

УДК 621.311

Братута Э.Г., Шерстюк В.Г.

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К РАСШИРЕНИЮ ПРИМЕНЕНИЯ АММИАКА В ХОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Как следует из ряда публикаций [1-3], выбор хладагента в холодильной технике является одной из ключевых проблем, так как применяя более совершенные рабочие вещества, можно достичь значительной экономии в затратах энергии на единицу производимого холода.

Истощение озонового слоя в последней четверти XX века стало самой острой глобальной экологической проблемой и первым в истории человечества случаем глобального воздействия антропогенных факторов на окружающую среду. Осознание проблемы истощения стратосферного озонового слоя привело к кардинальному переосмыслению мер по борьбе с загрязнением окружающей среды и к разработке первого, по-настоящему глобального международного законодательства по борьбе с загрязнением окружающей среды, которое воплощено в Монреальском протоколе, подписанном в 1987 году всеми странами, производящими фреон. Как известно, согласно этому протоколу ряд широко используемых хладагентов, относящихся к классу хлорфторуглеродов, должны быть исключены в их практическом применении. Для замещения в холодильной технике указанных веществ основной акцент первоначально был сделан на разработку и применение альтернативных хладагентов. Однако проблема оказалась значительно сложнее, чем она представлялась, когда вводились ограничения на производство хлорфторуглеродов с целью сохранения озонового слоя Земли.

После преодоления озонового кризиса конца XX века потепление климата, по-видимому, станет основной глобальной экологической проблемой XXI века, порожденной деятельностью человека [4]. Значительная часть созданных за последнее десятилетие альтернативных хладагентов решением Киотского протокола, принятого в 1997 году, наряду с CO<sub>2</sub>, являющегося основным виновником глобального потепления, были отнесены к категории «парниковых газов». Так, один килограмм R134a обладает таким же эффектом глобального потепления, как и 1300 килограммов CO<sub>2</sub>, хотя современные оценки показывают, что доля влияния выбросов фреонов на изменение климата в обозримом будущем составит не более 2 % от общего воздействия на него со стороны всех остальных парниковых газов. Это активизировало усилия по поиску других хладагентов, которые не вносили бы вклада в глобальное потепление при попадании в атмосферу.

Производители хладагентов не скрывают [5] что новые, продвигаемые сегодня на рынок хладагенты играют роль переходных, им на смену придут другие, возможно чуть лучше, но никто не гарантирует, что они надолго задержатся в холодильной промышленности. Когда международным сообществом будут осознаны эти проблемы, можно ожидать сильного давления на промышленность с целью сокращения выбросов парниковых газов. В связи с этим интерес специалистов привлекают возможности бо-

лее широкого применения универсальных природных веществ, таких как аммиак, углеводороды, диоксид углерода и т.д.

Применение природных рабочих хладагентов должно решать не только экологические проблемы, но и повышать уровень энергоэффективности холодильных машин и тепловых насосов.

Особого внимания требует расширение применения аммиака. Аммиак по сравнению с углеводородами менее опасен. За прошедшее столетие отношение к аммиаку, как хладагенту, менялось от полного приятия до резкого отторжения, связанного с заполнением рынка хладагентов ХФУ и ГФУ, которые первоначально рассматривались как панацея, обещающая полное вытеснение  $\text{NH}_3$  из холодильной техники. К счастью, этого не произошло. Аммиак, открытый 255 лет назад, с 1859 года применяется как холодильный агент, сначала в абсорбционных машинах, а с 1876 года – в компрессионных. При нулевых потенциалах разрушение озона и глобального Потепления аммиак не вызывает, термодинамически эффективен и абсолютно чист экологически. Энергетические показатели аммиачных холодильных машин и установок высоки: с энергетической точки зрения альтернативы аммиаку нет. Кроме того, аммиак обладает характерным запахом, который позволяет органолептически почти мгновенно определять его утечку. Аммиак легче воздуха и при утечке поднимается в воздух, уменьшая опасность отравления. К сожалению, зачастую эти достоинства аммиака относят к его существенным недостаткам. Действительно, аммиак теоретически взрывоопасен при объемном содержании в воздухе от 15 до 28 %, однако, случаи взрыва воздушно-аммиачной смеси в практической деятельности настолько редки, что их можно отнести к разряду легенд многолетней давности, когда в холодильной технике отсутствовала надежная автоматика, а нарушение режимов эксплуатации такой техники приводило к гидроударам и, как следствие последних, – взрывам. В жизнедеятельности человека известно множество случаев взрыва бытового газа, приводящих к трагическим последствиям, но никому и в голову не приходит запретить газоснабжение квартир и домов. Следует обратить внимание и на то, что мгновенная разгерметизация аммиачной холодильной установки не приведет к моментальному выбросу аммиака в атмосферу. Выйдет только паровая фаза, которая составляет незначительную часть от общего содержания аммиака в системе. Остальной жидкий аммиак будет медленно выкипать. Аммиак не текуч в той степени, которая свойственна другим хладагентам, не взаимодействует с черным металлом, а, следовательно, все аммиачное оборудование дешево, в отличие от фреонового, для которого используют в основном цветные металлы. Отрицательные свойства аммиака проявляются только при большом его количестве (несколько тонн) в системе и при условиях, когда могут создаваться критические концентрации (до 50-60 грамм на один киловатт производимого холода). В традиционной насосно-циркуляционной системе заправка аммиака составляет около 3 кг на 1 кВт холода. Кроме того, современные средства автоматизации позволяют создавать высоконадежные холодильные комплексы.

Сегодня это достаточно легко решается путем перевода крупных холодильных объектов на аммиачные установки, содержащие минимальное количество аммиака и оснащением аммиачной холодильной техники современными высоконадежными средствами автоматизации.

Это привело к расширению области применения аммиака за рубежом, в частности, к его использованию в системах кондиционирования и холодоснабжения супермаркетов. При этом были приняты меры к снижению опасности выбросов  $\text{NH}_3$  и в первую очередь к уменьшению количества заправляемого хладагента. Уменьшение количества аммиака при сохранении заданной холодопроизводительности возможно при принятии следующих мер:

- замена систем непосредственного кипения аммиака на системы с промежуточным хладоносителем;
- использование ХМ с малоемкими теплообменными аппаратами для охлаждения промежуточных хладоносителей;
- применение новых хладоносителей, нейтральных к металлам, экологически безопасных;
- оборудование выпускаемых холодильных машин устройствами и средствами автоматизации, позволяющими локализовать аммиак в случае разгерметизации холодильной машины.

Разработчики холодильного аммиачного оборудования предлагают несколько путей перевооружения холодильных установок.

*Первый путь* пригоден для крупных АХУ, расположенных в городах вблизи жилых массивов. Это возврат к системе с промежуточным хладоносителем, где недостатки подобных систем охлаждения на современном витке развития технологий исключаются применением нового теплообменного оборудования, приборов автоматизации, арматуры, материалов. Рекомендуется применять блочные малоемкие холодильные агрегаты с дозированной заправкой  $\text{NH}_3$ , в которых в качестве испарителей и конденсаторов применяется высокоэффективная аппаратура пластинчатого типа, в качестве хладоносителей – некорродирующие растворы, а в холодильных камерах батарейные системы охлаждения заменять малопоточными воздухоохладителями. Аммиачное оборудование в данном случае может располагаться как в традиционных центральных машинных отделениях, так и в блочных машинных отделениях контейнерного типа, оборудованных устройствами для полного поглощения аммиака в случае разгерметизации. При этом количество аммиака обычно не превышает 100-150 грамм на 1 кВт холодопроизводительности.

*Второй путь* модернизации и усовершенствования крупных АХУ, располагающихся в промзонах, вдали от жилых массивов и общественных объектов, заключается в сохранении насосно-циркуляционных систем с непосредственным кипением аммиака, но с заменой аммиакоемких батарейных систем охлаждения холодильных камер на современные малоемкие воздухоохладители с использованием в схемах пластинчатых или испарительных конденсаторов. Этот путь эффективен для предприятий с большим числом разнотемпературных потребителей холода и обеспечивает снижение аммиакоемкости систем охлаждения почти на порядок.

*Третий путь* является весьма перспективным, заключается в разработке агрегатированных блочных аммиачных установок непосредственного кипения аммиака по типу фреоновых, так называемых сплит-систем. Холодильные машины с небольшим количеством  $\text{NH}_3$  размещаются в специальных герметичных контейнерных блоках, а аммиак в случае разгерметизации полностью поглощается нейтрализаторами, не попа-

дая в окружающую среду. Подобные аммиачные установки уже в настоящее время широко применяются в Японии и США.

#### Литература

1. Железний В.П., Хлієва О.Я., Биковець Н.П. Робочі тіла холодильних установок // Холод. – 2004. – №3. – С. 22-25.
2. Овчаренко В.С., Афонский В.Л. Основные аспекты комплексного подхода к расширению применения аммиачного оборудования в холодильной промышленности // Холодильная техника. – 2001. – №7. – С. 13-15.
3. Перельштейн И.И., Парушин Е.Б. Термодинамические и теплофизические свойства рабочих веществ холодильных машин и тепловых насосов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 232 с.
4. Маляренко В.А., Варламов Г.Б., Любчик Г.Н. и др. Энергетические установки и окружающая среда. – Харьков: ХГАГХ, 2002. – 398 с.
5. Калинь И.М., Васютин В.А., Пустовалов С.Б. Условия эффективного применения диоксида углерода в качестве рабочего вещества тепловых насосов // Холодильная техника. – 2003. – №7. – С. 8-12.

УДК 621.311

Братута Е.Г., Шерстюк В.Г.

#### **ОСНОВНІ АСПЕКТИ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДО РОЗШИРЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АМІАКУ В ХОЛОДИЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Розглядаються три основні шляхи покращення характеристик холодильних установок, пов'язаних із застосуванням проміжних холодоносіїв, використанням насосно-циркуляційних систем з безпосереднім кипінням аміаку, а також пов'язаних з необхідністю розробки агрегованих блочних аміачних установок, так званих спліт-систем.