

ВПЛИВ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВЛАСТИВОСТІ РОБОЧОГО НАПЛАВЛЕНОГО ШАРУ МОЛОТКІВ ЗЕРНОДРОБАРКИ

Вінницький національний технічний університет

В роботі розглянуто вплив контактних навантажень на зміну структури та властивості робочого наплавленого шару ножів зернодробарок.

Такі фактори як матеріал молотків; навантаження та швидкість обертання барабану зернодробарки впливають на зносостійкість покриттів. Зміцнення мікрооб'єму металу у процесі фазових перетворень сприяє підвищенню його твердості та зносостійкості наплавленого металу. Під впливом контактних навантажень відбувається пластичне деформування поверхневих шарів в результаті наклепу і додатково за рахунок деформаційного перетворення. Дослідження мікроструктури наплавленого металу методами оптичної мікроскопії показали утворення багатофазної структури. При швидкому охолодженні в процесі наплавлення фіксується структура, яка була при нагріві, тому що поліморфні перетворення не встигають пройти, а надлишкові фази виділились. Отримана структура надає наплавленим шарам можливість піддавати їх холодному пластичному деформуванню, в процесі якої вони добре наклепуються і зміцнюються. В процесі наплавлення та швидкому охолодженні аустеніт розпадається з виділенням по границях дрібнодисперсних карбідів, які під впливом деформації упорядковуються та вишиковуються в рівну лінію.

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленому металі досягнуто показників здатності до зміцнення на рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбідоутворюючим елементом (марганцем та хромом), а також максимальний показник ступеня зміцнення Δ . Зміцнення є великим резервом підвищення надійності деталей. Експериментально показано наявність фазових змін під впливом пластичної деформації у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його основу. Зміцнення мікрооб'єму металу у процесі фазових перетворень підвищує його опір руйнуванню, забезпечуючи більш рівномірний розподіл пластичних деформацій, тому що в роботу включаються незміцнені мікрооб'єми металу.

Ключові слова: молоток зернодробарки, контактні навантаження, пластичне деформування, деформаційне зміцнення.

Вступ

Побутові подрібнювачі (зернодробарки) є незамінним пристосуванням в приватному та фермерському господарствах. Вони призначені для подрібнення різних зернових культур (ячменю, пшениці, жита, гречки, кукурудзи) з метою приготування кормів для домашніх тварин або птахів. Їх виробляє безліч як вітчизняних, так і зарубіжних компаній.

Молоток зернодробарки – це металева пластина, яка закріплена на диску барабана і вільно обертається. Коли диск набирає обертів, молотки обертаються і подрібнюють зерно. Виготовляється зі сталі 65Г ГОСТ 14959-79, на рис. 1 показані основні типи молотків зернодробарки.



Рис. 1. Типи молотків зернодробарки

Ножі зернодробарки працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування, що є причиною швидкого зношування молотків, а от же малий термін роботи.

Характерними дефектами молотків є: деформація і спрацювання робочих граней. Затуплення та викришування лез молотків. Поламані молотки замінюють новими.

Пластичне деформування є одним із сучасних способів зміцнені деталей. Здатність металів пластично деформуватися має велике значення для забезпечення надійності і довговічності роботи виробів. Якщо здатність металу виробів до пластичної деформації мала, то в таких виробках в процесі роботи може швидше відбутися крихке руйнування [1].

Метою роботи є дослідження впливу контактних навантажень на властивості робочого наплавленого шару і, як наслідок, підвищення зносостійкості молотків зернодробарки та створення покриття з заданими технологічними властивостями на робочих поверхнях.

Результати дослідження

Одночасно зі зміною розмірів і форми в пластично деформованому виробі змінюються структура і властивості поверхневого робочого шару. Це дає можливість використовувати пластичне деформування як технологічну операцію, яка змінює в бажаному напрямку властивості поверхневого шару.

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринеля і Роквела. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу HRC_{30} , потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки твердоміра Бринеля [2].

В табл. 1 наведені результати вимірювань.

Таблиця 1

Матеріал електроду	Твердість HRC_{30}	Зміцнення після вдавнень:			Δ , %	Макс. твердість, HRC
		1	2	3		
НИИ-48Г ГОСТ 9466-75	$\frac{27-29}{28}$	$\frac{47-49}{48}$	$\frac{50-52}{51}$	$\frac{52-54}{53}$	89,3	53
OK61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75	$\frac{31-33}{32}$	$\frac{50-52}{51}$	$\frac{53-55}{54}$	$\frac{56-58}{57}$	78,1	57

За результатами проведених досліджень отримали залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля, а відповідно від ступеню деформації наплавленого шару (рис. 2).

Встановлено, що максимальна твердість HRC_3 у лунці відбитка досягається після третього вдавнення кульки в поверхню наплавленого металу електродом OK61.30/308L-17 ГОСТ 10052-75, і для наплавочного електродом НИИ-48Г ГОСТ 9466-75 її максимальне значення досягається також після третього вдавнення, що говорить про інтенсивну сприйнятливості до деформаційного зміцнення, наплавленого металу (див. рис. 2).

Висновок про те, що зміцнення наплавленого металу під впливом контактних навантажень відбувається в результаті наклепу і додатково за рахунок деформаційного перетворення, зроблено на підставі дослідження мікроструктури наплавленого металу методами оптичної мікроскопії.

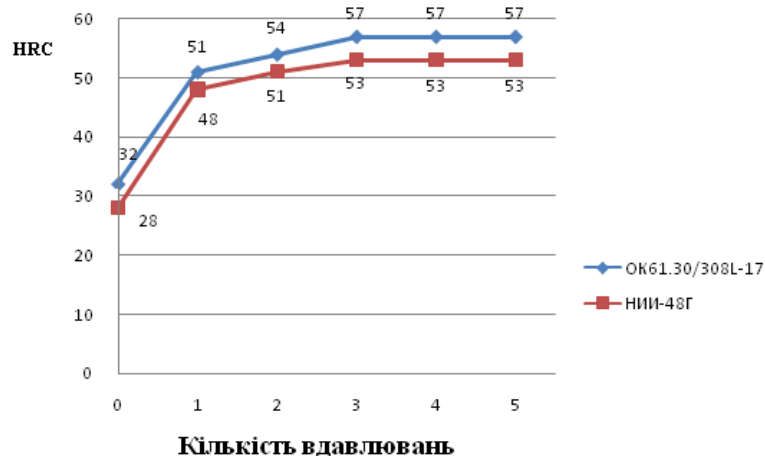


Рис. 2. Залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля

На рис. 3 показано загальний вигляд наплавлених зразків з лунками після вдавлювання (відповідно 1 – одне вдавлювання індентора; 2 – два вдавлювання та 3 – три вдавлювання).

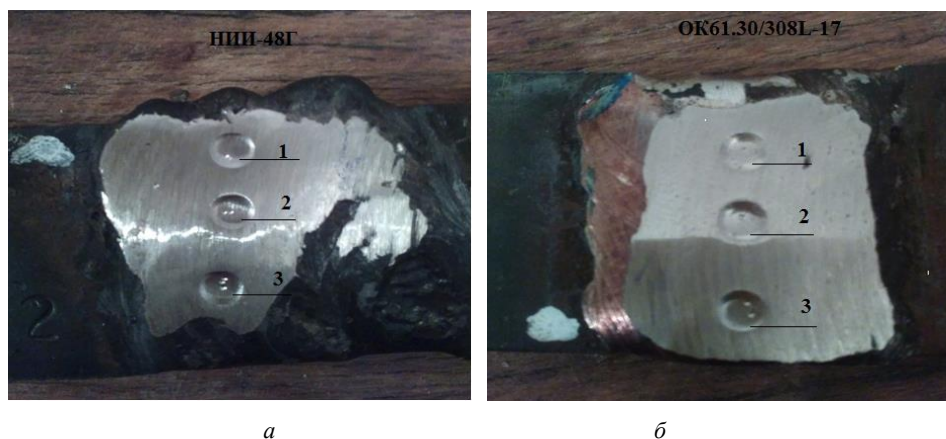


Рис. 3 – Загальний вигляд напавленого матеріалу після вдавлювання індентора: *a* – зразок напавлений електродом НІІ-48Г; *б* – зразок напавлений електродом ОК61.30/308L-17

При вивченні за цією методикою здатності до деформаційного зміцнення напавленого металу з високим вмістом легуючих елементів встановлено, що значення максимальної твердості в лунці відбитку практично збігаються. Це пояснюється тим, що напавлений метал набуває багатофазну структуру аустеніту з невеликою кількістю фериту і карбідів. Така багатофазна структура при швидкому охолодженні фіксує структуру, яка була при нагріві, бо поліморфні перетворення не встигають пройти, а надлишкові фази виділились [3]. Така структура надає напавленим шарам найбільшу пластичність, що дозволяє піддавати їх холодному пластичному деформуванню, в процесі якої вони добре наклепуються і зміцнюються. При нагріванні в процесі напавлення та швидкому охолодженні аустеніт розпадається з виділенням по границях дрібнодисперсних карбідів. На мікроструктурі (рис. 4–6) спостерігається під впливом деформації упорядкування та вишикування карбідних включень в рівну лінію, що і приводить до значного підвищення твердості, а відповідно і зносостійкості напавлених шарів.

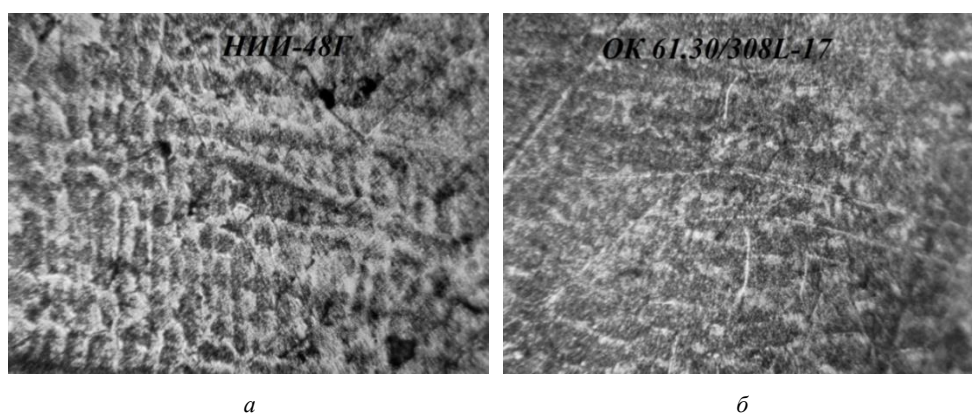


Рис. 4. Мікроструктура напавленого металу після одного вдавлювання індентора: *a* – зразок напавлений електродом НІІ-48Г; *б* – зразок напавлений електродом ОК61.30/308L-17

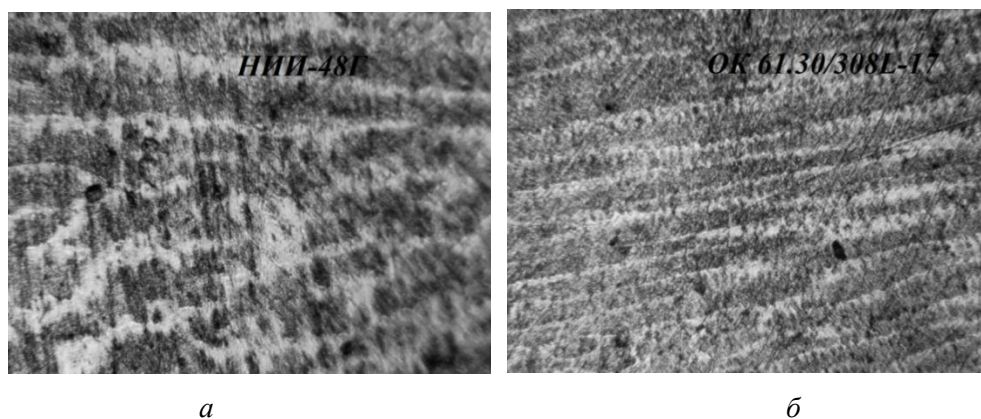


Рис. 5. Мікроструктура напавленого металу після двох вдавлювань індентора: *a* – зразок, напавлений електродом НІІ-48Г; *б* – зразок, напавлений електродом ОК61.30/308L-17

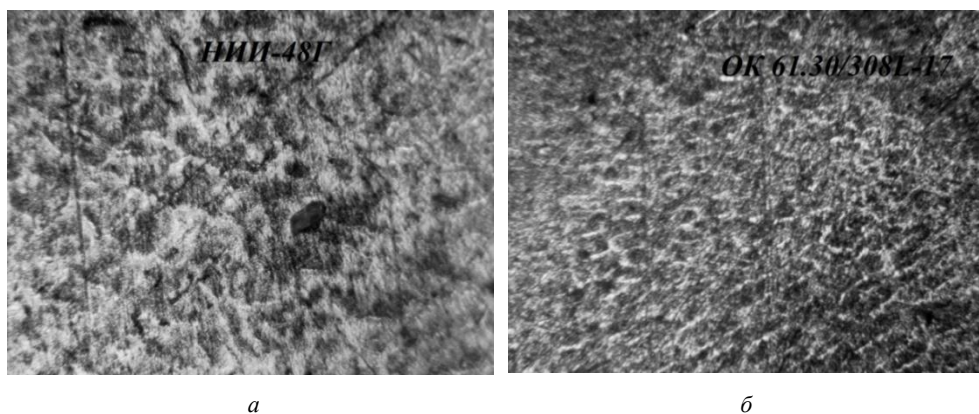


Рис. 6. Мікроструктура наплавленого металу після трьох вдавлювань індентора:
 а – зразок, наплавлений електродом НІІІ-48Г; б – зразок, наплавлений електродом ОК61.30/308L-17

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленому металі, досягнуто показників здатності до зміцнення на рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбідоутворюючим елементом (марганцем та хромом), а також максимальний показник ступеня зміцнення Δ .

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення і його зносостійкості оцінювалися службові властивості наплавленого металу.

Під впливом контактних навантажень (деформація стиску) найбільш інтенсивні зміни (виділення карбідів, утворення пакетів ліній ковзання) зафіксовано при $\epsilon = 10 \dots 25$ %. Початок деформаційного мартенситного перетворення зафіксовано при $\epsilon = 20 \dots 25$ %.

Висновки

Аналіз проведених досліджень показав, що підвищена зносостійкість наплавленої сталі 65Г у вказаних умовах зовнішньої дії обумовлена такими факторами:

1. Фазові перетворення при деформуванні відбуваються у мікрооб'ємах металу з максимальним рівнем напружень, де найбільш вірогідно зародження осередків руйнування, що сприяє локальній релаксації і тим самим відсовує початок руйнування.

2. Зміцнення мікрооб'єму металу у процесі фазових перетворень підвищує його опір руйнуванню, забезпечуючи більш рівномірний розподіл пластичних деформацій, оскільки в роботу включаються незміцнені мікрооб'єми металу.

3. Зміцнення є великим резервом підвищення надійності деталей. Експериментально показано наявність фазових змін під впливом пластичної деформації у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його основу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В. М. Корж, В. Д. Кузнецов, Ю. С. Борисов і К. А. Ющенко, Ред., *Нанесення покриття*. К.: Аристей, 2005, 204 с.
- [2] В. В. Рюмін, Л. А. Солнцев и А. И. Черников, «Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном электродами ГР-11 (С-80Г9Х6С),» *Вестник Харьковского государственного политехнического университета «ХП»*. Харків: НТУ «ХП», № 82, с. 50-61. 2000.
- [3] О. П. Шилина, А. А. Жуков и А. Н. Кокора, «Получение в высокопрочном чугуна износостойкой структуры соответствующей принципу Шарпи,» *Физика и химия обработки материалов*, № 3, с. 133-139. 1986.

Шилина Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

The influence of contact loads on the properties of the working plated layer grain grinders

Vinnitsa National Technical University

The influence of contact loads on the change of structure and properties of working welded layer of knives of grain grinders is considered in the work.

Factors such as: hammer material; the load and rotation speed of the grain crusher drum affect the durability of the coatings. Strengthening the micro-volume of the metal in the process of phase transformations promotes its hardness and wear resistance of the weld metal. Under the influence of contact loads, plastic deformation of the surface layers occurs as a result of slander and additionally due to deformation transformation. Investigation of the microstructure of the weld metal by optical microscopy revealed the formation of a multiphase structure. With rapid cooling, the welding process fixes the structure that was under heating, as polymorphic transformations do not have time to go through, and excess phases are released. The resulting structure allows the deposited layers to be subjected to cold plastic deformation, in the process of which they are well glued and strengthened. In the process of surfacing and rapid cooling, austenite breaks down with the release of fine carbides along the boundaries, which are ordered and lined up by a straight line under the influence of deformation.

Due to the development of deformation martensitic transformation in the weld metal, the indexes of the ability to harden at the level of alloys were obtained, in which this indicator was obtained due to the level of doping with the carbide-forming element (manganese and chromium), as well as the maximum index of the degree of hardening Δ . Strengthening is a great reserve for improving the reliability of parts. The presence of phase changes under the influence of plastic deformation in the weld metal is shown experimentally with the formation of deformation martensite. The combination of slander with deformation martensitic transformation effectively strengthens its base. Strengthening the micro-volume of the metal in the process of phase transformations increases its resistance to fracture, providing a more even distribution of plastic deformation, since the work involves non-reinforcing micro-volumes of the metal.

Keywords: crusher hammer, contact load, plastic deformation, strain hardening.

Shilina Olena – Ph. D. (Eng), Assistant Professor, Assistant Professor of the department of machine-building, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com.

Е. П. Шилина

Влияние контактных нагрузок на свойства рабочего наплавленного слоя молотка зернодробилки

Винницкий национальный технический университет

В работе рассмотрено влияние контактных нагрузок на изменение структуры и свойства рабочего наплавленного слоя ножей зернодробилок.

Такие факторы как материал молотков; нагрузки и скорость вращения барабана зернодробилки влияют на износостойкость покрытий. Деформирование микрообъема наплавленного металла в процессе фазовых превращений способствует повышению его твердости и износостойкости. Под влиянием контактных нагрузок происходит пластическое деформирование поверхностных слоев в результате наклепывания и дополнительно за счет деформационного упрочнения. Исследование микроструктуры наплавленного металла методами оптической микроскопии показали образование многофазной структуры. При быстром охлаждении в процессе наплавки фиксируется структура, которая была при нагреве, так как полиморфные превращения не успевают пройти, а избыточные фазы выделиться. Полученная структура придает наплавленным слоям возможность подвергать их холодному пластическому деформированию, в процессе которой они хорошо наклепываются и упрочняются. В процессе наплавки при быстром охлаждении аустенит распадается с выделением по границам мелкодисперсных карбидов, которые под влиянием деформации упорядочиваются и выстраиваются ровной линией.

Вследствие развития деформационного мартенситного превращения в наплавленном металле, достигнуты показатели способности к упрочнению на уровне сплавов, у которых этот показатель получен за счет уровня легирования карбидообразующим элементом (марганцем и хромом), а также максимальный показатель степени упрочнения Δ . Упрочнение является большим резервом повышения надежности деталей. Экспериментально показано наличие фазовых изменений под влиянием пластической деформации в наплавленном металле, с образованием мартенсита деформации. Сочетание наклепа с деформационным мартенситным превращением эффективно упрочняет его основу. Упрочнение микрообъема металла в процессе фазовых превращений повышает его сопротивление разрушению, обеспечивая более равномерное распределение пластических деформаций, так как в работу включаются неупрочненные микрообъемы металла.

Ключевые слова: молоток зернодробилки, контактные нагрузки, пластическое деформирование, деформационное упрочнение.

Шилина Елена Павловна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры отраслевого машиностроения, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com.