FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HSM SZERSZÁMPÁLYÁK PROGRAMOZÁSÁNAK SPECIÁLIS VONÁSAI, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

Gyönyörű Attila

Summary

High Speed Milling is becoming more widespread nowadays. With its usage the productivity of cutting and the quality and dimensional accuracy of the machined surface can be improved substantially. At the same time the technology makes great demand upon its environment, including the tool, the tool holder, the machine tool, the controller and the CAM system. This article studies the demands upon the CAM system and those tools that can meet these demands, and sketch the areas whom development the programming of HSM tool path can become more effective with.

Összefoglalás

A nagysebességű marás napjainkban egyre szélesebb körben terjed el. Alkalmazásával a forgácsolás termelékenysége és a megmunkált felület minősége és méretpontossága jelentősen növelhető. Ugyanakkor a technológia magas követelményeket támaszt környezetével, így a szerszámmal, a szerszámbefogóval, a szerszámgéppel, a vezérléssel és a CAM rendszerrel szemben is. A cikk a CAM rendszerekkel szemben támasztott követelményeket és az azok kielégítésére szolgáló eszközöket ismerteti, valamint felvázolja azokat a területeket, amelyek fejlesztésével a nagysebességű szerszámpályák programozása hatékonyabbá tehető.

A nagysebességű megmunkálás

A nagysebességű megmunkálás (HSM) alapjait a német *C. Salomon* fektette le az 1920-as évek végén, de az eljárás ipari alkalmazásának feltételeit csak 1982-1988 között teremtették meg a Darmstadti Műszaki Főiskolán, *H. Schultz* professzor vezetésével.

A technológia alkalmazásával jelentősen csökkenthető a megmunkálási idő és ezen keresztül a gyártási költségek, és javítható a munkadarab felületi minősége és méretpontossága. Az eljárás a módosult forgácsolási paramétereknek (pl.: kis forgácskeresztmetszet) köszönhetően, az eddig csak nehezen megmunkálható, speciális (pl.: vékonyfalú, vagy pengeszerű) alkatrészek forgácsolásához is új, termelékeny lehetőséget kínál.

Napjaink kutatásai

A nagysebességű marás jellegzetes szerszáma a gömbvégű maró. Ezen szerszám esetében fontos kérdés a megmunkálandó felület és a szerszámtengely egymáshoz viszonyított helyzete, mivel ez jelentősen befolyásolja a pillanatnyi forgácsolási sebességet. Ebben a témakörben a közelmúltban számos cikk jelent meg. [1, 2, 3, 4] Gömbvégű maróval végzett megmunkálásnál a forgácsolási folyamat és a szerszámkopás nagymértékben befolyásolható a szerszám-elhelyezési szöggel. A fenti cikkekben ismertetett kutatások különböző anyagok vizsgálatára irányulnak. Eredményeik alapján megállapítható, hogy a nagysebességű technológia a különböző anyagok megmunkálása esetén azonos hatásmechanizmussal dolgozik, de annak pontos jellemzőit és követelményeit az adott munkadarab-anyagra (és annak hőkezeltségi állapotára) vonatkozólag egyedileg kell meghatározni.

A HSM támogatására szolgáló eszközök a CAM rendszerekben

Valamennyi, a kor elvárásainak megfelelő, modern CAM rendszer tartalmaz valamilyen nagysebességű megmunkáló modult, amely figyelembe veszi a technológia követelményeit. Négy piacvezető CAM rendszert (Mastercam Mill, Delcam Powermill, Unigraphics, ProEngineer) vizsgáltam meg, kimondottan a HSM támogatására szolgáló eszközök szempontjából.

Valamennyi vizsgált rendszerben megtalálható az úgynevezett intelligens előtolás optimalálás. A módszer alkalmazása nem egységes, de az elv azonos: a rendszer a 1. ábrának megfelelően módosítja a szerszám előtolását az eltávolítandó anyagmenyiség, illetve a pálya alakjának figyelembe vételével. Ezáltal csökkenthető a megmunkálási idő, és növelhető a szerszám éltartama. A bal oldalon az állandó forgácsolási sebesség biztosításához, a jobb oldalon pedig az éles sarkok minél lágyabb megmunkálásához szükséges előtolás kompenzáció látható.

1. ábra

Az általam vizsgált rendszerek mindegyike tartalmaz kimondottan a nagysebességű technológia kiszolgálására létrehozott pályatípusokat, illetve a hagyományos pályatípusokon belül olyan opciókat, amelyek alkalmassá teszik a pályát az eljárás kiszolgálására. A magas előtolás-értékek miatt, szükséges, hogy a szerszám-pálya minél kevesebb irányváltást tartalmazzon, és lehetőleg ne legyenek benne éles irányváltások. Csökkenteni kell az anyagba-, illetve az abból való kilépések, a szerszámkiemelések számát. Nagyolásnál célszerű az anyagon kívül venni a mélységirányú fogásokat,

zsebszerű alkatrészeknél pedig csavarvonal mentén kell a fogást venni. Simítás esetén is törekedni kell arra, hogy a fogásvétel lehetőleg szerszámkiemelés nélkül, a megmunkáló szakaszokhoz érintőlegesen csatlakozó spline vagy körív mentén történjen (2. ábra). Az ezen feltételek kielégítésére szolgáló eszközök rendelkezésre állnak a legtöbb hagyományos pályatípusnál is, és nem csak a HSM alkalmazása esetén, hanem hagyományos forgácsolási paraméterekkel történő megmunkálásnál is növelik a szerszám-éltartamot, így a forgácsolás gazdaságosságát.

A 3. ábrán egy tipikus nagysebességű nagyolópálya látható, ahol az oldalirányú fogásvétel egy érintőleges hurok mentén történik, és az irányváltásoknál maradó anyagmennyiséget szintén egy hurkolt pálya mentén távolítja el a szerszám. A pálya azon részein, ahol a szerszám teljes átmérője fogásban lenne, nagysebességű hurkokból álló szerszámpálya generáltható ennek elkerülése érdekében.

2. ábra

3. ábra

A nagysebességű technológia szempontjából nem elegendő a rendszerek 3 tengelyes megmunkálási képességeit vizsgálni, a vizsgálatokat ki kell terjeszteni az 5-tengelyes megmunkálásokra is, hiszen gömbmaróval történő felületsimítás esetén, a eljárás gazdaságos alkalmazásához rögzíteni kell a szerszámtengely és a megmunkálandó felület aktuális megmunkálási pontjában vett normálisának egymáshoz viszonyított helyzetét.

A vizsgált rendszerek támogatják a többtengelyes megmunkálásokat is, így például a spirális szerszámpálya a megmunkálandó felülethez kötött szerszámtengellyel is alkalmazható. Ugyanakkor nem mindegyik rendszer támogatja az előtolás optimalizálását a többtengelyes megmunkálások esetén, ami pedig elengedhetetlen lenne a technológia leggazdaságosabb alkalmazásához.

Fejlesztési lehetőségek meghatározása

Amint azt napjaink kutatásainak eredményei is tükrözik, a gömbvégű maróval történő nagysebességű felületsimítás gazdaságos alkalmazásához elengedhetetlen a szerszámtengely helyzetének felülethez képest történő megadása. Így a megmunkálás 5-tengelyes szerszámgepet és megmunkáló-pályát igényel. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy a szerszámbedöntés módja és mértéke a megmunkált anyag és hőkezeltségi állapotának függvénye.

Emiatt célszerű a CAM rendszerek 5-tengelyes funkcióinak fejlesztése a HSM technológia követelményeinek figyelembevételével. A mai PC-k nagy számítási kapacitása lehetővé teszi számunkra, hogy valamilyen, például a T. J. Ko és társai által alkalmazott numerikus módszerhez [3] hasonló eszközt integráljunk a rendszerekbe, amelyekkel elvégezhető az optimális megmunkálási paraméterek meghatározása. Másik lehetséges megoldás a rendelkezésre álló kísérleti úton meghatározott paraméterek alapján egy tudásbázis alapú, analitikus módszer alkalmazása. Amennyiben biztosítjuk a rendszer nyitottságát és az ötanulás lehetőségét, akkor ezen módszer segítségével egy olyan pályageneráló eszközt kaphatunk, amely képes automatikusan előállítani a technológia feltételeit egyre pontosabban megvalósító szerszámpályát az 5-tengelyes nagysebességű megmunkáláshoz.

Melyek a meghatározandó paraméterek? Az előtolás és a forgácsolási sebesség névleges értéke adott anyag-szerszám párosításra adatbázisban tárolható. Meg kell határozni az optimális szerszámbedöntési irányt és szöget, majd ennek ismeretében a gömbmaró megmunkálási pontját, és módosítani kell a szerszám fordulatszámát a valós megmunkálási sugár ismeretében. Amennyiben az optimális bedöntés nem valósítható meg az adott geometria minden pontjában, akkor figyelembe kell venni a megváltozott forgácsolási feltételeket, és ezeknek megfelelően módosítani kell a technológiai paramétereket. Természetesen a 3-tengelyes megmunkálásoknál tárgyalt előtolás-optimalizációs szempontokat is alkalmazni kell. Persze a fenti szempontokat figyelembevevő program futtatási (pályagenerálási) ideje a sok változó miatt hosszú lehet, ami veszélyezteti a nagy termelékenységre épülő folyamatos programellátásának biztosítását. Ezért elengedhetetlen az egyes szempontok között prioritási sorrendet felállítani, hatásuk mértékének függvényében, és azon jellemzőket, amelyeknek nincs jelentős hatása a pálya minőségére, ki kell hagyni a számításból.

Irodalomjegyzék

- [1] SCHULZ, H.: **High-Speed Milling of Dies and Moulds - Cutting Conditions and Technology**, Annals of the CIRP Vol. 44/1/1995
- [2] KO, T. J., KIM, H. S., LEE, S. S.: **Selection of the Machining Inclination Angle in High-Speed Ball End Milling**, Int. J. Adv. Manuf. Techn., London, Springer-Verlag, 2001
- [3] KANG, M. C, KIM, K. K., LEE, D. W., KIM, J. S., KIM, N. K.: **Characteristics of Inclined Planes According to the Variations of Cutting Direction in High-Speed Ball-End Milling**, Int. J. Adv. Manuf. Techn., London, Springer Verlag, 2001
- [4] NG, E. G., LEE, D. W., SHARMAN, A. R. C., DEWES, R. C., ASPINWALL, D. K.: **High Speed Ball End Milling of Inconel 718**, Annals of the CIRP Vol. 49 / 1 / 2000

Gyönyörű Attila, PhD hallgató

BMGE, Gépábrázolótechnológia Tsz., 1111 Budapest Eötvös J. u 1. E ép. II.;

Tel: (+36) 1 463 2510; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: gyonyoru@manuf.bme.hu