FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

KÜLÖNLEGES MOZGÁSCIKLUSOK - TROCHOIDÁLIS MARÁS

CSESZNOK Sándor, SZALÓKI István, SIPOS Sándor

Abstract

In manufacturing technology the different ways of trochoidal milling are increasingly being used for making grooves for example. To the traditional groove milling technology which was applied up to now a new, alternative method has been added. At present there are two possibilities for generating trochoidal toolpaths. One is when, relying on an up-to-date control of our machine tool, we select the trochoidal milling version supported by a given controller as a built-in option. The other possibility is when we model the particular toolpaths ourselves, which is certainly considerably less costly. In our present paper we look at special milling cycles created by geometric modeling and recommended by modern designing systems. We also show our short-term objectives in connection with the technology (in the hope of long-term research, though) as well as our experimental plan.

Key words:

Slot milling, semicircular milling, zigzag milling, trochoid milling, productivity, force effects, microgeometry

Összefoglalás

A gyártástechnológiában egyre szélesedő körben alkalmazzák a trochoidális marás különféle változatait például hornyok elkészítésére. Ennek kapcsán az eddig alkalmazott egy fogásban történő hagyományos (telibe) marási technológia újabb alternatív módszerrel egészült ki. Jelenleg két lehetőséget látunk a trochoidális szerszámpályák generálására: az egyik, amikor a szerszámgépünk korszerű vezérlésére támaszkodva, beépített opcióként válasszuk az adott vezérlő támogatta marási trochoid eljárásváltozatot, vagy pedig a másik lehetőségként magunk modellezzük az egyes szerszámpályákat, amely természetesen sokkal kisebb költségráfordítással párosítható. Cikkünkben áttekintjük a geometriai modellezéssel létrehozott, valamint a korszerű tervezőrendszerek által ajánlott különleges marási ciklusokat, bemutatjuk a technológiával kapcsolatos rövidtávú céljainkat (a kutatás reményeink szerint hosszú távú lesz) és kísérleti tervezetünket.

Kulcsszavak:

Horonymarás, félköríves marás, cikk-cakkmarás, trochoidális marás, termelékenység, erőhatások, mikrogeometria

1. Bevezetés

Horonymaráskor az egy lépésben végzett ún. telibemarás nem tekinthető ideálisnak, mert a szerszám igen nagy élhossza kerül érintkezésbe a munkadarabbal, a pillanatnyi forgácsvastagság az él egyenlőtlen terhelését okozza, ennek következtében a forgácsolóerő és a hőmérséklet megnövekszik, a kedvezőtlen forgácstranszport pedig gyakran vezet a forgács újraforgácsolásához. A DTMM (difficult to machine materials) anyagoknál e kedvezőtlen jelenségek köre még tovább bővül. A trochoidális horonymarással az előzőekben leírt csaknem minden probléma orvosolható: a nagy szívósságú szerszámacéloktól kezdve az edzett darabokig a megmunkálás HPC (High Productive Cutting)

technikával hajtható végre, még kis falvastagságú alkatrészeken is. Nagyoló megmunkálásnál az axiális fogásmélység igen nagy ($a_p=10-20$ mm), míg a sugárirányú fogásvétel kisebb a megszokottnál. A forgácsoló- és az előtoló sebesség növelésével azonban a termelékenység igen előnyösen fokozható. A szerszám éltartama és a mart felület érdessége egyaránt kedvező értéket mutat, ráadásul a forgácsolás kisebb erőhatások és mérsékelt vibráció mellett történik. A marási pálya a szerszámgeptől intenzív gyorsulást és lassulást, a vezérléstől pedig „előrettekintő üzemmódot” (look-ahead function) követel meg. A szerszámbe fogó rendszer merevsége és a maró legkisebb kinyúlása igen fontos követelmény.

2. Trochoidális marási változatok modellezése

Trochoidális marásról akkor beszélünk, ha az adott „d” átmérőjű szerszámmal elkészítendő horonyszélesség (b_w) minimum $1,15 \times d$ nagyságú, a radiális ellépés (w - step over) $(0,02 \dots 0,25) \times d$ közé esik, a horonymélység pedig $a_p \leq 2 \times d$ [1]. A trochoidális marás a palásmarás egy eljárás-változata, ahol az elérhető pontosság és a felületi mikrogeometria az alkalmazott szerszám pálya függvénye. Az áttanulmányozott szakirodalmakban [1-4] különféle marási változatok sémáját lehet fellelni. Az **1.** és **2. ábra** tartalmazza a Microsoft Excelben programozott [5] szerszám pályák szimulációját valós szerszám gép (Mazak Nexus) és vezérlés (Mazatrol™) környezetben, valamint röviden leírja a fontosabb sajátosságait.

<p>CATmo (CATIA-modell) - V5R20 -</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a korszerű tervezőrendszerekben a trochoidális marás stratégiája a legtöbb esetben jelentősen leegyszerűsítve található meg; ▪ szerszám vezérlése kizárólag egy kör és egyenes egymást követő interpolációjából áll, ezért az egyik horonyoldal simább, jobb felületi érdességű lesz, a másik pedig – a radiális ellépés hatására – a körívek áthatásából hátramaradt „csipkével” tarkított; ▪ előnye, hogy egyszerűen programozható és csak egyenirányú marást hajt végre, hátránya viszont, hogy a bejárt úthossz ~50%-a holtidő.
<p>Ciklois-képző marás (igazi trochoid)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ a szerszámot (a terhelése szempontjából nagyon kedvező) hurkolt ciklois alakú pályán vezéreljük; ▪ a bejárandó pálya hossza miatt kevésbé termelékeny eljárás, gondos és körültekintő programozást igényel, ráadásul az úthossz ~50%-a itt is holtidő; ▪ a pálya legfontosabb jellemzője a húrhosszúság (t), amely a generált pályát alkotó vonalak hosszát adja meg. Ha $t \geq 0,3$ mm, akkor a terhelés egyenlőtlen, emiatt a szerszám kedvezőtlenül kopik (és csökkenő éltartamot mutat), viszont $t \leq 0,1$ mm értéknél a modell feleslegesen sok pontot generál, ami problémákat okozhat az adatok beolvasásakor, ezért $t = 0,2$ mm alkalmazandó [1].

1. ábra. A CATmo (CATIA V5R20 trochoidális modellje) és a ciklois-képző marás szerszám pályája

<p>Félköríves marás</p>	<ul style="list-style-type: none"> a maró az egyik horonyoldaltól a másikig a lehető legrövidebb utat járja be és keresztben történik az átállás, így az üresjárat kb. 40%-ra tehető; előnye az egyszerű programozhatóság, az egyenirányú marási stratégia és a jó felületi érdesség (a csipkesség csak az egyik horonyoldalon jelentkezik); hátránya: a félkörív befejezése után lép egyet, ezért kevésbé termelékeny.
<p>Lengő marás</p>	<ul style="list-style-type: none"> az üresjáratot kihasználja azzal, hogy egyaránt tartalmaz egyen- és ellenirányú marási szakaszt is. Alkalmazása akkor előnyös igazán, ha a forgácsleválasztási sebesség fokozása a célkitűzés [4]; a pálya félkörívek és egyenesek interpolációjának váltakozásából áll; előnyt jelent az egyszerű programozhatóság és a termelékenységi mutatók; hátránya a félkörív befejezése után végrehajtott egyenes ellépés (értéke = w), illetve a mindkét horonyfalon jelentkező fokozódott csipkéződés.
<p>Lépő-lengő marás (saját fejlesztés!)</p>	<ul style="list-style-type: none"> a termelékenység növelésére kutatócsoportunk kifejlesztett egy sajátos szerszámpályát, amelynek neve: lépő-lengő; az egyenes menti interpolálás elmarad, ennek köszönhetően nincsen holtidő, a maró pedig kizárólag a „w”, a „b_w” és a „d” értékétől függő R_2 sugarú ív mentén halad (a horonyfal és az ív között garantált a tangenciális kapcsolat); kis erőigényű, ellen- és egyenirányú marási szakaszt egyaránt tartalmaz.

2. ábra. Félköríves, lengő és lépő-lengő marási modellek

3. Kutatási tervezetünk rövid ismertetése

A trochoidális mozgáspályák gyakorlati alkalmazhatóságának bizonyítására olyan vizsgálatok elvégzése szükséges, amelyek minél több műszaki-gazdasági jellemzőre (erőigény, termelékenység, pontosság, érdesség) kiterjednek. A birtokunkban lévő megmunkálóközpont és a csúcsmínőséget képviselő szerszámok beszerzése révén a kutatócsoport az alábbi vizsgálatokat tervezi:

- Kistler típusú erőmérőpaddal történő háromkomponenses erővizsgálat, amely a hidegzugor rögzítésű befogás közben a marás közben ébredő erőkomponensek alakulását mutatja;
- A fenti vizsgálatnál speciális kísérlettervet kívánunk alkalmazni: három változót három (minimális, mediális és maximális) szinten variálva (DoE - Design of Experiment). Ezzel az egyes forgácsolási paraméterek (a_p , a_{em} , f_z) folyamatra gyakorolt hatása tárható fel;

- A hosszú távú kopásvizsgálatok elvégzésekor az egyes változatoknak a maró élettartamára kifejtett hatását vizsgáljuk, különböző környezetbarát hűtőközegek (száraz, CAG, MQL) alkalmazásával;
- Az új eljárásváltozatok felhasználhatóságának kutatása és a legelőnyösebbek bevezetése mind a nehezen megmunkálható anyagokból (DTMM), mind pedig a hőálló szuperötvözetekből (HRSA) készített alkatrészek előállítására területén.

4. Következtetések / Összefoglaló

Előzetes vizsgálataink eredményei szerint a telibemarási jelentős erőtöbbletet-igénnyel, fokozott szerszám- és gépterheléssel, valamint növelt teljesítménnyel jár, azonos előtolás beállítás mellett néhány trochoidális változatnál még termelékenyebbnek bizonyul. Ezzel szemben azonos forgácsolási körülmények esetén a szerszámkopás jelentősen csökkenhet trochoidális eljárásváltozatoknál, ráadásul a szerszám dolgozórétegének csaknem teljes egésze (a_p akár $2x D$ -ig) kihasználható, ami az egy foggal eltávolítható forgácsolási térfogat növekedését eredményezi.

Irodalom

- [1] Seco Tools AB: *Trochoidal Milling Excel application*, Fagersta (Sweden), 2005.
- [2] WNT: *A katalógus*. WNT Magyarország Kft., Budapest, 2010-2011. p. 13/289.
- [3] Siemens AG: *SINUMERIK 840D - Zyklen* (Programmierhandbuch), Nürnberg (Germany), 2008.
- [4] Emuge-Franken: *Programmbeschreibung Zirkulärnut Fräsen / ZirkulärPendelNut Fräsen (ZPN)*, Rückersdorf (Germany), 2005.
- [5] Szalóki I.: *Trochoidális pályák programozása Microsoft Office Excel alkalmazásban*, Budapest, ÓE/BGK/Forgácsolástechnológia számítógépes tervezése II. feladat, 2012. pp. 30.

Csesznok Sándor, műszaki tanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-477

E-mail: csesznok.sandor@bgk.uni-obuda.hu

Szalóki István, intézeti mérnök

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-427

E-mail: szaloki.istvan@bgk.uni-obuda.hu

dr. Sipos Sándor, mestertanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: 061/6665-427

E-mail: sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu