

УДК 629 083

Цуцалевич А.В.

Научный руководитель к т. н., доцент Монтик С.В.

ГРАФИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА УСЕЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ НАДЕЖНОСТИ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПО НОРМАЛЬНОМУ ЗАКОНУ

Основной источник информации о надежности объекта — подконтрольная эксплуатация, в ходе которой фиксируют данные об отказах. Полученную информацию направляют на завод изготовитель или ремонтный завод в виде донесений об отказе изделия. Донесение содержит информацию об изделии, условиях его эксплуатации, характере и причине отказа, трудоемкости восстановления.

Все показатели надежности техники относятся к категории случайных величин, которые рассчитываются методами теории вероятности и математической статистики.

Статистическую оценку показателя надежности дают совокупности объектов, объединенным единым признаком или свойством. Различают статистическую, генеральную и выборочную совокупность. Статистическая совокупность — это совокупность состоящая из однородных объектов, обладающих качественной общностью. Генеральная совокупность — это совокупность объектов, подлежащих исследованию, однако исследовать все объекты генеральной совокупности не представляется возможным. Поэтому для исследования генеральной совокупности выбирают определенное число объектов, которые называют выборочной совокупностью (выборкой).

Если во время испытаний у каждого объекта выборки будет зафиксирован интересующий показатель надежности, то полученная информация называется полной. Если испытания ограничивают по времени или наработке объектов и за это время при наработке не у всех объектов выборки зафиксирован показатель надежности, то такую информацию называют усеченной.

Для математического описания результатов эксперимента недостаточно учитывать только сходство экспериментальных и теоретических графиков и числовых характеристики эксперимента. Необходимо иметь понятие об основных принципах и физических закономерностях формирования вероятностных математических моделей. На этом основании необходимо провести логический анализ причинно следственных связей между основными факторами, которые влияют на ход следуемого процесса, и его показателями.

Нормальный закон хорошо согласуется с результатами эксперимента по оценке параметров, характеризующих техническое состояние детали, узла, агрегата и автомобиля в целом, а также их ресурсов и наработки (пробега) до появления первого отказа. К таким параметрам относятся: интенсивность (скорость) изнашивания деталей; средний износ деталей; изменение многих диагностических параметров; содержание механических примесей в маслах и др. Проведение исследования и обобщение имеющегося опыта показали, что более чем в 60 % случаев распределение указанных величин близко к нормальному закону.

Достаточно широкое распространение этого закона объясняется тем, что рассматриваемые параметры формируются в реальных условиях эксплуатации или под влиянием многочисленных взаимно независимых или слабо зависимых факторов или являются суммой некоторых случайных слагаемых. Интенсивность изнашивания и, следовательно, износ, ресурс детали, межремонтный пробег зависят, например, от первоначальных свойств сопряженных деталей, качества смазочных материалов (если они применяются), условий работы (нагрузки, скорости, температуры), квалификации персонала, качества ТО, ремонта и т.д. В свою очередь, свойства сопряженных деталей зависят от материала, твердости, частоты поверхности, точности изготовления и, естественно, так же как и условия работы, имеют определенную вариацию.

Одним из недостатков аналитических методов обработки информации – значительная трудоемкость. Кроме того, графический метод может обрабатывать все виды информации; полную, усеченную и многократно усеченную. В связи с этим для обработки информации все шире используют более простые и в тоже время достаточно точные графические методы.

Кривая интегральной функции отказности носит криволинейный характер. По внешнему виду этой кривой трудно определить, какому закону подчиняется рассеивание по показателю надежности, и невозможно определить его параметры. Кроме того, в случае усеченной информации и известного закона распределения на интегральную кривую можно нанести только начальные точки информации.

Для обработки информации графическими методами на оси абсцисс и ординат необходимо нанести такую разметку, при которой интегральная кривая отказности приняла бы вид прямой линии (интегральная прямая).

Выпрямление кривой функции распределения отказности при законе нормального распределения выпрямляют следующим образом: значение функции по оси ординат, например, 0,01; 0,05; 0,10; 0,20; и т.д. наносят на равных расстояниях одна от другой, а пропорционально указанным квантилям (смотри рис. 1).

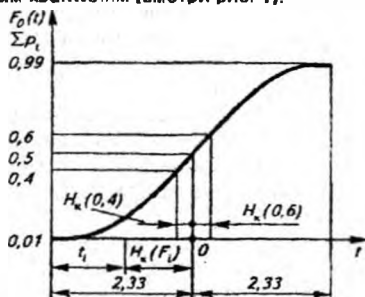


Рис. 1. Схема определения координаты y , при законе нормального распределения

Для получения расчетных формул рассмотрим графики центрированной и нормальной интегральной функции (рис. 1). При этом минимальное значение функции примем $F_0(t)=0,01$, максимальное $F_0(t)=0,99$, так как при 0 и 1 значения функции уходят в $\pm\infty$. Нанесем эти точки на ось ординат. Квантиль $H_k(0,5)=0$. Для симметрично распределенных относительно $F(t)=0,5$ точки на оси ординат квантили равны между собой. Так, квантили $H_k(0,4)=H_k(0,6)=0,253$. $H_k(0,01)=H_k(0,99)=2,326=2,33$.

Для определения положения точки t на оси абсцисс необходимо из отрезка 2,33 вычислить или прибавить (в зависимости от положения точки относительно $H_k(0,5)=0$)

квантиль интегральной функции или накопленной опытной вероятности $\sum p_i$, соответствующей этой точке. Тогда координату точки по оси ординат, мм, находят так [1]:

$$y_i = 50 \left[2.33 \pm H_n \left(\sum p_i \right) \right],$$

где 50 – масштаб построения оси ординат, мм/квантиль, $\sum p_i$ – накопленная опытная вероятность i -го отказа объекта

При $\sum p_i < 0,5 H_n \left(\sum p_i \right)$ принимают с минусом, при $\sum p_i > 0,5 H_n \left(\sum p_i \right)$ – с плюсом.

Накопленная опытная вероятность

$$\sum p_i = \frac{N^0}{N + 1},$$

где N^0 – порядковый номер i -й точки в таблице исходной информации; N – общее число точек в информации.

Координату точек по оси абсцисс, мм, определяют по уравнению [1]:

$$x_i = M_n t_i,$$

где M_n – масштаб оси абсцисс, t_i – значения i -го показателя надежности.

Определив y_i и x_i для 6...7 точек, равномерно расположенных в таблице исходной информации, наносят эти точки на график с прямоугольными координатами (см. рис. 2). Не рекомендуется за расчетные точки принимать первое и последние точки информации, так как они могут быть выпадающими. Обычно за первую расчетную точку принимают точку, накопленная опытная вероятность которой $\sum p_i = 0,10, 0,15$, за послед-

нюю – $\sum p_i = 0,85, 0,95$

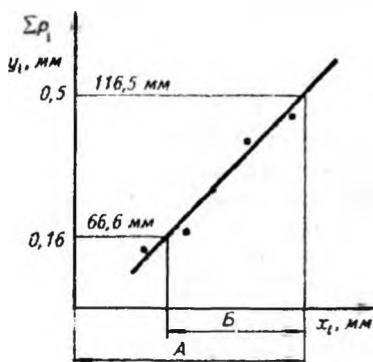


Рис. 2. Схема определения t и σ по интегральной прямой отказности закона нормального распределения

Через опытные точки проводят прямую линию с таким расчетом, что с каждой ее стороны располагается одинаковое число точек, а их расстояния от прямой были бы

примерно одинаковыми. Через точку на оси ординат $\sum p_i = 0,5$ (находятся на расстоянии 116,5 мм от начала координат) проводят горизонтальную линию до пересечения с интегральной прямой. Из точки пересечения на ось абсцисс опускают перпендикуляр. Отрезок А на оси абсцисс соответствует в заданном масштабе среднему значению показателя надежности $t = A \cdot \frac{10000}{M}$.

Средние квадратическое отклонение σ определяют графическим методом на основании уравнения

$$\sigma = (\bar{t} - t_i) / H_K(F_i).$$

При $H_K(F) = 1,0$ $\sigma = \bar{t} - t_i$. Из положения находим $H_K(F) \approx 1,0$ при $F = 0,16$ или $F = 0,84$.

Следовательно, значения σ равно длине отрезка Б (разность абсциссы А и абсциссы точки пересечения горизонтали $\sum p_i = 0,16$, проведенной на расстоянии 66,6 мм от начала координат). Среднее квадратическое отклонение $\sigma = B \cdot \frac{10000}{M}$.

Для автоматизации описанной выше методики обработки показателей надежности на основании усеченной информации была составлена компьютерная программа в виде электронной таблицы MS Excel.

Данная программа может быть использована для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Научные исследования и решение инженерных задач" для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей».

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и ремонт машин/В. В Курчаткин и др.; Под ред В В Курчаткина – М Колос, 2000 -776 с.
2. Научные исследования и решение инженерных задач: Учебн Пособие/ С С Кучур М М Болбас, В К Ярошевич. – Мн Адукацыя і выхаванне 2003

УДК 629 083

Цуцалевич А.В.

Научный руководитель к. т. н., доцент. Монтик С.В.

СБОР И ОБРАБОТКА УСЕЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПОКАЗАТЕЛЯХ НАДЕЖНОСТИ, РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПО ЗАКОНУ ВЕЙБУЛЛА

Система сбора и обработки информации о надежности серийно выпускаемых новых и отремонтированных изделий машиностроения представляет собой совокупность организационно-технических мероприятий по получению необходимых и достоверных сведений о надежности объектов.

Сбор и обработка информации о надежности объектов выполняется с целью:

- усовершенствования конструкции, технологии изготовления, сборки и испытаний, обеспечивающих повышение надежности;
- разработке мероприятий по совершенствованию диагностирования, технического обслуживания и текущих ремонтов;

- повышение качества капитальных ремонтов и снижения затрат на их проведение,
- оптимизация норм расхода запасных частей.

Основные задачи системы сбора и обработки информации:

- определение показателей надежности объектов