

УДК 629.4.027

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ ЛОКОМОТИВІВ

Канд. техн. наук Ю. М. Дацун, магістрант С. М. Риндич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СОДЕРЖАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

Канд. техн. наук Ю. Н. Дацун, магістрант С. Н. Риндич

DETERMINATION OF DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF MAINTENANCE SYSTEM OF LOCOMOTIVES

Cand. of techn. sciences Y. Datsun, master student S. Ryndych

У статті проводиться визначення індивідуальних стратегій утримання вузлів тепловозів ЧМЕЗ шляхом нечіткої класифікації. Результати вказують на те, що в нинішніх умовах майже не існує альтернативи планово-попереджувальній стратегії утримання. Це пояснюється низьким рівнем контролепридатності вузлів локомотивів та рівнем оснащеності локомотиворемонтних виробництв. Удосконалення системи утримання можливе після якісних змін в галузі отримання та обробки даних щодо фактичного технічного стану та напрацювання вузлів локомотивів.

Ключові слова: локомотив, вузол, система утримання, ремонт, стратегія.

В статье проводится определение индивидуальных стратегий содержания узлов тепловозов ЧМЭЗ путем нечеткой классификации. Результаты указывают на то, что в нынешних условиях почти не существует альтернативы планово-предупредительной стратегии содержания. Это объясняется низким уровнем контролепригодности узлов локомотивов и уровнем оснащенности локомотиворемонтных производств. Совершенствование системы содержания возможно после качественных изменений в области получения и обработки данных о фактическом техническом состоянии и наработке узлов локомотивов.

Ключевые слова: локомотив, узел, система содержания, ремонт, стратегия.

An individual strategy for the maintenance of locomotive units based on a risk-oriented approach is defined in the article. The significance of node failures, the frequency of their occurrence, and the possibility of detecting the pre-failure state of each node are taken into account. Definitions of individual strategies for node maintenance are considered as a problem of fuzzy classification. Calculations using the example of the CME3 locomotive have shown that for most systems and nodes planned preventive system matches. It is explained to the low level of controllability of locomotive units and the level of equipment of locomotive repair productions. Improvement of the locomotive maintenance system is possible after solving a number of step-by-step tasks: developing new approaches for diagnosing and monitoring the state of locomotive units using advanced technologies; introduction of automatic control systems for locomotive establishment with data record functions for locomotive units; development and installation of on-board systems for monitoring and diagnosing critical locomotive nodes. The implementation of the proposed directions will let to get information about actual technical condition of the locomotive

nodes, to forecast it and to use it to adjust the timing of setting locomotives for maintenance and repair, determine the amount of work required, thereby reducing operating costs and increasing the operational reliability of locomotives.

Keywords: locomotive, node, maintenance system, repair, strategy.

Вступ. В нинішніх умовах одним з головних завдань, що стоять перед залізничниками, є зниження витрат на перевезення. Локомотивне господарство займає лідируючі позиції за величиною експлуатаційних витрат залізниці. То ж скорочення витрат локомотивного господарства суттєво впливає на зниження експлуатаційних витрат залізниці в цілому. Витрати на утримання локомотивів залежать від ряду чинників: ступеня зношеності локомотивів, умов їх експлуатації, системи та організації ремонту локомотивів, ступеня концентрації та спеціалізації виробництва, організаційно-технічного рівня лінійних виробництв.

В нинішніх умовах фізичного та морального старіння основних фондів локомотивного господарства, зменшення обсягів фінансування питання зниження експлуатаційних витрат постають як ніколи гостро. Невизначеними залишаються перспективи оновлення локомотивного парку, переоснащення базових локомотиворемонтних виробництв, що вимагає пошуку резервів скорочення витрат саме шляхом вдосконалення системи утримання локомотивів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині на залізницях України застосовується планово-попереджувальна система утримання локомотивів [1]. Над вирішенням проблеми удосконалення системи утримання локомотивів працювало багато вчених, зокрема: Боднар Б. Є., Бабанін О. Б., Бутько Т. В., Володін О. І., Голубенко О. Л., Косов Є. Є., Тартаковський Е. Д., Устенко О. В., Четвергов В. О. Більшість робіт було присвячено оптимізації міжремонтних пробігів і обсягів робіт з урахуванням їх фактичного технічного стану локомотивів. Застосування таких підходів в системі

утримання локомотивів, що експлуатуються з вичерпаним ресурсом, не є ефективним. Застосування сучасних гнучких підходів до утримання локомотивів [2, 3, 4] може дати позитивний ефект у підтриманні технічного стану локомотивів та скороченні витрат на їх утримання. Однак дослідження [5] показали, що на процес визначення індивідуальних стратегій утримання вузлів локомотивів значний вплив здійснюють рівень оснащеності ремонтних виробництв, в першу чергу діагностичним обладнанням, та ступінь зношеності локомотивного парку. Це вимагає поетапного підходу до вирішення проблеми.

Визначення мети та завдання дослідження. Мета полягає у визначенні напрямків удосконалення системи утримання локомотивів у нинішніх умовах.

Для цього необхідно визначити індивідуальні стратегії технічного утримання окремих вузлів для умов конкретного локомотивного парку та локомотиворемонтного виробництва. На основі отриманих результатів визначити доцільність застосування сучасних напрямків вдосконалення системи утримання локомотивів.

Основна частина дослідження. Визначення індивідуальних стратегій утримання вузлів локомотивів побудовано на ризик-орієнтованих підходах, що враховують значимість відмов вузлів, частоту їх виникнення та можливість виявлення передвідмовного стану кожного вузла. Іншими словами – вид стратегії технічного утримання залежить від особливостей конструкції та показників експлуатаційної надійності вузлів локомотивів, ступеня обладнання локомотивів бортовими, а ремонтних виробництв стаціонарними і переносними засобами діагностування. В [5, 6]

визначення індивідуальних стратегій утримання вузлів розглядається як задача нечіткої класифікації, тобто полягає у виконанні відображення вигляду

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow y \in \{t_1, t_2, \dots, t_m\},$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – вектор інформативних ознак об'єкта класифікації;

t_1, t_2, \dots, t_m – класи рішень класифікатора.

Здатність таких підходів до адаптації вимагає визначення індивідуальних стратегій тільки за даними конкретного

локомотивного парку та ремонтного виробництва. Оцінка індивідуальних характеристик систем та вузлів локомотива проводилась для тепловоза серії ЧМЕЗ, що є найпоширенішим локомотивом залізниць України. Ступінь оснащення локомотиворемонтного виробництва діагностичним та контрольним обладнанням визначався експертним шляхом під час атестації ремонтних виробництв [7, 8]. У результаті нечіткої класифікації (див. таблицю) для більшості систем та вузлів була обрана планово-попереджувальна система (ТВМ).

Таблиця

Визначення індивідуальних стратегій утримання систем та вузлів тепловозів ЧМЕЗ шляхом нечіткої класифікації

Системи та вузли тепловоза	Індивідуальні характеристики відмов систем та вузлів			Стратегія технічного утримання
	значимість	частота	можливість виявлення	
1	2	3	4	5
Колісна пара	HG	FQ	LW	ТВМ
Прилади безпеки	HG	PS	LW	ТВМ
Рама локомотива	SG	RR	LW	ТВМ
Автозчеплення	SG	PS	LW	ТВМ
Тяговий редуктор	SG	PS	LW	ТВМ
Рама візка	SG	RR	LW	ТВМ
Буксові вузли	SG	PS	LW	ТВМ
Гальмівне обладнання	SG	PS	MD	ТВМ
ЦПГ	NS	PS	MD	ТВМ
Кришки циліндрів	NS	FQ	LW	ТВМ
КШМ	NS	PS	MD	ТВМ
Блок дизеля	NS	RR	MD	СВМ
Турбонагнітач	NS	PS	LW	ТВМ
МОП	NS	PS	LW	ТВМ
Гальмівний компресор	NS	PS	MD	ТВМ
Ресорне підвішування	NS	PS	MD	СВМ
Тяговий генератор	NS	RR	MD	СВМ
Система охолодження	NS	FQ	MD	ТВМ
Контрольно-вимірювальні прилади	NS	RR	LW	ТВМ
Система змащування	NS	PS	MD	ТВМ
Тяговий двигун	NS	PS	LW	ТВМ
Секції холодильника	LW	PS	LW	ТВМ

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
Вентилятори охолодження	LW	PS	LW	TBM
Паливна система	LW	PS	LW	TBM
Акумуляторна батарея	LW	PS	LW	TBM
Електричні апарати	LW	PS	MD	RTF
Допоміжні електричні машини	LW	PS	MD	RTF
Система повітрязабезпечення	LW	PS	MD	RTF

Ряд вузлів, що характеризуються низькою кількістю відмов в експлуатації та дозволяють визначати їх передвідмовний стан, можуть утримуватись за фактичним технічним станом (СВМ), частину вузлів, відмова яких не впливає на безпеку руху, рекомендується експлуатувати до відмови (стратегія RTF).

Виходячи з отриманих результатів можна зазначити, що в царині утримання тягового рухомого складу утворилось протиріччя: з одного боку, старіння рухомого складу викликає постійне збільшення витрат на його утримання при збереженні існуючої системи. З іншого боку, низький рівень контролепридатності вузлів локомотивів та рівень оснащеності локомотиворемонтних виробництв не дозволяє впровадження більш прогресивних підходів утримання локомотивів.

Таким чином, ефективна реалізація заходів з удосконалення системи утримання локомотивів в сучасних умовах пов'язана з рядом завдань, що можуть вирішуватись поетапно:

1. Розробка нових методів з діагностування та контролю стану вузлів локомотивів із застосуванням прогресивних технологій (лазерних, тепловізійних, віброакустичних тощо).

2. Впровадження автоматизованих систем управління локомотивного господарства з функціями обліку даних по

вузлах локомотивів: дати встановлення на локомотив, дати технічних обслуговувань та ремонтів, напрацювання, відмови, заміри параметрів. Обробка баз даних та прогнозування технічного стану вузлів.

3. Розробка та встановлення бортових систем контролю стану та діагностування критичних вузлів локомотивів.

Реалізація запропонованих етапів дозволить отримувати інформацію про фактичний технічний стан вузлів локомотивів, прогнозувати його зміну та використовувати під час корегування термінів постановки локомотивів на обслуговування та ремонт, визначати обсяги необхідних робіт, тим самим зменшувати експлуатаційні витрати та збільшувати експлуатаційну надійність локомотивів.

Висновки. Визначення індивідуальних стратегій утримання вузлів тепловозів ЧМЕЗ шляхом нечіткої класифікації показало, що в нинішніх умовах майже не існує альтернативи планово-попереджувальній стратегії утримання. Це пояснюється низьким рівнем контролепридатності вузлів локомотивів та рівнем оснащеності локомотиворемонтних виробництв.

Удосконалення системи утримання можливе після якісних змін у галузі отримання та обробки даних щодо фактичного технічного стану та напрацювання вузлів локомотивів.

Список використаних джерел

1. Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу [Текст]: наказ №-429-Ц/Од від 15.10.2015 р. – К: Укрзалізниця, 2015. – 23 с.
2. Tartakovskiy E., Ustenko O., Puzyr V., Datsun Y. Systems Approach to the Organization of Locomotive Maintenance on Ukraine Railways / E. Tartakovskiy, O. Ustenko, V. Puzyr, Y. Datsun // Rail Transport — Systems Approach / Ed. A. Sładkowski. – Cham: Springer, 2017. pp. 217-239. doi: 10.1007/978-3-319-51502-1_5.
3. Dou F., Zhou W., Long Z. A maintenance strategy for urban maglev train based on RCM/ F. Dou, W. Zhou and Z. Long// IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA). – Hailar, 2014. – p. 1244-1249. doi: 10.1109/ICInfA.2014.6932839.
4. Su R., Zhou L., Tang J. Locomotive Schedule Optimization for Da-qin Heavy Haul Railway [Text] / R. Su, L. Zhou, J. Tang // Mathematical Problems in Engineering. – Vol. 2015. – P. 14. doi:10.1155/2015/607376.
5. Дацун, Ю. М. Дослідження роботи нечіткого класифікатора визначення стратегій технічного обслуговування та ремонту вузлів локомотивів [Текст] / Ю. М. Дацун // Залізничний транспорт України. – 2015. – №5. – С. 51-54.
6. Дацун, Ю. Н. Выбор стратегии технического обслуживания и ремонта локомотивов на основе методов нечеткой логики [Текст] / Ю. Н. Дацун // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Северодонецьк: СХУ, 2015. – №1 (218). – С. 77-80.
7. Дацун, Ю. Оцінка рівня відповідності локомотиворемонтного виробництва [Електронний ресурс] / Ю. Дацун // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2017. – № 3(69). – Режим доступу: doi: 10.15802/stp2017/103937.
8. ЦТ-0162. Положення з атестації підприємств з обслуговування та ремонту тягового рухомого складу [Текст]: затв. держ. адміністр. залізн. трансп. України. 10.10.2007 р. – К.: Укрзалізниця, 2007. – 244 с.

Дацун Юрій Миколайович, канд. техн. наук, доцент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)730-19-99. E-mail: remlocomot@gmail.com.

Риндич Сергій Миколайович, магістрант ІППК (Проект TEMPUS IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (050)0400328. E-mail: dsryndych@gmail.com.

Datsun Yurii cand. of techn. sciences, associate professor department of maintenance and repair of rolling stock Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057)730-19-99. E-mail: remlocomot@gmail.com.

Ryndych Sergiy, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (050)0400328. E-mail: dsryndych@gmail.com.

Стаття прийнята 13.10.2017 р.