



ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

СПІВОРГАНІЗАТОРИ



Silesian University
of Technology



IK
INSTYTUT KOLEJNICTWA

ГЕНЕРАЛЬНІ ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



ДЕПАРТАМЕНТ
ОСВІТИ І НАУКИ
Дніпропетровської області



XV МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Безпека руху, динаміка, міцність рухомого складу
та енергозбереження

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Дніпро
2020

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
Днепро́вский национальный университет железнодорожного транспорта
имени академика В. Лазаряна
Dnipro national university of railway transport named after academician V. Lazaryan

Інститут технічної механіки національної академії наук України
і державного космічного агентства України
Институт технической механики национальной академии наук Украины
и государственного космического агентства Украины
Institute of technical mechanics of the national academy of sciences of Ukraine
and state space agency of Ukraine

Сілезький технологічний університет (Польща)
Силезский технологический университет (Польша)
Silesian university of technology (Poland)

Залізничний інститут (Польща)
Институт путей сообщения (Польша)
The railway research institute (Poland)

XV Міжнародна конференція
**ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**
Безпека руху, динаміка, міцність рухомого складу та енергозбереження
ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

XV Международная конференция
**ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Безопасность движения, динамика, прочность подвижного состава и
энергосбережение
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

15th International Conference
**PROBLEMS OF THE RAILWAY
TRANSPORT MECHANICS**
Safety of motion, dynamics, strength of rolling stock and energy saving
ABSTRACTS

Дніпро
2020

П68
УДК 625.1/5

Редакційна колегія:

А. В. Радкевич (гол. редактор)
С. А. Костриця (зам. гол. редактора)
Л. В. Урсуляк
Л. О. Недужа
А. О. Швець (комп'ютерне оформлення)
О. М. Маркова

Editorial Board:

A. V. Radkevych (Editor-in-Chief)
S. A. Kostritsa (vice Editor-in-Chief)
L. V. Ursulyak
L. O. Neduzha
A. O. Shvets (computer design)
O. M. Markova

Адреса редакційної колегії:
ДНУЗТ, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010

Проблеми механіки залізничного транспорту: Безпека руху, динаміка, міцність рухомого складу та енергозбереження. XV Міжнародна конференція. Тези доповідей. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2020. – 166 с.

У тезах приведені результати теоретичних та експериментальних досліджень динаміки і міцності рухомого складу залізниць, у тому числі високошвидкісного, зносу коліс і рейок, безпеки руху.

В тезисах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований динамики и прочности подвижного состава железных дорог, в том числе высокоскоростного, износа колес и рельсов, безопасности движения.

Results of theoretical and experimental investigations of railway rolling stock dynamics and strength, including high-speed rolling stock, wheel/rail wear, safety of motion are presented in the abstracts.

П68

© Дніпровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка
В. Лазаряна

об'ємі ефективність теплоакумулятора підвищується за умови збільшення площі акумулюючої поверхні.

Запропонована математична модель теплиці дозволяє обрати оптимальний об'єм і розміри добового теплоакумулятора для будь-якої теплиці.

Обчислення точності прогнозування видів несправностей тягових редукторів електропоїздів

Бульба В. І., Михалків С. В., Ходаківський А. М.

Регіональна філія «Південна залізниця»

Український державний університет залізничного транспорту

svm_m@kart.edu.ua

The forecasting of the technical state of the traction gearboxes of electric trains was done by the fitted ARIMA models with an 80 % confidence interval for the period since the 71st 3rd level maintenance up to the next 2nd level current repair. After disassembling 14 traction gearboxes of electric trains the five types of faults were detected. Despite high complexity, the absence of the automatic process for the calculation and the necessity of performing several iterative procedures, the calculated minimum value precision of the ARIMA model forecasting is equal to 91.4 %.

Прогнозирование технического состояния тяговых редукторов электропоездов осуществлялось подходящими ARIMA моделями с 80 % доверительным интервалом с 72-ого ТО-3 и до следующего ТР-2. После разборки 14 тяговых редукторов электропоездов было выявлено 5 видов неисправностей. Несмотря на большую сложность, отсутствие автоматизированного процесса подсчета и необходимость осуществления нескольких итерационных процедур, рассчитанное наименьшее значение точности прогнозирования ARIMA моделью составляет 91,4 %.

Прогнозування технічного стану тягових редукторів електропоїздів здійснювалось припасованими ARIMA моделями з 80 % довірчим

інтервалом з 72-ого ТО-3 і до наступного ПР-2. Після розбирання 14 тягових редукторів електропоїздів було виявлено п'ять видів несправностей. Незважаючи на вищу складність, відсутність автоматичного процесу підрахунку та необхідність здійснення декількох ітераційних процедур, підраховане найменше значення точності прогнозування ARIMA моделлю становить 91,4 %.

Вібраційні сигнали тягових редукторів електропоїздів містять важливу інформацію про технічний стан зубчастого зачеплення та підшипників кочення. Тому в технології діагностування є важливою фіксація тих змін у сигналах, які вказують на наближення відмови. Тому запорукою успішного переходу до системи ТО й ПР тягового (ТРС) та моторвагонного рухомого складу (МВРС) за технічним станом є реалізація точних методів прогнозування, які здатні визначати час настання відмови й надавати змогу вчасно вживати відповідні превентивні заходи.

Незважаючи на безліч методів прогнозування, багато дослідників зосередилися на застосуванні та поглибленні теорії часових рядів у таких додатках, як фінанси, виробництво, управління. У часових рядах є одна змінна та її попередні значення й завжди наявне припущення про випадковий вплив чинників з навколишнього середовища на змінну, величина якої має прогнозуватись, тому висновок про майбутню поведінку часових рядів робиться з їх попередніх значень. У прогнозуванні набули поширення детерміновані методи експоненційного згладжування, аналізу тренду й стохастичні методи. Модель регресії упроваджує задану форму для опису відношення між залежними й незалежними змінними часового ряду, що не завжди дозволяє вважати цю модель адекватною для прогнозування відповідних величин. Також модель регресії володіє стандартним припущенням про статистичну незалежність величини помилки, хоча здебільшого реальні часові ряди залежать або мають автокореляцію між своїми складовими. Натомість сучасні методи машинного навчання позбавлені потреби здійснювати припущення щодо визначення залежності в моделі та

автоматично визначають згадану залежність упродовж процесу навчання даних. Нейронні мережі більше призначені для роботи з часовими рядами зі складною та нелінійною структурою. Іншим підходом до моделювання часових рядів є використання методології Бокса-Дженкінса або інтегрованої дискретної стохастичної моделі авторегресії і ковзного середнього (ARIMA), яка оперує вхідними змінними й позбавляє дослідника потреби вибору вагомих змінних або форми залежності між ними та використовується у низці додатків.

Зважаючи на брак чітких або емпіричних правил із вибору найкращої моделі для прогнозування технічного стану обладнання ТРС та МВРС, доцільно обирати ту модель, яка володіє найменшими помилками за результатами моделювання, де дослідник має шукати компроміс між точністю прогнозування та складністю метода, якщо точність однакова, то переваги надаються простішому методу.

ARIMA модель здатна описувати часові ряди з ознаками нестационарності та синтезує два різні методи моделювання часового ряду: авторегресії (AR) і ковзного середнього (MA).

Алгоритм побудови ARIMA моделі містить такі складові:

- 1) ідентифікація моделі;
- 2) оцінювання моделі;
- 3) перевірка адекватності моделі;
- 4) практичне застосування моделі для прогнозування.

Експериментальні дослідження проводилися вибірково на чотирнадцяти тягових редукторах трьох електропоїздів серії EP2T. Упродовж міжремонтного інтервалу між двома ПР-2 проводились сімдесят п'ять ТО-3 та п'ять ПР-1. На кожному ТО-3 та ПР-1 в оглядовому стійлі здійснювалася реєстрація вібраційних реалізацій чотирнадцяти тягових редукторів з боку підшипника кочення передньої кришки редуктора. Реєстрація відбувалася на шістдесяти шести ТО-3 та п'яти ПР-1 та на ПР-2 перед розбиранням. Для кожного із зареєстрованих вібраційних реалізацій розраховувалась фрактальна розмірність покриття. Прогнозування технічного стану

здійснювалось на решту дев'ять ТО-3 і до ПР-2 з наступним порівнянням фактичного технічного стану після розбирання редуктора на ПР-2 із прогнозованим значенням фрактальної розмірності покриття. Із чотирнадцяти редукторів справними виявилися дев'ять, решта мали такі несправності:

- 1) недостатня кількість мастила в редукторі;
- 2) знос ролика підшипника передньої кришки редуктора;
- 3) тріщина кільця підшипника передньої кришки редуктора;
- 4) відкол зуба шестерні редуктора;
- 5) руйнування підшипника передньої кришки редуктора й тріщина зуба шестерні.

Сконструйованими оптимальними ARIMA моделями здійснене прогнозування технічного стану тягових редукторів із 80 % довірчими інтервалами. Довший період прогнозування призводить до стрімкого розширення довірчих інтервалів, що не властиво для моделей із сильно вираженим трендом, які не застосовують диференціювання.

Точність прогнозування припасованими ARIMA моделями є такою:

- для справного редуктора: 96,3 %;
- для 1) виду несправності: 93,8 %;
- для 2) виду несправності: 95,1 %;
- для 3) виду несправності: 97,5 %;
- для 4) виду несправності: 91,4 %;
- для 5) виду несправності: 95,1 %.

Отже, гнучкість методології Бокса-Дженкінса дозволяє обирати найбільш прийнятний підклас моделей з-поміж AR- та MA-складової. Для всіх 6 видів технічного стану досліджуваних тягових редукторів найкраще припасування продемонструвала лише AR-складова, тимчасом MA-складова як наодинці так і в поєднанні з AR-складовою реалізовувала вищі значення інформативного критерію Акаїкі та Байєсового інформаційного критерію. Здійснена структурна ідентифікація ARIMA моделей для відповідних технічних станів. Успішна реалізація дискретних стохастичних

ARIMA моделей потребує лише наявності дискретних величин, які накопичуються протягом відповідних експериментів. Такі недоліки ARIMA моделей, як вища складність, потреба в здійсненні декількох ітераційних процедур та неможливість реалізації автоматичного процесу не впливають на точність прогнозування, найменше значення якої за результатами досліджень сягало 91,4 %.

Технологічні параметри процесу ущільнення ґрунтів нижньої будови колії

Главацький К. Ц.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

ім. акад. В. А. Лазаряна

kazimir.glavatskij@gmail.com

The construction of modern high-speed railways requires guaranteed stability of the lower track structure during the design period of its operation. It is necessary to ensure maximum productivity and minimum energy intensity of the proposed technological processes. The scientific basis for adjusting the parameters of sealing machines and technological schemes of their use in order to accelerate the process of sealing and reducing the number of machines.

Строительство современных скоростных железных дорог требует гарантированной устойчивости конструкции нижней колеи в течение проектного периода ее эксплуатации. Необходимо обеспечить максимальную производительность и минимальную энергоемкость предлагаемых технологических процессов. Научная основа для настройки параметров пломбировочных машин и технологические схемы их использования с целью ускорения процесса пломбирования и уменьшения количества машин.

Будівництво сучасних швидкісних залізниць вимагає гарантованої стійкості конструкції нижньої колії протягом проектного періоду її експлуатації. Необхідно забезпечити максимальну продуктивність і мінімальну енергоємність запропонованих технологічних процесів.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СУМЩЕНА КОЛІЯ – ВПЛЕТІННЯ, СПЛЕТІННЯ, ПЕРЕСІЧЕННЯ КОРНОУХОВА К. В.	3
УДОСКОНАЛЕННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПИЛЮВАННЯ ПАЛИВА ТЕПЛОВИЗНИМИ ФОРСУНКАМИ В УМОВАХ ДЕПО АУЛІН Д. О., КЛІМЕНКО О. В., ФАЛЕНДИШ А. П., КЛЕЦЬКА О. В., DIZO J.	10
МОДЕРНІЗАЦІЯ БУФЕРНОГО БРУСА ЕЛЕКТРОВОЗУ КЕРУВАННЯ ТЯГОВОГО АГРЕГАТУ ПЕ2У БАННІКОВ Д. О., РАДКЕВИЧ А. В., МУНТЯН А. О.	13
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ ТЕПЛА ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТЕПЛИЦЬ БОРДУН М. В., САВИЦЬКИЙ М. В., ДАНШЕВСЬКИЙ В. В.	17
ОБЧИСЛЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИДІВ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТЯГОВИХ РЕДУКТОРІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ БУЛЬБА В. І., МИХАЛКІВ С. В., ХОДАКІВСЬКИЙ А. М.	21
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТІВ НИЖНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ ГЛАВАЦЬКИЙ К. Ц.	25
ТЕХНОЛОГІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО КОПАННЯ ГРУНТІВ БУЛЬДОЗЕРАМИ З НЕПОВОРОТНИМ ВІДВАЛОМ ТА ОБ'ЄМНОЮ НОЖОВОЮ СИСТЕМОЮ ДЛЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ НИЖНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ ГЛАВАЦЬКИЙ К. Ц., ГОРБЕНКО Ю. О.	30
ТЕХНОЛОГІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ УЩІЛЬНЮВАЛЬНИХ МАШИН З РОБОЧИМИ ПОВЕРХНЯМИ БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТІВ НИЖНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ ГЛАВАЦЬКИЙ К. Ц., ЧЕРКУДІНОВ В. Е.	34
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА БЕЗПЕКУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ І ЇЇ ПІДСИСТЕМ КЛЮЄВ С. О., МЕДВЕДЄВ Є. П. .	39