

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ ВАНАДІЄМ НА СТРУКТУРУ ТА ЗМІНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ

¹Вінницький національний технічний університет

В роботі досліджено вплив легування ванадієм з обмазки на особливості структуроутворення в наплавлених поверхневих шарах конструкційних сталей. Показано, що наплавлення з легувальною обмазкою дало змогу формувати поверхневі шари з підвищеними значеннями мікротвердості та зносостійкості.

ВСТУП

Для розвитку машинобудування, сільськогосподарської промисловості, автомобілебудування актуальним завданням сьогодення є створення на поверхні конструкційних матеріалів поверхневих шарів, які здатні тривалий час надійно працювати за умов тертя та зношування при одночасній дії робочих середовищ. Адже внаслідок зношування в процесі тертя, ерозії та кавітації виходять з ладу близько 85–90 % деталей машин та механізмів цих галузей промисловості, а витрати на їхнє відновлення та ремонт у декілька разів перевищують вартість готових виробів [1]. Тому інструментом для підвищення довговічності означених виробів ми вибрали один із найрозповсюдженіших методів інженерії поверхні – наплавлення з легувальними пастами.

Мета роботи полягає у вивченні характеру структуроутворення в поверхневих шарах конструкційних сталей під час наплавлення з легувальною пастою, ідентифікації їх фазового складу та властивостей.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Об'єктом дослідження вибрано поверхневі шари конструкційної сталі 40X. На попередньо підготовлені до наплавлювання шийки вала рівномірно наносили пасту на основі феррованадію марки ФВд50У0,5. Обробка здійснювалась на вдосконаленій установці УД-209М. Наплавлення виконували на постійному струмі, полярність – зворотна (плюс – електрод, мінус – деталь), наплавочним дротом Нп-30ХГСА. Перед наплавленням на поверхню досліджуваної сталі рівномірним шаром (завтовшки 550–800 мкм) наносили попередньо підготовлену легувальну обмазку (80 % дисперсного порошку ФВд50У0,5 + 20 % рідкого скла), просушували, забезпечували обертання деталі та поступальне переміщення наплавлювальної головки.

Дослідження зміни структури та фазового складу поверхневих шарів після наплавлення оцінювали на оптичному мікроскопі МИМ-7 за стандартними методиками. Травлення шліфів проводили розчином хлористого заліза ($\text{FeCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$).

Легування наплавленням досліджуваних сталей дало змогу сформувати багат шарові поверхні товщиною близько 1250–1520 мкм із градієнтною структурою та підвищеними властивостями.

Розподіл мікротвердості на зразках із сталі 40X, наплавлених після нанесення обмазки на основі ванадію показано на рис. 1а, та без обмазки рис. 1б. У порівнянні зі зразком без обмазки, рівень мікротвердості значно вищий і досягає 600 МПа на відстані 1,0 мм від поверхні.

Рівень максимальної мікротвердості 450 МПа, на зразку без обмазки – відповідає твердості на глибині 1,5 мм на зразках з обмашенням (див. рис. 1). Отримали значне збільшення товщини зміцненого шару зі збереженням якості поверхневого шару без тріщин, пор та напливів. Це пояснюється тим, що при визначеній кількості ванадію у поверхневому шарі кристалізується евтектика, яка складається з карбиду ванадію $\text{VC}_{0,88}$ та аустеніту, при застиганні з перліту + $\text{VC}_{0,88}$. Ця евтектика має інвертовану структуру – в ній матрицею слугує перліт, в якому вкраплена карбідна фаза, що повністю відповідає принципу Шарпі–Бочвара [2].

Дослідження [3] показали, що повна «кінверсія» мікроструктури карбідної евтектики досягається при вмісті не менш як 10–12 % ванадію у чавунах зі звичайним вмістом вуглецю (2,8–3,3 %). Така незвичайна мікроструктура білого чавуну забезпечує високу міцність, в'язкість та зносостійкість металу.

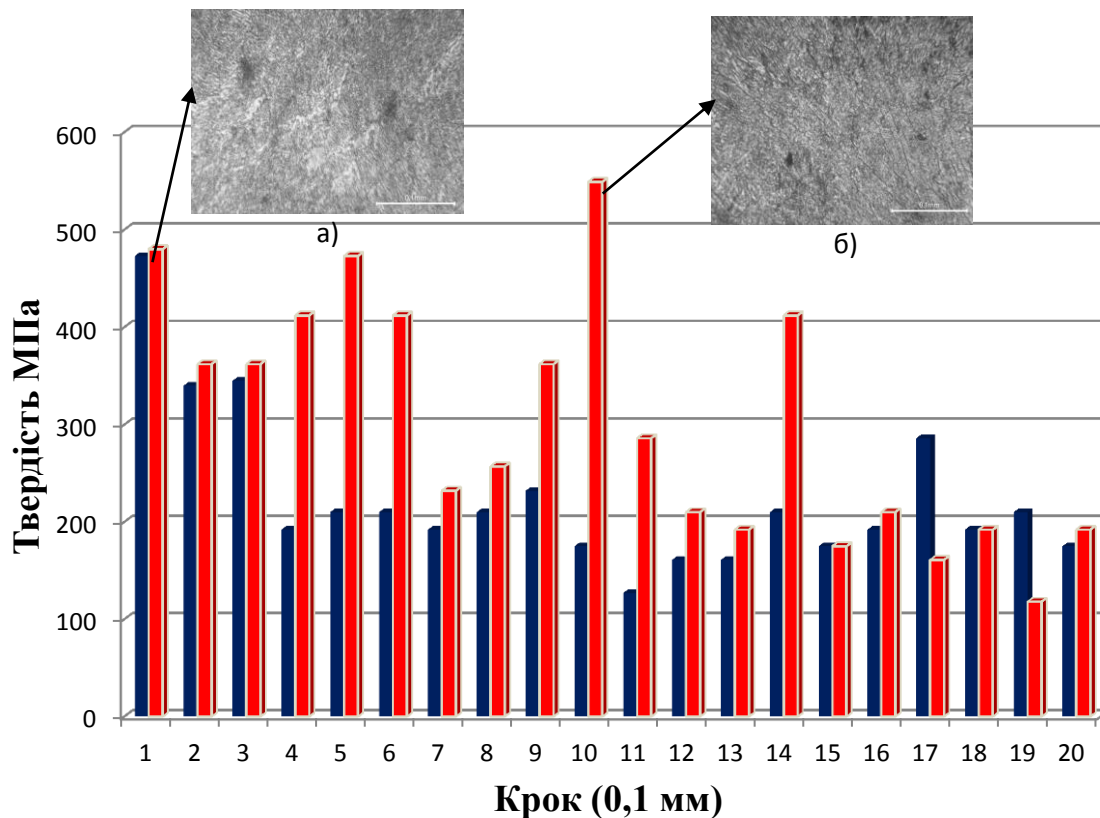


Рисунок 1 – Характер розподілу мікротвердості наплавленого шару:
а) дрiт 30ХГСА; б) дрiт 30ХГСА з ферованадієм

Отримані результати можливо пояснюються тим, що завдяки нагріву електричною дугою матеріалу деталі внутрішні та поверхневі шари металу встигають розігріватися до більш високих температур. Враховуючи супутній нагрів деталі до 400–500 °С, додаткове підвищення температури на 300–325 °С вже переводить метал у область фазових перетворень, які в цих умовах більш повно встигають проводити дифузiю ванадію вглиб металу, що сприяє проникненню зміцненого шару на більшу глибину.

На рис. 2 показана мікроструктура наплавленої поверхні з обмаскою на основі ванадію, яка є дрібнодисперсною у порівнянні з мікроструктурою наплавленою без обмаски (рис. 3). Підвищена твердість на глибині 1,5 мм пояснюється появою в структурі карбідів ванадію, рівномірно розташованих у матриці (перліті). Такий тип мікроструктури відповідає принципу Шарпі–Бочвара. Крім того, однією з цілей, які постали перед легуванням, є стабілізування цементиту у зоні тертя та зношування.

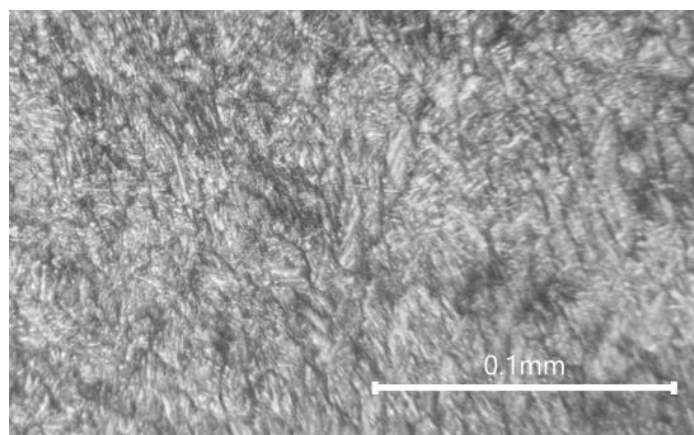


Рисунок 2 – Мікроструктура наплавленого шару дротом 30ХГСА + легувальна обмаска (80 % дисперсного порошкуФВд50У0,5 + 20 % рідкого скла). Травлення ніталем

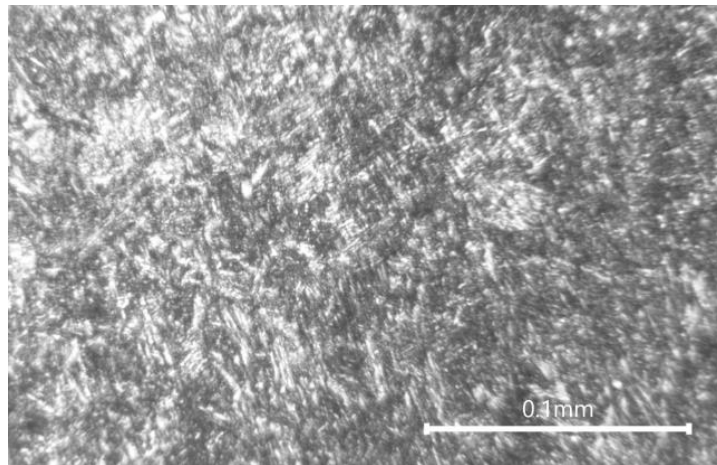


Рисунок 3 – Мікроструктура наплавленого шару дротом 30ХГСА ($\times 100$). Травлення ніталем

ВИСНОВКИ

Підвищення трибологічних характеристик і мікротвердості синтезованих поверхневих шарів відбувається в результаті цілеспрямованого формування фазового складу, що містить карбідні фази. Досягається інвертована оптимальна об'ємна структура, при якій тверді зони, що складаються з більш крихкого матеріалу, ізольовані одна від одної, а між ними розташована безперервна матриця з в'язкого незміцненого матеріалу – виконується так званий принцип Шарпі–Бочвара.

За результатами виконаних досліджень можна зробити висновок, що відбувається підвищення зносостійкості поверхні виробів за умов тертя в результаті формування наплавлених покриттів із легувальною обмазкою (80 % дисперсного порошку ФВд50У0,5 + 20 % рідкого скла) карбідів ванадію, рівномірно розташованих у матриці (перліті).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Триботехническое материаловедение и триботехнология : учебн. пособие для студ. высш. учеб. зав. [Электронный ресурс] / Н. Е. Денисова, В. А. Шорин, Н. Н. Гонтарь, Н. И. Волчихина, Н. С. Шорина. – Пенза : Пензенский гос. ун-т, 2006. – Adobe Acrobat 7.0 Document, 3,62 Mb. – Системні вимоги: Windows XP; MS Word 2003.
2. Шиліна О. П. Підвищення зносостійкості робочих поверхонь штока гідроциліндра когерентним випромінюванням / Шиліна О. П. // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. – № 1(35). – С. 108–110.
3. Жуков А. А. Геометрическая термодинамика сплавов железа / А. А. Жуков. – М. : Металлургия, 1971. – 272 с.

REFERENCES

1. Tribotechnicheskoe materialovedenie I tribotehnologiyu [Elektronnyi resurs]: Uchebn. Posobie [dlya stud. vyssh. ucheb. zav.] / N. E. Denisova, V. A. Shorin, N. N. Gontar, N. I. Volochyhina, N. S. Shorina. – Penza: Ptnzenskiy gos. un-t., 2006. – Adobe Acrobat 7.0 Document, 3,62 Mb. – Sbstevni vimogi: Windows XP; MS Word 2003.
2. Shilina O. P. Pidvishchennya znosostiykosti robochikh poverkhon shtoka gidrozilindra kogerentnim viprominuvannyam./ Shilina O.P. //Promyslova gidravlika i pnevmatika. № 1(35) 2012. 108...110 p.
3. Zhykov A. A. Geometricheskaya termodinamika splavov zheleza. – M.: Metallurgiya, – 1971. – 272 с.

ВПЛИВ ЛЕГУВАННЯ ВАНАДІЄМ НА СТРУКТУРУ ТА ЗМІНУ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРІВ КОНСТРУКЦІЙНИХ СТАЛЕЙ

¹Вінницький національний технічний університет

Актуальною задачею є створення на поверхні конструкційних матеріалів поверхневих шарів, які здатні тривалий час надійно працювати за умов тертя та зношування при одночасній дії робочих середовищ. Інструментом для підвищення довговічності поверхневих шарів ми вибрали один із найрозповсюдженіших методів інженерії поверхні – наплавлення з легувальними пастами.

Суттєво підвищує міцність, твердість та зносостійкість поверхневого шару додавання в якості легувального елемента ванадію (V), за рахунок утворення карбідів в процесі наплавлення.

Мета роботи полягає у вивченні характеру структуроутворення в поверхневих шарах конструкційних сталей під час наплавлення з легувальною пастою, ідентифікації їх фазового складу та властивостей.

Аналіз мікроструктури наплавленого шару показав, що мікроструктура наплавленої поверхні з обмазкою на основі ванадію є дрібнодисперсною у порівнянні з мікроструктурою наплавленою без обмазки. Підвищена твердість на глибині 1,5 мм пояснюється появою в структурі карбідів ванадію, рівномірно розташованих у матриці (перліті). Такий тип мікроструктури відповідає принципу Шарпі–Бочвара. Крім того, однією з цілей, які поставили перед легуванням, є стабілізування цементиту у зоні тертя та зношування.

За результатами виконаних досліджень можна зробити висновок, що відбувається підвищення зносостійкості поверхні виробів за умов тертя.

Ключові слова: сталь, поверхневий шар, легування, зносостійкість, принцип Шарпі-Бочвара

Шиліна Олена Павлівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: shilina.tpz@gmail.com

E. Shilina¹

THE INFLUENCE OF VEGASING TO STRUCTURE AND CHANGE OF PROPERTIES SURFACED LAYERS OF CONSTRUCTION STEELS

¹Vinnitsia national technical University

The urgent task is to create on the surface structural materials superficial layers that can last for a long time to work reliably under conditions of friction and wear while simultaneously working media. We have chosen one of the most widely used methods of surface engineering - surfacing with doping pastes to increase the durability of the surface layers.

Substantially increases the strength, hardness and wear resistance of the surface layer of addition as a doping element of vanadium (V), due to the formation of carbides in the process of surfacing.

The purpose of the work is to study the nature of structural formation in the surface layers of structural steels during surfacing with doping paste, identification of their phase composition and properties.

An analysis of the microstructure of the deposited layer showed that the microstructure of the welded surface with vanadium-based coating is finely dispersed in comparison with the microstructure of the fusion bonded without coating. The increased hardness at a depth of 1.5 mm is explained by the appearance in the structure of vanadium carbides uniformly located in the matrix (perlite). This type of microstructure corresponds to the Charpy-Bochvar principle. In addition, one of the goals facing doping is the stabilization of cementite in the area of friction and wear.

According to the results of the performed studies it can be concluded that there is an increase in the wear resistance of the surface of products under friction conditions.

Key words: steel, surface layer, alloying, wear-resistance, principle of Sharpi-Bochwara

Shilina Elena, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Department of Technology of Increase of Wearproofness, Vinnytsya National Technical University, e-mail: shilina.tpz@gmail.com

Е. П. Шилина¹

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ВАНАДИЕМ НА СТРУКТУРУ И ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

¹Вінницький національний технічний університет

Актуальной задачей является создание на поверхности конструкционных материалов поверхностных слоев, которые способны длительное время надежно работать в условиях трения и износа при одновременном действии рабочих сред. Инструментом для повышения долговечности поверхностных слоев мы выбрали один из наиболее распространенных методов инженерии поверхности – наплавки с легирующими пастами.

Существенно повышает прочность, твердость и износостойкость поверхностного слоя добавление в качестве легирующего элемента ванадия (V), за счет образования карбидов в процессе наплавки.

Цель работы заключается в изучении характера структурообразования в поверхностных слоях конструкционных сталей при наплавке с легирующей пастой, идентификации их фазового состава и свойств.

Анализ микроструктуры наплавленного слоя показал, что микроструктура наплавленной поверхности с обмазкой на основе ванадия является мелкодисперсной по сравнению с микроструктурой наплавленной без обмазки. Повышенная твердость на глубине 1,5 мм объясняется появлением в структуре карбидов ванадия, равномерно расположенных в матрице (перлите). Такой тип микроструктуры соответствует принципу Шарпи–Бочвара. Кроме того, одной из целей, стоящих перед легированием, является стабилизация цементита в зоне трения и износа.

По результатам выполненных исследований можно сделать вывод, что происходит повышение износостойкости поверхности изделий в условиях трения.

Ключевые слова: сталь, поверхностный слой, легирование, износостойкость, принцип Шарпи–Бочвара

Шилина Елена Павловна, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии повышения износостойкости, Винницкий национальный технический университет, e-mail: thshilina.tpz@gmail.com