

A FELÜLETVASALÁS ALAKHELYESSÉGRE ÉS FELÜLETI MIKRO-KEMÉNYSÉGRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Ferencsik Viktória

egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gyártástudományi Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: ferencsik.viktoria@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Jelen tanulmányban az élettartamnövelő felületszilárdító eljárások közé tartozó felületvasalás technológiájának vizsgálatával, bemutatásával, valamint ennek a megmunkálási módnak a hengerességre és felületi mikro-keményiségre gyakorolt hatásának elemzésével foglalkozom 42CrMo4 jelölésű ötvözet esetén. Az egyes jellemzők méréséhez egy köralak- és helyzethiba mérő-, valamint egy Vickers keménységet meghatározó berendezést használtam fel annak bizonyítására, hogy a felületvasalás előnyösen alkalmazható ezen az anyagminőségen.

Kulcsszavak: élettartam, hidegalakítás, alakhelyesség, felkeményedés

Abstract

In this study the technology of surface burnishing is investigated and presented, which is one of the lifetime increasing surface strengthening methods. I examine the influence of it on shape correctness and surface micro-hardness on 42CrMo4 marked alloy. To measure each feature, I used a circular and position error measuring equipment and a Vickers hardness tester device to prove that surface burnishing advantageously applicable to this material.

Keywords: lifetime, cold working, shape correctness, hardening

1. Bevezetés

A gépek működésekor a legtöbb igénybevétel elsősorban a gépelemek felületét, illetve bizonyos vastagságú felületi rétegét éri, tehát a megmunkált felület mikro-geometriája nagy hatással van a gépelem kopásállóságára, fárasztó igénybevételek esetén pedig feszültséggyűjtő hatása számottevő [1]. A gépelem felületének minősége pedig esetenként hatékonyabban javítható a tartósságnövelő mechanikai megmunkálásokkal, mint forgácsolással.

A hideg képlékenyalakító eljárások, úgy, mint ütőtestes felületszilárdítás, hengerlés és felületvasalás mindig is jelentős szerepet töltek be az iparban. Ezzel a forgácsleválasztás nélküli eljárással kapcsolatban az első szabadalom már az 1910-es években megjelent [2], az utóbbi több, mint egy évszázadban pedig nagymértékű fejlődésen ment keresztül, igazodva az egyre növekvőbb ipari, felhasználói igényekhez.

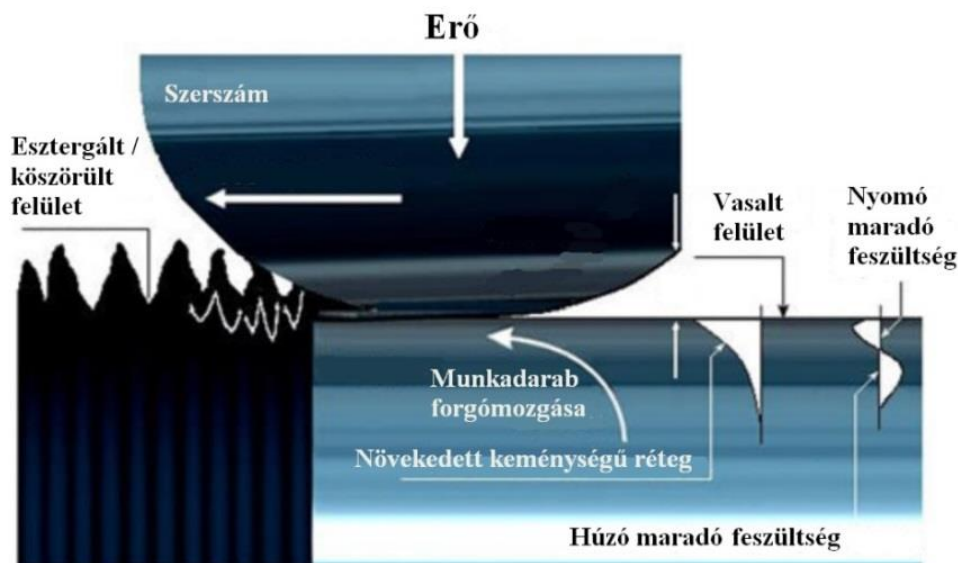
A csúszó relatív elmozdulást alkalmazó vasalásnak számos előnye van: hatékonyan csökkenti a felületi érdességet, a diszlokációk átrendezése révén növeli a felületközeli réteg mikro-keményiségét, korrózióval szembeni ellenállóképességét, továbbá javítható a hengeres felületek alakhelyessége és nem igényel nagy mennyiségű hűtő-kenő folyadékalkalmazást, tehát gazdaságos és kis környezetterhelésű [3].

Az alkalmazott szerszám anyaga lehet edzett acél, keményfém, kerámia, illetve természetes vagy mesterséges gyémánt.

A gyémántvasalás alkalmas külső és belső hengeres felületek megmunkálására is, a továbbiakban külső hengeres felület gyémántvasalásával, illetve az általa okozott alakhelyességi változás és felkeményedés vizsgálatával foglalkozom részletesebben.

2. Külső hengeres felületek vasalása

Forgásszimmetrikus testek vasalásának megvalósítása során egy adott paraméterekkel rendelkező szerszám egyenes vonalú mozgást végezve végighalad a vasalendő, forgó mozgást végző munkadarab felületén. A hidegalakítás megvalósulásához szükséges nyomás a szerszám működő és a munkadarab alakítandó felülete közötti átfedés hatására jön létre [1], [4], ahogy azt az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra A vasalási művelet kinematikája. [5]

Tehát felületvasaláskor a felület érdességének csökkenését és a felület alakhelyességének javulását a megmunkálendő anyagnál jóval keményebb anyagú szerszám és a vasalendő felület csúszási súrlódásakor végbemenő kölcsönhatása jellemzi [5].

Az eljárás természetesen nem csak külső hengeres felület megmunkálására alkalmas, választásunk azért esett erre, mivel fő alkalmazási területét autóiipari, légiipari alkatrészek, főtengelyek, belső és külső csapágy futógyűrűk, stb. megmunkálása alkotják.

3. Kísérleti körülmények

3.1. A vizsgálat tárgya

A vasalendő munkadarab anyagminősége és keménysége széles tartományban változhat, Inconel 718 ötvözetűtől kezdve [6], bronzon át [4], akár a poliuretánig [7]. Jelen kísérlethez hengerelt ($\varnothing 70 \times 295$ mm) nagy szilárdságú (~1000 MPa) nemesíthető acélt (42CrMo4) választottam, melyek szívósak és ellenállnak a statikus és dinamikus igénybevételeknek. Fő felhasználási területüket képzik a tengely-

jellegű alkatrészek, hajtóművek a gépiparban, járműgyártásban, továbbá szerszámgépelemek, csigakerekek, stb. anyagául is szolgálnak.

A darabot a vasalási folyamatot megelőzően palástköszörüléssel munkálták meg, mivel egy hagyományos befejező megmunkálás eredményeivel kívántuk összevetni a felületvasalás okozta változásokat.

3.2. A beállított vasalási paraméterek

Több kutató [1-7] kísérletileg tanulmányozta a vasalási folyamat során alkalmazott technológiai paraméterek felületi minőségre gyakorolt hatását. A munkadarabban lévő, a vasalási folyamatot megelőző, illetve követő maradó feszültségek, szintén vizsgálat tárgyát képezték. Az eredmények szerint a felület nyomó maradó feszültsége, amely az alkatrész működési idejének meghosszabbítása miatt előnyös, a vasalási folyamatból következik. Azt tapasztalták, hogy a vasalási járatszám egy további fontos paraméter a megmunkált alkatrész hengeressége és keménysége szempontjából.

Az egyes vasalási paraméterek számszerű meghatározásánál (1. táblázat) figyelembe vettem a témában végzett irodalomkutatás, valamint az előzetes munkáim során tapasztaltakat, majd a műveleteket a Gyártástudományi Intézet műhelyébe telepített OPTIMUM (OPTIturn S600) típusú síkágvas CNC esztergagépen végeztem el 3,5 mm sugarú mesterséges gyémántot tartalmazó szerszámmal, szánkenő olaj kis mennyiségű kézi adagolása mellett.

1. táblázat. Vasalási paraméterek

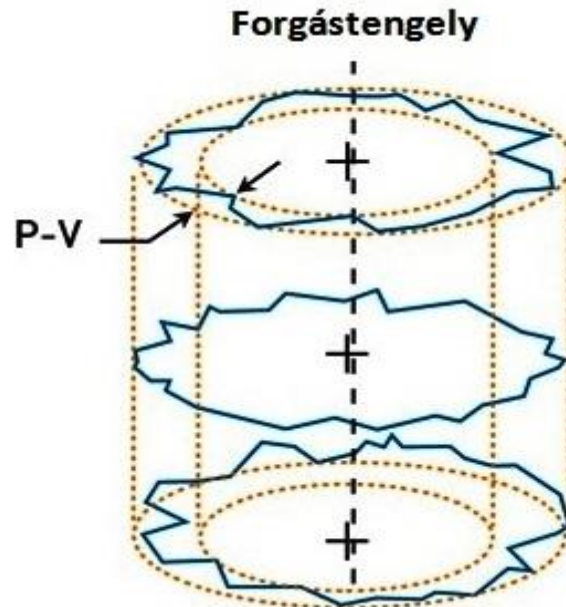
Technológiai paraméter	Érték	Mértékegység
Vasalási járatszám (i)	3	-
Vasalóerő (F)	50	N
Előtolás (f)	0,1	mm/ford
Sebesség (v_c)	115	m/min

3.3. A hengeresség mérése

A hengerelt darab alakhelyességének mérése Taylor Hobson gyártmányú Talyrond365 típusú köralak- és helyzethiba-vizsgáló berendezésen történt, melynek alapfunkciói közé tartozik a tengelyre merőleges metszetbeli hibák feltárásakor a forgó munkadarabon a kívánt függőleges helyzetben rögzített mérőelemmel történő profilletapogatás. Ez a funkció alkalmas (többek között) a köralak és hengerességi hiba feltárására, kiértékelésére, ez utóbbit úgy értékeli, hogy kombinál egy bizonyos számú körösségi mérést, melyeket a vizsgálandó darab különböző magasságaiban mért [8].

Az induktív szenzor segítségével a munkadarabot 2 mm-es méréstartománnyal mértük 130 mm hosszon, a vizsgálandó hengeres felület homlokfelületeitől 5-5 mm távolságra mind a felületvasalás előtt és után.

A berendezés által vizsgált (az ISO 12180-1 szabványban meghatározott) hengerességi paraméterek közé tartozik az úgynevezett CYLp és CYLv értékek, melyek a referenciahengerhez viszonyítva ábrázolják az anyag legnagyobb eltérését kiemelkedések (peak) és bemélyedések (valley) formájában. A jelen vizsgálat során elsődlegesen figyelembe vett CYLt változása pedig ezen eltérések összegét adja meg (2. ábra), emiatt történt ennek az egy paraméternek a hangsúlyozása.



2. ábra CYLt hengerességi paraméter illusztrációja. [8]

3.4. A felületi mikro-keménység mérése

A próbadarabok felületi rétegének keménységmérése (vasalás előtt és után) a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében lévő Instron gyártmányú Wilson Instruments Tukon 2100B típusú berendezésen történt.

Vickers keménység meghatározása történt, melynek elve, mint általában minden keménységmérés esetén, annak vizsgálata, hogy egy standard erőforrást alkalmazva, hogyan áll ellen a kérdéses anyag a képlékeny deformációnak. A mérés során egy 136°-os gyémántgúla nyomódik meghatározott erővel adott ideig (kísérletem esetében 0,1 N 10 másodpercen keresztül) a mérendő felületre. A kiértékelés során CCD kamera segítségével mértem meg a lenyomat átlóit és a kettő átlagából a berendezés saját szoftvere kiszámította a lenyomat felületét.

A minél pontosabb értékek rögzítése érdekében ellenőrző méréseket végeztem mind a munkadarab felületén, mind egy ellenőrzőtömbön, kalibrálva ezzel a készüléket, majd 9 ponton valósítottam meg mérést, melyekből a legalacsonyabb és legmagasabb értékeket kizártam.

4. Eredmények

A felületvasalás megvalósítása előtt és után is elvégeztem a króm-molibdén ötvözetű próbadarab hengerességének, majd felületi mikro-keménységének mérését, ez előbbire vonatkozó számszerű értékeket ismerteti a 3. ábra, melyet a mérőberendezés saját szoftvere generált.

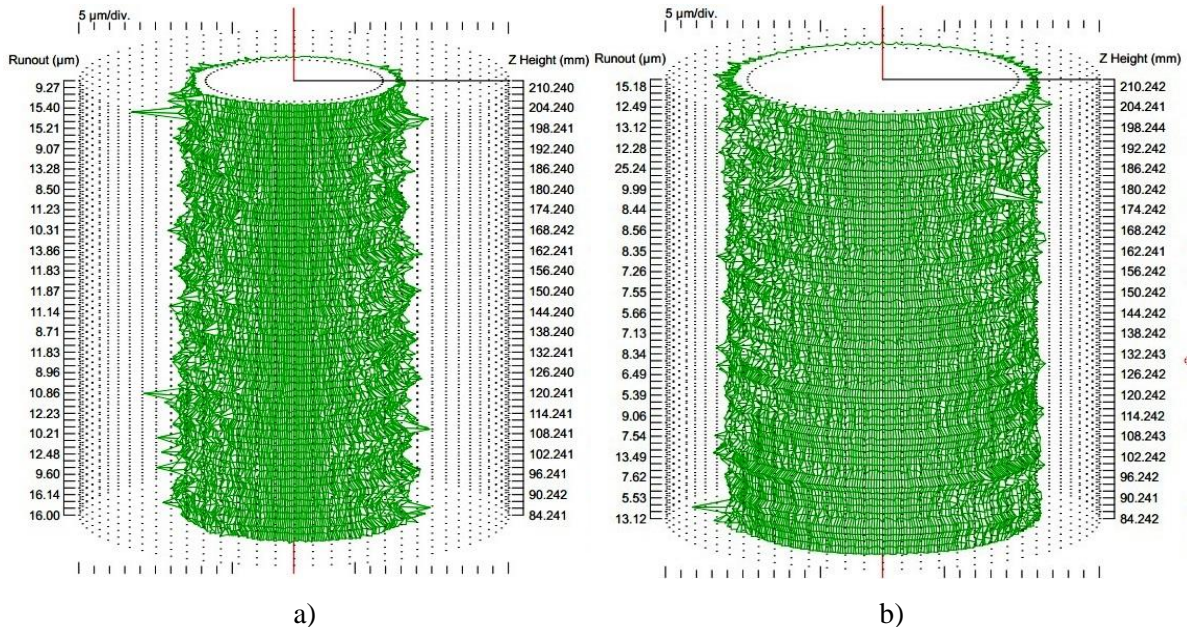
Specification			Specification		
Reference Type	LS Cylinder		Reference Type	LS Cylinder	
Filter Type	Gaussian		Filter Type	Gaussian	
1-500upr			1-500upr		
Datum	Self		Datum	Self	
Number Of Planes	65		Number Of Planes	65	
Parameters			Parameters		
CYLp	35.47	μm	CYLp	21.20	μm
CYLp Pos	107.4	°	CYLp Pos	318.0	°
CYLp Pln Zht	206.24	mm	CYLp Pln Zht	186.24	mm
CYLv	5.62	μm	CYLv	5.07	μm
CYLv Pos	45.2	°	CYLv Pos	97.4	°
CYLv Pln Zht	176.24	mm	CYLv Pln Zht	204.24	mm
CYLt	41.09	μm	CYLt	26.27	μm
CYLt Pos	-7.38	μm	CYLt Pos	-4.71	μm
CYLt Pos	123.1	°	CYLt Pos	2.7	°
Profile Incl	100.0	%	Profile Incl	100.0	%
Total Runout	41.09	μm	Total Runout	26.27	μm
Coax ISO	0.00	μm	Coax ISO	0.00	μm
Coax DIN	3.53	μm	Coax DIN	3.01	μm
Conc	0.00	μm	Conc	0.00	μm
Height for Conc	0	mm	Height for Conc	0	mm
Avg Radius	82.628	mm	Avg Radius	82.628	mm
Cone Ang	-0.0020	°	Cone Ang	-0.0006	°
Angle	90.000	°	Angle	90.000	°
Phase	273.1	°	Phase	151.3	°

a)

b)

3. ábra A berendezés által számszerűsített értékek a köszörült (a) és vasalt (b) felület esetén.

A hengeresség teljes jellemzéséhez szükséges a szerszámbe fogó készülék adott síkjaiban mért értékek 3D-s ábrázolása is (4. ábra). Az induktív szenzorral végzett mérés jól mutatja a jellegzetes megmunkálási nyomokat, valamint a kúposág mértékének csökkenését.



a)

b)

4. ábra A hengerességi eltérések 3D-s képei a köszörült (a) és vasalt (b) felület esetén.

A felületi mikro-keménység mérésének eredményeit pedig az alábbi, 2. táblázat mutatja be, melyek a köszörült, illetve vasalt felület különböző pontjain vett mérések alapján került összefoglalásra.

2. táblázat. Mért felületi mikro-keménység

Vickers keménység								Átlag
Köszörült	320	313	336	352	433	313	320	341
Vasalt	695	590	508	506	696	664	648	615

5. Összefoglalás

A cikk egy hengerelt króm-molibdén ötvözetű tengelyszerű alkatrész felületvasalás okozta alakhelyesség- és felületközeli keménységváltozásának vizsgálatával foglalkozik. A kísérlet célja az volt, hogy megállapítsam a gyémántszerszamos vasalási eljárás kiemelt pozitív hatásai ennél az anyagminőségénél is érvényesülnek-e. A megmunkálási eljárás, valamint a mérési folyamatok megvalósításához modern, számítógéppel vezérelt és egyéni programmal ellátott berendezéseket alkalmaztam, ezzel is biztosítva a minél inkább relevánsabb eredményeket. A hengeresség javulását 3D-s ábrák formájában is ismerttettem, a számszerű eredmények pedig azt mutatják, hogy több mint 60%-kal (3. ábra) javult a darab alakhelyessége, vagyis CYLt értéke és a felületközeli réteg felkeményedésének mértéke pedig meghaladja a 180%-ot.

Mindezek alapján egyértelműen megállapítható, hogy a hideg képlékenyalakító vasalási eljárás előnyösen alkalmazható 42CrMo4 anyaminőségű külső hengeres felület esetén.

6. Köszönetnyilvánítás

„Az NKFI-125117 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a K_17 pályázati program finanszírozásában valósult meg.”

„A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatallódó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg”.

Irodalom

- [1] Bálint, L., Gribovszki, L.: *A gépgyártástechnológia alapjai*, Miskolci Egyetem (1975), pp.: 418-442
- [2] Scribner, I.A.: *Burnishing tool*, United States Patent Office, San Diego, California (1916), pp.:1-2
- [3] Varga, Gy.: *Can diamond burnishing be done in an environmentally friendly way?* Applied Mechanics and Materials 2014, 474:411-416.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.474.411>
- [4] Luo, H., Liu, J., Wang, L., Zhong, Q.: *The effect of burnishing parameters on burnishing force and surface microhardness*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 2006, 26(7-8):707-713. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2412-0>
- [5] 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 2011, 53(3-4):145-150. <https://doi.org/10.1007/s11041-011-9358-2>
- [6] Sequera, A., Fu, C.H., Guo, Y.G., Wei, X.T.: *Surface Integrity of Inconel 718 by Ball Burnishing*, Journal of Materials Engineering and Performance 2014, 23(9):3347-3353. <https://doi.org/10.1007/s11665-014-1093-6>
- [7] Low, K.O., Wong, K.J.: *Tribological effects of polimer surface modifications through plastic deformation*, Bulletin of Materials Science 2011, 34(7):1549-1555. <https://doi.org/10.1007/s12034-011-0357-0>
- [8] Varga, Gy., Hepp, I.: A Talyrond 365 típusú köralak- és helyzethiba vizsgáló berendezés használatának kezdő lépései, Oktatási segédlet, Miskolc, (2013) pp.: 5-6