

УДК 629.4.018

ДОСВІД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ З ВИКОРИСТАННЯМ СТЕНДОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Я. Калівода, доктор філософії, Чеський технічний університет

Л. Недужа, к. т. н., доцент,

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Показано можливості наукових шкіл в галузі механіки залізничного транспорту та їх вплив на сучасний стан теоретичних і експериментальних досліджень. Презентовано позитивний досвід розробки, виготовлення, удосконалення та використання наукового стендового обладнання на прикладі каткових стендів для випробувань візків рейкового рухомого складу.

Ключові слова: експериментальні дослідження, рухомий склад залізниць, катків стенд, моделювання динаміки візків рейкових екіпажів.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (ДНУЗТ) відомий як сучасний науковий центр з потужними науковими школами за різними напрямками досліджень [1]. Відомі вчені європейського рівня — академік В. А. Лазарян Академії наук України, доктора технічних наук, професори Є. П. Блохін, В. Д. Данович, М. Л. Коротенко, Л. А. Манашкін, О. М. Савчук та інші, які працювали в університеті та продовжують виконувати наукові дослідження у галузі залізничного транспорту. У роботах вчених університету досить детально розкривається досвід виконання теоретичних та експериментальних досліджень, зокрема з використанням спеціального стендового обладнання. Наприклад, для випробувань візків рейкових екіпажів та їх окремих елементів: колісних пар, бокових рам, надресорних балок, гасників коливань, триангелів тощо. Результати випробувань на стендовому обладнанні використовуються не тільки при підготовці робіт на здобуття наукових ступенів кандидата і доктора технічних наук, а й для відпрацювання нових та модернізованих конструкцій елементів рухомого складу та інфраструктури залізниць, а також з метою оцінки відповідності при приймальних та сертифікаційних випробуваннях [1].

Наукові дослідження проводяться з урахуванням технічного рівня обчислюваної техніки та засобів вимірювання. Зазвичай роботи з виконання оцінки динамічних й міцнісних властивостей рухомого складу залізниць та промислового транспорту складається з теоретичних і експериментальних досліджень. Під час теоретичних досліджень застосовують сучасні математичні моделі просторових коливань рейкових екіпажів, або математичні моделі напружено-деформованого стану основних металоконструкцій рухомого складу [2].

Для проведення експериментальних досліджень використовуються як натурні об'єкти рухомого складу, так і фізичні моделі.

У ДНУЗТ наукові дослідження розвиваються в усіх напрямках і в теоретичному і в експериментальному, при цьому експерименти успішно проводяться як у «польових умовах» (безпосередньо на ділянках залізниць), так і на стендовому обладнанні. Однак університет не тільки використовує експериментальне обладнання, а й розробляє свої конструкції механічного і електронного обладнання з використанням мікропроцесорних систем.

Одним із напрямків міжнародної співпраці університету є розробка обладнання для експериментальних досліджень.



Рис. 1. Проректор з наукової роботи ДНУЗТ, д. т. н., професор Мямлін С. і доктор Калівода Я. (ЧТУ) під час обміну Контрактом між університетами

Яскравим прикладом є співробітництво з Чеським технічним університетом (ЧТУ) (рис. 1).

Науково-технічна співпраця університетів, крім власне навчальних питань, стосується також багатьох напрямків наукових досліджень [1].

Один із спільних наукових проєктів пов'язаний з розвитком дослідницької бази двох університетів для проведення експериментальних досліджень рейкового рухомого складу. У цьому напрямку обидва університети мають багаторічний досвід. Основна частина експериментальних робіт у Випробувальних лабораторіях ДНУЗТ виконуються на магістральних ділянках залізниць, або на коліях промислових підприємств. Випробуванням підлягають дослідні зразки нової, або модернізованої залізничної техніки.

Однак є досвід випробувань макетних зразків рейкового рухомого складу, наприклад, цистерн, думпкарів, піввагонів та двовісних візків вантажних і пасажирських вагонів. Макетні зразки є точною копією у масштабі реального об'єкту, який підлягає експериментальним дослідженням. Це виконується з метою відпрацювання більшої кількості варіантів конструкції та режимів навантаження і визначення можливих динаміко-міцнісних характеристик.

Нещодавно відбулася чергова подія науково-технічного співробітництва двох потужних наукових центрів. Під час проведення днів науки на Механічному факультеті ДНУЗТ відбулася низка публічних лекцій та наукових семінарів. Центральним місцем наукових заходів став науковий семінар для викладачів, науковців, аспірантів та магістрантів (рис. 2).

Доповідачем на науковому семінарі став доктор Калівода Я. з Чеського технічного університету (рис. 3).



Рис. 2. Проректор з наукової роботи ДНУЗТ д. т. н., професор Мямлін С., доктор Калівода Я. (ліворуч), д. т. н. професор Кузнецов В. (праворуч) під час проведення наукового семінару



Рис. 3. Виступ доктора Каліводи Я. на науковому семінарі в ДНУЗТ

На науковому семінарі в ДНУЗТ йшлося про досвід створення, удосконалення та використання каткових стендів візків рейкових екіпажів у ЧТУ. А також про: лабораторні дослідження динаміки залізничних транспортних засобів; катковий стенд ЧТУ; Центр компетенції залізничних транспортних засобів.

Розглянуто історію розвитку масштабованого каткового стенду ЧТУ [3], починаючи з ранніх етапів (рис. 4) і до поточних проєктів, у яких він використовується. Докладно розглянуто конструкції експериментального візка [4] (рис. 5), каткового стенду, датчиків і приладів, а також типів експериментів, що проводяться на катковому стенді ЧТУ (рис. 6).

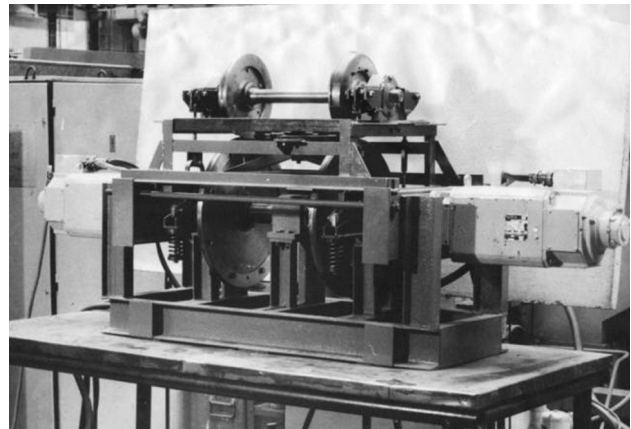


Рис. 4. Перший катковий стенд ЧТУ

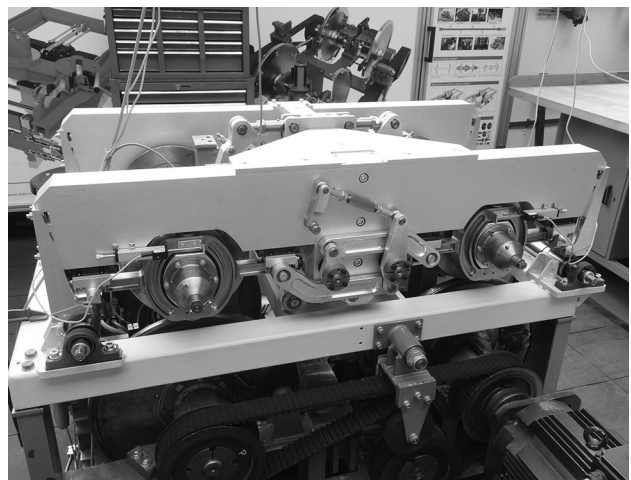


Рис. 5. Експериментальний візок ЧТУ

Завдяки технології комп'ютерного моделювання отримуємо надійні результати, однак важливе значення мають

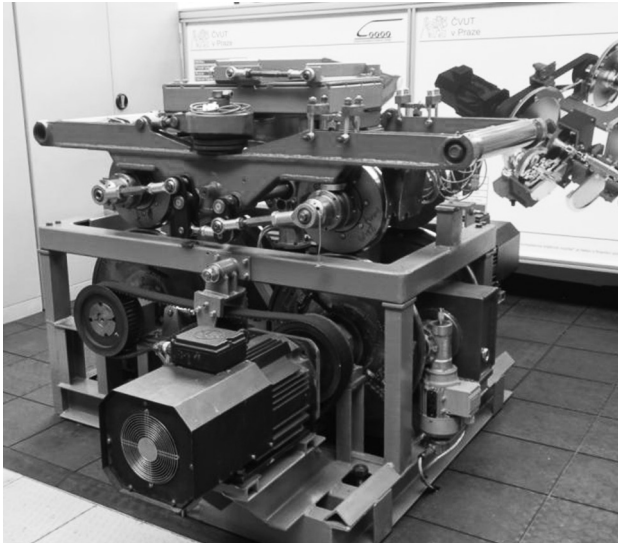


Рис. 6. Катковий стенд ЧТУ 2015 р.

натурні випробування у процесі розробки і сертифікації будь-якого залізничного транспортного засобу. Оскільки натурні випробування залежать від погодних умов, то їх складно організувати і вони не дають можливості для випробування транспортних засобів у критичних ситуаціях. На катковому стенді випробувальний транспортний засіб фіксується в поздовжньому напрямку, а замість залізничної колії використовуються обертові ролики. Таке пристосування дає можливість провести динамічні випробування ходових характеристик рейкових транспортних засобів у безпечно-му та стабільному лабораторному середовищі [5].

Доведено, що не допустимо нехтувати відмінностями в поведінці транспортного засобу на коліях магістральних залізниць та масштабованої моделі на катковому стенді. Стендові випробування масштабованих фізичних моделей на катковому стенді є відносно недорогим способом для перевірки і демонстрації результатів комп'ютерного моделювання. Вони особливо корисні для перевірки моделювання багатомодульних систем (БМС) абсолютно нових концепцій ходових частин рейкового рухомого складу.

Доктор Калівода Я. проінформував, що наразі катковий стенд у ЧТУ використовується для випробувань систем із активним контрольованим керуванням руху колісної пари. Згідно з результатами моделювання, опублікованими в багатьох наукових роботах, такі системи пропонують більш високу продуктивність у порівнянні зі звичайними пасивними

транспортними засобами. Катковий стенд ЧТУ слугує як інструмент для перевірки результатів комп'ютерного моделювання та демонстрації переваг активного управління колісної пари у різних режимах руху [6].

Випробування, проведені на катковому стенді ЧТУ, підтверджують можливість значного впливу на динаміку руху рейкового транспортного засобу за допомогою активного контрольованого управління колісної пари. Така концепція може розглядатися як можливий ймовірний підхід при розробці ходових частин перспективних рейкових транспортних засобів.

Таким чином, результатом спільних досліджень двох університетів є позитивний досвід розробки, виготовлення та використання стендового обладнання на прикладі каткового стенду для випробувань візків рейкового рухомого складу. Підготовлено технічні вимоги до стаціонарного обладнання для проведення експериментальних досліджень ходових частин рухомого складу залізниць та промислового транспорту. **ЕП**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Пішійко О. М. Наукове супроводження розвитку залізничної галузі та підготовка кадрів Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна / О. М. Пішійко, С. В. Мямлін // *Х.: Вагонний парк*. — 2011. — № 7. — С. 56 – 59.
2. *Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties* / S. Myamlin, L. Neduzha, O. Ten, A. Shvets // *Proceedings of 15th International Conference. Mechanika*. 2010. — Kaunas. — 2010. — P. 325 – 328.
3. Kalivoda J. Roller rig testing at the Czech technical university / J. Kalivoda, P. Bauer // *Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. — Bun. 4 (64). — 2016. — С. 125 – 133.
4. Kalivoda J. Mechatronic Bogie for Roller Rig Tests / J. Kalivoda, P. Bauer // *The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks: Proceedings of the 24th Symposium of the International Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015), Graz, Austria, 17 – 21 August 2015*. — 2015. — P. 899 – 900.
5. Facchinetti A. Rolling stock dynamic evaluation by means of laboratory tests / A. Facchinetti, S. Bruni, W. H. Zhang // *International Journal of Railway Technology*. — № 2. — 2013. — P. 99 – 123.
6. Kalivoda J. Roller Rig Tests with Active Stabilization of a Two-Axle Bogie / J. Kalivoda, P. Bauer // *Proceedings of the Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance*. — 2016. — P. 96.

НА ПІВДЕННІЙ МАГІСТРАЛІ СУТТЄВО УДОСКОНАЛИЛИ ПРОЦЕС РЕМОНТУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

У вагонному депо Харків-Сортувальний регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» провели значний обсяг робіт з удосконалення процесу ремонту ходової частини вантажного вагону, що принесло значний економічний ефект та подовжило термін експлуатації деталей.

Загалом 2016 рік для фахівців вагонного депо Харків-Сортувальний став роком плідних раціоналізаторських розробок та впроваджень. Так, залізничники змістовно вдосконалили фрезерувальне устаткування з метою досягнення в ремонті вагонного обладнання замкнутого циклу. Крім того, спеціалісти вагонного господарства розпочали модернізацію багатьох ланок виробництва. Зокрема, опанували відновлення в умовах депо під'ятника, а згодом і п'ятника, від справності яких залежить не лише безпека руху, а й ступінь зношування деталей.

Також у вагонному депо Харків-Сортувальний відкрили відділення для наплавлення зношених букс та модернізували фрезерувальне устаткування для оброблення похилих площин надресорних балок. Модернізація полягала фактично у докорінній зміні роботи низки вузлів та агрегатів даного устаткування. Якщо раніше зношені похилі площини балок відновлювали шляхом наплавлення спеціальних пластин, то тепер здійснюють порошкове наплавлення, яке є значно якіснішим та дешевшим.

Наразі спеціалісти депо працюють над удосконаленням верстату, який, швидко й бездоганно оброблятиме щелепні отвори бокової рами візків вагону.

За матеріалами регіональної філії «Південна залізниця»

REFERENCES

1. Pshinko, O. M. & Myamlin, S. (2011). Naukove suprovodzhennja rozvytku zaliznychnoi' galuzi ta pidgotovka kadriv Dnipropetrovs'kym nacional'nym universytetom zaliznychnogo transportu imeni akademika V. Lazarjana. Car fleet, 7, 56-59. (in Ukrainian)
2. Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., & Shvets, A. (2010). Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties. Mechanika 2010: Proc. of 15th Intern. Conf., 325-328. (in English)
3. Kalivoda, J. Roller rig testing at the Czech technical university / J. Kalivoda, P. Bauer // Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 4 (64). – 2016. – С. 125-133.
4. Kalivoda, J. Mechatronic Bogie for Roller Rig Tests / J. Kalivoda, P. Bauer // The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks: Proceedings of the 24th Symposium of the International Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015), Graz, Austria, 17-21 August 2015. – 2015. – P. 899-900.
5. Facchinetti, A. Rolling stock dynamic evaluation by means of laboratory tests / A. Facchinetti, S. Bruni, W. H. Zhang // International Journal of Railway Technology. – № 2. – 2013. – P. 99-123.
6. Kalivoda, J. Roller Rig Tests with Active Stabilization of a Two-Axle Bogie / J. Kalivoda, P. Bauer // Proceedings of the Third International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance. – 2016. – Paper 96. – 13 p.