

Ібрагімов Е.Р.

магістр,

Науковий керівник: Павловський М.В.

кандидат технічних наук, доцент,

Національний транспортний університет

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Як правило, для прогнозування потреби в запасних частинах (ЗЧ) використовується екстраполяція [1]. Модель прогнозування складається з трьох складових:

$$y_t^* = \bar{y}_t + v_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

де y_t^* – прогнозні значення ряду; \bar{y}_t – тренд прогнозу (детермінована складова); v_t – складова, що враховує сезонні коливання (сезонна хвиля); ε_t – випадкова величина відхилення прогнозу (білий шум).

Застосування екстраполяції показано в [2; 3], де пропонується наступна методика розрахунку: по значеннях ряду на передпрогнозному періоді методом найменших квадратів (МНК) визначаються коефіцієнти тренду \bar{y}_i вид, якого задається (поліномами різних порядків, експоненціальні, степені функції та ін.); при дослідженні сезонної хвилі необхідно виключити тренд з вихідного ряду. Якщо сезонна хвиля ϵ , то визначаються коефіцієнти рівнянь, які апроксимуються v ; випадкова складова ϵ_i визначається після виключення з ряду значень тренду і сезонної хвилі на передпрогнозному періоді. Для опису білого шуму ϵ_i використовується нормальний закон розподілу з нульовим математичним очікуванням і невідомою дисперсією σ^2 ; точність прогнозування підвищується методами дисконтування, адаптації та ін. Практичне поширення отримав метод експоненціального згладжування, що підвищує значущість останніх значень ряду відносно початкових. Підвищення точності прогнозу досягається застосуванням багатофакторних моделей, вибором найкращих залежностей для тренду і сезонної хвилі. При застосуванні зворотного зв'язку відбувається накопичення інформації про витрату ЗЧ в автотранспортному підприємстві (АТП).

При другому підході інформація представляється у вигляді потоків відмов деталей як функція напрацювання від початку експлуатації до списання.

Третій підхід це представлення інформації у вигляді законів розподілу напрацювань деталей до першого і між подальшими відмовами з переходом до потоку відмов. Даних про потоки відмов деталей недостатньо для «якісного» прогнозування потреби в ЗЧ. Потрібна додаткова інформація про стан парку автомобілів. Інформація має відображати інтенсивність і умови експлуатації, розподіл автомобілів по вікових групах, облік надходження і списання рухомого складу. Потрібні дані про річні і на початок планованого періоду пробігах. При розрахунку з використанням законів розподілу про відмови деталей необхідно враховувати залежність про напрацювання агрегатів і автомобіля в цілому до капітального ремонту (КР) і між ремонтами. При вирішенні завдання про планування загальної кількості ЗЧ на експлуатацію і КР враховується коефіцієнт змінності і кількість КР агрегатів і автомобіля [4, с. 21].

У [5] розглянуті, з точки зору розрахунку ЗЧ, процеси теорії відновлення, сформульовані як сума незалежних невід'ємних випадкових величин. Перевага методів розрахунку ЗЧ за допомогою асимптотичних формул простота і зручність. Недолік – велика похибка

на початковому інтервалі, який одного порядку з середнім значенням напрацювання до першої відмови.

У [6; 7] зроблена спроба підвищити точність за рахунок комбінованих способів які включають різні залежності, що апроксимують функцію відновлення $\Omega(L)$ на початковому або до першої відмови інтервалах та асимптотичні оцінки при $L > \bar{L}_1$ або $L > \bar{L}$, де середнє значення напрацювання: \bar{L} – між відмовами; \bar{L}_1 – до першої відмови. Для багатьох деталей процес відновлення складний, при цьому змінюються параметри і вид законів розподілу напрацювань між відмовами у деталей, зв'язаних з іншими деталями, або у тих, що входять до складу агрегатів. Є нестационарність, що пояснюється усіканням потоків відмов КР агрегату, автомобіля або їх списанням, а також стратегією заміни деталей. Іноді є тісний кореляційний зв'язок між відмовами, тому застосування рекурентної формули для $\omega(L)$ – параметра потоку відмов, може призвести до істотних похибок. Проведення розрахунків, за показником ремонтпридатності, стримується низькою точністю і достовірністю ймовірнісних методів оцінки ресурсу для різних видів руйнівних процесів, що призводять до відмов, трудність завдання граничних станів і характеристик робочих процесів, що відповідають реальним режимам експлуатації.

У [8] розглядається визначення потреби в ЗЧ при поступових і раптових відмовах деталей, а так само визначення потреби в оборотних агрегатах. Для деталей з поступовими відмовами застосовується стохастична модель процесу зношування. Якщо величина зносу досягає граничного допустимого значення δ_T деталь відмовить. Початкове значення зносу після періоду прироблення може бути від нуля до δ_T (встановлюється вживана деталь). Запропоновано рівняння, що пов'язує інтенсивність зношування деталі з потребою в ній на заданому пробігу. В силу трудомісткості розрахунки пропонується виконувати на комп'ютері або графічно по номограмі. Істотний недолік методу – необхідність знати інтенсивності зношування деталей, що в умовах АТП спричинить значні труднощі.

Для раптових відмов в [8] визначення потреби в ЗЧ пропонується здійснювати методами теорії масового обслуговування. Отримане рівняння встановлює залежність між ймовірністю і витратою ЗЧ. Для визначення потреби в ЗЧ необхідно задатися значенням гарантованої ймовірності і, підставивши його в рівняння, знайти потребу m в ЗЧ. Метод незручний через громіздкість обчислень. Рівняння вирішується графічно, де потреба m представлена як функція, що залежить від інтенсивності відмов ω , пробігу автомобіля з початку експлуатації L і гарантованої ймовірності P_m :

$$m = f(\omega, L, P_m) \quad (2)$$

Рішення функції представлено у вигляді номограми. При відомому середньому ресурсі деталі $L_{сер}$ по номограмі визначається потреба в ЗЧ на пробіг автомобіля за цим показником. Номограма не враховує число однойменних деталей n_m , встановлених на автомобілі. Там же в [8], розглядається визначення потреби в оборотних агрегатах. При визначенні потреби в ЗЧ рекомендується враховувати час роботи виробу і час знаходження його в ремонті. Рішення задачі пропонується здійснювати методами теорії масового обслуговування, використовуючи принцип системи масового обслуговування з відмовами. Для визначення потреби в оборотних виробках, запропоновано рівняння, яке встановлює залежність витрати одного, двох або m виробів через потік вимог на заміну з параметром ω і через час ремонту розподіленого за степеневим законом з довірчою ймовірністю, задаючись якою можна визначити потребу в ЗЧ, вирішуючи рівняння відносно m . Розрахунок потреби в ЗЧ за формулою трудомісткий, тому в [8] пропонується графічний метод рішення за допомогою номограми. Потреба в оборотних виробках це функція, залежна від параметра потоку відмов ω оборотного виробу, параметра відновлення μ і довірчої ймовірності P_m :

$$m = f(\omega, \mu, P_m) \quad (2)$$

У [9] стверджується, що в умовах АТП потреба в ЗЧ визначається по нормах для відповідної моделі автомобіля. Розрахунок потреби може виконуватися без врахування і з урахуванням розсіювання середніх показників надійності.

При середніх ресурсах автомобіля до списання R_a і нового автомобіля R_H , ресурсу ЗЧ $R_{ЗЧ}$, середньорічному пробігу L_p , терміні служби до списання в роках t_a , коефіцієнті відновлення ресурсу δ і n однотипних деталях в агрегаті потреба в ЗЧ H на 100 автомобілів в рік [4, с. 24]:

$$H = \frac{100 \cdot n}{t_a} \cdot \frac{R_a - R_H}{R_{ЗЧ}} = 100 \cdot n \cdot \frac{L_p t_a - R_H}{t_a \delta R_H} = \frac{100 \cdot n}{\delta} \cdot \left(\frac{L_p}{R_H} - \frac{1}{t_a} \right) \quad (3)$$

Необхідно знати розсіювання середніх ресурсів R_H і $R_{ЗЧ}$ з деяким середньоквадратичним відхиленням σ . Для врахування розсіювання потрібно знати закон розподілу середнього ресурсу, на основі якого визначаються ймовірності першої і подальшої замін деталі. Ресурс нової деталі визначається випробуваннями, що занадто трудомістко і незручно.

Список використаних джерел:

1. Щетин В.А., Лукинський В.С., Сергеев В.И. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте. Москва : Транспорт, 1988. 112 с.

2. Потребление и нормирование запасов ремкомплектов / Н. Якинский и др. *Автомобильный транспорт*. 1983. № 11. С. 42–45.
3. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин. Москва : Колос, 1976. 288 с.
4. Плеханов А.А. Прогнозирование потребности автотранспортных предприятий в запасных частях на основе автоматизированной информационной технологии : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Владимирский государственный университет. Владимир, 2006. 206 с.
5. Кокс Д., Смит В. Теория восстановления. Москва, 1967. 300 с.
6. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв Ф.Д. Математические методы в теории надёжности. Москва : Наука, 1965. 524 с.
7. Кузнецов Е.С., Троицкий А.И. Совершенствование методов определения нормативной потребности в запасных частях. *Повышение эксплуатационной надёжности автомобилей*. Москва : НИИАТ, 1979. Вып. 3. С. 106–116.
8. Трикозюк В.А. Повышение надёжности автомобиля. Москва : Транспорт, 1980. 88 с.
9. Зарубин А.Г., Чернобродов П.Л. К вопросу определения потребности в запасных частях. В кн.: *Повышение эксплуатационной надёжности автомобилей*. Москва : Транспорт, 1973. Вып. 1. С. 28–37.