

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

**А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ, В.В. Власенко, ведущий специалист,  
Теруправление Глававтоотрансинспекции в Харьковской области**

*Аннотация.* Предложен новый подход по определению комплексного показателя оценки эффективности функционирования средств транспорта.

*Ключевые слова:* средство транспорта, комплексный показатель оценки эффективности, работоспособность.

## КОМПЛЕКСНИЙ ПОКАЗНИК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

**О.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ, В.В. Власенко, провідний спеціаліст,  
Теруправління Голоавтоотрансінспекції в Харківській області**

*Анотація.* Запропоновано новий підхід з визначення комплексного показника оцінки ефективності функціонування засобів транспорту.

*Ключові слова:* засіб транспорту, комплексний показник оцінки ефективності, працездатність.

## COMPLEX INDEX OF EFFICIENCY ESTIMATION OF VEHICLES FUNCTIONING

**A. Bazhynov, professor, dr. eng. sc., KhNAHU, V. Vlasenko, leading specialist,  
Territorial administration glavaavtootrans inspectial in Kharkov region**

*Abstract.* A new approach concerning the complex index of efficiency estimation of vehicles functioning is offered.

*Key words:* vehicle, complex index of efficiency estimation, availability.

### Введение

Эффективность работы подвижного состава определяется степенью его работоспособности при выполнении транспортных услуг с минимальными затратами на его эксплуатацию [1].

Комплексным показателем оценки эффективности автомобиля является коэффициент технической готовности (КТГ). Он определяется долей календарного времени, в течение которого автомобиль находится в технически исправном состоянии и может осуществлять

транспортный процесс с учетом интенсивности эксплуатации [2].

Однако фактическое техническое состояние автомобиля по мере увеличения срока службы ухудшается, следовательно, необходимо его оценивать на конкретный момент времени.

КТГ является не только показателем эффективности функционирования единицы подвижного состава, парка, но и характеризует работу технической службы автотранспортного предприятия.

## Анализ публикаций

В реальных условиях эксплуатации не всегда технически исправный автомобиль осуществляет транспортную работу. Бывают случаи, когда автомобиль простаивает по организационным причинам (отсутствие водителя, заказа на транспортировку грузов или пассажиров). Поэтому в предприятии учитывается такой показатель, как коэффициент выпуска автомобиля, который определяет долю календарного времени, в течение которого автомобиль осуществлял транспортную работу. Коэффициент выпуска непосредственно зависит от величины КТГ и коэффициента нерабочих дней [2]. При хорошей организации транспортного процесса коэффициент выпуска автомобиля равен КТГ.

В работе [2] рассмотрена связь между КТГ и показателями надежности. КТГ определяется зависимостью

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + B_p \cdot l_{cc}} = \frac{1}{1 + B_p \cdot T_n \cdot V_3}, \quad (1)$$

где  $\alpha_T$  – коэффициент технической готовности;  $B_p$  – простои автомобиля во всех видах ТО и ремонта за счет рабочего времени, дн./1000км,  $B_p = D_{p.ц.} / L_k$ ;  $D_{p.ц.}$  – число дней простоя автомобиля в ремонте за цикл, дн.,  $D_{p.ц.} = D_{кр} + D_{тр,то}$ ;  $D_{кр}$  – простой в капитальном ремонте, дн.;  $D_{тр,то}$  – простой в ТО и ТР, дн./1000 км;  $L_k$  – наработка (ресурс) за цикл, км;  $l_{cc}$  – среднесуточный пробег автомобиля, км;  $T_n$  – продолжительность рабочей смены, ч;  $V_3$  – эксплуатационная скорость, км/ч.

Величина КТГ в основном зависит от интенсивности эксплуатации и срока службы автомобиля. Чем больше интенсивность эксплуатации (величина среднесуточного пробега) и срок службы, тем меньше значение КТГ в виду того, что при этом увеличивается число отказов, а следовательно и время простоев в ТО и ремонте.

Расчетный (прогнозируемый) КТГ для автомобиля с планированием капитального ремонта при проектировании АТП определяется по формуле [3]:

$$\alpha'_T = 1/[1 + l_{cc}(10^{-3} D_{ТО-2,ТР}^H + D_{кр}/l_{кр})], \quad (2)$$

где  $D_{ТО-2,ТР}^H$  – нормативная продолжительность простоя автомобиля соответственно в ТО-2 и ТР, дн./1000 км [4];  $D_{кр}$  – дни простоя в КР, дн.,  $D_{кр} = D_{кр}^H + D_{тр}$ ;  $D_{кр}^H$  – дни простоя в КР по норме, дн. [4];  $D_{тр}$  – продолжительность транспортировки, принимается в размере 10...20% от продолжительности простоя  $D_{кр}^H$ , дн.;  $l_{кр}$  – откорректированный пробег до КР с учетом группы условий эксплуатации и кратности суточному пробегу, км.

Как видно из приведенных выражений (1) и (2) по определению (прогнозированию) величины КТГ в основу расчета заложена величина пробега до капитального ремонта автомобиля, а также простой при его выполнении. Но капитальный ремонт в настоящее время не выполняется. Следовательно, необходим новый подход для определения величины комплексного показателя оценки эффективности функционирования средств транспорта.

### Цель и постановка задачи

В настоящее время выполняется капитальный ремонт основных агрегатов автомобиля, поэтому рассчитать величину прогнозируемого КТГ по ранее известным формулам не представляется возможным.

Для разработки модели расчета прогнозируемой величины КТГ с учетом конкретных условий функционирования средства транспорта необходимо проанализировать нормативную продолжительность простоя в ТО-2 и ТР, дн./1000 км. После чего откорректировать, учитывая конкретные условия функционирования автомобиля.

### Определение величины комплексного показателя оценки эффективности

Для автомобиля, у которого не предусматривается выполнение КР, т.е.  $D_{кр}/l_{кр} = 0$ , прогнозируемый (расчетный) коэффициент технической готовности определяется зависимостью

$$\alpha'_T = 1/(1 + 10^{-3} l_{cc} \cdot D_{ТО-2,ТР}^H). \quad (3)$$

Нормативная продолжительность простоя в ТО-2 и ТР, дн./1000 км, складывается из двух составляющих: нормы простоя, для выполнения воздействий ТО-2 и воздействий по текущему ремонту, т.е.

$$D_{\text{ТО-2,ТР}}^H = D_{\text{ТО-2}}^H + D_{\text{ТР}}^H, \quad (4)$$

где  $D_{\text{ТО-2}}^H$  – нормативная продолжительность простоя в ТО-2, дн./1000 км;  $D_{\text{ТР}}^H$  – нормативная продолжительность простоя в ТР, дн./1000 км.

Перечень операций при выполнении ТО-2 (или ТО при выполнении одного ТО) определяется заводом-изготовителем средств транспорта, устанавливаются режимы его проведения – трудоемкость и периодичность выполнения воздействия.

Текущий ремонт выполняется по потребности, в случае появления отказа. Основная доля простоев приходится на текущий ремонт – 85–95% [2]. Средства транспорта, имеющие высокую надежность функционирования, меньше простаивают в текущем ремонте. Сокращение простоев в ремонте является главным резервом увеличения КТГ.

Поскольку трудоемкость и периодичность воздействий при выполнении ТО-2 известны, то можно определить величину нормативной продолжительности простоя в ТО-2 на полный ресурс до списания автомобиля следующим образом:

$$D_{\text{ТО-2}}^H = (t_{\text{ТО-2}}^H L_a^H) / (10^3 T_{\text{см}} \cdot L_{\text{ТО-2}}^H), \quad (5)$$

где  $t_{\text{ТО-2}}^H$  – нормативная трудоемкость выполнения ТО-2, чел.-ч [4];  $L_a^H$  – нормативный ресурс автомобиля до списания, км;  $T_{\text{см}}$  – время смены, ч (принимается 7 или 8 ч за день работы);  $L_{\text{ТО-2}}^H$  – нормативная периодичность выполнения ТО-2, км [4].

Продолжительность простоя в ТР планируется из расчета средней трудоемкости выполнения работ, чел.-ч/1000 км пробега за ресурс до списания автомобиля и определяется зависимостью:

$$D_{\text{ТР}}^H = (10^{-3} t_{\text{ТР}}^H \cdot L_a^H) / 10^3 T_{\text{см}}, \quad (6)$$

где  $t_{\text{ТР}}^H$  – нормативная трудоемкость выполнения ТР, чел.-ч/1000 км [4].

Подставив выражения (5), (6) в (4), выполнив преобразования, получим следующую формулу для определения нормативной продолжительности простоя в ТО-2 и ТР, дн./1000 км:

$$D_{\text{ТО-2,ТР}}^H = \frac{L_a^H}{10^3 T_{\text{см}}} \left( \frac{t_{\text{ТО-2}}^H}{L_{\text{ТО-2}}^H} + 10^{-3} t_{\text{ТР}}^H \right). \quad (7)$$

Подставив в (3) формулу (7) получим расчетную формулу для определения величины прогнозируемого КТГ в общем виде:

$$\alpha'_T = \frac{1}{1 + \frac{L_{\text{СС}} L_a^H}{10^6 T_{\text{см}}} \left( \frac{t_{\text{ТО-2}}^H}{L_{\text{ТО-2}}^H} + 10^{-3} t_{\text{ТР}}^H \right)}. \quad (8)$$

В (8) нормативные значения приведены для первой группы условий эксплуатации, т.е. для самых благоприятных условий. В реальных условиях автомобиль может работать не только по 1, но и по 2, 3, 4 и 5 группе условий эксплуатации. В этом случае нормативный ресурс и нормативный пробег до ТО-2 умножается на соответствующие коэффициенты [1], а нормативная трудоемкость текущего ремонта делится на эти же коэффициенты. Чем выше группа условий эксплуатации, тем меньше величина ресурса и пробега до ТО-2, а трудоемкость текущего ремонта наоборот – увеличивается, поскольку тяжелее условия эксплуатации.

На величины рассматриваемых нормативных значений  $L_a^H$ ,  $L_{\text{ТО-2}}^H$  и  $t_{\text{ТР}}^H$  оказывает влияние возраст автомобиля, квалификация водителя и степень загрузки автомобиля [5].

Нормативная продолжительность простоя в ТО-2 и ТР, дн./1000 км изменяется в определенных пределах, например, для автомобиля КамАЗ-53212 эта величина составляет 0,4...0,55, для МАЗ-6422 – 0,4...0,5 [4]. Меньшее значение принимается для первой группы условий эксплуатации и нового автомобиля, по мере ухудшения условий функционирования – принимается большая величина.

## Выводы

В условиях отмены выполнения капитального ремонта средств транспорта возникла потребность в разработке модели прогнозирования величины КТГ. КТГ определяет техническое состояние автомобиля и его эффективность работы при оказании транспортных услуг. Поэтому очень важно уметь прогнозировать его величину на конкретный период времени, учитывая заданные условия работы автомобиля.

Полученная зависимость (8) для определения величины КТГ дает возможность прогнозировать его значение для автомобилей дальнего зарубежья по приведенным данным в сервисной книжке.

Дальнейшее развитие исследований направлено на изучение влияния изменения группы условий эксплуатации, возраста и загрузки автомобиля, квалификации водителя, работающего на ней, на величину КТГ.

## Литература

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомо-

бильного транспорта). – Харьков: ХГАДТУ, 1998. – 468 с.

2. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др. / Под ред. Е.С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 415 с.

3. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

4. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту / Мінтранс України. – К., 1998. – 16 с.

5. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя: Монография. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 95 с.

Рецензент: Е.М. Гецович, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 17 июля 2009 г.