

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Безаварийная работа химических предприятий закладывается на стадии проектирования

Федор Соколов, генеральный директор проектного института «Гипросинтез»

Более трети всех предприятий в мире имеют дело с химическими веществами — производят их или используют в своих технологических процессах. Именно поэтому среди различных видов техногенной опасности для человека и окружающей природной среды токсичные химические вещества занимают особое место. Значительные объемы сильнодействующих ядовитых веществ сосредоточены не только на химических предприятиях, но и на объектах пищевой, мясомолочной промышленности, в холодильниках торговых баз, в жилищно-коммунальном хозяйстве. Так, на овощных базах содержатся значительные количества аммиака, а на станциях водоподготовки — хлора. Токсичность химических продуктов, производимых и используемых в промышленности, проявляется не только во время аварий, но и в нормальном режиме эксплуатации ОПО (абгазы, сточные воды, твердые отходы).

Воздействие токсичных химических веществ на окружающую среду может приводить к появлению вторичных источников химической опасности. Токсические поражения живой природы могут происходить немедленно, а могут давать отсроченные эффекты (отдаленные последствия токсического поражения) — комбинированное, комплексное воздействие химикатов и других поражающих факторов на живые организмы. Данные последних исследований показывают, что многие химические продукты способны воздействовать на человека при супермалых концентрациях и дозах.

Сегодня в промышленности, сельском хозяйстве, в быту применяется более 100 тыс. различных химикатов, и ежегодно к ним добавляется более тысячи новых, что влечет за собой нарастание химической опасности. Свойства большинства химикатов, производимых в промышленном масштабе, изучены недостаточно. По свидетельству специалистов по экотоксикологии для 78 % промышленно производимых химических веществ



Ежегодный ущерб от аварий и катастроф в мире за последние 30 лет увеличился в 3 раза и достиг 200 млрд долларов, в России он превышает 40 млрд рублей

Рис. 1. Причины аварий на химических предприятиях в период 2009–2011 гг.

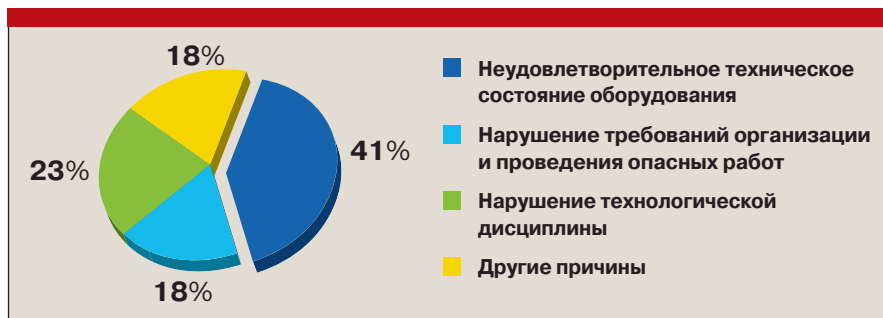


Рис. 2. Основные причины несчастных случаев на химических предприятиях в период 2009–2011 гг.



отсутствует полная информация об их токсических свойствах.

Российские реалии

В России эксплуатируются более 1000 крупных химических объектов. Опасность запасов сильнодействующих ядовитых веществ, находящихся на этих предприятиях, вполне сопоставима с радиационной опасностью на ядерных объектах. По некоторым оценкам ежегодный ущерб, наносимый мировой экономике техногенными катастрофами и авариями, за последние 30 лет увеличился в 3 раза и достиг 200 млрд долларов, и это без учета экологического ущерба. В настоящее время ущерб от аварий и катастроф в мире составляет 5 до 10 % от величины валового национального продукта. В России совокупный годовой материальный ущерб от техногенных катастроф и аварий, включая затраты на их ликвидацию, превышает 40 млрд рублей.

Риск возникновения техногенных чрезвычайных ситуаций и масштабы их последствий напрямую зависят от интенсификации производства, роста энергетической мощности единичных производственных объектов, своевременности обновления технологий и оборудования, обостряющихся противоречий между темпами прогресса и подготовкой специалистов. Все эти факторы и тенденции, объективно определяющие состояние безопасности промышленных производств, следует рассматривать как важнейшие предпосылки негативного влияния техносферы на окружающую среду и человека, причем влияния не естественного (при нормальном режиме эксплуатации производств и объектов), а при экстремальных ситуациях — техногенных катастрофах и авариях.

Причины и следствия

Пожары, взрывы, выбросы токсичных продуктов, другие инциденты и аварийные ситуации на производстве ведут к гибели и травматизму персонала предприятий и населения, оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Основные причины аварий и несчастных случаев на химических предприятиях за последние три года представлены на рис. 1, 2.

Одним из главных факторов дестабилизации производств химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности является износ основных производственных фондов. Этот фактор усиливается тем, что качество эксплуатации и ремонта в последнее десятилетие резко снизилось.

В ряде случаев имеет место плохое проектирование, несоответствие проектных решений условиям производства и обес-



Износ основных производственных фондов является одним из главных факторов дестабилизации производств химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности

печения его безопасности, а также конструктивное несовершенство технических устройств и оборудования, несоблюдение в процессе эксплуатации требований безопасности. Все эти факторы отражают общий недопустимо низкий уровень промышленной безопасности в отрасли.

Пока гром не грянет

Коренной перелом в отношении научной общественности нашей страны к проблеме промышленной безопасности произошел после Чернобыльской катастрофы, в апреле 1986 года. Именно в этот период академик Валерий Легасов — один из ведущих мировых ученых по проблемам безопасного развития техносферы, до-

в соответствии с требованиями данного закона в составе проектной документации на строительство, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта необходимо разработать декларацию промышленной безопасности.

Государственная политика

Несмотря на принятие данного закона, состояние промышленной безопасности в российской экономике продолжает вызывать серьезную озабоченность. В 2003 году Совет Безопасности РФ разработал «Основы государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Россий-

Главный фактор дестабилизации производств химической промышленности – износ основных производственных фондов.

казывал необходимость создания новой методологии обеспечения промышленной безопасности, выступал за отказ от парадигмы «нулевого» риска и переход к концепции «приемлемого» риска, имея в виду, что вопросы безопасности — это одновременно и научно-техническая, и социально-политическая проблема. Риск эксплуатации ОПО может быть приемлемым, если ради выгоды, получаемой от его эксплуатации (исходя из социально-экономических соображений в государственном масштабе), общество готово пойти на этот риск.

В 1997 году был принят Федеральный закон № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», который определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Закон направлен на предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий.

ской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», которые предусматривают:

- разработку и внедрение технических регламентов для различных видов промышленной деятельности;
- проведение комплекса мероприятий по развитию систем, средств и методов технической диагностики объектов и оборудования, отработавших расчетный ресурс, но используемых на опасных объектах;
- создание баз данных по надежности функционирования опасных объектов и технического оборудования;
- разработку научно-методических основ и комплексных методик оценки химической безопасности объектов, в том числе оценки химической обстановки, сложившейся в результате чрезвычайной ситуации;
- разработку и внедрение информационных и прогнозно-аналитических систем.

В документе определены цели и задачи, основные принципы и приоритетные

Рис. 3. Внедренная в институте «Гипросинтез» этапность оценки безопасности разрабатываемых проектов



направления государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности. Предусмотрено совершенствование государственного регулирования, нормативно-правовой базы, промышленной политики, а также развитие фундаментальной и прикладной науки, технологий и техники по обеспечению химической и биологической безопасности, предупреждению и ликвидации

На стадии разработки проекта опасного химического производства показатели надежности не задаются.

последствий ЧС в результате воздействия химических и биологических факторов.

Адресные меры

Раздел «Анализ риска» — основной в декларации о промышленной безопасности объекта. Анализ риска аварий позволяет не только выявлять на ОПО так называемые «слабые места», но и предлагать обоснованные адресные меры обеспечения безопасной эксплуатации.

Декларация промышленной безопасности разрабатывается на этапе проектирования ОПО, а затем уточняется с учетом возможных изменений при вводе объекта в строй и дальнейшей эксплуатации. На этапе проектирования закладываются основы безопасной эксплуатации производства, при этом должны учитываться новейшие достижения технологии и аппаратного оформления процессов. Проектирование производственных объектов выполняется на основе нормативных материалов, регламентирующих правила проектирования, изготовления, доводки и испытаний объектов и систем. При этом в отличие от общепринятой практики проектирования производственных объектов институт «Гипросинтез» использует новую этапность работ с учетом оценки их безопасности.

На первом этапе работ — при разработке базового проекта уже проводится предварительный анализ безопасности. В техническое задание на проект включаются соответствующие требования к безопасности проектируемого объекта, задаваемые количественными показателями, которые определяются соответствующими методами теории надежности. Эти требования по мере решения проблем

безопасности развиваются и уточняются на всех стадиях жизненного цикла создаваемого ОПО.

На стадии проектирования формируются критерии безопасности, принимается решение по уточнению требований к безопасности проектируемого объекта, заданных в техническом задании.

В рабочем проекте проводится обоснование и расчет безопасности и надежности ОПО с использованием математического моделирования возможных аварийных ситуаций. Разрабатываются предложения по доведению полученных характеристик надежности и безопасности до заданных в ТЗ. Принимается решение о приемлемости проекта с точки зрения безопасности. Принятие такого решения должно осуществляться на всех последующих этапах создания объекта: строительства и пуско-наладки, эксплуатации, продления ресурса, модернизации и вывода из эксплуатации. Однако постулат безопасности ОПО, основанный на заключении проектировщика и экспертных органов о том, что проект выполнен в соответствии с действующими законодательными актами, нормативно-техническими документами Российской Федерации и заданием на проектирование, не работает из-за размытости и часто необязательности выполнения требований этих документов.

Требования надежности

В России требования надежности содержатся в системе стандартов серии 27 «Надежность в технике», устанавливающих общие для всех видов технических объектов положения, принципы, правила и методы управления их надежностью. Вместе с тем, в соответствии с ГОСТ 27.003-90 («Состав и общие правила задания требований по надежности») эти требования являются обязательными только для объектов и изделий, разрабатываемых по заказам Министерства обороны РФ. Для всех остальных производственных объектов, в том числе для взрывоопасных и химически опасных, эти требования носят рекомендательный характер. На стадии разработки проекта будущего опасного производства показатели надежности не задаются и не выполняются.

Как показал отечественный и зарубежный опыт, при отсутствии регламентированного принятия решения о приемлемости проекта по критериям и нормам безопасности, представлялась возможной реализация практически любого проекта, если он удовлетворял всем другим действующим нормам.

В результате осуществляется строительство объектов, надежность которых сомнительна, значительно увеличиваются риски для жизни и здоровья людей, а также растет вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Для повышения безопасности и надежности разрабатываемых и модернизируемых ОПО необходимо:

- распространить требования стандартов «Надежность в технике» как обязательных для выполнения на всех этапах жизненного цикла ОПО,
- создать в России единую базу данных по надежности оборудования,
- внести в технические регламенты требования по созданию интеллектуальной трехмерной модели проектируемого ОПО и применению ее на всех этапах жизненного цикла,
- внедрить международные стандарты ISO 15926 и ISO 14224, устанавливающие состав и структуру информации по проектируемому ОПО.

Для решения задач обеспечения надежности технических систем опасных производственных объектов предлагается разрабатывать специальные программы, основанные на научно-технической оценке эффективности, производительности и безопасности этих объектов на всех этапах жизненного цикла объекта.

Этап проектирования

Существенный вклад в повышение безопасности ОПО внесет и создаваемая на этапе проектирования интеллектуальная трехмерная модель объекта. Она обеспечивает обучение персонала, в том числе

и действиям в аварийных ситуациях, до ввода объекта в эксплуатацию, позволит автоматизировать процесс разработки и мониторинга планов ликвидации аварийных ситуаций, а также автоматизировать планы технического обслуживания и ремонта.

Другим немаловажным фактором повышения безопасности ОПО является переход на международные стандарты ISO 15926, ISO 14224, которые внедряют CALS-технологии, определяющие общие принципы электронного обмена данными, форматы и модели, технологии представления, способы доступа и использования данных. При этом обеспечивается стандартизированная структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки ее представления. Это позволяет интегрировать весь объем электронной информации о создаваемом объекте независимо от страны и информационных технологий, применяемых заказчиками. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации.

Решению задач оценки надежности и безопасности ОПО способствовало бы создание в РФ системы головных проектных организаций. На головную проектную организацию следует возложить задачи:

- оценка надежности и безопасности ОПО на всех стадиях его жизненного цикла, разработка предложений по доведению расчетных показателей до заданных в ТЗ;
- разработка программ обеспечения надежности ОПО;
- согласование ТЗ на разработку и модернизацию всех ОПО в отрасли по вопросам их надежности и безопасности;
- сбор, систематизация и анализ данных по надежности оборудования, применяемого в отрасли, создание единой базы данных;
- сбор, систематизация и анализ данных по причинам аварий и катастроф, разработка предложений по их предотвращению.

Головные проектные организации должны назначаться решением правительства по каждой отрасли. Статус такой организации, ее обязанности и права необходимо определить в положении, введенном в действие решением правительства.

Достижение главной цели государственного регулирования промышленной безопасности — обеспечение уровня промышленной безопасности производственных объектов, при котором риск возникновения аварий и случаев травматизма был бы минимальным и соответствовал бы сложившемуся на конкретном этапе научно-технического прогресса уровню развития техники и технологии — невозможно без внедрения в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, систем управления промышленной безопасностью.

Управление безопасностью

Главными задачами систем промышленной безопасности являются ведение непрерывного мониторинга состояния факторов, определяющих безопасность производств и объектов, обеспечение систематичности и достоверности информации, эффективности ее анализа, оптимальности и своевременности принимаемых решений по устранению возникающих факторов риска.

В целом научная и, как следствие, нормативно-методическая база для обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов в Российской Федерации характеризуется значительным отставанием от развитых стран Запада. Задачи, поставленные в «Основах государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу», о которых говорилось выше, не решены до настоящего времени. Не систематизированы данные по надежности оборудования и влиянию ошибок персонала на частоту аварий и их возможные последствия;



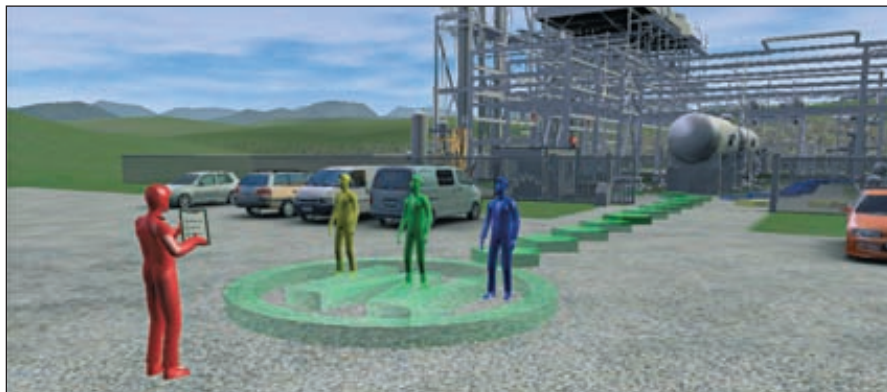
Единое информационное пространство – основа для расчета безопасности и надежности ОПО

фактически отсутствуют санитарно-гигиенические нормативы, ориентированные на аварийные ситуации на ОПО, и математические модели, отражающие токсический эффект загрязненной окружающей среды; не скоординированы усилия российских специалистов по разработке математических моделей, методикам анализа и управления рисками; при проектировании ОПО не используются математическая теория аварийного риска и современные технологии трехмерного проектирования; не организована подготовка специалистов по анализу риска.

Основными направлениями совершенствования промышленной безопасности на государственном уровне должны стать:

- совершенствование законодательной и нормативной базы, принципов и методов управления промышленной безопасностью,
- распространение требований стандартов «Надежность в технике» как обязательных для ОПО и создание общероссийской базы данных по надежности оборудования,
- создание системы отраслевых головных проектных организаций для решения задач оценки надежности и безопасности ОПО,
- внедрение технологий трехмерного проектирования ОПО и применение модели на всех этапах его жизненного цикла,
- разработка методов оценки риска, надежности и мониторинга опасностей ОПО,
- организация системы подготовки специалистов по анализу рисков.

Развитие и внедрение в практику создания, эксплуатации и вывода из эксплуатации производственных объектов перечисленных направлений позволит управлять промышленными рисками и снизить количественные показатели риска до приемлемого уровня. ■



Интеллектуальная трехмерная модель объекта может обеспечить обучение персонала, в том числе и действиям при аварийных ситуациях