

Прогнозирование надежности технологических систем

Различают три этапа прогнозирования:

- 1 ретроспекция;
- 2 измерение параметров состояния машин;
- 3 прогноз.

На первом этапе проводят исследование динамики состояния элементов машин в прошлом, в результате чего разрабатывают динамическую модель технического состояния машины.

На втором этапе устанавливают предельные изменения параметров, разрабатывают методы и средства их измерения и проводят эти измерения, выбирают методы прогнозирования и способы проверки их достоверности.

На третьем этапе прогнозируют изменение параметров технического состояния, синтезируют обобщенные прогнозы.

При расчете ресурса технических систем используется прогнозирование по реализации изменения параметров.

Прогнозирование позволяет узнать состояние элемента в будущем вплоть до появления отказа.

Существуют постепенный и внезапный отказы.

Под постепенным отказом понимается нарушение работоспособности элемента, вызванное достижением параметра предельной величины в результате непрерывного изменения в процессе работы, например износ.

Внезапный отказ- нарушение работоспособности в результате скачкообразного изменения параметра, например поломка сегмента и т.д.

Большое значение при прогнозировании имеет правильный выбор математической модели изнашивания.

Требования, которым должна отвечать эта модель следующие:

- а) модель должна учитывать физику изменения процесса;
- б) быть возрастающей, отражать интегральный характер изменения параметра состояния элемента;
- в) быть универсальной, охватывая случаи постоянной, возрастающей и убывающей скорости изнашивания;
- г) иметь простое математическое выражение.

Этим требованиям хорошо отвечает функция вида:

$$U(t) = \vartheta_0 t^\alpha + U_1 + z$$

где , α -случайные коэффициенты;

t^α – координатная функция;

z - случайная величина, характеризующая влияние изменения условий эксплуатации;

U_1 – случайная величина, характеризующая приработку изделия.

Можно выделить два метода определения характеристик функции изменения параметра и ресурса элемента:

- на гарантированный ресурс;
- на отказ.

Прогнозирование по параметрам технического состояния машин является эффективным методом быстрой оценки ресурса, однако с помощью его можно получить, как правило, оценки ресурса отдельных деталей и сопряжений.

Задачей испытаний является оценка надежности оборудования и машин в целом.

Узлы машин состоят из большого числа элементов, причем отказ только некоторых из них вынуждает к отправке узла на капитальный ремонт, т.е. определяет предельное состояние узла.

При прогнозном расчете и анализе показателей надежности узлов, агрегатов и машин в целом широко используется *метод структурных схем*.

Сущность метода заключается в том, что выполняющие определенные функции конструктивные элементы технической системы или отдельного узла в результате их последовательного или параллельного соединения представляются в виде расчетной конструктивной схемы.

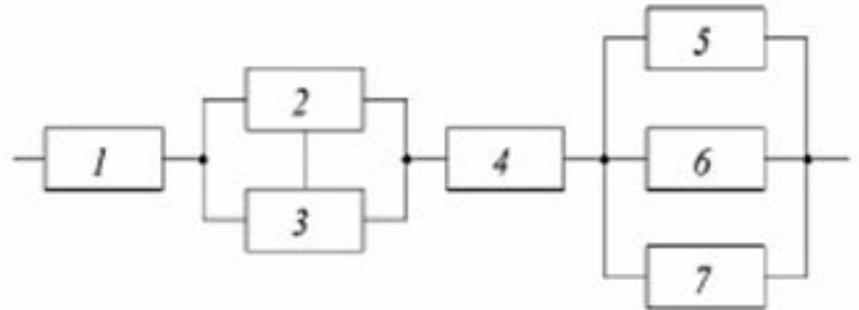
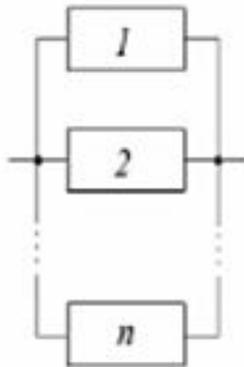
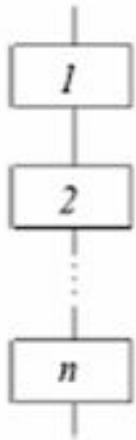
Последовательной называют схему соединения конструктивных элементов, при которой необходимое и достаточное условие нарушения работоспособности – отказ хотя бы одного из элементов (рис.1).

Наработка до отказа системы при таком соединении равна наработке до отказа того элемента, у которого она окажется минимальной:

$$t_c = \min (t_i), i = 1, 2, \dots, n,$$

где n – количество элементов системы.

Схемы соединения



Вероятность безотказной работы системы, состоящей из n последовательно соединенных элементов, в соответствии с теоремой умножения независимых событий равна

$$P(\Delta t) = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n = \prod_{i=1}^n P_i$$

где P_1, P_2, \dots, P_n – вероятности безотказной работы элементов, входящих в систему, за наработку t .

Параллельной называют схему соединения, работоспособность которой нарушается при отказе всех входящих в нее конструктивных элементов (рисунок 2).

Наработка до отказа такой системы равна максимальной наработке входящих в нее элементов

$$t = \max (t_i), i = 1, 2, \dots, n.$$

Вероятность безотказной работы системы при параллельном соединении элементов составляет

$$P(\Delta t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

В реальных технических системах схема соединения конструктивных элементов чаще всего представлена в виде совокупности последовательных и параллельных подсистем (рисунок 3).

Такая схема соединения носит название *смешанной*.

При расчете надежности такой схемы соединения сначала определяют вероятности безотказной работы ее подсистем, а затем – вероятность безотказной работы всей технической системы.

Вероятность безотказной работы для схемы 3:

$$P(\Delta t) = P_1(t) \cdot \{1 - [1 - P_2(t)] \cdot [1 - P_3(t)]\} \cdot P_4(t) \cdot \{1 - [1 - P_5(t)] \cdot [1 - P_6(t)] \cdot [1 - P_7(t)]\}$$

При расчете надежности проектируемое техническое устройство представляется в виде единой структурной схемы, состоящей из суммы последовательных и параллельных соединений конструктивных элементов, выражающих при этом события их безотказности.