

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ ХИМИЧЕСКИХ  
ПРОИЗВОДСТВ

Топоров А.А., Акусова А.А.  
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

*Рассмотрены основные технологические опасности и опасные факторы химических производств. Показана последовательность возникновения аварийных ситуации и аварий.*

Для увеличения производительности и повышения эффективности химические предприятия интенсифицируют технологические процессы путем увеличения давлений, температур, концентраций, скорости движения рабочих сред и пр. При этом количество отказов и аварий имеет постоянную тенденцию к увеличению по следующим причинам [1]:

- из-за увеличения единичной мощности и сложности агрегатов, объемов транспортирования опасных веществ;
- из-за ужесточения технологических режимов (приближение темпов процессов и эксплуатационных параметров рабочих сред к предельно допустимым, т.е. аварийно-пожаро-взрывоопасным);
- из-за нестабильности качества заменяемых в процессе эксплуатации узлов и деталей, обусловленной несовершенством теории надежности;
- из-за повышения требований к реакции человека-оператора технологического процесса на штатные и нештатные ситуации, возможности которого объективно и субъективно ограничены;
- из-за старения основных производственных фондов.

Постоянный рост производительности обусловлен значительными экономическими преимуществами крупных установок. Как следствие, возрастает содержание опасных веществ в технологическом оборудовании, что сопровождается возникновением опасности пожаров, взрывов, токсических выбросов и других разрушительных явлений, способных поражать людей и окружающую среду.

Работа химических производств связана с рядом особенностей:

1. Работа с твердыми, жидкими, газообразными веществами и их смесями. При этом в одном химическом аппарате вещества могут переходить из одного агрегатного состояния в другое. Такие переходы могут быть как запланированными, предусмотренными данным технологическим процессом, так и спонтанными и приводить к неблагоприятным последствиям.
2. Энергонасыщенность рабочих сред. В химических агрегатах зачастую перерабатываются вещества, которые имеют высокий химический и тепловой энергопотенциал. При авариях происходит неконтролируемое высвобождение этой энергии, что приводит к тяжелым последствиям.
3. Многие технологические процессы протекают при повышенных рабочих температурах и давлениях рабочих сред. Это сделано для их интенсификации. При этом на уже существующих производствах повышают данные показатели без учета последствий.
4. Проведение химических реакций с выделением тепла. Помимо, специального подогрева рабочих сред, некоторые химические реакции происходят с выделением большого количества тепла.
5. Переработка вредных опасных и отравляющих веществ.

Таким образом, технологическое оборудование имеет высокий уровень потенциальной опасности.

Рассмотрим основные технологические опасности [2]. К ним можно отнести физические условия эксплуатации оборудования: высокие температуры, низкие температуры, высокие давления, вакуум, циклические изменения давления, циклические изменения температуры, гидравлические удары; а так же значительные объемы обращения огнеопасных, горючих, нестабильных, коррозионных, удушающих, пирофорных, токсичных, взрывающихся от удара, горючих пылевидных веществ, инертных газов.

Реализация потенциальной опасности объекта, т. е. аварии возможно при возникновении иницирующего события, которое является началом развития аварийной ситуации.

Рассмотрим схему возникновения и развития аварийных ситуаций и аварий (рис. 1).



Рисунок 1- Схема развития аварии на химических производствах

Основными иницирующими событиями возникновения аварийных ситуаций при работе химического оборудования являются технологические нарушения, отказы основного оборудования, неисправности дополнительного обслуживающего оборудования, ошибки человека, внешние воздействия.

К технологическим нарушениям относят отклонения технологических параметров: давления, температуры, расхода, концентрации, скорости реакции, теплоты реакции. Эти нарушения могут приводить к прохождению спонтанных реакций: полимеризация, реакция, вышедшая из-под контроля, внутренний взрыв, разложение.

Отказы основного оборудования проявляются в виде разгерметизации трубопроводов, резервуаров, сосудов, отказов прокладок, сальников.

К неисправностям дополнительного обслуживающего оборудования относят отказы измерительных приборов, датчиков, блокировок, оборудования для обеспечения подачи электричества, водоснабжения, воздуха, теплообмена, вентиляции

Ошибки человека проявляются при проектировании, строительстве, в процессе эксплуатации, при техобслуживании.

К внешним событиям относят экстремальные погодные условия, землетрясения, воздействие других аварий, вандализм, диверсии.

Часто иницирующими событиями становятся одновременно несколько событий.

Рассмотрим более подробно причины возникновения отказов оборудования.

Во-первых, отказ оборудования может возникать из-за перегрузки в результате недооценки действующей нагрузки: снег и непродуманная его расчистка, наледи; производственная пыль; несоответствие фактических масс конструкций запроектированным; ветровая нагрузка; крановая нагрузка; динамические воздействия нагрузки; неучтенные температурные воздействия. То есть сочетание ошибок человека при проектировании и внешних воздействий.

Во-вторых, отказ оборудования может возникать из-за потери устойчивости: ошибки в расчетах, чертежах, нарушение правил производства работ; большая гибкость элементов,

эксцентриситет при приложении нагрузки; податливость монтажных стыков, несвоевременная или неправильная анкеровка опор; температурные деформации при неправильном закреплении связей; недостаточная толщина листовых конструкций; искажение геометрических формы конструкций; наличие вмятин и местных искривлений.

В-третьих, неудачные проектные решения и отступления от проекта: неудачный выбор расчетной схемы; низкая точность расчета; недоработка узлов сопряжений; занижение расчетной нагрузки по сравнению с реальной; недооценка жесткости узлов; недостаточная жесткость, прочность, устойчивость; замена одного материала другим; низкая квалификация исполнителей; наличие концентраторов напряжений.

В-четвертых, некачественное изготовление и монтаж конструкций приводящее к отказу оборудования: применение некачественных материалов; низкое качество изготовления конструкций; неправильный выбор способа и порядка монтажа; несвоевременная постановка связей жесткости; некачественная сварка; нарушение технологии сварки; ввод в действие сооружений с существенными недостатками.

В-пятых, нарушение правил эксплуатации конструкций и сооружений: отсутствие защиты конструкций, работающих в агрессивных средах; вибрации, удары, истирание; отсутствие надлежащего инструментального контроля; перегрузка производственной пылью; увеличение нагрузки без усиления конструкций и регулирования напряжений в них.

Одной из основных причин отказов оборудования можно отнести деградиционные отказы [3], которым относят: усталостные разрушения; разрушения от старения; вибродинамическое действие кранов, подвижного состава; загрязнение окружающей среды; наличие поверхностных дефектов в конструкциях; резкие колебания температуры; осадки.

Непредвиденные (непрогнозируемые) причины: аварии от провалов, оползней, осыпей, обрушений вышележащих конструкций; сейсмические воздействия и извержения вулканов; грозовые разряды, град, падение метеоритов; биологические вредители; ураганы, наводнения, цунами, ледоходы, сели; ландшафтные пожары; подмыв фундаментов, переувлажнение оснований.

Однако инициирующее событие приводит не сразу к аварии, а к возникновению аварийной ситуации. И в зависимости от характера промежуточных событий аварийная ситуация переходит в аварию или нет. Так же от промежуточных событий зависят последствия аварии.

Все промежуточные события можно разделить на события, которые способствуют развитию аварийной ситуации и переходу ее в аварию и события, которые препятствуют дальнейшему развитию аварийной ситуации.

К факторам способствующим развитию аварийных ситуаций относят отказы систем автоматики, измерительных приборов, датчиков, блокировок; отказы систем безопасности (электрической, водоснабжения-охлаждения, подачи воздуха, теплообмена, вентиляции др.); наличие вблизи источники зажигания (печи, факела, электрические выключатели, статическое электричество, горячие поверхности, искры и пр.); отказы системы административного управления; ошибки человека (небрежность, неопытность, неправильная диагностика, принятие неправильных решений); эффекты домино (разгерметизация другого оборудования, выбросы других веществ); негативные внешние условия: метеорология, видимость

К факторам, способствующим снижению риска относят адекватные реакции систем контроля и управления или оператора; адекватные реакции систем безопасности; системы смягчения последствий; план реагирования на ЧС, а так же внешние факторы: раннее обнаружение, специально сконструированные сооружения, обучение, др.

Оборудование химических производств в силу ряда объективных особенностей является опасным. Во многом аварийность химических производств можно объяснить особенностями их работы, которые способствуют возникновению технологических опасностей и опасных факторов.

Аварии не происходят мгновенно, им предшествует ряд событий. Для возникновения аварии необходимо инициирующее событие, которое дает начало развития аварийной ситуации.

А так же происходит ряд других промежуточных событий между нормальной работой оборудования и аварией. При этом в зависимости от характера этих событий зависит дальнейшее развитие аварии. В наиболее благоприятных случаях авария может и не произойти или события позволят уменьшить последствия при аварии.

Изучение и классификация технологических опасностей и опасных факторов позволяет уже на этапе проектирования предпринимать мероприятия по снижению опасности и разработке защитных мероприятий.

#### Список литературы:

1. Надежность технических систем и техногенный риск/ Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В. М. и др. М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002 - 368 с.
2. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник / Под ред. Баратова А Н - М: Химия, 1987.- 272 с.
3. Топоров А.А., Акусова А.А. Процессный подход к исследованию изменения технического состояния оборудования химических производств/ Науков1 пращ ДонНТУ. Серш: Х1м1я іх1м1чнатехнолопя. Донецьк: ДонНТУ, 2010.