

Техническое регулирование безопасности промышленных объектов: анализ опасности

Э.А. Грановский, генеральный директор, канд. техн. наук

ООО «Научный центр изучения рисков «РИЗИКОН», г. Северодонецк, Украина

e-mail: gran@rizikon.lg.ua, granovskiy@rizikon.ru

Ключевые слова:

мозговой штурм, анализ опасности и работоспособности, управляющее слово, эксперт, оценка риска, согласованность экспертов, достоверность оценки риска.

Рассматриваются задачи идентификации опасности в системе анализа риска технологических систем. Приводятся различные методы мозгового штурма, используемые при анализе опасности. Показано, что наиболее структурированным методом мозгового штурма для целей выявления опасности системы является исследование «HAZOP». Рассматриваются роли, задачи и требования к характеристикам лидера и участников экспертной группы. Показано, что компетентность экспертов, необходимая для анализа опасности, не соответствует требованиям к компетентности для качественной оценки риска. Решения, необходимые для достижения достаточной безопасности системы, должны приниматься после количественной оценки риска.

1. Введение

Невозможно оценивать риск неопознанной опасности. Если мы не знаем ничего об опасности объекта, то не можем принимать никаких решений. В этом случае мы обычно полагаем, что опасности нет и ничего не надо делать. Такова позиция любого человека, не обремененного знаниями об опасности предметов и машин, которыми он пользуется и управляет; оборудования и процессов, которые он эксплуатирует и т. п. Опасности, которые таят в себе современные производства, узнаются, как правило, в результате специальных исследований. Персонал, эксплуатирующий опасное производство, узнает о присущих ему опасностях во время специального обучения, приобретая специальность; из технической документации, содержащей конкретные данные об опасности; по результатам проводимых специальных исследований опасности эксплуатируемого объекта или другим образом.

Мы можем говорить об опасности как о некоем опасном (нежелательном) событии, которое понимается по-разному в зависимости от ситуации и стадии развития инцидента или аварии. Поэтому, когда речь идет об анализе опасности, то в зависимости от целей и задач этого анализа изменяется понятие опас-

ности. При этом под опасностью всегда понимается возможность реализации некоего нежелательного события. До тех пор пока мы выявляем нежелательные (опасные) события или цепочки нежелательных событий, определяем условия или обстоятельства (причинно-следственные связи), необходимые для их реализации, мы говорим об анализе (исследовании) опасности. Когда мы устанавливаем логическую связь между событиями и определяем вероятность их реализации и масштабы последствий, мы изучаем и оцениваем риск опасности.

2. Основные методы анализа опасности

Для анализа опасности, как правило, используется метод «мозгового штурма», когда несколько экспертов при совместном обсуждении выявляют события, которые могут иметь негативные последствия для людей, имущества и окружающей природной среды, и устанавливают причинно-следственные связи между событиями, которые имеют такие последствия. При коллективном высказывании мнений о присущих объекту опасностях на первом этапе ограничивается критика этих мнений, с последующим структурированием и оценкой высказываний. Кроме классического метода мозгового штурма ис-

пользуются различные его модификации. *Метод анкетирования Кроуфорда и метод номинальных групп* — письменные варианты мозгового штурма, позволяющие добиваться анонимности участников обсуждения. *Метод Делфи* — заочное анонимное высказывание мнений по опросным листам, оппонирование полученным в письменном виде мнениям других экспертов, ознакомление с возражениями других экспертов и формирование обобщенного варианта. *Диаграмма Исикавы* предназначена для определения и структурирования причинно-следственных связей между объектом анализа и влияющими на него факторами.

К разновидностям мозгового штурма для целей выявления присущих объекту опасностей относятся методы «поверочного листа», «что будет, если?», «анализ видов и последствий отказов»; «анализ опасности и работоспособности» (HAZOP) и др. [1–4]. Один из наиболее простых методов анализа опасности — метод поверочных листов. Для выделенной на стадии подготовки поверочного листа опасности и ее последствий эксперты независимо оценивают возможность отклонения, приводящего к этой опасности, и возможность последствий, оценивают масштаб последствий и эффективность систем защиты. Пример применения поверочного листа для выявления опасных геологических процессов, характерных для территории размещения линейной части и площадочных объектов трубопровода на стадии предпроектной проработки прокладки магистрального газопровода, приведен в табл. 1. Очевидно, что поверочный лист как форма анализа опасности мало эффективна и может применяться только для простых систем. Он может применяться как предварительный анализ опасности и оценка риска на ранних стадиях

жизненного цикла систем, например при разработке задания на проектирование, при проведении таких процедур, как HAZID [5] и др. Исследование HAZOP [4] считается наиболее структурированным методом мозгового штурма для целей выявления опасности системы.

В методе мозгового штурма и во всех его модификациях очень важна роль лидера, организующего процесс. От постановки лидером задачи перед экспертами зависит правильность предлагаемых решений. Лидер должен обеспечить выполнение процедур и условия рассмотрения поставленных задач, установленных в выбранном методе, создать доброжелательный климат обсуждения и принятия решений.

Для структурно-сложных систем постановка задачи перед экспертами невозможна без ее анализа — расчленения (разукрупнения) системы на подсистемы до уровня, на котором возможно выявить опасности, присущие рассматриваемому на этом уровне компоненту системы. Разукрупнение для целей анализа опасности необходимо выполнять с учетом того, что впоследствии потребуется синтез для определения интегральных показателей риска, присущих системе. Безусловно, во время подготовки к анализу разделение системы на компоненты должно выполняться с учетом ее индивидуальных особенностей.

Необходимо учитывать назначение процесса: транспортировка, хранение, переработка и т. п. Если рассматривается транспортировка, то для выделения элемента с целью анализа опасности важен способ транспортировки: трубопроводный транспорт, ленточный транспортер, перевозка по земле, по воде или в воздухе и т. д. Если рассматривается переработка, то необходимо учитывать область ее применения: пищевая продукция, металлургия, химия, в том чис-

Таблица 1

Пример поверочного листа анализа опасности прокладки магистрального газопровода

№	Оценка вероятности возникновения опасности			Оценка воздействия опасности				
	Опасность	Вероятность W_1	Последствия	Вероятность W_2	Воздействие	Масштаб последствий A_1	Защитные мероприятия	Эффективность A_2
1	Сейсмическая опасность	Возможно	Деформация грунта, активизация оползневых и селевых процессов	Маловероятно	Разрыв стыков трубопроводов; выброс газа	Значительное	Укладка трубы в траншеи трапецеидального профиля, засыпка легко деформирующимся грунтом (песком, торфом и пр.)	Оценка невозможна
2	Эрозия русловая	Возможно	Вымывание трубопровода, образование осыпи или селевые потоки	Оценка невозможна	Чрезмерные изгибные деформации трубопровода, опасность утечки, возможен выброс газа	Оценка невозможна	Устройство водоотводных и дренажных сооружений; поверхностное закрепление грунта, устройство берегоукреплений экранизирующего типа; механическая защита трубопровода	Несомненно действующее

ле нефтехимия и нефтепереработка, получение энергии и т. п.

В любой технологической системе, предназначенной для переработки продукции, можно выделить следующие стадии: подготовка сырья к превращениям; собственно превращение с получением целевых продуктов; выделение целевых и побочных продуктов. Подготовка сырья включает процессы дробления и измельчения, смешения, нагрева или охлаждения, очистки и т. п. Превращение может включать реакционные процессы, процессы плавления, массообменные процессы и др. На стадии выделения целевых и побочных продуктов производятся их очистка и концентрирование до товарного состояния.

Каждая стадия может состоять из нескольких секций, но элементом технологической системы является типовой аппарат, в котором протекает типовой технологический процесс. В терминах стандарта [4] аппарат технологической системы может рассматриваться как ее часть (подсистема), для которой определены цели проекта — допустимый диапазон изменения характеристик состояния, при которых обеспечивается выполнение аппаратом его функций. Во всех случаях рассматриваемая часть системы должна позволять выделить ее компонент (элемент системы на самом низком иерархическом уровне), для которого цели проекта известны и могут быть исследованы последствия отклонения от этих целей. Компонентами могут быть поток на входе в аппарат и выходе из него, геометрические размеры, материал, обвалование, взаимное расположение объектов и другие элементы, для которых проектной документацией установлены допустимые диапазоны изменения их характеристик (давление, температура, состав, материал, твердость, угол ввода, толщина стенки, высота, расстояние и т. п.). От правильного выбора лидером компонента системы и его характеристик для анализа их отклонений от допустимых значений зависит результат выявления опасностей группой экспертов, участвующих в процедуре HAZOP. Качество анализа иерархии элементов исследуемой системы с определением уровня, на котором могут быть выявлены присущие системе опасности, зависит как от квалификации лидера, так и от сроков, выделенных на подготовку к проведению сессии HAZOP. В соответствии с требованиями [4] должны рассматриваться отклонения каждого параметра и характеристики системы без исключения.

После выделения объектов исследования для рассматриваемой системы важна постановка задачи перед группой экспертов. Это достигается выбором управляющих слов и их комбинацией с характе-

ристической рассматриваемого компонента системы. Управляющие слова и их комбинация с характеристикой компонента системы должны выбираться так, чтобы активизировать обсуждение опасности отклонения от целей проекта группой экспертов. В соответствии с [4] управляющие слова для рассматриваемой системы идентифицируются на стадии подготовки и применяются без исключения к каждому компоненту и его характеристикам в соответствии с целью проекта. Для всесторонней идентификации опасностей элементы и связанные с ними характеристики должны охватывать все аспекты целей проекта, а управляющие слова — все возможные отклонения. Выполнение этого условия требует значительного ресурса времени и затрат, что не всегда возможно. При этом не все комбинации управляющих слов с характеристикой компонента дают правдоподобные отклонения, так что после рассмотрения всех комбинаций управляющих слов и компонентов в матрице может быть несколько пустых ячеек.

Для уменьшения затрат на безопасность системы в процессе ее проектирования и создания заказчик сокращает время на подготовку к сессии HAZOP и ее проведение. Затраты можно сократить, если во время подготовки к сессии HAZOP лидер и его помощники в процессе анализа иерархической структуры системы и протекающих в ее элементах процессов прогнозируют возможные опасности отклонений и формируют управляющие слова для исследования этих отклонений. При этом лидер может не выносить на рассмотрение группы экспертов комбинации управляющих слов и компонентов, которые заведомо дают неправдоподобные отклонения или которые не дают опасных отклонений, т. е. управляющие слова не применяются без исключения к каждому компоненту системы и его характеристикам. В этом случае из-за ошибки лидера некоторые опасности не будут выявлены.

Эффективность сессии HAZOP зависит от организации лидером процесса обсуждения. Важно, чтобы каждый участник группы экспертов понимал цели и задачи исследования, значение исследования для безопасности и работоспособности объекта, свой вклад в решение задачи. В процессе обсуждения лидер должен сохранять позитивное и равное отношение ко всем участникам группы. Поскольку в состав группы, кроме лидера, регистратора и независимого офисного инженера, входят представители проектной организации и заказчика, то последние очень часто переводят процесс обсуждения в форму производственно-технического совещания с выяснением отношений. Необходимо пресекать такой ход обсуждения, регламентировать процесс высказывания мне-

ний, пресекая критику и мотивируя высказывание собственных идей. При этом, учитывая ограничение заказчиком времени проведения сессии HAZOP, необходимо ограничить время на высказывание.

Лидер должен стараться не высказывать свое мнение, непрерывно активизировать процесс обсуждения рассматриваемого отклонения участниками группы. Комбинация управляющих слов с характеристикой компонента должна непрерывно варьироваться с формированием дополнительных вопросов и выслушиванием мнений до тех пор, пока результат обсуждения не станет очевиден для всех участников, т. е. всем станет понятно, отклонение опасно или нет. При этом понятны последствия рассматриваемого опасного отклонения и выявлены его причины.

Результаты исследования HAZOP зависят от состава группы экспертов. Стандарт [4] рекомендует группу в составе не более 6 человек. Более правильно выбирать количественный и качественный состав экспертов на основе анализа широты проблемы, требуемой достоверности оценок, характеристик экспертов и затрат ресурсов. Широта решаемой проблемы определяет необходимость привлечения к экспертизе специалистов различного профиля. Следовательно, минимальное число экспертов определяется количеством аспектов, направлений, которые необходимо учесть при решении проблемы. С увеличением числа экспертов достоверность экспертизы всей группы возрастает. Поскольку ресурсы, необходимые на проведение экспертизы, пропорциональны количеству экспертов, с увеличением числа экспертов увеличиваются временные и финансовые затраты, связанные с формированием группы, проведением опроса и обработкой его результатов.

Характеристика группы экспертов определяется на основе индивидуальных характеристик каждого эксперта:

- компетентность — степень квалификации в определенной области знаний;
- креативность — способность решать творческие задачи;
- отношение к экспертизе — позитивное или негативное, активное или пассивное, ответственное или безответственное и др.;
- конформизм — подверженность влиянию авторитетов;
- конструктивность — прагматичность мышления, предложение практических решений;
- коллективизм — этичность поведения в коллективных дискуссиях;
- самокритичность — объективность самооценки и оценки мнений других экспертов.

Для проведения исследования HAZOP выбираются специалисты, имеющие опыт разработки, проектирования и эксплуатации исследуемой системы, с определенной квалификацией (механик, технолог, энергетик, специалист по системам управления и др.). Они могут, рассматривая поставленное на обсуждение лидером сессии отклонение от целей проекта выбранного компонента системы, определить возможность потери работоспособности системы и опасных последствий, а также возможные причины этих отклонений. При анализе опасности отклонения параметров процесса или других характеристик системы с использованием управляющих слов важно понимать, приведет ли такое отклонение к превышению критических значений параметров процесса или характеристик оборудования и к аварии и/или потере работоспособности.

Для технологических систем можно выделить два основных условия (случая) возникновения аварий: *неуправляемая* (экзотермическая самоускоряющаяся) химическая реакция, протекающая в режиме распространения пламени, зажигания или теплового взрыва, и *предельное состояние материала оборудования*. В первом случае критической будет совокупность параметров процесса (состав, давление, температура, скорость потока, геометрические характеристики, дисперсность и т. п.), отделяющие область, в которой реакция протекает стационарно, от области, когда начинается ее самоускорение. При этом опасными будут протекание реакции как в режиме теплового взрыва, так и в режиме распространения пламени. При отклонениях и отказах в системе могут изменяться и критические значения параметров. Например, для процесса получения циануровой кислоты из карбамида в расплаве аммиачной селитры при температуре 220–240 °С и давлении 0,3 МПа при работающей мешалке критическая температура теплового взрыва вследствие разложения аммиачной селитры составляет около 280°С, а при остановке мешалки вследствие снижения теплоотвода падает до 150°С; при попадании ржавчины в реактор получения перекиси изопропилбензола окислением изопропилбензола кислородом воздуха снижается концентрация перекиси изопропилбензола в реакционной массе, когда при параметрах (давлении и температуре) процесса начинается ее взрывное разложение, и др. Во втором случае напряжение в материале может достигать предела прочности либо при достижении критических значений давления и температуры, которые выше регламентных значений, либо вследствие старения и износа, когда регламентные значения параметров становятся выше критических.

Стадии жизненного цикла технологической системы, на которых в соответствии с разделом 5.4 стандарта [4] для выявления опасности применяется процедура HAZOP, уже содержат проектную документацию с решениями по безопасности. Для каждого выявленного опасного отклонения можно выделить решения по управлению процессом, которые с учетом возможных причин отклонений выполняют функции безопасности, предотвращая возникновение опасных последствий, а также внешние системы, выполняющие функции безопасности для сдерживания аварии и смягчения возможных последствий. Если исследование HAZOP было выполнено на стадии жизненного цикла системы «Концепция» (Базовый проект), то на стадии жизненного цикла «Рабочий проект» рассматриваются все уточнения и изменения в процессе разработки детального проекта, которые повлияли на опасность объекта, а также изменение риска. Если исследование HAZOP выполняется на стадии «Реализация», то рассматривается, как повлияли на опасность и риск на все отклонения от проекта, которые возникли в процессе строительства, монтажа и пуско-наладки. После ввода в эксплуатацию персонал предприятия, который отвечает за управление риском и контролирует его в процессе эксплуатации, должен инициировать исследование HAZOP во всех случаях, когда возникает изменение риска или есть опасение, что такие изменения произошли. Если система менеджмента риска предусматривает управление им на всех стадиях жизненного цикла системы, то использование результатов предыдущих исследований HAZOP позволяет существенно сократить объем работ на последующих стадиях, поскольку на рассмотрение группы экспертов могут представляться только произошедшие изменения в системе. Результаты исследования HAZOP оформляются по определенной форме (табл. 2).

В столбце 7 табл. 2 указаны существующие системы, выполняющие функцию предотвращения отклонения параметра до критического значения и внешние системы снижения риска.

3. Оценка риска

Возникает соблазн уже на стадии выявления опасности любым из применяемых методов принять решение о достаточности или недостаточности применяемых систем безопасности, а если они недостаточны, рекомендовать дополнительные решения, обеспечивающие достаточную безопасность. Исходя из определения безопасности как отсутствия недопустимого риска, решение о достаточности или недостаточности систем, выполняющих функции

безопасности, должно приниматься на основании количественной оценки уровня риска и его сопоставления с допустимыми значениями. Для экономии бюджета и сокращения времени выполнения работы пытаются ограничиться качественной оценкой риска (вероятности опасного события и масштабом возможных последствий) на основании мнений участников анализа опасности.

Для качественной оценки риска по результатам заполнения поверочных листов определяются два уровня вероятности (маловероятно W_1 и возможно W_2) и два уровня последствий воздействия опасности (масштаб последствий A_1 и эффективность мероприятий по его снижению A_2). Комбинация вероятности и последствий позволяет с использованием диаграммы протекания, представленной на рисунке, определить один из 4 присущих объекту уровней риска: 4 — высокий (W_2A_2); 3 — средний (W_1A_2); 2 — низкий (W_2A_1) и 1 — несущественный (W_1A_1).

Наиболее системной качественной оценкой риска является оценка с использованием матрицы стандарта Министерства обороны США [6] (табл. 3), основанной на категоризации тяжести и уровня вероятности потенциальной аварии для каждой опасности во всех режимах работы системы. Однако специалисты, участвующие в составлении поверочных листов, в исследовании HAZOP и в любых других процедурах анализа опасности, обладающие необходимыми знаниями об исследуемом объекте и достаточной компетентностью для выявления опасности, недостаточно квалифицированы для оценки частоты опасных событий и масштаба возможных последствий.

Поскольку возможные временные интервалы между редкими опасными событиями в 1000–100 000 раз больше возможного стажа работы, то очевидно, что в области промышленной безопасности опыт эксплуатации не может быть аргументом. Субъективная оценка вероятности и возможных последствий коллективом специалистов без достижения согласованности группы экспертов и степени достоверности их оценки не может быть основанием при принятии решений. Поэтому более корректной будет количественная оценка риска, выполненная после сессии HAZOP с использованием результатов анализа опасности и методов математической статистики.

Для количественной оценки риска по результатам анализа опасности методом HAZOP в соответствии с разделом 5.2 стандарта [4] используются методы анализа видов, последствий и критичности отказов и «дерево отказов» [3, 7]. Однако более правильно использовать все методы анализа и количественной

Возможная форма таблицы регистрации результатов исследования HAZOP (пример из реального риск-анализа)

Наименование проекта (производства)		Установка утилизации хлорорганических отходов методом аэрозольного катализа АКХО-1							
Наименование анализируемого объекта (секция, отделение, генплан, регламент и т.п.)		Реакторный блок							
Часть (аппарат, участок трубопровода и т.д.)		Реактор R-801A							
Технологический процесс (операция) части		Окисление хлорорганических отходов							
Исследуемая схема, документ		Проект опытной установки		Список участников заседания					
Дата проведения		15.09.2001 г.							
№ п/п	Компонент	Управляющее слово	Отклонение	Причина	Последствия	Существующие меры защиты	Риск	Решения	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Элемент – Поток № 3: Подача катализатора в псевдооживленный слой инертных частиц реактора									
9	Расход катализатора	Меньше или отсутствует	Расход катализатора в реактор R-801A меньше 80 кг/час	1. Забивка фильтров S-813A, Б, С 2. Ошибочно перекрыт или отказал клапан КЩ/100 3. Снижился уровень катализатора в питателе V-817A	Переход в высокотемпературный режим горения вне реакционной зоны, прогар, выброс опасных веществ, поражение людей	Системы защиты отсутствуют, так как опасность не была известна проектанту	$4 \cdot 10^{-3}$	Предусмотреть контроль и сигнализацию повышения температуры выше 600°C для обнаружения высокотемпературных режимов горения, ручную и автоматическую подачу азота в распределительную зону на псевдооживление для тушения пламени с одновременным прекращением подачи реагентов	
Элемент – Поток № 6 Циркуляционная вода от насосов (пароводяная эмульсия) в змеевике реактора									
22	Давление циркуляционной воды	Больше	Давление воды в циркуляционном контуре больше 3 МПа	1. Забита линия циркуляционной воды из встроенного теплообменника змеевика реактора R-801A в сепаратор V-821A 2. Давление в сепараторе V-821A выше 3,19 МПа	Выброс воды в псевдооживленный слой, физический взрыв в реакторе, его разрушение разлет осколков, выброс опасных веществ	Системы защиты отсутствуют, так как опасность не рассматривалась проектантом	$3,85 \cdot 10^{-3}$	Снизить давление в циркуляционном контуре с 3 МПа до 1,2 МПа. Предусмотреть сигнализацию и блокировку по превышению давления циркуляционной воды до змеевика реактора PIRSAHH/219 и пароводяной эмульсии после змеевика реактора PIRSAHH/220 выше 1,25 МПа с дистанционным открытием клапана HICSAH/101 на линии нагнетания насоса в сепаратор V-821A. Кроме того, предусмотреть ПАЗ с сигнализацией по превышению давления в циркуляционном контуре выше 1,27 МПа с аварийной остановкой реакторного блока	

оценки риска, применяемые в системе менеджмента риска, с учетом особенностей системы и стадии ее жизненного цикла в соответствии со стандартами [1, 2]. Такой анализ, даже с применением только мето-

дов стандартов [3, 7], требует существенных затрат времени и не может быть выполнен в течение сессии HAZOP.

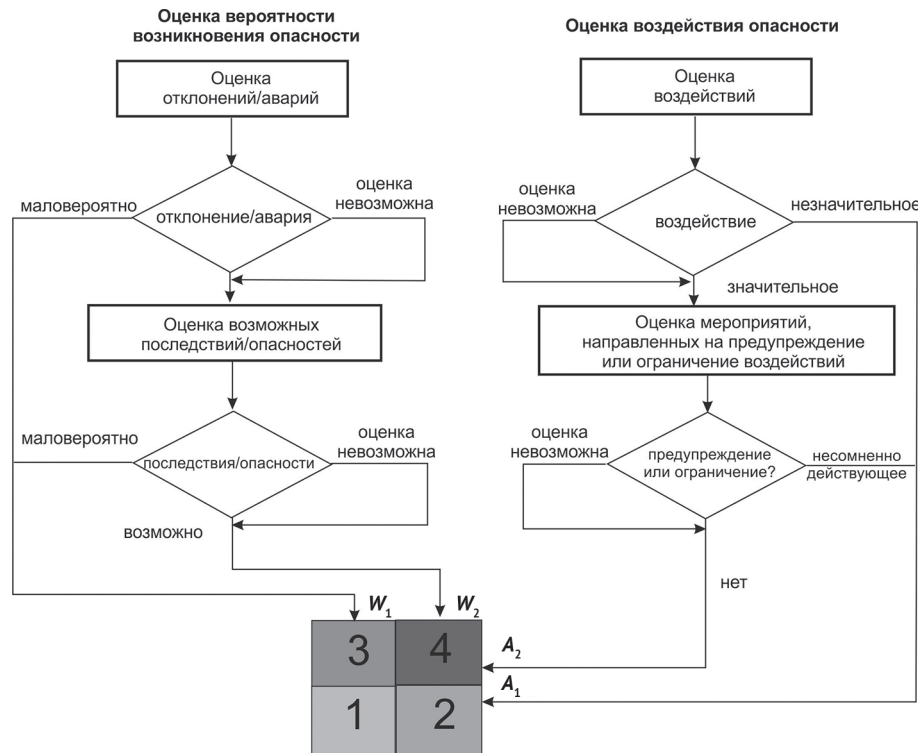


Рис. Схема качественной оценки риска

Таблица 3

Матрица качественной риска (США) [6]

МАТРИЦА ОЦЕНКИ РИСКА				
Категория	Катастрофические (1)	Существенные (2)	Несущественные (3)	Пренебрежимо низкие (4)
Вероятность				
Частое (А)	Высокий	Высокий	Существенный	Существенный
Вероятное (В)	Высокий	Существенный	Существенный	Средний
Периодическое (С)	Существенный	Существенный	Средний	Средний
Незначительное (D)	Существенный	Средний	Средний	Низкий
Невероятное (Е)	Средний	Средний	Низкий	Низкий
Исключается (F)				

4. Заключение

Качественная оценка риска и уровня его критичности с использованием диаграммы протекания (см. рисунок) по результатам обработки поверочных листов или матрицы риска (см. табл. 3), полученной при коллективном обсуждении мнений участников сессии HAZOP, не может быть полностью объективной для принятия решений. Совершенно очевидно, что сессия HAZOP может завершиться только анализом причинно-следственных связей и выявлением опасности (столбцы 2–6 табл. 1).

Количественную оценку риска и его оценку с определением достаточности существующих мер

защиты должны выполнять специалисты в области менеджмента риска в процессе составления отчета по результатам сессии HAZOP с использованием методов количественной оценки риска. Решения о достаточности или недостаточности систем, выполняющих функции безопасности, и требования к надежности этих систем по результатам количественной оценки риска должны приниматься либо на дополнительной сессии HAZOP, либо в процессе обмена информацией о результатах количественной оценки риска с лицами, принимающими решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51901.1–2002 (МЭК 60300–3–9:1995). Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
2. ГОСТ Р 51901.5–2005 (МЭК 60300–3–1:2003) Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности.
3. ГОСТ Р 51901.12–2007 (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.
4. ГОСТ Р 51901.11–2005 (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.
5. EP 95–0312. HAZID. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.
6. Military Standard 882A, System Safety Program Requirements, Department of Defense, Washington, D.C. 20301, 28 June 1977 — MIL-STD-882E, Department of Defense, Standard Practice System Safety, 11 May 2012, USA.
7. ГОСТ Р 51901.13–2005 (МЭК 61025:1990). Менеджмент риска. Анализ дерева неисправностей.

REFERENCES

1. GOST R51901.1–2002 (MEK 60300–3–9:1995). *Menedzhment riska. Analiz riska tekhnologicheskikh system* [GOST R51901.1–2002 (IEC60300–3–9: 1995). Risk management. Risk analysis of technological systems]. (in Russian)
2. GOST R51901.5–2005 (MEK 60300–3–1:2003) *Menedzhment riska. Rukovodstvo po primeneniyu metodov analiza nadezhnosti* [GOST R51901.5–2005 (IEC60300–3–1: 2003) Risk Management. Guidance on the application of reliability analysis methods]. (in Russian)
3. GOST R51901.12–2007 (MEK 60812:2006). *Menedzhment riska. Metod analiza vidov i posledstviy otkazov* [GOST R51901.12–2007 (IEC60812: 2006). Risk management. The method of analysis types and consequences of failure]. (in Russian)
4. GOST R51901.11–2005 (MEK 61882:2001). *Menedzhment riska. Issledovanie opasnosti i rabotosposobnosti. Prikladnoe rukovodstvo* [GOST R51901.11–2005 (IEC61882: 2001). Risk management. Hazard and Operability Study. Application Guide]. (in Russian)
5. ER95–0312. HAZID. HSE Manual. Shell International Exploration & Production B.V.
6. Military Standard 882A, System Safety Program Requirements, Department of Defense, Washington, D.C. 20301, 28 June 1977 — MIL-STD-882E, Department of Defense, Standard Practice System Safety, 11 May 2012, USA.
7. GOST R51901.13–2005 (MEK 61025:1990). *Menedzhment riska. Analiz dereva neispravnostey* [GOST R51901.13–2005 (IEC61025: 1990). Risk management. Fault tree analysis]. (in Russian)

Technical Regulation of Industrial Facilities' Safety: Hazard Analysis

E.A. Granovsky, Ph.D. of Engineering, General Director, LLC "Scientific Center of Risk Investigation "RIZIKON", Severodonetsk, Ukraine

The problems of hazard identification in the structure of technological systems' risk analysis are considered. Various methods of brainstorming used in the danger analysis are presented. It has been demonstrated that HAZOP investigation is the most structured brainstorming method for identification of system hazards. Roles, tasks and requirements for expert group's leader and participants are considered. It has been demonstrated that experts' competence needed for the hazard analysis does not meet the requirements to the competence for qualitative risk assessment. Decisions needed to achieve sufficient system safety must be taken after a quantitative risk assessment.

Keywords: brainstorming, hazard and operability analysis, control word, expert, risk assessment, experts coordination, risk assessment reliability.

Контроль промышленных выбросов станет обязательным с 1 января 2018 года

На портале regulation.gov.ru опубликован проект распоряжения «Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах».

В соответствии с документом, использование автоматических средств контроля выбросов на крупных промышленных предприятиях станет обязательным с 1 января 2018 года. Этот рубеж установлен на основании ранее принятых поправок к федеральным законам «Об охране окружающей среды» и «Об охране атмосферного воздуха».