УДК 629.4.027.

ЗМІНА ТВЕРДОСТІ МЕТАЛУ ПО ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО КОЛЕСА ПІСЛЯ ФОРМУВАННЯ ПОВЗУНА.

д.т.н.І. О. Вакуленко, інж. Ю. Л. Надеждін, * к.т.н. О. О. Чайковський,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. академіка В.Лазаряна
**Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

В сучасних умовах експлуатації залізничного транспорту, питання оптимального структурного стану металу залізничних коліс та бандажів набуває достатньо актуального значення. При виробництві залізничних коліс в умовах України, використовують вуглецеві сталі з кількістю вуглецю приблизно 0,6% з додатковими мікродобавками легуючих елементів. В таких сталях об'ємна частка структурно вільного фериту може досягати значень в межах 30-14%.

На основі відомих експериментальних даних [1] при прискореному охолодженні ободу залізничного колеса (по поверхні кочення) формується визначений градієнт структур. З урахуванням досягнення високих швидкостей охолодження, в тонкому при поверхневому прошарку металу формуються умови розвитку структурних перетворень за зсувним, або проміжним механізмом. Після припинення процесу примусового охолодження, послідуючий розігрів зміцнених прошарків металу, за рахунок внутрішніх об'ємів приведе до розпаду мартенсито-бейнитних структур. Не залежно від умов охолодження основний об'єм металу ободу, буде перетворюватися за дифузійним механізмом, що приведе до формування ферито перлітних структур. При чому, чим до більш низької температури охолоджується об'єм металу ободу, тим формується більш дисперсна перлітна структура. Одночасно спостерігається зменшення об'ємної частки структурно вільного фериту за рахунок формування псевдо евтектоїда. Це приведе до додаткового зменшення об'ємної частки указаної структурної складової [2], що впливає на досягнення необхідного рівня ударної в'язкості металу залізничних коліс [3]. Таким чином, підвищення міцності сталі за рахунок збільшення вмісту вуглецю з подальшим термічним зміцненням може привести до зниження ударної в'язкості – однієї з характеристик, яка відповідає за опір металу процесам зародження та зростання тріщин при експлуатації залізничних коліс.

Мета роботи – оцінка можливої зміни рівня твердості металу по поверхні кочення залізничного колеса після формування повзуна.

Матеріалом для досліджень було залізничне колесо з максимальним вмістом вуглецю в межах марочного складу, виробництва ВАТ «Інтерпайп НТЗ», яке було вилучене із експлуатації по причині виникнення дефектів на поверхні кочення. В якості характеристики міцності була вибрана твердість, яку вимірювали за методом Бринеля.

З урахуванням місць розташування ушкодження, яке наведене на рис.1 та по зовнішнім ознакам[3], можна з достатньою впевненістю вважати, що причиною формування дефекту (вищербини металу) являється повзун.

Характер зміни твердості (HB)металу по поверхні кочення у вздовж повзуна для досліджуваного колеса, наведений на рис.2. Аналіз залежності показує, що по мірі віддалення від візуально визначеної границі появи повзуна, спостерігається монотонне підвищення твердості.

Наведений екстремальний характер зміни твердості у вздовж повзуна має своє пояснення. Так, прошарок металу в залежності від розташування від поверхні кочення має визначений градієнт накопичених дефектів кристалічної будови. В процесі експлуатації залізничне колесо, за рахунок взаємодії з гальмівними колодками, піддається розігріву по поверхні кочення. При чому, як і розподіл дефектів кристалічної будови, які введені в метал колеса від взаємодії з рейкою, так і температура розігріву знижується від поверхні кочення у глиб обода, що приводе до формування цілого набору структур, в яких відбулися процеси структурних перетворень у визначеному порядку. Найбільш наближені до поверхні кочення прошарки металу з підвищеним ступенем пластичної деформації (максимальна накопичена щільність дефектів кристалічної будови, в першу чергу дислокацій) можуть бути розігріти до температур початку фазових перетворень [1].

Рис.1. Зовнішній вигляд ушкодження по поверхні кочення залізничного колеса.

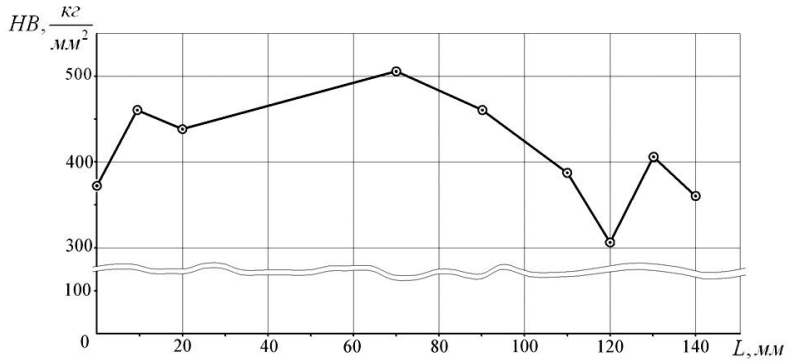

Рис.2. Зміна значень твердості НВ при вимірюванні у вздовж повзуна на колесі.

Для більш заглиблених об’ємів стан металу відповідає умовам розвитку процесів структурних перетворень при одночасному зменшенні ступеня наклепу і температури нагріву. Таким чином, до формування повзуна метал ободу залізничного колеса після процесу гальмування, за рахунок розвитку процесів динамічної рекристалізації в найбільш наближених до поверхні кочення об’ємах повинен мати більшу ступінь зниження твердості в порівнянні з більш заглибленими прошарками. Річ у тому, що коли ступеня деформації недостатньо або температура занадто низька для розвитку рекристалізації, зміна комплексу властивостей обумовлена протіканням процесів полігонізації [3] або деформаційного старіння [2]. Справа у тому, що для сталей з підвищеним вмістом вуглецю, таких як наприклад сталь 60, чим вище ступінь зміцнення за рахунок пластичної деформації, тим вище буде зниження характеристик міцності за рахунок розвитку рекристалізації [2]. З іншого боку , неоднорідність наклепу металу по ширині поверхні кочення, частота ,час та швидкість розігріву можуть суттєво впливати на градієнт структур металу ободу і, як наслідок цього, змінювати міцність в широкому інтервалі значень.

Формування повзуна приводе до підвищення температури розігріву металу з одночасним зніманням розігрітого прошарку металу. Таким чином, у першому наближенні можна вважати, що після знімання сегменту металу по поверхні кочення формується площадка, а підвищений розігрів компенсується тепловідводом по всій площині контакту до холодних об’ємів колеса та рейки. На підставі розвитку процесів за наведеною схемою, повзун повинен привести до зниження твердості металу на його периферійних ділянках.

Аналіз експериментальних даних по вимірюванню твердості у вздовж повзуну на колесі якісно підтверджує наведені пояснення та узагальнення. Максимальні значення HB (положення екстремуму на залежності HB від L , рис. 2) приблизно відповідають середині повзуна. Окрім основного екстремуму на залежності $HB = f(L)$ спостерігається існування додаткових екстремумів. Після заміру геометричних розмірів коліс було визначено, що наведені екстремальні значення HB можуть бути пов'язані з існуванням значно менших розмірів повзунів з границями, які складно визначити. Це можуть бути повзуни, які в процесі експлуатації колеса були частково закатані, хоча характер зміни HB залишився якісно незмінним.

ВИСНОВКИ.

1.Екстремальний характер зміни твердості по поверхні кочення колеса у вздовж площадки формування повзуна, обумовлений розвитком процесів структурних перетворень при нагріві деформованого металу.

2.Несвоєчасне визначення повзунів може привести до виникнення дефектів по поверхні кочення залізничних коліс при експлуатації.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1.Стародубов К.Ф. , Савенков В.Я. Влияние термической обработки на прочность железнодорожных колес. – В кн. Вопросы производства цельнокатаных колес.– М.: Металлургия, 1969, с. 71 – 77.

2.Бабич В.К., Гуль Ю.П., Долженков И.Е . Деформационное старение стали.- М.: Металлургия, 1972. – 320с.

3.Вакуленко І.О., Анофрієв В.Г., Грищенко М.А., Перков О.М. Дефекти залізничних коліс. – Дніпропетровськ: Маковецький, 2009. – 112с.