3. Патент РФ №2256946. Термоэлектрическое устройство терморегулирования компьютерного процессора с применением плавящегося вещества/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д., Гафуров К.А.
4. Патент РФ №2199777. Устройство для термостабилизации нескольких объектов на разных температурных уровнях/ Исмаилов Т.А., Евдулов О.В., Юсуфов Ш.А., Гаджиев Х.М.
5. Патент РФ №2524480. Тепловая труба с применением трубчатых оптоволоконных структур/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
6. Патент РФ №2535597. Способ интенсификации теплообмена в тепловой трубе/ Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.
7. Патент РФ №2534954. Устройство для охлаждения компьютерного процессора с применением возгонки /Исмаилов Т.А., Гаджиев Х.М., Гаджиева С.М., Нежведилов Т.Д.

УДК 519.873

Гусейнов Р.В., Султанова Л.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

Guseynov R.V., Sultanova L.M.

DEFINITION OF INDICATORS OF RELIABILITY OF CARS

Раскрыта сущность показателей надежности, долговечности, принципов, методов и закономерностей их применения в процессе эксплуатации автотранспорта.

Ключевые слова: *надежность, долговечность, законы распределения.*

Definition of reliability, durability, their principles, methods and regularities in relation to motor transport is given.

Key words: *reliability, durability, distribution laws.*

Введение. Теория надёжности – это научная дисциплина, занимающаяся вопросами обеспечения высокой надёжности технических изделий при наименьших затратах. Теория надежности включает в себя разработку и изучение методов обеспечения эффективности работы объектов (изделий, устройств, систем и т.п.) в процессе эксплуатации.

При решении проблем общей теории надежности и отдельных ее разделов используется аналитический аппарат и методы таких разделов математики, как: теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных

процессов, стохастический анализ, численные методы, методы моделирования, марковские процессы.

Согласно ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения», надежность – это свойство объекта сохранять во времени параметры, характеризующие способность выполнять требуемые функции в заданных режимах в условиях применения, технического обслуживания, хранения, транспортирования. Надёжность – комплексное свойство, которое в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость в отдельности или определённое сочетание этих свойств, как изделия в целом, так и его частей.

Таким образом, понятие надежности реализуется по вышеуказанным четырем направлениям.

Постановка задачи. Необходимо заметить, что ресурс современных изделий довольно большой. Поэтому при реализации второго свойства, как долговечность, необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что в определении долговечности отсутствует критерий о недопустимости эксплуатации по моральному износу.

Долговечность по ГОСТу 27.002-89 – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Основные показатели долговечности автомобиля следующие: средний ресурс и гамма-процентный ресурс. Под средним ресурсом понимается математическое ожидание ресурса. Гамма-процентный ресурс – это наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью. В нормативных конструкторских документах, как правило, указывается 90%-ный ресурс, а для систем, узлов и деталей, влияющих на безопасность движения, – 95%-ный.

Показатели долговечности автомобиля связываются с видом действий после наступления предельного состояния объекта. Если после наступления предельного состояния необходимо проведение капитального ремонта, указывают средний или гамма-процентный ресурс до капитального ремонта.

Для планирования ремонтов, определения объема производства запасных деталей, расчетов, связанных с оценкой технико-экономической эффективности работ по повышению долговечности и др. оценку долговечности автомобиля необходимо производить по средним показателям надежности. При этом нельзя забывать, что такую оценку долговечности автомобиля можно считать достаточно полной только при условии, что при этом учитывается рассеивание его среднего ресурса, определяемое причинами как производственного, так и эксплуатационного характера.

На современном этапе развития человечества модели машин быстро обновляются из-за их морального износа. При оценке долговечности автомобиля необходимо учитывать этот фактор и решение проблемы нецелесообразности дальнейшей эксплуатации и восстановления его работоспособного состо-

яния должно подразумевать не только наступление предельного состояния, но и целесообразность с точки зрения морального износа. Это связано с тем, что при освоении новых изделий их надежность, как правило, повышается из года в год из-за постепенного учета недоработок по конструктивным решениям, с совершенствованием технологии их изготовления.

Количественно оценить моральный износ изделия довольно проблематично, когда существующая машина сопоставляется с более новой. Определить оптимальную долговечность – это значит выяснить, до какого момента выгодно увеличивать надежность с учетом морального износа, который может быть рассчитан с помощью такого параметра как экономическая эффективность инвестиций. Решение задачи ее оптимизации можно проводить по двум направлениям:

1. Задача создания автомобиля с оптимальной долговечностью, когда объем выделяемого ресурса известен.
2. Задача создания автомобиля с оптимальной долговечностью, когда величина показателя эффективности заранее задана или определена.

При определении показателей надежности большое внимание необходимо уделить изучению законов распределения наработок на отказ. Это позволяет глубже понять природу отказов, их физическую сущность; обобщить отказы с общими закономерностями распределения наработок и выработать пути их предупреждения; более точно производить расчеты по надежности и объему ремонтных работ; моделировать и прогнозировать возможные отказы, совершенствовать систему технического обслуживания и ремонта.

Анализ формирования отказов, связанных с процессами износа деталей в процессе эксплуатации автомобиля дает ясную картину того, что он носит вероятностный характер. Непосредственное исследование кривых распределения для самых разнообразных условий эксплуатации показывает, что при отсутствии влияния каких-либо факторов, нарушающих правильное течение операций, распределение отказов, связанных с явлениями изнашивания удовлетворительно описывается нормальным законом распределения с параметрами m и σ:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-m)}{2\sigma^2}\right), \qquad (1)$$

где m – математическое ожидание входной величины;

σ- среднеквадратическое отклонение.

То есть, нормальное распределение отказов имеет место в случаях, когда отказ обусловлен большим числом факторов, мало зависящих друг от друга, причем ни один из них не является превалирующим, а доля внезапных отказов весьма мала.

Это может быть объяснено центральной теоремой Ляпунова, которая показывает, что, если случайная величина может быть представлена как сумма достаточно большого числа независимых случайных величин, и среди них нет

таких, которые превосходят остальные в такой степени, что каждая из них оказывает незначительное влияние на сумму, то случайная величина подчиняется нормальному закону распределения. При значительных математических ожиданиях нормальное распределение хорошо заменяет биноминальное и пуассоново. В реальности эти условия не всегда выполняются, и мы имеем деформированные законы нормального распределения [1]. Например, распределение наработки после выбраковки дефектных изделий может подчиняться усеченному нормальному закону.

Логарифмически, нормальный закон может встречаться, если на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число случайных и взаимонезависимых факторов, интенсивность действия которых зависит от достигнутого случайной величиной состояния. Распределение называется логарифмически-нормальным из-за того, что логарифм наработки распределяется по нормальному закону. Оно может точнее описать распределение существенно положительной величины, например, результаты усталостных испытаний.

Плотность вероятности:

$$f(t) = \frac{0,4343}{S\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-(\lg t - \lg t_0)^n}{2S^2}, \qquad (2)$$

где $\lg t_0 = (\sum lgt_i)/ N_0$.

Распределение имеет два параметра t_0 и S.

Экспоненциальный закон распределения отказов характерен для автомобилей, их узлов и агрегатов, т. е. сложных систем, состоящих из большого числа деталей, отказы которых, включая внезапные, являются следствием различных причин, в том числе тяжелых условий эксплуатации.

При экспоненциальном распределении наработки до отказа вероятность безотказной работы элемента с интенсивностью отказов λ= const в течение времени t однозначно определяется по формуле:

$$P(t) = \exp(-\lambda t) \qquad (3)$$

Если отказы связаны с нарушением работоспособности конструктивных элементов автомобилей вследствие сочетания износа и усталостных повреждений, то они подчиняются закону Вейбулла.

Распределение в простейшей форме, обычно применяемой для задач надежности, характеризуется следующей плотностью вероятности отказов:

$$f(t) = \frac{m}{t_0} t^{m-1} \exp\left(-\frac{t^m}{t_0}\right) \qquad (4)$$

Распределение Вейбулла имеет также два параметра: параметр формы m и параметр масштаба t_0.

Согласно исследованиям НАМИ, для 60 % деталей автомобиля распределение отказов подчиняется закону Вейбулла с параметром m=1,1...3,18, для 35 % – нормальному закону, для 3 % – экспоненциальному и для 2 % – логарифмически нормальному [2].

Закон Вейбулла является универсальным. Это объясняется тем, что при m=3,3 распределение Вейбулла близко к нормальному, а при m=1 распределение Вейбулла становится экспоненциальным.

Для изделий, собранных из деталей с возможными скрытыми дефектами, вероятность отказа которых в начальный период эксплуатации естественно высока, а затем имеет тенденцию к снижению характерно распределение Вейбулла с параметром m<1. При изготовлении современных изделий детали со скрытыми дефектами на сборку практически не попадают. В этом случае функция надежности описывается законом Вейбулла с параметром m>1.

Оценку показателей надежности желательно проводить с использованием экспериментальных методов определения закона и параметров распределения. При этом необходимо периодически их проверять, сопоставлять результаты всех видов испытаний, проводить сравнительные расчеты по нескольким вариантам распределений, особенно для нормирования показателей надежности. Необходимо иметь хорошо отлаженную систему сбора и учета информации по эксплуатационной надежности изделий.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Знание закономерностей возникновения отказов имеет большое практическое значение, так как позволяет решать задачи в сфере производства автомобилей и их эксплуатации. Форма закономерности свидетельствует о многом. Симметричные распределения наработок на отказ, как правило, свидетельствуют об определенном совершенстве конструкции изделия. Повышение надежности здесь может быть достигнуто за счет совершенствования режимов и технологии технического обслуживания и ремонта. Кроме того, эта информация может быть использована для определения объема ремонтных работ по устранению соответствующих отказов.

Асимметричные законы распределения наработок в ряде случаев указывают на имеющиеся конструктивные недоработки соответствующих деталей и узлов, а также на неквалифицированное управление автомобилем или другие нарушения правил технической эксплуатации, которые приводят к внезапному разрушению (отказу) детали.

В этом случае на первый план выходят следующие работы:

- улучшение конструкции, применение новых материалов;
- совершенствование технологии изготовления деталей, качества обработки поверхностей, применение износостойких покрытий;
- улучшение компоновки двигателя, конструкции деталей;
- повышение культуры эксплуатации и качества ремонта, в частности, за счет использования современных методов технической диагностики;
- проведение ремонта на уровне заводской технологии изготовления изделий.

При определении показателей надежности необходимо большое внимание обратить на получение своевременной и объективной информации. Это достигается проведением испытаний, в том числе ускоренных, наблюдением за их работой в реальных условиях эксплуатации, использованием четкой системы поступления информации.

Вывод. При определении показателей надежности автотранспорта необходимо учитывать моральный износ, причем количественным показателем его оценки может служить экономическая эффективность инвестиций; экспериментальный метод оценки является определяющим при определении показателей надежности; можно считать вполне оправданным то, что «примерять» новые категории надежности можно начинать с закона распределения Вейбулла, но, не ограничиваясь только им.

Библиографический список:

1. Гусейнов Р.В. Интенсификация технологических процессов обработки труднообрабатываемых материалов путем управления динамическими параметрами системы // Автореферат дисс. на соискание ученой степени доктора технических наук .- СПб, 1998.
2. Григорьев М.А., Долецкий В.А. Отечественный и зарубежный опыт повышения надежности и долговечности автомобильных двигателей. М.: НИИТАвтопром, 1978, 178 с.