FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A FELÜLETHENGERLÉSKOR ALKALMAZOTT MÁGNESES TÉR MÉRÉSE ÉS MODELLEZÉSE

Fülöp György, Dr. Kodácsy János, Dr. Sebestyén Imre, Dr. Horváth Mátyás

Abstract

The paper presents a ball-rolling device, which is used for finish machining cylindrical work pieces in magnetic field. The authors analyzed the effects of different work materials and the exciting continuous current to the magnetic induction with finite element method- (FEM-). The change of the magnetic induction is illustrated by diagrams, and the calculated and measured data are compared in detail.

Kivonat

A cikk hengeres munkadarabok golyós felülethengerlésére alkalmas berendezést mutat be, amelyben a megmunkáláshoz mágneses teret használnak. A szerzők a gerjesztő áramnak és a munkadarab anyagának a mágneses indukcióra gyakorolt hatását vizsgálták végeelem- (VEM-) módszerrel. Az indukció változását diagramok segítségével szemléltetik, majd a számított adatokat összehasonlítják a mérések eredményeivel.

1. A kutatómunka célja és lépései

Kutatómunkánk célja az volt, hogy a „FemLab” VEM-modellező szoftver segítségével feltárjuk a végeelem-módszer alkalmazhatóságát a mágneses felülethengerléskor használt egyenárammal gerjesztett mágneses tér modellezésére. A modelltől azt várjuk, hogy alkalmas eszköz lesz a mágneses hengerlési technológia optimalizálásához, vagyis e technológia egyik legfontosabb adata, a mágneses indukció előzetes meghatározásához, a munkadarab-anyag és a gerjesztő áram függvényében.

A kutatómunka lépései:

- a modellezni kívánt berendezés elemzése,
- a 2D-s modell elkészítése,
- a peremfeltételek megállapítása, a vizsgálati tartomány kijelölése,
- a mágneses teret jellemző mágneses indukció alakulásának vizsgálata a gerjesztő áram és a munkadarab-anyag függvényében,
- a modellezett és a valóságos mágneses tér jellemzőinek összevetése.

2. A mágneses felülethengerlő berendezés

A KF GAMF Kar Gépgyártástechnológia Tanszékén kifejlesztett, hengeres felületek golyós hengerlésére alkalmas berendezést egyetemes csúcsesztergára adaptáltuk [1],[2].

A patkó alakú vasmagot az esztergagép szánjára, a mozgóbáb helyére fogtuk fel. Az elektromágnes tápfeszültsége $U=30$ V, az áramerősség $I=3,7; 7,4; 11,1$ és $14,8$ A (változtatható erősségű egyenáram). A vasmag hossza 600 mm, keresztmetszete 50×70 mm², anyaga C10 jelű szénacél. A tekercs menetszáma 2×800 , a huzal átmérője $d=2$ mm.

A mágnesezhető, GO3 anyag-jelű, $HRC=60\pm 1$ keménységű csapágygolyókat (egy-egy darabot) a mágnespofák alá vagy fölé, a pofákon kialakított sugárirányú hornyokba helyeztük (1. ábra).

A golyókat a mágneses tér erő a hornyokban tartja, és a mérések alapján - a mágneses indukció nagyságától függően - $F=50\ldots 100$ N erővel szorítja a munkadarab felületéhez. A golyók a hornyokban, a munkadarab forgástengelyére merőlegesen szabadon mozoghatnak, és a felületen legördülve követik az esetleges durvább felületi egyenetlenségeket is.

A $\delta \approx 1$ mm légrésben, az áramerősségtől függően, $B = 1,3\ldots 2,0$ T mágneses indukció keletkezik.

1. ábra. Hengeres felületek felülethengerlése mágneses térben
1. hengerlő test, 2. munkadarab, 3. mágnespofa

3. A VEM-modell elkészítése a „FemLab” programban

A FemLab szoftver segítségével modelleztük a bemutatott berendezés működéséhez szükséges elektromágneses teret. A modellt méretarányosan CAD rendszerben, 3D-ben készítettük el, majd a vizsgálni kívánt részeket *.dxf vagy *.igs formában mentettük, amelyeket a FemLab-ban struktúraként használtunk fel. A 2D-s szerkezet (2. ábra) tulajdonképpen egy központi metszete a valós berendezésnek, amely alkalmas a mágneses tér, illetve a golyókra ható erők vizsgálatára. Ismerve a gerjesztő áram nagyságát, a tekercs keresztmetszetét és a menetek számát kiszámítható a gerjesztő áramsűrűség.

2. ábra. A modell szerkezete

A struktúra külső peremén minden szakaszra a homogén Neumann-típusú $\frac{\partial \Phi}{\partial n} = 0$ feltételt alkalmaztuk, ami azt jelenti, hogy a peremen lévő mikroelem külső oldalára merőlegesen a fluxusváltozás nulla. A képletben Φ - a mágneses fluxus, n - a peremre merőleges egységvektor.

4. A mágneses indukció és erő számítása VEM-mel

A maximális mágneses indukciót ($B_{\max}$) - a számítógépes modellen négy különböző gerjesztő áramra-véges elem módszerrel kaptuk meg. A munkatérben a háromszöghálós felosztást és a mágneses indukcióvonalakat a 3. ábra szemlélteti. A hengerlő golyó nélküli modellen helytől függő mágneses indukciókat is mértünk a mágnespofa oldalain, illetve a munkadarab és a mágnespofa közötti térben.

a. A háromszöghálós felosztás

b. Az indukcióvonalak a munkatérben

3. ábra. A véges elem módszer alkalmazása

Az adatokat az 1. diagram foglalja össze, amelyben az eddig még nem használt jelölések: B_{mod} - a számítógépes modellen mért mágneses indukció, $B_{\text{mér}}$ - a fizikai modellen mért mágneses indukció, F - a hengerlő erő, F_g - a hengerlő golyóra ható erő. A 4. ábra ábrázolja a légrésben mért és a modellezett mágneses indukció, valamint a maximális mágneses indukció értékeket (a mágnespofa

külső peremén, a diszkrét csúcsokon jelentkeznek) a gerjesztő áram függvényében. Az 5. ábra. a virtuális elmozdulás elve alapján számított, a hengerlő golyóra ható F_g erő szemlélteti, különböző gerjesztő áram hatására. A reális nyomóerő jellege hasonló, a mért értékek 50 és 100 N közöttiek.

4. ábra. Számított és mért indukciók a gerjesztő áram függvényében.

5. ábra. A hengerlő golyóra ható erő a gerjesztő áram függvényében.

5. Következtetések

- A „FemLab” 2D-s VEM-modellező szoftver jól használható a hengeres felületek mágneses hengerlésekor kialakuló mágneses tér modellezéséhez.
- A számított és mért adatok közötti eltérés kisebb, mint 17%. Ez a pontosság a gyakorlatban elegendő lehet a technológia optimalálására, tehát az 1. pontban kutatási célként megjelölt feladat megoldására.
- Pontosabb megközelítés érdekében, célszerű 3D-s VEM-szoftvert alkalmazni. Kutatómunkánknak a következő fázisa a FemLab 2.3 3D-s VEM-szoftver használata.

Irodalom

- [1]. Kodácsy János: Finomfelületi megmunkálások és CA technikák kutatása-fejlesztése a Kecskeméti Főiskola GAMF Kara Gépgyártástechnológia Tanszékén, Gépgyártás, XLIII. évf. 2003. 1-2. szám, pp. 15-18.
- [2]. Kodácsy János - Szabó András: Finomfelületi és különleges megmunkálások. GAMF-jegyzet, Kecskemét, 2000.
- [3]. Simonyi Károly: Elméleti villamosságtan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- [4] I. Sebestyén, J. Kodácsy: Magnetic Field and Force Calculation for Magnetic-Aided Device. IEEE Transaction on Magnetic, Vol. 36. No. 4. July 2000. pp.: 1837-1840.
- [5]. Sebestyén Imre: Applied electromagnetics and computational technology, IOS Pr., Amsterdam, 1997.

Fülöp György Ph.D. hallgató BME

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-386; E-mail: fulop.gyorgv@kefo.hu

Dr. Kodácsy **János** tanszékvezető főiskolai tanár, Kecskeméti Főiskola GAMF Kar

Gépgyártástechnológia Tanszék

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-306; E-mail: kodacsy.ianos@kefo.hu

Dr. Sebestyén Imre egyetemi docens, BME, Elméleti Villamosságtan Tanszék.

1111 Budapest, Egrý József u. 18.

Tel: +36 (1) 463-2816; E-mail: sj@evtszl.evt.bme.hu

Dr. Horváth Mátyás egyetemi tanár, BME Gépgyártástechnológia Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3-9.

Tel: +36 (1) 463-1357; E-mail: horvath@next-1 b.manuf.bme.hu