XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

SZERSZÁM FESZÜLTSGÁLLAPOTÁNAK ÉS HŐMÉRSÉKLETELOSZLÁSÁNAK VIZSGÁLATA ADAPTÍV VÉGESELEM MODELLEZÉSEL

Hulyok Tamás, Szigeti Ferenc, Dezső Gergely

Abstract

In our experiments we have been measured corner and flank wear and forces when drilling with minimal volume of coolants and lubricants of grey cast iron. We have built a physical model for the working part of the twist drill where the wear is the largest. We used finite element method for our calculations. Stress and temperature distribution resulted are in good qualitative agreement with experimental observations.

Összefoglalás

Szürkeöntvény minimálkenéssel történő megmunkálásakor más mennyiségek mellett kísérletekkel vizsgáltuk a csigafúró sarok- és hátkopását, és az erőhatásokat. Olyan fizikai modell elkészítését tűztük ki célul, amely számot ad a megfigyelt legnagyobb mértékű kopás helyeiről. A számításokban végeselem módszert használtunk. Az eredményül kapott feszültség és hőmérséklet eloszlás összhangban áll a kísérleti megfigyelésekkel.

1. Bevezetés

Napjainkban intenzíven kutatott problémakör a száraz vagy minimálkenéssel megvalósított forgácsoló megmunkálás. Ennek részben környezetvédelmi, részben gazdaságossági okai vannak [1]. A hűtőkenő folyadék mennyiségének csökkentésének az ára a fokozott szerszámkopás lehet. Ezért a vizsgálatok célja a megmunkálás optimális paramétereinek meghatározása [2].

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai tanszékén fúrási kísérletekkel szürkeöntvény megmunkálását vizsgáltuk minimálkenés mellett. Mértük a csigafúró szerszámra ható előtoló erőt, forgatónyomatékot, valamint a szerszám sarok- és hátkopását.

A jelen tanulmányban a fizikai modellszámítások leírását közöljük. A fizikai modellezés első célkitűzése az, hogy a lényeges jelenségek figyelembevételével a tapasztalatokkal összhangban álló kvalitatív képet adjon a fúrás során fellépő igénybevételekről, kopásról. Ezért a modellezéssel kapott eredményeinket összevetettük a kísérletekben mért kopási adatokkal, illetve képekkel.

2. A terhelések és a befogások

A kísérletek során mért erő és forgatónyomaték adatokból származtattuk a modellben figyelembe vett mechanikai és hőterheléseket [3,4].

A fúrási művelet során bekövetkező hőtermelő folyamatok, és a hőelvonás részletes tárgyalása egyaránt igen bonyolult tribológiai tanulmányokat igényel, de ez nem témája a jelen dolgozatnak. Ezért célkitűzésünk egy olyan kvalitatíve helyes modell felépítése volt, amely számot ad a fúroszerszám kísérletileg megfigyelhető legnagyobb igénybevételi helyeinek megjelenéséről. Számításainkat tehát összevetettük a mért értékekkel. A szerszám kopása a mechanikai és a hőterhelések összegződő hatására következik be. Az anyagi tulajdonságok hőmérsékletfüggését nem vettük figyelembe.

A hőtermelést a súrlódásból származtattuk. A mért erőhatások segítségével becsültük a súrlódási erők teljesítményét. Az egyes éleken megoszló fő forgácsoló erőt az előtoló erő felével megegyezőnek vettük fel. Az élek mögötti súrlódási erőt pedig az előtoló erő és a súrlódási együttható felhasználásával becsültük. A hőelvonás döntő része a hűtő-kenő folyadék és a fúró felületének érintkezésénél következik be, a hőátadási együtthatót $1000 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékkel vettük figyelembe. Az anyagi tulajdonságokat a K20 keményfém adataival megegyezőnek vettük fel. A modellben a fúroszerszám anyaga homogén és izotróp.

Számításainkat munkaéles és részben kopott állapotban is elvégeztük. A kopott állapotot az élek 0.1 mm sugarú lekerekítésével modelleztük.

3. A végeelem modell felépítése

A fúrási kísérletekhez $10,2 \text{ mm}$ átmérőjű K20 keményfémről készült Gühring DIN 6537 jelű szerszámot használtunk, amelynek háromdimenziós modelljét elkészítettük. A modellbe a szilárdságtani és hőtani anyagi tulajdonságokat ennek megfelelően építettük be.

A végeelem modellezés során a számításigényt alapvetően meghatározza a modell szabadsági fokainak a száma, ezért arra törekedtünk, hogy minél kisebb legyen a csomópontok száma. Ugyanakkor a számítás pontosságát viszont a csomópontok, illetve szabadsági fokok számának növelésével lehet elérni. Ezért előkészítő számításokat végeztünk, amelyekből kiderült, hogy a feszültség és a hőmérséklet a fúró élei környékén változik gyorsan, a fúró szárában, az élektől elegendően távol mindkét mennyiség jó közelítéssel konstans. Ezért a fúrónak csak 20 mm hosszúságú munkarészét vizsgáltuk (1. ábra). Így ugyanakkora szabadsági fokú modellel lényegesen pontosabb számításokat tudunk végezni.

Két lépésben végeztük el a számításokat. Az első lépésben az elemméretet csökkentettük azokon a helyeken, ahol a leggyorsabban változott a keresett függvény (a fúró élei környékén). A második lépésben, megtartva az így kapott végeelem hálót, a bázisfüggvények (polinomok) foksámát növeltük a-

zokon a helyeken, ahol a számítás hibája a legnagyobb volt (2. és 3. ábra). A munkaéles állapotban a sarkok és a keresztél kis területeire koncentrálódó kiemelkedő feszültségmaximumokat találtunk (kevésbé látható), míg kopott állapotban az él teljes hosszában oszlik el a nagyobb feszültségű tartomány (2. ábra). A termikus állapot számításakor a feszültségeloszláshoz hasonló tendenciát figyelhetünk meg: munkaéles állapotban a sarkok és a keresztél környékén vannak nagyobb hőmérsékleti maximumok, kopott állapotban az él mentén egyenletesebb a hőmérsékleteloszlás (3. ábra).

1. ábra A fúrószerszám vizsgált részének végelemek felosztása sűrítéssel

2. ábra A fúrószerszám élein számított Mises szerinti feszültség munkaéles és kopott állapotban.

3. ábra A hőmérsékleteloszlás munkaéles és kopott állapotban.

4. Összefoglalás

A számítási eredmények értékelésekor figyelembe vettük azt, hogy a kopás mértéke a feszültséggel és a hőmérséklettel egyaránt növekszik. A szerszámkopás szempontjából a furatmegmunkálás két szakaszt különböztetjük meg. Az első szakaszban, a munkaéles állapotban a sarkok és a keresztél kopik erőteljesen. A második szakaszban (kopott állapot) a hőmérséklet és a feszültségeloszlás más lesz, és egyre erőteljesebbé válik a hátkopás. Olyan modellt sikerült felállítanunk, amely jó kvalitatív egyezést mutat a megfigyelt sarok- és hátkopás értékekkel, valamint a kopás egyes típusainak megfigyelt időbeli kialakulásával.

Irodalom

- [1] Varga, G., Dudas, I.: Modelling and Examinations of Environmentally Friendly Machining Processes, Proceedings of the 9th International Research/Expert Conference on Trends in the Development of Machinery and Associated Technology, TMT 2005, Antalya, Turkey, 26-30 September, 2005. pp.: 121-124. ISBN: 9958-617-28-5
- [2] Dudás I.: Gépgyártástechnológia I., A gépgyártástechnológia alapjai, Műszaki Kiadó, 2004. p.583. ISBN 963 16 4030 2
- [3] Szigeti, F., Varga, Gy., Péter, L., Százvai, A. : Examination of Outer and Inner Lubrication with Minimum Volume of Lubricants when Drilling of Grey Cast Iron, Proceedings of the 7th International Multidisciplinary Conference, Baia Mare, Romania, May 17-185, 2007. pp.: 687-693. ISSN-1224 -3264
- [4] F. Szigeti, Gy. Varga, G. Dezső, L. Péter: Dynamic examination of drilling with minimal volume of coolants and lubricants, 8th International Conference on Modern Technologies in Manufacturing, 2007. October 4-5. Cluj-Napoca (Kolozsvár), proceedings pp 425-429.

Hulyok Tamás főiskolai hallgató

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: H-4401, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b

Telefon: +36-70-3004122

E-mail: hulyok@freemail.hu

Dr. Szigeti Ferenc CSc

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: H-4401, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b

Telefon: +36-42-599500/2436m

Fax: +36-42-402485

E-mail: szigetif@nyf.hu

Dr. Dezső Gergely PhD

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: H-4401, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út 31/b

Telefon: +36-42-599500/2442m

Fax: +36-42-402485

E-mail: dezsog@nyf.hu