

DMU40 MEGMUNKÁLÓ KÖZPONT VIZSGÁLATA IV. MŰSZERES REZGÉSVIZSGÁLAT

Kiss Róbert

tervezőmérnök, Diehl Aviation Hungary Kft.
4300 Nyírbátor, Ipari Park utca 9, e-mail: robert.kiss9405@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

Jelen cikk egy hosszabb kutató-elemző munka része, ugyanis az elvégzett munka főbb pontjain keresztül vázolja fel a vizsgált tématerületnek és az alkalmazott módszernek megfelelően a vizsgálat során kapott eredményeket, következtetéseket. A kutatás központi témája a szerszámgépek dinamikai merevsége, illetve meghatározásának különféle módszerei. Az analitikus úton történő vizsgálatot követően egy végeelem szoftver segítségével határoztuk meg a szerszámgép sajátfrekvenciáit, amelyet most gyakorlati oldalról közelítünk meg, azaz valós üzemi körülmények között, mérések útján határozzuk meg. A kapott eredményeket pedig összehasonlítjuk a korábbi elméleti módszerekre vonatkoztatva.

Kulcsszavak: DMU40, gyorsulásmérő szenzor, mérési eljárás, rezgésmérés, sajátfrekvencia

Abstract

This article is part of a longer research-analytical work because it outlines the results and conclusions of the study according to the main topic of the research and the applied method. The central theme of the research is the dynamic stiffness of machine tools and the various methods for their determination. Following analytical analysis the machine tool natural frequencies were determined using a finite element software (ANSYS Workbench R19.1), which we now approach from a practical point of view, that is determined in the workshop by measurements. The results obtained are compared for each of the three methods.

Keywords: DMU40, accelerometer sensor, measurement procedure, vibration measurement, natural frequency

1. Bevezetés

A különböző gépek, berendezések sajátfrekvenciáinak meghatározása több szempontból is fontos, ugyanis ezáltal a kialakuló hiba időben felismerhető, és segítséget adhat a vizsgált berendezés javításához, áttervezéséhez, valamint pontosíthatja a rezgésvizsgálat során felállított diagnózist. A géprezgés alapján a gépállapotról, és ebből adódóan az egyes géprészek pillanatnyi állapotáról is átfogó képet kaphatunk. A rezgésdiagnosztika területén jellemzően három vizsgálati eljárás terjedt el: csapágyrezgés vizsgálat, rezonancia vizsgálat és mozgás-animációs vizsgálat.

A végeelem módszer során analitikusan levezetett, és a szoftver által lefuttatott modálanalízis a gyakorlatban a rugalmas testek rezgéseinek, és az ezzel összefüggő tulajdonságok leírására alkalmazható. Egy rugalmas test abban az esetben tekinthető mechanikai szempontból is ismertnek, ha előre meg tudjuk határozni a rugalmas test mozgását, még akkor is, ha bármely pontját, valamilyen erőfüggvénnyel gerjesztjük.

Számítások útján is meghatározhatók a sajátfrekvenciák értéke végeelem módszer segítségével (modálanalízis), de az analitikus úton végzett vizsgálat nagy munkaigénnyel rendelkezik, és jóval nagyobb a tévesztés, és ezáltal a hiba lehetősége. Szoftver segítségével is meghatároztuk az egyes sajátfrekvenciákat, lengésképeket és rezonancia görbéket a vizsgált szerszámgépre vonatkozóan. Itt a 3D-s modell felépítésére helyezzük a fő hangsúlyt, ugyanis különböző okok miatt nincs mód olyan részletességig elkészíteni a szerszám gép modellt, mint a valóságban, ebből adódóan pedig a különféle egyszerűsítések a kalkulált adatok pontatlanságát fogják eredményezni. Ezért van szükség a kísérleti úton történő vizsgálatokra, ami által összehasonlíthatóvá válnak a korábbi számítások és a mérések eredményei, valamint ezek felhasználásával tovább pontosíthatók a 3D-s összeállítás egyes elemei, valamint maga a rezgéstani modell is.

2. Mérés főbb jellemzői és menete

A mérés célja a Szerszámgépek Intézeti Tanszékének műhelycsarnokában található 5-tengelyes CNC megmunkáló központ dinamikai merevségének a vizsgálata [1,2]. A mérés során a korábban analitikus és numerikus mechanika eszközeivel meghatározott sajátfrekvenciák környezetében kiegyensúlyozatlan szerszámot forgatva igyekszünk gerjesztett állapotba hozni a berendezést, és feltárni a gyorsulásamplitúdó nagyságát a fordulatszám függvényében.

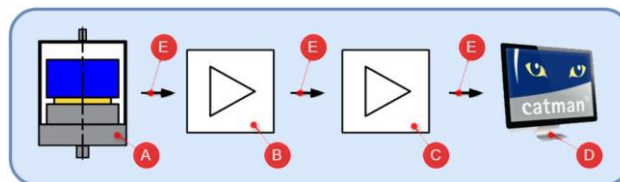
A méréshez használt eszközök:

- gyorsulásérzékelő szenzor: Kistler 8632C50,
- teflonszigetelésű csatlakozó kábel,
- töltéserősítő: Kistler 5134,
- mérőerősítő: HBM Spider 8,
- kijelző, megjelenítő eszköz: tanszéki laptop,
- kiértékelő szoftver: HBM Catman 4.0

A mérés során a vizsgált szerkezet (CNC megmunkáló központ) főorsójának közelében meghatározott mérési pontjában/pontjaiban, a főorsót különböző fordulatszámokon megforgatva, a kiegyensúlyozatlan szerszám hatására bekövetkező rezgés gyorsulás mérése a korábbi számítások, illetve szoftveres FEM analízisek által meghatározott sajátfrekvenciák környezetében [3,4].

A mérés menete:

1. A mérés előkészítése, mérési kapcsolás összeállítása

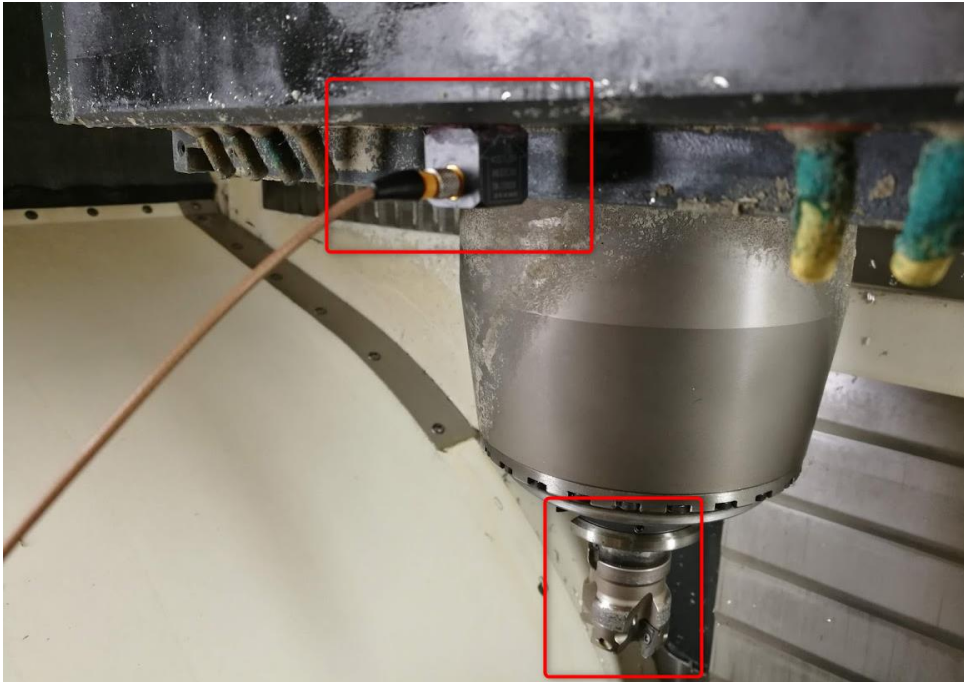


1. ábra. Mérési összeállítás vázolata

Ahol az 1. ábrán szereplő eszközök: A) rezgés gyorsulás-mérő eszköz; B) töltéserősítő; C) mérőerősítő; D) kiértékelő eszköz; E) az egyes egységeket összekötő kábel.

2. Mérési pont meghatározása, érzékelő rögzítése a kiválasztott pontban

A gép burkolata jelentősen megnehezíti a gyorsulásmérő szenzor elhelyezését. A vizsgálat során elsősorban az y-szánra, és azon belül is a főorsó környezetére fókuszáltunk. Mivel gerjesztésként nem impulzuskalapácsot használtunk, hanem a kiegyensúlyozatlan szerszám rezgéseinek a hatását vizsgáltuk, azaz jó közelítéssel harmonikus gerjesztést alkalmaztunk, ezért célszerű volt a mérési pontot minél közelebb elhelyezni a főorsóhoz.



2. ábra. Rezgés gyorsulás-érzékelő a mérési pontban, és a kiegyensúlyozatlan forgó szerszám

3. A gerjesztés ráadása a rendszerre

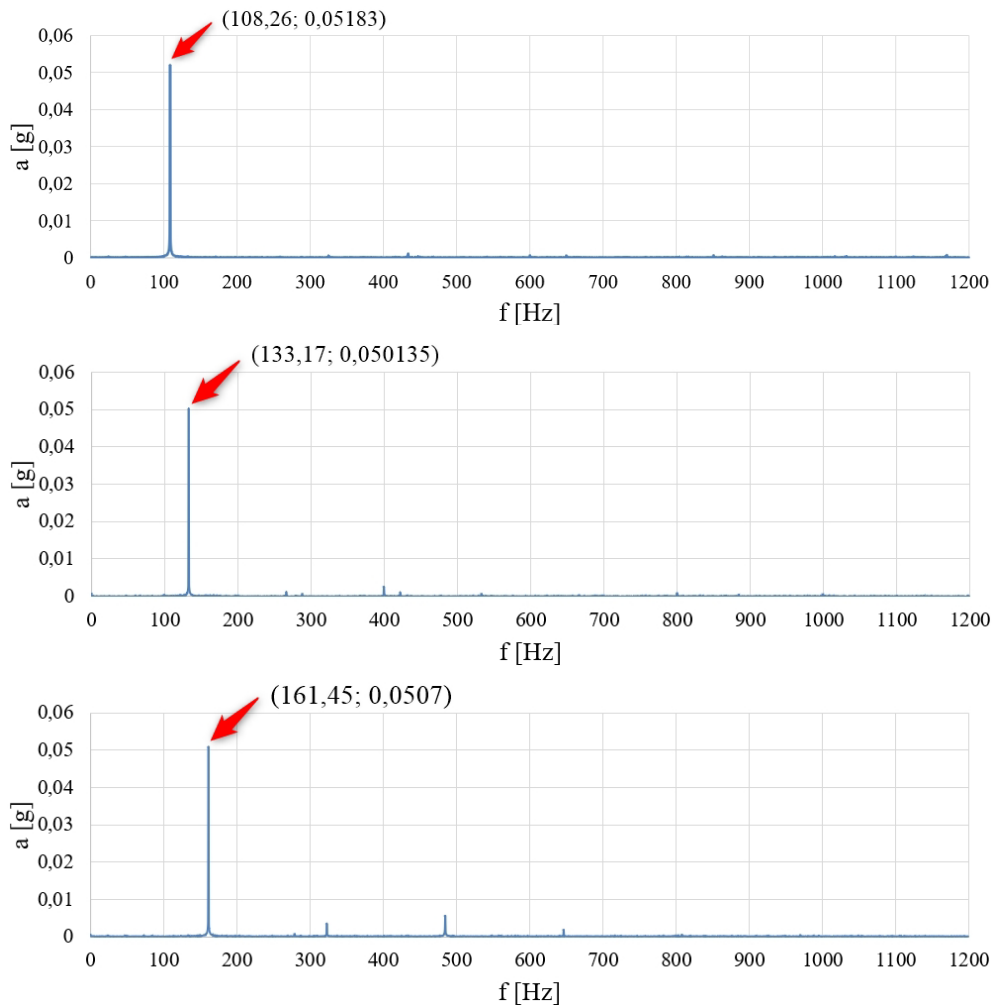
A CNC megmunkáló központ bekapcsolását követően előre meghatározott értékeket állítottunk be a főorsó fordulatszámának. A főorsóban egy négy lapka befogására alkalmas, 40 mm-es átmérőjű forgácsoló szerszám került elhelyezésre, de a kiegyensúlyozatlanság biztosítása érdekében csupán egyetlen forgácsoló lapka lett beszerelve a szerszámba. Az egyes fordulatszámok beállítását követően, az érzékelő által mért adatok (rezgés gyorsulás értékek) kimentésre kerültek a Catman 4.0 rendszeréből Excel formátumban, tehát a mért adatok kiértékelése a továbbiakban Excel és Maple szoftverek segítségével történt.

4. A mérés elvégzése

5. A kapott eredmények értékelése

A mérés eredményeiből, azaz a szerszámgép válaszfüggvényéből leolvashatóvá válnak a frekvenciaspektrum (3. ábra) segítségével a gépre jellemző sajátfrekvencia értékek, az egyes fordulatszámokon. Ezeknek az eredményeknek az ismeretében, összehasonlíthatóvá válnak a korábban, már analitikus úton kapott eredményekkel, és a végelem szoftver által kalkulált adatokkal.

Ezt követően vonható le a végső következtetés, és megállapítható, hogy milyen mértékben térnek el a számolt és mért eredmények egymástól, és ennek megfelelően lehet pontosítani a rezgéstani modelljét, illetve a 3D-s összeállítási rajzát a szerszámgépnek.



3. ábra. Frekvenciaspektrum diagramok

A kapott adatok szemléletesebb képet adnak, ha a mintát átalakítjuk Fourier-transzformáció segítségével és frekvenciaspektrumot rajzoltatunk ki belőlük. Az ily módon átalakított diagramokat szemlélteti a fenti 3. ábra. A fentiek alapján megállapítható, hogy mérési vizsgálat útján sajátfrekvenciája van a vizsgált szerkezetnek az alábbi frekvenciahelyeken:

1. 108,26 Hz
2. 133,17 Hz
3. 161,45 Hz

3. Összefoglalás

Jelen cikkben egy újabb lehetséges módszert mutattunk be egy megmunkáló központ dinamikai merevségének (sajátfrekvenciáinak) a meghatározására. A CAE szoftverrel történő vizsgálat gyors és pontos számítást tesz lehetővé megfelelő 3D-s modell megléte esetében és az egyes elemek anyagminőségének ismeretében. Az eredményeket tekintve a korábban analitikus úton számolt

sajátfrekvencia értékek jól közelítik a szoftverrel kalkulált adatokat, így kevés szabadságfokú modellek vizsgálata analitikus mechanikai eszközökkel is nagy pontossággal elvégezhető. A módszerek által kapott eredményeket a 4. ábra foglalja össze:

Sajátfrekvencia	Analitikusan	Ansys R19.1	Méréssel
f_1	107,39Hz	108,12Hz	108,26Hz
f_2	134,22Hz	132,89Hz	133,17Hz
f_3	160,04Hz	159,29Hz	161,45Hz
f_4	221,20Hz	228,89Hz	–
f_5	316,51Hz	325,71Hz	–
f_6	378,71Hz	377,26Hz	–
f_7	540,51Hz	538,13Hz	–
f_8	659,27Hz	664,41Hz	–

4. ábra. A különböző módszerekkel kapott eredmények összefoglalása

Következtetés: A minél pontosabb gyártás, és minél jobb felületminőség elérése érdekében törekedni kell arra, hogy a megmunkálás során elkerüljük a megmunkáló központ fentebb meghatározott sajátfrekvenciáin, és ezek környezetében történő működtetését.

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] Kiss, R., Szilágyi, A.: Analysis of the dynamic behaviour of the CNC machine centre by FEM, DMS Journal, Miskolc, 2019. Február.
- [2] Kiss, R.: CNC megmunkáló központ dinamikai viselkedésének vizsgálata végelem-módszerrel, Diplomaterv, Miskolc, 2019.
- [3] Csernák, G., Stépán, G.: A műszaki rezgésstan alapjai. Egyetemi jegyzet, Budapest, BME, 2012.
- [4] Dömötör, F.: Rezgésdiagnosztika I., Dunaújvárosi Főiskola, Dunaújváros, 2008.