FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Síkfelületek felülethengerlése mágneses térben

Dr. Kodácsy János Ph.D., Balogh Gábor, Lór Ferenc

Abstract

Magnetic Aided Machining (MAM) is a relatively new machining process on a world scale being developed at present too. MAM is effective in polishing, cleaning, deburring, and burnishing of metal parts. The magnetic effect makes these process more simple and productive. The force necessary for machining is produced by an adjustable electromagnetic field between two magnetic poles within the working area. The magnetic force ensures also the pressure and the necessary relative speed difference between the tools (steel balls) and the workpiece.

A felülethengerlés technológiája

A felülethengerlési technológiák a hagyományos képlékenyalakítási technológiák csoportjába tartozó finomfelületi, mechanikus megmunkálási módok.

Felülethengerléskor a helyi felületi képlékenyalakítást a munkadarab anyagánál jóval keményebb gyűrű vagy gömb alakú szerszámmal végzik. Külső és belső hengeres felületek, sík és alakos felületek egyaránt hengerelhetők. Hatékony felülethengerlési technológiák eddig főleg külső és belső hengeres felületek megmunkálására ismeretesek.

A felülethengerlés jellemzője, hogy nincs forgácsleválasztás. Kis mértékű a környezetszennyezés, ami az eljárást a környezetbarát technológiák csoportjába sorolja. További előny, hogy kicsi az energiaigénye - ellentétben például a kémiai vagy a termikus finomfelületi megmunkálással -, illetve hogy a munkadarab felületi minőségét kedvezően befolyásolja. Csökkenti a felületi érdességet, ugyanakkor javítja a felületi réteg szilárdsági tulajdonságait, ami előnyként jelentkezik a megmunkált munkadarab kifaradási tulajdonságainak vizsgálatakor.

A mágneses térrel segített (MA) technológiák

A mágneses térrel segített technológiák (Magnetic Aided Machining – MAM) világviszonylatban is újszerű, fejlesztés alatt álló megmunkálási módok. Különleges jellemzőjük, hogy a megmunkáláshoz

szükséges erőt a munkatérben létesített szabályozható nagyságú mágneses térerő biztosítja úgy, hogy a szerszámot, vagy a munkadarabot rugalmasan rögzíti.

MA felülethengerlés

A marógépre adaptált berendezés (1. ábra) megmunkálótüskéje (2) és a munkadarab (3) közötti munkarésbe ($\delta \approx 2.5\text{mm}$) hengerlőtestként (1) acélgolyót helyezünk. A megmunkáló testeket állítható nagyságú mágneses térerő szorítja a felületre $F=10\ldots 100\text{N}$ erővel.

1. ábra

Hengerléshez $\varnothing 6\ldots 12\text{ mm}$ átmérőjű HRC 62...65 keménységű acélgolyók használatosak. Az elérhető minimális felületi érdességet ($R_a=0.08\ldots 1\mu\text{m}$) elsősorban a hengerlőtest átmérője, a gerjesztőáram nagysága, és a szerszám előtolása befolyásolja. Hűtő-kenő folyadék használata feltétlenül szükséges.

A berendezéssel ferromágneses és nem ferromágneses fémek egyaránt megmunkálhatók.

Az eljárás felületi képlékenyalakító technológia, és tartalmazza a felülethengerlés összes előnyét.

MA síkfelület hengerlő berendezés szerszáma környezetében kialakult mágneses tér feltérképezése

A megmunkáló szerszám környezetében kialakult mágneses tér feltérképezésére azért van szükség, mert a technológia egyik igen lényeges összetevőjét - a hengerlőerőt – elsősorban a térerősség nagysága és változása határozza meg. A mágneses térbe helyezett testre ható erő a következő összefüggéssel számítható:

$$F = V \times H \times \frac{\partial H}{\partial r} \times \mu_0 \times (\mu_r - 1) \quad [\text{N}], \quad (1)$$

ahol V -a vizsgált test térfogata [m^3], H -a mágneses térerősség abszolút nagysága a vizsgált helyen $\left[\frac{\text{A}}{\text{m}}\right]$, $\frac{\partial H}{\partial r}$ -a mágneses térerősség változása a vizsgált hely közvetlen környezetében $\left[\frac{\text{A}}{\text{m}^2}\right]$, μ_0 -a vá-

kuum mágneses permabilitása $\left(\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2 \text{A}^2}\right)$, μ_r -a vizsgált test relatív permabilitása.

A mágneses tér feltérképezésekor különféle szerszámalkakításokat, és különféle munkadarab anyagokat alkalmaztunk.

A nagyszámú mérési adat alapján is a mágneses tér 2. ábra szerinti alakulására következtethettünk, melyet a BME Elméleti Villamosságtan Tanszékén használt végelelem programmal (FEM) vettek fel.

2. ábra

3. ábra

A mágneses tér ismeretében - a 3. ábra szerint - felülethengerlő erő a 2. képlettel számítható:

$$F_h = F_{\text{rax}} + F_a \text{ [N]}, \quad (2)$$

ahol F_h - a hengerlő erő [N], F_{rax} - a radiális mágneses vonzóerő axiális komponense [N], F_a - az axiális mágneses vonzóerő.

A radiális (F_{rad}) és axiális (F_a) mágneses vonzóerő az 1 képlet felhasználásával meghatározható. A radiális mágneses vonzóerő axiális komponense (F_{rax}) a megmunkálótüske geometria miatt a következőképpen alakul:

$$F_{\text{rax}} = F_{\text{rad}} \times \text{tg}\alpha, \text{ [N]}, \quad (3)$$

ahol α - a megmunkálótüske leélezésének félkúpszöge.

Ilyen módon a hengerlő erő értéke, 8mm-es átmérőjű hengerlőtestet alkalmazva, Al 99.5 anyagú munkadarab esetén $F_h \cong 5\text{N}$, míg Fe490-2 anyagú munkadarab esetén $F_h \cong 8\text{N}$ nagyságúra adódik. A számításokat mérések is alátámasztották, megállapíthattuk, hogy az eredmények különösen Al anyagú munkadarab hengerlésénél jól egyeznek.

A felületminőség alakulása MA síkfelület hengerléskor: eredmények, következtetések

4. ábra

A technológiai kísérletek során az Al 99,5 és Fe 490-2 anyagú munkadarabok felületi érdességének alakulását vizsgáltuk a technológiai paraméterek változtatásával. A kiinduló felületi érdesség $R_a = 1 \dots 1.3 \mu\text{m}$.

A maximális felületi érdesség (R_{max}) elméletileg az egy golyóra eső előtolás és a golyó sugarának függvénye. Az összefüggés szerint az előtolás golyó sugarának növekedésével a felületi érdesség javulása valószínűsíthető.

$$R_{\text{max}} = \frac{f_z^2}{8R_g} \quad (4)$$

Alumínium esetén a felületi hengerlést a mágneses tér által keltett kisebb F_a axiális erő és a szerszám geometriájából adódó F_{rax} erő végzi. Alumínium és a nem ferromágneses anyagoknál nagy jelentősége van a leélezésnek, ami a golyóknak centrifugális erő okozta függőleges mozgását szünteti meg. A

túlzott leélezés azonban a golyók befeszülését okozza, amely a felület felgyűrődésével jár. Acéloknál a mágneses erő F_a axiális értékének meghatározó nagysága miatt nem feltétlenül szükséges a szerszám-
testek leélezése.

A golyóátmérő növekedésével általában csökken a felületi érdesség, aminek egyik magyarázata, hogy az átmérő növekedésével nő a hengerlő erő.

Az alakító sebesség növekedésével $v=28...30$ m/min-ig csökken a felületi érdesség. Alumíniumnál a felületi érdesség növekedését a centrifugális erő növekedése, és ennek következtében fellépő káros rezonanciák okozzák. A rezgések létrejöttét a viszonylag kis F_h hengerlőerő is segíti. Acélnál a nagyobb F_h hengerlőerő értékek miatt kisebb a rezgések fellépésének valószínűsége a nagyobb sebesség-tartományokban is. A golyók az acél anyagú munkadarabhoz „tapadnak”, és ez az egyenletesebb le-
gördülését eredményezi.

A gerjesztő áram növekedésével a mágneses térerősség, és ezzel együtt az F_h hengerlőerő növekedésére számíthatunk, mindkét munkadarab esetén. Acél megmunkálásakor felületi érdesség sokkal érzékenyebben reagál a gerjesztő áram (I), vagyis a térerősség (H) változására, mint alumíniumnál. Az elérhető legkisebb érdességi érték is kisebb, annak ellenére, hogy a hengerelendő felület keményebb. A magyarázat ez esetben is a szerszám egyenletesebb járásában, és az acél megmunkálására jellemző nagyobb F_h hengerlő erő kialakulásában rejlik.

A felülethengerlés nemcsak a felület érdességét, hanem a felület jellemzőit is megváltoztatja, ez a felkeményedés előnyösen hat a megmunkált felület kifáradási tulajdonságaira.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Gribovszki László: Gépipari megmunkálások
Tankönyvkiadó, Budapest 1977.
- [2] Kodácsy János: Munkásság tézisszerű összefoglalása
ME, Doktori (Ph.D.) Tézisfüzetei, Miskolc 1997.
- [3] Dr. Kodácsy János: Mágnesezéssel segített megmunkálás
GAMF GTT, 1996. Oktatási segédlet
- [4] Dr. Kodácsy J. – Dr. Szabó A. – Dr. Danyi J.: Magnetic Aided Machining,
9 th DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM
TU Cluj-Napoca (RO), 22-24 th october 1998.
- [5] Dr Sebestyén. Imre - Dr. Kodácsy J.:
Improved Model for Magnetic Field Assisted Machining
8 th International IGTE Symposium, 21-24 th september 1998. Graz, Austria

---

Dr. Kodácsy János Ph.D., tanszékvezető*; Balogh Gábor, főiskolai hallgató**; Lőr Ferenc, főiskolai hallgató***

Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola H-6000 Kecskemét Pf. 91. Hungary

Telefon: (36) 76/481-291 Fax.: (36) 76/481-304

E-mail: * kodacsy@gamf.hu, ** balogh@gamf.hu, *** feco@galdor.gamf.hu