

**ТЕХНОЛОГИЧНО ОСИГУРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО НА  
ПОВЪРХНОСТНИЯ СЛОЙ НА ЦИЛИНДРОВИ ВТУЛКИ ЧРЕЗ  
ХОНИНГОВАНЕ**

**Георги Кънчев Люцканов**  
ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, Варна

**TECHNOLOGICAL ASSURANCE OF THE QUALITY OF THE  
SURFACE LAYER OF CYLINDER BUSHINGS THROUGH  
HONING**

**Georgi Kanchev Lyutskanov**  
Naval Academy „N. Y. Vaptsarov“, Varna

***Abstract:** Finishing by chip separation is applied in cases when the requirements for the accuracy and quality of the treated surface are higher than those that can provide grinding. Honing is a technological operation for finishing cylindrical through holes. It is used to improve the accuracy of shape and size, as well as the roughness of cylindrical and profile holes.*

***Key words:** finishing operations, honing, surface layer, roughness*

## **1. Въведение:**

Надеждността и трайността на машиностроителните изделия е свързана с геометричните и физико-механичните качества на повърхностния слой на съвместно работещите повърхнини на детайлите. Обработката чрез стружкоотделяне е заключителен етап от цялостния технологичен процес, чрез който се придава окончателната форма и размери на детайлите. Основната и задача е да осигури предписаната точност на размерите, формата и качеството на обработваните повърхнини. От качествата на повърхностния слой зависят експлоатационните свойства съпротивление на умора, износоустойчивост, корозионна устойчивост, съпротивление на контактна умора и др. Оптималната по отношение на експлоатационните свойства повърхнина трябва да притежава освен необходимата точност на формата и размерите достатъчна твърдост, натискови остатъчни напрежения, дребнозърнеста структура, заоблена форма на грапавините, голяма опорна площ, гарантираща неподатливост в контакта и способност да задържа мажещи вещества. Тези изисквания се постигат в различна степен при отделните методи за довършващо обработване на детайлите.

Сред сложните процеси на разрушаване на повърхностните слоеве на цилиндровите втулки може да се разграничат молекулно свързване, уморни и абразивни повреждания. Тези видове износване са свързани тясно помежду си и в зависимост от температурните и силови режими, качеството на мазане, свойствата на материалите на детайлите и

повърхностните слоеве, възникващи при триене имат различна интензивност.

Намаляване на износването на цилиндричните втулки може да се постигне не само при правилна експлоатация на ДВГ, но и чрез правилно избран технологичен процес или довършителна обработка

## **2. Изложение:**

Целта на настоящата разработка е да се изследва влиянието на режимите на рязане при обработка на повърхностите на цилиндрични втулки чрез хонинговане т.е. да се определи оптималната грапавост.

За определяне влиянието на различните технологически фактори върху отделните показатели на грапавостта, са използвани методите за планиране на експеримента, с построяване на линеен модел. Задачата по оптимизацията се свежда до намиране необходимите стойности на технологичните фактори (скорост на рязане, геометрични показатели на режещият инструмент) в зависимост от изискваните стойности на конкретни показатели на грапавостта. Решава се на няколко етапа: кодиране на факторите, съставяне план - матрица на опита, рандомизация на опитите, реализация на плана на експеримента, проверка адекватността на линейния модел, оценка на значимостта на коефициента на регресия.

Избран е симетричен композиционен ротатабелен план.

За правилно провеждане на експеримента по избрания план се съставя матрица, в която се задават трите фактора в кодиран вид. Трите фактора са следните:

- $P_{пл.х.}$  – налягане в хидроцилиндъра за разтваряне на брусовете за платохонинговане;
- $V_{върт.}$  – периферна скорост на хонглавата;
- $P_{д.х.}$  – налягане в хидроцилиндъра за разтваряне на брусовете за диамантно хонинговане.

При обработване на образците се спазват някои условия, които се приемат за постоянни фактори. Тези фактори са следните:

- брой цикли на предварително хонинговане  $4 \div 16$ ;
- скорост на възвратно постъпателно движение на хонглавата 36 двойни хода.

*Нива на факторите*

*Таблица 1*

Нива	Фактори		
	$V_{върт.}$ <i>m/min</i>	$P_{д.х.}$ <i>MPa</i>	$P_{пл.х.}$ <i>MPa</i>
Основно ниво ( 0 )	44	1,6	1,5
Интервал на вариране	16	0,4	0,5
Горно ниво ( + 1 )	60	2,0	2,0
Долно ниво ( - 1 )	28	1,2	1,0
Горна зв. точка ( + $\alpha$ )	68	2,2	2,2
Долна зв. точка ( - $\alpha$ )	20	1,0	0,8

В таблица 1 са показани нивата на факторите: горно, долно и основно ниво, като стойностите на всички параметри се различават за различните втулки (образци).

Използваната матрица е за изследване на 20 образеца при нормални стойности на параметрите в кодиран вид

Матрица на изследване

Таблица 2

№ по ред	Нива и стойности на факторите						Стойност на изходните параметри				
	Кодирани			Фактически							
	X1	X2	X3	$V_{\text{врт.}}$ m/min	$P_{\text{д.х}}$ MPa	$P_{\text{пл.х}}$ MPa	$R_a$ $\mu\text{m}$	$R_p$ $\mu\text{m}$	$R_{\text{max}}$ $\mu\text{m}$	$t_m$ %	$S_m$ $\mu\text{m}$
1	-1	-1	-1	28	1,2	1,0					
2	+1	-1	-1	60	1,2	1,0					
3	-1	+1	-1	28	2,0	1,0					
4	+1	+1	-1	60	2,0	1,0					
5	-1	-1	+1	28	1,2	2,0					
6	+1	-1	+1	60	1,2	2,0					
7	-1	+1	+1	28	2,0	2,0					
8	+1	+1	+1	60	2,0	2,0					
9	-1,682	0	0	20	1,6	1,5					
10	1,682	0	0	68	1,6	1,5					
11	0	-1,682	0	44	1,0	1,5					
12	0	1,682	0	44	2,2	1,5					
13	0	0	-1,682	44	1,6	0,8					
14	0	0	1,682	44	1,6	2,2					
15	0	0	0	44	1,6	1,5					
16	0	0	0	44	1,6	1,5					
17	0	0	0	44	1,6	1,5					
18	0	0	0	44	1,6	1,5					
19	0	0	0	44	1,6	1,5					
20	0	0	0	44	1,6	1,5					

Обработването на образците е проведено по следния начин: втулките се поставят в хидропластно приспособление ПКСИ-00. Приспособлението е конструирано за една втулка, като се взема предвид външния диаметър на същата. Захващането на втулката става при една и съща сила. Така поставената втулка се разстързва до определен размер ( $\Phi 98,80 \text{ mm}$ ), след което се поставя на масата на хонинг машината тип “Хекерт” и извършва диамантно хонинговане. Охлаждането се извършва с охлаждаща течност – която представлява смес от 85% газ и 15% масло.

Без да се променя установката е извършено платохонинговане.

Изпозвани са следните брусове:

1 хонинговане 125x10x4x2 AC15 200/160 M1 – 100

2 хонинговане 125x10x5x3 APK4 125/100 МК3 – 100

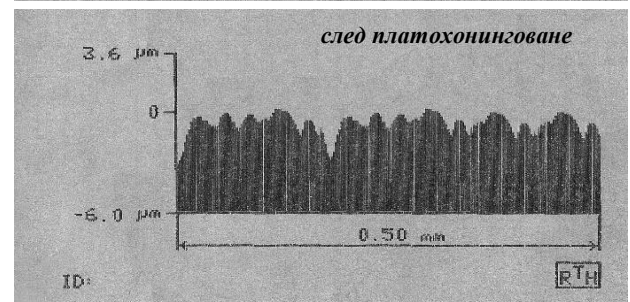
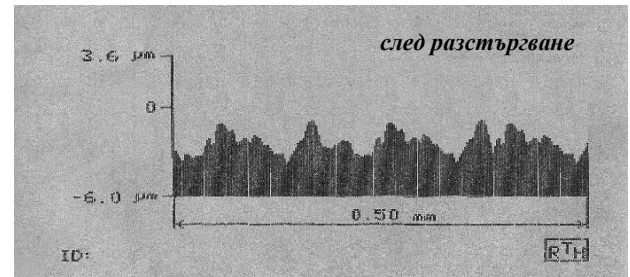
С помощта на портативен профиломер тип “ Taylor – Hobson” е контролирана грапавостта след разстъргване, диамантно хонинговане и платохонинговане.

Резултатите от замерванията на втулки обработени при режими предвидени по плана са поместени в таблица 3.

Таблица 3

№ по ред	Нива и стойности на факторите						Стойност на изходните параметри				
	Кодирани			Фактически			$R_a$ $\mu m$	$R_p$ $\mu m$	$R_{max}$ $\mu m$	$t_m$ %	$S_m$ $\mu m$
	X1	X2	X3	$V_{в\ddot{y}pт.}$ $m/min$	$P_{д.х}$ $MPa$	$P_{пл.х}$ $MPa$					
1	-1	-1	-1	28	1,2	1,0	1,02	1,284	3,369	63,30	43,81
2	+1	-1	-1	60	1,2	1,0	0,99	1,023	2,736	69,05	34,62
3	-1	+1	-1	28	2,0	1,0	0,89	2,685	5,862	61,01	37,31
4	+1	+1	-1	60	2,0	1,0	1,06	1,554	3,375	61,86	32,57
5	-1	-1	+1	28	1,2	2,0	0,98	1,485	3,096	62,38	31,49
6	+1	-1	+1	60	1,2	2,0	0,89	0,723	1,413	61,84	22,93
7	-1	+1	+1	28	2,0	2,0	1,06	4,143	8,85	64,16	52,04
8	+1	+1	+1	60	2,0	2,0	1,18	1,551	3,084	63,07	32,88
9	-1,682	0	0	20	1,6	1,5	1,13	3,036	8,136	68,71	53,98
10	1,682	0	0	68	1,6	1,5	1,44	2,613	5,145	67,30	53,18
11	0	-1,682	0	44	1,0	1,5	1,34	2,655	5,073	56,41	34,74
12	0	1,682	0	44	2,2	1,5	1,00	1,563	3,219	56,34	28,44
13	0	0	-1,682	44	1,6	0,8	1,15	2,862	5,961	61,18	38,94
14	0	0	1,682	44	1,6	2,2	0,95	1,434	3,096	60,42	32,94
15	0	0	0	44	1,6	1,5	0,85	1,905	5,061	63,25	41,16
16	0	0	0	44	1,6	1,5	1,15	0,663	1,275	60,01	21,48
17	0	0	0	44	1,6	1,5	1,08	1,284	3,104	64,16	32,57
18	0	0	0	44	1,6	1,5	0,99	1,023	3,096	62,38	31,49
19	0	0	0	44	1,6	1,5	1,21	1,434	3,264	56,41	53,18
20	0	0	0	44	1,6	1,5	1,26	1,905	3,784	56,34	34,74

PRINT		9		ROUGHNESS ASSESSMENT				
ISO FILTER C/O 0.8 mm								
5 CUT - OFFS ASSESSED								
RUN # 20								
sk	0.5	y	.2	m	t <sub>1</sub>	.3	m	
kv	.6	t <sub>m</sub>	.4	m	t <sub>2</sub>	.6	m	
	4	m	v	.0	m	t <sub>3</sub>	.2	m
z <sub>z</sub>	.0	m	p	.905	m	t <sub>4</sub>	.2	m
p <sub>m</sub>	.2	m	m	4.74	m	t <sub>5</sub>	.5	m
			q	9	m	a	.26	m
			q	.7		q	.18	m
D:							R <sup>TH</sup>	



От така обработените резултати е изведено уравнение за грапавостта в кодиран вид, което е следното:

$$Ra = 0,234 - 0,103 X 1 + 0,0712 X 2 + 0,0865 X 3$$

Моделът в натурален вид е следния:

$$Ra = \frac{0,965 \cdot P_{\partial.x}^{0,065}}{V^{0,115} \cdot P_{пл.x}^{0,215}}$$

Определени са и коефициентите  $k_p$  и  $k_{max}$

$$t_m = 61,979 \quad K_p = \frac{Rp}{Ra} = 1,703 \quad K_{max} = \frac{R_{max}}{Ra} = 3,792$$

### ***3. Изводи***

Извършената работа и получените резултати дават възможност да се направят следните изводи:

1. При използване на уравнението за апроксимация на началния участък на опорната крива, може да се реши обратната задача т.е. при зададени параметри на грапавостта ( $t_m$ ,  $k_p$ ,  $k_{max}$  и др.) да се определят режимите на обработка.

2. След платохонинговане на цилиндричните втуки на дизелов двигател се получава микрорелеф отговарящ на изискванията заложи в техническата документация.

3. При равни други условия брусовете от типа АРК4 200/160 МКЗ – 100 работят по-ефективно.

4. При второто хонинговане (платохонинговане) се използват диамантни брусове с едрина на зърната от порядъка 125/100 и 100/80. При него се формират равномерно разположени и с еднакъв наклон следи и в двете посоки и се сменя прибавка  $0,015 \div 0,020$  mm на страна. В случая като най-подходящи се препоръчват брусове от тип АРК4 125/100 МКЗ – 100.



### **Използвана литература:**

1. **Демкин Н.Б., Рыжов Е.В.** Качество поверхности и контакт деталей машин. К., Машиностроение, 1981,-244с.
2. **Суслов А.Г.**, Качество поверхностного слоя деталей машин, М., Машиностроение, 2000.
3. **Саката Сиро.** Практическое руководство по управлению качеством (пер. с англ.яз.). М., Машиностроение, 1980.
4. **Филипов Д.В.** и др., Металорежущи машини и технология на машиностроенето, С., Техника, 1994.
5. **Люцканов К.** Приспособление за експериментално изследване на абразивното износване на тънки твърди покрития, получени чрез газопламъчно напластяване Морски научен форум, 2016, ISSN 1310-9278 2016
6. **Люцканов К., Манов М.** Плазмено напластяване на стомани с индиректен плазмотрон Морски научен форум, 2016, ISSN 1310-9278 2016
7. **Люцканов К Христов В. Хр., Демирова Кр.** Определяне износването на наварени слоеве Научни трудове, ВВМУ, 32/2017 , ISSN 1312-0867 2017
8. **Люцканов К** Анализ и оптимизация на износването в хидроабразивна среда на слоеве, получени чрез газотермично прахово наваряване Научни трудове, ВВМУ, 32/2017 , ISSN 1312-0867 2017