

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто умови для визначення потреби в запасних частинах, визначено аналітичні залежності імовірності безвідмовної роботи вузлів та агрегатів при різних теоретичних розподілах, найбільш близьких до реальних розподілів ресурсів елементів спеціального рухомого складу, визначено напрями подальшого дослідження.

Ключові слова: надійність, імовірність безвідмовної роботи, розподіл імовірності безвідмовної роботи.

Abstract

The conditions for determining the need for spare parts are considered, the analytical dependences of the probability of failure-free operation of units and aggregates at various theoretical distributions, which are closest to the real distributions of resources of special rolling stock elements, are determined, and directions for further research are determined.

Keywords: reliability, failure-free operation probability, failure-free operation probability distribution.

Вступ

Узагальнення досвіду експлуатації спеціального рухомого складу [3] показує, що на технічне обслуговування припадає біля 80% витрат від усіх профілактичних робіт, а на ремонт – більше 20%. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт спеціального рухомого складу становлять 15-18% від їх первинної вартості [4] і до половини витрат на ремонт припадає на запасні частини [5].

Належне забезпечення техніки запасними частинами є актуальним і одним з першочергових завдань, пов'язаних із підвищенням її надійності та ефективності використання.

Результати дослідження

Для використання за призначенням спеціальний рухомий склад повинен знаходитись в працездатному стані. Унаслідок різних причин спеціальний рухомий склад виходить із ладу, що потребує певних відновлювальних робіт, серед яких значну частину становить заміна вузлів і деталей, які відмовили. Ці елементи спеціального рухомого складу, які може бути виявлено при відмовах, технічному обслуговуванні, планових ремонтах, і які потребують заміни запасними частинами, складають потоки ресурсних відмов.

У теорії надійності головним критерієм оцінки працездатності вважається відмова, а при визначенні потреби в запасних частинах аналогічну роль виконує поняття заміни, яке означає подію заміщення вузлів і деталей новими або відновленими [5]. Ця заміна може мати потребу не тільки у випадку відмови, а і у зв'язку з переходом у граничний стан чи виконуватися разом з іншими одночасно заміненними деталями, а також для попередження відмови.

При визначенні потреби в запасних частинах виходимо з ряду умов:

- прогноз потреби в запасних частинах виконується для різних вузлів і деталей, які відрізняються функціональним призначенням, найменуванням та місцем установаження;
- вихідними даними є закономірність розподілу ресурсу вузлів і деталей і його параметри;
- задається час випередження, на який планується потреба в запасних частинах (час прогнозу);
- відома кількість встановлених на спеціальному рухомому складі однойменних деталей;
- відомі кількості працюючого спеціального рухомого складу та тривалість їхньої експлуатації;
- розподіл ресурсу деталей, встановлених на спеціальному рухомому складі, і запасних частин мають один і той же вигляд і параметри;
- умовляється, що одночасно можуть замінюватися довільне число однакових деталей;

- задається певна ймовірність достатньої кількості запасних частин.

Розглянемо систему (одну машину чи групу однойменних машин), до якої входить n_0 вузлів і деталей (елементів) певного призначення і встановлених у відповідному місці. Працездатність системи забезпечується послідовною заміною її елементів, що складає потік замін.

З теорії відновлення [6] відомо, що очікувана потреба заміни елементів $z(t)$ розглядається у вигляді функції відновлення

$$z(t) = \sum_{z=1}^{\infty} F_z(t) \quad , \quad (1)$$

де $F_z(t)$ - функція розподілу суми z ресурсів, включаючи ресурс початково встановленого елемента.

Функція $F_z(t)$ є z -кратною згорткою функції розподілу ресурсу початково встановленого і запасного елементів. Рівняння (1) дозволяє в загальному вигляді одержати значення очікуваної потреби в заміні елементів з урахуванням обмеженої точності вихідних даних і неповноти збігу теоретичних характеристик прийнятої моделі реальній ситуації. Доданки у виразі (1) будуть зменшуватися за абсолютною величиною з кожного наступного числа z . Однак розрахунок за рівнянням (1) може бути громіздким, так як, починаючи з $z=2$, складність функції $F_z(t)$ для багатьох видів розподілів швидко збільшується і потреба у заміні елементів не завжди може бути передана в кінцевому вигляді.

З теоретичних розподілів, найбільш близьких до реальних розподілів ресурсів елементів обладнання спеціального рухомого складу, схильного до зносу і утомленим діям, частіше усього застосовуються розподіли: нормальний і Вейбулла, а при раптових відмовах – експоненціальний розподіл.

Параметри розподілів звичайно визначають за окремими статистичними вибірками, за якими робиться висновок про надійність всієї генеральної сукупності досліджених виробів. Запасні частини можуть мати певні відхилення за якістю виготовлення. До того ж, умови використання та режим експлуатації виробів можуть відрізнятися, тому і параметри розподілів для окремих статистичних вибірок теж будуть різними.

Звичайно розрахунок потреби у запасних частинах не дає достатності у запасних частинах для всієї генеральної сукупності вузлів і деталей, якщо час прогнозу t_n передати через частки середнього ресурсу t_{cp} . На практиці неможливо за окремими статистичними вибірками цілком точно оцінити всю генеральну сукупність досліджуваних виробів.

Якщо під наглядом знаходилась вся генеральна сукупність спостережених чи випробуваних виробів, тобто мала місце повна інформаційна забезпеченість, то експериментальні дані можуть бути апроксимовані теоретичною функцією відмов $F(t)$ із математичним чеканням середнього ресурсу t_{cp} . У випадку роботи з окремими статистичними вибірками (неповна інформаційна забезпеченість) будуть одержані функції відмов $F_1(t), F_2(t), \dots, F_i(t)$ із відповідними середніми значеннями t_{cpi} . Усе поле, яке буде зайнято окремими статистичними вибірками, буде знаходитися у межах функцій $F(t_n)$ і $F(t_b)$. Ширина довірчих меж визначається обсягом статистичної інформації, за якою визначено параметри відповідного розподілу, і ступеню упевненості (довірчою ймовірністю) β . Введення до розрахункових рівнянь довірчої ймовірності β у частковій мірі може сприяти рішенню цієї задачі. Це у деякій мірі дозволяє зменшити похибку, орієнтуючись на найбільш важкі умови експлуатації, але не дає упевненості у достатності кількості запасних частин. Якщо ж розрахунки виконуються для виробів, які експлуатуються в тих самих умовах, в яких отримані параметри розподілів ресурсу досліджуваних виробів, то розрахунки потреби виконуються за точковою оцінкою середнього ресурсу.

При розгляді залежності функції відмов від напрацювання, можна побачити, що, наприклад, для нормального розподілу ймовірність відмов при розрахунку за точковою оцінкою середнього ресурсу t_{cp} становить $F(t_{cp})=0,5$, для експоненціального розподілу відповідно $0,632$, а для розподілу Вейбулла при параметрі форми $b=0,4 \dots 4,0$ вона знаходиться у межах $0,52 \dots 0,8$. Співвідношення між ймовірністю відмов і безвідмовної роботи, як відомо, $P(t_{cp}) = 1 - F(t_{cp})$, тобто ймовірність безвідмовної роботи $P(t_{cp}) = \gamma$ для розглянутих розподілів буде становити: для нормального $0,5$, експоненціального - $0,368$. Для розподілу Вейбулла ймовірність безвідмовної роботи [7] визначається за формулою

$$P(t) = e^{-\frac{t^b}{\alpha}} \quad , \quad (2)$$

так, як

$$\frac{t_a^b}{a} = \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{b} \right) \right]^b, \quad (3)$$

Отримаємо

$$P(t_{cp}) = e^{-\left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{b} \right) \right]^b}, \quad (4)$$

За результатами розрахунків отримано графічну залежність ймовірності безвідмовної роботи $P(t_{cp})$ від параметра форми b розподілу Вейбулла (рис. 1).

Ймовірність безвідмовної роботи $P(t_{cp})$ для розподілу Вейбулла становить – 0,2...0,52 в залежності від значення параметра форми b , тому ми маємо досить низьку ймовірність безвідмовної роботи, яка майже не перевищує 50%.

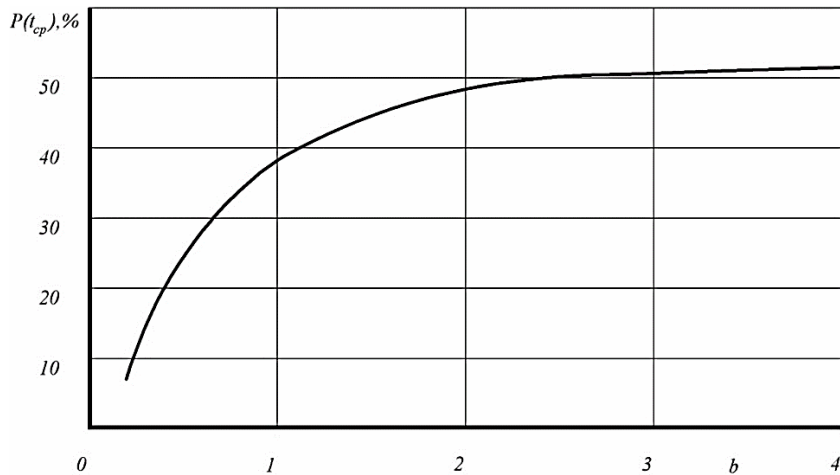


Рис. 1. Графічна залежність ймовірності безвідмовної роботи $P(t_{cp})$ від параметра форми b розподілу Вейбулла

Ця ймовірність безвідмовної роботи є недостатньою для усієї генеральної сукупності вузлів і деталей, які потребують запасних частин, тому що розрахунок запасних частин виконується за середніми значеннями ресурсу, отриманими шляхом статистичної обробки певної кількості підконтрольних об'єктів. Частина обладнання спеціального рухомого складу працює в більш складних умовах, ніж та підконтрольна група, за спостереженням якої визначені вид і параметри розподілу складових частин спеціального рухомого складу, які лежать в основі розрахунку потреби в запасних частинах.

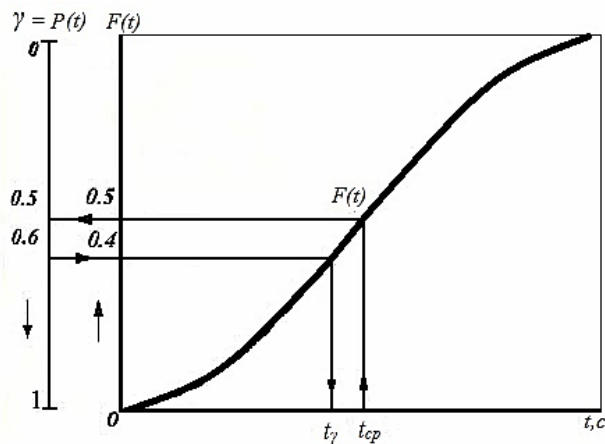


Рис. 2. До прогнозування потреби в запасних частинах за гамма-відсотковим ресурсом (нормальний розподіл)

Тому запропоновано виконувати прогноз потреби в запасних частинах за гамма-відсотковим ресурсом t_γ з фіксованим значенням ймовірності безвідмовної роботи γ , як це показано на рис. 2, де t_γ – гамма-відсотковий ресурс, $\gamma = 0,6$; $\gamma = P(t_\gamma)$ – ймовірність безвідмовної роботи на час t_γ .

Висновки

Для розробки методики обґрунтування потреби в запасних частинах слід розробити математичну модель, яка була б достатньо простою для практичного застосування і у той же час враховувала більшість факторів, які впливають на результати розрахунків [8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бауэрсокс Доналд Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. – М.: ЗАО «Олимп - Бизнес», 2008. - 640 с.
2. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Вища школа. Изд-во Харьк. Ун-т, 1984. – 312 с.
3. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. / В.Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк – К.: Вища школа, 1991. – Кн. 1. Теоретические основы. Технология – 359 с.
4. Поляков А.П. Метод формування необхідної кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту [Електронний ресурс] / А.П. Поляков, О.П. Антонюк, Д.О. Галушак, О.О. Галушак // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – №2. – С. 1-5. – Режим доступу до журналу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2012_2/2012-2.files/uk/12apptmr_ua.pdf
5. Поляков А.П. Організація забезпечення запасними частинами автотранспортних підприємств / А.П.Поляков, О.П.Антонюк, Д.О. Галушак // Наукові нотатки ЛНТУ. – 2012. – №36. – с. 238-240.
6. Поляков А.П. Оцінювання факторів, які впливають на формування номенклатур та кількості автомобільних запасних частин автотранспортного підприємства / А.П. Поляков, О.П. Антонюк // Вісник СНУ ім. Даля. – 2011. – №6(160). – с.139-143.
7. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб. / Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328с.
8. Поляков А.П. Формування потреби станцій технічного обслуговування автомобілів в запасних частинах для своєчасного обслуговування клієнтів / А.П. Поляков, О.П. Антонюк, Б.С. Маріянко // Вісник СНУ ім. Даля. – 2014. – №6(194). Частина 2 – с.62-63.

Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Вітюк Олександр Сергійович — студент групи 02-21, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: farv@vntu.edu.ua

Науковий керівник: **Поляков Андрій Павлович** — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Polyakov Andrey P. — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Vityuk Oleksandr S. — student of the 02-21 group, department of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: farv@vntu.edu.ua

Supervisor: **Polyakov Andrey P.** — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com