

ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ДЕФЕКТІВ НА ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС

У статті наведено результати досліджень стосовно виникнення дефектів металу по поверхні кочення залізничних коліс.

В статті приведені результати досліджень стосовно виникнення дефектів металу по поверхні кочення залізничних коліс.

In the article the research results of arising defects of metal on the tread contact surface of railway wheels are presented.

Ходові частини вагона служать опорою екіпажу на колії та забезпечують їх взаємодію в русі. Від конструкції ходових частин значною мірою залежить безпека руху екіпажа і плавність ходу. Ходові частини сучасних вагонів виконані у вигляді двох-, трьох- і чотирьохосових візків. Основними елементами візків являються колісні пари з буксовими вузлами, вузли пружного підвішування з гасителями коливань, вузол опори кузова на візок, гальмівні пристрої і рами візка, яка зв'язує всі ці елементи в одну єдину конструкцію ходової частини.

Колісні пари є основними елементами ходової частини і найбільш відповідальними вузлами рухомого складу. Залізничні колеса виконують наступні функції:

- забезпечення переміщення екіпажа щодо рейок, яке пов'язане із сприйняттям конструкцією колеса значних статичних і динамічних навантажень;

- забезпечення кочення колеса з подовжнім і поперечним прослизанням щодо поверхні рейки в умовах контактного тиску, що може перевищувати межу плинності колісної сталі;

- виконання поверхнею кочення ролі «гальмівного елемента», який піддається нагріванню і охолодженню з високою швидкістю, разом із виникненням складного напруженого стану металу при експлуатації. В місцях контакту з рейкою колесо піддається значним статичним і динамічним навантаженням.

При неухильному зростанні інтенсивності експлуатації залізничного транспорту одночасне підвищення навантаження на вісь колісної пари, разом із зростанням швидкості руху, супроводжується закономірним збільшенням кількості випадків передчасного вилучення коліс і бандажів із експлуатації. На підставі цього, тільки для компенсації вилучених коліс необ-

хідно нарощувати їх виробництво приблизно на рівні 5...10 % на рік. З урахуванням наведеного, стає актуальною проблема підвищення комплексу властивостей і, як наслідок цього, експлуатаційної безпеки залізничного транспорту. Проблема є достатньо складною і залежить від вирішення низки питань, які обумовлюють визначені впливи на рівень експлуатаційної безпеки залізничних коліс.

Різноманітні навантаження на елементи рухомого складу за характером дії в основному підрозділяють на статичні і динамічні. Якщо дію статичного навантаження у більшості випадків можна передбачити, то вплив динамічних навантажень має значно складніший характер. Ще більш непередбачуваний вплив спостерігають при циклічних, знакозмінних навантаженнях [1]. Отже, з метою розуміння системного підходу до класифікації дефектів, що виникають в елементах залізничних коліс під час експлуатації, необхідно окремо розглянути основні процеси структурних перетворень, розвиток яких сприяє виникненню умов зародження осередків руйнування металу.

Формування на поверхні кочення залізничного колеса «Повзуна»

Ковзання (юз) колеса по рейках викликає місцеве стирання з подальшим викришуванням металу по поверхні кочення (рис. 1).

Основними причинами заклинювання колісних пар і утворення повзунів на колесах є:

- несправності гальмових приладів;
- порушення правил регулювання важільної передачі;
- неправильне керування гальмами локомотива;
- гальмування вагона знімним башмаком на сортувальній гірці.

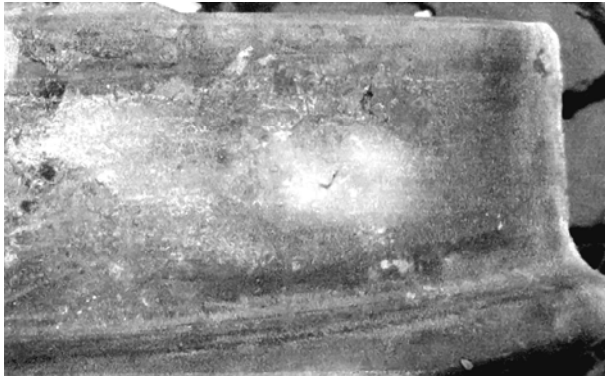


Рис. 1. Вигляд дефекту «Повзун» на поверхні кочення залізничного колеса

Аналіз характеру структурних змін у металі залізничних коліс під час гальмування ілюструє залежність від одночасного або послідовного розвитку декількох складових процесу, при чому їх сумарний вплив у більшості випадків непередбачуваний.

В процесі гальмування, при взаємодії гальмівних колодок з колесом, відносно рівномірний розігрів металу по всій контактній поверхні супроводжується розвитком процесів структурних перетворень з одночасним вирівнюванням по об'єму та зниженням накопичених дефектів кристалічної будови металу. Окрім цього, гальмівні колодки можуть виконувати функції інструменту, який знімає поверхневий шар металу, в тому числі й ділянки з невеликими поверхневими ушкодженнями.

Таким чином, в процесі гальмування вірогідне рівномірне зрізання неоднорідно наклепаного, з можливими поверхневими ушкодженнями, прошарку металу може розглядатися як, свого роду, процес підвищення якості поверхні кочення. Розігрів поверхні сприяє релаксації внутрішніх напружень від залишків наклепаного металу.

В подальшому, при експлуатації залізничного колеса структурні зміни по поверхні кочення будуть мати свій розвиток. Після закінчення етапу гальмування, без зупинки потяга, розігріте колесо з частково знятим прошарком ушкодженого металу в подальшому піддається пластичній деформації з підвищеною температурою розігріву. Коли ступеня розігріву достатньо, відбуваються процеси релаксації внутрішніх напружень на місці. При поступовому зниженні температури послідовно розвиваються процеси рекомбінації дефектів кристалічної будови до приблизно 400 °С, динамічного деформаційного старіння до 350...200 °С. Вони можуть приводити до збільшення міцнісних властивостей при незмінності запасу пластичності, а в деяких

випадках і до підвищення пластичності та опору крихкому руйнуванню [2].

Характер структурних змін при експлуатації залізничного колеса при використанні дискової гальмівної системи декілька відрізняється від змін, що спостерігаються при використанні колодок. Перше, що необхідно відмітити, – це відсутність рівномірного розігріву металу по поверхні кочення. Наклеп металу, що виникає від взаємодії з рейкою, як згадано вище, має дуже високу неоднорідність по поверхні кочення. Передача енергії при гальмуванні від гальмівних дисків, через вісь колісної пари на місце контакту з рейкою обмежується достатньо малою площиною. На підставі цього можна вважати, що виникають достатньо великі напруження від високої щільності енергії. Обумовлене це відносно низькими температурами розігріву приповерхневих прошарків металу колеса. В цьому випадку відсутність розвитку релаксаційних процесів (недостатньо висока температура), накопичення дефектів кристалічної будови до максимально можливої межі, а при неодновременному початку роботи гальмівних елементів до невиконання умов зчеплення, – все це буде сприяти виникненню дефектів по поверхні кочення та вилученню коліс з експлуатації.

Формування на поверхні кочення залізничного колеса «Навару»

Формування навару (рис. 2) (локального зсуву прошарків металу поблизу поверхні кочення) значною мірою впливає на вірогідність виникнення локальних руйнувань металу колеса.

Обумовлено це тим фактом, що локальний зсув металу може мати місце тільки у випадку значного підвищення температури на поверхні кочення при гальмуванні [3]. В такій ситуації зростання температури супроводжується зниженням міцнісних властивостей металу. Так, при зростанні температури до 650 °С для вуглецевих сталей спостерігається зниження твердості приблизно у 8...10 разів, те ж саме можна віднести на рівень напруження виникнення перших ознак пластичної деформації [4].

При подальшій експлуатації колеса з наведеними ушкодженнями відбувається неоднорідне деформаційне зміцнення прошарку металу углиб від поверхні кочення, та відповідні структурні зміни. Після закінчення етапу гальмування, без зупинки потяга, розігріте колесо з частково знятим прошарком ушкодженого металу в подальшому піддається пластичній де-

формації з підвищеною температурою розігріву. Коли ступеня розігріву достатньо, відбуваються процеси релаксації внутрішніх напружень на місці. При поступовому зниженні температури процеси, що послідовно розвиваються, – рекомбінації дефектів кристалічної будови до приблизно 400 °С, динамічного деформаційного старіння до 350...200 °С – можуть приводити до збільшення міцнісних властивостей при незмінності запасу пластичності, а в деяких випадках і до підвищення пластичності та опору крихкому руйнуванню [5], хоча, як показано вище, це відноситься до рівномірного, контрольованого формування.



Рис. 2. Вигляд дефекту «Навар» на поверхні кочення залізничного колеса

Висновок

Враховуючи експериментальні дані [6], маємо, що протягом останнього часу почастішали випадки, при використанні дискової системи гальм, передчасного вилучення коліс по невиконанню умов геометрії. Поверхня кочення залізничного колеса від форми у вигляді кола відносно швидко перетворюється в «багатокутник». Наведені відомості можуть розглядатися як одне із підтверджень імовірності структурних перетворень в металі обода колеса при використанні принципово різних систем гальмування.

Після виявлення дефекту углиб розміром до 2 мм вагон транспортують до найближчого пункту технічного обслуговування. При цьому ударне навантаження супроводжується незмінним процесом накопичення дефектів кристалі-

чної будови в об'ємах металу поблизу границь, які обмежують зону повзуна.

Для спостереження за якістю металу колеса в процесі експлуатації перед обточуванням необхідно на боковій поверхні колеса робити помітку, яка буде свідчити про місце розташування дефекту. Наведене місце, за рахунок проробки металу углиб колеса при формуванні повзуна та неоднорідним зміцненням (транспортуювання до пункту технічного обслуговування) може бути місцем примусового зародження локального руйнування металу на поверхні кочення колеса (рис. 1).

Також, формування наведених дефектів під назвою «навар» може бути суттєво усуненим за рахунок ретельного налагодження гальмівної системи рухомого складу: наближення до умов одночасного початку процесу гальмування та досягнення приблизно одного рівня напружень тертя від взаємодії з гальмівною колодкою для всіх коліс визначеного потягу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Медведев, С. Ф. Циклическая прочность металлов [Текст] / С. Ф. Медведев. – М.: ГНТИМашгиз, 1961. – 303 с.
2. Вакуленко, И. А. Структура и свойства углеродистой стали при знакопеременном деформировании [Текст] / И. А. Вакуленко. – Д.: Guadeamus, 2003. – 94 с.
3. Ларин, Т. В. Цельнокатаные колеса [Текст] / Т. В. Ларин, В. П. Девяткин. – М.: Трансжелдориздат., 1956. – 286с.
4. Стародубов, К. Ф. Влияние термической обработки на прочность железнодорожных колес [Текст] / К. Ф. Стародубов, В. Я. Савенков // Вопросы производства цельнокатаных колес. – М.: Металлургия, 1969. – С. 71-77.
5. Данченко, Н. И. Зависимость усталостной прочности и ударной вязкости колесной стали от её структурного состояния [Текст] / Н. И. Данченко, О. Н. Перков, Т. А. Гладкова. – В кн.: Теория и практика термической обработки проката. – М.: Металлургия, 1984. – С. 43-45.
6. Выбор стали для колес – альтернативы и возможности. Обзор сталей [Текст] // ЖДМ. – 2007. – № 12. – С. 38-43.

Надійшла до редколегії 24.03.2009.