

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТНИМИ МЕТОДАМИ**

Сенчик Ю.С., группа ИУС – 06в(м)

Руководитель к.т.н. Секирин А.И.

Обеспечение высокой надежности технологического оборудования связано с методами его эксплуатации и ремонта.

Основная цель разработки рациональной системы ремонта заключается в том, чтобы с минимальными затратами времени и средств обеспечить высокую эффективность эксплуатации технологического оборудования. Это возможно в том случае, если система ремонта, учитывая разнообразие условий эксплуатации не неожиданных отказов оборудования, нарушающих нормальный ритм производства, и одновременно в наибольшей степени используем потенциальную надежность, заложенную в конструкции оборудования.

В настоящее время существуют большое количество методов прогнозирования отказов, главным отличием которых является характер используемой информации.

Все методы можно объединить в три основных:

методы аналитического прогнозирования;

методы вероятностного прогнозирования;

методы статистической классификации.

Для прогнозирования отказов технологического оборудования применены методы вероятностного прогнозирования, что обусловлено сильным влиянием внешних и внутренних факторов, имеющих случайный характер. Этот метод связан с определением вероятности невыхода процесса за установленные ограничения.

Закон распределения времени работы до отказа, выраженный в дифференциальной форме в виде плотности вероятности  $f(t)$  или в

интегральной форме в виде плотности распределения  $F(t)$  является полной характеристикой надежности изделия или его элемента. Он позволяет определить вероятность безотказной работы  $P(t) = 1 - F(t)$ , математическое ожидание (средний срок службы или средняя наработка до отказа):

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} f(t)t dt = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (1)$$

Основная задача теории надежности состоит в выявлении и математическом описании такого закона распределения  $f(t)$ , который отражал бы с высокой степенью достоверности объективную действительность. Это необходимо для возможности прогнозировать поведение с точки зрения оценки вероятности возникновения отказа. Наиболее простой и широко распространенный путь для решения этой задачи заключается в непосредственном выборе закона распределения, который, по мнению исследователя, отражает действительную картинку.

Теория вероятностей дает широкий ассортимент различных законов распределения случайных величин, которые могут быть использованы и для решения задач надежности. Основанием для использования того или иного закона распределения и оценки его параметров служат обычно опытные данные, полученные при испытании изделий или образцов, сведения об аналогах, эксплуатационные наблюдения или теоретические предпосылки.

При этом должны применяться методы проверки статистических гипотез о правомерности применения данного закона распределения.

Для решения задач надежности широкое применение получил нормальный закон. Однако учитывая область существования  $0 \leq t < \infty$  при точных решениях, необходимо вводить нормирующий множитель, который обеспечивает равенство единице площади кривой  $f(t)$  в области положительных значений  $t$ .

Нормальный закон в ряде случаев рекомендуется применять при износе и других постепенных отказах. Однако часто наблюдаются асимметричные законы распределения. В этих случаях могут подойти логарифмически-

нормальное распределение, закон Вейбула, гамма-распределение, распределение Релея. Они часто применяются, например, при оценке результатов испытаний на усталостную прочность.

При действии на изделие внешних факторов, приводящим к отказам независимо от его состояния и длительности предшествующей работы, т.е. когда возникают внезапные отказы, они могут описываться экспоненциальным или равномерным распределениями.

При оценке надежности популярность, как правило, получают те законы распределения, которые за счет изменения значений численных параметров могут принимать различный вид.

Непосредственное применение законов распределения сроков службы не может быть признано основным методом для решения задачи надежности по следующим причинам.

Во-первых, закон выбирается формально, по внешним признакам, он не отражает процесса формирования отказа и поэтому имеется опасность весьма грубого приближения.

Во-вторых, для получения экспериментальных данных, позволяющих судить о законе распределения, требуется, как правило, очень длительное время, так как фиксируется конечная стадия повреждения – отказ. Закон распределения времени работы изделия до отказа будет правильно отражать действительную картинку лишь тогда, когда он получен в результате рассмотрения модели отказа, описывающий процесс повреждения изделия и формирование в результате этого определенного закона  $f(t)$ .

Только в этом случае будет обеспечена возможность прогнозирования надежности изделия в различных условиях эксплуатации.

Рассмотрены следующие модели отказов оборудования:

- Модель формирования постепенного отказа. Постепенные отказы возникают в результате протекания того или иного процесса старения, ухудшающего начальные параметры оборудования. Основным признаком постепенного отказа является то, что вероятность его возникновения  $F(t)$  в

течении заданного периода времени зависит от длительности предыдущей работы оборудования. Чем больше эксплуатировалось оборудование, тем выше вероятность возникновения отказа;

- Модель внезапного отказа. Причина возникновения внезапных отказов не связана с изменением состояния оборудования и времени его предыдущей работы, а зависит от уровня внешних воздействий. Поэтому при построении модели внезапного отказа надо охарактеризовать ту обстановку, те внешние условия, которые могут привести к отказу;

- Модель одновременного проявления внезапных и постепенных отказов. Во многих случаях, когда оборудование подвержено постепенным отказам, одновременно существует опасность выхода его из строя также из-за внезапных отказов. При совместном действии постепенных и внезапных отказов значение  $P(t)$  может быть посчитана по теореме умножения вероятностей, так как событие – безотказность работы детали за время  $t$  заключается в выполнении двух условий: безотказности от износных повреждений  $P_u(t)$  безотказности от внезапных выходов из строя  $P_в(t)$ . При независимости этих отказов

$$P(t) = P_u(t)P_в(t) . \quad (2)$$

В ряде случаев может иметь место такая схема взаимодействия постепенных и внезапных отказов, когда старение снижает уровень сопротивляемости оборудования внезапными отказами. Тогда в течении некоторого периода времени  $T_o$ , когда экстримальные пиковые нагрузки  $Q_{эк}$  меньше допустимых  $Q_{дон}$ , опасности возникновения внезапных отказов нет. При падении допустимых значений  $Q_{дон}(t)$  из-за старения оборудования, начиная со значения  $Q_{эк}=Q_{дон}$ , появляется вероятность возникновения внезапного отказа.

#### Перечень ссылок

1. Прогнозирование сроков отказа металлургического оборудования/Седуш В.Я.,

Ченцов Н.А., Ченцова Н.С.// *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 1994. №3. – С.75-77.

2.Пронилов А.С. *Надежность машин.* – М.: Машиностроение, 1978

3.Седуш В.Я. *Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин: Учебник.* 3-е изд., перераб. и доп. – К.: УМКВО,1992