

УДК 629.424.2

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.141.2013.93358>

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЙОГО В ПРИМІСЬКОМУ РУСІ

В.В. Ромський, А.Л. Сумцов

МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЕГО В ПРИГОРОДНОМ ДВИЖЕНИИ

В.В. Ромский, А.Л. Сумцов

MODEL DEFINITION OF ROLLING STOCK DIESEL RELIABILITY OF ITS USE IN SUBURBAN MOVEMENT

V.V. Romsky, A.L. Sumtsov

У статті розглянуто актуальний аспект оцінки надійності дизель-поїздів і тепловозів при використанні їх у приміському русі. Проведено аналіз останніх публікацій з цього напрямку. Розроблено модель оцінки та прогнозування надійності дизельного тягового рухомого складу при використанні його в приміському русі. Зроблені висновки за проведеною роботою.

Ключові слова: надійність, дизель-поїзди, тепловози, експлуатація.

В статье рассмотрен актуальный аспект оценки надежности дизель-поездов и тепловозов при использовании их в пригородном движении. Проведен анализ последних

публикаций по этому направлению. Разработана модель оценки и прогнозирования надежности дизельного тягового подвижного состава при использовании его в пригородном движении. Сделаны выводы по проведенной работе.

Ключевые слова: надежность, дизель-поезда, тепловозы, эксплуатация.

The article describes the current aspect of assessing the reliability of diesel trains and locomotives when they are used in suburban traffic. The analysis of the most recent publications in this area. The evaluation model and predict the reliability of diesel locomotives when used in commuter traffic.

Keywords: reliability, diesel trains, locomotives, maintenance.

Вступ. Низька економічна ефективність та надійність вантажних та маневрових тепловозів при роботі в приміському русі та перспектива списання в найближче десятиліття майже всіх дизель-поїздів, які нині експлуатуються, загострюють питання вирішення підвищення надійності експлуатації наявного парку та придбання нового.

Аналіз досліджень у цьому напрямку. Зараз на залізницях України для перевезення пасажирів у приміському русі використовуються дизель-поїзди серії Д (Угорщина), ДР-1А, ДР-1П (Латвія), поїзди з локомотивною тягою ДПЛ1 (з тепловозом М62, Україна), ДПЛ2 (з тепловозом 2ТЕ116, Україна), а також поїзди, які сформовані з пасажирських вагонів та локомотивів різних серій, що не пройшли відповідну модернізацію під роботу в приміському русі. Найбільш придатним за характером роботи в приміському русі був поїзд, який сформований з пасажирських вагонів та маневрового тепловоза ЧМЕЗ. Але не зважаючи і на те, що цих локомотивів на початку 90-х років було більш ніж у 2 рази більше, ніж потрібно, вони себе не зарекомендували при виконанні даного виду роботи.

На даний час понад 60% їх парку потребує списання або комплексної модернізації. Модернізацію даних дизель-поїздів проводять за рахунок заміни їх основних агрегатів новими. ВАТ ХК "Луганськтепловоз" розроблено нові дизель-поїзди з передачею змінно-змінного струму ДЕЛ-01 та ДЕЛ02 [1-4]. Польською

фірмою PESA розроблено рейкові автобуси серії 620М з гідравлічною передачею. Одинадцять таких автобусів уже експлуатуються на Південній та Львівській залізницях.

Протягом розвитку та вдосконалення залізничної техніки вивченню питань оцінки надійності приміського транспорту приділяється недостатньо уваги. Фундаментальні дослідження в цьому напрямку виконувались у ВЗІПТ, МПТ, ДІПТ, ХІПТ, ХПІ та інших організаціях під керівництвом видатних вчених [5-9]. В результаті аналізу їх робіт були виділені основні фактори, які впливають на рівень надійності, джерела експериментальної інформації про надійність на різних стадіях життєвого циклу. Особливо багато уваги приділяється підходам до оцінки показників надійності дизель-поїздів на етапі проектування. Питанню ж оцінки надійності їх в експлуатації з урахуванням регіонів та умов роботи останнім часом уваги приділено дуже мало.

Постановка мети статті. Метою роботи є розроблення моделі прогнозування надійності дизель-поїздів у приміському русі на залізницях України.

Основний матеріал статті. Аналіз організаційно-методичних методів забезпечення надійності приміського рухомого складу показав, що задача забезпечення надійності складається в послідовному обґрунтуванні і реалізації рішень на різних стадіях процесу створення і їх застосування. Подальший аналіз показав, що дизель-поїзд як складна

система складається із взаємозалежних і взаємодіючих між собою і зовнішнім середовищем систем і елементів, може бути визначена системами інцидентів, у яких установлюється бінарна відповідність між різними об'єктами.

Оскільки залежності взаємного впливу відмов систем не встановлені й умовні ймовірності невідомі, приймають допущення про статистичну незалежність відмов систем. Тому модель розрахунку надійності дизель-поїздів в експлуатації зобразимо у вигляді блок-схеми розрахунку надійності, алгоритм якої поданий на рисунку.

Аналіз надійності складових систем дизель-поїзда у процесі експлуатації має проводитись в умовах, коли безвідмовність будь-якого з елементів конструкції може змінюватись. З урахуванням цього при формуванні структурних схем та призначенні вимог до рівня надійності дизель-поїзда та його основних елементів їх розглядають у вигляді простих систем.

При такому аналізі, який потребує розбиття складних систем на підсистеми та елементи, припускається, що кожний елемент може перебувати тільки в одному з двох станів: справному або в стані відмови.

Структурно процедуру проведення розрахунків можна розбити на три етапи.

На першому етапі виконується виділення основних чотирьох систем дизель-поїзда: кузов разом з ходовою частиною, дизель із системами його забезпечення, передачу, допоміжне обладнання.

Наступним етапом виконується розрахунок ймовірності безвідмовної роботи кожної системи окремо за період T_i . На основі зібраних статистичних даних про роботу вузлів і агрегатів дизель-поїзда, які уже експлуатуються, визначається ймовірність їх безвідмовної роботи.

Після цього формулюються гіпотези відносно технічного стану дизель-поїзда та визначаються їх ймовірності на основі відомих формул. Відповідно до даних гіпотез визначається ймовірність

безвідмовної роботи системи за відомою формулою

$$P_C(t) = \sum_{i=1}^n P_{H_i}(t) P_{C/H_i}(t),$$

де $P_C(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи дизель-поїзда;

$P_{H_i}(t)$ - ймовірність гіпотези H_i ;

$P_{C/H_i}(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи дизель-поїзда за умов, що мала місце гіпотеза H_i .

На третьому етапі виконується розрахунок ймовірності безвідмовної роботи моторвагонного рухомого складу в цілому за визначений період T_i за формулою

$$P_{\text{сдп}} = P_{\text{сдз}} \cdot P_{\text{сеп}} \cdot P_{\text{сдо}} \cdot P_{\text{схч}},$$

де $P_{\text{сдз}}$, $P_{\text{свт}}$, $P_{\text{сдо}}$, $P_{\text{схч}}$ - ймовірність безвідмовної роботи відповідно дизеля і його систем, системи електричної передачі, системи допоміжного обладнання та системи ходової частини.

На основі даної моделі з використанням програмного продукту MathCAD була розроблена програма з розрахунку надійності дизель-поїздів різних серій в експлуатації.

Висновки:

1. Проведений аналіз стану парку МВРС та локомотивів, що використовуються в приміському русі, свідчить про необхідність проведення оновлення парку для задоволення потреб у перевезеннях.

2. Розроблена модель та програмний продукт дозволяє оцінювати надійність МВРС протягом всього терміну його експлуатації.

3. Аналіз МВРС показав, що для збільшення швидкості їх руху необхідно використовувати вагони з нахилом кузова, а для збільшення кількості посадкових місць – використовувати двох'ярусні вагони; дизелі з підвагонним розміщенням; електричну передачу змінно-змінного струму.

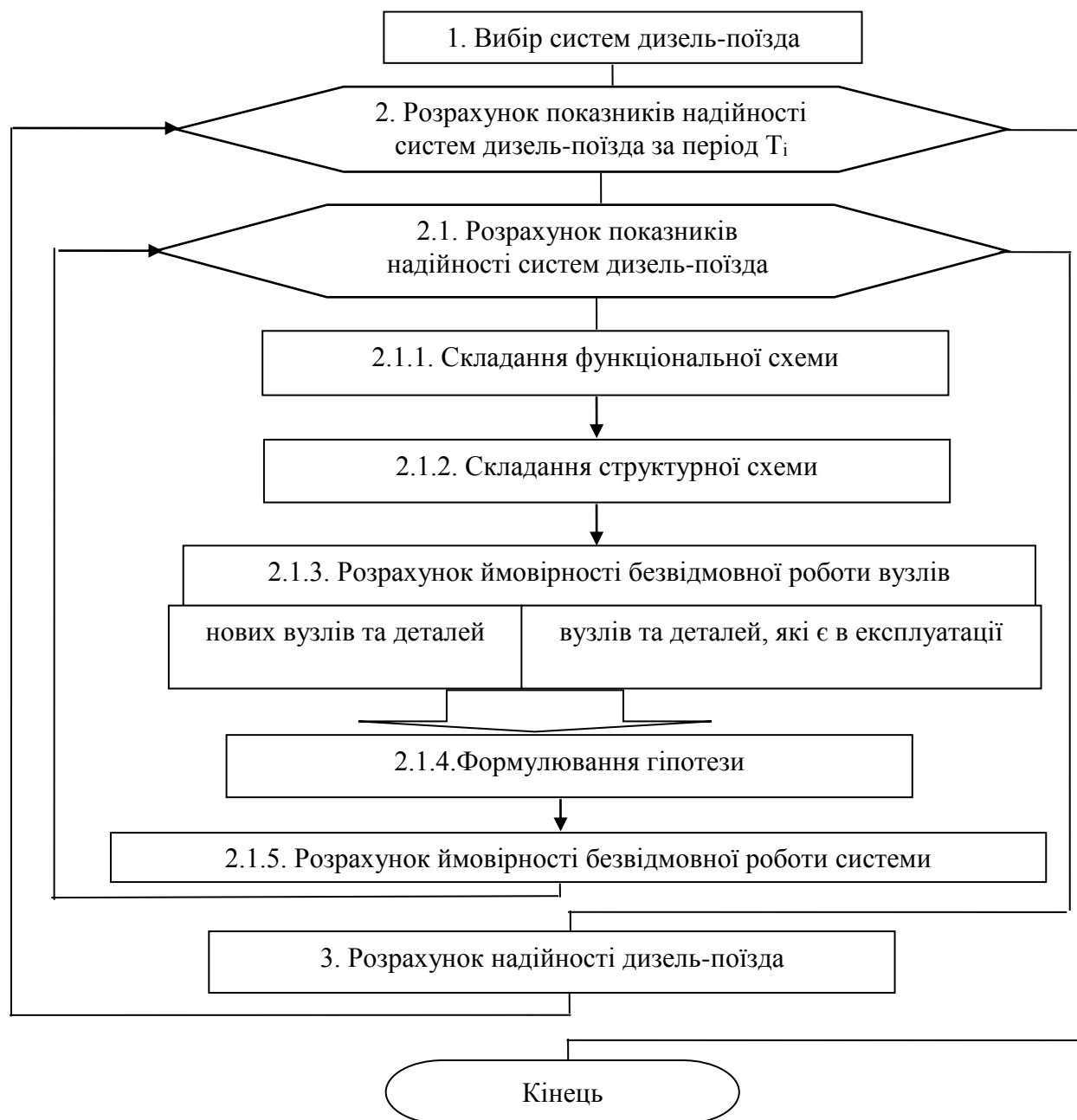


Рис. Алгоритм розрахунку надійності дизель-поїзда

4. Для покращення комфорту пасажирів (використання кондиціонера, внутрішнє обладнання і ін.) необхідно мати більш потужні дизелі, з розрахунку 40-50 кВт додатково на один вагон.

5. В подальшому бажано прослідити динаміку зміни показників надійності МВРС різних серій.

Список використаних джерел

1. Басов, Г.Г. Прогнозування розвитку дизель-поїздів для залізниць України [Текст]: монографія / Г.Г. Басов. – Харків: «Апес+», 2004. – Ч.1. – 240 с.

2. Дизель-поезда на базе тепловозной тяги [Текст] / Э.И. Нестеров, В.Л. Сергеев, А.А. Будницкий, И.А. Шаркин // Локомотивы. – 2001. – №12. – С. 32-33.
3. Раков, В.А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза 1966-1975 [Текст] / В.А. Раков. – М.: Транспорт, 1979. – 213 с.
4. Концепция развития транспорта Украины на 1997-2010 гг. [Текст] / Министерство транспорта Украины. – №2/21-3-1428 от 14.11.1997 г. – К., 1997. – 25 с.
5. Неревяткин, К.А. Совершенствование методики определения технических характеристик проектируемых локомотивов на основе математического моделирования [Текст]: автореф. дис... канд. техн. наук / К.А. Неревяткин [Моск. гос. универ. путей сообщения]. – М., 1998. – 23 с.
6. Четвергов, В.А., Надежность локомотивов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп./ В.А. Четвергов, А.Д. Пузанков. – М.: Маршрут, 2003. – 415 с.
7. Бобровников, Г.Н., Комплексное прогнозирование создания новой техники [Текст] / Г.Н. Бобровников, А.И. Клебанов. – М.: Экономика, 1989. – 203 с.
8. Боднар, Є.Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримування [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.22.07 / Є.Б. Боднар. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 161 с.
9. Быков, В.П. Методика проектирования объектов новой техники [Текст]: учеб. пособие / В.П. Быков. – М.: Высш. шк., 1990. – 168 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Д.С. Жалкін

Ромський Володимир Васильович, слухач групи МЗ-Л-Б-11, РПЧ-2.

Сумцов Андрій Леонідович, асистент кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу.

Romsky V.V., Sumtsov A.L.