

# Основные аспекты комплексного подхода к расширению применения аммиачного оборудования в холодильной промышленности

В.С.ОВЧАРЕНКО  
В.П.АФОНСКИЙ  
АО «ПРОМХОЛОД»

Выбор хладагента является одной из ключевых проблем в холодильной технике: применяя более совершенные рабочие вещества, можно достичь значительной экономии в затратах энергии на единицу производимого холода.

За прошедшее столетие отношение к аммиаку как к хладагенту менялось от полного приятия до резкого отторжения, связанного с заполнением рынка хладагентов хлорфторуглеродами, а также гидрохлорфторуглеродами (CFC и HCFC), которые первоначально рассматривались как панацея, обещающая полное вытеснение  $\text{NH}_3$  из холодильной техники. К счастью, этого не произошло. Тщательное изучение свойств фреонов постепенно развеяло миф об их теплофизической и экологической безупречности.

Поиск альтернативных хладагентов осуществляется и в настоящее время по трем направлениям:

- синтез новых HFC. Это очень дорогостоящее направление, так как оно связано с созданием оборудования для синтеза новых веществ, проверки их свойств (причем результаты проверки необязательно окажутся положительными);
- разработка смесей, удовлетворяющих всем требованиям, предъявляемым к рабочим веществам холодильных машин, с использованием известных хладагентов;
- более широкое применение в холодильной промышленности природных веществ, таких как аммиак, вода, пропан, диоксид углерода. Они хорошо изучены, являются экологически чистыми продуктами, имеют ве-

ковую практику производства и применения. Кроме того, уже давно налажены как промышленный выпуск этих веществ, так и производство холодильного оборудования с их использованием.

Аммиак, открытый 250 лет назад и применяемый как холодильный агент с 1859 г. в абсорбционных машинах, а с 1876 г. — в компрессионных, является по термодинамическим свойствам наилучшим хладагентом. Теплообменные аппараты на аммиаке обеспечивают прекрасные значения коэффициентов теплоотдачи. Энергетические показатели аммиачных холодильных машин и установок высоки: с энергетической точки зрения альтернативы аммиаку нет. Он в отличие от фреонов не разрушает озонового слоя и не создает парникового эффекта.

Стоимость аммиака значительно ниже стоимости фреонов, теплота испарения (1369 кДж/кг) чрезвычайно высока по сравнению с другими хладагентами, поэтому его требуется значительно меньше, чем фреонов (13...15 % по сравнению с R22). Кроме того, фреоны обладают высокой текучестью, что в сочетании с отсутствием цвета и запаха создает значительные сложности при уплотнении холодильной системы, а при неквалифицированной эксплуатации — большие экономические потери.

Отрицательные свойства аммиака проявляются только при большом его количестве (несколько тонн) в системе и при условиях, когда могут создаваться критические концентрации. Сегодня это достаточно легко решаемая

задача. Существуют проекты крупных холодильных объектов, содержащих минимальное количество аммиака. Кроме того, современные средства автоматизации, в том числе и отечественные, позволяют создавать высоконадежные холодильные комплексы.

Одно из достоинств аммиака — его запах, позволяющий выявлять малейшие утечки органолептически без применения специальных приборов, — относят к существенным недостаткам. Да, действительно, аммиак теоретически взрывоопасен при объемном содержании в воздухе от 15 до 28 % (107...200 мг/л). Однако нам неизвестны случаи взрывов, за исключением легенд многолетней давности, связанных в основном с гидравлическими ударами при отсутствии автоматики. Известно множество случаев взрыва бытового газа, приводящих к трагическим последствиям, но ни кому в голову не придет запретить газоснабжение домов и отдельных квартир.

Надо учесть, что аммиак в отличие от фреонов легче воздуха, поэтому его попадание в атмосферу при разгерметизации имеет локальный характер. Следует обратить внимание и на то, что мгновенная разгерметизация аммиачной холодильной установки не приводит к моментальному выбросу в атмосферу хладагента. Выйдет только паровая фаза, которая составляет незначительное количество от общего содержания аммиака в системе. Остальной жидкий аммиак будет медленно выкипать. Конечно, держать в черте города холодильные

аммиачные системы, выполненные по старым проектам и содержащие по 60...70 т аммиака, опасно. Такие системы требуют реконструкции.

Считая фреоны безопасными для человека, что связано прежде всего с отсутствием запаха, забывают, что они тяжелее воздуха. Известны случаи гибели людей от недостатка кислорода при разгерметизации большого объема с фреоном. Кроме того, при наличии открытого пламени он разлагается, выделяя отравляющие вещества, которые значительно более опасны для людей, чем запах аммиака. В этом плане очень показателен пожар, произошедший 4 апреля 2001 г. на складе бытовой химии в Марьиной Роще. При пожаре взрывались аэрозольные баллончики, выделяя ядовитый продукт — ОВ фосген. Приведу еще один пример. В 1995 г. произошел пожар на холодильной установке в Одиноково. В системе было около 3 т аммиака. При пожаре горел металл, алюминиевые детали расплавились, а аммиак после срабатывания предохранительных клапанов вышел в атмосферу и поднялся вверх, не причинив никому вреда. Совершенно ясно, что при пожаре фреоновые холодильные установки более опасны, чем аммиачные.

Перечисленные обстоятельства привели к расширению области применения аммиака за рубежом, в частности к его использованию в системах кондиционирования и в холодоснабжении супермаркетов. При этом были приняты меры к снижению

опасности выбросов  $\text{NH}_3$  и в первую очередь к уменьшению количества заправляемого хладагента.

И в России есть отрасли холодильной техники, где традиционно предпочтение отдавалось аммиаку. По сообщению начальника отдела механического оборудования и систем ГУ Морского регистра Л.Н.Парфенова, аммиачные холодильные установки всегда широко использовались на судах рыбной промышленности. К началу 70-х годов 90 % всех судов были оборудованы такими установками, на смену которым пришли фреоновые. А с начала 90-х годов в мире снова наметилась тенденция увеличения строительства судов с аммиачными холодильными установками.

Особенностью пищевой промышленности России всегда было наличие крупных плодоовощных, кондитерских, пивных, рыбных, мясо-молочных и других предприятий, которые сложились в доперестроечное время и отчасти даже дореволюционное. Создание этих предприятий обусловило применение крупного холодильного оборудования, которое, естественно, работало в основном на аммиаке.

На основании многолетнего опыта эксплуатации этих предприятий была разработана и в течение десятков лет проверена и откорректирована нормативная база технической эксплуатации холодильных комплексов на основе крупных аммиачных холодильных установок. Она создавалась головным ВНИИ холодильной промышленности и была оформлена как Правила безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установках. Эти Правила по существу явились техническим законом по эксплуатации аммиачных холодильных установок и адекватно отражали специфику техники безопасности на промышленных аммиачных холодильных установках в дополнение к Правилам котлонадзора. С течением времени были разработаны

новые Правила безопасной эксплуатации и новые Правила котлонадзора. Дополненные лицензионным пресом, они по существу поставили аммиачные холодильные станции на предприятия на грань остановки. В итоге оказалось, что в аммиачном цехе, где по старым Правилам котлонадзора, которые действовали десятки лет, все сосуды холодильных установок не регистрировались Госгортехнадзором, в настоящее время без разрешения этой организации нельзя осуществить даже следующие работы:

- заменить устаревшие компрессор, сосуд, вентиль, кран, прибор, трубопровод без проекта; проект должен быть согласован независимо от его объема и сложности с Госгортехнадзором, и проектант должен иметь лицензию;

- выполнить ремонт упомянутых элементов без специальной лицензии у ремонтника;

- проектант, взявшийся за проект замены какого-либо элемента аммиачной холодильной установки, автоматически обязан отвечать за безопасность всего комплекса;

- предприятия — изготовители аммиачного оборудования должны быть также лицензированы на право производства, проектно-конструкторские, ремонтные, пусконаладочные и монтажные работы;

- дополнительно требуются разрешения на применение всех элементов АХУ, вплоть до крана и вентиля  $D_v=6$ ;

Однако этот комплекс жесточайших мер не уменьшил числа аварий. Реальный способ обеспечения безопасности АХУ — это уменьшение количества аммиака в одной замкнутой системе при одновременном принятии ряда конструктивных мер, локализирующих возможный выброс аммиака.

Уменьшение количества аммиака в холодильной установке при сохранении заданной холодопроизводительности возможно при комп-

лексном подходе к этой задаче, включающем следующие меры:

- замену систем непосредственного кипения аммиака на системы с промежуточным хладагентом;

- децентрализацию холодооборудования при создании новых и реконструкции действующих холодильных установок;

- использование холодильных машин с малоемкими теплообменными аппаратами для охлаждения промежуточного теплоносителя;

- применение новых промежуточных хладагентов, нейтральных к металлам, экологически безопасных, имеющих низкую температуру замерзания и при этом незначительную вязкость;

- использование масел, растворимых в аммиаке;

- оборудование выпускаемых холодильных машин устройствами и средствами автоматики, позволяющими локализовать аммиак в случае разгерметизации холодильной машины.

АО «Промхолод» в сотрудничестве с различными организациями активно проводит в жизнь вышеназванные меры.

В 1996 г. совместно с АО «Павлоградхиммаш» разработан ряд пластинчатых конденсаторов, испарителей и маслоохладителей и созданы их опытные образцы.

Разработана схема обвязки пластинчатых аппаратов с автоматизированным выпуском масла из испарителя. В настоящее время создаются опытные образцы испарителей с внутритрубным кипением аммиака, емкость которых по аммиаку сравнима с емкостью пластинчатых. Такого типа аппараты могут производиться на наших предприятиях и при более низкой стоимости составят конкуренцию пластинчатым.

Невозможно говорить о применении малоемких аммиачных машин без решения вопроса о промежуточном хладагенте.

Известно, что пластинчатые аппараты из нержавеющей

стали непригодны для работы на широко распространенных хладагентах — водных растворах хлористого кальция и натрия. Применение же в качестве хладагента этиленгликоля создает новую опасность. В справочнике «Химические агенты ФРГ-2000» указана токсичность различных веществ в  $\text{LD}_{50}$  (летальная доза в граммах на 1 кг массы, при которой 50 % живых существ погибает). Этот показатель составляет для метилового спирта 0,14 г; этилового спирта — 7,0 г; глицерина — 12,6 г; этиленгликоля — 0,79 г; соли поваренной (хлористого натрия) — 3,0 г; хлористого кальция — 1,0 г; поташа ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) — 1,8 г. Из приведенных данных видно, что этиленгликоль по токсичности находится на втором месте после метилового спирта.

До последнего времени разработка новых хладагентов велась очень вяло. Нам удалось привлечь к этой проблеме видного химика лауреата Государственной премии, д-ра хим. наук, проф. В.П.Баранника. Совместно с ним разработаны экологически чистые хладагенты «Экосол-10», «Экосол-20», «Экосол-40» и «Экосол-65» на основе этилкарбита (цифра соответствует температуре замерзания в градусах Цельсия).

Экосолы имеют более высокую, чем у известных хладагентов, теплоемкость [для сравнения: теплоемкость этиленгликоля 3,26 кДж/(кг·К), а «Экосола-40» 4,434 кДж/(кг·К)] и более низкую вязкость. Так, при температуре  $-20^\circ\text{C}$  вязкость этиленгликоля составляет  $11,7 \cdot 10^4$  Па·с, хлористого кальция —  $90 \cdot 10^4$  Па·с, а «Экосола-65» —  $80 \cdot 10^4$  Па·с, что обуславливает меньшие гидравлические потери при циркуляции.

Экосолы — химически нейтральные вещества, нетоксичны и не взаимодействуют с черными и цветными металлами, с нержавеющей сталью и резиной. Стоимость экосола, несмотря на ограниченное его производ-

ство, этиленгликоля водостойкий, не требует обслуживания. Импорт этиленгликоля не требуется.

В настоящее время разрабатываются гамма-излучатели для дозиметрических исследований этих хладагентов.

Аммиачные холодильники не требуют специального обслуживания, не требуют специального обслуживания.

При эксплуатации этиленгликоля требуется специальное обслуживание.

**НО**  
**СПРА**

«Оборудование для кондиционирования»  
Автор: В.П.Баранник  
(Изда)

Справочник по функционированию куумно-шланговых типов, бортовых кондиционеров. Прилагается.

**УЧЕБ**

«Диагностика»  
Автор: В.П.Баранник  
(Изда)

Приложение к пресс-релизу о безопасности дозы э...  
Расчет...  
ности...  
нос и д...  
практи...  
В пр...  
ров за...  
СОРЕ

**УЧЕБ**

«Диагностика»  
Автор: В.П.Баранник  
(Изда)

Расчет...  
лите...  
терист...  
собы э...  
исправ

**По в**

ство, несколько ниже, чем этиленгликоля, а при производстве больших объемов будет значительно уменьшена. Имеющиеся производственные мощности позволяют выпускать экосолы в необходимых объемах.

В настоящее время нами разработана также новая гамма дешевых хладоносителей. Однако считаем, что до проведения всесторонних исследований и промышленных испытаний заявлять об этих хладоносителях преждевременно.

Аммиак не растворяет минеральные масла. Масляная пленка в теплообменных аппаратах значительно уменьшает коэффициент теплопередачи, что увеличивает потребление электроэнергии на 12...20 %.

Применение масла, растворимого в аммиаке, позволяет полностью устранить термическое сопротивление, обусловленное мас-

ляной пленкой [коэффициент теплоотдачи со стороны аммиака в этом случае увеличивается с 600...800 до 910 Вт/(м<sup>2</sup>·К)], уменьшить размеры аппаратов и аммиакоемкость машины.

В результате совместной работы Института нефтехимии АН Украины, Украинского отделения МАХ и АО «Промхолод» синтезирован и запатентован в 1997 г. ряд масел, растворимых в аммиаке. Опытные образцы этих масел, прошедшие всесторонние исследования, ждут стендовых и промышленных испытаний.

Если до 50-х годов прошлого столетия автоматизация холодильных машин была минимальной и управление было в основном ручным, то сейчас холодильная техника оснащается высоконадежными микропроцессорными устройствами, сигнализирующими о любых аварийных ситуациях и предотвращающими их.

Нашим предприятием производятся микропроцессорные блоки управления холодильными машинами. Решение вопроса автоматизации АХУ тесно связано с созданием и производством надежных соленоидных вентилях. Такие вентили выпускает наше предприятие совместно с ЦКБ Арматуростроения (Киев).

Перечисленные выше новые технические решения воплощены в конструкторской документации на ряд холодильных машин производительностью от 10 до 1500 кВт.

Следующий шаг в обеспечении безопасности АХУ – выпуск малоаммиакоемких холодильных машин в контейнерах с системой локализации возможной утечки аммиака.

Уже сегодня в нашей стране можно производить практически совершенно безопасное аммиачное оборудо-

вание и, сократив импорт холодильного оборудования, начать экспорт холодильной техники.

Однако для этого необходимо технические усилия дополнить следующими организационными мероприятиями.

- Признать аммиак основным холодильным агентом, на применение которого ориентировать производителей холодильных машин, проектные организации, потребителей холода.

- Расширить диапазон использования аммиака в сторону малых и мелких холодильных машин.

- Внести изменения и дополнения в Правила устройства и безопасной эксплуатации АХУ с целью введения их четкой градации по количеству используемого аммиака и выведения малоемких аммиачных машин из-под контроля Госгортехнадзора.

## НОВЫЕ КНИГИ

### СПРАВОЧНИК

**«Оборудование, приборы и технические средства для сервисного обслуживания холодильных установок и систем кондиционирования воздуха».**

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин

(Издательство «Узорочье», объем 267 с., тираж 2500 экз.)

Справочник содержит подробную информацию о принципах устройства и функционирования оборудования, приборов и технических средств (вакуумно-зарядных станций и цилиндров, вакуумных насосов, зарядных шлангов, манометрических коллекторов, вентилях, течеискателей всех типов, установок для сбора и рекуперации хладагента, измерительных приборов и для сервисного обслуживания холодильных установок и систем кондиционирования воздуха).

Приведены технические характеристики оборудования и приборов, правила обслуживания, возможные неисправности и порядок их устранения.

### УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**«Диагностика работы малых холодильных компрессоров»**

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин

(Издательство «Узорочье», объем 201 с., тираж 1500 экз.)

Приведены классификация и характеристики малых холодильных компрессоров, методы регулирования их холодопроизводительности, особенности пуска, способы устранения влажного хода, влияние давления и дозы заправки хладагента на режим работы.

Рассмотрены причины снижения холодопроизводительности и мощности компрессоров, особенности эксплуатации системы смазки, износ и дефекты компрессоров. Приведен анализ неисправностей и даны практические рекомендации по их устранению.

В приложение включены технические характеристики компрессоров зарубежных фирм TECUMSEH EUROPE, MANEUROP, BITZER, COPELAND и др.

### УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**«Диагностика работы дросселирующих устройств малых холодильных установок»**

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин, В.Н.Кулагин и др.

Издательство «Узорочье», объем 124 с., тираж 1500 экз.)

Рассмотрен принцип работы терморегулирующих вентилях, распределителей жидкости и капиллярных трубок. Приведены технические характеристики, методика подбора и расчета дросселирующих устройств, способы заправки термобаллонов и их монтажа. Даны подробный анализ неисправностей дросселирующих устройств и методы их устранения.

### СПРАВОЧНИК

**«Бытовые холодильники и морозильники»**

Авторы: Б.С.Бабакин, В.А.Выгодин

(Издательство «Колос», объем 50 печ.л.)

- В справочнике кратко изложены физические основы получения искусственного холода. Рассмотрены отечественные и зарубежные озонобезопасные хладагенты, их эколого-энергетические показатели, холодильные масла, теплоизоляционные материалы, применяемые и предлагаемые к использованию в бытовой холодильной технике.

- Приведены технические характеристики компрессионных, абсорбционных и термоэлектрических бытовых холодильников и морозильников (более 250 типов), их классификация и параметрический ряд.

- Рассмотрены основные (компрессоры, испарители, конденсаторы, капиллярные трубки) и вспомогательные элементы, приборы автоматики (пускозащитные реле, отечественные и импортные терморегуляторы, электрооборудование холодильников и морозильников).

- Приведены технические характеристики холодильных компрессоров отечественных и зарубежных фирм.

- Значительное место уделено зарубежной бытовой холодильной технике, показано ее положение на мировом и отечественном рынках. Приведены энергетические и технические характеристики бытовых холодильников и морозильников ведущих фирм.

- Рассмотрены техническая эксплуатация, дефектация, демонтаж, монтаж и ремонт современной бытовой холодильной техники. Приведены возможные неисправности, причины возникновения и способы их устранения. Подробно изложены вопросы организации ремонта холодильников и морозильников.

- Описано оборудование, приборы и средства для диагностики и ремонта бытовой холодильной техники.

Справочник предназначен для специалистов по обслуживанию и ремонту бытовой холодильной техники. Рекомендуются в качестве учебного пособия для студентов вузов соответствующих специальностей и может служить практическим пособием для широкого круга читателей.

По вопросам приобретения справочника обращаться по телефонам: (095) 277-03-43, 277-07-22, 207-35-72