

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ГРАПАВОСТТА ПРИ ОБРАБОТВАНЕ НА СТОМАНА 42CrMo4+QT ВЪРХУ CNC МАШИНИ С РОБОТИЗИРАНО ЗАХРАНВАНЕ

Николай Колев¹, Ирина Александрова¹, Христо Метев¹

¹Технически университет – Габрово, Катедра Машиностроителна техника и технологии

INVESTIGATION OF ROUGHNESS IN MACHINING OF 42CRMO4+QT STEEL ON ROBOT-FEED CNC MACHINES

Nikolay Kolev¹, Irina Alexandrova¹, Hristo Metev¹

¹Technical University – Gabrovo, Department of Mechanical Engineering and Technologies

Abstract

The paper presents the results of a study of the roughness of 42CrMoS4-QT steel workpieces machined with tools with interchangeable carbide inserts from different manufacturers when processed on a CNC machine with a robotic feed. Theoretical-experimental models for the roughness reflecting the influence of the cutting speed V_c m/min, the feed f , mm/rev and the number of processed parts n , no. have been obtained. The analysis shows that the cutting speed has the strongest influence. Graphical dependences have been constructed, on the basis of which the roughness that would be obtained for cutting conditions in a certain range can be predicted with sufficient accuracy.

Keywords: roughness, robot-feed CNC machine, cutting tools, cutting conditions, theoretical-experimental model.

ВЪВЕДЕНИЕ

При механичното обработване не се получават идеално гладки повърхнини, по тях винаги остават следи от режещия ръбове на инструментите, разположени в определен ред или произволно под формата на издатини или паднини, дефинирани като микрогеометрична форма на повърхнината. Микрогеометрията на обработените повърхнини влияе върху износостойчивостта на триещите се повърхнини, характера на подвижните и неподвижните сглобки, якостта, естетичния вид и корозионната устойчивост на детайлите. С увеличаване на височината на микронеравностите корозията по тези повърхнини е по-интензивна тъй като веществата, които я предизвикват, се за-

държат по-продължително време в паднините на грапавините.

Изборът на подходящи методи за обработване, режещи инструменти и режими на рязане влияе съществено върху микрогеометрията на обработените повърхнини, оценено с тяхната грапавост.

Грапавостта на детайли от легирани стомани, обработени чрез струговане е изследвана в [1,2,3,4], няма изследвания обаче при обработване върху CNC машини с роботизирано захранване.

Един от най-често използваните материали за изработване на тежко натоварени детайли върху CNC машини с роботизирано захранване е стомана 42CrMo4+QT, Тя е закален вариант на стомана 42CrMo4, като съдържанието на

хром и молибден, като основни легиращи елементи, допринася за нейната висока якост, издръжливост и устойчивост на износване.

Цел на настоящата работа е изследване и моделиране на грапавостта на детайли от стомана 42CrMo4+QT обработвани върху CNC машини с роботизирано захранване, осигуряващи по-висока точност на установяването на заготовките.

ИЗЛОЖЕНИЕ

За да се изследва и моделира влиянието на елементите на режима на рязане върху грапавостта на повърхнините при обработване на стомана 42CrMoS4-QT върху CNC машини с роботизирано захранване е проведен планиран експеримент с три фактора по оптимален ортогонален централно-композиционен план от вида:

$$N = 2^3 + 2.3 + 1 \quad (1)$$

Като управляващи фактори са избрани скоростта на рязане V_c , m/min, подаването f , mm/rev и броя изработени детайли. Дълбочината на рязане е постоянна $a_p = 1.5$ mm.

Въз основа на предварителна информация е приет вид на модела:

$$Y_g = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} x_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ j<1}}^3 b_{ij} x_i x_j \quad (2)$$

където: $Y_g = Ra$, g ($g=1,2,3$ - индекс съответстващ на вида на използвания инструмент); $X_1 = V_c$ m/min; $X_2 = f$ mm/rev; $X_3 = n$ бр.

Изследвана е грапавостта при обработване със следните металокерамични сменяеми пластини:

1. CCMT09T304-F1 TP2501- фирма SECO [5];
2. CCMT09T304-MP- фирма PALBIT [6];
3. CCMT09T304-F3M IC807- фирма ISCAR [7].

Пластините са установени в държач, като са осигурени следните геометрични параметри: главен установъчен ъгъл $\kappa_r = 95^\circ$, спомагателен установъчен ъгъл

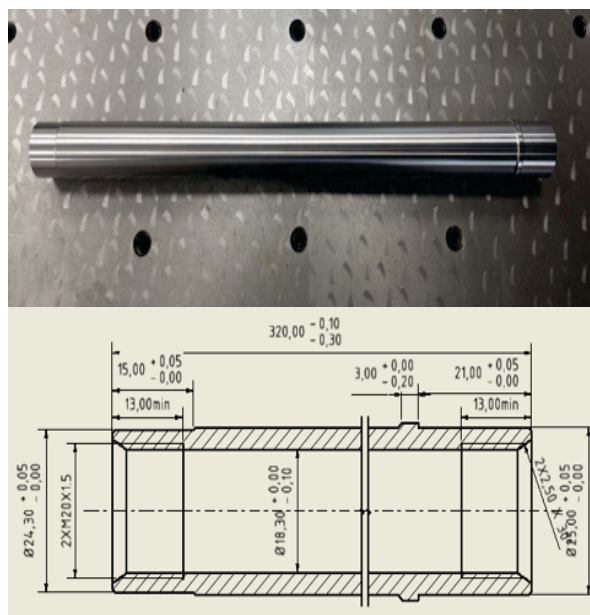
$\kappa_r' = 5^\circ$, заден ъгъл $\alpha = 7^\circ$, радиус на върха на инструмента $r_\xi = 0.4$ mm.

Опитните образци (фиг. 1) са изработени от стомана 42CrMo4+QT с твърдост HRC=33.8 и $f_y \geq 850$ МПа.

Химичният състав на стоманата е представен в табл. 1.

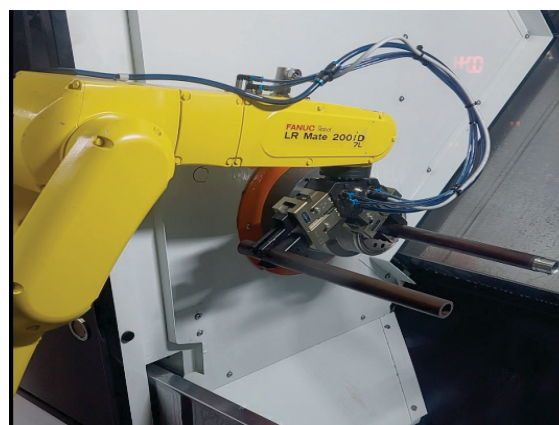
Табл. 1. Химичен състав на стомана 42CrMoS4-QT, %

C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	P	Cu
0.405	0.239	0.652	0.110	0.894	0.180	0.012	0.227



Фиг. 1. Опитни образци

Експериментите са проведен върху CNC струг HARRIS C400 с роботизирана станция за захранване FANUC (фиг. 2). В качеството на смазочно охлаждаща течност е използвана следната марка Zet Chemie ZET-cut 6040 GTL.



Фиг. 2. Работно пространство на CNC струг HARRIS C400 с роботизирано захранване

Грапавостта оценена по критерия Ra е измерена с профилометър TESA Rugosurf 20.

Нивата на вариране на управляващите фактори са посочени в табл. 2.

Табл. 2. Нива на управляващите фактори

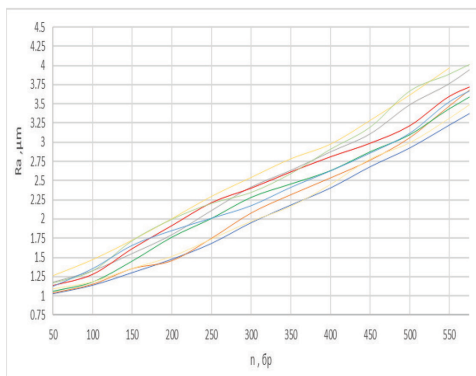
Управлявани фактори		Нива на факторите		
кодирани	натурални	-1	0	+1
X1	f mm/rev	0.12	0.15	0.18
X2	Vc m/min	130	150	170
X3	n бр.	50	275	500

Планът на експеримента и експерименталните данни на грапавостите са представени в табл. 3.

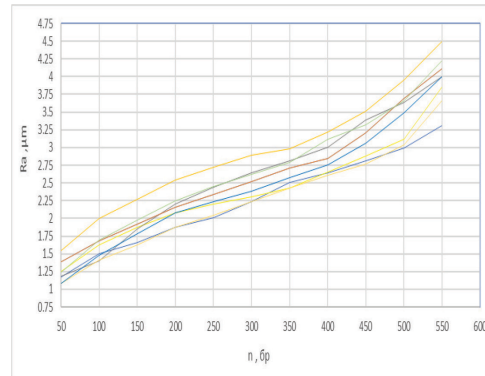
Стойностите на грапавостта за всеки опит са определени въз основа на проведени еднофакторни експерименти за установяване на влиянието на броя обработени детайли върху Ra при налични стойности на скоростта на рязане и подаването (фиг. 3).

Табл. 3. План на експеримента и експериментални данни

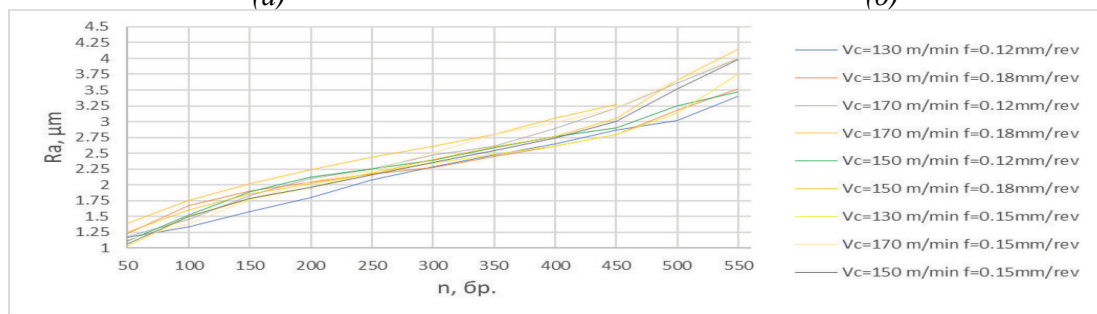
№	X1	X2	X3	Vc, m/min	f, mm/rev	n, бр.	Пластина SECO	Пластина PALBIT	Пластина ISCAR
							Ra1, μm	Ra2, μm	Ra3, μm
1.	-1	-1	-1	130	0.12	50	1.028	1.179	1.168
2.	+1	-1	-1	170	0.12	50	1.179	1.183	1.189
3.	-1	+1	-1	130	0.18	50	1.039	1.254	1.235
4.	+1	+1	-1	170	0.18	50	1.264	1.543	1.389
5.	-1	-1	+1	130	0.12	500	2.929	2.998	3.022
6.	+1	-1	+1	170	0.12	500	3.487	3.641	3.605
7.	-1	+1	+1	130	0.18	500	3.062	3.114	3.182
8.	+1	+1	+1	170	0.18	500	3.615	3.952	3.927
9.	-1	0	0	130	0.15	275	1.834	2.124	2.214
10.	+1	0	0	170	0.15	275	2.276	2.518	2.351
11.	0	-1	0	150	0.12	275	2.139	2.398	2.265
12.	0	+1	0	150	0.18	275	2.352	2.426	2.305
13.	0	0	-1	150	0.15	50	1.127	1.087	1.062
14.	0	0	+1	150	0.15	500	3.124	3.495	3.523
15.	0	0	0	150	0.15	275	2.076	2.295	2.209



(а)



(б)



(в)

Фиг. 3. Изменение на грапавостта в зависимост от броя на обработените детайли при струговане със сменяеми металокерамични пластини: а- CCMT09T304-F1 TP2501- фирма SECO; б- CCMT09T304-MP- фирма PALBIT; в- CCMT09T304-F3M IC807- фирма ISCAR

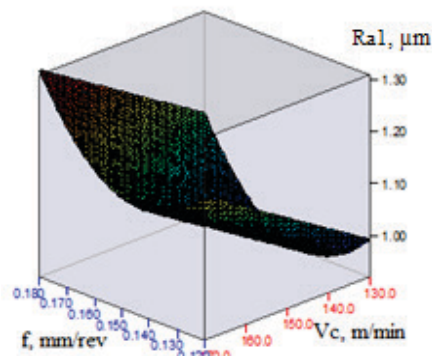
Обработването на експерименталните резултати е извършено в съответствие с методиката, изложена в [8], в последователността: определяне коефициентите на моделите; проверка за значимост на регресионните коефициенти по t – критерия на Стюдънт; определяне на множествения коефициент на корелация R^2 ; проверка на значимост на множествения коефициент по критерия на Фишер.

Резултатите от изследванията са обработени с програмния продукт QstatLab и са получени следните модели:

$$Ra_{1,1} = 2,95 + 0,01Vc - 8,77f + 0,002n + 135,56f^2 + 2,042E-5Vc \cdot n; \quad (3)$$

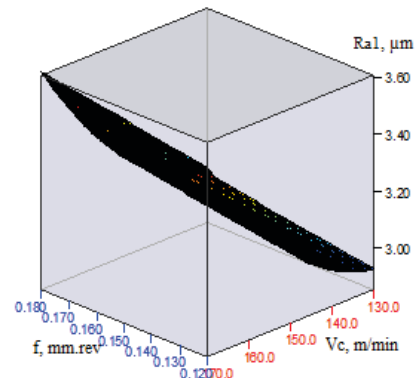
$$Ra_{2,2} = 0,596 + 0,02Vc \cdot f + 3,24E-5Vc \cdot n; \quad (4)$$

$$Ra_{3,3} = 0,549 + 2,63f + 3,313E-5Vc \cdot n. \quad (5)$$

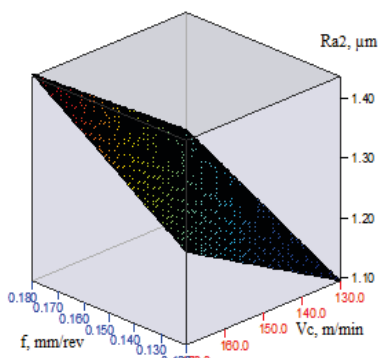


n=50

(a)

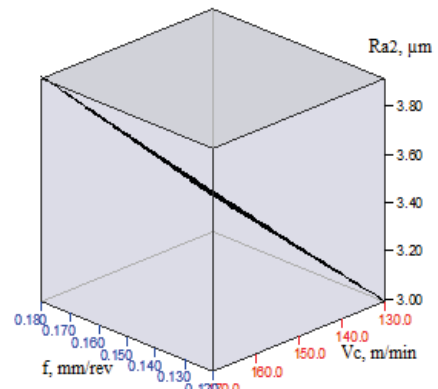


n=500

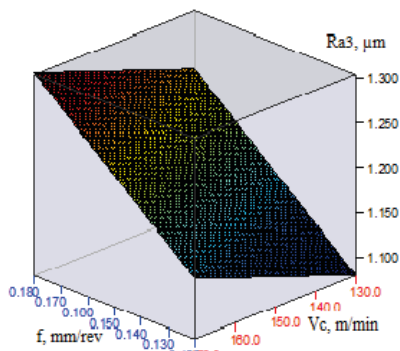


n=50

(б)

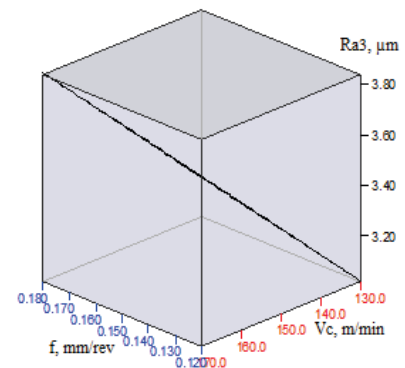


n=500



n=50

(в)



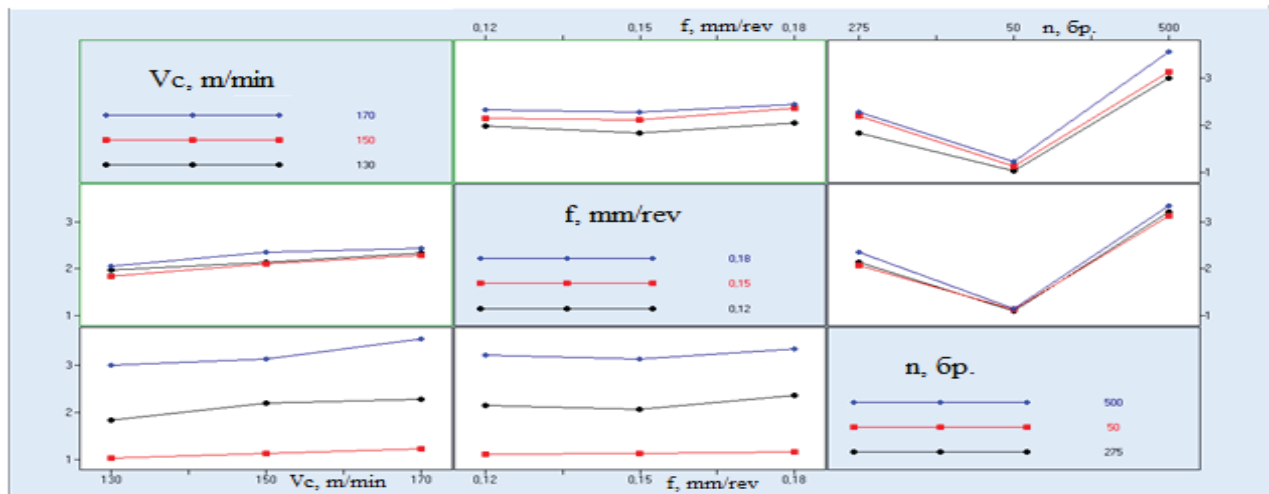
n=500

Фиг. 4. Графични зависимости на грапавост на обработените повърхнини в зависимост от скоростта на рязане Vc , m/min ; подаването f , mm/rev и броя обработени детайли n .
(а- ССМТ09Т304-F1 TP2501- фирма SECO; б- ССМТ09Т304-MP- фирма PALBIT; в- ССМТ09Т304-F3M IC807- фирма ISCAR)

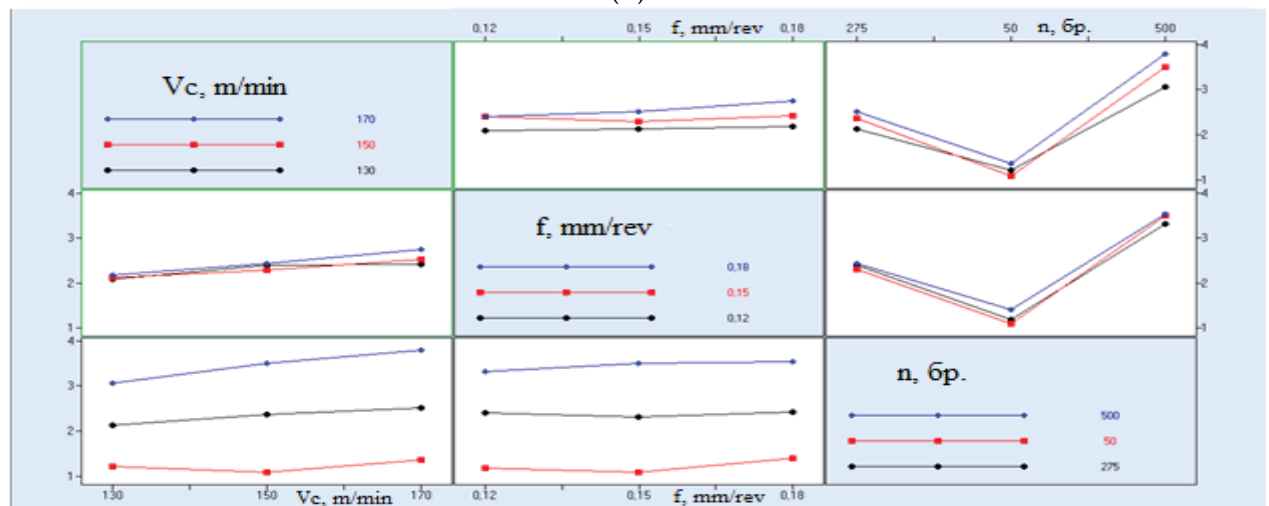
Графичната интерпретация на получените модели е показана на фиг. 4.

За определяне на влиянието на управляващите фактори върху грапавостта е

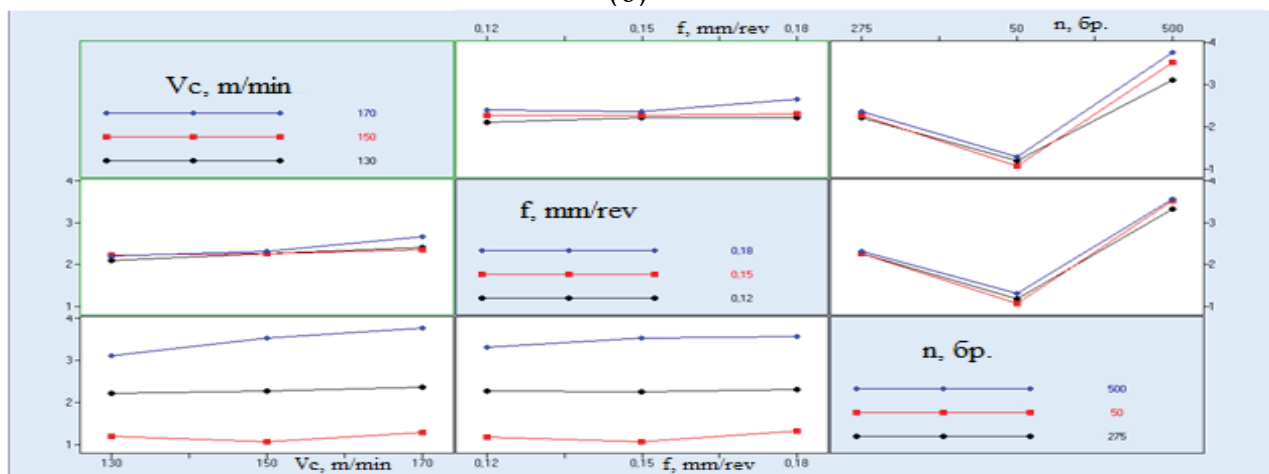
проведен дисперсионен анализ (ANOVA). Графичната интерпретация на това влияние е показана на фиг. 5.



(а)



(б)



(в)

Фиг. 5. Визуализация на влиянието на факторите скорост на рязане – V_c , подаване f и брой обработени детайли при обработване с металокерамични пластини:
 (а) - CCMT09T304-F1 TP2501 на фирма SECO; (б) - CCMT09T304-MP на фирма PALBIT; (в) - CCMT09T304-F3M IC807 на фирма ISCAR

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изследвана е грапавостта на обработени повърхнини на детайли от стомана 42CrMo4+QT при струговане върху CNC струг с роботизирано захранване.

2. Получени са теоретико-експериментални модели за грапавостта, отразяващи комплексното влияние на скоростта на рязане V_c , подаването f и броя обработени детайли от стомана 42CrMo4+QT.

3. Проведеният дисперсионен анализ показва, че най-силно влияние върху грапавостта оказва броят обработени детайли n , следван от скоростта на рязане V_c .

4. Установено е, че най-силно влияние върху грапавостта оказва скоростта на рязане при струговане с металокерамични пластини на фирма PALBIT.

5. Създадените теоретико-експериментални модели създават възможност за предсказване с достатъчна точност на грапавостта на обработвани детайли от стомана 42CrMo4+QT.

REFERENCE

- [1] Fnides B, Yallese MA, Mabrouki T, Rigal J-F, Surface roughness model in turning hardened hot work steel using mixed ceramic tool, 2009.
- [2] Hessainia Z, Belbah A, Yallese M, Mabrouki T, Rigal J-F, On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations, 2013.
- [3] Nabil K, Zahia K, Yallese M, Ouelaa N, Statistical analysis of surface roughness by design of experiments in hard turning, 2012.
- [4] Ozdemir M, Kaya M, Akyildiz H, Analysis of surface roughness and cutting forces in hard turning of 42CrMo4 steel using Taguchi and RSM method, 2020.
- [5] <https://www.toolsunited.com/App/EN/Article/ArticleDetailsPage/f7fb20b4-b186-4f54-bc7a-c78fe81981ec>, electronic catalog.
- [6] <https://www.palbit.pt/en/products/cutting/turning/positive-turning-inserts/cc---rhombic-80°-positive/ccmt-mp>, electronic catalog.
- [7] <https://www.iscar.com/eCatalog/item.aspx?cat=3358952&fnum=3749&mapp=IS&app=30&GFSTYP=M&isoD=1>, electronic catalog.
- [8] Alexandrova I, Fundamentals of engineering research 2003.