

Опыт декларирования безопасности на АП "Очаковский молочный завод"

А.А.АГАПОВ, С.М.ЛЫКОВ, А.С.ПЕЧЕРКИН (НТЦ "Промышленная безопасность"), В.А.ТРЕНИН (АП "Очаковский молочный завод")

Основные критерии, по которым холодильно-компрессорный цех Очаковского молочного завода попал в перечень декларируемых в 1994 г. объектов, — наличие опасного вещества — аммиака (30-35 т) и значительный срок работы холодильного оборудования (более 30 лет).

Сбор и анализ исходных данных

Разработка декларации безопасности проводилась НТЦ "Промышленная безопасность" совместно со специалистами завода. Сбор исходных данных, необходимых для составления разделов декларации безопасности, оказался на первом этапе наиболее проблематичной задачей. Дело в

том, что за более чем 30-летнюю эксплуатацию предприятия практически полностью утеряна проектная документация холодильно-компрессорного цеха. Цех претерпел несколько реконструкций, расширений, увеличений мощности, причем реконструкции проводились без надлежащей проектной проработки. Например, для увеличения количества компрессорного оборудования решили вынести часть аппаратов стороны нагнетания на наружную площадку. При этом ограниченность площадей для наружного размещения не позволила произвести оптимальную компоновку оборудования. Поэтому часть аппа-

ратов с наружной площадки демонтировали и разместили в помещениях соседних объектов. Все эти изменения не вносились в проектную документацию.

Кроме того, к началу разработки декларации безопасности на объекте отсутствовала часть необходимой эксплуатационной документации (регламент, план локализации аварийных ситуаций), а также исполнительная технологическая схема установки, не были оформлены схемы включения оборудования, утеряны паспорта на некоторое оборудование и т.д.

На следующем этапе работ проводился анализ имеющейся конструкторской, монтажной, наладочной, эксплуатационной и другой технической документации для получения данных об опасностях, связанных с месторасположением объекта, численности и размещении персонала цеха, соседних объектов и предприятий, применяемых опасных веществах и их количествах, технологиях, режимах работы оборудования, системах контроля, управления и противоаварийной защиты, техническом состоянии оборудования и ресурсе безопасной эксплуатации, авариях и неполадках, отклонениях от требований действующей нормативной документации по вопросам промышленной безопасности.

Состояние оборудования и строительных конструкций

После изучения и анализа технической документации были составлены исполнительная технологическая схема цеха, планы размещения оборудования, произведены расчеты количества обрабатываемого аммиака по стадиям и аппаратам, осмотрено и проанализировано фактическое состояние оборудования, трубопроводов, строительных конструкций. При этом учитывались результаты проведенных специализированными организациями обследований.

Необходимость обследования состояния бетонных конструкций перекрытий и их эксплуатационных качеств была вызвана тем, что машинный зал и конденсаторное отделение размещены над подвальным помещением, в котором находится аппаратное отделение (ресиверы, испарители, насосы и другое технологическое оборудование холодильной системы). Монолитность перекрытия и его целостность нарушались во время замены компрессорного оборудования и других реконструкций и расширений производства. Кроме того, вибрации машинного оборудования могут привести к обрушениям перекрытия и последующей аварии.

Результаты обследования показали, что несущая

способность перекрытия при статических нагрузках превышает возможные эксплуатационные нагрузки в 3,5 раза, при существующем расположении агрегатов и вибрационных воздействиях прочность перекрытия превышает эксплуатационные нагрузки в 5 раз. Вибрации перекрытия машинного зала и постаментов под оборудование являются допустимыми по условиям прочности и выносливости строительных конструкций для эксплуатации оборудования и воздействия на людей. Таким образом, сделан вывод о возможности безопасного функционирования объекта при данных объемно-планировочных решениях.

В соответствии с предписаниями Госгортехнадзора России в холодильно-компрессорном цехе в мае 1994 г. проведено диагностирование технического состояния аммиачных сосудов. При этом обнаружен недопустимый дефект в виде трещины 1,5 мм в одном из сосудов, который и был выведен из эксплуатации. Для остальных сосудов определен остаточный ресурс безопасной эксплуатации до мая 2002 г. Результаты диагностирования позволили сделать вывод о незначительной коррозии аммиачного оборудования при данных условиях работы (практически за 30-летнюю эксплуатацию сосудов утоньшения стенок не произошло и прочность не нарушена).

Анализ опасностей

Следующий этап работы — определение источников опасностей. Поскольку технологические процессы, связанные с холодоснабжением, не относятся к сложным химическим процессам (нет реакционных процессов, сложных химических превращений, отсутствуют эндо- и экзотермические реакции, нет образования побочных химических соединений, повышающих опасность процессов), то основное внимание уделялось общим и специфическим эксплуатационным опасностям.

Общие эксплуатационные опасности, связанные с коррозией, незначительны, так как аммиак не обладает сильными коррозионными свойствами по отношению к материалам аппаратов, трубопроводов и арматуры, установленных в холодильно-компрессорном цехе. Все материалы соответствуют проекту и условиям эксплуатации, материалы, не предусмотренные проектом, не применяются. Инциденты, связанные с отключением электроэнергии, опасности для возникновения крупной аварии не представляют, наоборот аварийная остановка оборудования предусматривает отключение электродвигателей от одной кнопки аварийной остановки. Следовательно,

но, опасность возникновения крупной аварии по этим причинам незначительна.

Специфические опасности связаны с возможным разрушением винтовых компрессоров. Причины — возможность повышения температуры нагнетания выше 150°C , присутствие большого количества воздуха в системе, недостаточное количество жидкого аммиака в системе испарения, недостаточное количество и высокая температура воды, подаваемой на конденсатор. Повышение температуры нагнетания по указанным причинам может привести к повышению давления и разрушению компрессора. Понижение температуры нагнетания ниже 70°C из-за неправильной регулировки, переполнения отделителя жидкости и циркуляционного ресивера может привести к гидравлическому удару и разрушению компрессора. Компрессоры могут разрушиться также из-за вибрации и отказов маслосистемы.

Винтовые компрессоры, установленные в цехе, имеют достаточно надежную защиту, поэтому вероятность возникновения крупной аварии по указанным причинам на данном компрессорном оборудовании незначительна.

Опасности, связанные со сливоналивными операциями при заполнении аммиаком холодильной системы, — потенциальный источник аварий из-за очень низкого уровня механизации и автоматизации, что может привести к различным ошибкам, вызывающим выбросы аммиака. На долю выбросов аммиака из автоцистерн приходится около 10 % всех выбросов. Опасности, связанные с отказами соединительных трубопроводов при заправке аммиаком холодильной системы, рассматривались с учетом того, что дозаправка системы производится из автоцистерны с периодичностью 1-2 раза в год в количестве 2-4 т. На заводе данной операции уделяется достаточно серьезное внимание, разработана специальная инструкция. Операция выполняется только под непосредственным руководством начальника цеха, разрешение на ее проведение дается только главным инженером завода при обязательной разработке дополнительных мер безопасности. При соблюдении такого порядка вероятность аварии мала.

На следующем этапе работ проведен анализ вероятности и оценены последствия отказов каждого из видов оборудования, входящего в состав холодильной системы (емкостного, теплообменного, насосного оборудования и трубопроводов). Нарушение режимов работы емкостного и теплообменного аммиачного оборудования может привести к их разрушению из-за переполнения,

повышения давления, механических повреждений и т.д. При оценке последствий учитывалось, что максимальная единичная вместимость сосуда 5 м^3 , при коэффициенте заполнения 50 %, расчетные давления и температуры сосудов значительно превышают рабочие параметры.

При оценке отказов, вызванных разрушением трубопроводов и приборов охлаждения, учитывалось, что трубопроводы эксплуатируются при сравнительно невысоких давлениях до $0,4\text{ МПа}$ (4 кгс/см^2), аммиак транспортируется при низких температурах, скорость процесса коррозии относительно невелика, трубопроводы расположены в помещениях и тоннелях, опасность механических повреждений незначительна, трубопроводов больших диаметров и большой протяженности в системе нет (наибольший диаметр жидкостных трубопроводов 50 мм, газовых 80—100 мм).

Отказы в работе аммиачных насосов могут привести к нарушению теплового режима в контуре циркуляции, переполнению отделителей жидкости и возможному попаданию жидкости на всас компрессора. Каждый рабочий насос имеет двойной резерв, поэтому при правильных действиях персонала вероятность возникновения аварии незначительна.

Отказы в работе насосов оборотной воды, ледяной воды, рассольных насосов также могут привести к нарушению режимов работы холодильной установки, но опасности возникновения крупной аварии с выбросом аммиака не несут. Отказы в работе испарителей ледяной воды скажутся только на деятельности цехов главного производственного корпуса, опасности возникновения крупной аварии не несут, так как их трубная часть, в которой находится аммиак, полностью погружена в воду, объем которой в десятки раз превышает объем аммиака, и при аварийной разгерметизации аммиак будет полностью растворен в воде.

На основании анализа отказов работы оборудования сделаны выводы о том, что наиболее опасные последствия возможны в результате отказов, связанных с разгерметизацией компрессорного, емкостного оборудования (ресиверов), и отказов при проведении операций по заполнению системы аммиаком.

Далее были проанализированы внешние опасности, которые могли бы стать причиной возникновения крупной аварии на декларируемом объекте, возможные пожары на соседних объектах, аварии на коммунально-энергетических сетях, смерч, ураган, попадание завода в зону хи-

мического заражения от токсичных веществ при возникновении аварий на соседних предприятиях, снежные заносы и понижение температуры воздуха. На основании анализа, с учетом месторасположения данного предприятия, сделан вывод, что внешние опасности могут вызвать остановку производства, но они не станут причиной нарушения герметичности аммиачной системы.

Для определения наиболее характерных причин возникновения аварий и путей их протекания проведен анализ аварий, происшедших на аналогичных объектах, так как крупных аварий с выбросом больших количеств аммиака и случаев отравления персонала аммиаком на Очаковском молочном заводе за более чем 30-летнюю эксплуатацию не было. Незначительные утечки аммиака из системы немедленно устранялись. Анализ показал, что случаев взрывов аммиака в холодильных системах не зафиксировано. Известны аварии, происшедшие из-за разрушения аппаратуры в результате гидравлических ударов. Попадание жидкости в цилиндры, вызывающее гидравлические удары, чаще всего связано с неисправностью приборов контроля уровня жидкости в отделителях на всасывающей стороне компрессоров, а также с другими нарушениями режима работы машин. Такие случаи довольно часто наблюдаются на аммиачных компрессорах холодильных станций.

Анализ аварий, происшедших на аналогичных объектах, подтвердил правильность и полноту идентификации опасностей данного объекта и показал, что основными причинами возникновения аварий могут стать:

неудовлетворительное техническое состояние оборудования, его конструктивные недостатки, физический и моральный износ;

отсутствие систем контроля, управления и противоаварийной защиты или эксплуатация их в неисправном состоянии;

слабая профессиональная подготовка персонала и специалистов;

несовершенство технологических процессов.

Как показывает статистика, при всех особенностях, аварии с аммиаком развиваются, как правило, по наиболее общему сценарию:

1) разгерметизация или разрушение емкости (трубопровода) с аммиаком вследствие физического износа или механического повреждения (в том числе в результате других инцидентов);

2) выброс (пролив) жидкого аммиака;

3) образование загазованности в помещениях и на территории с возможной интоксикацией людей.

С учетом такого сценария, для оценки последствий аварии принята модель мгновенного разрушения аппарата или трубопровода от гидравлического давления, механических дефектов и т.д., что связано с наибольшей опасностью поражения аммиаком.

Для оценки возможных последствий, связанных с токсичными свойствами аммиака, были рассмотрены аварии с разгерметизацией оборудования, размещенного в помещении, на наружной установке, разгерметизацией автоцистерны при заполнении системы, а также теоретически возможная авария с полной разгерметизацией всей системы в целом.

При расчете зон токсического поражения использовались Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (методика ГО) и Методика оценки зон токсического поражения при крупных промышленных авариях, связанных с выбросами токсичных химических веществ (методика ТОКСИ).

Методика ТОКСИ и разработанная для нее компьютерная программа применялись для уточнения сценариев аварии и расчета зон поражения. В методике используется известная гауссова модель рассеяния токсичных веществ, моделируются шесть основных аварийных ситуаций на химических производствах и определяются поражающие факторы при выбросе в атмосферу токсически опасных веществ от различных источников (мгновенный точечный источник, мгновенный объемный источник, точечный источник ограниченного времени действия и линейный источник ограниченного времени действия). Методика позволяет определять зависимость приземной концентрации токсичного газа от расстояния до источника и от времени.

Расчеты показали, что последствия возможных аварий в помещениях цеха представляют опасность только для персонала цеха (в смену с максимальным числом работающих — 6 человек).

При авариях на наружной установке возможны случаи со смертельным исходом, если только персонал окажется в момент аварии в непосредственной близости от источника разгерметизации, за медицинской помощью могут обратиться работники вспомогательного корпуса и холодильника (всего до 50 человек).

При авариях с автоцистерной в зоне смертельных поражений может оказаться рабочая смена холодильно-компрессорного цеха и вспомогательного корпуса (50 человек). Поскольку операция

по сливу аммиака выполняется персоналом холодильно-компрессорного цеха только в средствах защиты, только по письменному разрешению главного инженера, только под руководством начальника холодильно-компрессорного цеха и только после проведения дополнительных мероприятий по безопасности, предусмотренных Инструкцией по приему аммиака из автомобильной цистерны, то смертельных поражений быть не должно. Интоксикацию могут получить работники вспомогательного корпуса и холодильника (до 50 человек).

Оценив последствия теоретически возможной аварии с полной разгерметизацией аммиачной системы в наихудших погодных условиях (ночь, скорость ветра не более 2 м/с), можно заключить, что за территорией Очаковского молочного завода смертельных поражений не будет, интоксикация людей возможна в зоне радиусом не более 1050 м от источника выброса. Вероятность практической реализации данного сценария аварии ничтожно мала.

Таким образом, можно сделать вывод, что данный объект опасен прежде всего для работников Очаковского молочного завода, серьезной угрозы соседним предприятиям, населению он не

представляет, так как жилых и общественных зданий поблизости нет (завод расположен в промзоне "Очаково").

Опыт декларирования конкретного объекта показал, что процедура декларирования — сложный, комплексный, требующий разносторонних знаний процесс. Составленный документ концентрирует в себе всю необходимую информацию об опасностях данного объекта и обосновывает достаточность принятых и принимаемых мер для его дальнейшего функционирования. Процесс декларирования заставляет руководителей предприятия всесторонне оценить как техническое, так и организационное состояние безопасности. Наиболее оптимальным было бы составление подобных документов группой специалистов различного профиля (технологов, механиков, энергетиков, специалистов в области промышленной, экологической безопасности, гражданской обороны и надзорных органов). Такой подход позволит наиболее полно, правильно и комплексно оценить опасности промышленных объектов с целью повышения надежности и устойчивости последних, снижения риска аварий и их негативного воздействия на людей и окружающую среду.