

УДК 629.33

КОЭФФИЦИЕНТНЫЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

А.А. Турсунов, Д.Т. Холов, Ф.Б. Нуров, Дж.К. Хафизов, Ф.А. Гафаров

Предложена модель прогнозирования надежности технических систем, основанная на предположении об экспоненциальном распределении вероятности безотказной работы их элементов.

Ключевые слова: надежность; коэффициент; отказ; механизм; температура; технические системы.

COEFFICIENT MODELS OF CALCULATION OF THE COMPLEX INDICATOR OF CAR RELIABILITY

A.A. Tursunov, D.T. Kholov, F.B. Nurov, D.K. Khafizov, F.A. Gafarov

The authors offer the forecasting model of technical systems' reliability based on the assumption of exponential distribution of probability that their elements would effective operate.

Key words: reliability; coefficient; refusal; mechanism; temperature; technical systems.

Большое распространение в инженерной практике получили различного рода упрощенные (формализованные) коэффициентные методики расчета и прогнозирования надежности технических систем.

Сущность коэффициентных моделей надежности заключается в сравнении рассматриваемого объекта с другим объектом, надежность которого (базовая интенсивность отказов) определена ранее, и для прогнозирования (расчета) надежности которого найдена некоторая эмпирическая зависимость в виде функции, связывающей параметры надежности технических систем с рядом коэффициентов, учитывающих особенности конструкции, уровень их сложности, влияние условий эксплуатации.

Существующие коэффициентные модели отличаются по степени детализации, учету видов и механизмов отказов технических систем, их структурных параметров и характеристик, условий производства, эксплуатации, степени сложности и универсальности.

В общем случае коэффициентные модели расчета надежности технических систем применяются, в основном, для сравнительного анализа различных структурных вариантов технических систем по критерию надежности, и могут дать достаточно точные результаты, если сравниваются объекты, аналогичные своим структурным параме-

трам и изготовленные в одинаковых условиях производства.

I. Широкое распространение получили коэффициентные модели оценки, основанные на расчете надежности технических систем по средним интенсивностям отказов ее отдельных компонентов, отличающихся относительной структурной, функциональной и технологической самостоятельностью.

Этот вид коэффициентной модели более универсален и обеспечивает быстрое получение достаточно точных результатов, если накоплены достоверные данные по интенсивностям отказов отдельных компонентов данного вида и типа технических систем. К недостаткам данного вида коэффициентной модели относится трудность учета конструктивных и производственных дефектов в объекте.

II. Коэффициентная модель [1], использующаяся для предварительной, огрубленной оценки надежности технических систем, носит достаточно общий характер и базируется на расчете величины интенсивности отказов технических систем с учетом влияния температуры, качества изготовления и условий эксплуатации. Данная модель оценки надежности носит достаточно общий характер и дает лишь огрубленное значение интенсивности отказов.

III. В основе методики оценки надежности, описанной в работе [2], лежат статистические данные об отказах отдельных компонентов технической системы. Полная интенсивность отказов технической системы в модели этого типа представляется в виде суммы интенсивностей отказов элементов. Влияние температурных режимов работы, уровней сложности системы, окружающей среды, качества контроля и ряда других факторов учитывается введением соответствующих коэффициентов.

IV. В работе [3] предлагается модель прогнозирования надежности технических систем, основанная на предположении об экспоненциальном распределении вероятности безотказной работы их элементов. Для оценки интенсивности отказов системы I_{ATC} используются частные интенсивности отказов, вызванные различными конструктивно-технологическими ее компонентами.

Для учета влияния качества изделий, внешних условий и температуры в формулу введены три коэффициента: коэффициент качества K_k ; коэффициент применения $K_{зн}$; температурный коэффициент K_T .

V. Расчет надежности технических систем по внезапным отказам на основе коэффициентной модели данного вида базируется на суммировании усредненных значений интенсивностей отказов входящих в данную систему компонентов [4].

Эта методика позволяет относительно быстро произвести сравнительную оценку различных структурных вариантов технических систем с учетом уровня их сложности (количества компонентов) и влияния основного нагрузочного фактора – температуры. Точность оценки будет зависеть от достоверности исходной информации об интенсивности отказов отдельных компонентов системы.

VI. Коэффициентные методики расчета надежности в стандартах США разработаны для большого разнообразия систем. Основой коэффициентных методик расчета надежности системы является многокомпонентная модель, учитывающая влияние на базовую интенсивность отказов ее отдельных компонентов, принимая во внимание тип и назначение системы, уровень интеграции, ее индивидуальные характеристики, качество производства и конкретные условия применения.

Коэффициентные методики и модели могут быть доведены в каждом данном случае до необходимого практического применения совершенства, учитывая множество различных факторов.

Основным достоинством рассмотренных выше коэффициентных методик является их простота и разнообразие применения, определяемое регулируемым уровнем детализации. Однако степень

достоверности прогнозируемой надежности будет зависеть, с одной стороны, от объема и качества (точности) проведенных экспериментальных исследований по определению базовых интенсивностей отказов и коэффициентов, а с другой – от правомерности экстраполяции теоретических зависимостей для систем, имеющих другие конструктивно-технологические и технические параметры по сравнению с базовыми.

Вопрос оценки надежности транспортных средств в целом в условиях разнообразия единичных показателей надежности является актуальной. В работах [5–7] проанализированы некоторые исследования в области поиска обобщенного показателя надежности.

Взяв за основу предложенное в работе [6] выражение для расчета комплексного показателя надежности автомобилей с учетом показателя сохранности, получим

$$КПН = K \cdot \frac{t_{cp}}{L_{кр} \cdot T_c \cdot I_{отк}},$$

где КПН – абсолютное значение комплексного показателя надёжности; $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ – результирующий коэффициент, учитывающий нормативные значения влияния условий эксплуатации, модификации подвижного состава и природно-климатической зоны; t_{cp} – средняя трудоемкость устранения одного отказа за пробег до капитального ремонта (единичный показатель ремонтно-пригодности), чел.-ч; $L_{кр}$ – нормативный ресурс до капитального ремонта (единичный показатель долговечности), км; T_c – средний срок сохранности (единичный показатель сохранности), лет; $I_{отк}$ – наработка на отказ, км (единичный показатель безотказности).

Для сравнения надежности различных марок автомобилей предложен сравнительный комплексный показатель надежности $КПН_{cp}$:

$$КПН_{cp} = K \cdot K_d \cdot K_c \cdot T_{тр},$$

где K_d – коэффициент долговечности

$$K_d = \frac{L_{крб}}{L_{кр1}},$$

где $L_{кр}$ и $L_{кр1}$ – долговечность соответственно базового и оцениваемого автомобиля, или соответствующий норматив, км; K_c – коэффициент сохраняемости.

$$K_c = \frac{T_{сб}}{T_{с1}},$$

где T_{cb} , T_{ci} – сохраняемость базового и оцениваемого автомобилей или значение соответствующего норматива; $T_{тр} = \frac{t_{сп}}{l_{отк}}$ – удельная трудоёмкость текущего ремонта, $\frac{\text{чел.} \cdot \text{ч}}{\text{км}} \cdot 10^{-3}$.

На основании анализа комплексных показателей надежности, проведенного на базе применения коэффициентных моделей, вырисовываются общие пути повышения надежности автомобилей.

Литература

1. Баккаро Д. Требования к надежности полупроводниковых приборов, предъявляемые МО США / Д. Баккаро. ТИИЭР. Т. 62. Вып. 2. 1974.
2. Schnable G.L. MOS Integrated Circuit Reliability "IEEE Trans. on Rel" G.L. Schnable. VR-21, № 1, 1972.
3. Gellman N. Failure rate prediction for hybrid circuits an approach // The eight convention of electrical and electronics engineers in Izrael / N. Gellman. Tel-Aviv, April-May, 1973.
4. Определение интенсивности отказов ИМС применительно к расчету надежности по внезапным отказам. М.: НИИЭИР, 1974.
5. Турсунов А.А. Надёжность автомобилей в горных условиях / А.А. Турсунов. Душанбе: Маориф, 1999. 141 с.
6. Кузнецов Е.С. и др. Оценка эксплуатационной надежности / Е.С. Кузнецов и др. // Автомобильный транспорт. 1980. № 12.
7. Бурдаков В.Д. Альтернатива тонно-километрам / В.Д. Бурдаков, Г.В. Смирнов. М.: Знание, 1990. 64 с.