

CNC MEGMUNKÁLÓBERENDEZÉS KÍSÉRLETI MELEGEDÉSVIZSGÁLATA

Kundrát Tamás

fejlesztőmérnök, Robert Bosch Power Tool Kft.
3526 Miskolc, Robert Bosch Park 1., e-mail: kundrattamas@gmail.com

Szilágyi Attila

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet,
Szerszámgépek Intézeti Tanszéke
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: szilagyi.attila@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Cikkünkben egy 5-tengelyes DMU 40 megmunkálóközpont hőkamerás melegedésvizsgálatát mutatjuk be [1]. Ismertetjük hőkamerás eszközt, illetve a mérőkört és a mérés körülményeit. A kísérleti vizsgálatot megelőzte egy elméleti, végeelem-módszerrel történő vizsgálat, amihez előállítottuk a berendezés 3D-s geometriai modelljét. A kísérleti vizsgálatot az elméleti eredmények alapján végeztük. Végül az elméleti és kísérleti eredmények is összehasonlításra kerültek.

Kulcsszavak: hőkamerás vizsgálat, megmunkálóberendezés, összevetés

Abstract

This article concerns a thermovision analysis of a DMU40 5-axis CNC milling machine [1] using a thermal camera. First the measuring instrument and the layout of the measurement are presented. Before this measurement a thermal model of the machine tool was created, and an analysis by the means of the finite element method was conducted. After evaluating the results obtained by the simulations, we made the thermovision analysis. Finally, the measured and simulated results have been compared to each other and some conclusions about thermal analysis have been drawn.

Keywords: thermovision analysis, milling machine, comparative study

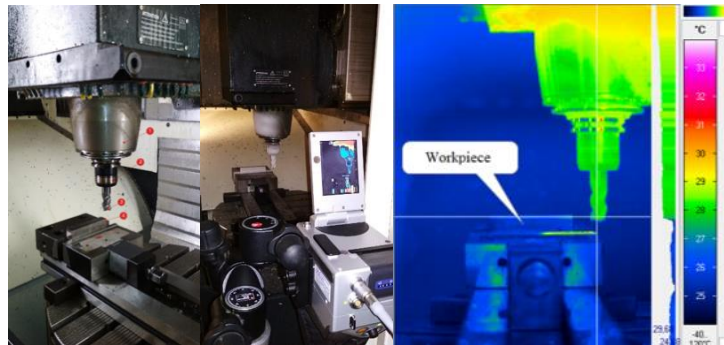
1. Bevezetés

A hő az energia egyik megjelenési formája, amely különböző hőmérsékletű rendszerek közötti áramlás formájában terjed. Egy megmunkálóberendezés hőforrásai lényegében energiaforrások, amelyekből hőenergia áramolhat a berendezés belsejébe. A hőenergia terjedésének három lehetséges módját tartjuk számon: hővezetés, hőátadás és hőszugárzás. Hővezetés során a hőenergia a test részecskéin keresztül terjed, hőátadás során a részecskék makroszkopikus távolságon át terjesztik a hőt, míg sugárzás során a hőenergia elektromágneses energia formájában terjed.

2. A melegedésvizsgálat előkészítése

A pontosabb mérési eredmények miatt minden egyéb hőforrást eltávolítottunk a vizsgálatba vont berendezés környezetéből. A hőkamera és a mérési pont optimális távolságát 750mm-es értékre állítottuk be. Noha megmunkálás közben általában hűtő-kenő folyadék használata is ajánlott, esetünkben, a

mérés során, a könnyebb detektálhatóság érdekében, eltekintettünk ennek használatától. Mivel a hőmérsékletmezőről információt adó infravörös sugárzás plexiüvegen veszteségek árán halad át, miközben jelentősen szóródik is, így vizsgálataink során a berendezés munkaterét lezáró plexiburkolatot is szabaddá tettük. Emiatt, biztonsági okokból, csak egy egyszerű marási folyamatot vizsgáltunk. A környezeti hőmérsékletet – mérést megelőzően – $T_{amb} = 23,3\text{ °C}$ -nak mértük. Az 1. ábra foglalja össze a méréselőkészület tevékenységeit.

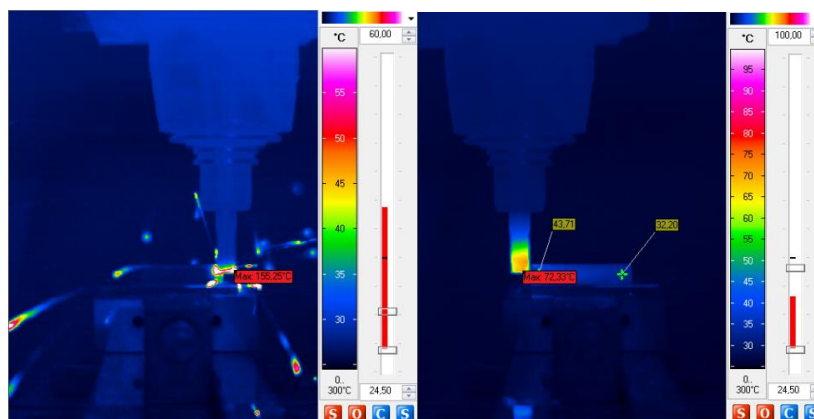


1. ábra. A vizsgálatba vont objektum kiindulási állapota.

3. Eredmények kiértékelése

A hőkamerás méréseket követően megtörtént az eredmények értékelése, amihez az IRBIS 3 szoftvert használtuk. Elsőként a kezdeti hőmérsékleti viszonyokat tekintettük át. Ezt az 1. ábrán követhetjük nyomon, amely a forgó, de megmunkálást éppen nem végző főorsót mutatja. Egy, a szerszámon, a szerszámmegfogón, és a főorsóházon áthúzódó, viszonylag homogén hőmérsékletmező figyelhető meg.

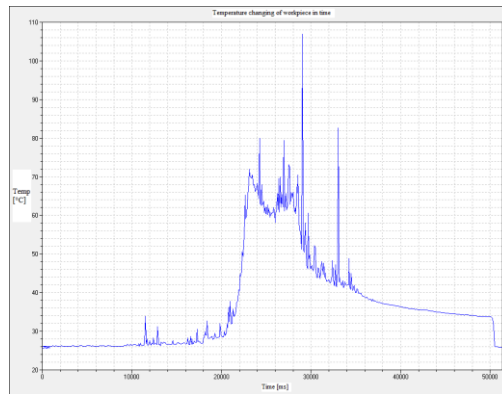
A 2. ábra első képe már a megmunkálás közben fellépő hőmérséklet eloszlást mutatja, második képe pedig közvetlenül a megmunkálás befejezését követően készült, és ezen jól megfigyelhető a marószerszám maradó hőterhelése. Hűtőközeg alkalmazását követően a felmelegedett zónák környezeti hőmérsékletre hűltek. Hűtőközeg alkalmazásával a fenti folyamat gyorsabban játszódik le, óvva ezzel a marószerszámot az extrém magas hőterheléstől növelve ezzel a szerszám élettartamát.



2. ábra. A megmunkálás közbeni és az azt követő hőmérsékleti állapot.

4. Tranziens hőmérsékleti viszonyok

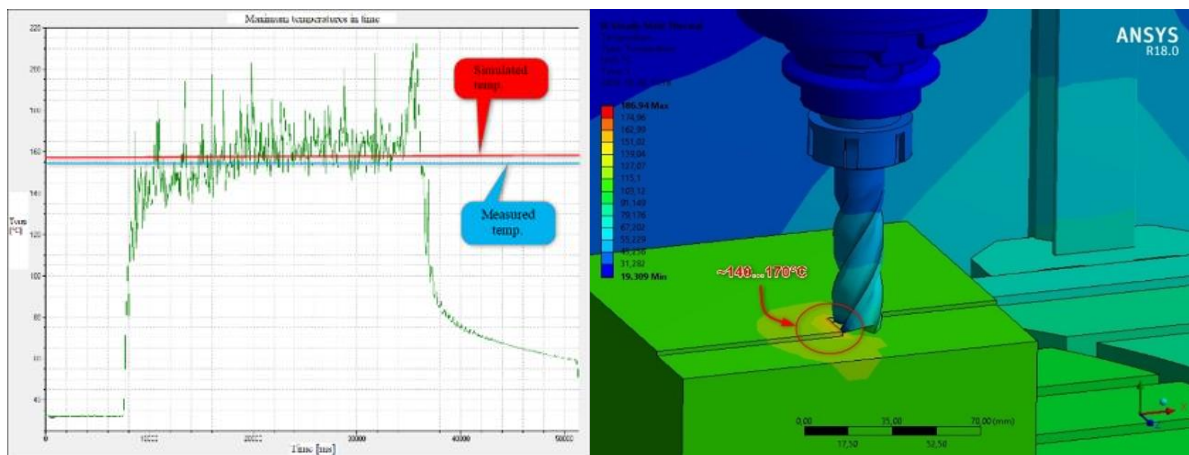
Az eredmények értékelése során a folyamat tranziens részét, vagyis magát a melegésvizsgálata folyamatot is vizsgáltuk. Ehhez szintén az IRBIS 3 szoftvert használtuk. Elsőként a munkadarab felület melegésvizsgálata folyamatát vizsgáltuk. Ennek időbeli lefolyását a 3. ábra diagramja mutatja.



3. ábra. A munkadarab felszíni hőmérsékletének időbeli változása.

A vizsgált időtartomány egyes pontjaiban hőmérsékletcsúcsok figyelhetők meg, amelyek valójában a megmunkálás során keletkező, pontszerű forgácsdarabkák pillanatnyi hőmérséklete. Ezek hatását azonban kivontuk a melegésvizsgálata eljárásból. Így, a helyi extrém hatásokat figyelmen kívül hagyó, jól illeszkedő kontrolgörbe helyezhető a felvett diagramra.

A munkadarabfelszín melegésvizsgálata során annak hőmérséklet-maximumát is megnéztük. Megfigyelhető, hogy amint a szerszám forgácsolni kezd, felszíni hőmérséklete ugrásszerűen megemelkedik. További csúcsok is megfigyelhetők, azonban ezek, a már említett, pontszerű forgácsdarabkákhoz köthetők, és így ezek a szerszám közvetlen hőterhelésében nem játszanak szerepet. A szerszám esetén a magas hőmérséklettartományok közvetlenül a vágóélek környezetében jelennek meg, és az itt megfigyelt hőmérsékletértékek összhangban vannak a végeelem-szimuláció során nyert számítási eredményekkel. Az egyezés a fenti diagramra ráfektetett átlagológörbe és a számítási eredmények között értendő, lásd 4. ábra diagramja.



4. ábra. A mért és a számított eredmények összevetése.

Számszerűsítve az egyezést, körülbelül $\delta \cong 2\%$ eltérés figyelhető meg a VEM-módszerrel kapott és a kísérleti vizsgálat során nyert értékek között, amely, a struktúra összetett geometriáját, és a tranziens jelenségeket is figyelembe véve, igen kis eltérésnek számít.

A szerszám munkadarabból történő kijárási hatása is megfigyelhető a fenti diagramon, ahol a hőmérséklet viszonylag gyors csökkenése látható. A vizsgálati időtartomány ezen szakaszán a hűlési görbe az elméleti exponenciálisan csökkenő görbe alakjához igazodik, és a termikus egyensúlyi állapotot jelentő környezeti hőmérsékletre tart.

5. Összefoglalás

Cikkünkben egy 5-tengelyes fúró-maró megmunkálóberendezés melegedésvizsgálatát foglaltuk össze röviden. Bemutattuk a mérés előkészületeit, részleteztük a mérési körülményeket. Az IRBIS 3 szoftver segítségével rögzítettük a mérés eredményeit. Megállapítottuk, hogy a kísérleti vizsgálat során nyert értékek összhangban vannak a korábban elvégzett szimulációs vizsgálatok eredményeivel. A különböző módokon nyert eredmények értékei mindössze $\delta \cong 2\%$ relatív hibával álltak elő, ami alapján kijelenthetjük, hogy a szimulációs modellünk kis hibával tükrözi a valóságot. Eredményeink alapján feltételezzük, hogy hűtőközeg esetén is hasonló korreláció figyelhető meg az elméleti és kísérleti értékek között. Fontos megemlíteni azt is, hogy mind tervezési, mind üzemeltetési fázisban fontos a mindenkori hőmérsékleti állapot ismeret, mert a hőmérséklet, illetve annak kiugró értékei jelentős mértékben befolyásolják a szerszám élettartamát, és így a munkadarab pontosságát.

6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

[1] <https://en.dmgmori.com/>

[2] Baráti, A.: Szerszám gép-vizsgálatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988.