

Д. В. ТАРАДУДА

Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ С АММИАЧНЫМИ ХОЛОДИЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

В статье рассмотрены примеры чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах с аммиачными холодильными установками, проанализированы причины их возникновения, а также определены направления обеспечения безопасности таких объектов.

Постановка проблемы. Тенденция роста тяжести последствий чрезвычайных ситуаций на химически-опасных объектах заставляет рассматривать их как серьезную угрозу безопасности общества и окружающей среды. Поэтому предотвращение чрезвычайных ситуаций на таких объектах и в том числе на объектах с аммиачными холодильными установками, ликвидация их последствий, максимальное снижение масштабов потерь и убытков, является общегосударственной проблемой и одной из важнейших задач органов исполнительной власти и управления всех уровней.

Анализ последних исследований и публикаций. Проведенный анализ публикаций в данной сфере показал, что проблема обеспечения безопасности химически-опасных объектов с аммиачными холодильными установками является актуальной для стран со слаборазвитой экономикой (авторство более 75% проанализированных публикаций [1-16] принадлежит специалистам Украины и других стран СНГ).

Постановка задачи и ее решение. Одним из первых этапов предотвращения чрезвычайных ситуаций на химически-опасных объектах с аммиачными холодильными установками является анализ их особенностей и причин возникновения.

В связи с этим рассмотрим некоторые из них.

В США за период 1982-2008 гг. 72% всех зарегистрированных аварий с выбросом химически опасных веществ, произошли в результате разгерметизации холодильных установок и выхода в атмосферу аммиака [17]. Так, например:

– 15 августа 1982, Мэдисон. Утечка аммиака из холодильного агрегата оптового продовольственного склада. Облако распространилась на несколько кварталов прежде, чем пожарным удалось остановить утечку, почти через 3 часа после его начала. Два пожарных были госпитализированы;

– 8 июля 1985, Клинтон. Отказ углового шва компрессора аммиачной холодильной установки привел к выходу значительного количества газообразного аммиака в помещение компрессорной, после чего произошел взрыв. В результате взрыва травмированы 8 человек, нанесены значительные повреждения промышленным зданиям;

– 1992 год, Денвер. Разрыв аммиакопровода холодильной установки мясокомбината. После обнаружения утечки персонал были эвакуированы, но через короткое время произошел взрыв, вызвавший большие повреждения зданий;

– 24 марта 2008, Буневиль. Взрыв на мясоперерабатывающем заводе Cargill Meat Solutions из-за утечки аммиака стал причиной эвакуации 180 местных жителей. После взрыва на заводе загорелась емкость, в которой находилось около 40 тонн безводного аммиака. Пожарные приняли решение не тушить огонь, а дожидаться, когда емкость полностью выгорит. В результате аварии никто не пострадал [18].

Анализ аварий на объектах с аммиачными холодильными установками в США показал, что 96% из них можно было бы предотвратить путем повышения профессиональной подготовки операторов и усиления контроля над объектом.

Негативный опыт применения аммиачных холодильных установок на крупных промышленных объектах имеют и некоторые европейские страны, так например:

– 19 марта 1970, Оулу, Финляндия. Разгерметизация воздухоохладителя одной из холодильных камер привела к взрыву. В результате аварии нанесен значительный ущерб зданиям объекта и прилегающим территориям. Утечка аммиака из воздухоохладителя произошла в результате разрыва сварного шва его стенок. Причинами чрезвычайной ситуации могли стать: неправильный выбор материала, который использовался в подготовке к сварке и не соблюдение технологии термообработки;

– октября 1986, Франция. На мясокомбинате произошла утечка аммиака из холодильной установки. Разгерметизация произошла в компрессорном помещении и облако вещества через вентиляционные отверстия быстро распространилось в окружающую среду. Администрация и персонал объекта были эвакуированы, но при ликвидации чрезвычайной ситуации погиб один пожарный;

– апреля 1989, Германия. Во время планового технического обслуживания холодильного агрегата произошла разгерметизация. Утечка аммиака была обнаружена на фланце после открытия клапана со стороны воздухоохладителя. Операторам, проводившим техническое обслуживание не удалось самостоятельно ликвидировать утечку из-за низкой видимости. Функционирование завода было остановлено, а персонал срочно эвакуирован;

– 29 апреля 1999, Уэльс, Великобритания. Примерно 400 кг аммиака вылилось из блока охлаждения холодильной установки. Вещество попало в местную реку. В результате чрезвычайной ситуации погибло более 55% речной фауны. Авария показала несовершенство проектирования тогдашних планов дренажа, а также слабую осведомленность операторов установки, относительно потенциальных рисков для окружающей среды.

В России ежегодно происходит несколько тысяч аварий в химической отрасли. В период 2000-2010 гг. В России на потенциально опасных объектах было зарегистрировано несколько десятков аварий с выбросом аммиака из холодильных установок. В результате аварий пострадало около 70 человек и около 10 – погибло. Некоторые из них приведены ниже:

– 27 августа 2002, ООО «Опилки». Разгерметизация технологической системы аммиачной холодильной установки, выброс 1000 кг аммиака. Причина аварии – пожар, возникший при повреждении электрического кабеля и коротком замыкании. В результате аварии 3 человека погибли, 6 – получили повреждения;

– 7 июня 2007, рыбный порт Петропавловск-Камчатский. Авария на морозильной установке траулера «Кое Мару». В результате аварии 2000 кг аммиака попали в атмосферу, 1 человек погиб, 6 – получили повреждения;

– 16 февраля 2009, г. Москва. Утечка 10 кг аммиака на мясокомбинате во время планового размораживания холодильной камеры. Причина аварии – нарушение технологического процесса и не профессиональные действия оператора. В результате аварии пострадало 12 человек.

Анализ аварий произошедших на химически-опасных объектах с аммиачными холодильными установками на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности, показал, что основными техническими причинами являются (рис. 1):

- гидравлические удары в компрессорах;
- высокое давление;
- высокая температура;

- утечка аммиака по другим причинам, помимо гидравлических ударов, высоких давлений и температур;
- особые случаи.

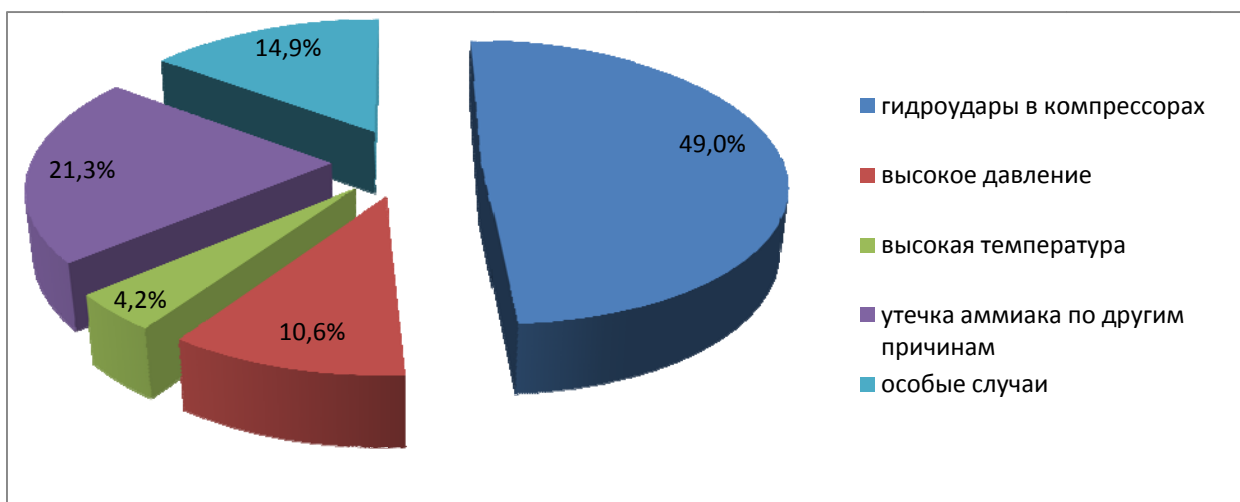


Рис. 1. Основные технические причины аварий на объектах с аммиачными холодильными установками.

К причинам возникновения крупных аварий с выбросом аммиака можно отнести: отказ основного и резервного электроснабжения; возгорания теплоизоляции; промерзания почвы и ее вспучивание, что приводит к разрушению строительных конструкций; неудовлетворительное техническое состояние элементов холодильной установки [19].

Рассмотрим подробнее основные причины аварий.

Гидроудары в компрессорах первой степени происходили при эксплуатации как схем непосредственного охлаждения (насосно-циркуляционных и безнасосных), так и схем с промежуточным хладоносителем. Наиболее частые гидроудары в компрессорах первой ступени которые работали в безнасосных системах охлаждения. Как показывает опыт эксплуатации систем охлаждения такого типа, их безопасная работа не может быть обеспечена без коренной модернизации.

Аварии при эксплуатации насосно-циркуляционных систем охлаждения более редки. Очень важное значение для насосно-циркуляционных систем охлаждения имеет не только правильный выбор емкости циркуляционных ресиверов, но и правильное взаимное расположение ресивера и аммиачного насоса гарантирует устойчивую работу последнего, так как в противном случае эксплуатация установки связана с возникновением аварийных ситуаций. В системах охлаждения с промежуточным хладоносителем колебания нагрузки не вызывают резких изменений условий работы холодильной установки. Несмотря на это, аварии в системах охлаждения с промежуточным хладоносителем также не являются редкими и происходили из-за переполнения испарителей при ручной поддержке в них уровня жидкого аммиака.

Следует отметить ряд причин гидроударов в компрессорах, которые присущи как системам непосредственного охлаждения, так и с промежуточным хладоносителем: подавляющее большинство гидроударов в компрессорах первой ступени возникло из-за отсутствия или неработоспособности аварийных реле уровня; ручная регулировка уровня жидкого аммиака в емкостях (аппаратах) холодильных установок часто приводило к их переполнению и, как следствие, к авариям; неправильный пуск компрессоров после длительной остановки без дренажа всасывающих и нагнетательных магистралей от возможного скопления жидкого аммиака, масла, а также быстрое открытие всасывающего

клапана компрессора; ошибочные действия обслуживающего персонала при подключении дополнительной тепловой нагрузки.

Ряд обстоятельств, способствующих превращению опасных режимов работы установки в аварии: отсутствие на двери машинного отделения аварийных кнопок, при возникновении стука в компрессорах не позволяет своевременно их выключать, а заставляет машинистов делать это в непосредственной близости от компрессора, который работает в аварийном режиме; низкий уровень осведомленности обслуживающего персонала правильным действиям в аварийных ситуациях, приводит к ошибочным действиям, которые ухудшают аварийную ситуацию.

Аварии в результате гидроудара в компрессоре второй ступени более редки. Аварии такого типа происходили, в основном, из-за переполнения промсосудов при ручном регулировании в них уровня жидкого аммиака и отсутствия или неработоспособности установленных на них аварийных реле уровня. Гидроудары в компрессорах второй ступени происходили также при запуске машин в работу из-за попадания в цилиндры компрессора жидкого аммиака, который сконденсировался в нагнетательной магистрали при длительной остановке. При этом жидкий аммиака мог попадать в цилиндры компрессора, как через нагнетательную магистраль, так и через линию всасывания.

Аварии из-за высокого давления происходили обычно при запуске компрессора в работу с открытым нагнетательным вентилем. Аварии случались также при работе компрессора, когда, не снижая давление в его картере до атмосферного, проводят вскрытие аппарата.

Аварии оборудования из-за высокой температуры очень редки. Они происходили при работе компрессора без подачи необходимого количества воды в охлаждающую рубашку компрессора и на конденсатор.

Утечки аммиака по другим причинам происходили, в основном, из охлаждающих устройств (при оттаивании снеговой шубы), из систем трубопроводов, а также из арматуры. Главными причинами аварий были: отсутствие исполнительной документации на ремонтные работы системы трубопроводов; бесконтрольное проведение и организация работ повышенной опасности; допуск к работе непроинструктованных лиц; необеспечение их средствами индивидуальной защиты; серьезные недостатки в организации работы. На практике были случаи спуска масла из систем аммиачной холодильной установки, минуя маслосборники, что приводило к прорыву аммиака из системы и к аварии.

Выводы. Исходя из результатов анализа особенностей чрезвычайных ситуаций на химически-опасных объектах с аммиачными холодильными установками, можно сделать вывод, что для повышения безопасности их эксплуатации необходимо создание эффективной методики предупреждения чрезвычайных ситуаций на таких объектах. Методика должна включать анализ объектов контроля применяя показатели опасности, которые в общем виде можно представить в следующих блоках:

– *блок показателей технической надежности* – вероятности отказа технологического оборудования в результате изношенности производственных фондов, вероятности отказа технических средств контроля параметров технологического процесса и систем предупреждения возникновения аварий и другие показатели, которые включают особенности технологического процесса;

– *блок показателей воздействия субъекта* – количественная оценка возможности допущения ошибок обслуживающим персоналом, связанных с отсутствием опыта, профессиональным «выгоранием» и несовершенством режима труда, приводящие к возникновению аварий на объекте контроля;

– блок показателей внешнего воздействия – вероятность возникновения чрезвычайной ситуации в результате каскадного развития аварии на соседнем объекте; аварии на объектах энергетики и водоснабжения, которые могут негативно повлиять на штатное протекания технологического процесса; количественная оценка возможности совершения террористического акта, возникновения других внешних факторов природного и антропогенного характера, оказывающих негативное влияние на безопасность объекта контроля.

1. Абрамов Ю.О. Аналіз хімічно небезпечного стану регіонів України / Ю.О.Абрамов, В.В.Тютюник, Р.І.Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2006. – № 4. – С. 16 - 29.

2. Абрамов Ю.О. Моделювання процесу виникнення техногенної аварії на об'єктах підвищеної небезпеки нафтогазової промисловості / Ю.О. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2006. – №3. – С. 5-18.

3. Бахвалов О.А. Основные причины аварий при эксплуатации аммиачных холодильных систем / О. А. Бахвалов // Холодильная техника. – 2001. № 7. – С. 11 – 12.

4. Бегун В.В. Задача определения текущего риска объекта повышенной опасности / В.В. Бегун // Математичні машини і системи. – 2011. – №1 – С. 120-126.

5. Ветошкин А.Г. Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности / А.Г. Ветошкин, Г.П. Разживина. – Пенза: Пенз. госуд. архит.-строит. академия, 2002. –172 с.

6. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск / А.Г.Ветошкин – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 155 с.: ил., 24 библиогр.

7. Исаков С.Л. Об оценке риска пожарной опасности / С.Л. Исаков, А.В. Кондрашина // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2007. № 3-4. – С. 33-38.

8. Кірючкін О.Ю. Оцінка багатокритеріальної методики аналізу хімічно небезпечного стану об'єктів та регіонів України / О.Ю. Кірючкін, М.М. Мурін, В.В. Тютюник, Р.І. Шевченко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2007. – №6. – С. 62-73.

9. Коврегін В.В., формування методологічних підходів до визначення коефіцієнтів безпеки основних елементів аміачної холодильної установки за критерієм «вплив суб'єкта» / В.В. Коврегін, Д.В. Тарадуда, Р.І. Шевченко // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. – 2011. – № 1(27). – С. 233-236.

10. Колодкин В.М., Количественная оценка риска химических аварий / Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. / Под ред. Колодкина В.М. – Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2001 – 228 с. ISBN 5-7029-0260-2

11. Кунин П.П. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда / П.П. Кунин, В.Л. Лапин. – М.: Высшая школа, 2002. – 327 с.

12. Лифар В.О. Моделі надзвичайних ситуацій та метод оцінки техногенного ризику в автоматизованій системі забезпечення безпеки виробництва: дис. ... кандидата техн. наук: 05.13.06 / Лифар Володимир Олексійович. – Х., 2007. – 278 с.

13. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки // Офіційний вісник України від 10.01.2003. – 2002. – № 52. – С. 233. Стаття 2420.

14. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів // Офіційний вісник України від 05.04.2006. – 2006. – №12/№14. – С. 391-398.

15. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте : РД 52.04.253-90 – [Вступил в действие с 1990-07-01]. – Санкт-Петербург. 1990. – 13 с. — (Руководящий документ).

16. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті // Офіційний вісник України від 27.04.2001. – 2001. – № 15. – С. 261. Стаття 681.

17. Accident Prevention and Response manual for Anhydrous Ammonia Refrigeration System Operators U.S. Environmental Protection Agency Region 7 March 2009 (Third Edition) EPA-907-B-06-001.

18. Сайт «РІА Новини» [Електронний ресурс] – 2008. – Режим доступу: <http://ria.ru/incidents/20080324/102031095.html#ixzz3YDo4CdSe>.

19. Аверин Г.В. Анализ опасностей аммиачных компрессорных установок методом построения «дерева отказов» / Г.В. Аверин, В.М. Москалец // Екологічна безпека. – 2008. – № 3-4. – С. 9-16.

Д. В. Тарадуда

ХАРАКТЕРИСТИКА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ З АМІАЧНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ

У статті розглянуті приклади надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах з аміачними холодильними установками, проаналізовані причини їх виникнення, а також визначено напрями забезпечення безпеки таких об'єктів.

D. V. Taraduda

CHARACTERISTIC OF EMERGENCY SITUATIONS AT POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS WITH THE AMMONIA REFRIGERATION UNITS

The article describes examples of emergencies at potentially dangerous facilities with ammonia refrigeration systems, analyzed their causes and the directions of the safety of such objects.