

А.П. Поляков, Я.А. Мельник

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА СТАНЦІЯХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

У роботі проведено аналіз існуючих методів розрахунку потреби в запасних частинах на станціях технічного обслуговування автомобілів. Проведена оцінка світового досвіду організації фірмової мережі з постачання запасними частинами станцій технічного обслуговування автомобілів дозволила провести аналіз факторів, що впливають на потребу і запаси автомобільних запасних частин.

Ключові слова: *запасна частина, метод визначення запасних частин, номенклатура запасних частин, станція технічного обслуговування.*

The paper analyzes the existing methods of calculating the need for spare parts at car service stations. The assessment of the world experience in the organization of a branded network for the supply of spare parts for car service stations allowed to analyze the factors influencing the need and stocks of car spare parts.

Key words: spare part, method of determining spare parts, nomenclature of spare parts, service station.

Зростання парку легкових автомобілів, зміна економічної ситуації, перетворення у фінансовій політиці держави призвели до інтенсивного розвитку підприємств автомобільного сервісу. З'явилося безліч автосервісних підприємств, які проводять роботи з технічного обслуговування (ТО) і ремонту на автомобільному ринку, часто не піклуючись про забезпечення їх запасними частинами. Для підвищення якості автосервісних послуг, необхідно звернути увагу на питання забезпечення запасними частинами як окремих автосервісних підприємств, так і системи в цілому.

Останнім часом в автосервісних підприємствах гостро постає проблема визначення потреби і забезпечення запасними частинами, необхідними для безперервності виробничого процесу ТО і ремонту автомобілів. У зв'язку з цим, актуальними є дослідження спрямовані на виявлення факторів, що впливають на потребу станцій технічного обслуговування автомобілів (СТО) в запасних частинах і розробка методів визначення їх потреби.

У зв'язку з переходом на шлях ринкових відносин та загострення конкуренції між автовиробниками, питанням оптимізації та прогнозування потреби автомобілів в запасних частинах приділяється серйозна увага.

Зарубіжні автовиробники в цьому напрямку вже почали проводити дослідження понад півстоліття тому, бо зрозуміли, що своєчасне забезпечення запасними частинами і високий рівень сервісу головний критерій конкурентоспроможності автомобільної техніки.

Автомобілебудівні заводи ВАЗ, ГАЗ, АЗЛК, УАЗ, науково-дослідні та навчальні інститути НАМІ, НДІАТ, МАДІ, МАМІ та ін. також проводили значну роботу в цьому напрямку.

Для уточнення завдань дослідження потрібно провести аналіз виконаних розробок з визначення потреби в автомобільних запасних частинах і управління їх запасами.

Для визначення потреби в автомобільних запасних частинах існує безліч методів. Умовно всі методи можна розділити на три групи:

- за номенклатурними нормам, що встановлює середню річну витрату конкретної деталі на 100 автомобілів на рік, основою визначення номенклатурних норм є дані по надійності деталей і методу їх перерахунку в потребу, як правило, номенклатурна норма розраховується для певних еталонних умов, даний метод використовують автовиробники для визначення обсягу виробництва запасних частин для всього парку експлуатованих автомобілів. СТО, також можуть використовувати даний метод для розрахунку потреби в запасних частинах, а в разі відсутності таких норм, за фактичної потреби;

- за фактичним ринковим попитом на запасні частини (поток вимог), які належним чином збираються, систематизуються і аналізуються, такі методи дозволяють отримувати найбільш точні результати про дійсні потреби в автомобільних запасних частинах, однак для збору інформації потрібно певний період часу (зазвичай не менше року);

- змішаний метод, який передбачає комбінацію перших двох.

На автотранспортних підприємствах використовувався наступний метод визначення потреби в запасних частинах:

$$П_{зч} = \frac{НА}{100} K_n K_1 K_3, \quad (1)$$

де Н - номенклатурна норма витрати деталі, шт. на 100 автомобілів на рік;

А - готівковий помодельний парк, шт.;

K_n - коефіцієнт, що враховує відхилення середньорічного пробігу автомобіля від пробігу, закладеного в норму;

K_1, K_2, K_3 - коефіцієнти, що враховують умови експлуатації, модифікацію рухомого складу та природно-кліматичні умови.

Для розрахунку норм запасних частин на центральних базах постачання філією НАМІ була розроблена наступна методика:

Поточна частина запасу:

$$З_{ном} = \frac{A \cdot N \cdot t_{cp}}{3600} \quad (2)$$

де А - облікова кількість автомобілів в районі дії складу, шт;

Н - норма витрати запасних частин, шт./100 авт. на рік;

t_{cp} - середній інтервал між поставками, дні,

Страхова (гарантійна) частина:

$$З_{стр} = \frac{A \cdot N \cdot \sigma}{3600} (ум) \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (t_i - t_{cp})^2}{n - 1}}; \quad (4)$$

де t_i - інтервал між двома сусідніми поставками;

σ - середньоквадратичне відхилення інтервалу поставок, дні;

n - число поставок за певний період.

Норма запасу підраховується у вигляді максимального ($З_{макс}$) і мінімального ($З_{мін}$) рівнів:

$$З_{макс} = З_{ном} + З_{стр} = \frac{АН}{3600} (t_{cp} + \sigma), \quad (5)$$

$$З_{мін} = З_{cp} = \frac{АН}{3600} \sigma, \quad (6)$$

Таким чином, в даних методах були виведені основні розрахункові залежності нормування запасів на СТО, які мали вигляд:

$$З_{макс} = З_{ном} + З_{стр}, \quad (7)$$

$$З_{мін} = З_{стр}. \quad (8)$$

Подальший розрахунок нормативів запасу проводився за формулами:

$$З_{макс} = \frac{П_{сто} \cdot N}{36000} (q_{ном} + q_{стр}), \quad (9)$$

$$З_{мін} = \frac{П_{сто} \cdot N}{36000} q_{стр}, \quad (10)$$

де $П_{сто}$ - парк, який припадає на дану СТО, автомобілів;

Н - норма витрати деталі, шт./100 авт. на рік;

$q_{пот}$ - поточна частина нормативу запасу, дні, для невеликих територій приймається рівною з розрахунку 7-ми денного запасу, для великих територій приймається рівною двом або навіть чотирьом тижням;

$q_{стр}$ - страхова частина нормативу запасу, дні, зазвичай приймається рівною двом дням.

Визначення $П_{сто}$ - виробляється за такою залежністю:

$$П_{сто} = \frac{П_{ресн} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot X_{сто}}{X_{ресн}}, \quad (11)$$

де $P_{\text{респ}}$ - парк легкових автомобілів, що належать громадянам, на якому застосовується дана деталь, авт.;

$X_{\text{респ}}$ - число постів, які обслуговують дану марку автомобілів, шт;

k_1 - коефіцієнт, що враховує кількість власників легкових автомобілів, що користуються послугами СТО (приймався відповідно «Нормативним показником для розробки планів по системі»Автотехобслуговування»);

k_2 - частка запасних частин, що реалізуються через послуги на СТО.

Середня кількість запасних частин визначається за виразом:

$$Z_{cp} = \Lambda L = \frac{L_H}{L}, \quad (12)$$

де Λ - параметр потоку відмов, 1/тис. км;

L - пробіг, тис. км;

L_H - напрацювання на відмову, тис. км середньої кількості витрачених виробів за пробіг автомобіля.

Цим же автором уточнено метод визначення запасу Z_p на складі автотранспортного підприємства, що забезпечує заданий рівень безвідмовної роботи автомобіля в такій залежності:

$$Z_p \geq \frac{L}{T_0} + X_\alpha \cdot \frac{\delta \sqrt{L}}{T_0^{3/2}}, \quad (13)$$

де L - пробіг, тис. км;

T_0 - середній термін служби деталей, тис. км;

X_α - квантиль нормального розподілу ресурсів;

δ - середнє квадратичне відхилення ресурсу деталі, тис. км.

Витрату запасних частин на один автомобіль можливо обчислювати з певною ймовірністю на планований період часу по залежності:

$$n = n_2 - n_1, \quad (14)$$

$$n_2 = \frac{T_2 - \tau\delta}{\mu}, \quad (15)$$

$$n_1 = \frac{T_1 - \tau\delta}{\mu}, \quad (16)$$

де n - кількість необхідних деталей, шт;

n_2 - кількість необхідних деталей в кінці планованого періоду, шт;

n_1 - кількість необхідних деталей на початок планованого періоду, шт;

T_1 - напрацювання автомобіля на початок планованого періоду, тис. км;

T_2 - напрацювання автомобіля на кінець планованого періоду, тис. км;

τ - ступінь точності обчислень;

μ, δ - математичне очікування і середньоквадратичне відхилення розподілу ресурсу деталі відповідно, тис. км.

Для розрахунку потреби СТО в запасних частинах пропонував використовувати комбінацію нормативних методів і реальної витрати деталей на автосервісних підприємствах. При цьому основний акцент робився на реальні показники витрати запасних частин. Тільки у разі відсутності даних за певним найменуванням деталі, автор пропонував використовувати нормативні показники.

Планована питома потреба запасних частин $K_{\text{пл}}$ визначається з виразу:

$$K_{\text{пл}} = K_{\text{нор}} \eta_{\text{п}}, \quad (17)$$

де $K_{\text{нор}}$ - нормативна потреба в запасних частинах;

$\eta_{\text{п}}$ - коефіцієнт, коригуючий нормативну потребу, з урахуванням фактичної витрати за попередній період.

Визначення потреби в запасних частинах на СТО за методом передбачає їх гарантовану наявність, що враховується рівнем ймовірності α , для парку обслуговуваних автомобілів $A_{\text{пл}}$, тому формула приймає вигляд:

$$Q = \sum_{i=1}^m A_{in} K_{in} + U_{\alpha} \sqrt{\sum_{i=1}^m A_{in} K_{in}}, \quad (18)$$

де A_{in} - парк автомобілів, що обслуговуються;

U_{α} - квантиль нормального розподілу при заданій ймовірності α .

Потребу автосервісних підприємств у запасних частинах можливо встановлювати проводячи разове обстеження груп автомобілів з різним пробігом на СТО. Під час проведення роботи автор збирав, аналізував дані про відмови систем і агрегатів автомобіля, визначав параметр потоку замін. При цьому відмова окремого елемента системи автомобіля прирівнювався до відмови виробу в цілому і всі потоки відмов окремих елементів склалися в один сумарний параметр потоку відмов. При відомій вартості окремих деталей, визначалися питомі витрати на запасні частини по агрегатів і систем автомобіля $C_{з.ч.}^S(L)$ за формулою:

$$C_{з.ч.}^S(L) = \sum_{j=1}^M C_{з.ч.}^S(L) = \sum_{j=1}^M \omega_j^S(L) \cdot C_j \frac{зрн.}{1000км}, \quad (19)$$

і для автомобіля в цілому за формулою:

$$C_{з.ч.}^A(L) = \sum_{S=1}^N C_{з.ч.}^S(L) = \sum_{S=1}^N \sum_{j=1}^M \omega_j^S(L) \cdot C_j \frac{зрн.}{1000км}, \quad (20)$$

де $\omega_j^S(L)$ - параметр потоку замін j -ої деталі, що відноситься до S -ого агрегату або системи автомобіля;

C_j - вартість j -ого елемента залежно від пробігу автомобіля (питома вартість);

N - число агрегатів і систем автомобіля;

M - число деталей і елементів в агрегаті автомобіля.

Керівники служб забезпечення на СТО використовували для визначення потреби в запасних частинах номенклатурні довідники, в яких були вказані норми споживання деталей, розраховані на 100 автомобілів. Знаючи обсяг парку обслуговуваних сервісним підприємством автомобілів, керівники служб могли вирахувати необхідну потребу.

У свою чергу номенклатурні норми обчислювалися наступними методами:

- аналітичним методом - за допомогою провідної функції потоку відмов або замін:

$$H_I = \frac{\Omega(t)}{t} 100, \quad (21)$$

де $\Omega(t)$ - провідна функція відмов або заміні;

t - період випробувань;

- за наближеною оцінкою ресурсу до першої заміни деталі:

$$H_{II} = \frac{L_p}{\eta L_1} 100, \quad (22)$$

де L_p - середньорічний пробіг автомобіля;

L_1 - ресурс до першої заміни деталей;

η - коефіцієнт відновлення ресурсу;

- за середнім числом замін деталей за термін служби автомобіля (агрегату):

$$H_{III} = \frac{100}{\bar{\eta}} \left(\frac{L_p}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right), \quad (23)$$

де t_a - термін служби автомобіля (агрегату);

- за середнім числом замін деталей за термін служби автомобіля (агрегату) з урахуванням варіації ресурсу деталей:

$$H_{IV} = \frac{100}{t_a} \left[\frac{L_p t_a - L_1}{\eta L_1} + 0.5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right], \quad (24)$$

де v - коефіцієнт варіації.

Зарубіжні представництва автовиробників рекомендують своїм дилерам при укладенні договору і початку роботи, використовувати початкове замовлення. Таке замовлення зазвичай

містить необхідну номенклатуру запасних частин для початку роботи автосервісної станції. Однак, існує й інший метод початкового замовлення, який виражений в грошовому еквіваленті.

У результаті проведеного аналізу робіт було встановлено, що на поточний момент, більшість автодилерів використовує у своїй роботі систему визначення потреби в запасних частинах, яка ґрунтується на фактичному ринковому попиті на окремі деталі за попередній період роботи. Подальший розрахунок розміру оптимальної партії замовлення деталей здійснюється за формулою Вільсона.

Невеликі автодилери і незалежні автомайстерні, які закупають деталі на регіональних складах або у більш великих дилерах, здійснюють замовлення деталей, як правило, при досягненні мінімального (критичного) рівня запасу. При цьому проводиться постійний аналіз наявності деталей на складі [1].

Таким чином, точність визначення потреби в запасних частинах для СТО за розробленими раніше і використовуваними в даний час методиками не достатня. Тому є необхідність у розробці більш досконалої методики визначення потреби в запасних частинах і управління запасами.

В роботі розглянуто питання функціонування автомобільного сервісеу як підсистеми транспортного комплексу, проведено аналіз існуючих методів розрахунку потреби в запасних частинах на станціях технічного обслуговування автомобілів.

Проведена оцінка світового досвіду організації фірмової мережі з постачання запасними частинами станцій технічного обслуговування автомобілів дозволила провести аналіз факторів, що впливають на потребу і запаси автомобільних запасних частин.

Список використаних джерел

1. Адлер Ю.Н. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.Н. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1976. - 279 с.
2. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. - М.: "Финансы и статистика", 2001. - 456 с.
3. Белявский И.К. Маркетинговое исследование. Информация. Анализ. Прогноз / И.К. Белявский. - М.: "Финансы и статистика", 2001. - 428 с.
4. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Учебник для ВУЗов / - 4 издание перераб. и доп./ Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов, Ю.К. Фролов. - М.: Наука, 2001. - 535 с.

***Поляков Андрій Павлович**, доктор технічних наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.*

***Мельник Ярослав Андрійович**, слухач кафедри військової підготовки, навчальна група 04-20, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.*

***Polyakov Andriy**, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, vul. Warriors-Internationalists, 7, room 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.*

***Melnyk Yaroslav**, student of the Department of Military Training, study group 04-20, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, vul. Warriors-Internationalists, 7, room 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.*