

здійснюватися за рахунок диференційованого гальмування або перерозподілу моментів між колесами, що дозволяє зменшити ризик втрати стійкості [6].

Перелік посилань

1. Grushkovskaya, V.V. & Zuyev, Alexander. (2019). Stabilization of underactuated nonlinear systems to non - feasible curves. PAMM. 19. 10.1002/pamm.201900160.
2. Микитченко В.В., Паянок О.А. Система стабілізації швидкості транспортного засобу на базі мотор-колес. *Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)* : Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців : тези доповідей, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 22.06.2023 р.
3. Подригало М., Гармаш В., Горєлишев О., Баулін Д., Яровой Г., Сидоренко І. Поліпшення маневреності колісного транспортного засобу шляхом вдосконалення способу управління поворотом. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР*. 2023. 1. 68–75. doi: 10.20998/2079-0775.2023.1.07.
4. Шістеров І. Ю. Графова модель керування рухом безпілотного транспортного засобу : пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському) рівні, спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія. Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. Харків, 2024. 64 с.
5. Теряєв В.І., Желінський М.М., Приймак Б.І., Зайченко О.А. Стабілізація системи електромагнітного підвішування методами модального керування та спостереження стану. Електромеханічне перетворення енергії. 2025. 4. doi: <https://doi.org/10.15407/techned2025.04.062>
6. Алгоритм динамічної стабілізації курсового кута транспортного засобу при гальмуванні / В. Волков, І. Грицук, Т. Волкова та ін. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2021. 1. 33-44.

МЕТРОЛОГІЧНЕ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ РУХОМОГО СКЛАДУ

канд. техн. наук, доцент Комарова Ганна Леонідівна
здобувач Крушельницький Захар Володимирович
здобувач Ковальова Маргарита Сергіївна
здобувач Гордієнко Владислав Віталійович
Український державний університет залізничного транспорту

Ефективна експлуатація залізничного транспорту в сучасних умовах безпосередньо пов'язана з розробкою та впровадженням прогресивних

методів відновлення зношених деталей. Широке застосування технологій наплавлення, напилення та механічного зміцнення дозволяє значно подовжити ресурс вузлів, проте потребує суворого дотримання метрологічних норм для гарантування їхньої експлуатаційної надійності. Забезпечення якості відновлених вузлів, зокрема шийок осей колісних пар та валів тягових двигунів, базується на системному підході до контролю на всіх етапах ремонтного циклу, що відповідає сучасним вимогам до систем управління якістю [1].

Якість виробу закладається на етапі проектування, проте для залізничного транспорту вирішальним є етап відновлення під час технічного обслуговування. Місце контролю в загальній структурі існування деталі визначає її подальший ресурс. На рисунку 1 подано структуру контролю як ключового елемента безпеки та довговічності технічних систем.

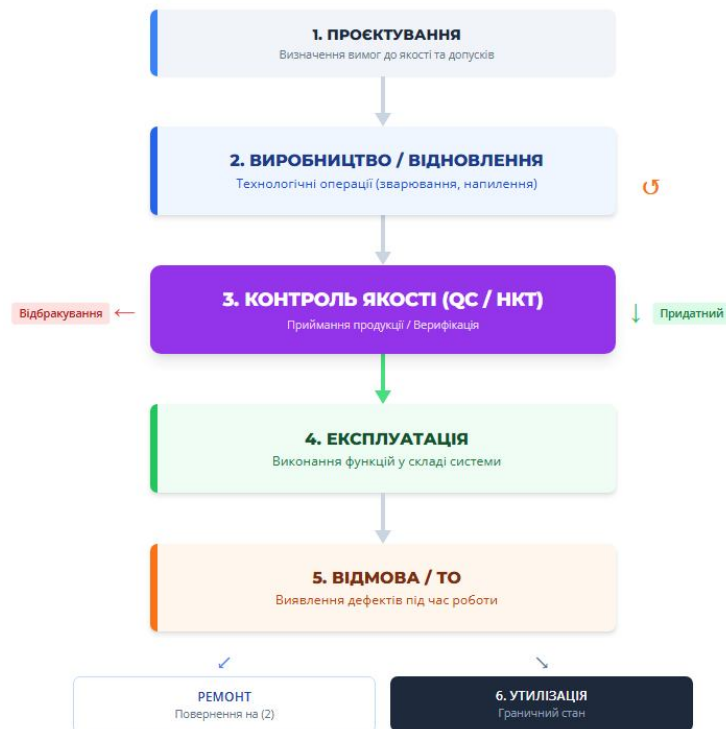


Рисунок 1 – Узагальнена схема життєвого циклу технічного елемента та місце контролю

Представлена модель демонструє, що етап технічного контролю є детермінуючою ланкою між процесом відновлення та поверненням об'єкта в експлуатацію. Метрологічне підтвердження параметрів на даному етапі дозволяє запобігти розвитку втомних пошкоджень, оскільки будь-яка невідповідність, допущена під час ремонту, стає концентратором напружень у майбутньому. Особливої ваги це набуває при використанні наноструктурованих матеріалів у транспортних технологіях, де контроль

функціональних параметрів вимагає спеціалізованого метрологічного забезпечення [2].

Процес відновлення характеризується високою ймовірністю виникнення специфічних технологічних дефектів. Аналіз відмов рухомого складу свідчить, що основними чинниками зниження експлуатаційного ресурсу є температурні деформації та порушення мікрогеометрії поверхонь. Дослідження підтверджують, що параметри шорсткості чинять визначальний вплив на умови тертя та інтенсивність зносу деталей, особливо тих, що виготовлені з високоміцних чавунів [3]. Результати ідентифікації типових технологічних дефектів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Класифікація технологічних дефектів та механізми їх попередження

Назва дефекту	Технологічний чинник утворення	Наслідки для експлуатаційної надійності	Заходи метрологічного та технологічного контролю
Термічні мікротріщини	Порушення швидкості нагріву/охолодження	Ініціювання втомного руйнування матеріалу	Автоматизований пірометричний моніторинг зони обробки
Недостатня адгезія	Невідповідність параметрів шорсткості підкладки	Відшарування зміцненого шару під навантаженням	Контроль параметрів шорсткості та чистоти поверхні
Відхилення геометричної форми	Похибки базування або знос різального інструменту	Порушення умов посадки, інтенсифікація вібрацій	Застосування каліброваних ЗВТ та атестація обладнання
Зміна мікроструктури	Недотримання параметрів кристалізації наплаву	Неоднорідність твердості та прискорений знос	Інструментальний контроль режимів енергопідводу

Аналіз представлених даних свідчить про метрологічну природу більшості відхилень, що виникають у процесі реновації. Зокрема, термічні дефекти та невідповідність мікрорельєфу поверхні є наслідком некерованих технологічних циклів. Це зумовлює необхідність впровадження систем безперервного моніторингу параметрів середовища та інструментального контролю шорсткості безпосередньо у робочій зоні.

Для стабілізації якісних показників на ремонтних підприємствах залізничної галузі доцільним є перехід до управління на основі стандартизованих процедур оцінки відповідності. Фундаментальну роль у забезпеченні достовірності діагностики відіграє метрологічне підтвердження придатності вимірювальних систем. Впровадження стандартних операційних процедур (СОП) дозволяє мінімізувати вплив суб'єктивних чинників, що є

критично важливим при неруйнівному контролі вузлів зі складною структурою відновленого шару.

Вдосконалення метрологічного забезпечення та жорстка регламентація технологічних операцій є обов'язковими умовами підвищення якості ремонту рухомого складу. Впровадження системного підходу до контролю відновлених деталей забезпечує підвищення достовірності оцінки технічного стану вузлів за рахунок мінімізації похибок вимірювання та врахування впливу мікрогеометрії поверхні на триботехнічні характеристики елементів. Завдяки ранньому виявленню латентних технологічних дефектів, таких як приховані мікротріщини та зони термічного впливу, досягається зниження імовірності виникнення раптових втомних руйнувань у процесі експлуатації. Застосування науково обґрунтованого прогнозування залишку ресурсу на основі фактичних параметрів якості дозволяє оптимізувати міжремонтні інтервали. Практична реалізація розроблених рекомендацій та дотримання вимог стандартів управління якістю створюють підґрунтя для гарантування безпеки руху поїздів за одночасного підвищення економічної ефективності роботи залізничного транспорту в умовах дефіциту комплектуючих.

Перелік посилань

1. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT) : ДСТУ ISO 9001:2015. — [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 22 с. (Національний стандарт України).
2. Метрологічне забезпечення контролю функціональних параметрів наноструктурованих матеріалів для інтелектуальних транспортних технологій / Е. С. Геворкян та ін. // Прогресивні технології засобів транспорту : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (Харків, 03–04 груд. 2025 р.). Харків : УкрДУЗТ, 2025.
3. Вплив параметрів шорсткості на умови тертя і зносу деталей високоміцного чавуну / Н. Лалазарова та ін. // Scientific Progress: Theories, Applications and Global Impact : proc. of the 3rd Intern. Sci. And Pract. Conf. (Braga, Portugal, March 2–4, 2026). Braga : European Open ScienceSpace, 2026. С. 293–296. doi: 10.70286/EOSS-02.03.2026.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ ГОТОВНОСТІ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РЕГЛАМЕНТІВ

д-р техн. наук, професор Коробко Андрій Іванович
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Введення в дію технічних регламентів на вимоги до продукції передбачає формування випробувальних лабораторій, що будуть виконувати