

1. Разработка системы сбора и анализа данных по инцидентам и авариям на ОПО в соответствии с требованиями ст. 9 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» с созданием соответствующих единых информационных систем и баз данных.

2. Устранение разночтения в расчетных методиках Ростехнадзора и МЧС России в целях исключения возможных противоречий в оценке промышленной и пожарной безопасности ОПО, например, при оценке минимальных безопасных расстояний от магистральных трубопроводов сжиженного газа.

3. Разработка методик для магистральных продуктопроводов сжиженного газа и газопроводов.

4. Разработка и совершенствование отечественных компьютерных программ (баз данных, по расчету последствий аварий и показателей риска) с учетом требований импортозамещения.

5. Разработка методов экспертных оценок уровня промышленной безопасности, основанных на результатах плановых проверок, данных производственного и дистанционного контроля.

risk@safety.ru

Материал поступил в редакцию 15 октября 2015 г.

УДК 331.821.004.413.4(018)

© Л.В. Бланк, Е.В. Ханин, 2015

Описание и область применения методов HAZOP/HAZID

Л.В. Бланк,
ст. науч. сотрудник

Е.В. Ханин,
зав. сектором

АНО АИПР

ЗАО НТЦ ПБ

Освещаются вопросы методологии анализа опасностей технологических процессов и определения уровня полноты безопасности.

Ключевые слова: анализ технологических процессов, идентификация опасностей, анализ риска, уровень полноты безопасности

Н AZOP/HAZID и другие методы качественного анализа технологических процессов широко используются в зарубежной практике обоснования безопасности и отражены в ряде российских нормативных и методических документов [1–3] и др.

Так, статья 2.1 [1] устанавливает, что разработка технологического процесса, разделение технологической схемы производства на отдельные технологические блоки, применение технологического оборудования, выбор типа отключающих устройств и мест их установки, средств контроля, управления и противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) должны быть обоснованы в проектной документации результатами анализа опасностей технологических процессов (HAZOP).

Как правило, HAZID используется для предварительного выявления и описания опасностей и рисков на начальном этапе проектирования объ-

ектов (выбор площадки, конструктивные решения, подбор оборудования). Реализация HAZID должна обеспечить выбор более безопасного и экономически эффективного варианта проекта с минимальными расходами на внесение изменений.

Основные преимущества HAZID:

- ✦ возможность анализа последствий реализации опасностей на ранних стадиях разработки проекта с возможностью выбора оптимальных, альтернативных вариантов технологического проектирования;
- ✦ возможность внесения существенных изменений в основные принципы проектирования объекта на самом раннем этапе до полномасштабного финансирования проектных работ;
- ✦ выявление конкретных опасностей и угроз в процессе разработки различных проектных решений и (или) вариантов технологического процесса;
- ✦ возможность разработки реестра типовых опасностей и последствий для более детального анализа опасностей и рисков и на более поздних этапах жизненного цикла объекта;
- ✦ выявление всех предполагаемых непрерывных выбросов от объекта в целях их минимизации на стадии проектирования в соответствии с требованиями компании и третьих сторон.

HAZOP (исследование опасности и работоспособности) — это процесс детальной и структурированной идентификации опасностей для отдельных технологических систем (участков, узлов). Этот метод предпочтителен на стадии завершения разработки проекта, когда проработаны основные конструктивные и технологические решения. Процедура HAZOP основана на систематизированном применении комбинации технологических параметров (давление, температура и пр.) и управляющих слов («нет», «больше», «меньше» и др.) для задания и усиления «мозгового штурма» при анализе опасностей отклонений параметров и процессов от проектного режима.

Анализ HAZOP целесообразен при выполнении всех проектов с высоким уровнем капитальных затрат, а также проектов сложных или стратегических, независимо от общего уровня капитальных затрат, а именно для:

- ✦ новых проектов опасных производственных объектов обустройства месторождений со сложными технологическими системами;
- ✦ действующих объектов, если на них планируется выполнить объемную реконструкцию или техническое перевооружение, риски которых необходимо оценить (например, изменение технологического процесса, изменения в системе управления и (или) автоматизации, замена оборудования на конструктивно отличное от существующего);
- ✦ действующих объектов после аварий (инцидентов), требующих переоценки технологических рисков, в целях проведения детального исследования используемой технологии, оборудования и систем автоматиза-



ции технологического процесса, выявления нарушений технологической безопасности и достаточности предусмотренных мер защиты.

Для автоматизации проведения HAZOP/HAZID разработан программный комплекс ПС «Токси+HAZOP», который предназначен для автоматизации проведения анализа опасностей и работоспособности (AOP) (HAZOP) в соответствии с [1, 2] и позволяет вести учет использования ключевых слов, выявленных отклонений, причин их возникновения, последствий отклонений, мер защиты, степени критичности, а также рекомендаций в случае недостаточности или отсутствия мер защиты. На основании введенных данных генерируются рабочие и сводные таблицы для подготовки отчета с результатами AOP (HAZOP).

Опыт применения методов HAZID и HAZOP показал высокую эффективность детального анализа технологических опасностей и выработки рекомендаций за сравнительно короткое время. Результаты применения AOP (HAZOP) рекомендуется использовать при разработке систем противоаварийной защиты, в том числе ПАЗ. Для каждого опасного события, для которого реально достижимо автоматическое предотвращение аварии, рекомендуется определить уровень надежности системы ПАЗ или уровня полноты безопасности (УПБ/SIL), однозначно характеризующий требования к надежности устройств, реализующих функцию безопасности.

Автоматическая функция безопасности — выбранный способ предотвращения или снижения риска конкретной аварии. Так, например, если опасным событием является превышение давления в сосуде, то автоматическая функция безопасности для этого события заключается в индикации достижения предельно допустимого (с учетом времени на предотвращение дальнейшего роста) давления в сосуде и реакции на это событие по заданному алгоритму (выключение насоса, закрытие задвижки на входе в сосуд, открытие сбросной линии и т.п.).

Для определения требуемого УПБ (SIL) определяются следующие показатели, характеризующие: тяжесть последствий, вероятность предупреждения опасного события, частоту и длительность пребывания людей в опасной зоне, вероятности опасного события (частоты запросов, срабатывания).

Значения УПБ распределяются на четыре интервала надежности в соответствии со стандартами [4, 5].

В зависимости от результатов определения уровня полноты безопасности делаются следующие заключения:

- ✧ если SIL ниже 1 (низший уровень надежности) — автоматическая функция безопасности не требуется;
- ✧ если SIL находится в пределах от 1 до 3 — автоматическую функцию безопасности целесообразно реализовать;
- ✧ если SIL равен 4 — автоматическая функция безопасности может быть реализована через прецизионное дорогостоящее устройство. В этом случае требуется технико-экономический анализ возможных

проектных решений, снижающих степень риска или реализующих автоматическую функцию безопасности;

✧ если SIL выше 4 — автоматическая функция безопасности недостаточна. В этом случае требуется изменение проектных решений для снижения степени риска.

Для реализации автоматических функций безопасности проектируются (используются) приборные (электрические, электронные, программируемые электронные) системы. Физическим воплощением отдельной функции безопасности является контур защиты, представляющий, как правило, цепочку: датчик (сенсор) — логическое устройство (контроллер) — исполнительный элемент (арматура, устройство отключения/включения насоса и т.п.) — линии связи между элементами и блоки питания. Так, например, для снижения риска загазованности в большинстве случаев используют контур защиты, состоящий из датчика загазованности, контроллера, арматуры для отсечения опасного участка и (или) опорожнения оборудования от взрывоопасных веществ.

Надежность контуров защиты, включая необходимую степень резервирования его элементов, должна соответствовать требуемому уровню полноты безопасности. Методы расчета надежности контуров рекомендуется сочетать с методами моделирования аварий и количественного анализа риска.

При необходимости уменьшения требований к уровням полноты безопасности рекомендуется рассматривать использование дополнительных мер безопасности (сигнализация, предохранительные клапаны, мембраны, легкосбрасываемые панели, обвалование, огнезащитные покрытия, взрывоустойчивое исполнение здания и т.п.).

Список литературы

1. *Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности: утв. приказом Ростехнадзора от 11 марта 2013 г. №96. — Сер. 09. — Вып. 37. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 126 с.*
2. *Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: руководство по безопасности: утв. приказом Ростехнадзора от 13 мая 2015 г. № 188. — Сер. 27. — Вып. 8. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 56 с.*
3. *ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство; введ. 30.09.2005. — М.: Стандартинформ, 2006. — 46 с.*
4. *ГОСТ Р МЭК 61508-5—2007. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 5. Рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности; введ. 27.12.2007. — М.: Стандартинформ, 2008. — 27 с.*

5. ГОСТ Р МЭК 61511-3-2011. Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности; введ. 18.10.2011. — М.: Стандартинформ, 2012. — 46 с.

hanin@safety.ru

Материал поступил в редакцию 15 октября 2015 г.

УДК 621.873.3

© Коллектив авторов, 2015

Прогнозирование степени деградации телескопических стрел по параметрам твердости при оценке остаточного ресурса кранов

В.Б. Дедков,

гл. инженер

Ю.В. Колбин,

директор

В.С. Лисин,

дефектоскопист

К.П. Позынич,

канд. тех. наук, доцент

ООО «СМК ПС ИТЦПТМ»

Тихоокеанский государствен-
ный университет

Рассмотрен метод индентирования для оценки остаточного ресурса автокранов по величине деформации металлоконструкций телескопических стрел на основе комплексной оценки параметров структуры и свойств сталей.

Ключевые слова: кран, телескопическая стрела, деформация, метод индентирования, твердость, остаточный ресурс.

В процессе длительной нормальной эксплуатации крановые телескопические стрелы и их отдельные секции подвергаются малоцикловым нагрузкам, вызывающим остаточную деформацию секций (отклонение осей секций от прямолинейности), что в числе других причин приводит к деградации стрел в целом — отклонению вниз от прямолинейности осей стрел в рабочем положении без груза. Известно, что при циклическом нагружении пластически деформируется прежде всего поверхностный слой конструкции.

Был проведен неразрушающий контроль стрел автокранов КС-3577-2-1 и КС-3574, эксплуатировавшихся около 15 лет каждый, т.е. по полтора нормативных срока службы. Предварительно при техническом диагностировании состояние стрел было оценено как неудовлетворительное из-за сверхнормативного отклонения осей стрел в вершинах от прямолинейности, хотя при этом и отсутствовали другие видимые повреждения, влияющие на ресурс.

Как известно, деформации неразрывно связаны с упрочнением, благодаря которому физико-механические свойства и структура приобретают более высокие показатели. Так, в зависимости от степени деформации предел текучести может увеличиться в 2–4 раза, предел прочности в 1,5–2 раза. Для оценки текущей степени накопленных повреждений