

УДК 629.113.004

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРУДОЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**В.В. Власенко, аспирант, ХНАДУ**

*Аннотация.* Прогнозировать трудозатраты на техническое обслуживание и ремонт автотранспортного средства необходимо с учетом условий его функционирования, возраста, а также квалификации водителя, работающего на нем.

*Ключевые слова:* автотранспортное средство, трудозатраты, техническое обслуживание и ремонт.

## ПРОГНОЗУВАННЯ ПРАЦЕВИТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**В.В. Власенко, аспірант, ХНАДУ**

*Анотація.* Прогнозувати працевитрати на технічне обслуговування та ремонт автотранспортного засобу треба з урахуванням умов його функціонування, віку, а також кваліфікації водія, що працює на ньому.

*Ключові слова:* автотранспортний засіб, працевитрати, технічне обслуговування та ремонт.

## MAINTENANCE EXPENSES PREDICTION OF TRANSPORTATION FACILITIES

**V. Vlasenko, postgraduate, KhNAHU**

*Abstract.* To predict maintenance expenses of transportation facilities it is necessary to consider conditions of its operation and age as well as drivers proficiency.

*Key words:* transportation facility, prediction, maintenance expenses.

### Введение

Эффективность работы автотранспортных средств (АТС) определяется степенью безотказной работы при выполнении транспортных услуг с минимальными затратами при их функционировании [1].

В Украину ввозятся различные марки и модели не только новых АТС, но и ранее эксплуатируемых, имеющих определенный пробег. Как при плановой, так и при рыночной экономике на поддержание безотказной работы затрачивается различное количество денежных, материальных и человеческих ресурсов для новых и подержанных АТС. Поэтому необходимо прогнозировать трудозатраты на поддержание АТС в технически исправном состоянии с учетом конкретных условий их функционирования.

Трудозатраты на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) состоят из двух составляющих: затрат на материалы и запасные части, фонда оплаты труда ремонтных рабочих с учетом премий и отчислений.

### Анализ публикаций

Для разных моделей АТС затраты на ТО и ТР за весь срок службы превышают их первоначальную стоимость в 5–8 раз, а трудоемкость выполнения этих работ – в 10–15 раз больше изготовления [2].

Величину затрат на ТО и ТР в составе себестоимости в [1] предлагается определять, коп/т·км, по формуле

$$C_{\text{пр}} = \frac{100}{q \cdot \gamma \cdot \beta} \left[ \frac{C_{\text{ЕО}}}{l_{\text{СС}}} + \frac{(N_{\text{ТО-1}} C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} C_{\text{ТО-2}}) K_{\text{д}}}{l_{\text{г}}} + \frac{C_{\text{тр}} \cdot K_{\text{д}}}{10^3} \right], \quad (1)$$

где  $N_{\text{ТО-1}}$ ,  $N_{\text{ТО-2}}$  – количество ТО-1 и ТО-2, выполняемых в течение одного года;  $C_{\text{ЕО}}$ ,  $C_{\text{ТО-1}}$ ,  $C_{\text{ТО-2}}$  – себестоимость соответственно одного ЕО, ТО-1 и ТО-2, руб;  $l_{\text{г}}$  – пробег автомобиля за год, км;  $C_{\text{тр}}$  – стоимость текущего ремонта на 1000 км пробега, руб/1000 км;  $K_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий влияние дорожных условий;  $l_{\text{СС}}$  – среднесуточный пробег, км.

Уравнение (1) можно представить в виде

$$C_{\text{пр}} = \frac{100}{q \cdot \gamma \cdot \beta} Z_{\text{пр}},$$

где  $Z_{\text{пр}}$  – годовые затраты на профилактическое обслуживание и ремонт автомобиля, руб.

Годовые затраты  $Z_{\text{пр}}$  с учетом (1) составят

$$Z_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{ЕО}} \cdot l_{\text{г}}}{l_{\text{СС}}} + (N_{\text{ТО-1}} \cdot C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} \cdot C_{\text{ТО-2}}) \times K_{\text{д}} + 10^{-3} C_{\text{тр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot l_{\text{г}}.$$

Себестоимость одного обслуживания ЕО, ТО-1, ТО-2 и ремонта на 1000 км пробега определяется по нормам затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт по базовым маркам АТС по [3].

### Цель и постановка задачи

Как видно из анализа публикаций, затраты на выполнение ТО и ТР различных марок АТС за весь срок службы превышают их первоначальную стоимость, а трудоемкость выполнения этих работ – трудоемкость изготовления; эти величины различны для разных марок. При определении годовых затрат на выполнение ТО и ТР учитывались только дорожные условия, но не учитывался возраст АТС, его загрузка при функционировании по пробегу и грузоподъемности (пассажировместимости), квалификация водителя. При прогнозировании трудозатрат на выполнение ТО и ТР АТС необходимо учитывать конкретные условия их функционирования.

### Прогнозирование трудозатрат на ТО и ТР с учетом конкретных условий функционирования АТС

Фактическая трудоемкость выполнения ТР для АТС в условиях автотранспортного предприятия (АТП может быть определена с учетом типовых норм времени на ремонт по [4]. В настоящее время в Украине работают АТС различных марок, имеющие один или два вида ТО.

Определить годовые количества воздействий ТО-1  $N_{\text{ТО-1}}$ , ТО-2  $N_{\text{ТО-2}}$  и одного ТО  $N_{\text{ТО}}$  для первой группы условий эксплуатации можно по формулам [5]

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{l_{\text{г}}}{l_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}}, \quad N_{\text{ТО-1}} = \frac{l_{\text{г}}}{l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}} - N_{\text{ТО-2}},$$

$$N_{\text{ТО}} = \frac{l_{\text{г}}}{l_{\text{ТО}}^{\text{H}}},$$

где  $l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}$ ,  $l_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}$ ,  $l_{\text{ТО}}^{\text{H}}$  – нормативные периодичности выполнения соответственно ТО-1, ТО-2, одного ТО, км (принимается по [6]).

Выразив нормативную периодичность выполнения ТО-2 через нормативную периодичность выполнения ТО-1, получим

$$l_{\text{ТО-2}}^{\text{H}} = n_{\text{ТО}} \cdot l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}},$$

где  $n_{\text{ТО}}$  – величина кратности нормативной периодичности ТО-2 к нормативной периодичности до ТО-1,  $n_{\text{ТО}} = \frac{l_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}}{l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}}$ .

После подстановки нормативной периодичности выполнения ТО-2 через нормативную периодичность до ТО-1 в формулы для определения годового количества ТО-1  $N_{\text{ТО-1}}$  и ТО-2  $N_{\text{ТО-2}}$  и преобразований получим

$$N_{\text{ТО-2}} = l_{\text{г}} / (n_{\text{ТО}} \cdot l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}),$$

$$N_{\text{ТО-1}} = (1 - n_{\text{ТО}}) l_{\text{г}} / l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}. \quad (2)$$

При определении фактической периодичности воздействий ТО учтем группу условий эксплуатации при помощи коэффициента  $K_{\text{в}}$ , возраст и индивидуальные качества автомобиля – при помощи коэффициента  $K_{\text{в}}$ , квалификацию водителя –  $K_{\text{вод}}$ , степень загрузки автомобиля по грузоподъемности и пробегу –  $K_{\text{з}}$ . Откорректировав при помощи этих

коэффициентов нормативные периодичности выполнения ТО-1, ТО-2, подставив в (2), получим зависимости для определения годового количества воздействий ТО-1 и ТО-2 (одного ТО) с учетом конкретных условий функционирования АТС

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{\left(1 - \frac{1}{n_{\text{ТО}}}\right) l_{\text{Г}} \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}} \cdot K_i \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{вод}}},$$

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{\frac{1}{n_{\text{ТО}}} l_{\text{Г}} \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{\text{ТО-1}}^{\text{H}} \cdot K_i \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{вод}}},$$

$$N_{\text{ТО}} = \frac{l_{\text{Г}} \cdot \sqrt{1 + K_3}}{l_{\text{ТО}}^{\text{H}} \cdot K_i \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{вод}}}. \quad (3)$$

Годовой пробег, км, с учетом интенсивности эксплуатации определяется следующей зависимостью

$$l_{\text{Г}} = l_{\text{СС}} \cdot D_{\text{рГ}} \cdot \alpha'_{\text{Г}} \cdot K_{\text{Р}}^3, \quad (4)$$

где  $D_{\text{рГ}}$  – дни работы АТП в году, дн.;  $\alpha'_{\text{Г}}$  – расчетный (прогнозируемый) коэффициент технической готовности;  $K_{\text{Р}}^3$  – эксплуатационный показатель ресурса АТС.

Одним из показателей надежности является суммарная годовая трудоемкость текущего ремонта (ГОСТ 27.002-89), за год она составит, чел.-ч

$$T_{\text{ТР}}^{\text{Г}} = \frac{t_{\text{ТР}}^{\text{H}} \cdot l_{\text{СС}} \cdot D_{\text{рГ}} \cdot \alpha'_{\text{Г}} \cdot K_{\text{Р}}^3 \sqrt{1 + K_3}}{1000 K_i \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{вод}}}, \quad (5)$$

где  $t_{\text{ТР}}^{\text{H}}$  – нормативная трудоемкость выполнения ТР, чел.-ч/1000 км (принимается согласно [6]).

К показателям надежности отнесена также суммарная годовая трудоемкость профилактического обслуживания (ГОСТ 27.002-89), которая включает годовые трудоемкости выполнения ЕО, ТО-1 и ТО-2 (или одного ТО). Трудоемкость ЕО за год определяется зависимостью

$$T_{\text{ЕО}}^{\text{Г}} = \frac{t_{\text{ЕО}}^{\text{H}} \cdot K_{\text{М}} \cdot l_{\text{Г}}}{l_{\text{ЕО}}}, \quad \text{чел.-ч}, \quad (6)$$

где  $t_{\text{ЕО}}^{\text{H}}$  – нормативная трудоемкость ЕО, чел.-ч [6];  $K_{\text{М}}$  – коэффициент, учитывающий механизацию работ по ЕО [5];  $l_{\text{ЕО}}$  – пробег до ЕО, км (принимается согласно [5]).

Трудоемкость ТО-1, ТО-2 или ТО за год, чел.-ч, с учетом (3) определяется так

$$T_{\text{ТО-1,ТО-2,ТО}}^{\text{Г}} = t_{\text{ТО-1,ТО-2,ТО}}^{\text{H}} \cdot N_{\text{ТО-1,ТО-2,ТО}} \quad (7)$$

Суммарная годовая трудоемкость ТО рассчитывается следующим образом:

– для автомобилей с выполнением ТО-1 и ТО-2

$$T_{\text{ТО}}^{\text{Г}} = T_{\text{ЕО}}^{\text{Г}} + T_{\text{ТО-2}}^{\text{Г}} + T_{\text{ТО-1}}^{\text{Г}}, \quad \text{чел.-ч};$$

– для автомобилей с выполнением одного ТО

$$T_{\text{ТО}}^{\text{Г}} = T_{\text{ЕО}}^{\text{Г}} + T_{\text{ТО}}^{\text{Г}}, \quad \text{чел.-ч}.$$

Суммарная годовая трудоемкость ТО и ТР с учетом (5), (6) и (7) составит

$$T_{\text{ТО,ТР}}^{\text{Г}} = T_{\text{ТР}}^{\text{Г}} + T_{\text{ТО}}^{\text{Г}}, \quad \text{чел.-ч}.$$

Для АТП, имеющего в своем составе несколько групп и моделей АТС, суммарная годовая трудоемкость ТО, ТР составит

$$T_{\text{ТО,ТР}}^{\text{АТП}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (T_{\text{ТР}_{ij}}^{\text{Г}} + T_{\text{ТО}_{ij}}^{\text{Г}}), \quad \text{чел.-ч},$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$  – количество АТС данной (одной) марки;  $j = 1, 2, \dots, m$  – количество марок.

Затраты на материалы и запчасти, грн, в год составят: для одного АТС (8), для АТП (9)

$$Z_{\text{М,ЗЧ}}^{\text{Г}} = N_{\text{ЕО}} \cdot M_{\text{ЕО}} + N_{\text{ТО-1}} \cdot M_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} \cdot M_{\text{ТО-2}} + 10^{-3} \text{МЗЧ}_{\text{ТР}}; \quad (8)$$

$$Z_{\text{М,ЗЧ}}^{\text{АТП}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (N_{\text{ЕО}_{ij}} \cdot M_{\text{ЕО}} + N_{\text{ТО-1}_{ij}} \cdot M_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}_{ij}} \cdot M_{\text{ТО-2}} + 10^{-3} \text{МЗЧ}_{\text{ТР}_{ij}}), \quad (9)$$

где  $M_{\text{ЕО}}$ ,  $M_{\text{ТО-1}}$ ,  $M_{\text{ТО-2}}$ ,  $M_{\text{ЗЧ}_{\text{ТР}}}$  – затраты на материалы соответственно на одно ЕО, ТО-1, грн [3]; затраты на материалы и запасные части на одно ТО-2, грн [3]; затраты на материалы и запасные части на 1000 км, грн [3].

Сдельная заработная плата ремонтных рабочих определяется с учетом годовой трудоемкости выполнения работ по ТО и ТР, часовой тарифной ставки рабочего определенного разряда. Премия устанавливается за качественное выполнение работ в процентном отношении к сдельной зарплате. В общем виде фонд оплаты труда с отчислениями, грн, составит:

для одного АТС

$$\text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} = [(T_{\text{ТР}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}} + T_{\text{ТО}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}})(1 + \Pi)] \times \\ \times (1 + 10^{-2} H_{\text{СС}});$$

для АТП

$$\text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\text{АТП}} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \{[(T_{\text{ТР}_{ij}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}} + T_{\text{ТО}_{ij}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}}) \times \\ \times (1 + \Pi)](1 + 10^{-2} H_{\text{СС}})\},$$

где  $H_{\text{СС}}$  – норма отчислений, % (по состоянию на 01.04.2011 – 37,66 %).

Прогнозируемые трудозатраты на ТО и ТР в год, грн, определяются так:

– для одного АТС

$$TЗ_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} = \text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} + З_{\text{М,ЗЧ}}^{\Gamma};$$

– для АТП

$$TЗ_{\text{ТО,ТР}}^{\text{АТП}} = \text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\text{АТП}} + З_{\text{М,ЗЧ}}^{\text{АТП}}.$$

### Выводы

В процессе эксплуатации АТС расходуется его ресурс. Чем надежнее АТС, тем больший ресурс в него заложен. ТО призвано поддерживать ресурс АТС путем выполнения профилактических воздействий на основе диагностирования, а ТР – восстанавливать его. По мере увеличения возраста ресурс АТС уменьшается, как следствие – увеличиваются трудозатраты на выполнение ТР, то есть на восстановление.

Трудозатраты на выполнение ТО и ТР – различные для грузовых, легковых автомобилей и автобусов за их срок службы. Для грузовых и легковых автомобилей ближнего зарубежья трудозатраты на ТР составляют [2] 55–65 %, на ТО-2 соответственно 10–15 %, ТО-1 – 10–12 %, ЕО – 15–20 %; для автобусов ТР – 40–50 %, ТО-2 – 12–18 %, ТО-1 – 10–15 %, ЕО – 25–30 %.

При уменьшении ресурса на 70–75 % начинают возрастать трудозатраты на поддержание безотказной работы АТС. Увеличение трудозатрат для разных марок АТС – различное и зависит от надежности АТС.

Прогнозировать годовые трудозатраты на ТО и ТР, с учетом конкретных условий их функционирования, необходимо для того, чтобы вовремя выводить из эксплуатации АТС, не приносящие прибыль при линейной работе.

### Литература

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Х.: 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. – 416 с.
3. Шинкаренко В.Г. Экономическая оценка нововведений на автомобильном транспорте / В.Г. Шинкаренко, О.М. Жарова. – Х.: ХНАДУ, 2004. – 155 с.
4. Типовые нормы времени на ремонт грузовых автомобилей марок ГАЗ, ЗИЛ, КАЗ, МАЗ, КамАЗ, КраЗ в условиях автотранспортных предприятий. – М.: Экономика, 1989. – 298 с.
5. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учебник для вузов / Г.М. Напольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 272 с.
6. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту / Мінтранс України. – К.: 1998. – 16 с.

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 19 марта 2012 г.