Механизмы выявления различных дефектов

Для организации нормативно-технического обеспечения и сопровождения данными критичных элементов на различных этапах восстановления необходимо создание и ведение *баз данных* о дефектах и их положениях, размерах, результатах испытаний и диагностики, проблемах восстановления, структурных схемах систем и деревьях отказов и т.д. Эти данные являются важными как для оценки вероятности проявления дефектов, так и для более тщательного их изучения. Ведение "информационного паспорта" исследуемых критичных элементов с данными о технико-экономических показателях и операциях, которые выполнялись с элементами на предыдущих периодах восстановления, позволяют реализовать наиболее рациональные пути и способы устранения дефектов.

На основе анализа информационного паспорта элемента для различных периодов восстановления можно говорить: о контроле над развитием дефекта, сравнивать обнаруженные дефекты с определенными эталонами для их ранжирования, проводить классификационный анализ, принимая к вниманию аспекты связанные с безотказностью и ресурсами для системы. Информационный паспорт элементов это также основа для выбора и построения принципов контроля с учетом технических характеристик и экономических показателей.

Отсутствие эксплуатационных данных и материалов диагностики и контроля не позволяет рационально организовывать эксплуатацию систем таким образом, чтобы расходовать технический ресурс как можно дольше, не снижая при этом уровень надежности в целом.

Проблема рационального использования технического ресурса для отдельных элементов и агрегатов системы ставит задачи исследования моделей и механизмов деградации элементов систем. Построение моделей для моделирования развития дефектов различного типа для различных типов элементов (кабели, трубы, двигатели и т.д.) с учетом различных внешних условий (окружающей среды) и возмущений является актуальной задачей.

Отметим также задачу выбора метода (инструментов) или комплекса методов неразрушающего контроля (НК) для проведения диагностики технического состояния как отдельных элементов, так и их совокупности с учетом технико-экономических показателей. Инженерная практика выдвигает ряд требований, которым должны удовлетворять методы, прежде всего, например, возможность визуализации дефектов, высокая выявляемоесть дефектов, чувствительность приборов, компактность и практичность оборудования. Для различных работ применяются как отдельные методы НК, так и их комбинации (комплекты). Однако их совместное сочетание (например, визуальный и вихретоковый) позволяют получить более достоверную информацию о качестве металлоизделий, например, в космосе [3].

В работах [8, 9, 10, 11] рассмотрены роль и место методов НК для обеспечения надежности и долговечности систем с высокой ценой отказа, а также рассматриваются модели и способы комплексирования различных по своей природе и затратам ресурсов методов НК.

Планирование восстановления критичных элементов

При решении задач восстановления актуальными являются модели и методы планирования восстановления элементов систем, которые учитывают возможности совмещения отдельных операций ТО, ремонта и технологических процессов, методы совершенствования расписаний обслуживания с учетом различных критериев и т.д. Для подготовки ТО критичных элементов необходимо также планировать обеспечение их различного рода ресурсами и разработать модели расходования ресурсов на основе теории управления запасами. Важными являются задачи планирования объемов и сроков проведения ТО, разработки оптимальных стратегий ремонтов по различным показателям готовности, стоимости и т.д. Основанием для назначения того или иного вида ремонта является выработка технологическим оборудованием технического ресурса, при котором создается угроза безопасности объекта.

При разработке таких моделей необходимо формировать показатели критериев и учесть ограничения на потребление различного рода ресурсов (численность специалистов, участвующих в проведении эксплуатационных процессов), оборудования, финансовых затрат, временных ограничений на восстановление.

Рассмотрим одну из задач принятия решений по выбору способов восстановления элементов систем.

Предположим, что для фиксированного периода времени Т в результате проведения исследования технического состояния выделенных критичных элементов и обработки результатов экспериментов по диагностике элементов (отдельных агрегатов или систем) с применением комплекса методов НК определены возможные способы восстановления элементов и заданы ограничения по технико-экономическим показателям на проведение работ.

Обозначим через *Е={ej, j Є J), J={1,...,n}, (5)*

*-* множество элементов (агрегатов), у которых на данный период восстановления Т необходимо проводить комплекс мероприятий, (ТО различного уровня), восстановление (профилактику, замену и т.д.). Объемы ремонтно-профи-лактмческих работ для каждого агрегата или системы зависят от экспертной информации о величине его остаточного ресурса, интенсивности отказов, результатов контроля систем, выделенных ресурсов и т.д.

Реализация восстановления работоспособности элемента е*j* может осуществляться различными технологическими способами

*xjk Є* *Xj ={хj1, хj2,...,xjk\* }* (6)

Тогда *х = (х1k1,...х1kj,...,хnkn)* (7) *-* перечень способов восстановления всех критичных элементов системы.

При проведении работ могут задействоваться: различное число бригад, ремонтных органов, оборудование различного типа и т.д., для различных элементов необходимы финансовые и ресурсные затраты. От этих затрат зависит качество и сроки проведения работ (замена узла новым или замена (восстановление) его части и т.д.), что и определяет показатель вероятности не достижения предельного состояния после их восстановления.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | |  | | --- | | **xjk** | | | - ЗАМЕНА - ЧАСТИЧНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ - РЕЗЕРВ |

Рис.1. Возможные варианты восстановления критичных элементов систем

Определим для каждого способа восстановления xjk показатели планируемых вероятностей не перехода в предельное состояние *рj (*xjk *)* и затрат ресурсов *gj (*xjk *)* (например, среднее время восстановления элементов и систем, стоимость ремонтно-профилактических работ, трудозатраты и т.д.).

Данные по ресурсам заносятся в таблицу в которой для каждого элемента фиксируются возможные способы его восстановления.

Пусть заданы ограничения *bi,* i *Є I = [1,..., т}* по каждому ресурсу для планового периода времени Т. Тогда задача выбора способов восстановления элементов системы может быть сформулирована следующим образом:

максимизировать надежность

*Р(х) =* **П** *pj (*xjk*) --> mах,* (8)

при ограничениях на ресурсы восстановления

*gi (x) =* ***SUM*** *gij (*xjk*) <= bi* ,i Є I

*x =(x1k1 ,...xjkj ,...xnkn}* Є X = **П** Xj (9)

Результатом решения данной задачи являются фиксированные способы восстановления агрегатов или технологических систем в плановый период восстановления Т, после выполнения которых надежность системы является максимальной при выделенных ресурсах. Важно отметить, что при нахождении и интерпретации решений необходимо исследовать их корректность и адекватность. Для решения задачи могут быть использованы алгоритмы, базирующиеся на методе последовательного анализа и отсеивания вариантов [2,3].

Список литературы

1. *ГетьманА.Ф., Козин Ю.Н.* Неразрушающий контроль и безопасность эксплуатации сосудов и трубопроводов давления -М.: Энергоатомиздат, 1997.--288с.
2. *Клюев В. В.* Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. -М. : Машиностроение.- 1986.-488с.
3. *Лопаткин В. И.* Методы неразрушающего контроля за рубежом// Проблемы безопасности полетов -1986 .№6. 58-65с.
4. Испытательная техника: Справочник. В 2-х кн. /Под общ. ред. *Клюева В.В.* - М.: Машиностроение, 1982.
5. 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.
6. ГОСТ 26-2044-83. Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.
7. *Волкович В.Л., Волошин А. Ф., Заславский В. А., Ушаков И. А.* Модели и алгоритмы оптимизации надежности сложных систем.- Киев: Наукова Думка.-1993.-312с.
8. ASNT Central Certification Program (ACCP) // The American Soiciety for Nondestructive Testing, Inc. Revision 3( November, 1997)
9. European Standart norme, EN 473:1993, January, 1993.-36p.
10. Хенли Э., Кумамото X. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. В.С.Сыромятникова, Г.С.Деминой.-М.: Машиностроение, 1984.-528 с.
11. Проектирование надежных спутников связи / Афанасьев В.Г., Верхотуров В.И., Заславский В.А. и др./ под редакцией академика М.Ф.Решетнева.-Томск: МГП "РАСКО", 1993.- 221 с.
12. Михалевич B.C., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем.- М.: Наука, 1982.-286С.