёдки, с двойственными результатами, но машины широко не используются. Для машин меньшего размера можно также использовать экранированные моторы, которые используются в жидких насосах, но, вероятно, с ограничением в 7.5 кВт, с применением действующей технологии.

Герметичный аммиачный компрессор разрешит несколько упомянутых выше вопросов, включая утечки из уплотнений вала, размер и вес, и изоляцию вибрации. Появление маленького центробежного насоса для R-134a подсказало теорию о том, что для аммиака можно разработать машину низкой вибрации без масла с идентичным незначительным шумом. Несмотря на то, что данные характеристики будут существенно выгодными для рынка коммунальных услуг, усовершенствование вряд ли будет иметь место. Очень низкий молекулярный вес аммиака (одна-шестая R-134a)

означает, что потребуются очень много этапов компрессии; по меньшей мере восемь в габарите ротора и имеющемся диапазоне скорости. Другая разработка, которая будет поддерживать использование аммиачных камер охлаждения, - конденсатор с воздушным охлаждением на основе микроканального теплообменника. Это позволит проектировать низковольтные системы, порядка 75 г на кВт, с использованием прямого отвода тепла, а не пластинчатого теплообменника и охладителя сухого воздуха.

Конденсаторные системы примерно 30 кВт были протестированы очень успешно, и в плане производственного оборудования для более крупных блоков, вероятно до 500 кВт в одном конденсаторе.

УСТАНОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Там где нельзя использовать аммиак, хорошей альтернативой часто является углекислый газ. Он предлагает эффективные меры идентичные аммиаку, но, как правило, для чуть более сложных систем. Это вызвано более высоким рабочим давлением углекислого газа, означая, что давление в системе выше атмосферного для всех рабочих температур. Высокое давление также уменьшает размер труб и компрессоров, использующих углекислый газ, но это означает, что испарители нужно проектировать для высоких рабочих давлений, особенно, если требуется оттаивание горячими парами холодильного агента.

При использовании данных природных хладагентов вместо существующих систем R-22, часто происходит полная замена установки, но в некоторых случаях части старой системы могут использоваться повторно. Здесь приведены некоторые краткие описания проектов, где R-22 был удален с заменой на аммиак или углекислый газ.

- В морозильном сушильном агрегате в 2001 году двухфазовая установка R-22 была оголена и заменена на каскадную систему углекислый газ/аммиак. Для морозильной камеры были предоставлены новые воздухоохладители, но существующие вакуумные сублимационные сушилки были вычищены и повторно использованы с низкотемпературным углекислым газом. Это повысило рабочее давление в теплообменниках от -0.5 бар (эталон) до 8 бар (эталон), но оригинальные теплообменники подходили для высокого давления. Общая мощность установки составила 2,400 кВт при -50°C.
- В офисном комплексе в Англии в 2001 году пара камер охлаждения R-11 была заменена на две аммиачные камеры охлаждения с охлаждением испарением, смонтированные на крыше. Новая установка была смонтирована в пределах опорного основания оригинальных градирен, обеспечив значительное снижение

потребления электроэнергии установкой. Монтаж всей охлаждающей камеры на крыше также освободил большое пространство помещения установки в подвале при вывозе старых охлаждающих камер.

- В распределительном центре в Англии в 2005 году установка R-22 была полностью заменена на каскадную систему углекислый газ/аммиак. Старая установка продолжала работать в период завершения конверсии, а в конце проекта была удалена. Распределительный центр продолжал работать в ходе проекта. Для этого потребовалось построить новое машинное отделение рядом с существующим и установить новую систему, пока старая еще работала.
- Когда существующую систему R-22 нужно заменить, чтобы устранить озоноразрушающие вещества, иногда можно повторно использовать значительное количество основного оборудования. Например, хотя переоборудование основной системы R-22 на R-404A может оказаться очень непривлекательным, можно оставить существующие компрессоры, переоборудовать их на R-404A и снабдить каскадным теплообменником, работающем на углекислом газе, заменяя R-22 в испарителях на углекислый газ. Заправка R-404A очень мала для объема установки, а риск утечки и большой потери хладагента окращается, потому что весь хладагент находится в пределах машинного отделения и конденсаторов. Проект данного типа был завершен в Англии в 2007 году для продуктового зала в большом универмаге. В данном случае шкафы-витрины были заменены, как часть основной модернизации, но блок компрессор/конденсатор на крыше склада был сохранен. Жидкость, поступающая из конденсатора, соединялась с каскадным теплообменником, работающем на углекислом газе, и жидкий углекислый газ закачивался через новый трубопровод к новым испарителям в новых шкафах-витринах. Новый трубопровод рассчитан на 40 бар и спаян медью. Таким образом заправка R-404A снижена от нескольких тонн до десятков килограмм. При правильном контроле нового R-404A такая система может работать эффективнее, чем старая, потому что потеря давления на линии всасывания существенно снижена.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Аммиачные охлаждающие камеры показаны в различных установках, являясь жизнеспособной альтернативой в условиях эксплуатации зданий. Необходимо уделить внимание ранним этапам процесса проектирования для гарантии того, что риски, связанные с аммиаком, исключены в проекте установки. Расположение камеры охлаждения, оборудование по отводу тепла и аварийные мероприятия являются ключевыми аспектами. Использование аммиака также предлагает выгодные возможности по эффективной, надежной и рациональной работе установки.

Использование промышленного оборудования в торговом здании требует особенного внимания к структурной поддержке, акустике и виброизоляции. Данные вопросы также наилучшим образом связаны с ранней стадией проекта, а часто могут быть совсем не затронуты. В некоторых случаях характерные требования кодов и стандартов не соответствуют, и следовательно они всегда будут оспариваться в анализе специфических рисков на площадке и оценке риска, приводя к дизайну установки, который включает рассмотрение вопросов, связанных с обитателями здания и соседями. В ситуациях, где использование аммиака затруднено, можно использовать углекислый газ для преодоления подобных ограничений, или реально там, где это приводит к эффективности усовершенствованной системы установки.

Данные системы могут предоставить значительные улучшения эффективности использования энергии установки по сравнению со стандартными камерами охлаждения. Однако, самые большие энергосбережения все ещё имеют место, когда нагрузки кондиционирования воздуха сведены к минимуму, а камеры охлаждения не работают без надобности.

ССЫЛКИ

1. А.Б.Пиэрсон, «Установки с малой заправкой хладагентом – Почему это вызывает чувство тревоги?», Международный Институт Охлаждения Аммиачной Холодильной Машиной, Альбукерке, 2003
2. А.Б.Пиэрсон, «Оценка жизненного цикла динамики климата для камер охлаждения», Международный Институт Искусственного Охлаждения, Глазго, 2004
3. Х.Тичсен, «Суперэффективная аммиачная холодильная установка с малой заправкой», Международный Институт Искусственного Охлаждения, Орхус, 1996