

HAGYOMÁNYOS ÉS REZGÉSCSILLAPÍTOTT „HOSSZÚ” FURAT ESZTERGAKÉSEK VISELKEDÉSEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Wallyson Thomas Alves da Silva

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet
Szerszámgépek Intézeti Tanszéke
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: szmwally@uni-miskolc.hu

Fülöp Zsombor

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet
Szerszámgépek Intézeti Tanszéke
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: fulop.zsombor@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Cikkünk fő célja, hogy megvizsgáljuk a rezgéscsillapított „hosszú” furat esztergakések viselkedését, amikor edzett acélt munkálunk meg. Mindemellett összehasonlítás történik a hagyományos „tömör” esztergakések és az előbb említett csillapított esztergakések forgácsleválasztás közbeni viselkedése között is. Ismeretes, hogy a szerszámgépek, azon belül a forgácsoló szerszámok esetén létrejövő káros rezgések a megmunkált felület minőségét meglehetősen rontják. Ennek kiküszöbölésére alkalmazzák az említett rezgéscsillapított esztergakést, amelynek előnyeit kívánjuk bemutatni.

Kulcsszavak: *impakt-rezgéscsillapító, edzett acél, felületi minőség, szerszám élettartam*

Abstract

The main objective of this paper is to evaluate the behaviour of the antivibrating internal turning tool with long overhangs, in the case of machining of hardened steel. Beside this, in this work there is a comparison of the behaviour between the aforementioned tools and the conventional “solid” turning tools as well. We are all know well that the existing deleterious vibrations of the machine tools, especially the vibrations of the tools fairly damage the quality of the machined surface. This mentioned antivibrating tool intend to eliminate these problems. We also wish to present the advantages of these tools.

Keywords: *impact damper, hardened steel, surface quality, tool life*

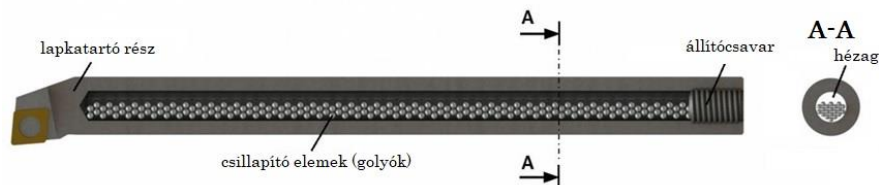
1. Bevezetés, szakirodalom áttekintés

Mély furatok belső megmunkálása, másnéven furatesztergálása meglehetősen nehéz feladat, amikor viszonylag hosszú és karcsú esztergakéssel kell dolgoznunk. A „túlnyúlást” mint paramétert/fogalmat a továbbiakban az esztergakés késtartón kívüli hosszának és ezen rész átmérőjének hányadosával értelmezzük. Az ilyen hosszan túlnyúló furat esztergakések mechanikai rezgésre könnyedén hajlamosak, amelyek egyértelműen a megmunkált felületi minőséget rontják [1]. Létezik azonban néhány csillapított esztergakés típus, amely többé-kevésbé megoldásként szolgálhat erre a problémára. Néhány közülük:

- Klasszikus rezgésfójtós megoldás (**Damper Vibration Absorber – DVA**) - amely áll egy készárhoz adott rugó és tömeg alkotta rezgőrendszerből, amelyet mindig az adott forgácsolási

feladatnak megfelelően, az adott struktúra sajátfrekvenciájára kell hangolnunk. Irodalmak szerint ezen megoldás nagyon hatékonyan működik egészen 15-ös L/D túlnyúlási értékig [1-2].

- Esztergakés viszkoelasztikus anyaggal - viszonylag könnyen alkalmazható mindenféle struktúra esetén [3]. Ilyen például a kereskedelmi forgalomban, gyártótól kapható „csendes szerszám” (*Silent Tool*), amely egy nehézfémről készült cserélhető késfejből és szár részéből áll, melynek belsejében gumirugót és csillapító folyadékot (olajat) is találhatunk [4].
- Esztergakés súrlódás elvén alapuló csillapítással (*Friction Damper - FD*) – ezen esztergakés szárának üregében találhatunk lemezeket, amelyek a súrlódás révén fejtik ki rezgéscsillapító hatásukat oly módon, hogy azok rezgés közben egymáshoz és az üreg falához dörzsölődnek [5].
- Ütközés elvén működő rezgéscsillapító – legtöbbször ezt az angol szakirodalomban *Particle Impact Damper*-ként emlegetik. Ez esetben a késszár üregében nagyságrendileg több száz fémből vagy kerámiából készült részecskét találhatunk. Ezek a részecskék, amelyek lehetnek kisméretű golyók is, rezgés közben az üreg falához ütköznek, így képesek disszipálni a rezgési energiát [6]. Ilyen típusú rezgéscsillapítással ellátott furat esztergakés metszetét láthatjuk az 1. ábrán [7]. Az ilyen szerszám erősen nemlineáris dinamikai viselkedést mutat, ami nagy nehézségeket okoz az optimális dinamikai paraméterek előzetes meghatározásánál. A késszárban lévő üreg a rúd merevségét csökkenti, viszont ennek „helyére” kerülnek a részecskék nemlineáris csillapítási együtthatóinak problémái [8]. Többféle változat elképzelhető a részecskék alakjára, méretére, térkitöltésére vonatkozóan, melynek eredményeképpen nagymértékű csillapítás érhető el széles frekvencia/ főorsó fordulatszám tartományban [9].



1. ábra. Furat esztergakés, ütközés elvén működő rezgéscsillapítással [3]

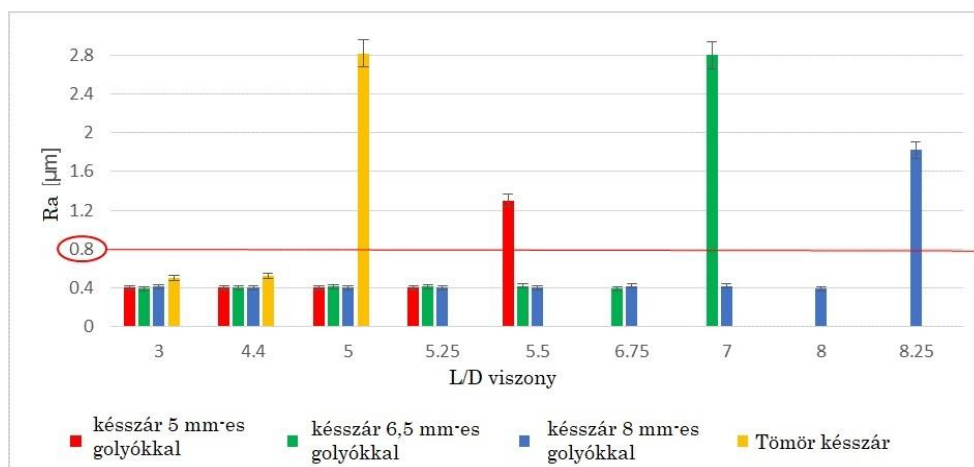
2. Eredmények

Az összes furatesztergálási kísérletet CNC esztergán végeztük el, a főorsó maximális 4500-as percenkénti fordulatszáma mellett. Kétféle esztergakést alkalmaztunk munkánk során: az első volt - amire már az előző fejezetben is utaltunk – a „tömör” szerszám, illetve késtartó, a második esetén pedig változatlan késtartóval, de üreges, golyókkal töltött késszár (*Impact Damper – ID*) került felhasználásra. Három különböző átmérőjű golyót használtunk fel a kísérlet során, amelyek 5, 6,5 és 8 mm-esek voltak. A szerszám rezgését egy piezoelektromos gyorsulásérzékelővel mértük, amelyet a szerszám éléhez közel ragasztottunk fel.

A kísérlet első szakaszánál célunk az volt, hogy felmérjük a két („tömör” és a már bemutatott, csillapított) késszár típus maximális túlnyúlásának lehetőségeit. Mértük a késszár rezgését edzett acél esztergálása közben, majd megmunkálást követően a megmunkált felületminőségét.

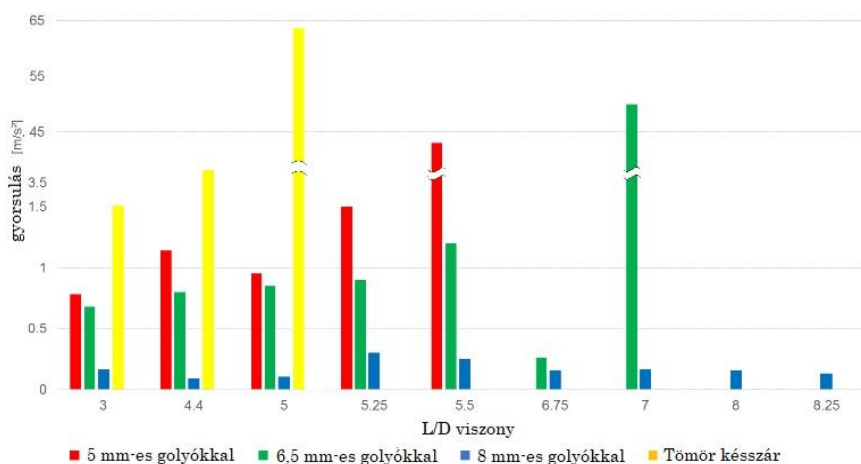
A 2. ábra a létrejött felületminőséget mutatja a különböző szerszám típusok és különböző L/D túlnyúlási értékek függvényében. Tekintve a diagramot, az első dolog amit ki kell emelnünk, hogy a felületi minőség közel azonos lett a csillapított esztergakések használatánál, különösen ahol 6,5 és 8 mm átmérőjű golyókat használtunk fel, de látható az is, hogy mindegyik csillapított szerszámra létezik

egy olyan túlnyúlási érték, amelynél a megmunkált felületi minőség drasztikusan romlik. A 0,8-as R_a érték fölötti felületi érdesség értéke túl nagy ahhoz, hogy elfogadható legyen az edzett acél megmunkálása esetén (ez esetben a köszörülést kellene választanunk a furatmegmunkálás befejező műveleté-ként). Vegyük észre, hogy ezen túlnyúlási értékek változtatása csak néhány milliméteres változtatást jelentenek a szerszám hosszának tekintetében. Ez azt jelenti, hogy az ilyen szerszám dinamikailag rendkívül érzékennyé válhat; kis változtatás a szerszám merevségi paraméterén drasztikus változást okozhat a „túlnyúlási határ” kis környezetében. A következőkben tehát a szerszám maximális túlnyúlását, mint a szerszám „teljesítményét”, pontosabban dinamikailag stabil forgácsolási képességét kívánjuk előtérbe helyezni/vizsgálni különböző típusú szerszámok maximális túlnyúlása esetén.



2. ábra. Az edzett acél megmunkált felületi érdessége különböző típusú csillapított esztergakések alkalmazásakor, a túlnyúlási értékek függvényében

A jobb megértés érdekében tekintsük a 3. ábrát is, amely a különböző típusú, csillapított esztergakéseken mért gyorsulásjelek RMS értékeit (a forgácsoló élhez közel felragasztott piezoelektromos gyorsulásmérő értékeit) mutatja a különböző L/D túlnyúlási értékek függvényében.



3. ábra. Szerszámregék RMS gyorsulás értékei a különböző típusú csillapított esztergakések esetén

3. Összefoglalás, következtetések

A vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a szerszámrezgések közel azonosak maradnak a túlnyúlási értékek növelésével egy bizonyos határértékig. Ezen határérték után hirtelen amplitúdó növekedéssel számolhatunk, amit gyakorlatilag a túlnyúlás felső határértékének / dinamikailag stabil, forgácsleválasztáshoz szükséges felső túlnyúlási határnak tekintünk. A szerszám dinamikailag rendkívül érzékenyvé válhat forgácsolás közben; érzékeny a dinamikai paraméterek változtatására, a túlnyúlás felső határának kis környezetében; ennek következtében könnyű belátni, hogy a túlnyúlás mértékére is. Az ütközéses elven működő csillapítással ellátott furat esztergakés (*Impact Damper – ID*) növelte a lehetséges túlnyúlás értékét, a dinamikailag stabil forgácsleválasztás mellett, amely lehetővé tette a mély furatok belső megmunkálását. Ahogy a késszár üregében alkalmazott acélgolyók (mint csillapító elemek) átmérőjét növeltük, a túlnyúlás maximális lehetséges értéke is nőtt (jelezve, hogy a nagyobb méretű golyók nagyobb mértékű csillapítást tesznek lehetővé; a nagyobb méretű csillapító elemeknek nagyobb a tömege, továbbá az üregben kisebb a rés a fal és a csillapító elemek között, amely növeli az ütközési energia átadásának mértékét). Fontos megemlíteni, hogy a jelen munkánkban alkalmazott legkisebb (5 mm-es) és legnagyobb (8 mm-es) átmérőjű acélgolyók között csaknem négyszeres tömegkülönbséget mérhetünk.

4. 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] Suyama, D.I., Diniz, A.E., Pederiva, R. The use of carbide and particle-damped bars to increase tool overhang in the internal turning of hardened steel. Intern J of Advan Manuf Tech 2016, 86:2083-2092. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-8328-z>
- [2] Schneider, G. Cutting tool applications chapter 10: boring operations and machines - American Machinist. Modern Machine Shop, <http://www.americanmachinist.com/>; 2010 [accessed: 12 February 2017].
- [3] Smith, G.T. Cutting Tool Technology: Industrial handbook. Springer-Verlag, Southampton (UK) 2008.
- [4] Dimarogonas, A. Vibration for Engineers, 2nd ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 1996.
- [5] Liu, X., Liu, Q., Wu, S., Liu, L., Gao, H. Research on the performance of damping boring bar with a variable stiffness dynamic vibration absorber. Inter J of Adv Manuf Tech 2017, 89:2893-2906. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9612-2>
- [6] Bavastrri, C.A. Redução de Vibrações de Banda Larga em Estruturas Complexas por Neutralizadores Viscoelásticos (Wide band vibration reduction in complex structures by viscouelastic neutralizers). PhD Thesis, UFSC, Florianópolis Santa Catarina, Brazil 1997.
- [7] Sandvik. Silent tool for turning: overcome vibrations in internal turning. http://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/silent_tools_turning [accessed: 15 May 2017].

- [8] Hahn, R.S. Design of Lanchester damper for elimination of metal-cutting chatter. Trans ASME 1951, 73: 3.
- [9] Biju, C.V., Shunmugam, M.S. Investigation into effect of particle impact damping (PID) on surface topography in boring operation. Int J of Adv Manuf Tech 2014, 75:1219-1231. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6201-0>