GAUSS SZŰRŐ ALKALMAZHATÓSÁGA ABRÁZIÓSAN KOPTATOTT FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIÁJÁNAK VIZSGÁLATOKOR

THE EXAMINATION OF APPLICATIBILITY OF GAUSSIAN MICROTOPOGRAPHY FILTER IN A CASE OF ABRASION WEAR PROCESS

Barányi István

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.; Telefon / Fax: +36-1-666-5314, baranyi.istvan@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The microtopography measurement standards have evolved significantly in recent years. An increasing number of regulations and recommendations can be found in the currently used standards. In contrast, the current tribological literature and the standards aren't consist - evidence measurements – any prescription or recommendation to the filtering technology which separate the shape, roughness and waviness.

In the present article the author use Gaussian filtering method (with different nesting index) in a case of abraded microtopography and examines how to use different nesting index in tribology research.

Keywords: *Nesting index, abrasion, wear*

Összefoglalás

A mikrotopográfiai mérések szabványai jelentősen fejlődésen mentek keresztül az utóbbi években. Egyre több előírás és ajánlás található a jelenleg hatályban lévő szabványokban. Ezzel szemben jelenleg a tribológiai szakirodalomokban és a vonatkozó szabványokban sem található konkrét – mérésekkel bizonyított – előírás vagy ajánlás arra vonatkozóan, hogy az alakhiba, hullámosság és érdesség milyen szűrési beállításokkal kerüljön szétválasztásra.

Jelen cikkben a szerző egy abrázíós körülmények között koptatott mikrotopográfián végez Gauss szűrő segítségével jelenanalízist és azt vizsgálja, hogy a szabványok által előírt vágási hullámhosszak miként használhatók tribológiai kutatásokban.

Kulcsszavak: *vágási hullámhossz, abrázio, kopás*

1. Bevezetés

Az profilometria esetében alkalmazott érdességmérési szabványokról elmondható, hogy a kutatói életben és az ipari gyakorlatban is megfelelően alkalmazhatóak, alapkonceptiókban az utóbbi évtizedekben változás nem történt. A hatályban lévő ISO 4288-as szabvány szűrőtechnikai szempontból két részre

osztja a gyártott felületeket: periódikus profil esetén az RSm érték, nem periódikus profil esetén az Ra, Rz értéke mondja meg az érdességet és a hullámosságot szétválasztó hullámhosszt.

A jelenleg folyamatosan új fezetekkel bővülő ISO 16610-es (a mikrotopográfiai mérésekkel is foglalkozó) szabvány a szűrési megoldásoknál három dimenzióba

terjeszti ki a szűrők karakterisztikáját. Az így megvalósított szűrési lehetőségekre a szabvány kopott felületek esetében nem tesz ajánlást.

A szakirodalmat tekintve Marko és szerzőtársai [1] cikkükben a ferdeségi és a lapultsági mérőszámokat szűrőssel határozták meg és hozták kapcsolatba a tribológiai viselkedéssel.

Wang és szerzőtársai [2] szűretlen paraméterekkel generált felületek esetén vizsgálják a határkenési állapotot topográfiai paraméterekkel és a valós érintkezési zónát és a kontakt hőmérsékletet a FIR technikát alkalmazva.

Svahn [3] cikkében szűrő vonalmenti érdességi paramétereket használ, de emellett szűrő topográfiai képekkel is jellemzi a felületet.

Kopásdiagnosztikai szempontból elmondhatjuk, hogy a csúcshőmérséklet változások vizsgálata a mért jel feldolgozásától függ, azaz az alkalmazott szűrő feltehetőleg különböző tribológiai tulajdonságokat tud jellemezni.

2. Anyag és módszer

2.1. A domináns hullámhossz, valamint a hullámhossz összetevők vizsgálata

A domináns hullámhossz összetevők meghatározására a szakirodalom több módszert is ajánl, melyek közül a gyakorlatban a Fourier transzformáció elterjedése figyelhető meg. A diszkrét pontokból álló profil Fourier transzformáltja meghatározható az (1) kifejezéssel:

$$F(q_p) = \Delta x \sum_{i=1}^M z(x_i) e^{-j2\pi q_p x_i} \quad (1)$$

Az így végrehajtott transzformáció eredménye két formában jeleníthető meg a hullámhossz függvényében:

-lineáris léptékben, ahol kiugró lokális maximumként megjelennek a profilra jellemző domináns hullámhosszak,

-logaritmikus léptékben.

Mindkét megjelenítési stratégia más műszaki tartalmú kiértékelést tesz lehetővé. Lineáris léptékű hullámhossz ábrázoláskor egyrészt a domináns hullámhosszt, másrészt az egyes hullámhossz összetevők amplitúdóját tudjuk megkapni a (2) egyenlet segítségével.

$$A(q_p) = \frac{F(q_p)F^*(q_p)}{M\Delta x} \quad (2)$$

2.2. A Gauss szűrő átviteli függvénye

A Gauss szűrő három dimenzióba történő kiterjesztése [4] szerint mindkét irányban különböző vágási hullámhosszokkal az (3) egyenlet alapján írható fel:

$$S(x, y) = \frac{1}{\alpha\lambda_{cx}\alpha\lambda_{cy}} e^{-\pi\left(\frac{x}{\alpha\lambda_{cx}}\right)^2 - \pi\left(\frac{y}{\alpha\lambda_{cy}}\right)^2} \quad (3)$$

Ahol α állandó érték, melyet a (4) egyenlet definiál.

$$\alpha = \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} \quad (4)$$

Az így meghatározott Gauss függvényt 2001×1997 -es mátrix segítségével ábrázolva az **1. ábra** szemlélteti egységnyi (1mm-es) vágási hullámhossz esetén.

1. ábra. Az alkalmazott Gauss függvény egységnyi vágási hosszal mindkét irányban

2.3 A vizsgált mikrotopográfia

A vizsgálathoz alkalmazott mikrotopográfia előállításakor C45 anyagon végeztem koptatási kísérleteket pin-on-plate elrendezésben. A koptatási úthossz 3000 mm volt, a felületeket összeszorító erő 300 N. A vizsgálatkor 1200-as finomságú csiszolópapírt alkalmaztam, melynek segítségével száraz súrlódást valósítottam meg. Érdességméréskor 4 mm×4 mm-es mikrotopográfiait mértem 2 mikronos lépésközzel. Az eredmény pontthalmazt 2001×1997-es mátrixban rögzítettem (2. ábra).

2. ábra. A koptott mikrotopográfia

A kiértékeléskor a szabvány által alkalmazott vágási hullámhosszakat vettem figyelembe mindkét irányban megegyező értékkel (0,1 mm; 0,2 mm; 0,25 mm; 0,5 mm; 0,8 mm; 1 mm; 2 mm; 2,5 mm).

3. Eredmények

A 2. ábra alapján elmondható, hogy a csúcszónákat az abráziós karcok, a völgyzónákat pedig a megmunkáló szerszám definiálták (a csúcszóna részlegesen semmisült meg). A csúcszóna és a völgyzóna egy-egy profilját és PSD analizisét a 3a. és a 3b. ábra szemlélteti 1024 mérési pontra vetítve.

A 3a-b. ábra szerint csúcs- és völgyzónát domináns hullámhossz alapján megkülönböztetni nehézkes: mindkettő egy nagy értékű alakhibával rendelkezik, valamint a szabványos szűrési hosszaknál közel azonos intenzitással vannak az egyes jelösszetevők.

3a. ábra. A csúcs- és völgyzóna

3b. ábra. A csúcs- és völgyzóna PSD analízise

A 4.-5. ábrák a vizsgált paraméterek és a vágási hullámhosszak kapcsolatát mutatják be. Az ábrákkal kapcsolatban elmondható, hogy a vágási hullámhossz növelésével a jeleknek egyre nagyobb része érdességi paraméterként jelenik meg, ezért az alkalmazott eltolás miatt a diagramok 0,2 mm-es hullámhossz értéknél jelentős mértékű változást mutatnak.

4. ábra. Az S_a paraméter érdességi és hullámhosszági összetevője

5. ábra. Az Sq paraméter érdességi és hullámossági összetevője

6. ábra. A topográfia 0,1 mikron vágási hullámhossz esetén

7. ábra. A topográfia 2,5 mikron vágási hullámhossz esetén

A 6. és 7. ábrák a legnagyobb és legkisebb vágási hullámhosszknál kapott topográfiaikat mutatják be

4. Következtetések

A vizsgált mikrotopográfia esetén elmondható, hogy nem sikerült a csúcszónában található karcokat hullámtérbe történő transzformációval azonosítani, valamint az alkalmazott szűrések közül a 0,1 mm-es hullámhossz esetén is található a vizsgált esetben völgyzóna és csúcszóna jelösszetevő, valamint az előtoláshoz tartozó jel töredéke.

A több lépcsős szűrési megoldások esetén alkalmazása esetén – a jeltartalom csökkenése miatt – a mérés elején már tudnunk kell a vizsgálandó jelek hullámhossz tartományát.

A csúcszóna jelösszetevők szűrésére az eredmények alapján elmondható, hogy a teljes mérési adathalmazon alkalmazott konvolúciós megoldással szemben a lokális megoldások (csak a csúcszóna, mint adathalmaz vizsgálata), vagy a spline illetve FFT alapú szűrési megoldások célra vezetőbbek.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Marko Sedlcek, Bojan Podgornik, és mások: *Correlation between standard roughness parameters skewness and kurtosis and tribological behaviour of contact surfaces*. Tribology International (2012), Vol. 48, pp 102-112.
- [2] Wang Wen-zhong, Chen Hui, és mások: *Effect of surface roughness parameters on mixed lubrication characteristics*. Tribology International (2006), Vol. 39, pp 522-527.
- [3] Fredrik Svahn, Åsa Kassman-Rudolphi, és mások: *The influence of surface roughness on friction and wear of machine element coatings*, Wear (2003), vol 251, pp. 1092–1098
- [4] Muralikrishnan, Balasubramanian, Raja, Jayaraman: *Computational Surface and Roundness Metrology*, Springer, 2009, pp. 33