

«МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Бахов Ж.К.

*Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, г.Шымкент, Республика
Казахстан*

Постоянное увеличение единичных мощностей теплоэнергетических агрегатов и систем, а также удельных и суммарных уровней потребления тепловой и электрической энергии приводит к экспоненциальному росту выброса загрязняющих веществ в атмосферу. Тесная взаимосвязь теплоэнергообеспечения и загрязнения окружающей среды привлекает все больше внимания из-за непрерывного роста масштабов техногенного воздействия на природную среду.[1] Поэтому сейчас на передний план выходит правильное решение таких практических задач, как выбор типа теплоэнергетических установок, дислокация предприятий, выбор единичных мощностей энергетического оборудования и др.[2]

Взаимодействие предприятий теплоэнергетики и окружающей среды происходит во всех стадиях иерархии топливно-энергетического комплекса: добыче, переработке, транспортировке, преобразование и использование тепловой энергии.[3]

Сложные технологические системы теплоэнергетических предприятий являются динамичными, поэтому параметры их функционирования постоянно меняются. В таком случае даже наличие необходимых статистических данных об отказах в системе не гарантируют полную безопасность. По мере совершенствования средств и приборов контроля и регулирования, надежность функционирования таких систем повышается.

Применительно к теплоэнергетическим предприятиям принципы безопасного функционирования могут быть построены в следующей последовательности (рис. 1).

Безопасное функционирование предприятия



Рисунок 1. Принципы совершенствования безопасности теплоэнергетического предприятия

Здесь подсистема базы данных позволяет долговременно хранить данные, анализ которых позволяет оценить потенциальные опасности, а идентификация и экспертная оценка данных, вычислительный эксперимент и построение сценариев развития аварийных ситуаций служат основой для принятия мер по упорядочению и совершенствованию функционирования теплоэнергетического предприятия. В подсистеме анализа опасностей производится мониторинг и диагностирование технического состояния оборудования. Далее на основе идентификации и количественной оценки

потенциальных опасностей, а также экспертных выводов и вычислительных экспериментов строятся сценарии развития аварийных ситуаций. На их основе принимаются управляющие воздействия, направленные на обеспечение безопасного функционирования системы.

При этом для автоматизированного управления технологическими процессами, а также сбора, обработки и хранения данных при эксплуатации и проектировании технологических процессов могут быть применены современные SCADA-системы [4], обладающие широкими возможностями гибкого управления системой, сетевой поддержки, интерактивного поиска, устранения неисправностей, выработки адекватной реакции на события, ведения технической документации, подключения внешних независимых систем (открытость) и адаптации пакета под конкретные нужды с минимальными затратами.

В экономически развитых странах, где установлены жесткие нормативы экологической и промышленной безопасности, в настоящее время руководствуются принципом «приемлемого риска», более известного как ALARA (as low as risk acceptable).[5] Его основной задачей является «предвидеть и предупредить» потенциальную техногенную опасность. По данной концепции объединенным комитетом по управлению риском в рамках Государственной научно-технической программы определены четыре основных принципа.

Первый принцип - оправданность деятельности по управлению риском, которая должна согласовываться со стратегической целью управления риском, формулируемой как стремление к обеспечению материальных и духовных благ при обязательном условии: практическая деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает наносимого ею ущерба.

Второй принцип - оптимизация защиты по критерию среднестатистической ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в обществе. Оптимальным считается вариант сбалансированных затрат на продление жизни за счет снижения уровня риска и за счет выгоды, получаемой от хозяйственной деятельности.

Третий принцип - необходимость учета всего спектра существующих опасностей; вся информация о принимаемых решениях по управлению риском должна быть доступна широким слоям населения

Четвертый принцип - учет требований о не превышении предельно допустимых экологических нагрузок на экосистемы. По существу, он состоит в том, что обеспечение безопасности человека, живущего сегодня, следует достигать путем реализации таких решений, которые не подвергают риску способность природы обеспечить безопасность и потребности человека будущего поколения.

В целом техногенный риск может быть определен как некоторый вектор, включающий в себя несколько показателей, оценивающих категории и вероятности последствий. Количественно техногенный риск может быть представлен как безразмерная величина или величина ущерба в денежном выражении.[6]

Принцип приемлемого риска базируется на анализе соотношений «затраты – риск», «выгода – риск», «затраты – выгода». Увеличение затрат на повышение надежности технических систем приводит к уменьшению технического, но к росту социально-экономического риска.[7] Суммарный риск имеет минимум при строго определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Если технический риск можно оценить количественно при помощи норм образования отходов и воздействий, то социальный риск связан с субъективным восприятием и зависит от большого ряда факторов, включая распределение угрозы риска во времени, его контролируемость, новизну, значимость последствий и т.д. Экологический риск можно оценить по степени нарушенности экосистем и процессов отклонения от оптимального состояния.

При определении степени риска, связанного с существующим или проектируемым промышленным объектом, возникает задача выбора наиболее предпочтительного варианта. Для случая, когда число рассматриваемых вариантов E_{Π} , а число вариантов, удовлетворяющих поставленной цели E_0 , предпочтительный вариант можно выбрать на основании условия [8]:

$$E_0 = \left\langle E_{io} \mid E_{io} \in E_{\Pi} \wedge e_{io} = \max_i e_i \right\rangle, \quad (1)$$

то есть множество E_0 оптимальных вариантов состоит из вариантов E_{io} , принадлежащих множеству E_{Π} и оценки e_{io} для которых максимальны среди оценок e_i .

Нормирование качества природной среды заключается в установлении пределов допустимых изменений ее свойств. Нормы должны устанавливаться по реакции самого чувствительного организма-индикатора, хотя на практике, как показывает анализ, устанавливают санитарно-гигиенические или экономически целесообразные нормативы.[9]

Любой промышленный объект можно принимать в качестве генератора энтропии, поставляющий ее в окружающую природную среду. Характер диссипации энергии промышленных отходов в природной среде может быть различным. К примеру, физическая составляющая энергии потоков, направленных в окружающую среду, может активизировать взаимодействия и необратимые процессы между токсичными соединениями промышленных отходов и природными геологическими сферами в соответствии с уравнением Аррениуса:

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right), \quad (2)$$

где k и k_0 - константы равновесия реакции, протекающей при исходной температуре и T соответственно; R - универсальная газовая постоянная.

Если за время Δt (принимая 1 год) вырабатывается $\Delta E_1(t)$ энергии, то критерий достигнутого уровня технического прогресса можно определить как [95]:

$$P' = \alpha'(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta \tau}, \quad (3)$$

где $\alpha'(\tau)$ - средний критический коэффициент полезного действия, характеризующий долю энергии, использованную для достижения конечного результата с учетом потерь и затрат на преобразование энергии.

Чтобы учесть состояние источников энергии, вводится множитель $\Delta E_2(\tau)$, выражающий реальные запасы энергии:

$$P'' = \alpha'(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta \tau} \Delta E_2(\tau) \quad (4)$$

Дальнейшее уточнение критерия требует учета социального аспекта путем введения коэффициента общественно полезного действия $\alpha''(\tau)$:

$$P''' = \alpha'(\tau) \alpha''(\tau) \frac{\Delta E_1(\tau)}{\Delta \tau} \Delta E_2(\tau) \quad (5)$$

Практическая реализация энергетического метода осложняется неопределенностью численных оценок.

Интегральная оценка фактического и допустимого потоков загрязняющих веществ может быть выполнена с помощью ресурсного и отраслевых контаминационных эквивалентов энергии (КЭЭ) [10], расходуемой в технологических процессах:

$$КЭЭ = \frac{E(\tau)}{M(\tau)} \quad (6)$$

где $E(\tau)$ – годовое потребление энергии объектом;

$M(\tau)$ – годовой выброс загрязняющих веществ в атмосферу.

Оценка риска при нормальном функционировании промышленного объекта включает в себя такие этапы, как [11]:

- характеристика природных и климатических условий района размещения объекта: ландшафт, высота над уровнем моря, наличие лесных массивов, поверхностных водоемов, подпочвенных вод, характеристика почв, наличие других объектов хозяйственной деятельности, жилищных объектов, климатические условия (влажность атмосферного воздуха, вероятность инверсии, роза ветров, частота и количество осадков, оценка прямой солнечной радиации);

- установление всех источников выбросов, сбросов и утечек вредных химических веществ;

- установление точного состава и количества образующихся отходов, поступающих в окружающую среду;

- расчеты полей концентраций и дозовых нагрузок, падающих на людей и другие объекты живой природы, с учетом всего многообразия миграционных процессов с использованием методики ОНД-86;

- расчеты наносимого при упомянутых дозовых нагрузках ущерба здоровью человека, другим популяциям живой природы, отдельным биоценозам, экосистемам и элементам окружающей среды, чувствительным к техногенному воздействию. На данном этапе целесообразно применять зависимости типа «доза - эффект»;

- количественное определение уровней риска;

- сопоставление полученных уровней риска с приемлемыми значениями;

- оценка состояния безопасности и риска.

Общим итогом последовательного выполнения перечисленных выше этапов является построение функциональной связи между величиной определенного ущерба и вероятностью его возникновения.

Процесс выявления возможных аварийных ситуаций и построение сценариев развития аварии заключаются в:

- определении возможных причин возникновения аварийных ситуаций, т.е. технологических нарушений; неисправностей, дефектов и изношенности оборудования;

- разгерметизация оборудования; аварийное отключение электропитания или воды; нарушения техники безопасности; ошибки человека; природные катастрофы; непредвиденное внешнее воздействие;

- построение сценариев развития аварии. Для определения характерных факторов опасности на потенциально опасных объектах нами предлагается общая схема вероятностной модели возникновения и развития аварии.

В целом, экологический риск в промышленности связан, прежде всего, с поступлением в окружающую природную среду вещества и энергии. Такое загрязнение может происходить как в штатном режиме работы технологических систем, так и в результате аварийных ситуаций на предприятии. Поэтому необходимо оценивать риск не только при возникновении аварийных ситуаций, но и при нормальном функционировании промышленных объектов в штатном режиме работы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Юсфин Ю.С., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. - Москва: ИКЦ «Академкнига», 2002. - 469 с.

2 Тюрин М.П. Повышение эффективности технологических процессов и утилизация тепловых отходов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Мос. гос. текст. ун-т. - Москва, 2002. - 32 с.

3 Семенов В.С. Теоретические фрагменты энергоиспользования // Энергосбережение и водоподготовка. - 2009. - N 6(62). - С.50-53.

4 SCADA-системы [электронный ресурс]: Информационный портал по разработке и внедрению систем сбора данных, оперативного диспетчерского управления. -Режим доступа: www.scada.ru.

5 Измалков В.И., Измалков А.В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. – СПб.: СПбНИЦЭБ РАН, 1998. – 481 с.

6 Управление риском в социально-экономических системах: концепция и методы ее реализации // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях (журнал ВИНТИ), ч.1, 1995, №11; ч.2, 1996, № 2. -С. 18-69.

7 Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. –СПб.: МИ ОРЗ, 1997. – 53 с.

8 Музалевский А.А., Воробьев О.Г., Потапов А.И. Экологический риск. – СПб.: СЗТУ, 2001. – 110 с.

9 Экологические системы. Активная оценка и управление (под ред. К.С.Холлинга, пер.с англ.). - М.: Мир, 1981. – 369 с.

10 Shamshin A.V., Vorobyev O.G. Estimation of industry object and environment interaction // IV Intern. Symposium and exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe. – Poland, Warsaw, 1998. – P.130-135.

11 Балабеков О.С., Балтабаев Л.Ш., Джомартов А.Ч., Куатбеков М.К. Диагностирование машин и аппаратов. – Алматы: Демеу, 1993. – 320 с.