

О ПРОБЛЕМАХ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А.П. Ковалев

Донецкий национальный технический университет

Розглянуто існуючі напрямки в області забезпечення безпеки й оцінки ризику технологічного об'єкта. Визначено якісний рівень безпеки підприємств України. Зроблено аналіз існуючих документів в області безпеки. Проаналізовані з погляду економічної доцільності два напрямки по забезпеченню безпеки технологічного об'єкта. Поставлено загальну задачу, рішення якої дозволить майже цілком виключити аварії (катастрофи) на промислових підприємствах.

Экономические преобразования в Украине и других странах бывшего СССР привели к серьезным проблемам в области обеспечения безопасности технологических объектов. В 90-е годы разрыв экономических связей между поставщиками комплектующих изготовителям оборудования, а также предприятиями, которые его эксплуатируют, отток квалифицированных специалистов с промышленных предприятий, ухудшение производственной дисциплины привели к росту числа промышленных аварий и катастроф. Ежегодно в среднем по странам СНГ в результате аварий и катастроф погибает более 330 тыс. чел., что в 4,7 раза больше, чем было в бывшем СССР [1]. Износ оборудования многих промышленных предприятий и основных фондов сегодня по Украине колеблется в пределах 60%, что считается критической точкой, после которой число аварий и катастроф может возрасти лавинообразно.

Под безопасностью будем понимать свойства объекта не допускать ситуаций, опасных для людей и окружающей среды [2]. Безопасность на промышленных предприятиях обеспечивается надежной работой автоматических средств защиты, реагирующих на недопустимое изменение контролируемых параметров (величину электрического тока, напряжения, температуру, давление, концентрацию взрывоопасного газа, скорость проветривания и т.д.).

За надежную работу автоматических средств защиты отвечают фирмы, изготавливающие и поставляющие их на предприятие, а также обслуживающий это оборудование персонал. Следовательно, под обеспечением безопасности промышленного объекта будем понимать техническую возможность автоматических средств защиты и

обслуживающего их персонала не допускать ситуаций, приводящих к авариям (катастрофам).

Под технологическим объектом будем понимать промышленное предприятие, на котором при его эксплуатации возможен взрыв, пожар, выброс вредных и опасных для человека и окружающей среды веществ: шахты, химические предприятия, газопроводы, атомные электростанции, морские суда, склады боеприпасов и т.д.

Под ситуацией будем понимать совпадение в пространстве и времени ряда случайных независимых событий, имеющих различную частоту появления и длительность существования. Определенная ситуация на объекте может привести к: взрыву, пожару, выбросу вредных веществ в атмосферу и т.д.

Под аварией на объекте будем понимать случайное появление взрывов, пожаров, выбросов вредных веществ в атмосферу и т.д., сопровождающихся материальными убытками за счет порчи оборудования и прекращения технологического цикла. Под катастрофой будем понимать аварию, при которой гибнут люди.

Под риском будем понимать меру опасности при эксплуатации технологического объекта. Риск может быть измерен числом аварий (катастроф) в единицу времени. Индивидуальный риск – мера опасности, измеряемая числом погибших в единицу времени от данного вида деятельности.

В СССР существовали нормативные документы [4] и [5], регламентирующие вероятность взрывов и пожаров на технологических объектах. Производственные процессы должны были разрабатываться так, чтобы вероятность возникновения взрыва на любом взрывоопасном участке в течение года не превышало величину $1 \cdot 10^{-6}$. Вероятность возникновения пожара в электротехническом и другом единичном изделии не должна превышать $1 \cdot 10^{-6}$ в течение года.

Специалисты США, Японии и др. принимают интенсивность появления аварий (катастроф) $H=1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹ как тот уровень риска, к которому следует стремиться на промышленных предприятиях [6].

Объясняется это тем, что частота аварий (катастроф) на конкретном промышленном объекте, равная $1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹, настолько мала, что ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество (люди) готовы пойти на такой риск.

Физический смысл этой величины можно объяснить следующим образом. Если под наблюдением в течение времени $T=1$ год будет находиться $N=1000000$ однотипных технологических объектов, то статистически допускается одна авария (катастрофа) $n=1$ в течение года на одном из этих объектов [7]:

$$H = \frac{n}{N \cdot T} = \frac{1}{1000000 \cdot 1} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}.$$

Вероятность появления аварий (катастроф) в течение времени t может быть определена следующим образом:

$$Q(t) = 1 - e^{-H \cdot t}.$$

В том случае, если $H \cdot t < 0,1$, то $Q(t) \cong H \cdot t$. При $t=1$ год $Q(1) \cong H$.

Статистический анализ данных об авариях, произошедших за 5 лет по различным отраслям промышленности России и Украины показал, что степень риска появления аварий (катастроф) в этих странах равна $H \cong 1 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹, т.е. на три порядка больше нормируемой величины [8].

В первую очередь необходимо определить, на каком же уровне безопасности находится каждое конкретное предприятие?

Используя существующие нормы по допустимому риску, задачу по обеспечению безопасности любого объекта можно сформулировать следующим образом.

Определить, какую статистическую информацию о технологическом объекте необходимо получить в течение времени T , чтобы оценить уровень его безопасности (степень риска) и если он окажется больше допустимого $H_1 > 1 \cdot 10^{-6}$ год⁻¹, то какие организационные и технические мероприятия необходимо использовать, чтобы вывести его на допустимый уровень риска, т.е. почти полностью исключить аварии (катастрофы) на данном объекте [7].

Борьба с авариями и катастрофами на промышленных предприятиях может вестись по двум направлениям:

- а) прогнозирование катастроф, разработка технических и организационных мероприятий, позволяющих их не допускать;
- б) использование существующих способов и средств и разработка новых, позволяющих ликвидировать последствия катастрофы в кратчайшие сроки и с минимальными затратами.

Оценка этих двух направлений показала, что экономические затраты по первому направлению, обозначим их Z_1 , и второму Z_2 , для крупных технологических объектов находятся в следующем соотношении:

$$Z_1 < 1000Z_2.$$

Это соотношение означает, что затраты на то, чтобы не допустить катастрофу в 1000 и более раз меньше, чем затраты на ее ликвидацию и восстановление технологического цикла. Поэтому, в дальнейшем будем рассматривать первое направление обеспечения безопасности.

В теоретическом плане задачу по обеспечению безопасности технологического объекта можно сформулировать следующим образом: разработать научные основы процесса формирования возможных аварий

(катастроф) на промышленном предприятии и получить новые зависимости вероятность появления аварии (катастрофы) от состояния оборудования, окружающей его среды, надежности средств защиты и сроков их профилактики.

Имея такие зависимости и соотношения представляется возможность разрабатывать организационные и технические мероприятия, которые позволят выводить «опасные» технологические объекты на допустимый уровень с минимальными экономическими затратами.

Решение поставленной задачи легло в основу разработки ряда отраслевых документов [9-17].

Разработанные отраслевые нормативные документы и направления научных исследований, проводимые кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» в области надежности и безопасности объектов, полностью согласуются с требованиями Научно-координационного и Экспертного Совета по вопросам ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, сооружений и машин при Президенте Национальной академии наук Украины и с распоряжением Кабинета Министров Украины от 11.06.2003 г. №351-р «Об утверждении Концепции Государственной программы обеспечения технологической безопасности в основных отраслях экономики».

Выводы

1. На основе распоряжения Кабинета Министров Украины от 11.06.2003 г. №551 и научно-исследовательских работ, проводимых кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий и городов» и Институтом прикладной математики и механики (ИПММ) в г. Донецке необходимо организовать государственный Центр по прогнозированию техногенных аварий и катастроф. Центр должен иметь двойное подчинение: Министерству топливно-энергетического комплекса Украины и Национальной академии наук Украины.

2. Основная задача Центра – сбор и обработка информации о наиболее крупных авариях (катастрофах), происходящих на предприятиях Украины:

а) математическое моделирование процессов формирования аварий (катастроф);

б) получение зависимостей вероятности аварий (катастроф) в течение времени от состояния оборудования, средств защиты и окружающей среды;

в) разработка рекомендаций: организационных и технических мероприятий, которые позволяют не допускать в дальнейшем повторения подобных аварий.

3. Деятельность Центра позволит ежегодно передавать информацию о прогнозируемом числе аварий и катастроф, которые ждут Украину в

последующие годы и ориентировочные убытки от этого по различным отраслям промышленности. Это позволит обосновать необходимый резерв средств в бюджете Украины для ликвидации последствий техногенных аварий.

Литература

1. Белоусенко И.В., Ковалев А.П., Муха В.П. Прогнозирование безопасности предприятий// Безопасность труда в промышленности. – 1995 -№10 – с. 53-55.
2. Надежность систем энергетики. Терминология: Сборник рекомендованных терминов/АН СССР, комитет научно-технической терминологии. Научный совет по комплексной проблеме энергетики. – М., 1980. – Вып.95. – 44 с.
3. Ковалев А.П., Шевченко О.А. О вероятности возникновения аварий на промышленных предприятиях при эксплуатации электрооборудования. Материалы международной конференции «Экология и безопасность жизнедеятельности» (Феодосия, сентябрь 2002 г.) с. 89-94.
4. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1976.
5. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1976.
6. Хеили Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
7. Ковалев А.П. О проблемах оценки безопасности электротехнических объектов// Электричество. - №7. – с. 50-55.
8. Белоусенко И.В., Ковалев А.П., Спиваковский А.В. Безопасность, степень риска и инвестиции в промышленность// Безопасность труда в промышленности. - №7. – 1999. – с. 37-38.
9. Методика «Обнаружение, учет и оценка опасностей на электрифицированном участке угольной шахты» (Разработана Макеевским Государственным научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности, Донецким политехническим институтом и Энергетическим управлением Минуглепрома УССР в 1986 г.).
10. Методика оценки пожарной безопасности шахтных кабельных сетей, электрооборудования и электрифицированных выработок на этапе проектирования, реконструкции и эксплуатации (разработана ДПИ, НПО «Респиратор» в 1989 г.).
11. Методика оценки и повышения пожарной безопасности систем электроснабжения газовых промыслов северных районов Тюменской области (разработана ДПИ, ЮжНИИгазпрогаз, ПО «Ямбурггаздобыча» в 1990 г.).

12. Методика обнаружения, учета и оценки вероятных опасностей в системах электроснабжения газовых промыслов северных районов Тюменской области (разработана ДПИ, ЮжНИИгазпрогаз, ПО «Ямбурггаздобыча» в 1993 г.).
13. Методика оценки и повышения электробезопасности при эксплуатации электрооборудования пожаро- и взрывоопасных цехов газовых промыслов северных районов Тюменской области (разработана ДПИ, Государственной академией нефти и газа им. И.М. Губкина, ПО «Ямбурггаздобыча» в 1993 г.).
14. Методика оценки вероятности возникновения взрывопожарных ситуаций в системах электроснабжения газовых промыслов, на технологических установках и помещениях, в которых они эксплуатируются (разработана Государственной академией нефти и газа им. И.М. Губкина, Донецким государственным техническим университетом и РАО «Газпром» в 1995 г.).
15. Методика оценки взрывобезопасности тупиковых выработок угольных шахт при эксплуатации в них электрооборудования (Первая редакция. Разработана Государственным Макеевским научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности, Донецким государственным техническим университетом в 1999 г.).
16. Методика оценки уровня безопасности систем электроснабжения газовых промыслов, технологических установок, электрооборудования и средств защиты при их эксплуатации (разработана Российским государственным университетом нефти и газа им. И.М. Губкина, РАО «Газпром», Донецким государственным техническим университетом в 2002 г.).
17. Методика оценки электробезопасности электрооборудования на участках угольных шахт. (Первая редакция. Разработана Государственным Макеевским научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности, Донецким государственным техническим университетом в 2002 г.).

Поступила в редакцию 12.01.04