

Использование аммиака в качестве хладагента и оценка при этом рисков

Среди хладагентов, имеющих прекрасные термодинамические свойства и многочисленные экологические преимущества, особое место занимает аммиак.

Он является единственным хладагентом, который не входит в группу галоид углеводородов, используемых в настоящее время в больших количествах. Аммиак ядовит, несколько огнеопасен и, при некоторых условиях, является взрывчатым веществом, но из-за превосходных тепловых характеристик это доминирующий хладагент в области производства продуктов. У аммиака наиболее высокая удельная холодопроизводительность.

Он один из немногих, который обладает характерным резким запахом. Однако именно запах и является большим преимуществом, поскольку он позволяет сразу же распознать и устранить небольшие протекания. Другие хладагенты очень опасны по причине отсутствия запаха.

Проведенный нами анализ, основанный на известных случаях, причиной которых стал аммиак, показал, что вероятность высвобождения вещества, которое может привести к материальному или физическому вреду, является незначительной. Как это часто бывает, достаточно трудно собрать большое количество данных об утечке аммиака, о несчастных случаях в химической промышленности и

сельском хозяйстве, а также о поломке холодильных установок, и та информация, что есть, почти не дает возможности квалифицированно оценить риски [1,2].

Смертельные случаи в результате утечек аммиака известны, однако если вспом-

нить, сколько их происходит вследствие использования других многочисленных систем, то можно увидеть, что в холодильной отрасли они сравнительно редки [1,2].

При проведении исследований были приняты во внимание только смертельные случаи, связанные с холодильными системами. На основе данных установлено, что годовой уровень смертности составляет менее двух на 10 млрд человек в год.

Исследование несчастных случаев, связанных с высвобождением аммиака, показали, что не пострадал ни один человек, который был вне так называемой мертвой зоны системы. Лица, получившие повреждения или погибли в результате этого, находились в непосредственной близости от места утечки аммиака и, как правило, работали с системой.

Повреждений можно избежать: для этого стоит лишь надеть защитный костюм, перчатки, защитную маску на лицо и респиратор с фильтром.

Отсутствие надлежащих знаний у большинства людей является причиной негативного отношения к аммиаку. Это незнание, к сожалению, распространено в промышленности, где используются холодильные установки, поскольку 95% работников занимаются другими техническими решениями.

Многие учреждения и проектировщики не знакомы с предписаниями по аммиаку и рассматривают его применение как опасную альтернативу. Европейская директива по использованию напорных резервуаров, директива о машинах и установках и соответству-



ющие национальные предписания различных стран, а также современные стандарты по технике безопасности дают возможность изготавливать и эксплуатировать безопасные и надежные аммиачные системы.

Аммиак порой обозначают как яд. Но согласно научным определениям, вещество является ядовитым, если оно в очень малой дозе может нанести значительный ущерб или привести к гибели живых организмов. Аммиак — это единственный хладагент, который предостерегает своим запахом, к тому же еще задолго до того, как его концентрация станет опасной. Минимальная концентрация, при которой люди воспринимают аммиак, составляет 4-20 ppm. Жизни же человека грозит концентрация от 700 до 1000 ppm в зависимости от продолжительности воздействия.

Нормативная методика прогнозирования последствий химического поражения разработана. На первый взгляд, она достаточно аргументирована, учитывает необходимые причинно-следственные связи. Разлив аммиака рассматривается как «свободный» или «разлив в поддон», если поверхность разлива предварительно обвалована. Далее в зависимости от метеоусловий из таблиц берутся значения глубины зоны распространения аммиачно-воздушного облака с поправками на наличие городской застройки, а также ширины этой зоны, исчисляется площадь зоны возможного химического загрязнения. Вместе с тем считается (выходит из расчетных соотношений), что вся эта зона покрывается облаком аммиачно-воздушной смеси в течение нескольких минут после аварии, а освобождается от загрязнения в течение одного часа и более. Эти результаты полностью расходятся с известными показателями скорости формирования аммиачно-воздушного облака, его распространением в атмосфере или на ландшафте, а тем более времени его пребывания на ландшафте [1,2].

Последствиями воздействия химического фактора поражения являются ожоги кожи,

глаз, легких, отравление аммиаком и т.п., доля же пострадавших не будет превышать 50% населения. Когда количество населения в зоне загрязнения составляет 10375 человек, то в случае аварии холодильной установки пострадает 519 человек, а структура возможных поражений выглядит по Методике прогнозирования последствий воздействия (выброса) опасных химических веществ при авариях на промышленных авариях и транспорте так: легкие поражения (25%) — 130 человек; поражения средней тяжести (40%) — 208 человек; поражения со смертельным исходом (35%) — 181 человек.

Очевидно, что такая методика не дает объективного прогноза, не соответствует современному уровню решения проблемы распространения загрязняющих веществ в атмосфере или на ландшафтах, расходится с общепринятой методикой вероятности аварийных ситуаций и их последствий.

Решение задач моделирования процесса распространения аммиачно-воздушного облака в атмосфере в различных ее состояниях, оценка на этой основе вероятности тех или иных концентраций по расстояниям и высотам конкретных ландшафтов является частью более широкой проблемы разработки научно обоснованных методик создания и практического использования декларации безопасности новых и действующих аммиачных охлаждающих систем.

Аммиак можно классифицировать и как взрывоопасный. В количественном отношении взрыв возможен в случае распространения пламени на скорости нескольких метров в секунду. Сгорая, аммиак выделяет незначительное количество энергии, в несколько раз меньше, чем углеводороды.



Согласно ISO817, скорость распространения пламени от горящего аммиака также невелика — 8 см/с.

Газ самовоспламеняется при температуре выше 651 °С, в соответствии с ISO817 и ASHRAE 34, он относится к группе В2 (трудно воспламеняющийся). Диапазон воспламеняемости составляет в среднем от 15 до 28% и, в зависимости от методов тестирования, доходит до 33%. Аммиак может гореть только в закрытых помещениях. На открытой территории это может произойти лишь при очень благоприятных условиях. Поэтому в случае применения под открытым небом аммиак

классифицируется как негорючий.

Для того, чтобы аммиак загорелся, необходим источник возгорания с минимальной энергией в 680 МДж. По сравнению с другими горючими субстанциями этот показатель достаточно существенный. Минимальная энергия воспламенения

метана, этана и пропана составляет 0,21–0,26 МДж, а для газообразного водорода достаточно 0,02 МДж.

Запах аммиака скрыть нельзя, и средства массовой информации непременно донесут такие случаи до широкой общественности. Но в случаях масштабных выбросов расстояние, на котором запах аммиака могут воспринимать органы чувств при неблагоприятных погодных условиях и холодном климате, составляет несколько километров.

Возникновение и дальнейшее развитие аварийной ситуации во время работы холодильной установки могут быть следствием ослабления внимания оператора-машиниста к выполнению своих обязанностей (человеческий фактор), а также случайные факторы, связанные с надежностью работы приборов защитной автоматики, наличием термомеханических, коррозионных повреждений в

трубопроводах, корпусах оборудования, случайным прекращением электроснабжения отдельных элементов установки: водяных насосов, градирен, приборов защитной автоматики или их поломки.

Ослабление внимания обслуживающего персонала может возникнуть не только за счет проявления халатного отношения к работе.

Возникновение аварийной ситуации во время работы аммиачной холодильной установки можно считать отклонением от номинальных количественных значений ряда параметров (температуры, давления, расхода аммиака, воды, масла), характеризующие ее номинальную работу.

Замечательные свойства аммиака как холодильного агента, благодаря чему его часто используют в больших промышленных установках, порождают уверенность в его применении в будущем. В некоторых случаях хорошей альтернативой аммиаку может стать диоксид углерода, поскольку с точки зрения безопасности с ним проще работать.

Следовательно, статистические данные по смертельным случаям, вызванным высвобождением аммиака, можно использовать для того, чтобы оценить количество случаев, когда ущерб не причинен.

Эти данные необходимо использовать при оценке степени риска аммиачных холодильных систем.

В отношении всех промышленных систем можно сделать следующие выводы:

- ни одна техническая установка не может быть полностью безопасной;
- ни один технологический процесс не может быть безопасным;
- никто не может абсолютно правильно и безошибочно действовать во всех ситуациях.

Если в ходе сооружения и эксплуатации аммиачных установок были соблюдены все предписания и стандарты, а оператор должным образом учитывает возможную опасность или риски, то можно констатировать, что аммиак как хладагент безопасен для окружающей среды и здоровья человека; он является эф-



фективным рабочим телом холодильных установок. Последнее выгодно отличает его среди других вариантов, которые могут заинтересовать потенциального пользователя.

Функционирование холодильников и охлаждающих систем с большой вместимостью хладагента требует повышенного внимания к эксплуатации таких объектов. Сегодня на этих объектах происходит постоянное обучение обслуживающего персонала «Правил безопасной эксплуатации ...», разработка «Плана ликвидации аварийных ситуаций» для каждого предприятия, периодическое обучение персонала в соответствии с «Планом ликвидации аварийных ситуаций» и много чего еще.

Но этого слишком мало, необходимо постепенно совершенствовать охлаждающие системы, чтобы уменьшить влияние человеческого фактора как наиболее ненадежного. Поэтому рассмотренные некоторые научно-технические проблемы, противоречия различных методик и нормативных документов потребуют дальнейшего исследования и решения [3].

В нашей работе не проанализированы многие другие аспекты безопасности аммиачных охлаждающих систем, в частности относительно механизмов горения смесей на основе аммиака, действия других факторов поражения в случае возникновения аварий.

Очень важно детально проанализировать случай, когда аммиакоемкость системы меньше 50 кг.

Здесь внимание необходимо сосредоточить на обеспечении надежной поддержки режимных параметров процессов холодильного обработки и хранения пищевого сырья и продуктов, решении связанных с этим

проблем продовольственной безопасности. Поскольку даже если авария не вызовет тяжелых последствий, связанных с потерей здоровья людей, потери пищевого сырья и продуктов неизбежны. Не в меньшей степени эти проблемы актуальны для предприятий с масштабным промышленным производством холода, которые используют хладагент отличный от аммиака.

Таким образом, техногенную, продовольственную и технологическую безопасность должно обеспечить решение ряда общих научно-технических задач.

Научно обоснованные, прозрачные методики декларирования безопасности холодильных систем, холодильников для хранения пищевого сырья и продуктов надо практически использовать как минимум в трех случаях: на стадии проектирования; на стадии запуска в эксплуатацию новой холодильной системы (с новыми техническими решениями, с конкретным перечнем использованных при строительстве и монтаже материалов, оборудования, приборов); при периодической экспертизе действующих систем, которые являются старыми и потенциально опасными объектами. В определенной степени содержание таких методик должно быть известно обществу, вызвать у него доверие, а не ощущение псевдокомпетентной опасности.

М.М. Зацерклянный, Т.Б. Столевич

Одесский национальный
политехнический университет

А.М. Зацерклянный

Государственное предприятие
«Украинский научно-исследовательский
институт медицины транспорта

Список литературы

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учебн. пособ. в 6-ти кн. / под ред. В.А. Котляревского и А.В. Забегаяева. – М.: АСВ, 2001. – 200 с.
2. Беляев, Н.Н., Защита атмосферы от загрязнений при миграции токсических веществ / Н.Н. Беляев, В.М. Лисняк. – Донецк: Инновация, 2006. – 150 с. 61
3. Заказнов, В.Ф. Распространение аммиака при разгерметизации аммиакопровода, емкостей / В.Ф. Заказнов, Л.А. Куршева // Исследования и разработки по созданию магистральных аммиакопроводов и складов жидкого аммиака: Тр. ГИАН. – М., 1985. — С. 57.