

Техніка та технології

РУХОМИЙ СКЛАД

УДК 629.4.027.118

Ю.В. ДЬОМІН, д-р техн. наук (ДЕТУТ), ГЖЕГОЖ ЛЯСКО, магістр (Гірничо-металургійна академія, Краків), Ю.В. ТЕРЕЩАК, магістр (Льв. філія ДНУЗТ)

Дослідження напружено-деформованого стану пружинистих втулок розсувних колісних пар

Ключові слова: система SUW2000, блокувальний механізм, пружинисті втулки, міцнісні розрахунки, натурні випробування.

В блокувальному механізмі розсувної колісної пари системи SUW2000

пружиниста втулка цангового типу служить для фіксованого утримування колеса на осі (рис. 1), здійснюючи

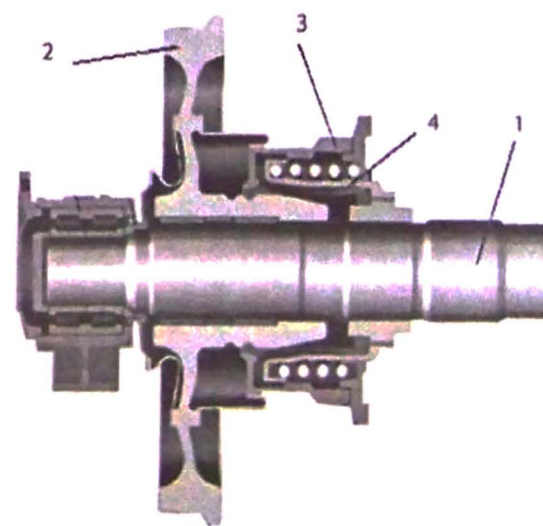


Рис. 1. Елементи розсувної колісної пари: 1 – вісь; 2 – коесо; 3 – механізм блокування; 4 – пружиниста втулка.

таким чином зв'язок між цими елементами і сприймаючи в експлуатаційних умовах динамічні навантаження. У період експериментальної експ-

© Ю.В. Дьомін, Гжегож Ляско, Ю.В. Терещак, 2008.

дуатації вагонів на візках типу 25AN/S з розсувними колісними парами системи SUW2000 відмічались випадки відлому окремих сегментів пружинистих втулок. Виключення з роботи декількох сегментів мало впливає на несучу здатність сполучення колесо-вісь, проте відламані сегменти являють собою реальну перешкоду нормальному процесу переведення коліс з однієї позиції в іншу при переході розсувної колісної пари через колісперевідний пристрій.

За результатами попередніх досліджень було визначено, що на втомну міцність пружинистої втулки головним чином впливають обвідні динамічні навантаження через відкриття зазорів в кулачкових муфтах, які поєднують колеса з віссю при взаємних поворотах. За експертним висновком науковців Варшавської політехніки, ДЕТУТ, ДНДЦ УЗ і ДНУЗТ в конструкцію пружинистої втулки було внесено зміни з метою підвищення її втомного опору. Втулка нової конструкції має 40 сегментів зміненої конфігурації замість 32-х як у існуючій. Крім того, удосконалено технологію виготовлення нових втулок. Для уникнення неконтрольованих переміщень будь-якого сегмента у разі його зламу, поверхні втулки від кореневого перерізу сегментів майже на третину суцільно завулканізовано гумою (рис. 2). Нанесення гумового покриття має також забезпечити демпфірування вібрацій сегментів.

Для визначення переваг пружинистої втулки нової конструкції та прийняття рішення щодо можливості її подальшого використання для оснащення розсувних колісних пар польською фірмою RCC NOVA за участю українських фахівців були проведені випробування втулок обох типів в експлуатаційних умовах. Випробування проводились відповідно до положень програми та методики, затверджених Укрзалізницею. За програмним завданням належало одночасно визначати характеристики напружено-деформованого стану пружинистих втулок існуючої та нової конструкції. Щоб забезпечити однаковий характер зовнішніх впливів, втулки обох конструкцій були встановлені на одній і тій же колісній парі.

У якості обумовлених показників для порівняльних оцінок прийнято значення деформацій та прискорень елементів втулки. Для визначення місць, де виникають найбільші деформації в результаті дії обвідних і раді-

альних сил, використані результати розрахунку характеристик міцності втулки методом кінцевих елементів у середовищі Патран. На рис. 3 показано розподіл напружень в сегменті втулки нової конструкції, які отримано за результатами міцнісних розрахунків. Аналогічні розрахунки були виконані для втулки існуючої конструкції.

За даними кінцевоелементного аналізу були вибрані місця для розміщення тензометричних датчиків. На рис. 4



Рис. 2. Пружиниста втулка нової конструкції.



Рис. 3. Результати розрахунків НДС сегменту втулки нової конструкції при дії: а — обвідної сили величиною 80 Н; б — радіальної сили величиною 75 Н.

представлено схему розміщення тензодатчиків на сегменті втулки нової конструкції. Таким же чином розміщувались тензometri на сегменті існуючої конструкції. Тензometri Т1 призначено для вимірювань деформацій, що викликаються дією на сегмент радіальних сил. Тензometri Т2 та Т3 чутливі до дії обвідних сил. Слід зауважити, що монтаж останніх не відповідає повністю місцям появи максимальних напружень в сегменті нової втулки через неможливість наклеїти



Рис. 4. Розміщення тензодатчиків на елементах пружинистої втулки.

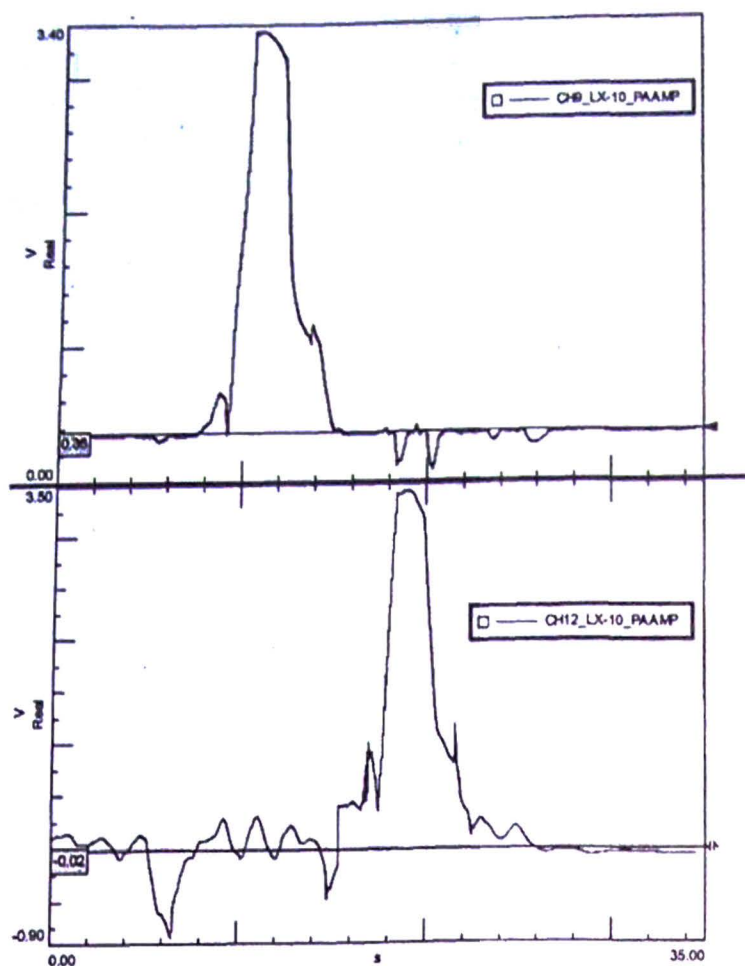


Рис. 5. Деформації, виміряні тензометрами Т1 (нова втулка) та Т4 (існуюча втулка) під час переходу вагона через колісперевідний пристрій з колії 1435 мм на колію 1520 мм.

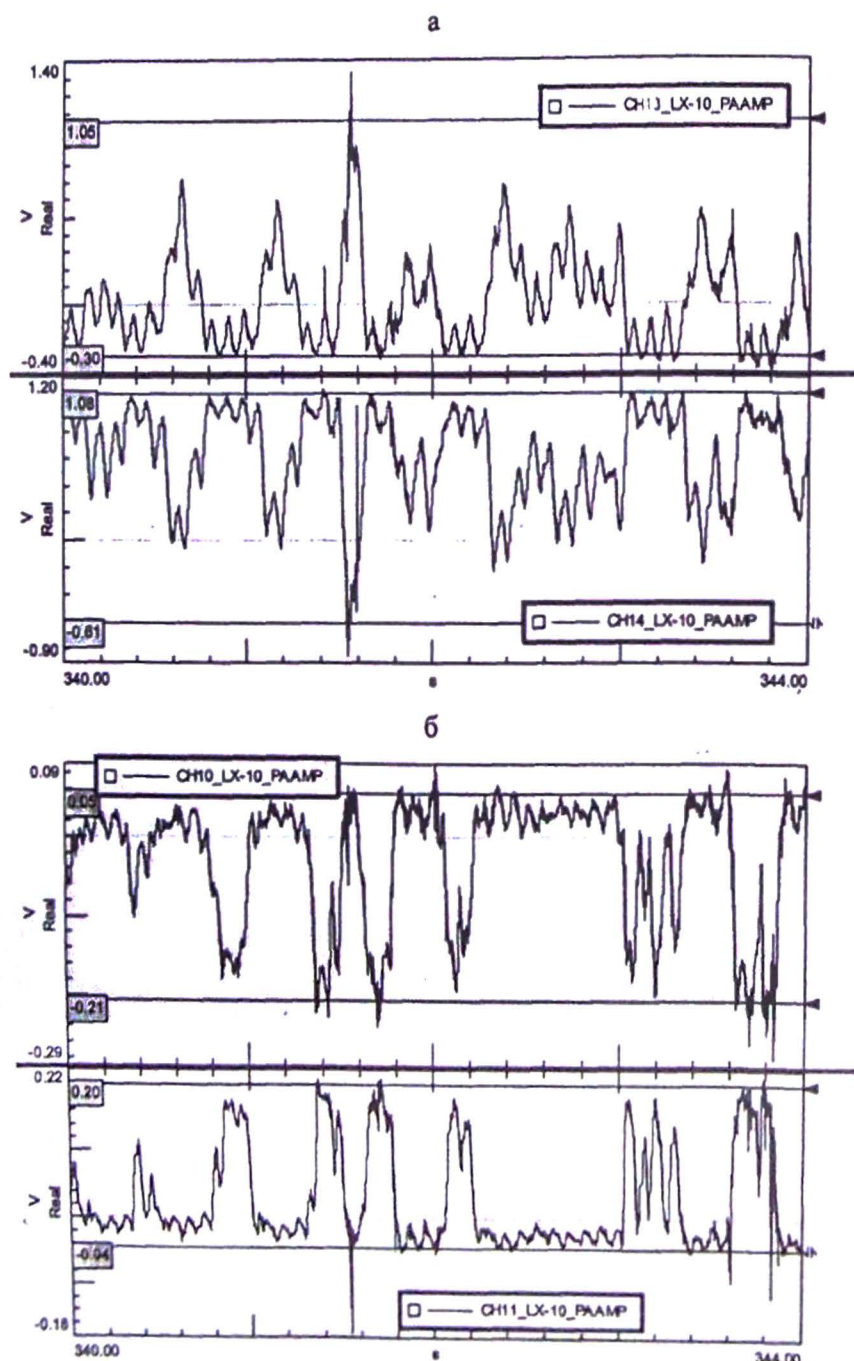


Рис. 6. Деформації, виміряні тензометрами Т2, Т3 (а) та Т5, Т6 (б) під час руху дослідного вагона колією 1435 мм зі швидкістю 125 км/год.

їх безпосередньо в цих місцях. Через це в місцях, обраних для монтажу, очікувані напруження менше приблизно на 30 % від максимальних в зонах концентрації на краях сегменту. Тому при проведенні аналізу з метою оцінки дійсних значень напружень, які виникають в місцях їх максимальної концентрації під час роботи колісної пари, отримані результати вимірювань належить помножити на коефіцієнт 1,3.

Крім тензOMETричних датчиків на втулках були встановлені датчики прискорень (акселерометри), за допомогою яких визначався рівень вібрацій, а також обчислювалася швидкість руху вагона.

Використовуване у випробуваннях вимірювальне устаткування – це восьмиканальна модель МТ32 фірми КМТ Kraus Messtechnik GmbH (Німеччина). З огляду на те, що вимірювання необхідно було виконувати на елементах, які обертаються, застосовано бездротову передачу даних від тензOMETричних датчиків, а також датчиків прискорень до прийомного блоку апаратури. Апаратура МТ32 дозволяє здійснювати кондиціонування сигналів від датчиків, завдання, прийом, а також їх посилення.

Випробування проводились як на колісперевідному пристрої, так і під час прямування маршрутами: Познань-Варшава (на колії 1435 мм) та Львів-Київ (на колії 1520 мм). При випробуваннях на колісперевідному пристрої перехід дослідного вагона здійснювався як з колії 1435 мм на колію 1520 мм, так і в зворотному напрямку. Серія дослідів складала не менше 6 переходів. Під час руху за маршрутом прямування реєстрація вимірюваних величин проводилася при фіксованих значеннях швидкості.

На рис. 5...8 представлено приклади записів змін в часі електричних аналогів деформацій, виміряних в елементах втулок під час переходу дослідним вагоном через колісперевідний пристрій та під час руху колією 1435 мм і колією 1520 мм. Тут канали записів відповідають номерам точок вимірювань наступним чином: CH9 – Т1; CH10 – Т2; CH11 – Т3; CH12 – Т4; CH13 – Т5; CH14 – Т6. З аналізу

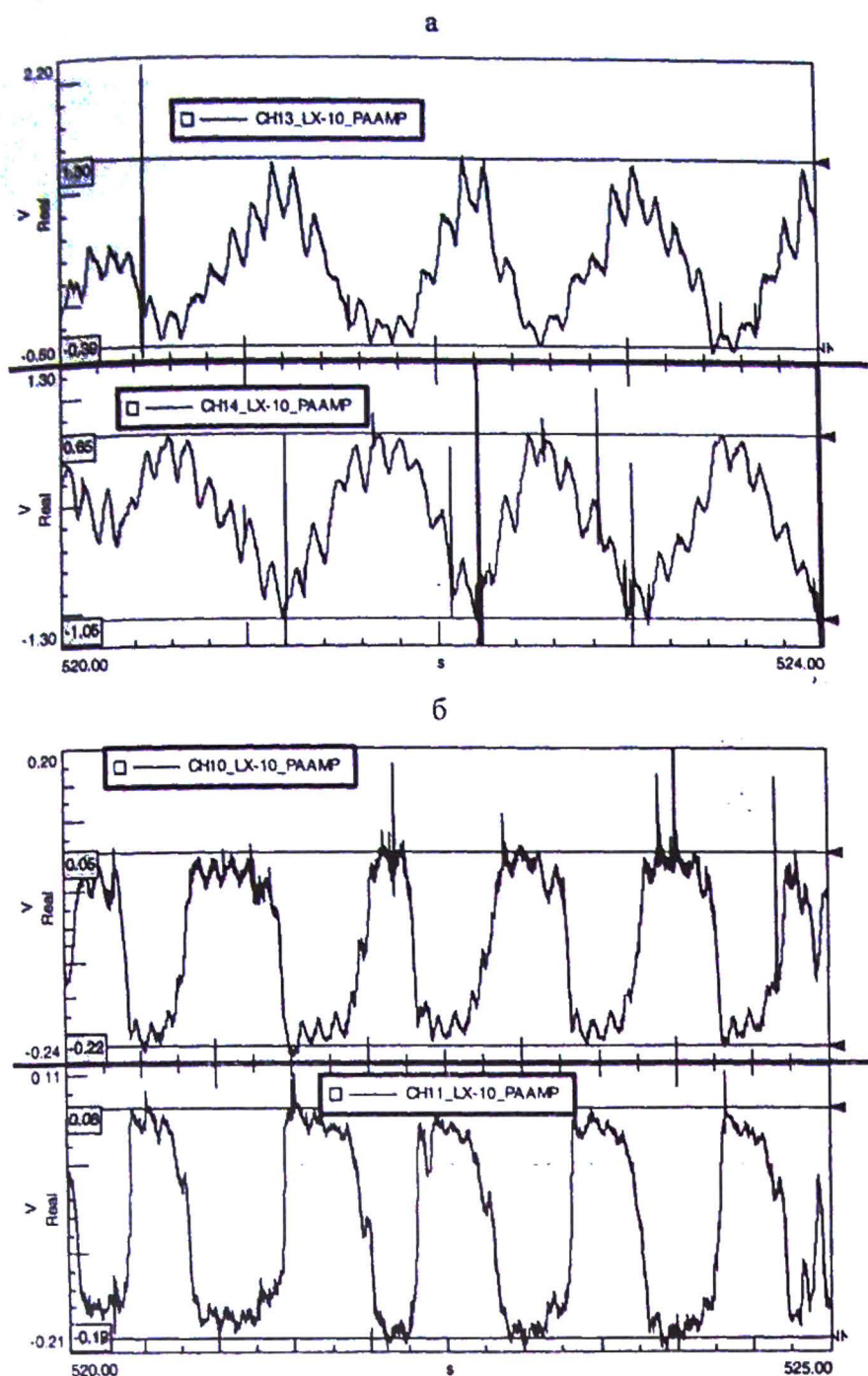


Рис. 7. Деформації, виміряні тензOMETрами T2, T3 (а) та T5, T6 (б) під час руху дослідного вагона колією 1520 мм зі швидкістю 100 км/год.

вимірювань не було встановлено однозначності впливу швидкості руху на рівень деформацій елементів пружинистих втулок.

На підставі результатів записів напруження визначались за наступною залежністю: $\varepsilon = X/G$, де ε — деформація; X — результати виміру, В; $G=2040$ — підсилення тензOMETричним модулем обладнання КМТ з урахуванням постійної для тензOMETрів, які використовувались.

Обробка даних дослідних вимірювань проводилась за допомогою устаткування, а також програмного забезпечення фірми LMS International — TestLab. Це програмне забезпечення дозволяє записувати результати вимірювань, а також зчитувати дані у вигляді графіків із зображенням шкал.

За результатами обробки дослідних даних щодо деформацій оцінювались

значення напружень відповідно до залежності: $\sigma = \varepsilon E$, де σ — напруження; ε — деформація; E — модуль Юнга. Узагальнені дані щодо отриманих максимальних значень напружень в елементах випробуваних втулок наведено в таблиці.

На підставі отриманих результатів порівняльних досліджень напружено-деформованого стану пружинистих втулок різних конструкцій складено наступні висновки.

1. Найбільші напруження, які виникають в сегментах пружинистої втулки при переході розсувної колі-

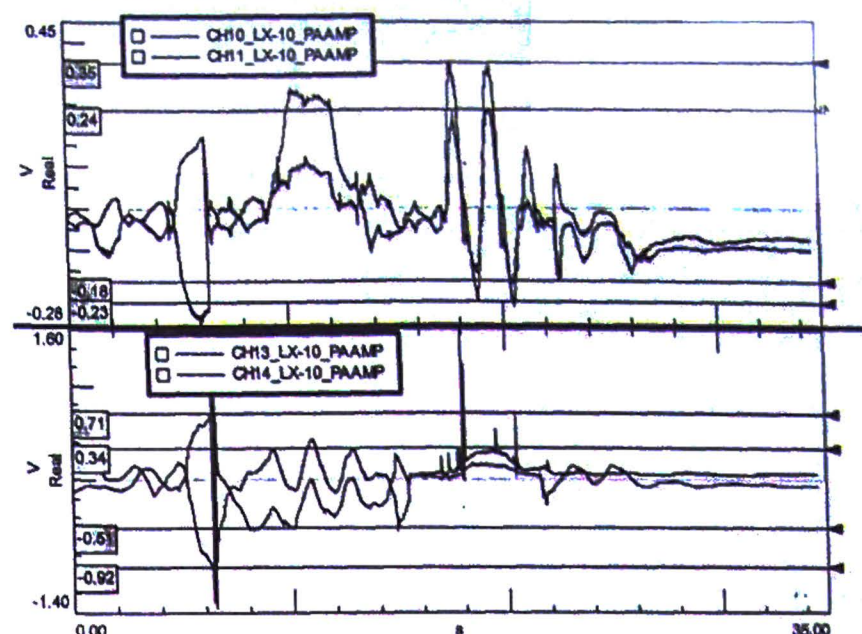


Рис. 8. Деформації, виміряні тензOMETрами T2, T3 (нова втулка) та T5, T6 (існуюча втулка) під час переходу вагона через колісперевідний пристрій з колії 1435 мм на колію 1520 мм.

сної пари через колісперевідний пристрій, для нової втулки дещо нижчі, ніж для існуючої. Оскільки за кожний повний рейс поїзд міжнародного сполучення тільки двічі переходить через колісперевідний пристрій, то цей режим не є визначальним з точки зору розвитку втомних явищ в елементах блокувального механізму.

2. Багатоциклові навантаження блокувального механізму розсувних колісних пар під час руху коліями різного стандарту характеризуються суттєво меншими напруженнями, що виникають в сегментах нової втулки, у порівнянні з напруженнями в сегментах втулки існуючої конструкції. Різниця за рівнями напружень досягає 4—5 разів. Це свідчить про значно поліпшену несучу здатність нової втулки через особливості її конструкційного виконання у порівнянні з існуючою втулкою.

3. Результатами досліджень доведено суттєві переваги пружинистої втулки нової конструкції перед існуючою, що дозволяє рекомендувати її для використання в блокувальному механізмі розсувних колісних пар системи SUW2000.

Надійшла до редакції 20.03.08.

Конструкція пружинистої втулки	Найбільші напруження в сегментах втулок, МПа			
	на колісперевідному пристрої		на маршрутах слідування	
	перехід 1435/1520 мм	перехід 1520/1435 мм	Познань-Варшава	Львів-Київ
нова	320 (T1)	320 (T1)	29 (T2, T3) × 1,3 = 38	40 (T2, T3) × 1,3 = 52
існуюча	364 (T4)	365 (T4)	190 (T5, T6)	200 (T5, T6)