

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС І БАНДАЖІВ

Аналіз зміни структури після різноманітних термомеханічних обробок вуглецевої сталі дозволяє визначити умови щодо підвищення безпеки експлуатації залізничних коліс і бандажів.

На основе исследования изменения структуры углеродистой стали после различных термомеханических обработок определены условия повышения эксплуатационной безопасности железнодорожных колес и бандажей.

The conditions of improving the operational safety of rail wheels and tread bends are determined on the basis of investigation of the structure change in carbon steel after different thermomechanical treatments.

В останні десятиріччя прискорений розвиток промисловості супроводжувався неухильним зростанням інтенсивності експлуатації залізничного транспорту. При цьому одночасне підвищення навантаження на вісь колісної пари, разом із зростанням швидкості руху, супроводжувалося закономірним збільшенням кількості випадків передчасного вилучення коліс і бандажів із експлуатації [1]. На підставі цього, тільки для компенсації вилучених коліс необхідно нарощувати їх виробництво приблизно на рівні 5...10 % на рік [2]. З урахуванням наведеного стає актуальною проблема підвищення експлуатаційної безпеки залізничного транспорту. Проблема достатньо складна і залежить від вирішення низки питань, які обумовлюють визначені впливи на рівень експлуатаційної безпеки коліс і бандажів.

Так, при експлуатації рухомого складу в різних кліматичних умовах використання матеріалів для виготовлення гальмівних колодок з підвищеним коефіцієнтом тертя, навіть за умови незмінності коефіцієнта температуропровідності, в значній ступені ускладнюються умови роботи таких важливих опорних елементів, як залізничні колеса та бандажі. Експлуатаційні властивості коліс і бандажів в значній мірі обумовлені спроможністю витримувати численні напруження, що циклічно змінюються, які викликані статичними та динамічними навантаженнями. Окрім геометричних розмірів та особливостей будови коліс і бандажів, надійність експлуатації в значній ступені залежить від комплексу властивостей сталей, з яких вони виготовлені.

Одним із напрямків вирішення наведеної проблеми є використання сталей з підвищеною якістю. Пропозиція складається з питань, які вирішуються на рівні металургійної галузі –

зниження ступеня забруднення сталі по неметалевих включеннях різної природи походження, по хімічних елементах, які відносяться до розряду шкідливих домішок та ін. Другий напрямок – це запровадження для виготовлення опорних елементів рухомого складу низьковуглецевих марок сталей, таких як, наприклад, 60ГФ, 65Г замість середньо- та високовуглецевих. Однак, тільки зміна хімічного складу сталей не буде достатньо ефективним важелем впливу на комплекс властивостей порівняно із впливом структурного стану металу. Так, на підставі аналізу виникаючих напружень в залізничному колесі під час експлуатації, розробка пропозицій із вдосконалення технології термічного зміцнення буде неодмінно сприяти підвищенню комплексу властивостей. Один із прикладів вирішення цього питання – використання зміцнюючої обробки окремих елементів залізничного колеса, з урахуванням перетину металу та конструктивних особливостей будови. Додаткове інтенсивне охолодження металу в місцях переходу диску до обода сприяло не тільки підвищенню швидкості охолодження обода, але і дало змогу підвищити тріщиностійкість в наведених місцях залізничного колеса [3].

Позитивний вплив на комплекс властивостей обумовлено в першу чергу підвищенням опору зародженню мікротріщин при експлуатації залізничних коліс. Це досягається розвитком процесів структуроутворення за проміжним механізмом – коли паралельно з механізмом зеуву зміна структури відбувається за процесами дифузійного масопереносу [4]. Виникаючий при такому прискореному охолодженні (при виготовленні колеса) градієнт температур по перетину елемента колеса супроводжується неодмінними структурними змінами

внутрішньої будови металу, що в свою чергу сприяє формуванню потрібної системи внутрішніх напружень. Враховуючи, що умови зародження мікротріщин під час експлуатації коліс і бандажів в значній ступені обумовлені рівнем і знаком остаточних внутрішніх напружень, сформованих при термічних зміцнюючих обробках, для зниження цих напружень колеса піддають відпуску. Використання тепла від внутрішніх об'ємів металу дозволяє розігріти поверхневі прошарки прискорено охолодженої сталі до рівня впливу, як при окремому розігріві до 500 °С. В наведених прошарках термічно зміцненого металу за рахунок зміни температурного поля виникаючі напруження сприяють збільшенню щільності дефектів кристалічної будови і, як наслідок цього, прискорюються процеси сфероїдизації попередньо сформованих дрібнодисперсних карбідних часток. На підставі цього, в залежності від відстані від поверхні виробу (ободу колеса) спостерігається визначене співвідношення між кількістю карбідних часток пластинкової та глобулярної форми. Необхідність підтримки визначеного співвідношення між частками з різною морфологією обумовлено зміною характеру впливу часток на розвиток процесів деформаційного зміцнення металу при розвитку пластичної деформації. Наведене питання є одночасно важливим і складним, особливо за умови залежності початкових етапів зародження субмікротріщин в металі, які зв'язані з характером опору сталі перетворенню негомогенностей дислокаційного розподілу в структурі на осередки тріщин. Так, порівняно з пластинковою формою цементиту, який у складі перлітної колонії спроможний витримувати великі пластичні деформації [4], глобулярний, навпаки, залишається практично незмінним. Таким чином, необхідно відзначити, що різна морфологія карбідної складової структури, якісно змінюючи характер розвитку процесів деформаційного зміцнення, неодмінно впливає на тріщиностійкість металу.

Розвиток процесів дисперсійного зміцнення фериту від присутності глобулярних часток, в свою чергу, в значній ступені обумовлені розташуванням часток відносно великокутових границь матриці металу. При розташуванні глобулів цементиту примусово по великокутових границях зерен фериту спостерігається підвищення опору металу процесам зародження мікротріщин [4]. Наведений вплив зв'язаний із зростанням одночасно кількості місць зародження дислокацій, при розвитку пластичної течії, і їх анігіляції. Отже, можливість достат-

ньо легкого виведення дислокацій, після створення акту пластичної деформації, із об'єму металу навколо площини ковзання є важливим питанням. Враховуючи, що при розташуванні глобулів по великокутових границях фериту міжфазова ферит-цементит поверхня спроможна виконувати функції як місця зародження, так і анігіляції дислокацій при деформації вуглецевої сталі [5]. Таким чином, збільшення площини міжфазової поверхні буде сприяти зростанню критичного ступеня деформації, після якої спостерігаємо появу перших субмікротріщин (збільшення тріщиностійкості металу).

В інших випадках, коли, наприклад, розмір зерна фериту значно перебільшує міжкарбідну відстань в глобулярних структурах, зростання кількості карбідних часток буде сприяти множенню кількості місць зародження дислокацій, але не буде впливання на кількість місць анігіляції. Обумовлено це тим, що міжфазова поверхня цементит-ферит є зовнішньою поверхнею, і на ній може відбуватися анігіляція дислокацій тільки у випадку, коли частка розташовується в кристалографічній площині ковзання дислокацій. Великокутові ж границі зерен фериту, навпаки, являють собою поверхні, які обмежують об'єми металу, в яких відбувається розвиток пластичної деформації. Тоді дислокації, якщо не будуть загальмовані в середині зерна фериту, будуть мати вихід на феритну границю, а це вже акт анігіляції. В цьому випадку зростання кількості глобулів цементиту буде сприяти достатньо швидкому збільшенню дислокацій, які після акту пластичного деформування будуть залишатися в системі, ускладнюючи протікання пластичної течії металу. Дуже швидко накопичення дислокацій приведе вже на початкових етапах деформування до прискореного виникнення неоднорідностей в розташуванні дислокацій і, як наслідок цього, до формування осередків перших субмікротріщин у феритній складовій структури.

На підставі проведеного аналізу залежності розвитку процесів структурних перетворень в вуглецевих сталях з різним структурним станом під час експлуатації залізничних коліс стає можливим розпочати розробку пропозицій із визначенню змін до нормативно-технічної документації як на виготовлення виробу, так і до умов його експлуатації.

За умови незмінності геометричних розмірів коліс і бандажів, стану рейкового господарства, зниження верхньої межі по кількості вуглецю в сталі приведе, в середньому, до підвищення об'ємної частки структурновільного фериту – а

це напрямок зростання тріщиностійкості залізничних коліс. Для бандажів картина дещо інша. Якщо в ободі залізничного колеса обов'язково повинні бути сформовані напруження стискування, що сприяє гальмуванню процесів зародження і зростання тріщин, то після посадки бандажа на центр формуються тільки напруження розтягнення. Таким чином, достатньо важливим стає питання визначення співвідношення між внутрішнім діаметром бандажу та посадочним діаметром центра. Перегляд питань стосовно обмежень по інтервалу коливань указаних геометричних розмірів дозволить, без зниження якості посадки бандажу на центр, знизити рівень остаточних напружень розтягнення в бандажі після операції збирання колеса.

Проведення наведених робіт буде сприяти вирішенню питань стосовно підвищення експлуатаційної безпеки залізничних коліс і бандажів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Исследование повреждений и причин преждевременного выхода железнодорожных колес из эксплуатации [Текст] : отчет о НИР. – Д., 2007. – № ГР 0108и003063. – 76 с.
2. К вопросу надежности и долговечности железнодорожных колес [Текст] / О. Н. Перков и др. // 36. наук пр. Нац. гірн. акад. «Теория и практика металлургии». – Д., 2008. – № 3. – С. 43-46.
3. Вакуленко, И. А. Использование термического упрочнения элементов железнодорожных колес с целью повышения эксплуатационной надежности [Текст] / И. А. Вакуленко, О. Н. Перков // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 24. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 195-196.
4. Вакуленко, И. А. Морфология структуры и деформационное упрочнение стали [Текст] / И. А. Вакуленко, И. И. Большаков. – Д., 2008. – 196 с.
5. Бабич, В. К. Деформационное старение стали [Текст] / В. К. Бабич, Ю. П. Гуль, И. Е. Долженков. – М.: Металлургия, 1972. – 320 с.

Надійшла до редколегії 17.01.2009.