

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**ІТТ** | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ  
ТРАНСПОРТНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ



# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



**ІТТ2024**

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної  
науково-технічної конференції**

**«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2024

**Секція**  
**ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ**  
**ВИГОТОВЛЕННІ ТА ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ**  
**ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

УДК 621.9.048

**ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЧАСУ**  
**ВІД ВПЛИВУ ВІБРАЦІЙ**

**REVIEW OF MODERN TECHNOLOGIES FOR PROTECTING TIME**  
**SYNCHRONIZATION FROM VIBRATION IMPACTS**

*канд. техн. наук Л.В. Волошина, магістрант Б-А.О. Харченко*  
*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*L.V. Voloshyna, PhD (Tech.),*  
*B-A.O. Kharchenko, graduate student*  
*Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Точна синхронізація часу є основою функціонування багатьох сучасних систем у галузях зв'язку, енергетики, транспорту та наукових досліджень. В умовах підвищеної вібрації, яка може бути спричинена як навколишнім середовищем, так і обладнанням, що функціонує поруч, виникає проблема збереження стабільності систем синхронізації. Вібрації можуть порушувати точність переданих сигналів, що суттєво впливає на результат синхронізації.

Сучасні дослідження в області синхронізації часу зосереджені на використанні оптичних волокон для передачі часу з високою точністю. Оптичні лінії менш схильні до впливу вібрацій порівняно з електронними компонентами. Це дозволяє значно зменшити похибки під час синхронізації, оскільки вплив механічних коливань на оптичні сигнали є мінімальним. Такі системи можуть передавати час на великі відстані з дуже малими втратами точності, навіть за умов вібрацій [1].

Квантові годинники, що використовують атомні переходи для генерації точних часових сигналів, стають все більш актуальними у боротьбі з вібраціями. Вони можуть бути інтегровані у системи, менш чутливі до зовнішніх впливів, таких як механічні коливання. Квантові годинники здатні забезпечити набагато вищу стабільність синхронізації часу, що робить їх перспективним рішенням для зменшення впливу вібрацій [2].

Віртуальна синхронізація - це інноваційний підхід, що дозволяє зменшити фізичну залежність між компонентами синхронізації часу за допомогою програмних алгоритмів. У цій системі замість фізичних з'єднань використовуються віртуальні мережі для передачі та обробки часових сигналів.

Таким чином, будь-які механічні вібрації в обладнанні, що впливають на фізичні з'єднання, не мають прямого впливу на точність передачі часу[3].

Інтеграція супутникових систем синхронізації часу, таких як GPS, дає змогу отримувати точні часові сигнали з мінімальним впливом вібрацій на локальні системи. Сигнали, передані через супутники, менш чутливі до фізичних вібрацій на землі. Використання таких систем особливо корисне в умовах, де вплив вібрацій є значним, наприклад на промислових об'єктах або під час руху транспорту.

Магнітна левітація може використовуватися для фізичного ізолювання чутливого обладнання від вібрацій. Це забезпечує стабільність компонентів, які беруть участь у синхронізації часу, шляхом підвішування їх у магнітному полі. Вібрації не передаються через фізичний контакт, що значно зменшує їхній вплив на систему.

Надпровідники мають унікальні властивості, зокрема здатність витримувати високі механічні навантаження без втрати своїх характеристик. Використання надпровідників у системах синхронізації часу може забезпечити їх ізоляцію від механічних коливань. Це рішення може бути особливо корисним в умовах, де температура й умови довкілля змінюються, створюючи нестабільність.

Лазери можуть використовуватися для передачі часових сигналів із високою точністю, практично не піддаючись впливу механічних коливань. Використання лазерних променів для синхронізації часу може значно зменшити похибки, спричинені вібраціями, особливо в умовах, де звичайні електронні компоненти можуть зазнавати спотворень.

Акустичні метаматеріали – це інженерні матеріали, здатні змінювати поведінку звукових хвиль. Вони можуть бути використані для створення бар'єрів, які ізолюють обладнання від зовнішніх вібрацій. Ці матеріали можуть поглинати або відхиляти механічні хвилі, що впливають на синхронізацію часу, забезпечуючи більш стабільне середовище для передачі часових сигналів.

Отже, сучасні дослідження [3-5] пропонують низку інноваційних технологій для захисту систем синхронізації від вібрацій, включаючи використання оптичних волокон, квантових годинників, віртуальної синхронізації, супутникових сигналів, магнітної левітації, надпровідників, лазерних променів та акустичних метаматеріалів. Кожен із цих підходів дозволяє знизити вплив механічних коливань на точність синхронізації, що суттєво підвищує надійність роботи систем в екстремальних умовах. Впровадження новітніх рішень сприятиме підвищенню точності та стабільності синхронізації часу, забезпечуючи функціонування критично важливих інфраструктур у широкому діапазоні умов.

[1] Волошина Л.В., Харченко Б-А.О. До питання забезпечення точності синхронізації часу в Україні. *Інженерія поверхні та реновація виробів: Матеріали 24-ї Міжнародної науково-технічної конференції, 26-27 червня 2024 р.* Київ: АТМ України, 2024. С.23-25.

[2] Волошина Л.В., Харченко Б-А.О. Особливості стратегії забезпечення якості та надійності синхронізації часу. *Якість, стандартизація, контроль: теорія та практика: Матеріали 24-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 24–26 вересня 2024 р.* Київ: АТМ України, 2024. с.40-43

- [3] Jia-Jun Qin, Jia-Wen Li, Dong-Dong Qi, Tao Chen, Shi-Ya Huang, Hong-Zhang Xie, Hao-Qian Xu, Lei Zhao, Design of a high-precision clock distribution and synchronization system. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, Vol. 1062, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2024.169198>
- [4] Zhigang Du, Sunxuan Zhang, Zijia Yao, Zhenyu Zhou, Muhammad Tariq, Attack-detection and multi-clock source cooperation-based accurate time synchronization for PLC-AIoT in smart parks. *Digital Communications and Networks*, 2023, ISSN 2352-8648, <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2023.10.005>.
- [5] Hiroyuki K.M. Tanaka, Giancarlo Cerretto, Ivan Gnesi. First experimental results of the cosmic time synchronizer for a wireless, precise, and perpetual time synchronization system. *iScience*, Vol. 26, Issue 5, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106595>.

**УДК 669.017:621.73**

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПАР ТЕРТЯ**

## **INCREASING THE DURABILITY OF FRICTION PAIR PARTS**

*I.V. Дощечкіна, канд. тех. наук., доц.*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет (м. Харків)*

*I.V. Doschekhina, PhD (Tech.)*

*Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv)*

Довговічність в експлуатації більшості деталей машин обумовлює стан їх поверхні, який визначає службові характеристики в умовах тертя і зношування. дії циклічних навантажень, впливу агресивних середовищ. Згідно з сучасними поглядами поверхня має суттєвий вплив на поведінку під навантаженням та руйнування виробу в цілому.

Статистика практики експлуатації транспортних засобів свідчить, що до 80% передчасних відмов обумовлені спрацюванням робочих поверхонь та значним зношуванням деталей вузлів тертя [1].

Ремонтні роботи з компенсації зношеної поверхні деталей не завжди забезпечують вимоги до післяремонтного ресурсу, який має бути не нижчим ніж 80 % від ресурсу нового виробу. При цьому не менш важливими є економічні чинники –витрати на ремонт не повинні перевищувати 40-60% вартості нових деталей.

Для підвищення довговічності сполучених пар тертя при інших рівних умовах використовуються різні методи поверхневого зміцнення для підвищення зносостійкості (хіміко-термічна обробка, способи поверхневого гартування, електроіскрове легування, іонно-плазмові покриття, газо-термічне напилення та ін.), якими досягають певної ефективності, однак усі вони потребують спеціального обладнання, значних енергетичних та трудових витрат, що суттєво впливає на вартість ремонту.

Значна кількість деталей основних конструктивних вузлів транспортних засобів піддаються постійним циклічним навантаженням і працюють в умовах втоми, та і знос має втомну природу, то цілком доцільно приділити увагу також