

Таблиця 2

Термічна обробка і відносне зношування сталі 40ХС

Температура гартування Т, К	Стан сталі	Твердість НВ, МПа	Відносне зношування I_m/I_{m0} , %
1133	В'язк.	2871	100
	Окр.	2636	138
1323	В'язк.	2871	91
	Окр.	2636	124

Отже, підвищення зношувальної стійкості покращуваних сталей вимагає використання методів регулювання стану міжзеренних поверхонь і міжфазних границь з метою усунення їх окрихчення мікролегуванням і оптимізацією температурно-часових чинників термічної обробки.

1. Сорокин Г.М. *Взаимосвязи износостойкости и механических свойств стали* // Вестник машиностроения. 1990. №11. С.9-13. 2. Кузін О.А., Беспалов С.А. *Вплив мікроструктури на зношування сталі 40Х після поліпшення* // Вісник ДУ "Львівська політехніка" 1999. № 371. С.102-106. 3. Свириденко А.И., Чижик С.А., Петроковець М.И. *Механика дискретного фрикционного контакта*. Мн., 1990. 4. Богданович П.Н., Белов В.М., Сысоев П.В. *Температура на локальных участках скольжения контакта* // Трение и износ. 1993. 14, №5. С.842-850. 5. Салтыков С.А. *Стереометрическая металлография*. М., 1976. 6. Кузін О.А., Коврова Т.П., Мещерякова Т.Н. *Вплив карбідної фази на руйнування поліпшених сталей* // ФХММ. 1999. №2. С.67-71.

УДК 620.18: 620.178.16

Мещерякова Т.М., Беспалов С.А., Козак В.В., Кузін М.О.

ДУ "Львівська політехніка", кафедра "Фізика металів та матеріалознавство"

ЗНАЧЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ В ПРОЦЕСАХ ЗНОШУВАННЯ ВАГОННОГО КОЛЕСА ПІСЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ

© Мещерякова Т.М., Беспалов С.А., Козак В.В., Кузін М.О., 2000

Вивчені структура, твердість, мікроструктура і зносостійкість вагонного колеса, відновленого наплавленням. Показано вплив орієнтації і дисперсності первинних кристалітів, кількісних характеристик зерен зони термічного впливу на інтенсивність зношування в умовах тертя ковзання.

The structure, hardness, microstructure and wear resistance of a van wheel after building-up surfacing are studied. Orientation and dispersity of primary crystallites, grains quantitative characteristics of thermal effect zone influence on wear intensity at sliding friction.

Під час експлуатації колісних пар вагонів відбувається зношування поверхонь кочення, яке призводить до порушення їх профілю і появи дефектів. Для відновлення колісних пар проводять їх наплавлення під флюсом. Необхідний профіль колеса після наплавлення досягається токарною обробкою. Умови проведення технологічного процесу суттєво впливають на формування неметалевих включень, первинних кристалітів, розвиток ліквіації, структурно-енергетичний стан внутрішніх поверхонь розподілу в зонах наплавленого металу та термічного впливу.

Для встановлення зв'язку між структурою і зносостійкістю досліджували зразки, вирізані із суцільнокатаного колеса вантажного вагону, відновленого методом наплавлення. Для наплавлення поверхні колеса, попередньо нагрітої до температури 275 °С, використовували електрод Св-08Г2С і флюс АН348А. Після формування чотирьох валків на відновлюваній поверхні (рис.1) колесо повільно охолоджували.

У зв'язку з недостатньою кількістю наплавленого металу для виготовлення стандартних зразків для випробування на зношування, використовували зразки розміром $(5 \times 8 \times 9,8) \cdot 10^{-3}$ м, які встановлювали за допомогою розробленої оправки (рис.2).

Зразок 1 в пазу оправки 2 закріплювали за допомогою пластин 3, які запобігали його переміщенню. Використання оправки дозволяло легко змінювати зразки під час досліджень. Випробування на зношування проводили на машині 2070СМТ-1 за схемою “диск-колодка” в режимі сухого тертя ковзання при навантаженні $F=200$ Н [1]. Час випробування становив 7 год.

Аналіз неметалевих включень показав, що в наплавленому шарі трапляються оксиди, силікати і незначна кількість оксисульфідів. Ступінь забрудненості відповідає другому балу еталонної шкали [2]. Забрудненість основного металу є менша, ніж наплавленого.

Дослідження мікроструктури проводили після іонно-плазмового травлення зразків [3]. На зовнішній поверхні наплавленого шару виявлено стовпчасті кристаліти, розмір і будова яких визначались тепловими умовами кристалізації. Їх утворення супроводжувалось ліквіаційними процесами, що проявилось у формуванні зон з більшою і меншою здатностями до травлення. У зонах із меншим температурним градієнтом, тобто в центрі наплавленого шару, спостерігали більш розгалужені кристаліти (рис.3). При наближенні до основного металу формувались чітко направлені вузькі стовпчасті кристаліти, що зумовлено особливостями теплопроводу.

Особливістю структури наплавленого металу є відсутність орієнтованих стовпчастих кристалітів в області сплавлення двох валків, що пов'язано із низькою теплопровідністю металу, на якому відбувається формування наступного шару.



Рис.1. Загальний вигляд поверхні гребня вагонного колеса після наплавлення.

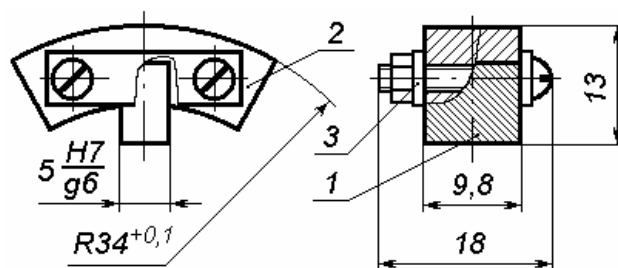


Рис.2. Оправка для випробування на знос зразків зменшених розмірів.

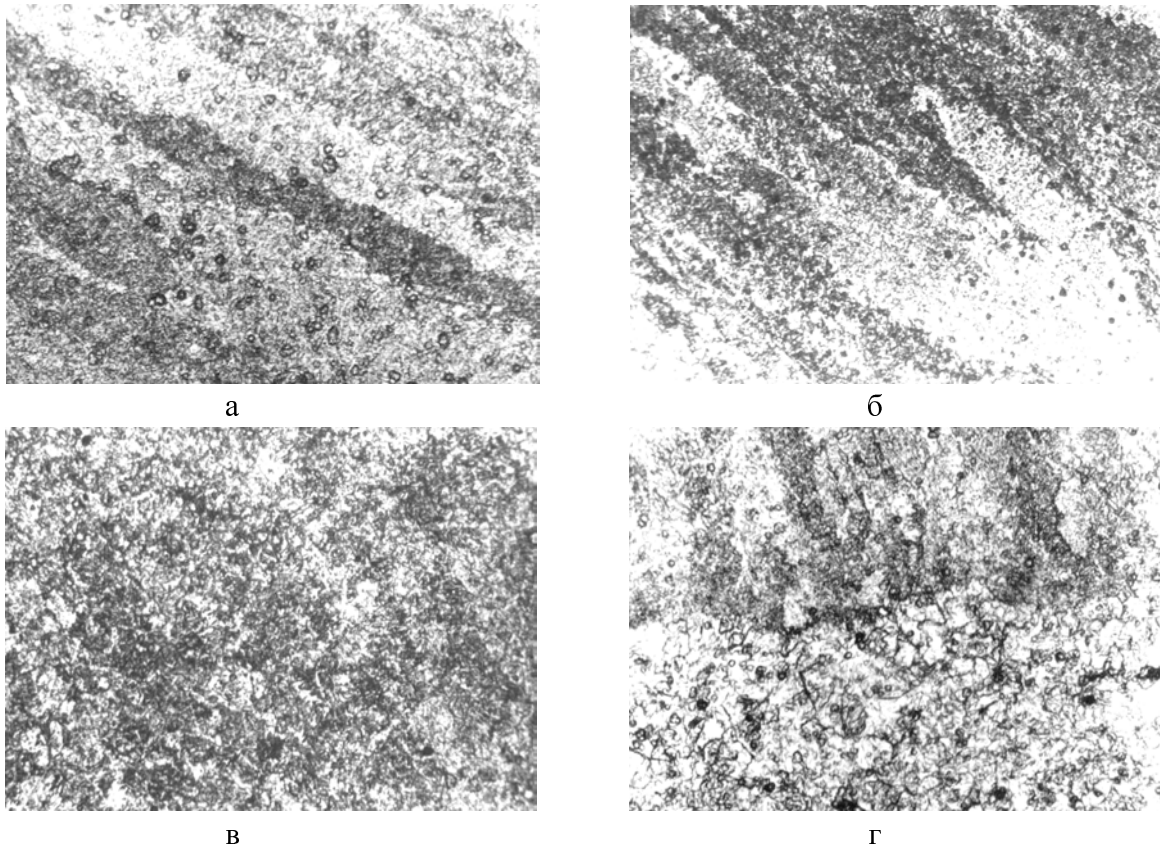


Рис.3. Мікроструктура вагонного колеса після відновлюючого наплавлення:
 а – орієнтовані дендрити; б – розгалужені дендрити; в – зона сплавлення двох валків;
 г – зона сплавлення наплавленого і основного металів.

Аналіз відношення площі осьових до міжосних ділянок показав, що максимальна дисперсність дендритної структури спостерігається на краю наплавленої зони. У міру віддалення від краю дисперсність досягає мінімального значення для зони розгалужених кристалітів (рис.4).

У зоні термічного впливу основного металу, що наближена до наплавленого, на глибину 150...200 мкм формуються зерна розміром 50...60 мкм. На більшій глибині виявляються ділянка

однорідних зерен розміром 15...17 мкм, за нею дрібніших (рис.5). Поза зоною термічного впливу основний метал характеризується різнозернистістю.

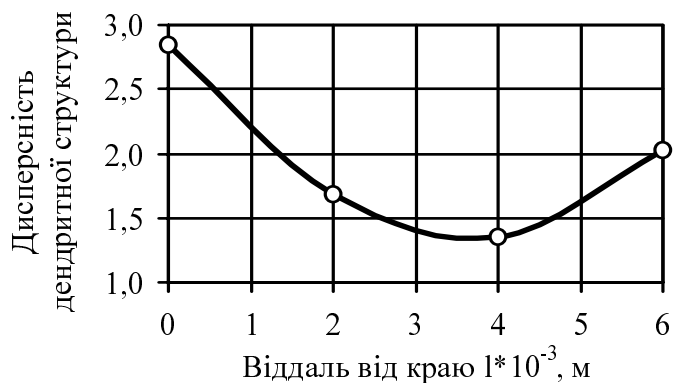


Рис.4. Зміна дисперсності дендритної структури по глибині наплавленого шару.

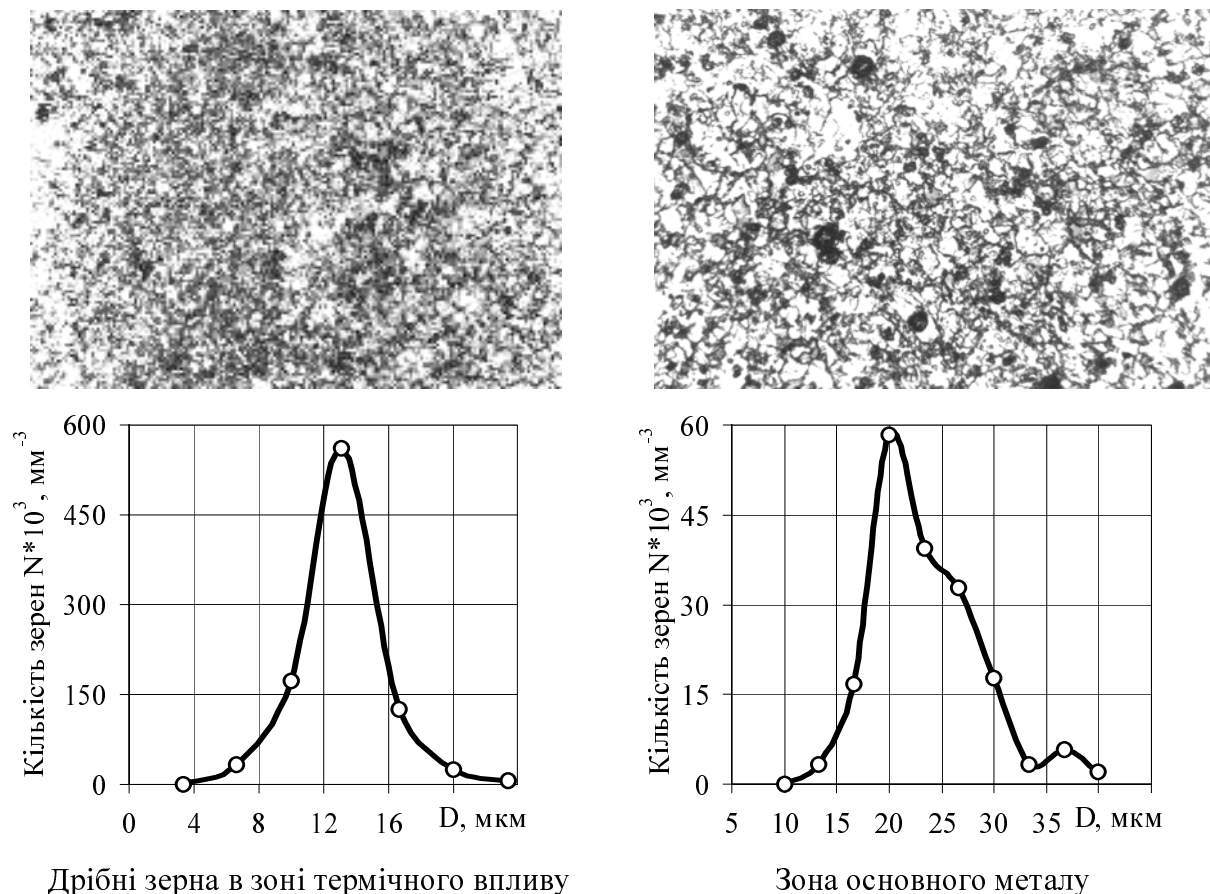


Рис.5. Мікроструктура та розподіл зерен за розмірами у вагонному колесі після наплавлення.

Твердість наплавленого металу є меншою від твердості основного, в зоні їх сплавлення відбувається деяке підвищення твердості (рис.6).

Мікротвердість підтверджує характер зміни твердості металу. Її підвищення спостерігається в зоні сплавлення, а незначне зменшення на глибині $(10 \dots 12) \cdot 10^{-3}$ м зумовлено наявністю дрібних зерен у зоні термічного впливу. Мікротвердість наплавленого металу є менша, ніж основного.

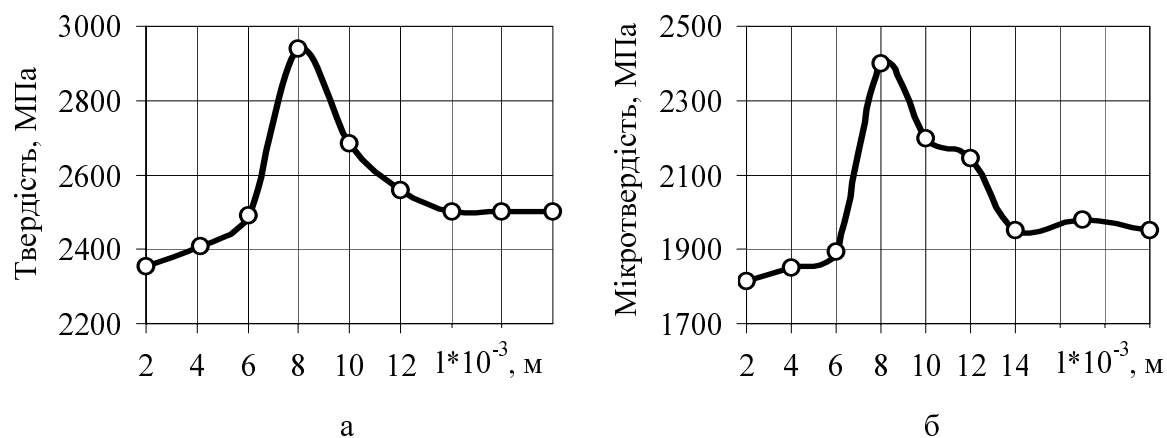


Рис.6. Твердість (а) і мікротвердість (б) вагонного колеса після наплавлення на різній відстані від краю l .

Дослідження зносостійкості показали, що інтенсивність зношування наплавленого металу зростає в чотири рази порівняно із основним (табл.). Мікроструктура суттєво впливає на зношування наплавленого металу. Так, зносостійкість зразків, вирізаних із стовпчастих кристалітів є вищою, ніж зразків із дезорієнтованих, що були отримані із зони сплавлення наплавлених валків. Це спричинено більш високим опором пружним, пластичним деформаціям і руйнуванню вздовж головних осей дендритів, розміщених перпендикулярно до поверхні контактної взаємодії.

Інтенсивність зношування зразків, вирізаних із різних зон вагонного колеса після наплавлення

Зона, з якої вирізали зразок	Твердість за Брінеллем, МПа	Середня масова інтенсивність зношування $I_m \cdot 10^{-8}$
Орієнтовані дендрити	2440	12,634
Дезорієнтовані дендрити (сплавлення двох валків)	2361	14,598
Сплавлення наплавленого і основного металу	2910	3,649
Основний метал	2607	3,497

У дезорієнтованій структурі полегшується накопичення дефектів на внутрішніх поверхнях розподілу в окремих локальних об'ємах і їх прискорене зношування. У зоні термічного впливу порівняно із зоною основного металу характеристики зношування суттєво не змінюються.

За результатами досліджень можна зробити такі висновки:

1. Зношувальна стійкість окремих зон вагонного колеса після відновлюючого наплавлення визначається їх структурним станом.
2. Збільшення дисперсності дендритної структури під час збереження орієнтації кристалітів перпендикулярно до поверхні контактної взаємодії підвищує зносостійкість наплавленого металу. Утворення дезорієнтованих кристалітів підвищує інтенсивність зношування, що пов'язано із низьким опором пластичним деформаціям зон сплавлення валків під час тертя ковзання.
3. Зростання твердості в зоні сплавлення наплавленого і основного металів суттєво не впливає на її зносостійкість порівняно із основним металом.
4. Підвищення зносостійкості коліс досягається за таких режимів наплавлення, які забезпечують зменшення зон сплавлення у наплавленому металі.

1. Кузін О., Беспалов С. Вплив термічної обробки на зношувальну стійкість сталі 38ХС // Вісник ДУ "Львівська політехніка" 1998. №321. С. 49-51. 2. Цивирко Э.И., Мошкевич Е.И., Улитенко А.Н., Бялик Г.А. Комплексный контроль качества конструкционной стали. К., 1986. 3. Кузін О., Мецзякова Т., Беспалов С. Використання іонно-плазмового травлення для аналізу структурно-енергетичного стану внутрішніх поверхонь розділу // Вісник ДУ "Львівська політехніка" 1999. №359. С. 73-76.