

УДК 621.33:629.3.083

М.В. Хворост, В.Х. Далека, Р.В. Воронов

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,
Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Розглянуто питання удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту рухомого складу метрополітену, яка повинна забезпечувати достатній рівень надійності, що зумовлене рядом причини, які пов'язані з оновленням рухомого складу, економічними умовами, впровадження нових міжнародних стандартів.

Ключові слова: надійність, технічне обслуговування, ремонт, електричний транспорт, метрополітен, стандарт, ризик.

Постановка проблеми та аналіз існуючих публікацій

Якісне транспортне обслуговування потребує високої надійності рухомого складу, яка забезпечується як досконалістю його конструкції так і рівнем технічного обслуговування та ремонту.

Питанню управління технічним станом тобто, формування систем технічного обслуговування та ремонту (ТОР) приділяється значна увага протягом багатьох років. Удосконаленням експлуатації транспортних засобів, зокрема міського електричного транспорту, займалися вчені Г.П. Щербина, В.Х. Далека, Е.І. Карпушин, В.Б. Будніченко. Основною метою цих робіт було підвищення ефективності роботи галузевих підприємств за рахунок вдосконалення систем ТОР на основі критерію планування черговості у проведенні робіт для здійснення ремонтно-профілактичних впливів. Але запропоновані введення в повній мірі не вирішують ряд проблем в організації та проведення технічного обслуговування та ремонту [1], [2].

Основною проблемою прийнятих раніше систем, є недостатнє забезпечення відповідного рівня надійності рухомого складу в сучасних умовах. Накопичений досвід у формуванні, організації та проведенні обслуговування та ремонту міського електричного транспорту дозволив виявити ряд проблемних питань, що потребують удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу. Зокрема, це:

1. Моральне та фізичне старіння рухомого складу, що знаходиться ще в експлуатації.
2. Зниження показників надійності транспортних засобів.

3. Поява сучасного та модернізованого рухомого складу, що відрізняється високим рівнем складності.
4. Економічна нестабільність.
5. Нераціональна організація технічного обслуговування та ремонту через використання застарілих систем.
6. Впровадження нових міжнародних стандартів.
7. Зниження виробничих можливостей експлуатаційно-ремонтних підприємств.
8. Зниження обсягів обмінних фондів агрегатів, вузлів та деталей.
9. Недостатній рівень організації навчання та підвищення кваліфікації персоналу.

Тому подальше удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу є досить актуальним [3], [4].

Метою статті є підвищення ефективності роботи метрополітену за рахунок удосконалення системи управління технічним станом рухомого складу.

Виклад основного матеріалу

На сьогоднішній день управління технічним станом вагонів метрополітену забезпечується за рахунок затвердженої системи технічного обслуговування та ремонту моторовагонного рухомого складу. Основною задачею даної системи є забезпечення справного або працездатного стану рухомої одиниці на весь період експлуатації. Система має періодичний характер, особливістю якої є проведення обслуговування чи ремонту у плановому порядку відповідно до чітко встановленого пробігу.

В табл. 1 наведено періодичність технічних впливів для вагонів типу ЄЖ-3 та Єм-508Т.

Слід зазначити, що подана система технічного обслуговування потребує доопрацювання. Для цього необхідним є врахування рекомендації заводів-міжремонтних пробігів та обсягів робіт, що включають до системи технічного обслуговування та ремонту.

Таблиця 1

Періодичність ТО і Р вагону метрополітену типу ЄЖ

Періодичність технічного обслуговування та ремонту моторовагонного рухомого складу (тис. км.)				
Технічне обслуговування				
ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТО-3к	ТО-4
До 20 годин роботи на лінії, але не менше одного разу на добу, включаючи задіяні графіком руху состави резерву депо.	3,75±1,0	7,5±2,0	30±5,0	Без норми пробігу та ремонтних строків при потребі обточка колісних пар.
Ремонт				
ПР-1	ПР-2	ПР-3	СР	КР
60±10	175±15	350±20	1050±50	3150±150

*Примітка:

ТО-1 – перше технічне обслуговування;

ТО-2 – друге технічне обслуговування;

ТО-3 – третє технічне обслуговування;

ТО-3к - третє технічне обслуговування, обточка колісних пар;

ТО-4 – четверте технічне обслуговування без норми пробігу та ремонтних строків при потребі обточка колісних пар;

ПР1, ПР2, ПР3 – поточні ремонті відповідно 1-й, 2-й та 3-й;

СР – середній ремонт;

КР – капітальний ремонт.

Для виконання даної мети рекомендується на основі міжнародних стандартів удосконалити систему, направлену на підвищення рівня надійності рухомого складу, за рахунок оцінки ризику. Тобто, знаходження похідної від ймовірного підходу (використовується на основі статистичного методу при розрахунку конструкції й застосування методу надійності для прогнозування безвідмовної роботи),

виготівників, дані експериментів, досвід експлуатації транспортних засобів та нових нормативів. Виникає потреба щодо зміни де вибирається рівень надійності в залежності від можливих відмов агрегатів або вузла під час їх експлуатації. Метод оцінки ризику – це метод, який дозволяє при мінімальних затратах й невисоких можливих збитків, сформувавши алгоритм управління ризиком та реалізацію даного рішення на практиці при максимальній вигоді від альтернативних рішень щодо зменшення рівня ризику [5], [6].

Для формування вимог до вдосконаленої системи ТОР необхідно застосувати наступні етапи:

- максимально виявити та ідентифікувати можливі небезпеки;
- провести аналіз ризику;
- сформувавши алгоритм управління ризиком;
- провести розрахунок щодо економічності та вигідності прийняття даного рішення управління ризиком [5], [7].

Дані етапи дають можливість визначити потенціальнонебезпечні ситуації заздалегідь ще до появи відмови вузла чи агрегату рухомого складу, з метою встановлення рівня величини ризику, проведення оцінки затрат та вигоди щодо правильності вибору способу управління ризиком для зниження його величини.

Отже, враховуючи вищевказане виникає необхідність щодо побудови повної моделі аналізуючої системи, тобто алгоритму дій (рис. 1). Основною задачею даного алгоритму є оцінити надійність основних агрегатів та вузлів вагону метрополітену. Для вирішення даної задачі використовується статистичні дані та досвід експертів. На основі відповідних даних проводиться розрахунок необхідних значень статистичних оцінок, які в подальшому дають можливість ідентифікувати наявність небезпеки та оцінити її рівень. Поняття небезпеки в даному аспекті – це явища та процеси, які пов'язані з відмовами агрегатів та вузлів вагону метрополітену, що здатні за певних умов, призвести до шкоди або спричиненню небажаних наслідків [8]. Оцінка рівня небезпеки – це оцінка за бальною шкалою тяжкості небезпеки від можливих передбачуваних наслідків [9]. Правильність проведення даних організаційних етапів на виході формує реальну картину наступаючої аварії, за якою проводиться фіксація ризику та його управління. Під управлінням ризиком розуміється повна ідентифікація та аналіз ризику, с подальшим формуванням прийняття рішень щодо коригування ризику та створення бази запобіжних заходів спрямованих на мінімізацію або повну ліквідацію ризикової події. Аналіз ризику – це початковий етап ціллю якого є отримання необхідної інформації про структуру, властивості

об'єкту та можливих ризиків [9]. Подальша оцінка ризику формується на основі оцінки конкретного виду ризику за допомогою кількісної та якісної оцінок.

Кількісну оцінку ризику можна розрахувати за формулою:

$$R = \sum P_i \cdot (\sum a_{ik} \cdot C_k), \quad (1)$$

де P_i - ймовірність настанні ризикової події;

C_k – вартість k наслідку аварії (величини втрат);

i - категорія небезпеки;

k – категорія збитків;

a_{ik} – ваговий коефіцієнт k наслідку при впливі i небезпеки [10], [11].

Якісна оцінка ризиків - це оцінка умов виникнення ризиків та визначення їх впливу на об'єкт стандартними методами і засобами. Головним завданням якісної оцінки є визначення можливих видів ризиків, а також факторів, що впливають на рівень ризиків при здійсненні визначеного виду діяльності.

Наступним кроком є визначення правильності методу впливу на ризик з метою мінімізації наслідків.

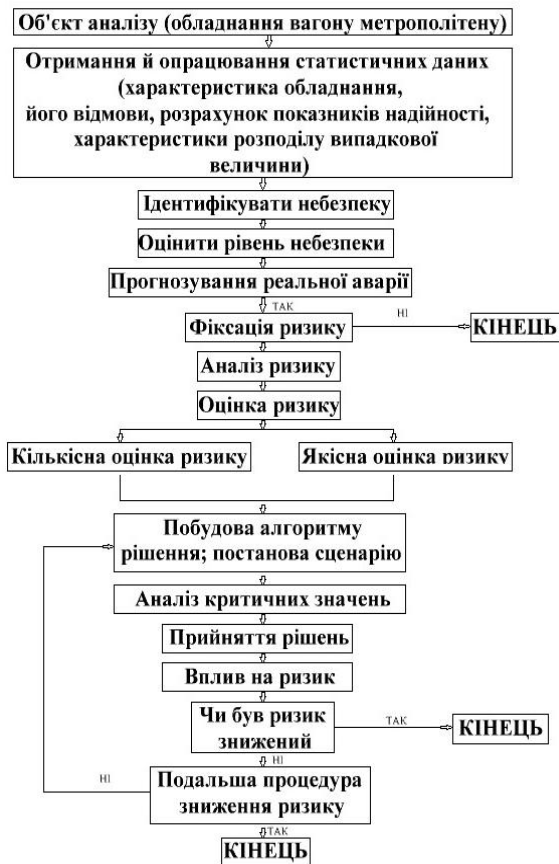


Рис. 1. Алгоритм процесу аналізу ризик

Відповідно даному алгоритму забезпечується відповідний рівень надійності рухомого складу метрополітену та дає можливість скорегувати систему технічного обслуговування та ремонту за рахунок оцінки ризику у бік посилення по тих основних вузлах чи агрегатах, які можуть призвести до високих витрат при їх відмовах.

Висновок

Оскільки майже весь рухомий склад вичерпав встановлений термін служби і морально застарілий, все частіше потребує ремонту та удосконалення. Гостро постає проблема щодо оновлення існуючого рухомого парку, який відповідав би міжнародним стандартам. Спостерігається тенденція збільшення частки рухомих одиниць, що перебувають у несправному стані, але за допомогою власних зусиль підприємств відбуваються ремонти, що збільшують строк експлуатації на незначний період. Але у зв'язку із економічною неспроможністю досягнути дану мету практично неможливо. Тому залишається модернізувати враховуючи наявний парк вагонів, що фізично не вичерпали строк служби, або удосконалити систему технічного обслуговування та ремонту.

Таким чином, система управління рухомого складу метрополітену потребує подальшого удосконалення, а саме у частині періодичності виконання технічних впливів, що забезпечує відповідний рівень надійності та працездатності рухомого складу, й трудомісткості даних технічних оглядів та ремонтів.

Література

1. Далека, В.Х. Технічна експлуатація міського електричного транспорту [Текст] / В.Х. Далека, В.Б. Будниченко, Е.І. Карпушин, В.І. Коваленко // Навчальний посібник для студентів. – 2007. – 285 с.
2. Закурдай, С.О. Удосконалена система технічної експлуатації тролейбусів [Текст] / С.О. Закурдай // Автореферат до дисертації. – Харків, 2013. – 21с.
3. Матусевич, О.О. Удосконалення методології системи технічного обслуговування і ремонту тягових підстанцій [Текст] / О.О. Матусевич // Монографія. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – 295 с.
4. Матусевич, О.О. Методи підвищення надійності функціонування системи тягового електропостачання електричного транспорту на основі експертної інформації [Текст] / О.О. Матусевич // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. - № 26. - С. 63-66.
5. Міжнародний стандарт IEC 60300-3-11:2009 «Dependability in technics. Reliability centred maintenance» [Текст]: МЭК 60300-3-11:2009 «Управление

надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность».

6. Боднар, Б.Є. Системи управління якістю за стандартом ISO 9000 [Текст] / Б.Є. Боднар, О.О. Матусевич // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2012. - № 40. - С. 37-39.

7. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.metrology.com.ua/riskmenedzhment/opisanie-metodov-otsenki-riskov/tekhnicheskoe-obsluzhivanie>.

8. Академічний тлумачний словник [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sum.in.ua>.

9. Желібо, Є.П. Безпека життєдіяльності [Текст] / Є.П. Желібо // Навчальний посібник. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського», 2001. – 356 с.

10. Чулков, Н.А. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] / Н.А. Чулков, А.Н. Деренок // Учебное пособие. - Томского политехнического университета, 2012 – 150 с.

11. ГОСТ Р 55234.3—2013 - Процедуры проверки и технического обслуживания оборудования на основе риска [Текст]. - Москва, Стандартинформ, 2014. – 56 с.

References

1. Daleka, F., Budnichenko V., Karpushin E., Kovalenko V. (2007). Technical operation of urban electric transport. *Study guide for students*, 285.
2. Sakurday, S. (2013). Improved system of technical operation of trolleybuses. *The abstract to the thesis*, 21.
3. Matusевич, O. (2015). Improvement of the methodology of the maintenance and repair of traction substations. *Monograph V. Lazaryan National University of Railway Transport in Dnipropetrovsk*, 295.
4. Matusевич, O. (2009). Methods of increasing the reliability of the functioning of the traction power system of electric transport on the basis of expert information. *Scientific journal of V. Lazaryan National University of Railway Transport in Dnipropetrovsk*, 26, 63-66.
5. International standard IEC 60300-3-11:2009 «Dependability in technics. Reliability centred maintenance»

(МЕК МЭК 60300-3-11:2009 “Managing reliability. Maintenance focused on reliability”).

6. Bodnar, B. (2012). Quality management systems according to the ISO 9000 standard. *Scientific journal of V. Lazaryan National University of Railway Transport in Dnipropetrovsk*, 40, 37-39.

7. Maintenance aimed at ensuring the reliability (n.d.). Retrieved from <http://www.metrology.com.ua/riskmenedzhment/opisanie-metodov-otsenki-riskov/tekhnicheskoe-obsluzhivanie>.

8. Academic Explanatory Dictionary (n.d.). Retrieved from <http://sum.in.ua>.

9. Zhelibo, E.P. (2001). Safety of life. *Study guide for students of National Technical University of Ukraine “I. Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*, 356

10. Chulkov, A. (2012). Reliability of technical systems and technogenic risk. *Study guide for students of Tomsk Polytechnic University*, 150.

11. GOST R 55234.3—2013 - Procedures for inspection and maintenance of equipment based on risk, 56.

Автор: ХВОРОСТ Микола Васильович

доктор технічних наук, професор

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – dekanatzn@ksame.kharkov.ua

Автор: ДАЛЕКА Василь Хомич

доктор технічних наук, професор

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – dalekavf@ukr.net

Автор: ВОРОНОВ Роман Володимирович

аспірант

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail - voronovroman19@gmail.com

IMPROVEMENT OF THE TECHNICAL STATE MANAGEMENT OF UNDEGRAUND'S ROLLING STORE

M. Hovorost, V. Daleka, R. Voronov

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The article is headlined improving the systems of control of technical condition of the rolling stock of underground. The aim of the article is describe principle improving of these systems. Today the existing system of maintenance of metro requires improvement. The issues of improving the maintenance and repair of the rolling stock of the subway, which should provide sufficient level of reliability due to a number of reasons with rolling stock renewal, economic conditions, the introduction of new international standards. Algorithm for process of risk analysis is considered in article. The main aim of this algorithm is to access the reliability of the main aggregates of subway's carriage.

Keywords: reliability, maintenance, repair, electric transport, metro, standard, risk.