Критичность систем

При анализе безопасности сложных объектов значительное внимание уделяется вопросам определения критичности узлов и агрегатов систем. Проблема выявления критичных элементов особенно актуальна при анализе безопасности систем в условиях ограниченных ресурсов. Поскольку системы содержат большое количество элементов, то в условиях жестко ограниченных ресурсов обеспечить повышение надежности путем улучшения качества одновременно всех элементов не представляется возможным.

Однако разные подсистемы, агрегаты или системы играют при функционировании объекта далеко не одинаковую роль и отказы разных компонентов могут приводить к разным последствиям. Поэтому необходимо сосредоточить усилия на совершенствовании узлов, критичных элементов, играющих в обеспечении безотказности наиболее важную (ключевую) роль.

Вывод о возможности ремонта или замены только части элементов системы без необходимости проведения ремонтов других элементов базируется на методике анализа и ранжирования наиболее критичных элементов в составе системы.

Проблема ранжирования элементов системы может решаться различными способами и состоит в целенаправленном выявлении критичных элементов, подлежащих исследованию и выявлению дефектов на данном периоде восстановления.

***Критичность системы*** (элемента) есть свойство элемента, отражающее возможность возникновения отказа и определяющее степень влияния на работоспособность системы в целом для данного ранга последствий.

Критичность не может быть определена только одними свойствами элемента, а должна определяться в рамках всего технического объекта, его функциональной структуры. Наиболее распространенными показателями, характеризующими критичность, являются структурная важность и важность в смысле надежности.

Часто в инженерной практике при анализе систем различного функционального назначения (космических систем, энергетических установок, трубопроводов, электрических кабелей и т.д.) критичность рассматривается как более широкое понятие - векторное свойство. Выделяются три общих основных составляющих критичности:

надежность (безопасность);

последствия отказа;

возможность уменьшения вероятности возникновения и тяжести последствий.

Пусть *K=(K1...,Kj,...Kj\*) (3) -*  
векторный показатель критичности, где *Kj* - j-й частный показатель, который отражает некоторую одну частную сторону, одну из характеристик объекта. Различные системы могут характеризоваться различными наборами частных показателей критичности. Эти частные показатели характеризуются как количественными показателями, так и могут принимать значения как лингвистические переменные.

Набор показателей *Kj*, принадлежащих К, может быть следующим:

резервирование;

возможность отказа;

тяжесть последствий отказа;

устойчивость элемента к воздействию внешних неблагоприятных факторов среды;

контролируемость состояния элементов в ходе эксплуатации;

продолжительность присутствия риска вследствие отказа;

возможность локализации отказа и др.

Частные значения показателей критичности определяются различными видами шкал . Пример частных показателей критичности и их шкалы приведен в табл.1

Таблица 1. Частные показатели критичности и лингвистические шкалы оценивания

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Порядковые шкалы |
| Тяжесть последствий | 1. Отказ приводит к катастрофической ситуации 2. В результате отказа возникает необходимость в принятии экстренных мер для предотвращения катастрофической ситуации 3. Отказ приводит к потере некоторых эксплуатационных свойств. В результате чего время эксплуатации может сократиться 4. Отказ приводит к потере некоторых эксплуатационных свойств, не влияющих на продолжительность эксплуатации 5. Отказ изменяет режимы работы зависимых элементов, что увеличивает вероятности их отказов |
| Резервирование | Резервирование невозможно  Резервирование возможно, но отсутствует  3. Однократное резервирование без контроля состояния резерва  Однократное резервирование и состояние резерва контролируется  Двукратное и более резервирование без контроля состояния резерва  6. Двукратное и более резервирование, состояние резерва контролируется |
| Вероятность отказа | 1. Элемент обладает относительно высокой вероятностью отказа в течение эксплуатации 2. Отказ считается возможным и вероятным (конструкция прошла достаточный объем испытаний, обеспечивающий приемлемый уровень вероятности безотказной работы) 3. Отказ считается возможным, но маловероятным (отказов данного элемента на предшествующих аналогах не наблюдалось) 4. Отказ возможен, но крайне маловероятен (при проектировании приняты меры для исключения отказа, обеспечен высокий показатель безотказности, достигнута стабильность характеристик, отсутствуют предельные температурные, радиационные, вибрационные нагрузки и т.д. 5. Отказ считается невозможным (отсутствуют логические условия для возникновения отказа) |
| Устойчивость к воздействию внешних неблагоприятных факторов | 1. Из опыта эксплуатации известно, что в условиях воздействия внешних факторов ресурс меньше, чем проектный 2. Опыт эксплуатации в условиях воздействия внешних факторов отсутствует, но анализ предсказывает, что ресурс меньше проектного 3. Фактический ресурс в реальных условиях эксплуатации близок к проектному. 4. Известно, что реальный ресурс больше проектного 5. Отсутствуют неблагоприятные факторы внешнего воздействия в период эксплуатации |
| Контроль состояния элемента | 1. Состояние элемента не контролируется 2. Предусмотрен контроль без прогнозирования 3. Предусмотрен прогнозирующий контроль |
| Контроль состояния элемента | Риск существует от начала функционирования до: 1) окончания эксплуатации 2) завершения второго этапа функционирования 3) завершения первого этапа функционирования |
| Возможность локализации | 1. Локализация нужна, но технически невозможна в данной конструкции 2. Предусмотрены меры к локализации отказа 3. Специальные меры к локализации отказа не нужны |

Операция ранжирования элементов по степени критичности может осуществляться на различных уровнях структурирования объектов систем, агрегатов и узлов, частей конструкций и отдельных элементов на основе анализа морфологических блоков и структурных взаимосвязей. Чем больше вес элемента, тем он важнее для обеспечения безопасности объекта.

Пусть в результате оценивания критичности элементов выделено множество критичных элементов

*E={ej, j ЄJ},J={1,...,n}, (4)*

на надежность которых следует обратить особое внимание при решении задачи обеспечения безопасности объекта.

Формально задача ранжирования элементов по степени критичности с учетом одного или совокупности критериев относится к классу задач определения предпочтений многомерных альтернатив. Ее решение в каждом конкретном случае зависит от типов систем, выбранных частных показателей критичности, экспертной информации и т.д.

Список литературы

*ГетьманА.Ф., Козин Ю.Н.* Неразрушающий контроль и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов давления -М.: Энергоатомиздат, 1997.--288с.

*Клюев В. В.* Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. -М. : Машиностроение.- 1986.-488с.

*Лопаткин В. И.* Методы неразрушающего контроля за рубежом// Проблемы безопасности полетов -1986 .№6. 58-65с.

Испытательная техника: Справочник. В 2-х кн. /Под общ. ред. *Клюева В.В.* - М.: Машиностроение, 1982.

Сварка и резка в промышленном строительстве. В 2-х т., Т.2. /Под ред. *Малышева Б.Д*. -3-е изд. перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1989.-400с.

ГОСТ 26-2044-83. Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.