UNITECH '10 GABROVO

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
19 – 20 November 2010, GABROVO

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЛИЯНИЕТО НА СМАЗКАТА И БРОЯ НА ПРЕХОДИТЕ ВЪРХУ КАЧЕСТВОТО НА ОБРАБОТЕНАТА ПОВЪРХНИНА, ПРИ ПРОЦЕСА ППД ЧРЕЗ СЪБИРАНЕ НА РОТАЦИИ ОКОЛО КРЪСТОСАНИ ОСИ

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF THE LUBRICANT AND NUMBER OF PASSES OT QUALITY OF THE PROCESSED SURFACE IN BURNISHING PROCESS BY ADDING ROTATIONS AROUND CROSSING AXES

Иван М. Амуджев
ivan1703@abv.bg
Технически университет – Габрово

Abstract

This article presents the outcomes from experimental investigation of the using lubricants influence upon roughness obtained in burnishing of external cylindrical surfaces carried out by means of adding rotations around crossed axes. On the basis of obtained results an appropriate lubricant has been chosen for fulfilling an experiment aiming determination the influence of the number of passes upon roughness and micro-hardness obtained. The burnishing process has been carried out by means of single-roller device allowing crossing the roller-workpiece axes and fixing a given crossing angle.

Keywords: burnishing; lubricant; roughness; micro-hardness

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В процеса на работата си, конструкционните елементи с външни цилиндрични повърхнини (ВЦП) от типа на валове, оси, втулки, щифтове и т.н., са подложени на циклични натоварвания или относително движение по работните им повърхности. Това налага високи изисквания към дълготрайността на експлоатацията им и определя якостта на умора и износоустойчивостта като лимитиращи критерии за тяхната работоспособност. Известно е, че тези материални характеристики са пряко свързани със състоянието на повърхностния слой, т.е. с комплекса от параметри, характеризиращи материала като твърдо тяло – макро- и микрогеометрия, микротвърдост, остатъчни напрежения и др. За тяхното формиране основно влияние имат прилаганите методи за довършваща обработка – чрез рязане или повърхностно пластично деформиране (ППД). Предимствата на ППД по отношение на качеството на получения повърхностен слой са установени от много автори [1-8]. При обработването на ВЦП чрез ППД се прилагат различни методи: обтъркалване със сфери; обтъркалване с цилиндрични ролки; центробежно-ударно наклепване; обтъркалване с конусни ролки чрез самоподаване на заготовката; обтъркалване с бъчвообразни ролки; планетно обтъркалване; заглаждане чрез сферично движение; обтъркалване с тангенциално плъзгане; обтъркалване с плъзгане в тангенциално и осово направление.

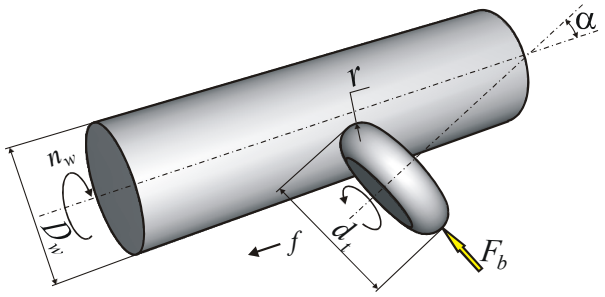
Кинематиката на последния представлява сумиране на въртения около кръстосани оси и транслация по направление на оста на заготовката. Независимо, че методът е познат от кинематична гледна точка [8], недостатъчното наличие на публикувани резултати [9-12] показва, че изследването на множеството фактори, влияещи на процеса представлява научен интерес.

Целта на настоящото изследване е установяване на влиянието на смазката и броя на преходите на обработка, върху грапавостта и повърхностната микротвърдост на образци от стомана 40Х, подложени на ППД чрез обтъркалване с тороидална ролка с плъзгане в тангенциално и осово направление.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

2.1. Принципна схема на процеса

Заготовката (фиг. 1) се върти с ъглова скорост $n_w\,[об/min]$. Ролката, чиято ос е кръстосана спрямо оста на заготовката под ъгъл α, се притиска към нея с деформираща сила F_b. В следствие на силите на триене ролката се завърта около собствената си ос и едновременно с това извършва осово преместване с величина на подаването $f\,[mm/об]$.



Фиг. 1. Схема за дефиниране на параметрите на процеса

2.2. Експериментално изследване на влиянието на смазката върху грапавостта

2.2.1. Постановка на експеримента

Експерименталните образци (фиг. 2) са изработени от стомана 40Х с химичен състав според табл. 1, в %.



Фиг. 2. Експериментални образци

Работните параметри на процеса (табл. 2) са определени на база на предишни изследвания [10]. Експериментът е проведен върху универсален струг С11МВ с тиристорно управление и безстепенно регулиране на честотата на въртене (фиг. 3) с устройство за реализиране на ППД с една тороидална ролка, позволяващо кръстосване на осите под различен ъгъл [13] (фиг. 4).

Смазките, използвани при експеримента са показани в табл. 3.

Таблица 1

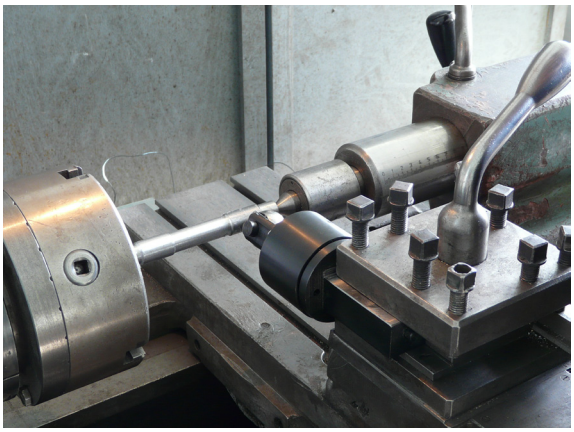
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
0.334	**0.260**	**0.63**	**0.010**	**0.010**	**0.98**	**0.030**	**0.143**	**0.022**
Co	**Cu**	**Nb**	**Ti**	**V**	**W**	**Pb**	**Sn**	**Mg**
0.007	**0.172**	**<0.003**	**<0.001**	**0.004**	**<0.010**	**0.004**	**<0.002**	**<0.000**
As	**Zr**	**Bi**	**Ce**	**Ta**	**B**	**Zn**	**La**	**F**
<0.003	**<0.001**	**<0.006**	**<0.003**	**<0.008**	**0.002**	**<0.001**	**<0.001**	**97.384**

Таблица 2

№	Параметър		Стойност
1	r	Екваториален радиус на тороид. ролка	$10\,mm$
2	F_b	Деформираща сила	$500\,N$
3	f	Подаване	$0.07 \div 0.1\,mm/об$
4	α	Ъгъл на кръстосване между осите	$-30°$
5	n_w	Ъглова скорост	$750\,об/min$
6	N	Брой на преходите на обработка	$N = 1$ (еднократно)
			$N = 3$ (многократно, разнопосочно)
7	R_a^{init}	Първоначална грапавост	$1.25 \div 2\,\mu m$

Таблица 3

№	Смазка
1	Hocut 1033
2	Blasocut 2000
3	Kerosene
4	Vaskomill 42
5	Vaskoform 110
6	Bisol 10w-40
7	Свинска мас
8	Литиева грес GP-3
9	Графитна смаска
10	Консистентна смазка

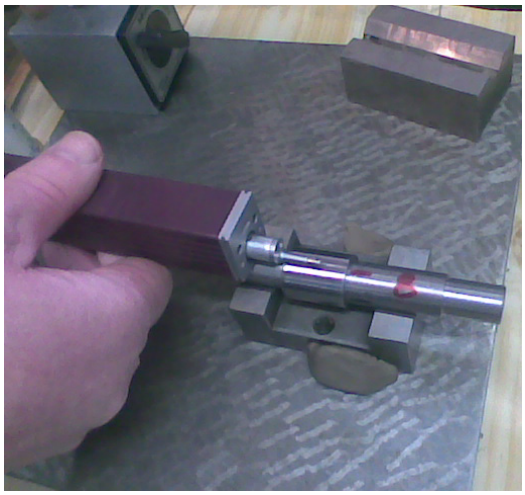


Фиг. 3. Реализиране на процеса върху универсален струг С11МВ



Фиг. 4. Устройство за реализиране на ППД

Грапавостта е измерена с уред "Mitutoyo Suftest – 4" (фиг. 5) по две образуващи, от които е взета средно аритметична стойност за анализ на резултатите.



Фиг. 5. Измерване на грапавостта

Повторяемостта (броят на наблюденията) в експерименталната точка е 3, като процесът се реализира при брой на преходите N=1 – еднократно или N=3 – многократно, разнопосочно (без отделяне на инструмента от обработваната повърхнина).

2.2.2. Експериментални резултати

Получените резултати са показани в табличен и графичен вид, съответно в табл. 4 и на фиг. 6.

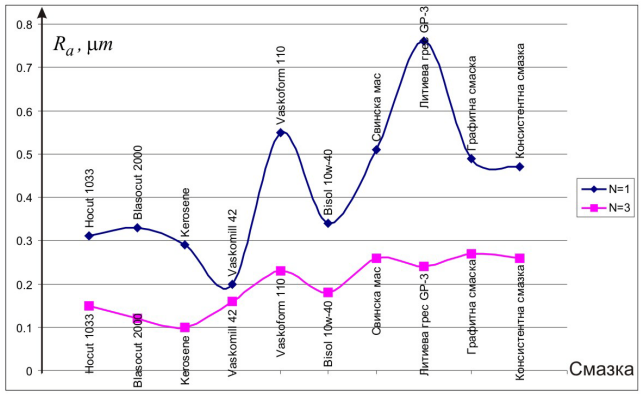
Таблица 4

№	Смазка	**Грапавост** R_a, μm							
		N = 1				*N = 3*			
		Набл. 1	**Набл. 2**	**Набл. 3**	**Средна стойност**	**Набл. 1**	**Набл. 2**	**Набл. 3**	**Средна стойност**
1	**Hocut 1033**	0.31	0.30	0.32	0.31	0.15	0.17	0.14	0.15
2	**Blasocut 2000**	0.32	0.33	0.33	0.33	0.11	0.15	0.10	0.12
3	**Kerosene**	0.30	0.24	0.34	0.29	0.08	0.10	0.13	0.10
4	**Vaskomill 42**	0.18	0.26	0.15	0.20	0.16	0.12	0.19	0.16
5	**Vaskoform 110**	0.67	0.39	0.60	0.55	0.17	0.13	0.39	0.23
6	**Bisol 10w-40**	0.36	0.34	0.31	0.34	0.18	0.19	0.16	0.18
7	**Свинска мас**	0.47	0.52	0.55	0.51	0.23	0.26	0.29	0.26
8	**Литиева грес GP-3**	0.90	0.73	0.65	0.76	0.24	0.27	0.22	0.24
9	**Графитна смаска**	0.45	0.56	0.45	0.49	0.24	0.24	0.33	0.27
10	**Консистентна смазка**	0.44	0.47	0.50	0.47	0.26	0.28	0.25	0.26

2.2.3. Изводи

Получените резултати могат да бъдат обобщени в следните изводи:

- По-малка грапавост се получава при „течни” смазки
- При един преход най-добри резултати показва смазка „Vaskomill 42”
- При брой на преходите $N = 3$, най-малка грапавост дава Kerosene, но близки са и резултатите на Blasocut 2000
- Получените резултати показват, че процесът може да се реализира върху машини с ЦПУ, заредени с Blasocut 2000 и за операциите реализирани чрез рязане.



Фиг. 6. Влияние на смазката и броя на преходите на обработка върху грапавостта на обработената повърхнина

2.3. Влияние на броя на преходите върху грапавостта и повърхностната микротвърдост

2.3.1. Постановка на експеримента

На база на предходното изследване е избрана смазка “Blasocut 2000”, а параметрите на режима на обработка отговарят на посочените в табл. 3 като броя на преходите се изменя според табл. 5.

За обхват на изменение на броя на преходите са избрани от 2 до 7 прехода, реализирани съответно по две схеми на обработка на образците:

● Схема 1

Без отделяне на ролката

(разнопосочни преходи)

● Схема 2

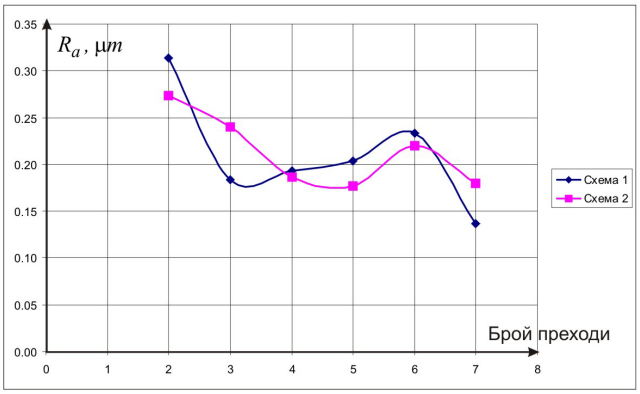
Отделяне на ролката след всеки преход (еднопосочни преходи)

2.3.2. Експериментални резултати

За изследването са използвани посочените машина, инструмент и уред за измерване на грапавост, както в т.2.2.1.

В табл. 5 са посочени получените стойности за грапавостта по обработената повърхнина, в зависимост от броят на преходите на обработка.

Графична интерпретация на средните стойности на тези резултати за всеки преход и сравнение за двете схеми на обработка е показана на фиг. 7.



Фиг. 7. Влияние на броя на преходите на обработка върху грапавостта на обработената повърхнина при еднопосочна и разнопосочна схеми на обработка

Таблица 5

№	Брой преходи	Грапавост R_a, μm							
		Схема 1 (разнопосочни преходи)				Схема 2 (еднопосочни преходи)			
		Набл. 1	Набл. 2	Набл. 3	Средна стойност	Набл. 1	Набл. 2	Набл. 3	Средна стойност
1	**2**	0.30	0.35	0.29	0.31	0.30	0.26	0.26	0.27
2	**3**	0.19	0.18	0.18	0.18	0.28	0.20	0.24	0.24
3	**4**	0.20	0.19	0.19	0.19	0.15	0.15	0.26	0.19
4	**5**	0.17	0.17	0.27	0.20	0.17	0.19	0.17	0.18
5	**6**	0.25	0.23	0.22	0.23	0.24	0.21	0.21	0.22
6	**7**	0.12	0.15	0.14	0.14	0.14	0.27	0.13	0.18

Микротвърдостта е измерена в оторизирана лаборатория на „Зъбонарезни инструменти – Габрово” ООД с уред „ДЕСО М-400” по метод на Викерс.

Резултатите по схеми на обработка 1 и 2 са показани съответно в табл. 6 и 7.

За всеки изследван брой на преходите са изработени по 3 образеца, като за всеки образец са направени по 2 измервания на микротвърдост. За анализа е взета средна стойност за 6-те измервания и с нея е построена графиката от фиг. 8, показваща влиянието на броя и посоката на преходите върху микротвърдостта на обработваната повърхнина.

Таблица 6

СХЕМА 1 (разнопосочни преходи)				
№ проба	**HV 0.1**			
	Брой преходи	**Изм. 1**	**Изм. 2**	**Средна стойност**
1	**2**	270	266	**268**
2		270	269	
3		265	265	
4	**3**	411	409	**326**
5		285	282	
6		287	284	
7	**4**	266	268	**372**
8		398	406	
9		446	446	
10	**5**	420	440	**333**
11		287	287	
12		284	282	
13	**6**	262	269	**262**
14		258	251	
15		266	263	
16	**7**	253	254	**261**
17		242	239	
18		292	284	

2.3.3. Изводи

От получените резултати могат да бъдат направени следните изводи:

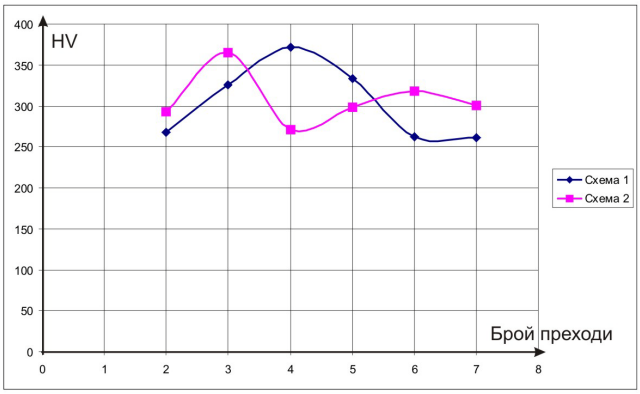
● До определен брой преходи микротвърдостта се влияе съществено от тях, докато след това (след N=4), влиянието практически е незначително;

● Влиянието на броя на преходите върху микротвърдостта запазва характера на изменение, отчетен за грапавостта, като при схема 1 това е по-изразено;

● В по-голямата част от измерванията, еднопосочните преходи дават по-добри резултати, в сравнение с разнопосочните, за микротвърдостта на обработената повърхнина.

Таблица 7

СХЕМА 2 (еднопосочни преходи)				
№ проба	**HV 0.1**			
	Брой преходи	**Изм. 1**	**Изм. 2**	**Средна стойност**
19	**2**	258	251	**293**
20		300	312	
21		319	319	
22	**3**	341	349	**365**
23		423	434	
24		318	327	
25	**4**	270	273	**271**
26		270	285	
27		265	263	
28	**5**	321	329	**298**
29		244	254	
30		330	310	
31	**6**	302	300	**318**
32		276	272	
33		374	381	
34	**7**	364	322	**301**
35		279	269	
36		284	289	



Фиг. 7. Влияние на посоката и броя на преходите на обработка върху микротвърдостта на обработената повърхнина

ЛИТЕРАТУРА

[1] El-Axir M. H., 2000. An investigation into roller burnishing. International Journal of Machine Tools and Manufacture 40(11) 1603-1617

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

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

[4] Maximov J. T., Kuzmanov T. V., Duncheva G. V., Ganev N., 2009b. Spherical motion burnishing implemented on lathes. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 49 (11) (2009) 824-831

[5] 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

[6] Shiou F. J., Hsu C. C., 2008. Surface finishing of hardened and tempered stainless tool steel using sequential ball grinding, ball burnishing and ball polishing processes on a machining centre. Journal of Materials Processing Technology 205 (1-3) 249-258

[7] Shiou, F. J., Ciou, H. S., 2008. Ultra-precision surface finish of the hardened stainless mold

steel using vibration-assisted ball polishing process. Int. J. Mach. Tools Manuf. 48 (7), 721-732
[8] Сучков А. Г., Костадинов В. С., Кършаков М. К., Григоров В. И., Кънев И. Т., 1984. Довършващо обработване чрез повърхностно пластично деформиране. "Техника", София
[9] Дунчева Г. В., Крумов К. К., Максимов Й. Т., Рашев Г. Е. Крайно-елементна симулация на остатъчните напрежения в повърхностния слой на заготовки, подложени на ППД. Известия на ТУ – Габрово, 38 (2009) 41-51
[10] 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
[11] 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
[12] 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
[13] Максимов Й. Т., Дунчева Г. В., Кузманов Т. В., Амудйев И. М. Инструмент за довършващо обработване на външни цилиндрични повърхнини. Патент за полезен модел BG 1798.