



А.Г. Ветошкин, д-р техн. наук (Пензенская государственная архитектурно-строительная академия);
К.Р. Таранцева, канд. техн. наук (Пензенский технологический институт)

Анализ и оценка техногенной безопасности

Государственная политика в области экологической и промышленной безопасности и новые концепции обеспечения безопасности и безаварийности производственных процессов на объектах экономики, диктуемые федеральными законами «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О радиационной безопасности населения», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об использовании атомной энергии», законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды», предусматривают, в первую очередь, объективную оценку опасности и позволяют наметить пути борьбы с ней.

Под термином «опасность» понимается ситуация в окружающей среде, в которой при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий или процессов (опасных факторов), воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к следующим последствиям или к одному из них:

- отклонению здоровья человека от среднестатистического уровня;
- ухудшению состояния окружающей среды.

В качестве единиц измерения безопасности предлагается использовать единицы измерения, применяемые для показателей, характеризующих состояние здоровья человека и состояние (качество) окружающей среды. Соответственно, целью обеспечения безопасности является достижение максимально благоприятных показателей здоровья человека и высокого качества окружающей среды.

Многие машины и конструкции следует рассматривать как источники повышенной опасности для жизни и здоровья людей и для окружающей среды. Это неизбежный побочный результат научно-технического прогресса.

В связи с этим проблема обеспечения безопасности опасных производственных объектов становится особенно актуальной.

Опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей среды, вызываемая нарушениями работоспособности объекта, т.е. его отказом, должна быть исключена посредством технических и организационных мер либо вероятность ее возникновения в течение нормативного срока службы должна быть снижена до минимума.

Отказы, приводящие к тяжелым последствиям, относятся к категории «критических». К авариям относятся все отказы, связанные с угрозой для жизни и здоровья людей и для окружающей среды, а также с серьезным экономическим и моральным ущербом.

Аварии могут быть связаны как с исключительными воздействиями (ударными нагрузками, ураганами, наводнениями, пожарами), так и с неблагоприятным сочетанием обычных нагрузок с весьма малой вероятностью появления. Причиной аварии могут быть ошибки, допущенные при проектировании, расчете, изготовлении, монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании, а также сочетание этих оши-

бок с неблагоприятными внешними условиями, не зависящими от технического персонала.

Анализ обстоятельств аварийности и травматизма в различных отраслях промышленности показал, что чаще всего они связаны с такими источниками опасности, как электросиловое оборудование; средства хранения сжатых газов, токсичных и легковоспламеняющихся жидкостей; подвижное технологическое оборудование.

Наиболее типичной причинной цепью происшествия оказались следующие предпосылки: ошибка человека, отказ технологического оборудования, недопустимое внешнее воздействие, случайное появление опасного фактора в производственной зоне, неисправность (или отсутствие) предусмотренных средств защиты, неточные действия людей в критической ситуации, воздействие опасных факторов на незащищенные элементы оборудования, на человека или окружающую среду.

Повседневная деятельность человека потенциально опасна, так как связана с использованием химической, электрической и других видов энергии. Опасность возникает в результате неконтролируемого выхода энергии, накопленной в оборудовании, материалах и окружающей среде.

Возникновение происшествий — следствие развития причинной цепи предпосылок, приводящих к потере управления трудовым процессом, нежелательному высвобождению используемой энергии и воздействию ее на людей, оборудование и окружающую среду.

Инициаторами и составными звеньями причинной цепи происшествия являются ошибочные и несанкционированные действия людей, неисправности и отказы используемой техники, а также нерасчетные (неожиданные и превышающие допустимые пределы) внешние факторы среды обитания.

Объектом исследования и совершенствования безопасности являются системы *человек – машина – среда обитания*, а предметом изучения безопасности — объективные закономерности возникновения и предупреждения происшествий при функционировании таких систем.

Оценка опасности различных производственных объектов заключается в прогнозировании чрезвычайных ситуаций, разрушительных воздействий пожаров и взрывов на эти объекты, а также воздействия опасных факторов пожаров и взрывов на людей. Оценка опасных воздействий на стадии проектирования объектов осуществляется на основе нормативных требований, разработанных с учетом наиболее опасных условий протекания чрезвычайных ситуаций и проявления их негативных факторов, утечек и проливов опасных химических веществ, пожаров и взрывов, т.е. с учетом аварийной ситуации.

Существуют два метода нормирования в области обеспечения экологической и промышленной безопасности: детерминированный и вероятностный.

Детерминированный метод нормирования основан на количественной дифференциации и распределении чрезвычайных ситуаций, производственных объектов, технологических процессов, зданий и сооружений, производственного оборудования в зависимости от степени опасности по категориям, классам и т.п., определяемым по параметру, характеризующему потенциальную энергию взрыва, опасные параметры производственных процессов, количество пораженных и пострадавших людей, а также разрушающие последствия пожара и взрыва. При этом назначаются конкретные количественные границы этих категорий, классов и т.п. Примером действующих в РФ нормативных документов, носящих детерминированный характер, являются НПБ 105–95, Правила устройства электроустановок (1998 г.), ПБ 09-170–97, СНиП 21-01–97.

Как естественные, так и техногенные опасности носят потенциальный, т.е. скрытый характер. Количественной мерой опасности является риск, т.е. частота реализации опасности. Риск выражает возможную опасность, вероятность нежелательного события. Оценка риска включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетание. В случае когда последствия неизвестны, то под риском понимают вероятность наступления нежелательных событий в определенном сочетании. Техногенный риск включает как вероятность чрезвычайной ситуации, так и ее последствия, оцениваемые величиной ущерба.

Вероятностный метод нормирования основан на концепции допустимого риска с расчетом вероятности достижения определенного уровня безопасности и предусматривает недопущение воздействия на людей опасных факторов производственной среды с вероятностью, превышающей нормативную. Нормативными документами, основанными на вероятностном методе, являются ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ, СП 2.6.1.758–99.

Вероятностный метод является более прогрессивным и совершенным, поскольку позволяет найти оптимальный вариант проектного решения. Он основан на количественной зависимости между опасными производственными факторами, приносимым материальным ущербом и вероятностью реализации опасных факторов с учетом защитных мер. С помощью вероятностных методов можно находить оптимальные технические решения для конкретных объектов. Однако этот подход более сложен и требует многочисленных дополнительных сведений (например, статистических данных о пожарах и взрывах для однотипных объектов, сведений о надежности оборудования и систем), которые, как правило, отсутствуют. Главным затруднением в использовании этого метода является необходимость учета человеческого фактора и надежности системы *человек – машина*.

Рассмотрим использование вероятностного метода на примере возникновения взрывоопасной ситуации. Поскольку взрыв может быть при одновременном существовании, по крайней мере, двух независимых факторов: появления горючей смеси и иницирующего фактора — вероятность взрыва $Q(t)$ может быть представлена в виде $Q(t) = Q_1(t)Q_2(t)$, где $Q_1(t)$ — вероятность появления взрывоопасной смеси, 1/год; $Q_2(t)$ — вероятность иницирования взрыва, 1/год.

В свою очередь, вероятности $Q_1(t)$ и $Q_2(t)$ могут быть представлены произведениями вероятностей появления горючего и окислителя Q_1 и характеристик иницирующего

фактора Q_2 . Если взрыв возможен без какого-либо фактора, то его вероятность принимается равной единице.

Нормативные документы разрешают проводить эти расчеты по упрощенным зависимостям. На стадии проектирования предполагается экспоненциальное распределение, и вероятность события определяется по теоретической формуле: $Q_i(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$, где λ — интенсивность событий, 1/год.

В действующих установках вероятность аналогичного события рассчитывается по зависимости

$$Q_i(t) = (K_0/t_p) \sum_{j=1}^n t_j,$$

где K_0 — коэффициент безопасности (при $K_0 = 1$); t_p — время работы установки, ч; t_j — время существования причины события, ч; n — количество реализаций.

Обеспечив нормированную вероятность отсутствия взрыва, можем считать технологическую установку (объект) взрывозащищенной.

Однако провести вероятностные расчеты не всегда представляется возможным из-за отсутствия достоверных статистических данных.

Детерминированный метод предполагает сравнение имеющихся параметров с заранее заданными. Принимая в расчетах худшие варианты событий, приводящие к аварийной ситуации, указывают конкретные условия расчетов и возможные допущения, что оправдывает сравнимость результатов. К достоинствам детерминированного метода относятся достаточные для реальных ситуаций необходимые сведения, сравнительная простота использования методов категорирования, высокая степень завершенности элементов этих методов и однозначность решения задач категорирования, выбор мероприятий защиты, регламентированных нормами применительно к установленным категориям. Недостатком этого метода является ограниченная возможность варьирования параметров при определении категорий. Основными нормативными документами для таких расчетов являются межотраслевые нормы и правила: НПБ 105–95, Правила устройства электроустановок (1998 г.), ПБ 09-170–97.

В настоящее время основополагающим документом, устанавливающим степень взрывопожароопасности проектируемого объекта, является НПБ 105–95. Этим документом предусматривается категорирование промышленных и складских помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности.

При расчете категории принимается возможность аварийной разгерметизации одной, наиболее крупной единицы технологического оборудования с наиболее взрывопожароопасным веществом. Основным критерием отнесения помещений к взрывопожароопасным является избыточное давление взрыва, превышающее нормированное давление 5 кПа, одинаковое для любых объектов. Внутри взрывопожароопасных категорий проводится дополнительное деление объектов, основанное на свойствах используемых материалов и продуктов. В зависимости от установленной категории взрывопожароопасности помещения, здания или сооружения предусматриваются определенные объемно-планировочные решения и профилактические мероприятия.

Действующими Правилами устройства электроустановок (1998 г.) в качестве критерия взрывоопасности про-

изводственных зон принят относительный объем взрывоопасной смеси. Если относительный объем превышает 5 %, то вся зона признается взрывоопасной по классам В-I, В-II, В-Ia, В-IIa. В противном случае взрывоопасной считается зона на расстоянии до 5 м от источника появления горючей смеси (технологического аппарата) в помещении или на нормированном расстоянии. В ряде случаев при объеме смеси, меньшем 5 % свободного объема, все помещение может быть отнесено к классу В-Iб.

Категорирование по НПБ 105-95 определяет кроме правил и норм техники безопасности требования к строительной части, а по Правилам устройства электроустановок (1998 г.) — требования к оборудованию.

Несколько иной подход используется при выборе критерия категорирования по взрывопожароопасности согласно ПБ 09-170-97. За основу принимается суммарная потенциальная энергия, заключенная в технологическом процессе. Степень взрывоопасности технологических блоков определяется суммарным энергетическим потенциалом.

Наиболее существенный вклад в суммарный потенциал взрывоопасности вносят:

- энергия сгорания парогазовой фазы, находящейся в аварийном аппарате и поступающей из смежных аппаратов;

- энергия сгорания парогазовой фазы, образующейся из перегретой (выше температуры кипения) жидкой фазы, поступающей из аварийного и смежных аппаратов;
- энергия сгорания парогазовой фазы, образующейся из протитой жидкой фазы.

По значениям потенциальной энергии взрывоопасности рассчитывают классификационные величины:

- приведенную массу, в общем случае не равную массе горючих добавок в расчетах по НПБ 105-95;
- относительный энергетический потенциал взрывоопасности.

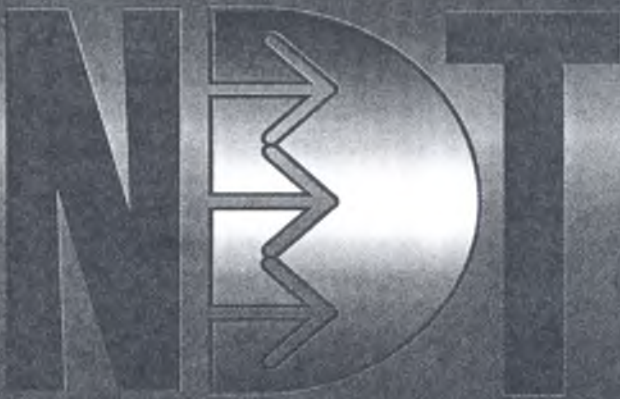
Эти величины жестко связаны между собой: из одной можно получить другую. Однако считается целесообразным их рассчитывать независимо друг от друга и по ним проводить категорирование технологических блоков и объектов.

По значениям приведенной массы и относительного энергетического потенциала взрывоопасности производится категорирование технологических блоков по трем возможным категориям взрывоопасности — I, II или III.

В зависимости от категории взрывоопасности по ПБ 09-170-97 устанавливаются определенные ограничения и назначаются необходимые для обеспечения взрывоопасности мероприятия.

Technika
INDUSTRIAL TECHNOLOGIES
EXHIBITIONS

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2003

9 - 11 апреля

РОССИЯ, МОСКВА,
ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ
ТОРГОВЛИ

Тематика выставки:

- Ультразвуковой контроль
- Контроль методом акустической эмиссии
- Визуальный и оптический контроль
- Магнитопорошковый контроль
- Электромагнитный контроль
- Вибрационный контроль
- Инфракрасный и термический контроль
- Радиографический контроль
- Течеискание
- Контроль трубопроводов
- Обучение и сертификация персонала, аттестация лабораторий



Тел.: +7 (812) 380-6002, 380-6000
Факс: +7 (812) 380-6001
E-mail: ndt@primexpo.ru
www.primexpo.ru/ndt

