

твердорастворного чинника. Зниження ефективності впливу таких аустенітоутворюючих елементів як марганець і азот пов'язане, мабуть, зі збільшенням вмісту сталі залишкового аустеніту. Порівнюючи усереднений питомий вплив елементів на прогартованість конструкційної сталі слід зазначити, що найбільш перспективним є її легування азотом.

Бабаченко О. І., Кононенко Г. А., Подольський Р. В., Сафронова О. А.
(ІЧМ НАН України, м. Дніпро)

ТРАНСФОРМАЦІЯ МІКРОСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ОБОДУ ПІД ДІЄЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Колеса відносяться до виробів, в яких в процесі експлуатації неможливо уникнути виникнення різних дефектів на поверхні кочення. При несприятливому розподілі залишкових напружень і незадовільній в'язкості металу обода від цих дефектів в радіальному напрямку можуть розвиватися втомні тріщини, що і приведе до руйнування колеса.

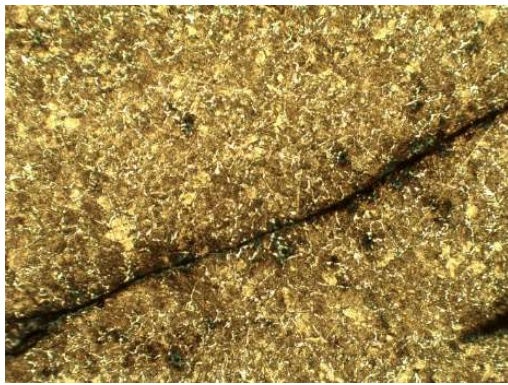
Взаємодія колеса і рейки є фізичною основою руху рухомого складу на залізницях. Процеси взаємодії коліс і рейок відносяться до числа найважливіших чинників, що визначають величину допустимої швидкості і безпеку руху поїздів. Від параметрів цієї взаємодії багато в чому залежать безпека руху та основні техніко-економічні показники колійних господарств та рухомого складу. Так, зокрема, втрати енергії, обумовлені зношуванням в системі колесо-рейка, складають 10-30 % витрачених на тягу поїздів паливно-енергетичних ресурсів.

Аналіз сил і напружень, що діють на колісну пару в експлуатації, показує, що напруження в контакті колеса з рейкою і гальмівною колодкою є основною причиною всіх пружно-пластичних деформацій і в значній мірі теплових явищ, що призводять до утворення дефектів на поверхні катання. Ці сили сприяють розвитку процесів втоми в ободі і диску колеса, викликаючи небезпеку його руйнування.

Матеріалом для досліджень служили зразки, виготовлені з досліджуваних коліс марки ER 7, виготовлених відповідно до вимог стандарту DIN EN 13262:2011.

Дослідження якості коліс проводилося по всьому радіальному перерізу за місцем утворення дефектів поверхні кочення і вдалині від них.

При аналізі шліфа поблизу дефекту поверхні кочення, та відповідні зразки на протилежно діаметральній ділянці (рис. 1) встановлено, що поблизу дефекту метал шліфів над тріщинами і поблизу тріщин зазнавав деякої деформації (зерна перліту і, особливо, фериту мають витягнуту форму). Крім того, при невеликих збільшеннях мікроскопа можна спостерігати плин металу в зразках з тріщинами. Це вказує на дію експлуатаційних навантажень. Слід зазначити, що на шліфу по області кочення спостерігаються характерні структури «білого шару» без утворення тріщин, що вказують на інтенсивну експлуатацію та гальмування.



а



б

а – поблизу дефекту поверхні кочення, б – діаметрально протилежна ділянка

Рис. 1. Мікроструктура ободу залізничного колеса ($\times 100$)

Структура основного металу зразків ободу (на відстані ~ 20 мм від поверхні кочення колеса) складається з тонко диференційованого перліту з виділеннями фериту по границям зерен. Також на дослідному шліфі є частинки зносу, що виникли внаслідок розвитку інтенсивної пластичної деформації поблизу поверхні кочення, які представляють собою лусочки або пластини різної товщини. Вони характерні для нормальних умов зносу, і їх поява пов'язана з пластичною деформацією, що протікає поблизу поверхні кочення колеса, оскільки механізм зносу поверхні кочення представляє собою сукупність механічних, теплофізичних

і хімічних явищ і пов'язаний з утворенням частинок зносу і мікротріщин в місцях інтенсивної пластичної деформації.

На рис. 2 при збільшеннях 100 крат показано, як поблизу вершини тріщини протікають акти початкової мікропластичної деформації. В іншому випадку ступінь її розвитку могла значно збільшитися і призвести до викришування металу (утворення вищербини). Помітно, що метал шліфів над тріщинами і поблизу тріщин зазнавав інтенсивної деформації і термічного впливу (зерна перліту і, особливо, фериту мають витягнуту форму; окремі частинки мають округлу форму). Крім того, при невеликих збільшеннях мікроскопа можна спостерігати наслідки течії металу – наявність зони інтенсивної пластичної деформації. Це вказує на дію експлуатаційних навантажень, які перевищують границю плинності.

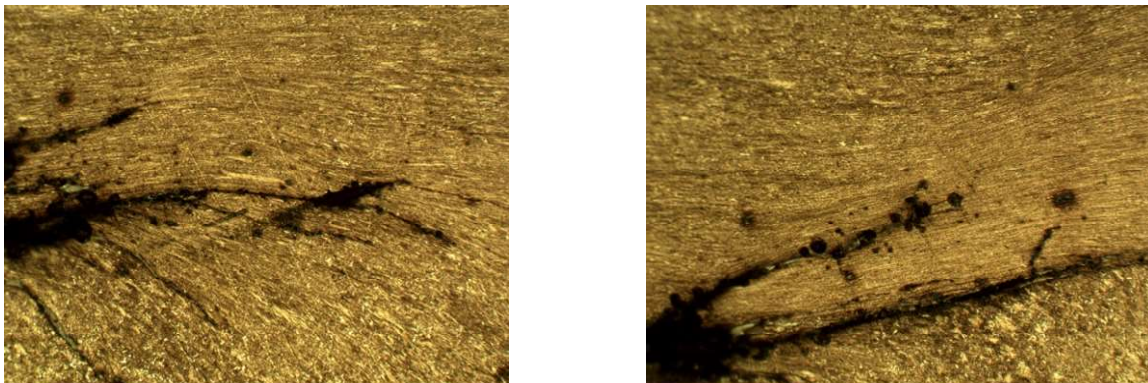


Рис. 2. Мікроструктура дослідного шліфа з магістральною тріщиною та пластичною течією металу ($\times 100$)

Таким чином можна зробити висновок, що утворення дефектів на поверхні кочення дослідного колеса пов'язано з втомною природою і є дефектами експлуатаційного походження – втомними тріщинами і вищербинами по них.