

Takács Márton
Sokkristályos ötvözetek mikroforgácsolása keményfém szármaróval

TÉZISEK

Kutatási munkám során a célkitűzéseimnek megfelelően sokkristályos ötvözetek – nevezetesen ötvözetlen és gyengén ötvözött nemesíthető acél, valamint sárgaréz – kétélű, keményfém, 1 mm alatti átmérőjű mikroszármaróval történő, az 1–999 μm mérettartományba eső strukturálásának törvényszerűségeit vizsgáltam kísérleti és elméleti úton. Munkám eredményeképpen az alábbi új tudományos megállapításokra jutottam:

1. tézis:

Kétélű, mikroméretű szármaróval végzett forgácsoláskor a ténylegesen leválasztott anyagréteg vastagsága a legtöbb esetben eltér a beállított fogankénti előtolás értékétől, melyet a mikromart hornyok alján kirajzolódó szerszámkarcok távolságának az előtolásból adódó elméleti nagyságtól való eltérése, az erőmérési diagramok váltakozó nagyságú csúcsai, valamint a mikromarószerszám aszimmetrikus kopása bizonyít. A szerszám két éle általában eltérő mértékben vesz részt a forgácsleválasztásban, ezen belül gyakran előfordul, hogy az adott fordulaton belül csak az egyik él, illetve egyik él sem választ le anyagot. A tényleges anyagleválasztás nélküli fordulatok során az előtolásmennyiségek halmozódnak a szerszám rugalmas, illetve a megmunkálandó anyag rugalmas és képlékeny deformációjától kísérve. Mikroméretű szármaráskor a ténylegesen leválasztott anyagréteg vastagságának az általam bevezetett valóságos fogankénti előtolás felel meg (f_{zval}). Ennek nagysága a szerszám pillanatnyi kopottsági állapota és az anyagminőség által meghatározott minimális forgácsvastagságnak, a szerszám relatíve nagy mértékű ütéseinek, valamint a beállított fogankénti előtolásnak az egymáshoz való viszonyától függ, mely akár az egyik fordulatról a másikra is változhat.

2. tézis:

Mikroméretű szármaróval megmunkált, telibemart hornyok aljának felületi minősége az egyenirányú oldalon jobb, mint az ellenirányún. A mikromart hornyok átlagos felületi érdességének a fogankénti előtolástól függő változása jellegzetes képet mutat a vizsgált paramétertartományon belül ($v_c=30\text{--}150$ m/min, $f_z=0,1\text{--}8$ μm , $a_p=10\text{--}30$ μm). A felületi érdesség a fogankénti előtolás növekedésével kezdetben erősen javul, majd egy minimum elérése után fokozatosan, de az előbbinél kisebb mértékben ismét romlik. A fogásmélységnek nincs értékelhető hatása a felületi érdességre. Ha a beállított fogankénti előtolás az adott forgácsolási körülmények esetén érvényes minimális forgácsvastagságnál nagyobb, akkor a mért érdesség megfelel Brammertz – a minimális forgácsvastagságot is figyelembe vevő – elméleti képletével számított értéknek. Kiseb beállított fogankénti előtolás esetén viszont lényegesen kedvezőbb felületi érdesség mérhető, mint ami Brammertz elméleti képletéből adódik.

3. tézis:

Mikroméretű szármaráskor a célszerűen választandó forgácsolási paraméterek és az általam vizsgált, sokkristályos anyagok szemcsemérete (sárgaréz: 20–40 μm , nemesíthető szénacél: 5–15 μm) egy nagyságrendbe esnek, így a forgácsleválasztást és a kialakított felületi minőséget az anyag anizotrópiája, vagyis az egyes szemcsék eltérő, irányfüggő mechanikai jellemzői (rugalmassági modulus, folyáshatár, aktív csúszási mechanizmus), valamint a szemcsehatárok is befolyásolják.

4. tézis:

Mikroméretű szármaróval megmunkált, telibemart hornyoknál a hosszanti élek menti – a sorjamagassággal jellemzett – sorjaképződés mértéke a vizsgált paramétertartományon belül ($v_c=30-150$ m/min, $f_z=0,1-8$ μm , $a_p=5-100$ μm) mind a fogásmélység, mind pedig a beállított fogankénti előtolás csökkenésével erőteljesen nő, a vágósebességnek nincs értékelhető hatása rá. Az adott forgácsolási körülmények esetén érvényes minimális forgácsvastagságnál kisebb beállított fogankénti előtolási értékek esetén a sorja magassága az egyenirányú oldalon lényegesen nagyobb (10–640 μm), mint az ellenirányú oldalon (6–25 μm). Ha a beállított fogankénti előtolás nagyobb, mint az adott forgácsolási körülmények esetén érvényes minimális forgácsvastagság, akkor a hornyok mentén mérhető sorja magassága a két oldalon közel megegyező.

5. tézis:

Mikroméretű szármaróval végzett forgácsleválasztáskor a marási folyamat kinematikájából adódó gerjesztési frekvencia, valamint a szerszám sajátfrekvenciája között két nagyságrendbeli különbség van, nevezetesen a gerjesztési frekvencia 1–2 kHz, míg a szerszám sajátfrekvenciája 100–300 kHz. Ebből és a mikromarás közben mért erőlefutási diagramokból következik, hogy mikroméretű szármarás során a szerszám tönkremenetele főként a szerszámkopás nyomán kialakuló erőnövekedés okozta túlterhelés miatt következik be, a szerszám tönkremenetelének a rosszul megválasztott forgácsolási paraméterek miatt fellépő rezonanciából adódó veszélye elhanyagolható.

6. tézis:

A megmunkálás közben mért erőlefutási diagramokból következik, hogy mikroméretű szármaráskor a szerszám folyamatos elhasználódásnál megfigyelhető terhelési viszonyok jellegzetesen behatároltak. A szerszám töréséig – az adott megmunkálási feladathoz célszerűen megválasztott forgácsolási paramétereket feltételezve – legalább kétszeres, legfeljebb háromszoros erőnövekedés lép fel. Ez a kísérleti eredmény biztosítja a mikroméretű szármarási folyamat tervezhetőségét és lehetővé teszi a mikromaró célszerű időpontban elvégzendő cseréjét.

7. tézis:

Mikroméretű szármaróval végzett forgácsleválasztáskor a szerszám dolgozó élének tényleges pályáját a marási folyamat kinematikájából adódó hurkolt ciklois és az arra szuperponálódó tényezők, elsősorban a mikromarási folyamatra jellemző erőterhelés okozta szerszámelhajlás, másodsorban a folyamat dinamikájából származó szerszámrezgés együttesen határozzák meg. Ezek a tényezők a hagyományos méretű maráshoz képest relatíve nagyobb mértékű alakhibát okoznak (a névleges formától való akár 5%-os relatív méretbeli és alakú eltérést). A mikroszkópos vizsgálatok alapján megállapított tényleges geometriai hiba a szerszám mind analitikus, mind pedig végeeselemes módszerrel végzett dinamikai vizsgálata alapján magyarázható a relatíve nagy mértékű szerszámkitéréssel és a szerszámrezgéssel.

8. tézis:

A mikroméretű szármarás optimális forgácsolási paraméterei a méretcsökkenésből adódóan megváltozott forgácsolási körülmények miatt eltérnek azoktól az értékektől, amelyek az egyszerű méretcsökkenéssel párhuzamosan a hagyományos méretű marásnál elfogadott adatokból származtathatóak lennének. Mikroméretű szármaráskor a célszerűen választandó fogankénti előtolást és a fogásmélységet felülről a relatíve gyengébb szerszám merevsége, alulról pedig a ténylegesen leválasztható anyagréteg vastagsága határolja be. Ez az alsó határ független a mikromaró átmérőjétől, mivel a rajta kialakítható éllekerekedési sugár ($r_B=1-5$ μm) nagysága valamennyi vizsgált szerszámnál ($\varnothing 150$ μm , $\varnothing 300$ μm és $\varnothing 600$ μm) megegyezik.