

Серийное производство холодильных машин такого типа на озонобезопасных хладагентах в России до настоящего времени не освоено. Стоимость аналогичного оборудования зарубежных фирм («Йорк», «Керриер» и др.) составляет от 200 тыс. до 400 тыс. долл. США в зависимости от его исполнения и холодопроизводительности. В связи с этим сегодня наиболее целесообразной является модернизация существующих машин с заменой R12 на альтернативный озонобезопасный хладагент.

На основании исследований, выполненных ОАО «ВНИИхолодмаш-холдинг», проведен комплекс работ, в результате которых предложен метод модернизации существующего холодильного оборудования с целью перевода его на озонобезопасный хладагент R134a. Метод предусматривает изменение проточной части и передаточного отношения мультипликатора при сохранении корпусов компрессора и мультипликатора, фундамента приводного электродвигателя, теплообменной аппаратуры и полное восстановление технического ресурса. В задачу потребителя входит: демонтаж и отправка компрессора и мультипликатора на завод-изготовитель, а после получения их с завода – установка на прежние фундаментные болты, а также закупка хладагента и синтетического смазочного масла ICEMATIC SW. В период нахождения компрессора и мультипликатора на заводе потребитель проводит очистку системы холодильной машины.

Работы по ретрофиту проводятся ООО «ИТ Цикл» совместно с ОАО «Казанькомпрессормаш», являющимся заводом-изготовителем указанных машин, а также фирмами «Дюпон» и «Кастрол», обеспечивающими поставку хладагента и смазочного масла.

К настоящему времени уже модернизировано 19 холодильных машин типов ХТМФ и ТХМВ.

Индивидуальный подход к выполнению каждого заказа позволил не только сократить расход электроэнергии, но и повысить холодопроизводительность машин при сохранении приводного электродвигателя. Так, снижение потребляемой мощности на комбинате «Вискоза» при температуре кипения -5°C и конденсации 35°C составляет 280 кВт, а на Уральском электрохимическом комбинате при температуре кипения 2°C и той же температуре конденсации – 380 кВт, что обеспечивает экономию электроэнергии при работе в течение 4500 ч в год соответственно 1,26 и 1,71 тыс. МВт·ч.

Проведенные у заказчиков испытания подтвердили работоспособность модернизированных компрессорных агрегатов и правомерность используемых при модернизации методик.

Себестоимость модернизации машин типов ХТМФ и ТХМВ составляет 20–30 % от стоимости новой машины без дополнительных капитальных затрат на изготовление или замену фундамента, при этом срок проведения работ составляет 5–6 мес вместо 18–24 мес, требуемых для создания новой холодильной машины.

Представитель ОАО «ВНИИхолодмаш-холдинг» В.И. Сапронов, рассмотрев в своем сообщении широкую гамму смесевых хладагентов, предлагаемых различными фирмами для замены R12, подчеркнул определенные преимущества такой продукции компании «Дюпон», как MP39, MP66, имеющих наименьшую неизотермичность. Особенно подробно был рассмотрен вопрос об утечке смесевых хладагентов, влияющей на работоспособность холодильного оборудования вследствие изменения их концентрации в системе. Испытания альтернативных хладагентов проводились в лабораториях института и на заводах – производителях холодильного оборудования, в том числе на московских заводах «Искра» и «Компрессор». Установлено, что значительная утечка смесевых хладагентов приводит к изменению характеристик самого оборудования (промышленные холодильные машины). При утечке 15 % от заправки снижение холодопроизводительности может составить 5–6 %. Было отмечено также, что многие положения, высказанные г-ном Морли, подтвердились лабораторными исследованиями «ВНИИхолодмаш-холдинг». В частности, работа со смесевыми хладагентами требует более высокой квалификации персонала, чем работа с чистыми веществами, особенно в сфере сервиса.

В заключение докладчики ответили на многочисленные вопросы участников семинара.

Замена озоноразрушающих веществ, применяемых в качестве хладагентов

Дж. МОРЛИ

Отдел фторпродуктов компании «Дюпон» (Великобритания)

Т. МАРКИНА

Отдел фторпродуктов компании «Дюпон» (Россия)

Развитие холодильной промышленности, являющейся незаменимым звеном в современной цепи производства продуктов питания (а также во многих других областях современной деятельности человека), было обусловлено изобретением и разработкой в 30-х годах безопасных жидких хладагентов, представлявших собой галогенизированные углеводы. В то время эти вещества были восприняты с большим энтузиазмом как чудо науки, поскольку они химически инертны, негорючи (некоторые из них используются даже в качестве средств пожаротушения) малотоксичны и эффективны как хладагенты.

Воздействие на окружающую среду

Наряду с расширением применения в холодильной технике галогенуглероды стали также активно использоваться в качестве пенообразователей, аэрозольных пропеллентов и растворителей. Эти три последние области связаны с большими выбросами галогенуглеродов в атмосферу.

В течение нескольких десятилетий выбросы летучих галогенуглеродов в атмосферу не считались серьезной проблемой. Ведь все эти вещества химически стабильны и в очень слабых концентрациях нетоксичны.

Однако именно высокая степень химической стабильности полностью галогенизированных фторуглеродов приводит к их длительному существованию в атмосфере. Когда был сделан вывод о том, что эти вещества являются причиной разрушения озонового слоя в стратосфере, были проведены международные переговоры, завершившиеся подписанием Венской конвенции об охране озонового слоя (1985 г.) и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой (1987 г.). Монреальский протокол стал важным событием в системе международного экологического законодательства, поскольку был принят практически всеми независимыми государствами мира. В настоящее время Сторонами Монреальского протокола являются 168 стран.

События, приведшие к принятию Монреальского протокола, и сама эта мера обусловили, во-первых, значительное повышение интереса научных кругов к изучению атмосферы и ее воздействия на экологию нашей планеты, а во-вторых, усиление поиска заменителей запрещенных озоноразрушающих веществ (ОРВ).

В положениях Монреальского протокола указано несколько классов ОРВ, два из которых имеют важное значение для холодильной промышленности:

полностью галогенизированные хлорсодержащие углеводы – ХФУ (R11, R12, R502 и др.);

частично галогенизированные хлорсодержащие углеводы – ГХФУ (R22).

Как известно, для ХФУ установлен гораздо более сжатый график вывода из обращения, чем для ГХФУ, которые разрешается производить и применять еще в течение нескольких десятилетий. В развитых странах – Сторонах Монреальского протокола ХФУ запрещены к производству с 1996 г.

Новые хладагенты

Работы по поиску веществ, которые могли бы заменить хладагенты, подпадающие под действие Монреальского протокола, оказали фундаментальное влияние на холодильную промышленность. В начале поиска вели в направлении создания хладагентов, обладающих в точности свойствами ХФУ, но не разрушающих озонового слоя. При этом особый упор делался на безопасность хладагентов-заменителей по токсичности и воспламеняемости. Уже к 90-м годам были предложены в качестве хладагентов фторуглероды, не содержащие хлора или брома, – ГФУ. Первым из них, появившимся на рынке для замены ХФУ, был ГФУ134а, освоенный в промышленном производстве. По теплофизическим свойствам он близок к R12, негорюч. Это открытие вызвало в отрасли огромный интерес. При разработке ГФУ134а были проведены широкие оценочные испытания на токсичность, которые подтвердили его безопасность. Значительно сложнее было найти ГФУ для замены R502 и R22, так как для получения нужных теплофизических свойств необходимы были смеси горючих и негорючих ГФУ. Для сохранения характеристик негорючести смеси в целом требовалась тщательная отработка рецептуры. Сегодня ГФУ уже выпускаются в промышленных масштабах для замены ХФУ и ГХФУ почти во всех областях холодильной техники. (Исключением является ГФУ для замены R11.)

По многим характеристикам (давление, холодопроизводительность и т.д.) ГФУ очень близки ХФУ и ГХФУ, на смену которым они пришли. Однако проблемой стала недостаточная взаимная растворимость с маслами на углеводородной основе (например, минеральными либо алкилбензольными). Для применения ГФУ в холодильных системах были разработаны специальные синтетические масла – полиолэфирные (ПОЭ), которые можно также использовать и с хладагентами ХФУ и ГХФУ.

После того как ГФУ положительно зарекомендовали себя в новом холодильном оборудовании, перед специалистами всталла другая проблема – можно ли модифицировать многочисленные действующие холодильные системы с небольшими затратами для работы на ГФУ? Оказалось, что это непростая проблема. Дело в том, что в системе необходимо заменить все смазочное минеральное масло на новое масло ПОЭ. В любой холодильной системе значительное количество масла находится во время работы вне компрессора. Поэтому заменить минеральное масло только в компрессоре недостаточно, поскольку остатки его нерастворимы ни в хладагенте ГФУ, ни в масле ПОЭ. Следовательно, любое количество минерального масла, оказавшегося вне компрессора, уже в него не вернется. Остатки минерального масла начнут накапливаться в самой холодной точке системы, где оно обладает наибольшей вязкостью, т.е. в испарителе.

Систему ХФУ / минеральное масло можно переделать в систему ГФУ/ПОЭ. Для этого остатки минерального масла необходимо вымыть из системы. На практике это лучше всего осуществлять, используя новое масло ПОЭ в сочетании со старым хладагентом ХФУ. Для снижения количества остаточного минерального масла в системе до приемлемого уровня (сейчас приемлемым уровнем считается 5 %-ное содержание минерального масла в масле ПОЭ) необходимо провести, как минимум, три промывки масла (нередко больше). В сложной холодильной системе удаление масла обычно занимает много времени и является дорогостоящей процедурой. В связи с этим была разработана группа хладагентов, не содержащих ХФУ, которые тем не менее могут применяться в сочетании с минеральным маслом. Такие хладагенты, называемые сервисными, созданы на базе ГХФУ22. Они должны выйти из обращения в соответствии с законодательством об озоноразрушающих веществах. Однако в большинстве стран это произойдет в далеком будущем и, как правило, значительно позднее завершения срока эксплуатации холодильной системы, в которой они будут использоваться. Данные сервисные хладагенты позволят с наименьшими затратами заменить хладагенты ХФУ.

Область применения	Действующие хладагенты (ФРЕОН®)	Замена сервисными хладагентами	Замена долгосрочными хладагентами
Кондиционирование воздуха	R11 R12 R500 R22	СУВА®123 СУВА® MP39* СУВА® MP39*	Неприменимо СУВА® 134a СУВА® 134a СУВА® 407C* СУВА® 410A
Холодильная техника	R12 (охлаждение) R12 (замораживание) R22 R502	СУВА® MP39 СУВА® MP66 – СУВА® HP80 СУВА® HP81	СУВА® 134a Неприменимо СУВА® 404A СУВА® 404A
Смазочное масло	Минеральное/ алкилбензольное	Алкилбензольное/ минеральное/ ПОЭ	ПОЭ (ПАГ)

*Не рекомендуется для затопленных охладителей.

В таблице приведен краткий перечень хладагентов ГФУ (рассчитанных на долгосрочную перспективу) и сервисных хладагентов, предлагаемых компанией «Дюпон», с указанием областей их применения.

Рекомендации по применению новых хладагентов и обращению с ними

В целом новые хладагенты аналогичны старым, но неидентичны:

- Их кривые давления и температуры несколько различаются: новые хладагенты имеют более высокое давление при равных условиях конденсации, чем ХФУ, на смену которым они пришли.

- Как правило, масса заправки нового хладагента должна быть меньше массы заправки ХФУ для данной системы. Это важный фактор. Заправка такой же массы нового хладагента (сервисного или долгосрочного ГФУ), что и старого ХФУ, неизбежно приведет к переполнению системы.

- Химическая совместимость системы новый хладагент/масло ПОЭ с большинством деталей холодильной системы не отличается от химической совместимости с ними системы ХФУ/минеральное масло, однако некоторые эластомеры плохо сочетаются с новыми хладагентами и маслами, в связи с чем это необходимо проверять в каждом конкретном случае.

При использовании хладагентов ГФУ, рассчитанных на долгосрочную перспективу, важно иметь в виду, что масло ПОЭ обладает способностью поглощать влагу из воздуха. Поэтому необходимо проявлять крайнюю осторожность при обращении и сушке холодильной системы, а также не оставлять открытой емкость с маслом ПОЭ.

Не менее важно помнить, что новые хладагенты НИКОГДА нельзя доливать в системы, в которых находится хладагент ХФУ. Холодильную систему можно дозаправлять только таким же хладагентом, что и тот, который в ней уже находится. Если такой хладагент найти не удалось, то необходимо заменить всю заправку.

Несколько новых хладагентов представляют собой азеотропные смеси. В случае применения таких хладагентов необходимо помнить следующее.

- Они неприменимы в турбокомпрессорах (но прекрасно работают во всех типах объемных компрессоров), а также в холодильных системах с затопленными испарителями.

- Для них имеются две различные таблицы давления и температуры: таблица насыщенной жидкости (температура начала кипения) и таблица насыщенного пара (точка росы). Таблицей точки росы следует пользоваться для установления значения перегрева на всасывании компрессора, а таблицей температуры начала кипения – для расчета переохлаждения конденсатора и т.д.

- При заправке холодильной системы или переливании в другие емкости хладагент должен извлекаться из жидкой фазы в исходной емкости.

Сегодня в мире эксплуатируются миллионы новых и модифицированных холодильных установок, в которых применяются как долгосрочные хладагенты ГФУ, так и сервисные хладагенты – заменители ГХФУ.