

закриття, знаходження на території країн з якими не підтримуються торгівельні відносини.

У цьому випадку частина деталей замінюється аналогами, частина виготовляється самостійно або по замовленням на інших підприємствах. Разом з тим найбільшою проблемою є виготовлення нестандартних деталей складної форми. Проблемою при цьому є відсутність креслень.

Впровадження пристроїв 3D-сканування спрощує вирішення цього питання.

Дуже перспективним у цьому випадку є також використання 3D принтерів. Деталі можуть бути роздруковані після та сканування обробки моделей з внесенням необхідних виправлень. Розвиток сучасних технологій дозволяє друк на 3D принтерах деталей за широким спектром матеріалів та розмірів.

Слід відмітити, що 3D сканування поки що має і недоліки:

- велика вартість 3D сканерів;
- кропіткий процес оброблення та доведення до ладу 3D-моделей, особливо у великих деталей та тих, що зазнали значних пошкоджень.

Разом з тим є дуже значні переваги:

- відсутність «людського фактору» у процесі вимірювання, що зменшує ризик похибки;
- висока точність та швидкість вимірювань;
- отримання за результатами вимірювань 3D-моделі, що дає змогу використати її для отримання креслень, проведення розрахунків, друку потрібної кількості деталей на 3D принтері та зберіганні у електронному вигляді.

Впровадження сучасних засобів 3D сканування та друку дозволить підприємствам України зробити значний крок у підвищенні якості та точності вимірювань, зменшити простой в роботі пов'язані з виходом з ладу обладнання.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЛЬМОВИХ СИСТЕМ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Ловська А. О., Равлюк В. Г.

Український державний університет залізничного транспорту

*Alyona Lovska, Vasyl Ravlyuk. Investigation of the technical condition of brake systems of trucks of freight wagons under the conditions of operation.*

*Summary.* The main and additional stages of production research were carried out on the accumulation of statistical data on the presence of defective parts of the brake subsystem of freight wagons. The main stage of the research includes the wagons of JSC "Ukrzaliznytsia", and the additional - the own fleet of a private industrial enterprise. From the analysis of the technical condition of the brake subsystems of various types of freight cars, which were examined in operating conditions, it can be concluded that wedge-dual wear of brake pads in freight cars is always in the forefront.

Відомості, що висвітлюють безпеку руху у Департаменті вагонного господарства (ЦВ) АТ «Укрзалізниця», свідчать про те, що механічне обладнання гальмових важільних передач (ГВП) візків вантажних вагонів стало занадто вразливим в сучасних умовах експлуатації, які характеризуються підвищенням швидкостей руху та збільшенням осьового навантаження. Для виявлення слабких місць в конструкції гальмових систем візків, проведено основний та додатковий етапи досліджень.

До основного етапу досліджень віднесено огляд вантажних вагонів, які обстежувалися на сортувальних станціях регіональних філій АТ «Укрзалізниця». Це були вагони різних типів, які належали до різних держав, й побудовані в різні роки. За

результатами проведення основного етапу досліджень було обстежено 5752 гальмові системи візків вантажних вагонів.

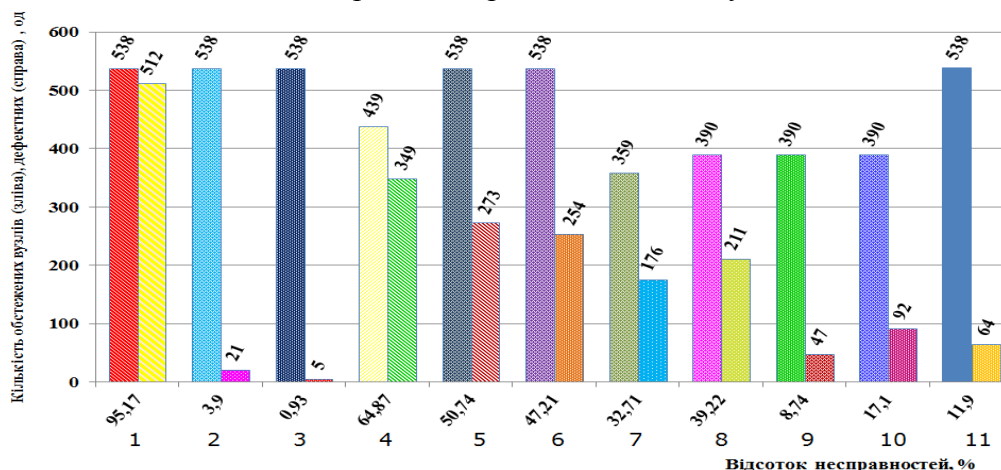
Додатковий етап досліджень, полягав у тому, що виробничі обстеження, проводилися окремо для власного парку критих вагонів і вагонів-хопер для перевезення цементу, відокремлених від державного вагонного парку України, що є приписані до приватного акціонерного товариства (ПАТ) «Івано-Франківськцемент». На відміну від вагонів АТ «Укрзалізниця», власні вагони прямували за постійним маршрутом (протяжністю 1173 км) від станції «Ямниця» регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця» до станції «Основа» регіональної філії «Південна залізниця» АТ «Укрзалізниця», відповідно до передбачених договорів щодо поставок.

Слід підкреслити, що маршрут дослідних вагонів був незмінний протягом обстеження гальмових систем, адже вони працювали в однакових експлуатаційних умовах. Так само необхідно зазначити, що коефіцієнт порожнього пробігу власних вагонів склав 50%. У ході досліджень було обстежено механічні гальмові системи візків у 538 вагонів-хоперів для перевезення цементу та у 214 критих вагонів.

Для завантажених вагонів потягу натискання колодок на колеса відповідало максимально можливому значенню  $K_{\max} = 70$  кН. Для порожніх вагонів потягу натискання колодок на колеса знижувалося до  $K_{\text{пор}} = 35$  кН.

Такий підхід обрано для того, щоб отримати можливість відстежити вплив часу експлуатації (пробіг) «контрольних» вантажних вагонів власного парку, працюючих в «ідеальних» умовах, та дослідити знос їх гальмових колодок і порівняти дані з аналогічними процесами, що в поточному режимі накопичувалися при огляді таких же гальмових систем вагонів АТ «Укрзалізниця», які працюють в більш важких умовах експлуатації — їх реально використовують з максимально можливою вантажопідйомністю на усіх регіональних філіях АТ «Укрзалізниця».

На гістограмі (рисунок 1) наведено результати виконаних досліджень 538 гальмових підсистем вагонів-хоперів для перевезення цементу.



1- клинодуальний знос колодок; 2 - клиномоністичний знос колодок; 3 -рівномірний знос колодок; 4 - несправність пристрою рівномірного зносу колодок; 5 - відведення колодки від колеса до 5 мм; 6 - відведення колодки від колеса більше 8 мм; 7 - зношеність шарнірних з'єднань підвіски; 8 - пошкодження кріплення гальмового башмака на цапфі триангеля; 9 - тріщина (відкол) у гальмовому башмаку; 10 - порушення кріплення колодки у башмаку; 11 - наволочування металу на колодку й її розлом за виїмкою

Рисунок 1. Гістограма порівняльної кількості обстежених і виявлених з дефектами вузлів і деталей гальмової підсистеми візків вагонів-хоперів для перевезення цементу

Всі оглянуті вагони-хопери для перевезення цементу були обладнані пристроями для рівномірного зносу колодок у вигляді скоби з замком. Однак, рівномірно зношених гальмових колодок виявлено не було через несправність замка і деформацію і розтягнення скоби. З гістограми видно, що технічний стан механічних гальмових підсистем обстежених вагонів-хоперів виявився на 95,17 % незадовільним.

Із аналізу технічного стану гальмових підсистем різних типів вантажних вагонів, які знаходяться у власності як АТ «Укрзалізниця», так і АТ «Івано-Франківськцемент» й були обстежені в умовах експлуатації, можна зробити висновок, що у механічних гальмових системах вагонів майже завжди посідають передові позиції такі несправності, як клинодуальний знос гальмових колодок, величина зазору між колодками і колесами при попуцених гальмах не відповідає нормативному значенню, пошкоджена скоба і замок пристрою нерівномірного відведення гальмових колодок та ін.

Серед встановлених причин найбільш масовим є клинодуальний знос гальмових колодок, причиною якого, як відомо, є недостатнє відведення колодок від поверхонь кочення коліс через малонадійну роботу пристроїв рівномірного зносу колодок, які не виконують свою основну функцію або взагалі є непрацездатними.

Виходячи з вищенаведеного доцільна розробка інноваційного, надійного пристрою для рівномірного відведення гальмових колодок, який забезпечить можливість ліквідувати ненормативний знос колодок у процесі експлуатації вантажних вагонів.

## НАПРУЖЕНИЙ СТАН ТАВРОВОГО ЗВАРНОГО ШВА

Распорский А. В., Шикун О. А., Рейдемейстер О. Г.  
Український державний університет науки і технологій

*Rasporskyi Andrii, Shykunov Oleksandr, Reidemeister Alexei Stress State of the T-shaped welded.*

**Summary.** *Multivariate calculations of the stress-strain state of the T-shaped welded joint were carried out using two models — a shell one without a seam and a 3d one with a seam. On the basis of their results, expressions were obtained that allow to determine the stress in the weld seams depending on the stress in the surrounding elements of the structure and to evaluate the strength of the seams based on the results of finite-element modeling of the stress-strain state of structures by shell models.*

В кузовах вагонів широко використовують зварні з'єднання, які значною мірою визначають міцність конструкції в цілому, оскільки вони є концентраторами напружень та місцями, де зароджуються втомні тріщини. Розрахункова оцінка міцності зварних швів в таких великих конструкціях, як кузова вагонів, суттєво ускладнена через значну відмінність масштабів, адже елементи кузовів мають характерні розміри від кількох десятків міліметрів (поперечні розміри балок) до кількох метрів (їх довжина), при тому, що характерний розмір перерізу шва — кілька міліметрів, внаслідок чого не вдається ввести шви в скінченно-елементну модель (принаймні, зробити це достатньо просто та ефективно). Положення речей погіршує також та обставина, що для моделювання елементів кузова (полиці та стінки балок, обшивка) використовують пласкі (оболонкові) скінченні елементи, а для представлення шва потрібні об'ємні. Залишаються або аналітичні методи, в яких приймають, що напруження розподілені по шву рівномірно, та визначають їх, використовуючи елементарні вирази опору матеріалів (навантаження при цьому можна взяти зі скінченно-елементної моделі або, у випадку спрощених розрахункових схем, розрахувати аналітично), або застосування коефіцієнтів концентрації до розрахункових напружень, що отримані за допомогою скінченно-елементних моделей без швів. Головний недолік таких підходів — значна похибка, що виникає через