

УДК 631.433

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Козаченко О.В., Шкрегаль О.М.,
Каденко В.С., Зубко О.Г.

*Харківський національний технічний університет
сізького господарства ім. Петра Василенка*

Розглянуто методи формування номенклатури та кількості запасних частин, що застосовуються для технічного обслуговування і ремонту машин в системі агропромислового комплексу

Ключові слова: *запасні частини, забезпечення, сільськогосподарська техніка, методи розрахунку, номенклатура, управління запасами*

Постановка проблеми. Однією з важливих задач сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки на сьогодні є своєчасне та економічно обґрунтована система забезпечення запасними частинами, що зумовлює своєчасне виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту машин з метою дотримання графіку їх застосування у технологічному процесі виробництва продукції. При цьому основним задачами матеріально-технічних служб, що займаються технічною експлуатацією техніки є визначення номенклатури та кількості запасних частин, що постачаються та зберігаються на складі підприємства. Недостатньо обґрунтований вибір стратегії управління постачанням та формуванням запасів запасних частин зумовлює створення їх дефіциту при виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт та зростання експлуатаційних витрат.

Необхідно зазначити, що сучасний ринок запасних частин до сільськогосподарської техніки представлений значною кількістю вітчизняних і зарубіжних виробників. При цьому особливого значення набуває проблема якості запасних частин, що також визначає рівень експлуатаційної надійності машин та ефективність їх застосування у технологічному процесі.

Тому ефективність технічного сервісу суттєво залежить від правильності вибору та реалізації в конкретних умовах виробництва стратегії та методів створення запасів і постачання запасних частин стосовно їх оптимальної кількості та якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні висвітленню й дослідженню проблеми раціональної організації матеріально-технічного постачання та розрахунку потреби у запасних частинах присвячена значна кількість нормативних документів і наукових статей [1,2,3].

Основна частина. Внаслідок складності задач системи матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарської техніки та у силу значної варіації їх реалізації і застосувань на практиці, недостатньої вивченості математичне моделювання носить наближені методи розрахунків номенклатури запасних частин і створення їх запасів на виробництві.

Формалізація задачі визначення номенклатури і кількості запасних частин полягає у компенсації невідповідності між інтенсивністю замовлень (попитом) та інтенсивністю їх постачання з урахуванням вартості їх зберігання та втрат на простую техніку внаслідок відсутності (дефіциту) запасних частин.

У загальному випадку ці умови можна представити наступним чином:

$$\mu_n < \lambda_n ; \quad (1)$$

$$B_з < B_д , \quad (2)$$

де μ_n – інтенсивність потреби у запасних частинах; λ_n – інтенсивність постачання запасних частин; $B_з$ – вартість зберігання замовлених запасних частин; $B_д$ – величина втрат за дефіцит запасних частин при простій машин.

При недотриманні цих вимог система матеріально-технічного постачання є недієвою. Так при невиконанні умови (1) система не забезпечує накопичення стратегічного запасу, а недотримання умови (2) не спонукає до формування запасу запасних частин безпосередньо на підприємстві.

Аналіз відомих досліджень та практичної реалізації використання запасних частин дозволяє констатувати, що вартість використаних запасних частин розподіляється за співвідношенням - 80/20 (принцип Паретто), тобто 20% запасів запасних частин обумовлюють 80% потреб, а на 80% запасів запасних частин припадає до 20% фінансових витрат [4].

Такий принцип отримав подальший розвиток при розподілі усієї номенклатури запасних частин за групами – А, Б, С: група А складає незначний відсоток номенклатури запасних частин, на який припадає 70-80% загальної вартості; група Б складає дещо більший відсоток номенклатури запасних частин, у порівнянні з групою А, що забезпечує 10-20% від вартості усієї номенклатури запасних частин; група С – основна частина номенклатури запасних частин, яка складає 5-10% фінансових витрат.

Слід зазначити, що деякі провідні зарубіжні виробники техніки розподіляють номенклатуру запасних частин для ефективної організації технічного обслуговування і ремонту машин на більшу кількість груп. Так, наприклад, фірми «Renault» та «Ford» застосовують розподілення запасних частин на 4 групи, а «Volkswagen» - на 6 груп.

Після розподілу номенклатури запасних частин на групи, виконується

аналіз їх оборотності та робиться висновок про доцільність створення стратегічних запасів безпосередньо на підприємствах та реалізації логістичних підходів постачання мережі споживачів продукції.

Аналогічний метод використовують для групування запасних частин по собівартості їх запасів на підприємстві. В цьому випадку формуються групи X, Y, Z. Розподіл на групи виконується в залежності від вартості запасних частин, при цьому вводяться два граничних значення вартості – C_{\max} і C_{\min} .

Потребу в запасних частинах можна визначати за номенклатурними нормами, які розробляються до початку серійного випуску і корегуються в процесі експлуатації з урахуванням зміни конструкції та фактичної надійності машин [5]. В основу цього методу покладено дані про надійність деталей і методи їх розрахунку за потребою. У загальному випадку норма витрат запасних частин N розраховується з використанням провідної функції потоку відмов (функції відновлення) $\Omega(X)$, яка визначає накопичену кількість відмов виробу за часу напрацювання x :

$$\Omega(X) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(X); \quad (3)$$

$$N = \frac{\Omega(X)}{X}, \quad (4)$$

де x – термін (у роках), для якого отримано значення $\Omega(X)$ і визначається відповідно норма.

Для оцінки фактичної витрати і норм запасних частин використовують наближені методи:

- застосування наближеної оцінки ресурсу до першої заміни деталі:

$$N_1 \approx \frac{L_p}{\eta L_1}, \quad (5)$$

де L_p – річне напрацювання машини; L_1 – ресурс деталі до першої заміни (відновлення); η – коефіцієнт відновлення ресурсу, $0 < \eta < 1$.

- визначення середньої кількості замін деталей за термін служби:

$$N_2 \approx \frac{100}{\eta} \left(\frac{L_p}{L_1} + \frac{1}{T_m} \right), \quad (6)$$

де T_m – термін експлуатації машини.

- додаткового врахування варіації ресурсу деталей, для деталей з ресурсом, який дорівнює річному напрацюванню машини L_p , середня норма витрат запасних частин визначається за формулою:

$$N_3 \approx \left[\frac{L_p T_M - L_1}{\eta L_1} + 0,5 \left(\frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right] \frac{100}{T_M}, \quad (7)$$

де v – коефіцієнт варіації ресурсу деталі.

В [6] розглядається метод розрахунку запасних частин сільськогосподарської техніки для випадку, якщо час роботи t розподілений за експоненціальним або нормальним законами і функція відновлення має вигляд:

$$H(t) = \lambda t; \quad (8)$$

де λ – інтенсивність відмов ($1/T$), при $t = T_0 \cdot T_p$,

$$H(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \Phi\left(\frac{t - nT}{\sigma_T \sqrt{n}}\right), \quad (9)$$

де n – число відмов, $n = 1, 2, 3, \dots$

При значному напрацюванні при визначенні функції відновлення доцільно використовувати наближену формулу:

$$H(t) = \frac{t}{T} + 0,5(v_T^2 - 1). \quad (10)$$

де v_T – коефіцієнт варіації ресурсу, вибирається в залежності від виду руйнування або від виду виробу (табл. 1, 2) [6].

Таблиця 1. Наближені значення коефіцієнтів варіації ресурсу в залежності від виду руйнування виробу

Вид руйнування	v_T
Спрацювання	0,3
Втома при згинанні та крученні	0,4
Контактної втоми:	
підшипники кочення	0,7
інші деталі	0,5
Комплексне руйнування (спрацювання + контактна втома + корозія)	0,3...0,4
Раптова відмова	1,0

Таблиця 2. Наближені значення коефіцієнтів варіації ресурсу в залежності від виду виробу

Вид виробу	v_T
Пружини, ресори, зірочки та роликові ланцюги	0,3
Шестерні та лапки гусениць	0,6
Різьбові з'єднання	0,35
Трубопроводи	0,4
Деталі з геометричними концентратами (поворотні кулаки, вісь коліс, вали передач та зварювані з'єднання)	0,4

За допомогою наведеної формули можна з достатньою точністю та заданою ймовірністю оцінити можливе число відмов:

$$\frac{t}{T} - Z_\gamma \cdot \frac{\sigma_T \sqrt{t}}{T^{3/2}} < v(t) < \frac{t}{T} + Z_\gamma \cdot \frac{\sigma_T \sqrt{t}}{T^{3/2}}, \quad (11)$$

де Z_γ – квантиль нормального розділення при надійній імовірності γ . При $\gamma=0,9$ значення квантилю складає $Z_\gamma=1,25$.

При відомій функції відновлення $H(t)$ норма витрат запасних частин визначається за формулою:

$$N = \frac{100H(t)n_d}{T_0}. \quad (12)$$

Нормативна потреба у запасних частинах на поточний плановий рік визначається за формулою:

$$C = 10^{-2} N \sum_{i=1}^{T_0} P_{p_i}, \quad (13)$$

де P_{p_i} – випуск машини в i -му році.

В доповнення та удосконалення відомих методів розрахунку запасних частин в [7] запропонована схема послідовності заміни деталей за напрацюванням автомобілів з метою забезпечення експлуатаційної надійності на заданому рівні. Авторами запропоновано таку послідовність розглядати за весь термін служби до досягнення граничного стану автомобіля, таку послідовність запропоновано представляти у вигляді потоку замін запасних частин, що обумовлюється потоком відмов деталей, вузлів та агрегатів автомобіля.

На сьогодні широкого поширення набув метод визначення потреби запасних частин за фактичним попитом, що має високу достовірність інформації про використання та оперативність застосування. При цьому не-

доліком такого підходу є те, коливання попиту на запасні частини компенсується шляхом створення додаткових резервів на складах запасних частин, що, в свою чергу, є негативним ризиком виникнення неліквідних запасів запасних частин.

Виконаний аналіз методів визначення номенклатури і кількості запасних частин для підтримки парку машин у працездатному стані та забезпечення високого коефіцієнта готовності вказує на те, що вони не враховують також особливостей діючих стратегій технічного обслуговування і ремонту машин, які мають свої особливості та зумовлюють їх врахування при управлінні запасами запасних частин та їх постачанням на сервісні підприємства.

Висновки

Розглянуто існуючі методи розрахунку норм запасних частин. Вказано про доцільність врахування при управлінні запасами запасних частин та їх постачанням на сервісні підприємства особливостей прийнятої стратегії технічного обслуговування і ремонту машин та фактичний технічний стан, термін їх експлуатації.

Література

1. ДСТУ-П ISO/TS 16949:2016 Системи управління якістю. Особливі вимоги до виробників автотранспортних засобів та запасних частин і приладдя до них (на заміну ДСТУ ISO/TS 16949:2005).
2. Кухтов В.Г. Нові підходи при формуванні замовлень на запасні частини до сільськогосподарської техніки / В.Г. Кухтов, В.І. Іванов, Ю.В. Іванова та ін.// Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2013. – Вип. 133. – С. 175-179.
3. Рубльов В.І. Класифікація нормування витрати запасних частин і забезпечення його ефективності / В.І. Рубльов. К.: Наук. Вісник НАУ, 2005. – Вип.80.- Ч.2. – С. 320-330.
4. Біліченко В.В. Обґрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП для підтримки в справному стані його рухомого складу / В.В.Біліченко, А.П. Антонюк // Вісник ЖДТУ, 2016, № 2 (77). – С. 56-60.
5. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С.Кузнецов, А.П.Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
6. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки / за ред.О.В.Козаченка; - ХДТУСГ “Торнадо”, 2001. – 374 с.

7. Антонюк А.П. Обґрунтування вихідних принципів розробки методу формування номенклатури та кількості запасних частин / А.П. Антонюк, А.М. Баранов, С.С. Коробов та ін. -Вісник ЖДТУ, 2014. - № 2 (69). – С.10-14.

Abstract

**ANALYSIS OF METHODS OF FORMING A
NOMENCLATURE AND PROVIDING SPARE PARTS OF
AGRICULTURAL MACHINERY**

Kozachenko O.V, Shkrega O.M, Kadenko V.S., Zubko O.G.

The methods of forming the nomenclature and the number of spare parts used for maintenance and repair of machines in the system of the agro-industrial complex are considered.

Keywords: *spare parts, supplies, agricultural machinery, calculation methods, nomenclature, inventory management*