

УДК 623.4.084

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.158.2015.63437>

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ РЕМОНТНИХ ДІЛЬНИЦЬ З РЕМОНТУ ЗАЛІЗНИЧНИХ КРАНІВ

Д-р техн. наук О.С. Крашенінін, магістр М.О. Миклащук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕМОНТНЫХ УЧАСТКОВ ПО РЕМОНТУ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРАНОВ

Д-р техн. наук А.С. Крашенинин, магистр Н.А. Миклащук

DETERMINATION OF THE OPTIMAL BANDWIDTH REPAIR STATIONS REPAIR OF RAILWAY CRANES

Doct. of techn. sciences O.S. Krashenin, master student M.A. Myklaschuk

За останні роки технічний стан залізничної техніки досяг критичної межі, що стосується і залізничних кранів, що використовуються як у депо, так і на лінії.

Разом з цим фінансові і матеріальні можливості як залізниць, так і окремих депо обмежені, що потребує пошуку нових підходів щодо підтримки технічного стану залізничної техніки.

У статті розглянуто один з підходів щодо оптимізації ремонтних ділень з точки зору їх пропускної спроможності, що потребує визначення оптимальної кількості ремонтних ділень.

Ключові слова: залізничні крани, пропускна спроможність ремонтних ділянок.

За последние годы техническое состояние железнодорожной техники достигло критической точки, что касается и железнодорожных кранов, используемых как в депо, так и на линии.

Вместе с этим финансовые и материальные возможности как железных дорог, так и отдельных депо ограничены, что требует поиска новых подходов по поддержке технического состояния железнодорожной техники.

В статье рассмотрен один из подходов к оптимизации ремонтных участков с точки зрения их пропускной способности, что требует определения оптимального количества ремонтных участков.

Ключевые слова: железнодорожные краны, пропускная способность ремонтных участков.

In recent years, the technical condition of railway equipment has reached a critical limit that applies to railway cranes, used as a depot and on line. At the same financial and material capabilities as railways and some stores are limited, requiring new approaches to support the technical condition of railway equipment.

In article one approach to optimization of repair stations in terms of their capacity, which requires determining the optimal number of repair stations.

Keywords: railway cranes, bandwidth repair stations.

Вступ. Залізнична ремонтна техніка, що забезпечує виконання різноманітних завдань утримання й усунення пошкоджень локомотивів і вагонів на лінії, в сучасних умовах потребує особливої уваги. Це визначає необхідність удосконалення ремонтної бази для забезпечення їх готовності до виконання відповідальних завдань, у тому числі обґрунтування потужностей ремонтного господарства.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Забезпечення ефективної експлуатації залізничних кранів визначається їх високою надійністю, оскільки саме за їх допомогою виконуються роботи з монтажу і демонтажу пошкодженої техніки або інші завдання.

Створення оптимальної системи ремонту залізничних кранів потребує обґрунтування насамперед тактики ремонту, що зумовлює пошук раціональних співвідношень кількості ремонтованих одиниць і витрат на організацію ремонтної бази.

Тому за останні роки на державному рівні прийнято ряд постанов і наказів, які даватимуть змогу комплексно вирішувати завдання ефективного використання залізничної техніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За останні роки значно підвищилася зацікавленість щодо збільшення терміну використання транспортних засобів [1-

5]. Так, у дослідженнях Тартаковського Е.Д., Калабухіна Ю.Є., Фалендиша А.П. та інших учених значна увага приділяється оцінці життєвого циклу локомотивів.

Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу УкрДУЗТ проводить дослідження щодо подовження терміну використання нового рухомого складу і розробки загальних підходів щодо його визначення.

Визначення мети та аналіз дослідження. Обґрунтування потужності ремонтного господарства залізничних кранів на основі оптимізації кількості і пропускної спроможності ремонтних ділянок.

Основна частина дослідження. За останній час отримали значний розвиток нові математичні методи, які можна застосовувати при проектуванні різного роду промислових ділянок. Так, задачі масового обслуговування дуже поширені у сфері експлуатації технічних засобів [6-10].

Основними поняттями, з якими доводиться стикатися теорії масового обслуговування, є: потік заявок; система обслуговування; час обслуговування; порядок обслуговування; черга; критерій оцінки системи.

Потік заявок на обслуговування розглядається у часі. Він може бути стаціонарним, коли його характеристики в часі не змінюються, і нестаціонарним, коли його характеристики в часі змінюються. Він може

бути без післядії, коли число заявок, що надійшли, не залежить від того, скільки їх надійшло в попередній момент часу, і з післядією, коли число заявок, що надійшли в даний момент часу, залежить від того, скільки їх надійшло в попередній момент часу.

Найчастіше розглядають пуассонівський (простіший) потік. Цей потік має низку важливих властивостей. Він є стаціонарним, ординарним і не має післядії. До найпростішого потоку системі масового обслуговування пристосуватися найбільш складно, тому системи, розраховані на цей потік, будуть надійно працювати в умовах інших потоків (при однаковій інтенсивності). Цей потік відіграє таку ж роль, як і нормальний закон у теорії ймовірностей. При підсумовуванні багатьох випадкових потоків утворюється потік, що наближається до простішого. Для цього потоку задачі масового обслуговування вирішуються найбільш просто.

Для цього потоку ймовірність надходження за проміжок часу τ рівна k вимог і визначається за формулою Пуассона [11-13]

$$P_k(\tau) = \frac{(\lambda \tau)^k}{k!} \exp(-\lambda \tau).$$

Інтенсивність цього потоку, тобто математичне очікування числа вимог, що надійшли в одиницю часу, дорівнює величині параметра λ .

Приклади в системі масового обслуговування можуть підключатися в порядку їх номерів, у міру звільнення, випадковим порядком. Заявки можуть прийматися у міру надходження, випадковим порядком, з пріоритетом (з припиненням обслуговування вже надійшли заявки або без припинення обслуговування), за принципом остання – першою, по певних каналах.

Час обслуговування заявки може бути не випадковим і випадковим. В останньому випадку воно може бути розподілено за різними законами. Найчастіше розглядається показовий закон, коли функція розподілу часу обслуговування має вигляд

$$F(t) = 1 - \exp(-\mu t),$$

де μ – величина, зворотна середньому часу обслуговування.

Черги розділяються на черги з відмовами (при зайнятій системі заявка не обслуговується), з обмеженим часом очікування (заявка чекає певний час), з обмеженою довжиною і, нарешті, з необмеженим часом очікування.

Довжина черги може впливати на потік заявок і систему обслуговування, проте найчастіше цей вплив не враховується.

При оцінці систем масового обслуговування найчастіше розглядають сталий процес, формули для якого не дають суттєвих помилок при загальній тривалості розглянутого процесу не менше ніж (2-3) μ [6,12,13].

Найважливішими критеріями систем масового обслуговування є:

- імовірність пропуску (затримки в обслуговуванні) заявки;
- математичне очікування числа пропущених (затриманих) заявок за фіксований час;
- математичне очікування числа зайнятих каналів;
- математичне очікування довжини черги.

Багато окремих випадків задач теорії масового обслуговування розв'язані. У загальному випадку для розв'язання цих задач може бути застосований метод статистичних випробувань [6].

Розглянемо задачі визначення оптимальної кількості та пропускної спроможності ремонтних дільниць з ремонту залізничних кранів як задачу масового обслуговування.

З погляду теорії масового обслуговування ремонтні дільниці являють собою систему з необмеженим часом очікування [6,12].

З урахуванням цього розглянемо визначення оптимального числа каналів і пропускної спроможності дільниць для випадку, коли транспортний засіб надходить в дільницю [14,15].

Будемо вважати відомими:

- вартість обладнання дільниць C_M як функцію числа каналів обслуговування n :

$$C_M = k_{c.m} n;$$

- вартість одного залізничного крана C_B ;
- параметр пуассонівського потоку надходження заявок на ремонт залізничних

кранів λ , який визначається для планового періоду проектною надійністю, а для поза-планового, крім того, й інтенсивністю відмов;

- параметр показового закону часу ремонту одного залізничного крана μ .

При характеристиках потоку заявок і часу обслуговування, зазначених вище, отримуємо середнє число кранів, що ремонтуються і які очікують ремонту:

$$M = \sum_{k=1}^m \frac{m! a^k}{(k-1)!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{km! a^k}{n^{k-n} n!(m-k)!} P_0,$$

де

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}; \quad P_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{m! a^k}{k!(m-k)!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m! a^k}{n^{k-n} n!(m-k)!} \right]^{-1};$$

m – кількість кранів, що обслуговуються.

Ураховуючи, що число справних кранів у середньому повинно бути не менше заданого m_3 , отримуємо, що з урахуванням ремонтів кранів загальна їх кількість m дорівнює

$$m = m_3 \left(1 + \frac{M}{m_3} \right).$$

Вартість кранів

$$C_{\bar{o}} = C_B m = C_B m_3 \left(1 + \frac{M}{m_3} \right).$$

Вартість ремонтних дільниць визначається за формулою, що наведена вище, і сумарна вартість (дільниць і кранів) – за формулою

$$C_{\Sigma} = C_B m + k_{c.m} n.$$

При $M = f(m, n, a)$, причому a задано, завдання зводиться до знаходження такої пари m і n , при якій дотримується умова для m і C_{Σ} досягатиме мінімуму.

Практично задачу доводиться розв'язувати шляхом підбору відповідних значень m і n в такому порядку:

- задаємося $n = I$;

- задаємося $m_I = m_3 + I$, обчислюємо P_0 , M і перевіряємо виконання умови для m ;

- залежно від результатів розрахунків задаємося новим значенням m ;

- розрахунок ведемо до тих пір, поки не підберемо відповідне значення m ;

- обчислюємо при цих m і n ;

- повторюємо весь цикл при новому n , збільшеному на одиницю, і т.д.;

- визначаємо таке n і відповідне йому m , при яких C_{Σ} мінімальне.

Алгоритм реалізований на ПЕОМ і наведений на рис. 1.

За даною структурною схемою розроблена програма і проведені розрахунки параметрів ремонтної бази.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Пошук оптимальної пропускної спроможності системи ремонту залізничних кранів в умовах простішого потоку заявок і потоку обслуговувань можна звести до системи масового обслуговування з необмеженою чергою.

За визначених умов пошук оптимального рішення передбачає визначення загальної кількості кранів для ремонту, врахування їх собівартості і собівартості обладнання ремонтного господарства.

Моделювання кількості кранів на обслуговування і кількості ремонтних дільниць дає змогу отримати приведені витрати, що характеризують оптимальний діапазон співвідношень цих параметрів.

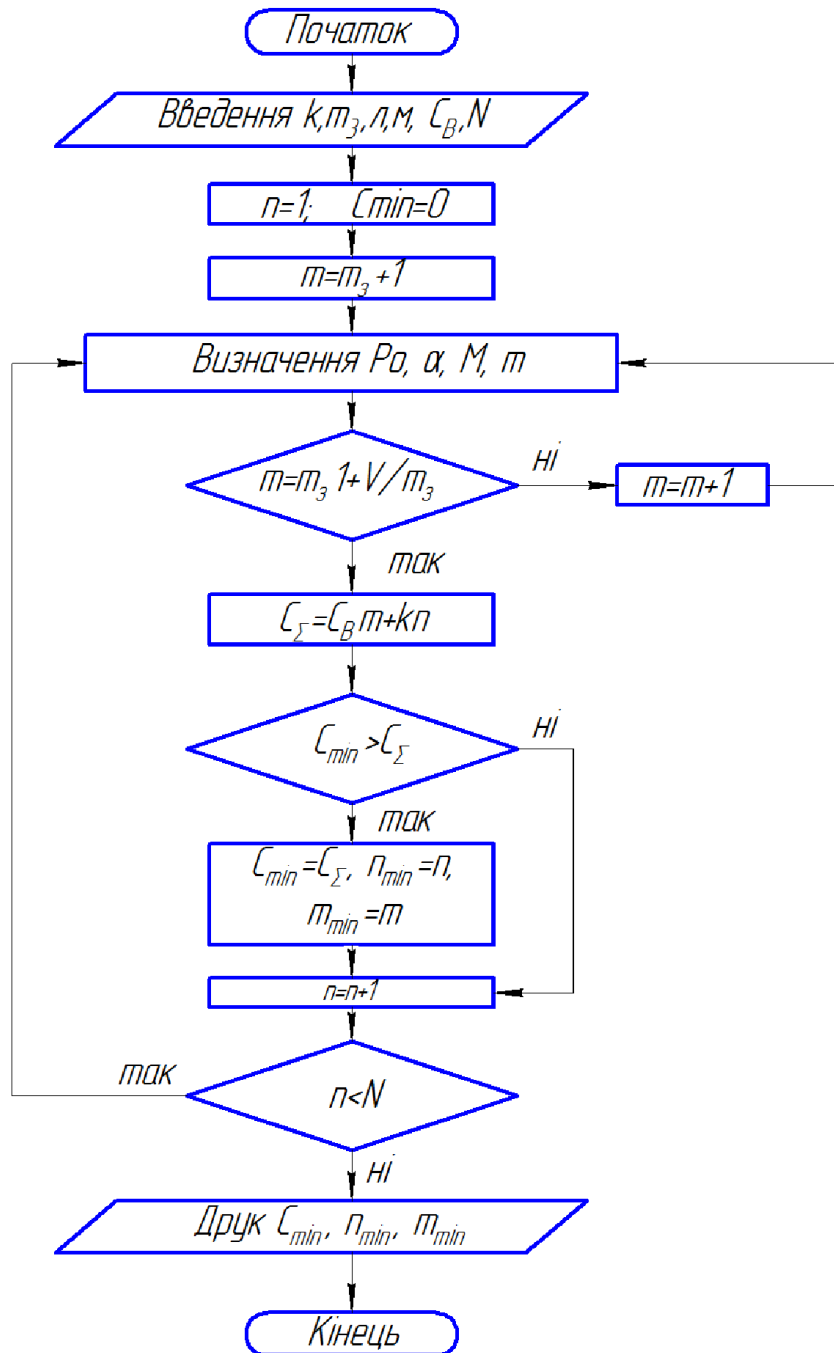


Рис. 1. Структурна схема визначення оптимальної кількості ремонтних позицій

Список використаних джерел

1. Комплексна програма оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки [Текст]. – К.: Укрзалізниця, 2008. – 182 с.
2. Тенденции в изготовлении, техническом обслуживании и ремонте подвижного состава [Текст] // Железные дороги мира. – 2000. – №1.
3. Галкин, В.Г. Надежность тягового подвижного состава [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Галкин, В.П. Парамзин, В.А. Четвергов. – М.: Транспорт, 1981. – 184 с.
4. Исаев, И.П. Проблема повышения надежности технических устройств железнодорожного транспорта [Текст] / И.П. Исаев. – М.: Транспорт, 1968. – 160 с.

5. Четвергов, В.А. Надежность локомотивов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.А. Четвергов, А.Д. Пузанков; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.А. Четвергова. – М.: Транспорт, 2003. – 415 с.
6. Вентцель, Е.С. Введение в исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1964.
7. Капур, К. Надежность и проектирование систем [Текст] / К. Капур, Л. Ламберсон; под ред. И.А. Ушакова; пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
8. Абезгауз, Г.Г. Справочник по вероятностным расчетам [Текст] / Г.Г. Абезгауз [и др.]. – М., 1966.
9. Барзилович, Е.Ю. Выбор запасного комплекта для обеспечения оптимальной стратегии технического обслуживания [Текст] / Е.Ю. Барзилович [и др.]. – М., 1975.
10. Барзилович, Е.Ю. Выбор запасного комплекта для обеспечения оптимальной стратегии технической эксплуатации [Текст] / Е.Ю. Барзилович, В.И. Иванов, Э.Н. Степанов [и др.]. – М., 1975.
11. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 550 с.
12. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1988. – 480 с. (Физико-математическая библиотека инженера. Вып. 106).
13. Овчаров, Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания [Текст] / Л.А. Овчаров. – М.: Машиностроение, 1969. – 324 с.
14. Druce P.C. The cost of operating farm machinery. Power Farming in Australia & New Zeal, 1951, Dec.
15. Kalbfleisch Wm. Cost of operating farm machinery. Agricultural Department of Canada, 1950.

Крашенінін Олександр Семенович, д-р техн. наук, професор, кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-99. E-mail: glelan@mail.ru.
Миклашук М.О., магістрант кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. E-mail: miklashuk_max@mail.ru.

Krashenin Olexsandr, doct. of techn. sciences, professor, Department of maintenance and repair of rolling stock, Ukrainian State University of Railway Transport, tel.: (057) 730-19-99. E-mail: glelan@mail.ru.
Myklaschuk M.O., undergraduate of the maintenance and repair of rolling stock Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: miklashuk_max@mail.ru.

Наукова праця здана до друку 22.09.2015 р.