

УДК 629.113.004

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРУДОЗАТРАТ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА

В.В. Власенко, аспирант, ХНАДУ

Аннотация. Прогнозировать трудозатраты на техническое обслуживание и ремонт автотранспортного средства по расходу топлива необходимо с учетом условий его функционирования.

Ключевые слова: прогнозирование, трудозатраты, техническое обслуживание и ремонт, автотранспортное средство, расход топлива, условия функционирования.

ПРОГНОЗУВАННЯ ПРАЦЕВИТРАТ НА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ВИТРАТОЮ ПАЛИВА

В.В. Власенко, аспірант, ХНАДУ

Анотація. Прогнозувати працевитрати на технічне обслуговування та ремонт автотранспортного засобу за витратою палива необхідно з урахуванням умов його функціонування.

Ключові слова: прогнозування, працевитрати, технічне обслуговування та ремонт, автотранспортний засіб, витрати палива, умови функціонування.

FORECAST OF LABOR EXPENDITURES FOR MOTOR VEHICLE MAINTENANCE AND REPAIR ACCORDING TO FUEL CONSUMPTION

V. Vlasenko, postgraduate, KhNAHU

Abstract. When predicting labor expenditures for motor vehicle maintenance and repair according to fuel consumption it is necessary to take into consideration their operating conditions.

Key words: forecast, labor expenditures, maintenance and repair, motor vehicle, fuel consumption, operating conditions.

Введение

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

В процессе функционирования АТС расходуется его ресурс. Чем надежнее АТС, тем больший ресурс в него заложен. Техническое обслуживание (ТО) призвано поддерживать ресурс АТС путем выполнения профилактических воздействий на основе диагностирования, а текущий ремонт (ТР) – восстанавливать его. По мере увеличения пробега АТС или расхода топлива на этот пробег изменяется его техническое состояние за счет про-

исходящих изменений в узлах и деталях силовых агрегатов, приводящий к возникновению отказов. Это приводит к увеличению трудозатрат на выполнение технических воздействий, обеспечивающих линейную эксплуатацию АТС. Трудозатраты на ТО и ТР состоят из двух составляющих: затрат на материалы и запасные части, фонда оплаты труда ремонтных рабочих с учетом премии и отчислений.

Анализ публикаций

Для разных моделей АТС трудозатраты 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]. Трудозатраты на выполнение ТО и ТР – различны для грузовых, легковых автомобилей и автобусов за их срок службы. Для грузовых и легковых автомобилей производства России трудозатраты на ТР составляют 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 % [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

$$C_{\text{пр}} = \frac{100}{q \cdot \gamma \cdot \beta} Z_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где $Z_{\text{пр}}$ – годовые затраты на ТО и ТР автомобиля, руб.

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 АТС. При определении годовых затрат на выполнение ТО и ТР в (1) учитывались только дорожные условия.

Цель и постановка задачи

Целью работы является совершенствование метода прогнозирования трудозатрат на выполнение ТО и ТР АТС по расходу топлива с

учетом условий их функционирования. Учет условий функционирования конкретного АТС позволит индивидуально подходить к его линейной работе.

Прогнозирование трудозатрат на ТО и ТР по расходу топлива с учетом условий функционирования АТС

В связи с тем, что календарная продолжительность эксплуатации АТС в меньшей степени влияет на долговечность, чем наработка (пробег), то необходимо нормировать ресурс силового агрегата по расходу топлива до ТО-1 и ТО-2. В этом случае величина затрат на профилактическое обслуживание и ремонт АТС по расходу топлива с учетом (1) и (2) определяется по нижеприведенной формуле

$$Z_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{г}} C_{\text{ЕО}}}{Q_{\text{сут}}} + (N_{\text{ТО-1}} C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} C_{\text{ТО-2}}) \times K_{\text{д}} + \frac{Q_{\text{г}} \cdot C_{\text{тр}} \cdot K_{\text{д}}}{Q_1}, \quad (3)$$

где $Q_{\text{г}}$ – годовой расход топлива, л; $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход топлива, л; Q_1 – расход топлива на 1000 км, л.

Для учета возраста подвижного состава и его индивидуальных качеств с учетом расхода топлива введем соответствующий коэффициент $K_{\text{вт}}$ [4], степени загрузки по грузоподъемности (пассажировместимости) и пробегу – K_3 , квалификации водителя – $K_{\text{вод}}$ [4], группы условий эксплуатации – K_i [1].

В настоящее время в Украине работают АТС различных марок, имеющие один или два вида ТО.

Количество воздействий ТО-1 и ТО-2 или одного ТО по расходу топлива за год с учетом изложенного в [3] можно определить так

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{Q_{\text{г}}}{Q_{\text{ТО-2}}}, \quad N_{\text{ТО-1}} = \frac{Q_{\text{г}}}{Q_{\text{ТО-1}}} - N_{\text{ТО-2}},$$

$$N_{\text{ТО}} = \frac{Q_{\text{г}}}{Q_{\text{ТО}}}. \quad (4)$$

Выразив количество воздействий $N_{\text{ТО-2}}$ через $N_{\text{ТО-1}}$ и подставив их значения с учетом (4) и коэффициентов, учитывающих конкретные условия функционирования АТС, получим

$$N_{\text{ТО}} = \frac{l_{\text{Г}} \cdot \sqrt{1 + K_3}}{Q_{\text{ТО}}^{\text{H}} \cdot K_i \cdot K_{\text{вт}} \cdot K_{\text{вод}}},$$

$$N_{\text{ТО-2, ТО-1}} = \frac{\frac{1}{n_{\text{ТО}}} Q_{\text{Г}} \cdot \sqrt{1 + K_3}}{Q_{\text{ТО-2, ТО-1}}^{\text{H}} \cdot K_i \cdot K_{\text{вт}} \cdot K_{\text{вод}}}, \quad (5)$$

где величина кратности $n_{\text{ТО}} = \frac{Q_{\text{ТО-2}}^{\text{H}}}{Q_{\text{ТО-1}}^{\text{H}}}$.

Нормативная периодичность обслуживания в литрах израсходованного топлива при планировании ТО-2, ТО-1 или одного ТО

$$Q_{\text{ТО-2, ТО-1}}^{\text{H}} = \frac{0,3 N_{\text{max}} \cdot g_{e \text{ min}}}{10^3 \delta \cdot V_{\text{max}} \cdot \rho_{\text{т}}} L_{\text{ТО-2, ТО-1}}^{\text{H}} \text{ л},$$

$$Q_{\text{ТО}}^{\text{H}} = \frac{0,3 N_{\text{max}} \cdot g_{e \text{ min}}}{10^3 \delta \cdot V_{\text{max}} \cdot \rho_{\text{т}}} L_{\text{ТО}}^{\text{H}} \text{ л},$$

где N_{max} – максимальная мощность двигателя, кВт; $g_{e \text{ min}}$ – минимальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч); δ – коэффициент, учитывающий отношение частоты вращения коленчатого вала при максимальном крутящем моменте к частоте вращения коленчатого вала при максимальной мощности, т.е. $\delta = n_{M_{\text{max}}} / n_{N_{\text{max}}}$; V_{max} – максимальная скорость АТС, км/ч; $\rho_{\text{т}}$ – плотность топлива, кг/м³; $L_{\text{ТО-2, ТО-1}}^{\text{H}}$, $L_{\text{ТО}}^{\text{H}}$ – нормативная периодичность обслуживания, установленная для первой категории условий эксплуатации соответственно до ТО-2, ТО-1 или ТО, км.

Годовой расход топлива определяется по формуле

$$Q_{\text{Г}} = Q_{\text{сут}} \cdot D_{\text{рг}} \cdot \alpha'_{\text{т}} \cdot K_{\text{Р}}, \quad (6)$$

где $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход топлива, л; $D_{\text{рг}}$ – дни работы АТС в году, дн.; $\alpha'_{\text{т}}$ – расчетный (прогнозируемый) коэффициент технической готовности; $K_{\text{Р}}$ – эксплуатационный показатель ресурса АТС [4].

Суточный расход топлива в зависимости от типа АТС рассчитывается по формулам, приведенным в [5].

Расход топлива на 1000 км для грузовых автомобилей составит $10\text{H}=10(\text{H}_0+\text{H}_{\text{д}} q \gamma \beta)$, для легковых автомобилей и автобусов – $10\text{H}=10\text{H}_0$, H_0 – основная норма расхода топлива с учетом корректирующего коэффициента, л/100 км; $\text{H}_{\text{д}}$ – дополнительная норма расхода топлива, л/100 т·км [5].

Суммарная годовая трудоемкость ТР за год по расходу топлива составит

$$T_{\text{ТР}} = 10^{-2} Q_{\text{Г}} \cdot t_{\text{ТРт}} \text{ чел.-ч}, \quad (7)$$

где $t_{\text{ТРт}}$ – трудоемкость выполнения ТР в чел.-ч на 100 л израсходованного топлива, чел.-ч/100 л,

$$t_{\text{ТРт}} = \frac{t_{\text{ТРт}}^{\text{H}} \sqrt{1 + K_3}}{K_i \cdot K_{\text{вт}} \cdot K_{\text{вод}}} \text{ чел.-ч/100 л};$$

$t_{\text{ТРт}}^{\text{H}}$ – нормативная трудоемкость выполнения ремонта в чел.-ч на 100 л израсходованного топлива, чел.-ч/100 л,

$$t_{\text{ТРт}}^{\text{H}} = \frac{186 t_{\text{ТР}}^{\text{H}} \cdot V_{\text{max}} \cdot \rho_{\text{т}}}{N_{\text{max}} g_{e \text{ min}}} \text{ чел.-ч/100 л}.$$

Суммарная годовая трудоемкость профилактического обслуживания включает годовые трудоемкости выполнения ЕО, ТО-1 и ТО-2 (или одного ТО).

Трудоемкость ЕО за год определяется зависимостью

$$T_{\text{ЕО}}^{\text{Г}} = \frac{t_{\text{ЕО}}^{\text{H}} \cdot K_{\text{м}} \cdot Q_{\text{Г}}}{Q_{\text{ЕО}}} \text{ чел.-ч}, \quad (8)$$

где $t_{\text{ЕО}}^{\text{H}}$ – нормативная трудоемкость ЕО, чел.-ч; $K_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий механизацию работ по ЕО [5]; $Q_{\text{ЕО}}$ – расход топлива на пробег до ЕО, км [5].

Трудоемкость ТО-1, ТО-2 или ТО за год, чел.-ч, с учетом (5) определяется так

$$T_{\text{ТО-1, ТО-2, ТО}}^{\text{Г}} = t_{\text{ТО-1, ТО-2, ТО}}^{\text{H}} \times \times N_{\text{ТО-1, ТО-2, ТО}} \quad (9)$$

Суммарная годовая трудоемкость ТО рассчитывается следующим образом:

для АТС с выполнением ТО-1 и ТО-2

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

для АТС с выполнением одного ТО

$$T_{\text{ТО}}^{\Gamma} = T_{\text{ЕО}}^{\Gamma} + T_{\text{ТО}}^{\Gamma} \text{ чел.-ч.}$$

Суммарная годовая трудоемкость ТО и ТР с учетом (7), (8), (9) составит

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

Затраты на материалы и запчасти, грн, в год

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

где $M_{\text{ЕО}}$, $M_{\text{ТО-1}}$, $M_{\text{ТО-2}}$, $\text{МЗЧ}_{\text{ТР}}$ – затраты на материалы соответственно на одно ЕО, ТО-1, грн [6]; затраты на материалы и запасные части на одно ТО-2, грн [6]; затраты на материалы и запасные части на 1000 км, грн [6].

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 от сдельной зарплаты. В общем виде фонд оплаты труда с отчислениями, грн, составит

$$\text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} = [(T_{\text{ТР}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}} + T_{\text{ТО}}^{\Gamma} \cdot C_{\text{ч}})(1 + \Pi)] \times (1 + 10^{-2} N_{\text{СС}}), \quad (11)$$

где Π – величина премии, $N_{\text{СС}}$ – норма отчислений, % (по состоянию на 1.04.2011 – 37,66 %).

Прогнозируемые трудозатраты на ТО и ТР в год для одного АТС, грн, с учетом (10) и (11) составят

$$T_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} = \text{ФОТ}_{\text{ТО,ТР}}^{\Gamma} + Z_{\text{М,ЗЧ}}^{\Gamma}. \quad (12)$$

Подставив в выражение (12) значения (11) и (10), получим в общем виде математическую модель для определения трудозатрат

$$T_{\text{ТО, ТР}}^{\Gamma} = \{[(T_{\text{ТО}}^{\Gamma} C_{\text{чТО}} + T_{\text{ТР}}^{\Gamma} C_{\text{чТР}})(1 + \Pi)] \times (1 + 10^{-2} N_{\text{СС}})\} + (N_{\text{ЕО}} M_{\text{ЕО}} + N_{\text{ТО-1}} M_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} M_{\text{ТО-2}} + 10^{-3} \text{МЗЧ}_{\text{ТР}}).$$

Выводы

Уменьшение ресурса на 70 – 75 % приводит к росту трудозатрат на поддержание безотказной работы АТС.

Разработанная методика расчета годовых трудозатрат на выполнение ТО и ТР по расходу топлива с учетом условий функционирования АТС позволяет индивидуально подходить к его линейной работе и вовремя выводить из эксплуатации АТС, не приносящие прибыль.

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. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 272 с.
4. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя/ А.В. Бажинов. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 96 с.
5. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте.– Приказ № 36 от 24.01.12.– К.: Министерство инфраструктуры Украины, 2012.
6. Шинкаренко В.Г. Экономическая оценка нововведений на автомобильном транспорте/ В.Г. Шинкаренко, О.М. Жарова.– Х.: ХНАДУ, 2004. – 156 с.

Рецензент: В.Д. Мигаль, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 января 2012 г.