

Общая информация

Природные хладагенты – актуальное развитие и тенденции

автор: Моника Витт, председатель правления европейской инициативы euramm^on по использованию натуральных хладагентов

Принимая решение, какой хладагент использовать в той или иной холодильной установке или кондиционере, важную роль играют такие критерии как безопасность, издержки и охрана окружающей среды. В связи с постоянным ростом цен на энергоносители, всё бóльшую роль играет также потребление оборудованием электроэнергии. В идеале используемый хладагент должен обладать превосходными термодинамическими характеристиками, высокой химической стабильностью и хорошими физическими свойствами. Кроме того, он не должен влиять на окружающую среду, или его влияние на неё должно быть минимальным. Также хладагент должен быть доступен повсеместно по низкой цене.

Но, к сожалению, хладагента, отвечающего всем этим требованиям, нет. Поэтому на практике решение в пользу наиболее подходящего хладагента зависит от различного ряда факторов. При этом сфера применения и требования, установленные эксплуатационным предприятием, играют такую же важную роль, как и место установки оборудования и вопрос его влияния на окружающую среду. Но решающим моментом влияния на энергопотребление является всё-таки конструкционное решение всей холодильной установки, учитывая условия частичных нагрузок, поскольку её эффективность зависит в бóльшей мере от общей концепции оборудования, нежели от выбора хладагента. Однако ряд актуальных проектов показывает, что холодильное оборудование работает эффективно и без нанесения ущерба окружающей среде в том случае, если в нём применяются природные хладагенты.

Аммиачная установка убеждает высочайшей энергоэффективностью

Аммиак - хладагент с бесспорно лучшими термодинамическими характеристиками. Он является единственным природным хладагентом, от которого промышленность

благодаря его высокой эффективности никогда не хотела отказываться. С экологической точки зрения аммиак также является самым лучшим хладагентом: он не способствует ни разрушению озонового слоя, ни потеплению климата (потенциал озонового истощения ODP и потенциал глобального потепления GWP равны нулю), а баланс полной эквивалентной мощности влияния на потепление TEWI, в связи с высоким КПД холодильной аммиачной установки, является положительным.

При использовании промышленного оборудования мощностью более чем в 500 кВт, с точки зрения эффективности использования энергии и эффективности затрат, аммиак является непревзойдённым хладагентом. Но и в менее мощных установках аммиак всё чаще находит применение. В настоящее время аммиак нередко применяется в системах с мощностью менее чем в 500 кВт, в которых количество аммиака в комбинации с правильно выбранным холодоносителем может быть уменьшено. Именно в области систем с малым количеством заправляемого хладагента в настоящее время идут интенсивные исследования. Целью разработок стали в том числе небольшие, полугерметичные и герметичные компрессоры мощностью менее чем в 100 кВт. В том же направлении продвигаются и разработки теплообменников с уменьшенным внутренним объёмом. Кроме того, чтобы сделать возможным работу на аммиаке установок с системой непосредственного охлаждения, различные исследовательские проекты работают над созданием упрощённой масляной системы с использованием растворимых масел.

Кроме того, аммиак всё больше применяется в областях, где раньше преобладало использование синтетических хладагентов. Так, например, все крупные выставочные павильоны Германии для кондиционирования воздуха используют аммиачные жидкостные охладители. Также в зданиях банков, страховых компаний и других учреждений кондиционирование воздуха всё чаще производится посредством энергосберегающих аммиачных жидкостных охладителей. После того как анализы рисков показали, что потенциал опасности для посетителей аэропорта и для его служащих не превышает потенциала опасности использования синтетических хладагентов, современные аэропорты стали также все чаще применять аммиачные охладительные установки. Поэтому не только модернизированный аэропорт Дюссельдорфа в Германии и новый 5-й терминал лондонского аэропорта Хитроу, но и аэропорт Цюриха в Швейцарии были снабжены аммиачными установками. Также фрахтовый подъёмник в здании аэропорта города Крайстчёрч в Новой Зеландии экономит энергию за счёт использования аммиака в системе охлаждения.

Экономия энергии и денег посредством применения углекислого газа

За последние десять лет в мире непрерывно рос интерес к холодильным установкам, работающим на двуокиси углерода (CO₂). С одной стороны, это произошло из-за того, что действующий на мировом уровне концерн Nestlé постоянно форсировал развитие каскадных холодильных установок, работающих на аммиаке или на двуокиси углерода, доказав тем самым их энергоэффективность в Европе, США и Японии. Другие компании последовали этому примеру. В некоторых странах эта тенденция развития была дополнительно усилена за счёт государственных поощрений. Так, например, Голландия заметно снизила налоги на установки, работающие на CO₂, а в Скандинавии подняли налог на применение синтетических хладагентов. Двуокись углерода особенно подходит для рекуперации отведённого тепла или для использования в тепловых насосах. В Азии такое применение широко распространено, и можно предположить, что и другие страны последуют этому примеру.

Какое количество энергии можно сэкономить за счёт применения CO₂ в роли хладагента, в большей степени зависит от температуры окружающей среды. Так, например, система с двуокисью углерода по эффективности явно превосходит оборудование с синтетическими хладагентами, если оно работает в области субкритических температур. Но и в области сверхкритических температур оборудование может быть достаточно успешно оптимизировано в плане эффективности. Одним из подтверждений тому стала компания Coca Cola, использующая для своих 550-литровых холодильников как CO₂, так и хладагент R-134a. Результат: оборудование с CO₂ потребляет энергии на 20-30 процентов меньше.

В закритическом или сверхкритическом режиме эксплуатации (температуры > 31,2°C) системы с CO₂ в общем являются менее эффективными, чем оборудование с синтетическими хладагентами. Но если исходить из расчёта на год, то холодильные установки с применением CO₂ зачастую являются более энергоэффективными, нежели установки с синтетическими хладагентами, поскольку основная часть систем, прежде всего в широтах с умеренным климатом, большую часть года работает в области подкритических температур.

Охлаждение углеводородами без нанесения вреда окружающей среде

Углеводороды, такие как бутан, пропан и пропен прекрасно подходят в качестве хладагентов. Например, бутан очень успешно применяется в более чем 300 миллионах домашних холодильников. Кроме этого, бутан всё чаще используется в небольших промышленных холодильных установках. Так, например, концерн по производству

напитков Pepsi сравнил эффективность малых охладителей напитков с количеством хладагента до 150 г и выяснил, что установки с бутаном потребляют энергии на 27 процентов меньше, чем с хладагентом R-134a. С того момента вышеупомянутый производитель напитков начал использовать бутан в охладительных установках такого размера. Также компания Ben & Jerry стала впервые в США использовать бутан в своих морозильниках для мороженого и осталась очень довольна результатами.

Пропан обладает весьма схожими с хладагентом R-22 термодинамическими характеристиками. Поэтому в некоторых странах Азии хладагент R-22, используемый в центральных системах кондиционирования воздуха, после необходимого проведения незначительных изменений в конструкции оборудования, был заменён пропаном, что дало экономию энергии от 10 до 30 процентов. Компания Unilever также распознала преимущества пропана в качестве хладагента: уже во время Олимпийских игр 2000 года в Брисбене и Сиднее компанией было проведено исследование с 360-литровыми морозильниками для мороженого. Было произведено сравнение эксплуатации морозильных камер на пропане и на хладагенте R-404A. Морозильные камеры, работавшие на пропане, в среднем принесли экономию энергии около 9 процентов.

Углеводороды обладают великолепными термодинамическими характеристиками, поэтому холодильные установки и кондиционеры, в которых они используются, являются особенно энергосберегающими. Они хорошо смешиваются с ходовыми низкотемпературными маслами, а уровень критической температуры относительно высок. И хотя воспламеняемость углеводородов требует герметически закрытых систем и защиту от взрыва для электрических компонентов, компоненты оборудования легкодоступны, а современный уровень техники позволяет обеспечить безопасную эксплуатацию такого оборудования. В связи с высоким потенциалом энергосбережения у систем с углеводородами, ряд концернов объявил о своём намерении о переходе на использование углеводородных хладагентов при приобретении новых холодильных установок.

На сегодняшний день в Европе действует ограничение на количество заправляемых жидкостей из углеводородов до 150 г. Однако это значение было установлено произвольно, отчего желательно введение ограничения на количество заправляемой жидкости с учётом конкретных условий. Рекомендации таких предельных значений, обусловленных местом размещения оборудования, могли бы быть выработаны и установлены в рамках научно-исследовательского проекта. Вероятно после проведения такого исследования могло бы последовать разрешение о применении

бóльшего количества заполняющей жидкости при условии, что резервуар с пропаном находился бы на крыше здания или в большом и хорошо проветриваемом помещении.

В США, очевидно, этот вопрос уже переосмысливается: если до сегодняшнего дня использование углеводородов ограничивалось лишь промышленным сектором, то это ограничение в будущем, возможно, будет упразднено. Агентство защиты окружающей среды США (Environmental Protection Agency), действующее особенно жестко по отношению к угрожающим безопасности веществам, в связи с законом об ответственности производителя за ущерб, впервые разрешило провести рабочее исследование, при котором пройдут испытания 2 000 морозильных камер с горючими хладагентами. Это могло бы стать переломным моментом в решении данного вопроса.

Водяная холодильная установка с потенциалом экономии до 25 процентов

Охлаждение за счёт испарения воды применяется уже давно. Но этот процесс, который казалось бы в человеческом организме происходит вполне естественно и выражается в виде выделения пота, в промышленных масштабах является далеко не лёгкой задачей. Для достижения достаточной мощности охлаждения требуется огромный объёмный поток водяного пара, для получения которого необходимо применение турбокомпрессоров. Для выполнения этой задачи подходят либо многоступенчатые осевые компрессоры с относительно малой основной поверхностью или последовательно подключённые центробежные компрессоры. Но они очень чувствительны к колебаниям нагрузки, и это требует по возможности стабильного режима работы. Сложность заключается еще и в том, что эксплуатация происходит в условиях глубокого вакуума, поэтому требуется абсолютно герметичная система. Но этим высоким техническим требованиям противостоит, в сравнении с используемыми сегодня холодильными агрегатами с хладагентом R-134a, большой потенциал сэкономленной энергии в 25 процентов . Поэтому в настоящее время во Франции и Дрездене ведутся работы над прототипами как радиальных, так и осевых компрессоров.

Воздух – быстрое получение холода при минимальных энергозатратах

Использование воздуха в качестве хладагента становится интересным, если требуемая температура ниже $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Системы с закрытой циркуляцией воздуха отличаются прежде всего исключительно высокой скоростью охлаждения (rapid cooling) при низких энергозатратах. Причиной, по которой воздух всё-таки не распространился в большом масштабе в качестве хладагента, являются сравнительно большие затраты на систему в целом. Для достижения необходимой плотности потока необходимы

дорогостоящие системы из турбокомпрессоров/экспандеров и специальные контактно-уплотнительные кольца для сведения утечки воздуха к минимуму. Но в то же время, системы воздушного охлаждения очень компактны. Поэтому сегодня они находят своё применение в области сжижения газа на танкерных судах, поскольку высокая стоимость системы там оправдывается дефицитом установочной площади.

Двойная выгода для окружающей среды и баланса предприятия.

Природные хладагенты недороги, доступны в неограниченном количестве и могут уже сегодня удовлетворить требования почти всех областей, где применяется холод. К тому же, в сравнении с синтетическими хладагентами, они обладают очень незначительным потенциалом глобального потепления, вызванного парниковым эффектом. Уже только из этих соображений рекомендуется использование природных хладагентов. Но не менее важна их высокая энергоэффективность, ведь более 80 процентов от потенциала парникового эффекта холодильных установок и кондиционеров составляет как раз не утечка газа в атмосферу, а расход энергии оборудования. Сегодня около 15 процентов используемой во всём мире электроэнергии приходится на выработку холода – в результате чего, возникает огромный потенциал экономии. Поэтому меры по экономии энергии на протяжении всего срока службы холодильного оборудования становятся всё более важными и могут в значительной мере внести свою лепту в улучшение окружающей среды. В связи с этим, использование природных хладагентов даёт предприятиям двойной стимул, так как в результате снижения энергопотребления они не только снижают затраты, но и одновременно поддерживают бережное отношение к окружающей среде. С точки зрения экологии и экономики всё говорит о том, что впредь необходимо делать ставку именно на природные хладагенты для долговременного обеспечения защиты инвестиций и окружающей среды!

Установки

Аммиак (NH₃)

Аммиак успешно используется в качестве хладагента для промышленных холодильных установок уже более 130 лет. Он представляет собой бесцветный, сжиженный под давлением газ с едким запахом. В холодильной отрасли хладагент аммиак известен под обозначением R 717 (R = Refrigerant = Хладагент). Для применения в холодильном оборудовании он производится синтетическим способом. Аммиак не имеет озоноразрушающего потенциала (ODP / ОРП = 0) и прямого потенциала глобального потепления (парникового эффекта) (GWP / ПГП = 0). Благодаря высокому энергетическому КПД потенциал непрямого глобального потепления также сравнительно низок. Аммиак условно горюч. Однако необходимая энергия его воспламенения в 50 раз выше, чем у природного газа, и без вспомогательного пламени горение аммиака прекращается. Ввиду высокого химического сродства аммиака к атмосферной влаге этот газ классифицируется как трудновоспламеняющийся. Аммиак ядовит, но он обладает характерным едким запахом, обеспечивающим высокий эффект предупреждения. Этот газ можно ощутить в воздухе уже при концентрации 3 мг/м³, так что эффект предупреждения наступает задолго до появления вредной для здоровья концентрации (> 1.750 мг/м³). Кроме того, аммиак легче воздуха, поэтому он быстро поднимается вверх.

Углекислый газ (CO₂)

Углекислый газ известен в холодильной промышленности под обозначением R 744 и имеет в этой области очень богатые традиции, поскольку начал применяться еще в XIX веке. Он представляет собой бесцветный, сжиженный под давлением газ со слегка кисловатым запахом и вкусом. Углекислый газ не имеет озоноразрушающего потенциала (ODP / ОРП = 0), а его применение в качестве хладагента в замкнутых контурах имеет пренебрежительно малый прямой потенциал глобального потепления (парникового эффекта) (GWP / ПГП = 1). Он не горюч, химически неактивен и тяжелее воздуха. Углекислый газ может оказывать наркотическое и удушающее воздействие на людей лишь в довольно высоких концентрациях. Углекислый газ существует в природе в очень больших количествах.

Углеводороды

Холодильные установки, использующие углеводороды, например, пропан (C₃H₈), известный в мире холодильных технологий под обозначением R 290, или бутан (C₄H₁₀), имеющий обозначение R 600a, уже многие годы эксплуатируются по всему миру. Углеводороды - это сжиженные под давлением, бесцветные и почти не имеющие

запаха газы, которые не имеют озоноразрушающего потенциала (ODP / ОРП = 0) и прямого потенциала глобального потепления (парникового эффекта) (GWP / ПГП = 3). Благодаря своим превосходным термодинамическим свойствам углеводороды являются чрезвычайно энергосберегающими хладагентами. Они тяжелее воздуха и при высоких концентрациях оказывают наркотическое и удушающее воздействие. Углеводороды горючи и в сочетании с воздухом могут образовывать взрывоопасные смеси. Однако существующие системы защиты сводят риск утечки хладагента практически до нуля. Углеводороды можно недорого приобрести в любой точке планеты. Благодаря идеальным холодильным свойствам они особенно подходят для применения в установках с небольшими объемами заполнения.

Озоноразрушающий потенциал и потенциал глобального потепления хладагентов

	Озоноразрушающий потенциал (ODP / ОРП)	Потенциал глобального потепления (GWP / ПГП)
Аммиак (NH ₃)	0	0
Углекислый газ (CO ₂)	0	1
Углеводороды (пропан C ₃ H ₈ , бутан C ₄ H ₁₀)	0	3
Вода (H ₂ O)	0	0
Хлорфторуглеводороды / ХФУ (FCKW)	1	4.680–10.720
Частично галогенизированные ХФУ (H-FCKW)	0,02–0,06	76–2.270
Перфторуглеводороды / ПФУ (P-FKW)	0	5.820–12.010
Частично галогенизированные фторуглеводороды (H-FKW)	0	122–14.310

Озоноразрушающий потенциал (ОРП, англ. ODP)

Разрушение озонового слоя, прежде всего, вызывается соединениями хлора, фтора или брома, которые в состоянии расщеплять молекулы озона (O_3) и, таким образом, разрушать озоновый слой. Озоноразрушающий потенциал (ODP / ОРП) соединения определяется как эквивалент хлора (ОРП одной молекулы хлора = 1).

Потенциал глобального потепления (ПГП, англ. GWP)

Парниковый эффект возникает из-за способности находящихся в атмосфере веществ отражать излучаемое Землей тепло обратно на землю. Прямой потенциал глобального потепления (GWP / ПГП) соединения измеряется как эквивалент CO_2 (ПГП одной молекулы CO_2 = 1).

Об инициативе eurammon

Eurammon - это общеевропейская инициативная группа, состоящая из предприятий, организаций и частных лиц, занятых активным продвижением и внедрением природных хладагентов. Будучи центром компетенции по применению природных хладагентов в холодильном оборудовании, инициативная группа видит свою задачу в том, чтобы предложить платформу для обмена информацией, а также повысить уровень известности и положительного восприятия природных хладагентов. Цель - способствовать их применению в интересах охраны окружающей среды, оказывая постоянное содействие дальнейшему развитию холодильных технологий. Eurammon широко информирует специалистов, политиков и широкую общественность обо всех аспектах природных хладагентов и выступает в роли компетентного контактного лица для всех заинтересованных сторон. Проектировщикам и пользователям проектов холодильных систем eurammon предоставляет помощь в сопровождении конкретных проектов, включая всеобъемлющие информационные материалы, и консультирует их по всем вопросам, касающимся планирования, получения разрешений и эксплуатации холодильных установок. Инициативная группа была создана в 1996 году. Она открыта как для европейских предприятий и организаций, в круг интересов которых входят природные хладагенты, так и для частных лиц, например, занимающихся научно-исследовательской деятельностью.

Адрес в интернете: www.eurammon.com

Контакт

Контактное лицо eurammon

eurammon

Доктор Карин Ян

Lyoner Straße 18

D-60528 Frankfurt

Тел.: +49 (0)69 6603-1277

Факс: +49 (0)69 6603-2276

e-mail: karin.jahn@eurammon.com

Контактное лицо для прессы

FAKTOR 3 AG

Андреас Райх

Kattunbleiche 35

D-22041 Hamburg

Тел.: +49 (0)40 679446-34

Факс: +49 (0)40 679446-11

e-mail: eurammon@faktor3.de