Лекция №6

Анализ надежности технических систем

1. Обеспечение надежности системы; 2. Оценка надежности системы

Каждый объект характеризуется жизненным циклом Жизненный цикл машины включает стадии исследования и проектирования, изготовления, эксплуатации и списания. Каждая из этих стадий влияет на надежность объекта.

Соблюдение указанных выше принципов осуществляется на различных этапах жизненного цикла технического объекта (системы). Его расчет производится по формуле

Тцм = Тпр + Тизг + Тс,

где Тпр – календарный срок от начала разработки машины до приемочных испытаний; Тизг – продолжительность серийного изготовления машины, включая подготовку производства; Тс – срок службы машины.

Например, для землеройных машин – Тпр = 2,3...3,4 года; Тизг = 8, 6...10, 2 года; Тс = 5...8 лет; Тцм = 15,9...21 год.

На этапе проектирования расчет надежности производится с целью прогнозирования (предсказания) ожидаемой надежности проектируемой системы. Такое прогнозирование необходимо для обоснования предполагаемого проекта, а также для решения организационно-технических вопросов:

– выбора оптимального варианта структуры;

– способа резервирования;

– глубины и методов контроля;

– количества запасных элементов;

– периодичности профилактики.

При проектировании надежности никогда нельзя удовлетворяться каким-либо одним найденным решением. Только вероятностный анализ способен обеспечить правильный выбор. Программа контроля надежности должна осуществляться на всей стадии проектирования, а вслед за ней – на стадиях испытания первой модели.

Первый этап – предварительный анализ надежности различных пробных конструкций, в результате которого выбирается окончательный вариант. Предварительный анализ надежности на первом этапе состоит в теоретическом сравнительном анализе различных возможных вариантов и альтернативных решений, предлагаемых конструктором. Выполняемый при этом анализ схем и нагрузок помогает выбрать интенсивности отказов элементов для анализа общей надежности. Затем составляются блок-схемы надежности для различных вариантов, показывающие, где используется последовательное соединение элементов, а где – резервирование, и вычисляется надежность изделия в течение интервала времени, необходимого для выполнения заданной функции, или его средняя наработка на отказ.

Второй этап заключается в анализе надежности окончательного варианта конструкции и должен дать уверенность в том, что в данной конструкции удовлетворены все требования к надежности. Анализ на втором этапе зачастую состоит из двух стадий: расчета схем и компоновки элементов. При компоновке определяются нагрузки на элементы, включая повышение температуры, под влиянием которых сильно возрастают интенсивности отказов. При проектировании способов компоновки следует учитывать также ремонтопригодность. Если устройство используется повторно или подвергается ремонтам, наиболее легкий доступ должен быть обеспечен к элементам с максимальной интенсивностью отказов. При наличии всех конструктивных данных, включая результаты анализа схем и нагрузок, типы элементов и их размещение, может быть получена достаточно точная оценка надежности изделия.

Если полученная оценка в разумных пределах превышает требуемую надежность, может быть начато изготовление экспериментального образца. В противном случае следует изменить конструкцию или компоновку для уменьшения нагрузок, улучшить защиту ряда элементов. Таким образом, уже на стадии проектирования можно добиться значительного повышения надежности, то есть до того, как будет начато изготовление экспериментального или опытного образца.

Использованная литература

1. Абрамов, А. Н. Эксплуатационная надежность технических систем: учеб. пособие / А.Н. Абрамов. – М.: МАДИ, 2019. – 120 с.