

УДК 656(075.8)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМОБИЛЯ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ
БЕЗОТКАЗНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ

А. В. Макаренко, А. В. Мороз (ФГОУ ВПО ВГЛТА)

Надежность является комплексным свойством, которое от назначения автомобиля и условий его эксплуатации может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств, как для автомобиля, так и для его агрегатов, направленным на выполнение автомобилем функций с установленными показателями с течение всего срока службы. Надежность автомобиля не остается постоянной в течение всего срока службы, так как происходит неравномерное изнашивание деталей в зависимости от условий эксплуатации, поэтому принято оценивать надежность исходя из двух основных свойств, а именно из безотказности и долговечности.

Современная наука и техника в области автомобилестроения позволяют обеспечить высокий ресурс основных агрегатов. Важным вопросом технической эксплуатации автомобилей является определение эффективности вложений в поддержание и восстановление технического состояния подвижного состава. Уменьшить объем работ по техническому обслуживанию и ремонту и их трудоемкость можно либо за счет увеличения долговечности деталей, либо за счет приспособления конструкции автомобиля и его агрегатов к быстрой замене износившихся сопряжений и узлов, т. е. за счет улучшения такого показателя как ремонтпригодность, либо за счет одновременного улучшения показателей долговечности и ремонтпригодности.

При выполнении текущего ремонта почти всегда встает вопрос о целесообразности замены, либо восстановлении отказавших деталей, так как это напрямую связано со стоимостью ремонта и обслуживания. Не менее важным вопросом является определение наработки, в течение которой использование автомобиля будет эффективным и прибыльным. Для наиболее всесторонней оценки эффективности эксплуатации техники целесообразно анализировать следующие показатели:

- зависимость наработки на отказ от пробега;
- зависимость коэффициента технической готовности от пробега;

– зависимость удельных затрат на эксплуатацию автомобилей.

Перечисленные показатели позволяют с их помощью количественно оценить каждое из свойств надёжности автомобиля, агрегатов или деталей. Однако они не позволяют дать комплексную оценку надёжности автомобиля или его составных частей. Этим затрудняются однозначная сравнительная оценка надёжности автомобилей разных марок и их агрегатов.

В настоящее время чаще всего для оценки надёжности используется коэффициент технической готовности, но использование этого показателя не всегда целесообразно по следующим причинам.

Во-первых, коэффициент технической готовности может служить показателем не всех свойств надёжности, а только безотказности и ремонтпригодности. Долговечность и сохраняемость автомобиля оценивается им лишь, в какой-то мере косвенно.

Во-вторых, с его помощью можно оценивать автомобиль в целом, но его нельзя использовать для оценки надёжности агрегатов автомобиля.

На основании предположения, что важнейшими с точки зрения затрат в период технического обслуживания и ремонта, являются показатели безотказности и долговечности и убедившись, что с помощью одного коэффициента технической готовности оценить их достоверно не возможно. Особенность оценки показателей является изменение вероятности безотказной работы, причина этого в том, что во время ремонта, как правило, узлы заменяются не полностью и у деталей различный ресурс. Возвращаясь к основам надёжности, необходимо отметить период нормальной эксплуатации. Он характеризуется относительным постоянством во времени технических показателей, например, частота и интенсивность отказов близко к неизменному, а коэффициент технической готовности легко прогнозируется.

В период нормальной эксплуатации, изменение показателей которыми предполагается возможность оценки безотказности и долговечности может быть минимальным. Систему вышеперечисленных показателей можно представить в виде

$$\begin{cases} \alpha_m = a_{cm}x + b_{cm}; \\ x_{срп} = a_{хсрп}x + b_{хсрп}; \\ S = a_sx + b_s, \end{cases}$$

где α_m – коэффициент технической готовности; a_{cm} – интенсивность изменения коэффициента технической готовности от пробега; x – наработка; b_{cm} – начальное значение коэффициента технической готовности; $x_{српр}$ – средняя наработка на отказ; $a_{хсрпр}$ – интенсивность изменения средней наработки на отказ; $b_{хсрпр}$ – начальное значение средней наработки на отказ; S – удельные затраты, р.; a_s – интенсивность изменения удельных затрат; b_s – начальное значение удельных затрат, р.

Величину коэффициента технической готовности, наработки, удельных затрат, можно определить двумя способами. Первый из них – аналитический (исследовательский), с помощью которого эти величины определяют на основе статистических данных об отказах, являющийся наиболее объективным и точным. Второй – приближенный и широко применяемый на практике, основан на определении по данным эксплуатационной и бухгалтерской документации, ведущейся на предприятии (путевых листов, нарядов на выполнение обслуживающим персоналом работ по ТО и ТР, журналов регистрации простоев техники в плановых, текущих и непредусмотренных ремонтах и др.).

Расчет показателей надежности определяются с помощью следующих известных зависимостей [4]:

Оценка вероятности отказа до наработки t

$$F(t) = \frac{m_{cp}(t)}{N},$$

где $m_{cp}(t)$ – среднее количество отказов за время t ; N – общее число изделий, находящихся под наблюдением.

Вероятность отказа за интервал времени Δt_i оценивается по формуле

$$F(\Delta t_i) = \frac{m_{cp}(\Delta t_i)}{N},$$

где $m(\Delta t_i)$ – количество отказов за интервал времени Δt_i .

Оценка средней наработки на отказ в интервале времени $t-t_0$

$$T = \frac{t-t_0}{m_{cp}(t)-m_{cp}(t_0)},$$

Средняя наработка на отказ за интервал времени Δt_i оценивается по формуле

$$T_i = \frac{\Delta t_i}{m(\Delta t_i)}.$$

Оценка среднего времени отыскания и устранения последствий отказа за период времени t

$$T_{\epsilon} = \frac{\sum_{j=1}^m t_{\epsilon j}}{m(t)},$$

где $t_{\epsilon j}$ – время отыскания и устранения j -го отказа; $m(t)$ – количество отказов за время t .

Среднее время отыскания и устранения последствий отказа за интервал времени Δt_i оценивается по формуле

$$T_{\epsilon i} = \frac{t_{\epsilon i}}{m(\Delta t_i)},$$

где $t_{\epsilon i}$ – суммарное время отыскания и устранения последствий отказов на интервале времени Δt_i .

Оценка коэффициента готовности

$$K_{\Gamma} = \frac{T}{T + T_{\epsilon}}.$$

Оценка параметра потока отказов за время t

$$\omega(t) = 1/T.$$

Параметр потока отказов на интервале времени Δt_i оценивается по формуле

$$\omega(\Delta t_i) = 1/T_i.$$

Оценка вероятности безотказной работы за время t и за интервал времени Δt_i определится соответственно по формулам

$$P(t) = 1 - F(t),$$

$$P(\Delta t_i) = 1 - F(\Delta t_i).$$

Расчет показателей надежности осуществляется с помощью электронной таблицы (например, Excel).

Таким образом, предлагаемая расчетная методика позволяет:

оценить влияние основных производственных факторов на показатели безотказности и долговечности автомобиля и разработать на этой основе рекомендации и мероприятия, обеспечивающие повышение его эффективности использования;

в реальном масштабе времени анализировать текущую информацию о состоянии автомобиля и оперативно принимать соответствующие данной ситуации оптимальные управленческие решения;

проводить анализ одновременно по нескольким показателям надежности, основным из которых является долговечность и безотказность, позволяющие принимать экономически обоснованные решения по поддержанию эффективности автомобиля.

Библиографический список

1 Посметьев, В. И. Методика оценки эффективности автомобильного парка по показателям надежности его функционирования / В. И. Посметьев, А. М. Кадырметов, А. В. Макаренко // Мир транспорта и технологических машин, – ОрелГТУ, 2012. № 2 – С. 3-10.

2 Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей : Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М. : Наука, 2001. – 535 с.

3 Малкин, В. С. Техническая эксплуатация автомобилей : Теоретические и практические аспекты : учеб. пособие / В. С. Малкин. – М. : Академия, 2007. – 288 с.

4 Половко, А. М. Основы теории надежности. – 2-е изд., перераб. И доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 704 с. : ил.