

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОТВЪРДОСТТА В ДЪЛБОЧИНА И СТРУКТУРАТА НА МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОЦЕСА ППД ЧРЕЗ СЪБИРАНЕ НА РОТАЦИИ ОКОЛО КРЪСТОСАНИ ОСИ

EXPERIMENTAL STUDY OF THE DEPTH MICRO-HARDNESS AND THE MATERIAL MICRO-STRUCTURE IN BURNISHING CARRIED OUT BY ADDING ROTATIONS AROUND CROSSING AXES

Иван М. Амуджев

ivan1703@abv.bg

Технически университет – Габрово

Abstract

This article presents the outcomes from experimental study of the depth micro-hardness of burnished specimens made of middle-carbon steel as well as the variation of the material micro-structure due to applying deformation. The burnishing process has been carried out by means of adding rotations around crossing axes and differs from the conventional single-roller burnishing since the process has been fulfilled in conditions of simultaneously tangential and axial skid between the deforming roller having toroidal working surface and the workpiece being burnished.

Keywords: burnishing, micro-hardness, micro-structure

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Повърхностният слой на конструкционните и машинните елементи е най-натоварен и развитието на пукнатините от умора започва именно от него. Качеството му се определя от получената грапавост, остатъчни напрежения, микротвърдост и микроструктура. Комплексът от посочените характеристики се определя от метода на довършващо обработване. Доказано е, че методите чрез повърхностно пластично деформиране (ППД) подобряват значително тези качества [1-4]. Прилагането на различните методи за ППД води до получаването на уякчен слой с различна дълбочина, в следствие на пластичната деформация. Необходимост представлява достатъчната информация за получавания размер и структура на този слой за различните методи, което еднозначно би определило областта на приложение на съответния метод.

Целта на настоящото експериментално изследване е установяване на изменението

на микротвърдостта и микроструктурата в дълбочина на образци от средно въглеродна стомана, обработени посредством ППД, реализирана като обтъркаване с тороидална ролка. Осите на ролката и заготовката са кръстосани, което позволява плъзгане в осово и тангенциално направления.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

2.1. Постановка на експеримента

Образците са избрани на случаен принцип след провеждане на планиран експеримент [5-8].

Измерването на микротвърдостта и установяване изменението на микроструктурата в дълбочина е извършено в оторизирана лаборатория на „Капрони” АД – гр. Казанлък. Измервателната установка е показана на фиг. 1.

При подготовката на образците е приложена следната методика:

2.1.1. Подготовка на образците за металографски шлифове

2.1.1.1. Отрязване на заготовките за шлифове от предложения материал – напречно през средата на Ø20

2.1.1.2. Премахване на следите от грубата механична обработка чрез зачистване на лентова „пътека” с шкурка P150

2.1.1.3. Изработване на «запресовка» от образца на пневматична преса "Лесо-PR-22"

2.1.2. Шлифование на металографските шлифове

2.1.2.1. Уред за шлифование

Извършва се на стандартна машина "Лесо VP-50", като последователно се използват следните шкурки: № 280, 600, 800, 1000, 1200

2.1.2.2. Шлифването се извършва чрез впръскване на няколко капки 3% разтвор на парафин в коресилин на всяка шкурка. Шлифът се поставя, при всяка следваща шкурка, перпендикулярно на посоката на въртене на диска до пълно загубване на следите от предходната шкурка

2.1.3. Полиране на образца

Извършва се на специална установка за полиране от мек плат напоен със спирт, с нанасяне на суспензии, както следва:

- за предварително полиране се използва диамантена суспензия 6 микрона;
- за окончателно полиране се използва диамантена паста 1 микрон.

Полирането се извършва до пълно премахване следите от шлайфането и получаването на огледална повърхност.

2.1.4. Проявяване на металографските шлифове

Метод за проявяване - химическо проявяване

Осъществява чрез протриването му с реактива до получаването на желаната структура. По време на проявяването повърхността на шлифа потъмнява, което показва избиращото разтваряне на фазите и границите на зърната.

Универсален реактив за проявяване: 3-5 % разтвор на HNO_3 (азотна лиселина) в етилов алкохол.

2.1.5. Определяне твърдостта по Викерс HV0.050 на повърхностния слой

Извършва се на микротвърдомер "LECO-M-400" с натоварващ диапазон 0,010 kg - 1,00 kg.



Фиг. 1. Установка за измерване на микротвърдост

Изпитвателните повърхнини трябва да са обработени равно и фино, без да се променя състоянието на материала, за да е възможно измерване отпечатъците на твърдостта HV съгласно DIN 50133.

Измерването на твърдостта на повърхностния слой се извършва, като се направят достатъчен брой отпечатъци за снимане на кривата на изменение на твърдостта - на отстояние 0.05 mm от повърхността и между тях.

2.1.6. Оценка на структурата – на проявен образец

Извършва се на металографски микроскоп „Neophot 32“

Големина на действителното зърно – наблюдение при 100 пъти увеличение и сравнение с таблици DIN 50601.

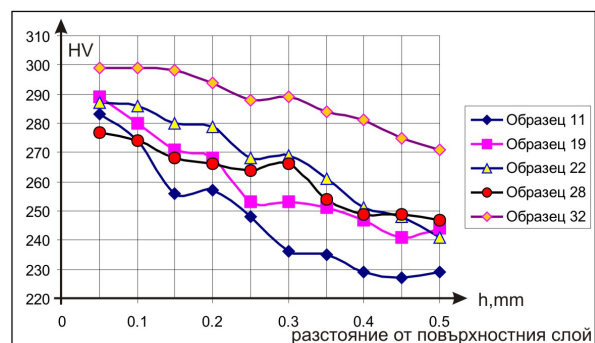
Форма и посока на деформираните зърна на повърхността - наблюдение при 500 пъти увеличение.

2.2. Експериментални резултати

За всяка точка са направени 5 измервания, а за анализа е взета средно аритметична стойност. Това се прави с цел избягване на грешки, поради различните фази, от които се състои микроструктурата. Резултатите са онагледени в табличен и графичен вид, съответно в табл. 1 и на графиката от фиг. 2.

Таблица 1

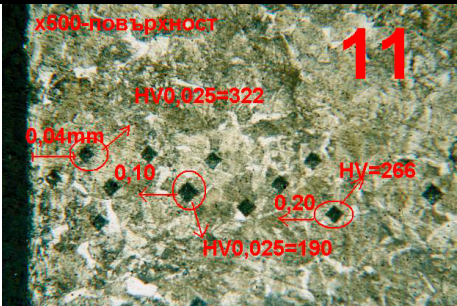
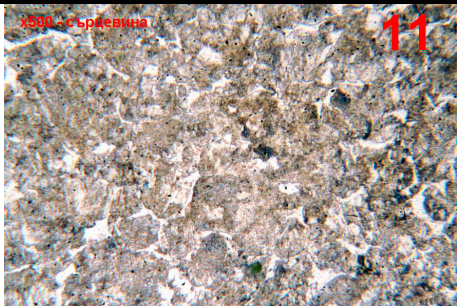
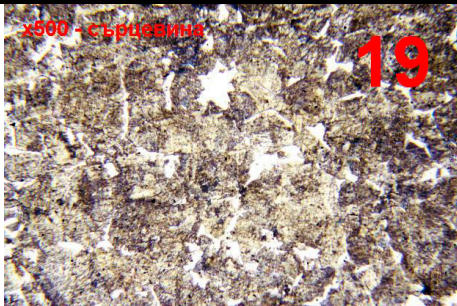
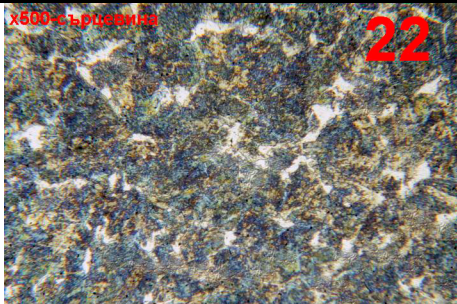
h [mm]	HV				
	Образец №				
	11	19	22	28	32
0.05	283	289	287	277	299
0.10	274	280	286	274	299
0.15	256	271	280	268	298
0.20	257	268	279	266	294
0.25	248	253	268	264	288
0.30	236	253	269	266	289
0.35	235	251	261	254	284
0.40	229	247	251	249	281
0.45	227	241	248	249	275
0.50	229	244	241	247	271

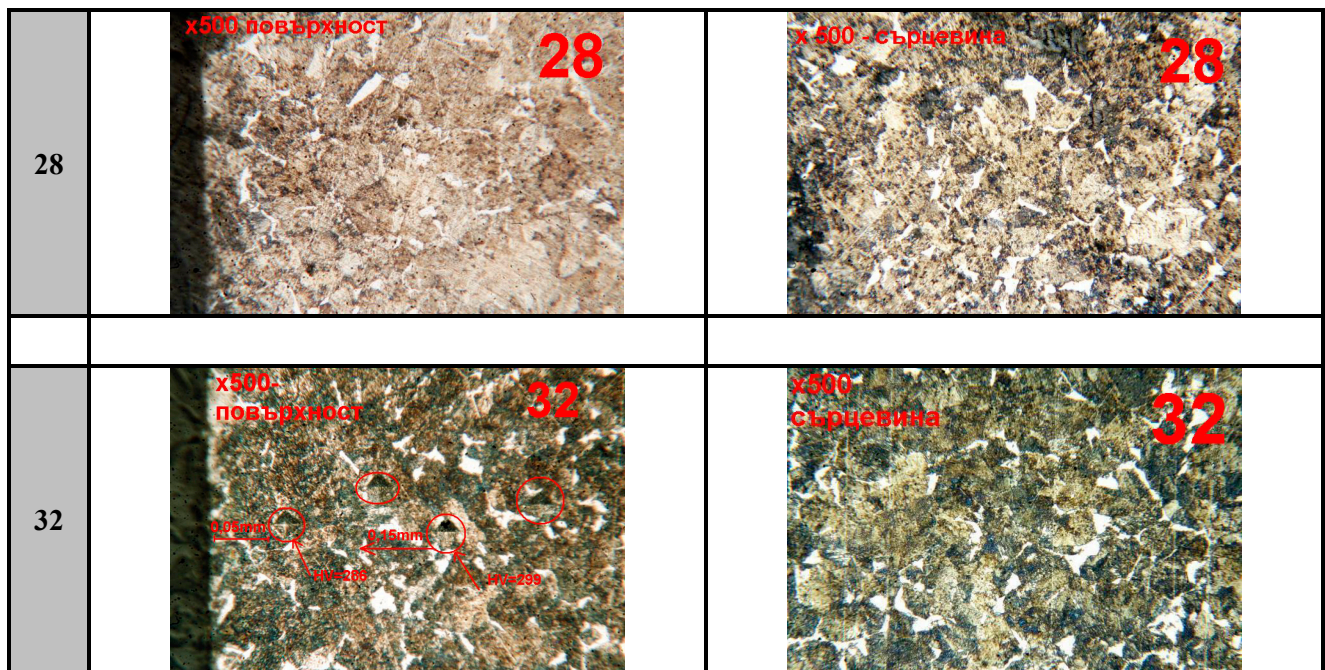


Фиг. 2. Измерени стойности за микротвърдостта, в зависимост от разстоянието от повърхностния слой

Микроструктурата в различна дълбочина е показана в табл. 2.

Таблица 2

Проба №	Повърхностна зона		Недеформирана зона (сърцевина)	
	Зърна, ориентирани по посока:			
	На деформацията		Ферит + Перлит	
11				
19				
22				



3. ИЗВОДИ

Резултатите от изследването могат да бъдат обобщени в следните изводи:

- И при петте образеца се наблюдава намаляване на микротвърдостта от повърхностния слой към сърцевината;
- Уякчаването е на дълбочина над 0.5 mm, за което съдим по стойностите на измерената микротвърдост – над 185 – 190 единици, съответстващи на необработен материал;
- Условията на обработка съществено влияят върху микротвърдостта, като най-голямо влияние оказват радиусът на ролката, притискащата сила и подаването [5];
- Микроструктурата отговаря на средно въглеродна стомана и е ферито-перлитна;
- В повърхностните деформирани зони се наблюдава промяна в ориентацията и формата на зърната, които следват посоката на деформация.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jujerm, P., Altenberger, I., 2007. Fatigue performance enhancement of steel using mechanical surface treatment. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 17(1), 59-65

[2] Klocke F., J. Liermann, 1998. Roller burnishing of hard turned surfaces, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 38 (5-6) 419-423

[3] Maximov J. T., Kuzmanov T. V., Duncheva G. V., Ganey N., 2009b. Spherical motion

burnishing implemented on lathes. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 49 (11) (2009) 824-831

- [4] Sartkulvanich P., Altan T., Jasso F., Rodriguez C., 2007. Finite element modeling of hard roller burnishing: an analysis on the effects of process parameters upon surface finish and residual stresses. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 129 (4), 705-716.
- [5] Амуджев И. М. Експериментално изследване на влиянието на смазката и броя на преходите върху качеството на обработената повърхнина, при процеса ППД чрез събиране на въртения около кръстосани оси. *Международна научна конференция UNITECH'10*, 19-20 ноември, Габрово, 2010.
- [6] Крумов К. К., Амуджев И. М., Дунчева Г. В., Максимов Й. Т., Моделиране на получаваната грапавост при процеса ППД чрез събиране на въртения около кръстосани оси, Част I: Сканиране на факторното пространство, *Известия на ТУ – Габрово*, 39 (2010) 16-23
- [7] Амуджев И. М., Крумов К. К., Дунчева Г. В., Максимов Й. Т., Моделиране на получаваната грапавост при процеса ППД чрез събиране на въртения около кръстосани оси, Част II: Планиран експеримент, *Известия на ТУ – Габрово*, 39 (2010) 24-29
- [8] Амуджев И. М., Крумов К. К., Кузманов Т. В., Моделиране на получаваната микротвърдост при процеса ППД чрез събирания на въртения около кръстосани оси, III-ти НК по машиностроене и машинознание, Варна, 2010