

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-506-8-50>

ABOUT NECESSITY OF LOCAL LASER STRENGTHENING OF THE TREAD OF RAILWAY WHEELS

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ЛОКАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНІ КОВЗАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС

Gubenko S.I.,

DSc (Engineering), Professor, Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the National Academy of Sciences of Ukraine; Ukrainian State University of Science and Technologies: ESI Prydniprovskia Academia of Civil Engineering and Architecture, Dnipro, Ukraine

Губенко С.І.,

д.т.н., професор, с.н.с., Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова Національної академії наук України; Український державний університет науки і технологій: ННІ Придніпровська академія будівництва та архітектури, м. Дніпро, Україна

Parusov E.V.,

DSc (Engineering), Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Парусов Е.В.,

д.т.н., с.н.с., Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова Національної академії наук України, м. Дніпро, Україна

Chuiko I.M.,

PhD (Engineering), Senior Researcher, Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Чуйко І.М.,

к.т.н., с.н.с., Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова Національної академії наук України, м. Дніпро, Україна

Parusov O.V.,

PhD (Engineering), Senior Researcher, Iron and Steel Institute of Z.I. Nekrasov of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Парусов О.В.,

к.т.н., с.н.с., Інститут чорної металургії імені З.І. Некрасова Національної академії наук України, м. Дніпро, Україна

Актуальність проблеми. Залізничне колесо служить опорою екіпажу, елементом, що спрямовує при русі і гальмівним барабаном. Кожен з його елементів (обід, диск, маточина) має свої функції і відчуває властиві йому напруження. При експлуатації колесо знаходиться в складному напруженому стані, який визначається системою контактних, динамічних, теплових і циклічних напружень [1]. Динамічні напруження виникають від тиску колеса при його ковзанні по рейці, навантаження при ударах у місцях стиків рейок і ін. Контактні напруження обумовлені взаємодією колеса з рейкою і гальмівними колодками, коли виникають дотичні напруження і напруження від тепла тертя при гальмуванні. Теплові напруження, що діють у ободі і диску, є циклічними. У колесі

при експлуатації виникають різного роду ушкодження: знос поверхні ковзання (зміна профілю поверхні ободу по колу ковзання), підріз гребенів, дефекти теплового впливу (повзуни, навари, гальмівні вищербини, термічні тріщини), втомне викришування, тендітні (крихкі) тріщини [2].

Слід зазначити, що були спроби локального зміцнення гребенів коліс за допомогою плазмового впливу з метою боротьби з бічним зносом, у цих роботах була отримана мартенситна структура зони обробки [3]. Крім того, нагрівання від ТВЧ успішно застосовується в залізничних депо при відновленні зношеного профілю поверхні ковзання коліс рейкового транспорту. Найбільш близьким за технічною сутністю і досягається результату до технічного рішення, що є метою даних досліджень, є спосіб термічного зміцнення поверхні ковзання залізничних коліс за допомогою лазерної обробки [4]. Застосування високих технологій зміцнення дозволить поліпшити властивості колісної сталі і підвищити ресурс роботи залізничних коліс.

Мета роботи – вивчення можливості додаткового лазерного зміцнення зони викружки з метою усунення підрізу гребенів.

Матеріали и методи досліджень.

Досліджено зношені колеса різних конструкцій: стандартне колесо з плоскоконічною поверхнею ковзання, що має ухили 1:20 і 1: 7 (колесо 1), а також колесо з комплексно-криволінійною поверхнею ковзання, яке було розроблене в ДМетІ (колесо 2). Хімічний склад колісних сталей: марка 2.

Колеса 1 і 2 пропрацювали понад 5 років під пасажирським потягом. Дослідження проводили за допомогою оптичного мікроскопу “Neophot-31”, а також шляхом рентгеноструктурного аналізу. Для лазерної обробки відбирали зразки колісної сталі (колеса 3 і 4 в табл. 1 виробництва ВАТ ІНТЕРПАЙП НТЗ, колісна сталь марки 2), з ободу, що зазнав попередню термічну обробку (температура нагрівання під гартування 860⁰С, витримка 20 хв, охолодження у воді зі швидкістю 10⁰С / с + відпуск при температурі 520 ⁰С з витримкою 2 ч), а також з диску після гарячої деформації в інтервалі температур 1250 ... 850⁰С (охолодженого на повітрі від температури 850⁰С).

Результати досліджень. На основі дослідження зношених в процесі експлуатації залізничних коліс, що мають різний профіль поверхні ковзання, показано, що протікання інтенсивних пластичних зсувів в умовах дії досить високих контактних напружень умовах експлуатації призводить до інтенсивного зносу в зоні викружки, що може призвести до підрізу гребенів. Встановлено, що за лазерної обробки колісної сталі в режимі імпульсного випромінювання виникає лазерно-загартована зона зі структурою дисперсного мартенсита, яка ідентична «білому шару», що утворюється за умов експлуатації на поверхні ковзання. Дослідження показали, що така структура є несприятливою з точки зору експлуатації.

Показано, що за лазерної обробки в режимі безперервного випромінювання можна отримати мікрокомполітну бейнітну структуру лазерно-зміщеного шару, яка сприятлива для умов експлуатації. При цьому, параметри зміщеного шару, тонкої структури сталі, а також мікротвердість і твердість можна варіювати в певних межах залежно від вихідного стану колісної сталі, а також режиму безперервного лазерного впливу.

На основі порівняльного аналізу показано, що режими лазерної обробки, а також ступінь дисперсності вихідної мікроструктури визначають ефект лазерного зміщення колісної сталі. Запропоновано перспективний режим з потужністю лазерного променя 600 Вт і швидкістю його переміщення 5 ... 15 мм / с, який рекомендовано використовувати особливо у поєднанні з традиційною термічною обробкою. Рекомендовано також проведення локального лазерного зміщення зони викружки в умовах виробництва залізничних коліс після гартування перед відпуском для зменшення термічних напружень. Показано, що підвищення зносостійкості колісної сталі після лазерної обробки свідчить про ефективність застосування зміцнюючої лазерної технології шляхом цілеспрямованого використання внутрішніх резервів структурної пристосованості поверхневих шарів сталі в умовах експлуатації. Обговорені перспективи локальної лазерної обробки викружки з отриманням мікрокомполітної бейнітної структури в режимі безперервного лазерного випромінювання, що дозволить не тільки підвищити зносостійкість поверхні ковзання залізничних коліс, а й знизить ризик підрізу гребенів в процесі експлуатації. Такій обробці можна піддавати як нові залізничні колеса після традиційної термічної обробки, так і використовувати її в залізничних депо під час проведення відновлення зношених профілів поверхні ковзання шляхом переточок.

Перелік використаних джерел

1. Sladkovsky A. Analysis of Stress and Strain in Freight Car Wheels / Sladkovsky A., Yessaulov V., Shmurygin N., Taran Y., Gubenko S. // Computational Method and Experimental Measurements VIII. – Southampton, Boston: Computational Mechanics Publications, 1997. – P.15-24.
2. Taran Y.N., Esaulov V.P., Gubenko S.I. Increase of wear-resistance of railway wheels with different profile of tread // Metallurgical and Mining Industry, 2000. – № 2. – p. 42-44.
3. Петров С.В., Сааков А.Г.. Плазма продуктів згоряння в інженерії поверхні, – К., вид. ТОПС, 2000, 220с.
4. Gubenko S. About the possibility of local laser hardening of the tread of railway wheels. MTM Machines, Technologies, Materials. 2021, v.3, issue 5, p. 266-269.