

GYÉMÁNTVASALT MUNKADARAB-FELÜLETEK ALAKHELYESSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

Dr. Varga Gyula¹, Ferencsik Viktória²

¹Egyetemi docens, *Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet*

²I. évf. PhD hallgató, *Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet*

ABSZTRAKT

A gyémántszerszámos felületvasalásnál egy adott gömb vagy henger alakú vasalószerszámot nyomunk a vasalandó hengeres munkadarabhoz, miközben egyenes vonalú mozgást végez a forgó mozgást végző munkadarab alkotója mentén. Vizsgálatainknál gyémánt anyagú, gömbfelületű vasaló szerszámot alkalmazunk.

A felületi tulajdonságokat befolyásoló paraméterek közé tartozik a vasalási előtolás, sebesség, erő, a vasalási ismétlési szám, a vasalórész anyaga, a munkadarab anyaga, a vasaló gyémánt mérete, valamint a kenőanyag [1]. A dolgozatban ezen paraméterek közül a vasalási előtolás, sebesség, erő hengerességre gyakorolt hatását vizsgáljuk és mutatjuk be adott külső hengeres felületű munkadarab vasalása során.

A kísérletek megtervezéséhez és végrehajtásához a Taguchi-féle teljes faktoriális kísérlettervet alkalmaztuk, mellyel empirikus összefüggések hatékonyan képezhetők. A hengeresség méréséhez a Gyártástudományi Intézetben lévő Taylor Hobson gyártmányú Talyron 365 típusú köralak és helyzethiba vizsgálóberendezést használtuk.

A mért eredményeket egy speciális viszonyszám képzésével értékeltük ki, s az adott technológiai paramétertartományokon belül a legjobb alakhelyességet szolgáltató paraméter-beállítási értékeket meghatározása céljából. További célunk volt a különböző hengerességi paraméterek összevetése, mért értékeik jellegének összehasonlítása.

BEVEZETÉS

A gépek működésekor a legnagyobb igénybevétel elsősorban a gépelemek felületét, bizonyos vastagságú felületi rétegét érinti, tehát azok minősége nagy befolyással van főként a kifáradással szembeni viselkedésre, így az élettartamra és üzembiztonságra is.

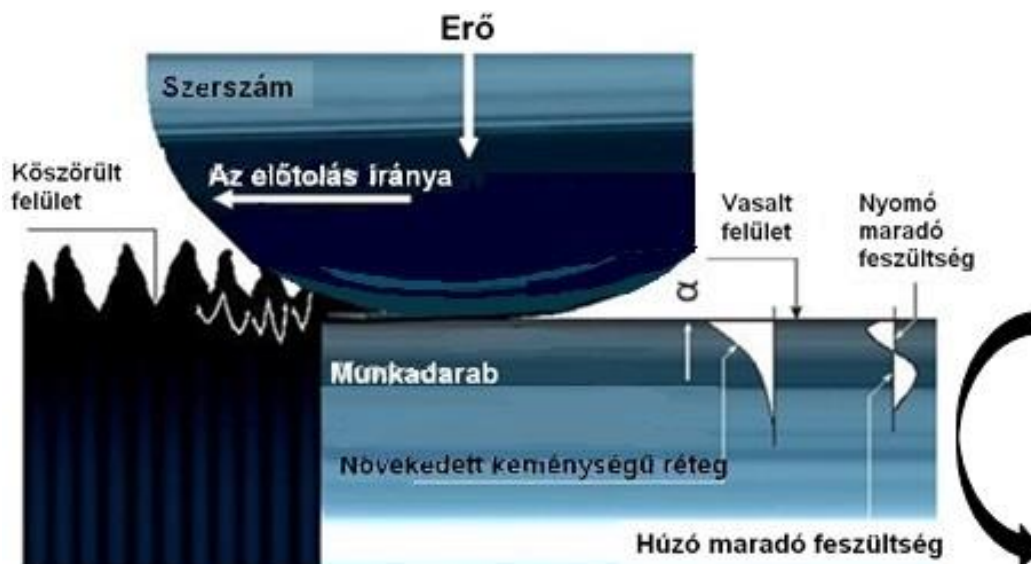
Az iparban jelentős szerepet játszó hideg-képlékeny befejező megmunkálásokkal, ezek közé tartozik a gyémántszerszámos felületvasalás is, hatékonyan csökkenthető a forgácsolt munkadarabok felületek érdessége, növelhető a korrózióval szembeni ellenálló-képessége, a felület-közeli réteg keménysége, illetve javítható a hengeres felületek alakhelyessége [2], [3]. A gyémántvasalás sok esetben hatásosabbnak, hatékonyabbnak bizonyulhat a hagyományos finomfelületi forgácsleválasztó megmunkálásoknál (pl. köszörülés, leppelés, polírozás), ezzel idő- és költség-hatékonyabbá téve a megmunkálási folyamatot. Továbbá kis környezetterhelésű vállalatoknál is [4] a környezetbarát folyamat valószínűsíthető meg,

hiszen anyagleválasztás nem történik, így az eljárás nem igényel nagy mennyiségű hűtő-kenő folyadék alkalmazását.

A felületvasalási eljárást gyakran alkalmazzák külső és belső hengeres felületek befejező megmunkálására, fő alkalmazási területei a gépipar, autóipar és a repülési iparág.

KÜLSŐ HENGERES FELÜLET GYÉMÁNTVASALÁSA

Felületvasaláskor a felület érdességének csökkenését és a felület alakhelyességének javulását a megmunkálandó anyagnál jóval keményebb anyagú szerszám és a vasalandó felület csúszási súrlódásakor végbemenő kölcsönhatása jellemzi [5] (1. ábra). A szerszám anyaga lehet edzett acél, keményfém, ásványi kerámia, természetes vagy mesterséges gyémánt. A hidegalakítás megvalósulásához szükséges nyomás a szerszám működő és a munkadarab alakítandó felülete közötti átfedés hatására jön létre. Az alakítóelem és a munkadarab felületének statikus érintkezése révén bekövetkezett képlékeny alakváltozás jellemzően 0,01-0,2 mm vastagságú felületi rétegben valósul meg [6], [7], [8].



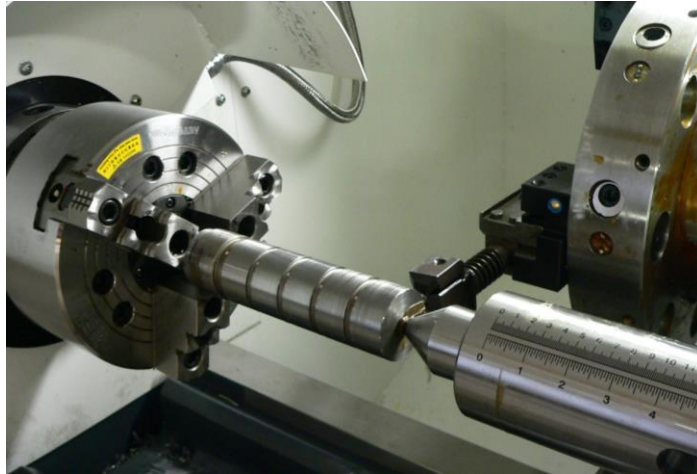
1. ábra

A vasalási művelet kinematikája [5]

Külső hengeres felületek vasalása hagyományos egyetemes-, vagy modern CNC esztergákon végezhető a gyakorlatban.

KÍSÉRLETI KÖRÜLMÉNYEK

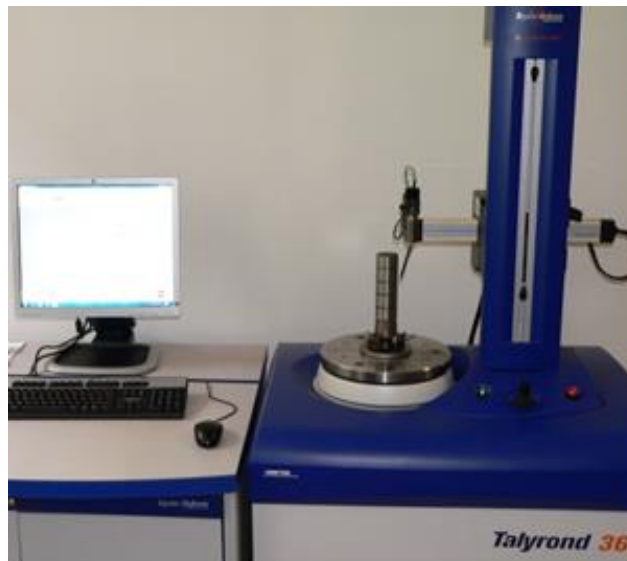
A vasalási műveleteket a Gyártástudományi Intézet műhelyébe telepített OPTIMUM (OPTIturnL-Series 440) gyártmányú síkágyas CNC esztergagépen végeztük (2. ábra) a C60 anyagminőségű Ø49 mm külső átmérőjű 25 mm hosszúságú edzett hengeres próbadarab felületeken. A megmunkálás során alkalmazott polikristályos gyémánt (PCD) anyagú gömb sugara $R = 3,5$ mm volt. Az alkalmazott kenőolaj kinematikai viszkozitása: $\nu = 70$ mm²/s



2. ábra

A gyémántvasalási művelet kísérleti megvalósítása [9]

A próbadarabok hengerességének mérését a Gyártástudományi Intézetben található Taylor Hobson Talyrond365 típusú köralak- és helyzethiba vizsgáló berendezésen végeztük el [10] (3. ábra). Jelen kísérletsorozatban az induktív szenzor segítségével végeztük a méréseket mind a vasalás előtt, illetve után 3 mm-es távolságokban.

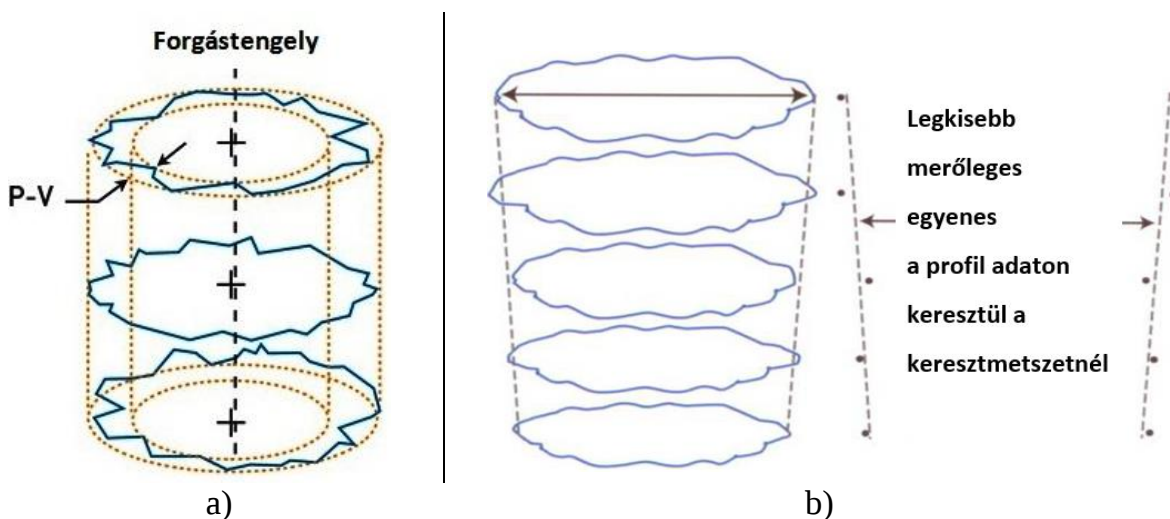


3. ábra

Talyrond 365 típusú köralak- és helyzethiba mérő berendezés [10]

Az analízis alá vont összesen 16 hengerességet jellemző mérőszám közül a működési tulajdonságokat leginkább meghatározó paramétereket határoztuk meg és hasonlítottuk össze. Ezek közé tartoznak (az ISO 12180-1 szabványban szereplő) CYLp és CYLv értékek, melyek a referencia hengerhez viszonyítva ábrázolják a felület legnagyobb eltérését kiemelkedések (peak) és völgyek (valley) formájában. A CYLt változása pedig ezen kiemelkedések és völgyek összegzett távolságát adja

meg, továbbá a mérés során számszerű értéket kaptunk a CYLtt értékre is, mely a kúposágot mutatja [11], ahogy azt a 3. ábra is szemlélteti.



3. ábra

Hengerességi paraméterek szemléltetése [11] a) CYLp és CYLv, b) CYLtt

A kísérletekhez a következő paraméter intervallumokat vettük fel, s a későbbiek során meghatározott empirikus képletek is ezen tartományokban érvényesek:

Vasalóerő: $F_1 = 50 \text{ N}$, és $F_2 = 100 \text{ N}$

Előtolás: $f_1 = 0,05 \text{ mm/ford}$ és $f_2 = 0,10 \text{ mm/ford}$

Vasalási sebesség: $v_1 = 40 \text{ m/min}$ és $v_2 = 80 \text{ m/min}$

A Taguchi-féle faktoriális kísérlettervet [12] használtuk fel a kísérleti beállítás variációk meghatározásához, melynek mátrixa a természetes mértékek rendszerében és a dimenzió nélküli (u.n. transzformált) rendszerben az 1. táblázatban található.

1. táblázat

A kísérletterv transzformált paraméterei a beállított paraméterekkel

Próbadarab jele	Vasalási paraméterek			Transzformált paraméterek		
	F [N]	f [mm/ford]	v [m/min]	x_1	x_2	x_3
1	50	0,05	40	-1	-1	-1
2	100	0,05	40	+1	-1	-1
3	50	0,1	40	-1	+1	-1
4	100	0,1	40	+1	+1	-1
5	50	0,05	80	-1	-1	+1
6	100	0,05	80	+1	-1	+1
7	50	0,1	80	-1	+1	+1
8	100	0,1	80	+1	+1	+1

A hengeresség javulási arányát az alábbi képlettel jellemezzük:

$$\rho_{CYLx} = \frac{CYLx_k}{CYLx_v} \times 100\% \quad (1)$$

ahol:

ρ_{CYLx} Dimenzió nélküli javulási viszonzszám, mely jellemzi a vasalás hatására bekövetkező hengerességi paraméter változását.

$CYLx$ Különböző hengerességi paraméterek. x (jelen vizsgálatoknál) a p , v , t és tt értékeket veszi fel, így megfelel a $CYLp$, $CYLv$, $CYLt$ és $CYLtt$ hengerességi paramétereknek.

$CYLx_k$ A hengerességi paraméterek ($CYLx$) mért értéke köszörülés után

$CYLx_v$ A hengerességi paraméterek ($CYLx$) mért értéke vasalás után

Ha ρ_{CYLx} értéke 100-nál nagyobb, akkor a paraméter értékében javulás tapasztalható, s minél nagyobb, annál nagyobb mértékű a javulás.

A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

A mért kísérleti adatokból kiszámítottuk a ρ_{CYLx} javulási viszonzszámok százalékos értékeit, melyeket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

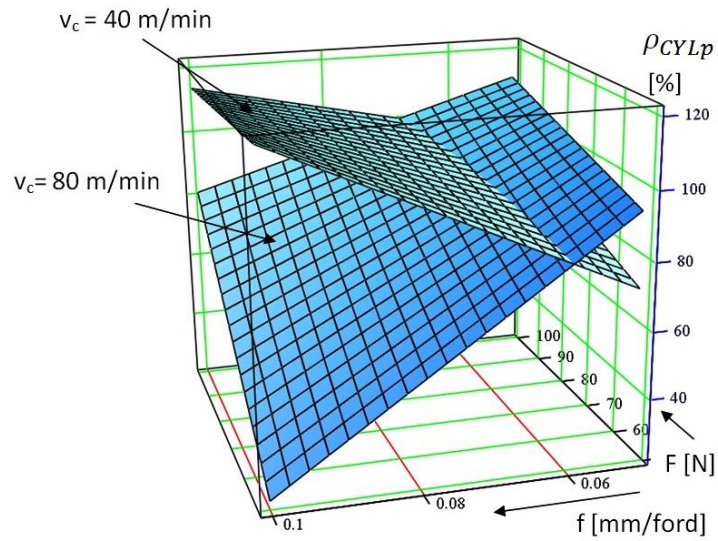
A köszörülés és vasalás után mért hengerességi paraméterek és a javulási viszonzszámok számított értékei

Pró- bad. jele	CYLp [μm]		ρ_{CYLp} [%]	CYLv [μm]		ρ_{CYLv} [%]	CYLt [μm]		ρ_{CYLt} [%]	CYLtt [μm]		ρ_{CYLtt} [%]
	K	V		K	V		K	V		K	V	
1	11,33	15,58	72	2,71	4,07	66	14,04	19,92	70	-6,67	18,53	-35
2	14,56	15,75	92	2,97	4,04	73	17,53	19,78	88	-9,81	-14,88	65
3	21,93	18,15	120	2,53	3,42	73	24,46	21,56	113	-17,58	-13,14	133
4	21,16	18,49	114	2,57	3,59	71	23,72	22,09	107	-17,27	-9,13	189
5	19,98	21,13	94	3,34	4,07	82	23,33	25,20	92	-20,96	-20,48	102
6	20,63	18,45	111	2,60	3,58	72	23,23	22,02	105	-9,97	-8,67	114
7	10,37	44,14	23	3,04	10,97	27	13,40	55,12	23	-4,35	48,84	-9
8	16,66	20,34	81	2,78	3,66	75	19,44	24,00	81	-12,19	-16,37	74

A számított paraméterekből a faktoriális kísérlettervezés módszerének alkalmazásával empirikus képleteket alkottunk (2)-(5). A számításokat és az eredmények szemléltetésére szolgáló axonometrikus ábrák (4. - 7. ábrák) megrajzolását a „Mathcad 15.0” program segítségével végeztük.

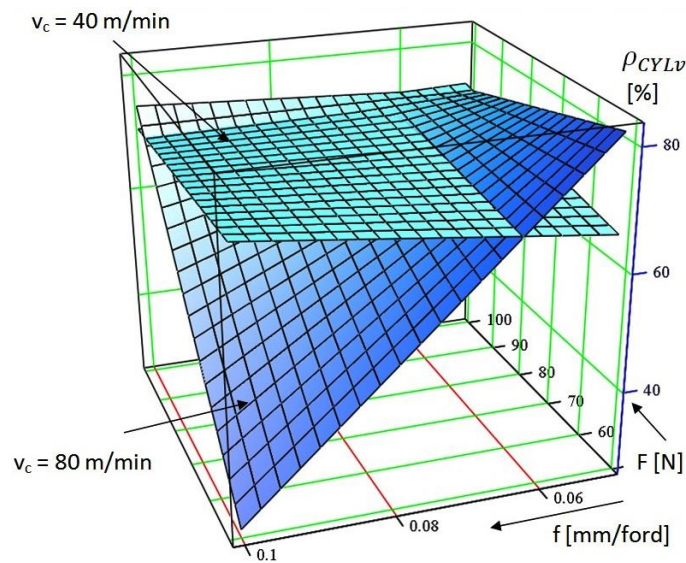
$$\rho_{CYLp} = -233 + 2,32F + 5,2 \cdot 10^3 f + 5,275v - 37,2F \cdot f - 0,035F \cdot v - 93f \cdot v + 0,67F \cdot f \cdot v \quad (2)$$

$$\rho_{CYLv} = -119 + 2F + 2,9 \cdot 10^3 f + 4,05v - 30,4F \cdot f - 0,042F \cdot v - 64,5f \cdot v + 0,67F \cdot f \cdot v \quad (3)$$



4. ábra

A CYLp értékből képzett ρ_{CYLp} javulási viszonyszám változása

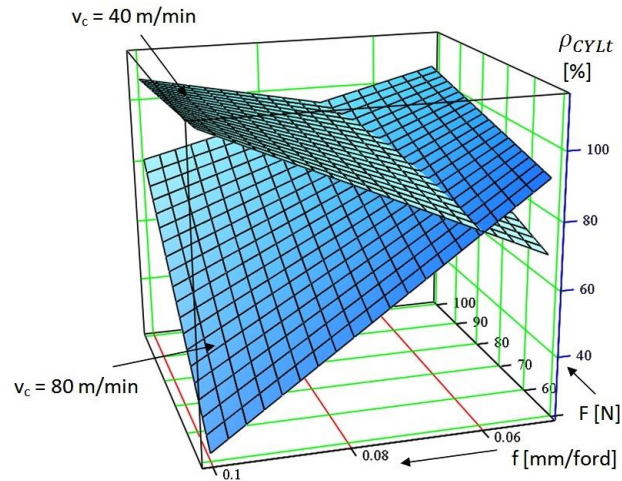


5. ábra

A CYLv értékből képzett ρ_{CYLv} javulási viszonyszám változása

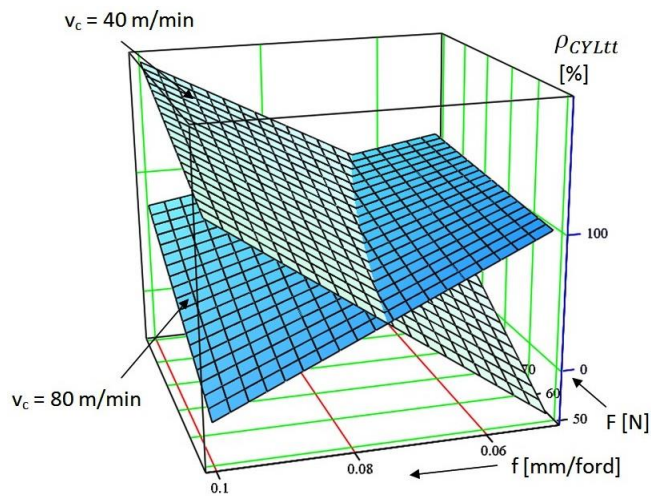
$$\rho_{CYLt} = -223 + 2,32F + 4,96 \cdot 10^3 f + 5,2v - 37,2F \cdot f - 0,037F \cdot v - 90,5f \cdot v + 0,69F \cdot f \cdot v \quad (4)$$

$$\rho_{CYLtt} = -966 + 6,94F + 1,212 \cdot 10^4 f + 15,475v - 63,6F \cdot f - 0,102F \cdot v - 197f \cdot v + 1,15F \cdot f \cdot v \quad (5)$$



6. ábra

A CYLt értékből képzett ρ_{CYLt} javulási viszonzszám változása



7. ábra

A CYLtt értékből képzett ρ_{CYLtt} javulási viszonzszám változása

ÖSSZEGZÉS

Az elvégzett kísérletek kiértékelte eredményeinek megfelelően, az alábbi megállapításokat tettük:

- A leggyakrabban alkalmazott CYLt paraméterből képzett ρ_{CYLt} javulási tényezőhöz nagyon hasonló eredményeket szolgáltatottak a CYLp paraméterekből képzett ρ_{CYLp} javulási értékek. Ebből következik, hogy a

vizsgált paraméter tartományokon belül az összegzett hengerességi hibát (CYLt) főleg a kiemelkedések (CYLp) alkotják. A völgyekre jellemző CYLv hengerességi paraméter szempontjából javulás nem volt tapasztalható.

- Az összegzett hengerességi hibákból (CYLt) és a kiemelkedések okozta hengerességi egyenetlenségekből (CYLp) számított javulási tényezők alapján a legnagyobb mértékű javulást a $F_1=50$ N, $f_2=0,1$ mm/ford és $v_1=40$ m/min paraméterekkel végzett vasalás eredményezte.
- A kúposágra jellemző (CYLtt) értékekből számított javulási tényezők alapján a legnagyobb mértékű javulást a $F_2=100$ N, $f_2=0,1$ mm/ford és $v_1=40$ m/min paraméterekkel végzett vasalás eredményezte.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutató munka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében valósult meg. A nagyra értékeljük a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal - NKFIH támogatását (OTKA K 119957).

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] VARGA, G., SOVILJ, B., PASZTOR, I.: **Experimental Analysis of Sliding Burnishing**, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Editura Politehnica, Volume 11, 3/2013, pp.: 6-11, ISSN: 1583-7904
- [2] STALIN JOHN, M. R., SURESH, P., RAGURAMAN, D., VINAYAGAM, B. K.: **Surface characteristics of low plasticity burnishing for different materials using lathe**. Arab J SciEng. (2014) 39, pp.: 3209–3216
- [3] AKKURT, A.: **Comparison of roller burnishing and other methods of finishing treatment of the surface of openings in parts from tool steel D3 for cold forming**, Metal Science and Heat Treatment, Vol. 53, Nos. 3 – 4, July, 2011 (Russian Original Nos. 3 – 4, March – April, 2011), pp.: 145-150
- [4] POLANKOVA, M., MANLIG, F., KRÁLIKOVÁ, R.: **Environmental reporting in the enterprise and related issues**, MM Science Journal. October (2015), pp. 691-695, ISSN 1803-1269
- [5] AKKURT, A.: **Comparison of roller burnishing method with other hole surface finishing processes applied on AISI 304 austenitic stainless steel** Journal of Materials Engineering and Performance (2011), Volume 20, Issue 6, pp 960-968, DOI: 10.1007/s11665-010-9718-x
- [6] LUCA, L., NEAGU-VENTZEL, S., MARINESCU, I., **Effects of working parameters on surface finish in ball-burnishing of hardened steels**. Precision Engineering (Elsevier) 29 (2005) pp.: 253-256 DOI:10.1016/j.precisioneng.2004.02.002
- [7] EL-TAWEEL, T. A., EL-AXIR, M. H.: **Analysis and optimization of the ball burnishing process through the Taguchi technique**, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2009) 41: pp. 301-310, DOI 10.1007/s00170-008-1485-6
- [8] VARGA, G. **Effects of Technological Parameters on the Surface Texture of Burnished Surfaces**, Key Engineering Materials, Vol. 581: (2014) Precision Machining VII, pp.: 403-408, 2014, ISSN 1013-9826, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.581.403
- [9] FERENCsik V. (2013) **Gyémántvasalt munkadarab-felületek felületi érdességének 3D-s vizsgálata**, Tudományos Diákköri Konferencia, Miskolci Egyetem, 1-34
- [10] VARGA G.: **Possibility to increase the life time of surfaces on parts by the use of diamond burnishing process**, Key Engineering Materials, Vol 686 (2016), pp.: 100-107, ISSN: 1662-9795, DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.686.100
- [11] N.N.: **Körkörösség mérése**, Segédlet, Taylor Hobson Precision, 2013, p.: 34
- [12] TAGUCHI, G.: **System of experiment design, 1. Experimental design**, UNIPUB, Kraus International Publications, White Plains, New York, (1987) ISBN 0-527-91621-8