

Исследования показали, что тщательная очистка известкового молока, полученного из отходов производства гидроксида кальция, и полученной меловой суспензии позволит полностью перерабатывать отходы, что улучшит технико-экономические показатели производства.

Литература

1. Шапоров В.П., Долкерт А.Ф., Булат А.Е. Производство гидроксида кальция. М.: НИИТЭХим, 1981. 71 с.
2. Валиуллин А.К. Производство химически осажденного мела. М.: НИИТЭХим, 1984. 73 с.

© Посторонко А И Попов В В

УДК 614.8

Топоров А.А. (ДонНТУ)

НОВЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ТЕХНОГЕННО ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Предложен подход к исследованию поведения технических объектов в условиях возникновения и развития техногенно опасных ситуаций позволяющий учитывать как качественные так и количественное изменение их структуры и параметров

Многие мероприятия по снижению уровня техногенной опасности технических объектов являются недостаточно эффективными по многим причинам, важнейшей из которых являются отсутствие учета принципиального изменения структуры в условиях техногенно опасных ситуаций.

Технические объекты служат для переработки вещества, энергии или информации. Рассмотрим вопрос на технологических объектах, предназначенных для переработки вещества или энергии. Из технологических соображений в таких объектах создают условия, которые значительно отличаются от условий окружающей среды. Эффективность их работы определяется величиной потенциальных величин (таких как давление, температура, концентрация, сила, напряжение и т.п.), производительностью и размерами. Наличие разности потенциальных величин внутри и снаружи объекта в соответствии с фундаментальными физическими законами вызывает движущие силы, которые стремятся к выравниванию этих величин технологический объект является потенциально опасным. При возникновении цепочки неблагоприятных событий [1] появляется значительная вероятность неконтролируемого высвобождения накопленного потенциала, что может привести к возникновению техногенно опасных ситуаций.

К техногенно опасным ситуациям относятся такие изменения в функционировании и структуре технического объекта, которые могут вызвать нарушения технологического режима, уменьшение уровня надежности ниже заданной величины, появлению возможностей выбросов, утечек, возгорания, взрывов, а также нанесения ущерба человеку, окружающей среде и другим техническим объектам.

Одним из наиболее эффективных путей изучения технических объектов является системный анализ [2, 3]. В настоящее время он успешно применяется

при проектировании технических объектов, выявлении узких мест, модернизации и т.п. Применение системного анализа особенно эффективно для сложных технических объектов, состоящих из большого количества элементов и связей, обладающих развитой иерархической структурой. В соответствии с принципами системного анализа любой технический объект можно представить как систему совокупность элементов, обладающих связями и свойствами, которых не было до объединения элементов в систему. Элементы и связи могут быть различного типа: материальные, энергетические и информационные. Каждая система существует в реальном окружении, состоящем из других систем. Напомним основные этапы системного анализа:

1. На заданном уровне детализации выделяются элементы системы.
2. Устанавливаются внутренние связи между элементами.
3. Устанавливаются внешние связи (входы/выходы системы).
4. Определяются параметры элементов, связей, входов/выходов.
5. Выявляется иерархия структуры системы.
6. Проводится анализ системы в соответствии с поставленной задачей.

В графическом виде система с реальным окружением отображается следующим образом (рис. 1):

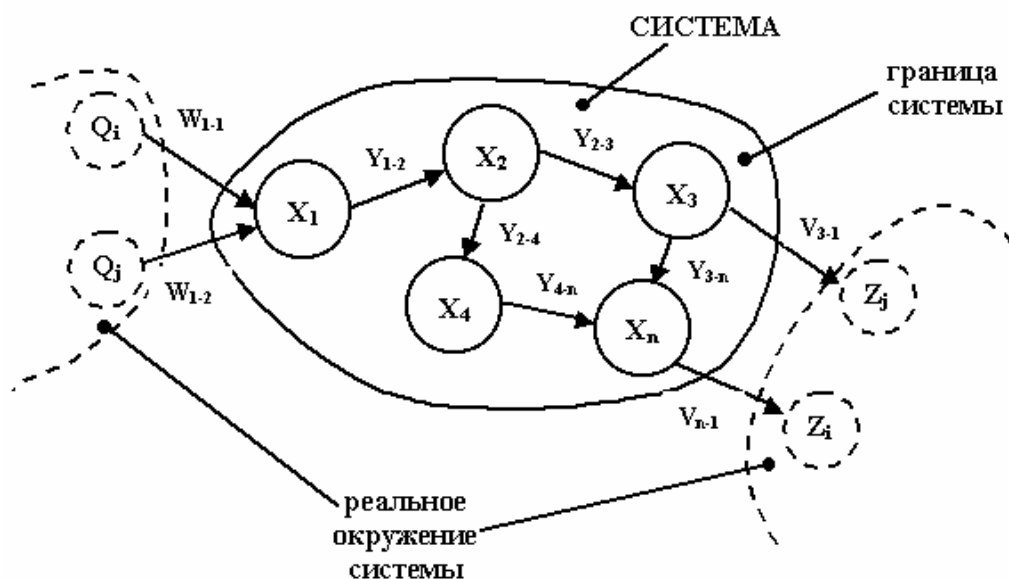


Рис. 1. Схематическое изображение системы

Здесь X_1 X_n — элементы системы от 1 до n , Y_{i-j} — связи между i -м и j -м элементами системы, W_{i-j} — j -й вход i -ого элемента системы, V_{i-j} — j -й выход i -ого элемента системы, Z_i , Q_j — элементы других систем из реального окружения.

При проектировании технических объектов к ним предъявляются следующие требования: соответствие назначению, надежность, транспортабельность, эргономичность, экономическая эффективность, ремонтпригодность, безопасность. Простые технические системы имеют только технологические и управляющие входы/выходы, что отражает первое требование к техническим объектам — соответствие назначению. В результате реально система либо не имеет необходимых, либо имеет неучтенные входы/выходы, что приводит к таким последствиям как выбросы рабочих сред в окружающую среду, низкая ремонтпригодность, опасность для человека и т.п. Технические системы, спроектированные в соответствии с традиционными принципами, учитывают больше требований к техническим объектам, что при

системном подходе соответствует введению дополнительных внешних или внутренних связей. Учет современных требований к уровню безопасности и экологичности технических систем в условиях техногенно опасных ситуаций, требует рассмотрения видов возможных изменений в структуре системы и ее функционировании, а также причины их вызывающих (см. таблицу).

Таблица. Возможные изменения в структуре системы в условиях техногенно опасных ситуаций и их причины

№	Изменения в системе	Причины
1	Параметры элементов	- изменения физико-химических свойств материалов, из которых изготовлены элементы системы - старение (деградация) материалов - изменение геометрических размеров и формы элементов.
2	Параметры внутренних связей	- изменение размеров, формы и шероховатости поверхностей пар трения вследствие изнашивания - изменение параметров внутренних материальных и энергетических потоков скорость, сила, момент, давление.
3	Параметры внешних связей	- изменение параметров материальных и энергетических потоков производительность, скорость, сила, напор, крутящий момент, давление, сила тока, напряжение, коэффициенты трения
4	Несанкционированное появление, удаление элементов	- попадание в систему посторонних предметов - выпадение элементов вследствие поломки, вибрации
5	Несанкционированное появление, удаление внутренних связей	- непредусмотренный контакт, теплообмен, массообмен между элементами в системе - разрыв механических связей, перекрытие тепловых и гидравлических потоков, разрушение внутренних коммуникаций - появление или исчезновение связей вследствие несанкционированного появления или удаления элементов (п.4)
6	Несанкционированное появление, удаление внешних связей (входы/выходы)	- изменение условий работы, коррозионные, тепловые воздействия, ударная волна, движущиеся части машин - тепловые и энергетические выбросы, утечки - появление или исчезновение внешних связей вследствие несанкционированного появления или удаления элементов (п.4).

Из таблицы видно, что первые три вида изменений это количественные изменения в системе, которые происходят относительно медленно, носят кумулятивный характер, и, через определенный промежуток времени могут вызвать внезапный переход системы в другое, непредусмотренное состояние с созданием соответствующей техногенно опасной ситуации. Для предотвращения количественных изменений в системе необходимо контролировать величину параметров элементов, связей и входов/выходов системы и при выходе их за допустимые значения принимать решения о ремонте или замене. Более эффективным представляется на основе аналитических, статистических или экспериментальных закономерностей прогнозирование времени выхода параметров за допустимые границы. Допустимые границы изменения параметров в каждом конкретном случае определяется индивидуально, в зависимости от степени важности параметра:

$$i \quad i, \quad (k-j)_i, \quad (k-j)_i, \quad (k-j)_i \quad i$$

где i , — нижняя и верхняя границы i -го параметра элемента, связи, входа, выхода.

Три последние вида изменения это качественные изменения, когда изменяется структура системы. Такие изменения структуры в определенных рамках являются допустимыми и не приводят к существенному изменению свойств системы. Но в некоторых случаях изменение структуры приводят к формированию новой системы, которая имеет новые свойства и, зачастую функционирует совершенно по-другому. Поэтому введем ограничения на изменения структуры системы:

$$, \quad k-j, \quad k-j, \quad k-j \quad C_i$$

где изменения в системе соответственно количества элементов, связей, входов и выходов

c допустимое изменение количества элементов, связей, входов, выходов.

Соответственно, при каждом допустимом, качественном изменении структуры системы необходима проверка количественных изменений параметров системы. Недопустимые качественные изменения приводят к формированию новой системы, для которой необходимо заново проводить анализ структуры.

Так как любая техническая система создается с определенной целью, то соответственно устанавливаются исходные значения параметров элементов, связей, входов и выходов, их количество, а изменение состояния системы носят вероятностный характер. Наиболее вероятным состоянием системы должно быть состояние с проектными параметрами, вероятность остальных состояний относительно невелика. Поэтому для оценки общего состояния системы представляется целесообразным принять информационную энтропию [4], которая для системы с непрерывным изменением величины параметров принимает вид:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

где x вероятность состояния x для i -го параметра.

Известно [5], что информационная энтропия системы может изменяться от 0 до 1. Чем меньше величина H , тем меньше отклонение состояния системы от исходного, следовательно:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Анализ приведенных выше зависимостей показывает, что это классическая задача оптимизации в общей постановке, где допустимые границы изменения параметров являются граничными условиями, качественные изменения структуры ограничениями, изменение информационной энтропии целевой функцией. В данном случае целевая функция отражает направление управления функционированием системы в условиях техногенно опасных ситуаций.

Таким образом, предложенный подход к исследованию поведения технических объектов в условиях возникновения техногенно опасных ситуаций позволяет учитывать как качественные, так и количественное изменение его структуры и параметров. Такие изменения приводят к тому, что в условиях техногенно опасных ситуаций работает новая система с совершенно новыми

свойствами, которые зачастую значительно отличаются от исходных. Для оценки степени отклонения от системы от исходной используется критерий информационной энтропии.

Литература

1. **Белов П.Г.** Теоретические основы системной инженерии безопасности М.: ГНТБ Безопасность МИБ СТС, 1996. 424 с.
2. **Хубка В.** Теория технических систем. М.: Мир, 1987 208 с.
3. **Губанов А.А., Захаров В.В., Коваленко А.Н.** Введение в системный анализ: Учебн. пособие. / Под ред. Л.А.Петросяна. -Л.: Издательство Ленинградского университета, 1988. 232 с.
4. **Хармут Ф.** Применение методов теории информации в физике. М.,1989.
5. **Вильсон Л.Дж.** Энтропийные методы моделирования сложных систем. М.: Наука, 1978. 278 с.

© Топоров А А

УДК 662.741

Третьяков П.В. (ДонНТУ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ КЛАДКИ ПРОСТЕНКОВ КОКСОВЫХ БАТАРЕЙ

Рассмотрены особенности разрушения кладки простенков коксовых батарей Предложена вероятностная модель построенная на основе положений конечных цепей Маркова и описывающая процесс развития дефектов с течением времени

Высокая концентрация предприятий тяжелой промышленности на территории Донецко-Приднепровского региона и их техническое состояние обусловили важность вопросов, связанных со снижением экологической опасности промышленных агрегатов, повышением их герметичности и надежности. Более высокие требования по выбросам вредных веществ в окружающую среду приводят к повышению финансовых затрат на погашение штрафов предприятиями. Наиболее существенный вклад составляют непрерывные выбросы, связанные с различными причинами: технологические и конструктивные особенности оборудования, старение и износ элементов конструкций. К агрегатам подобного рода относятся коксовые батареи.

Утечка газа при производстве кокса реализуется через нарушенные стыковочные узлы, массив кладки и отопительную систему батарей. Утечки газообразных веществ через массив кладки простенка условно можно разделить на: нормальные, т.е. технологические, обусловленные газопроницаемостью кладки простенка и неполным сгоранием газа в отопительных каналах простенков, и аварийные утечки, связанные с наличием сквозных дефектов, их величиной и количеством. И если газопроницаемость кладки считается по четко определенным зависимостям [1, 2] и в течение эксплуатации батареи относительно постоянна, то утечки через сквозные дефекты зависят от срока эксплуатации и состояния кладки простенков.