

ZÁRT KONTÚRÚ EXCENTERT HASZNÁLÓ SÖVÉNYVÁGÓ REZGÉS MÉRÉSE

VIBRATION MEASUREMENT EXECUTED ON A HEDGE TRIMMER USING A SPECIAL ECCENTRIC DISC

Siktár Bálint*, Dr. Kakuk József**, Dr. Hegedűs György**

ABSTRACT

Cam-follower mechanisms are widely used in various forms of applications. One of these applications is the usage in hedge trimmers. Cam-follower mechanisms have the advantage, that they are long-lasting machine components, and they do not need a lot of space in order to accommodate them in the machine. One of their limitations is the noise and vibration that they cause during their operation. This paper investigates how the vibration changes close to the knives and at the rear handling area.

1. BEVEZETÉS

A bütykös mechanizmusok sokrétűen alkalmazott mozgásátalakítási megoldások, amikor forgó mozgásból alternáló mozgás átalakítására van szükség. Nagy előnyük, hogy kis helyet igényelnek a kialakítás során, kevés gépelemmel megoldhatóak és megfelelő kenés esetén kellő élettartam érhető el alkalmazásukkal.

A bütykös mechanizmusok szabadságfokok tekintetében lehetnek egy szabadságfokúak vagy ettől eltérőek is. A többszabadságfokú rendszerek nagysebességű működése esetén könnyen előfordulhatnak nemkívánatos rezgések [1]. Így az ilyen rendszerek tervezése komoly kihívások elé állítja a tervezőt. Egy további korlátozása a bütykös mechanizmusoknak, hogy nem alkalmasak kiemelkedően magas erők elnyelésére, továbbítására [2]. A már említett dinamikus hatások csökkenthetőek gördülő-csúszó érintkezők alkalmazásával [3]. További problémákat okozhat a bütykös mechanizmus működése során a súrlódásból adódó kopás által megnövekedett holtjáték a bütyök és a pálya között [4]-[6].

A különböző excenteres mechanizmusok fejlesztése, optimalizálása, vizsgálata során számos megközelítés áll rendelkezésre. A fejlesztőknek lehetőségük van pl. egyetlen komponens optimalizálására (pl. az ADAMS szoftver használatával) [7] vagy a teljes mechanizmus vizsgálatára numerikus szoftverek alkalmazásával [8].

A fejlesztés és optimalizálás elengedhetetlen záró folyamata az ellenőrzés. Erre a célra a kísérleti mérésekkel folytatott ellenőrző méréseket

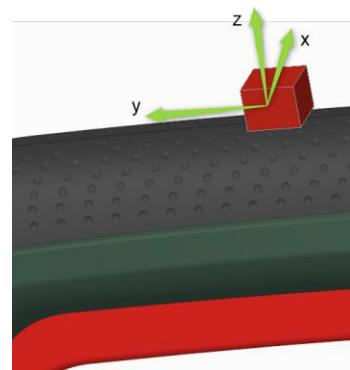
alkalmazzuk [9]. A mérést követően a mért adatokat fel kell dolgozni, erre a tudomány ma számos eljárást, módszert kínál [10].

2. A VIZSGÁLT SÖVÉNYVÁGÓ ÉS A SZENZOROK ELHELYEZÉSÉNEK ÉRTELMEZÉSE

A cikkben egy BOSCH gyártmányú UniversalHedgecut18V-55 típusú sövényvágó rezgéseit két helyen vizsgáltuk, elsőként a penge mellett (lásd: 1. ábra), majd a sövényvágó hátsó markolatánál, ezt a 2. ábra mutatja. A mérés során PCB gyártmányú, 356B21 típusú szenzorokat használtunk.



1. ábra: A sövényvágó pengéjénél található szenzor tengelyeinek értelmezése



2. ábra: A sövényvágó hátsó markolatánál található szenzor tengelyeinek értelmezése

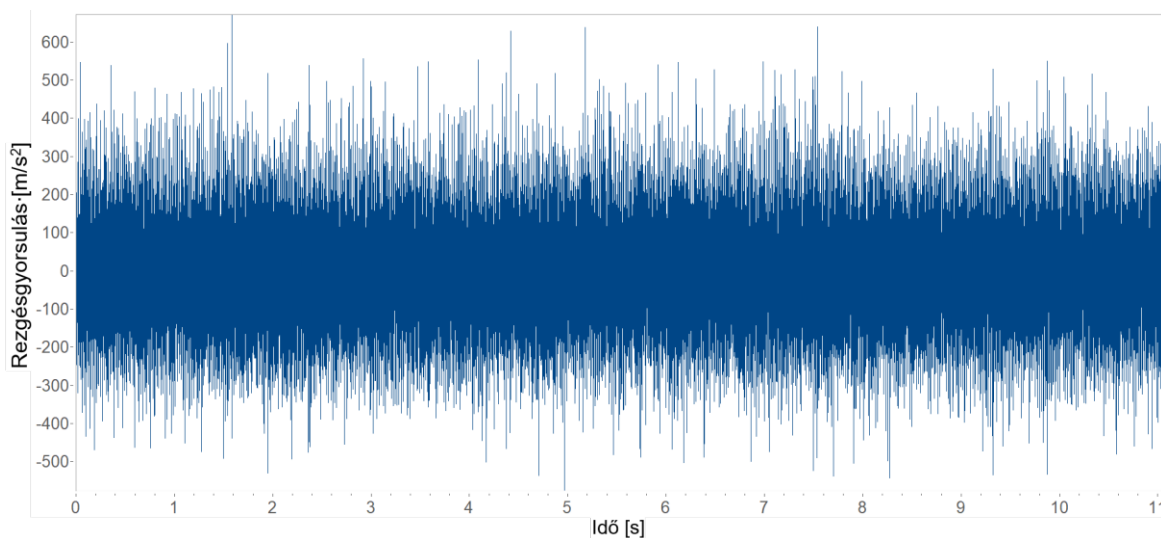
* PhD hallgató, Miskolci Egyetem Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet

** egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet

A sövényvágó zárt kontúrú, sebességváltozásra optimalizált, szériagyártásból származó excenter tárcsákat használ. A vizsgálat során mind a két pozícióban egy-egy egyenként három-tengelyes gyorsulásmérőt helyeztünk el, így meghatározva az 1. és 2. ábrán mutatott irányokhoz tartozó gyorsulások komponenseit. A mérés során Brüel&Kjær 3032A bemeneti modult és Brüel&Kjær 3050A típusú adatgyűjtőt használtunk.

3. A KÜLÖNBÖZŐ POZÍCIÓKBAN ELHELYEZETT SENZOROK ÉRTÉKEINEK ÉRTELMEZÉSE

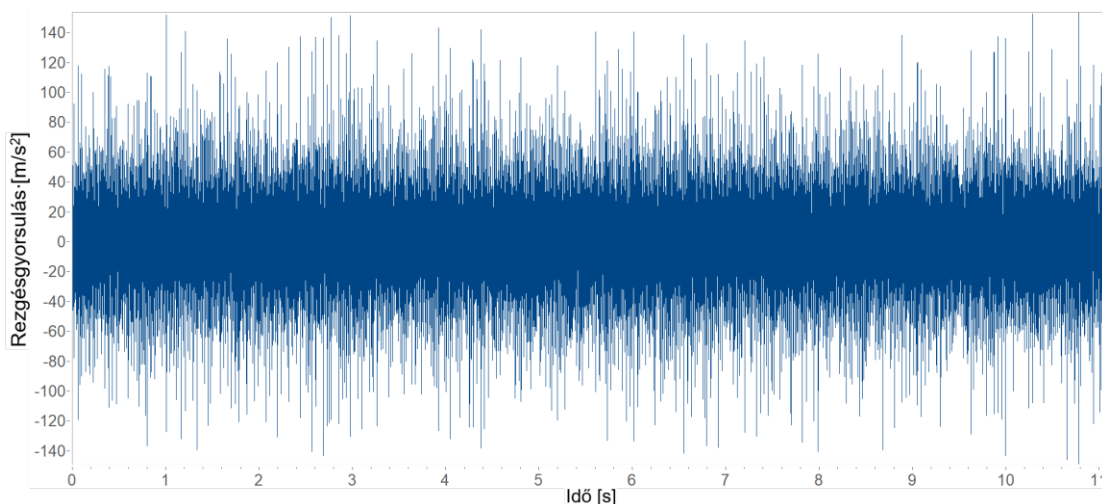
A vizsgálat során kapott adatok az imc FAMOS Enterprise szoftver segítségével kerültek kiértékelésre, a szoftver az ábrák x tengelyén a minták számát mutatja, y tengelyen pedig a rezgés – a gyorsulás – értékét m/s^2 -ben. A vizsgálat alá vont sövényvágó tengelyénél található x irányhoz tartozó rezgés értékei a 3. ábrán láthatók. A mintavételezési frekvencia 65536 Hz volt, a mintavétel 11 s időtartamig tartott.



3. ábra: A pengénél található x irányú rezgés

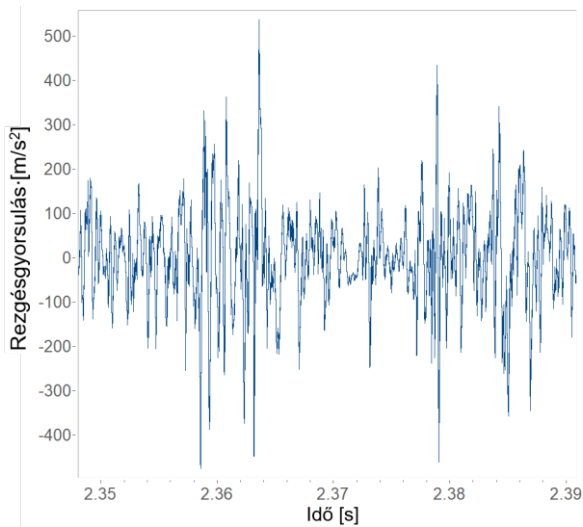
A rezgések elnyelésében, csillapításában fontos szerepet játszanak a sövényvágó külső burkolatát jelentő műanyag házfelek, ezt is mutatja a 4. ábrán látható a sövényvágó hátsó markolatánál elhelyezett gyorsulásmérő y irányú rezgését ábrázoló grafikon. Mivel a 3. és 4. ábrán a teljes mérési adathalmaz látható, így az áttekinthetősége teljes egészében korlátozott, ezért a továbbiakban egy

kezelhetőbb, rövidebb időablakhoz tartozó adatmennyiséget vizsgálunk majd, az imc FAMOS Enterprise szoftverben ez könnyen kivitelezhető, ezzel segítve a mérnöki munkavégzést. A szoftver ezenkívül lehetőséget nyújt adott csúcsok pontos értékeinek kiírására, lehetőség van a jelt alkotó adathalmaz módosítására matematikai műveletekkel stb.



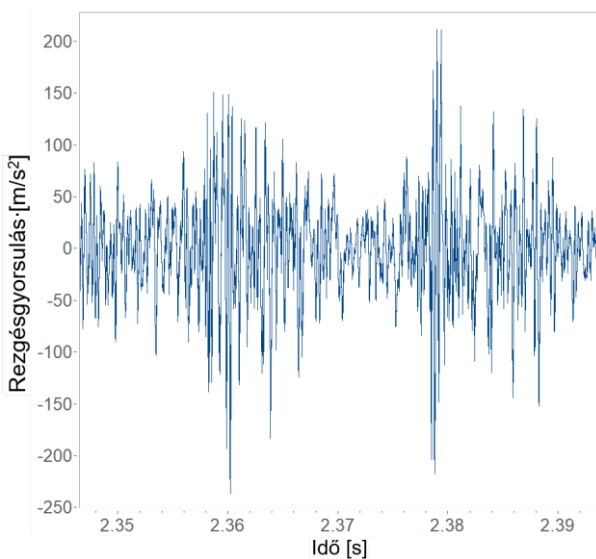
4. ábra: A hátsó markolatnál található y irányú rezgés

Az 5. ábrán egy 22 ms idejű ablakhoz tartozó rész látható, a 3. ábrán bemutatott mérési eredményekből.

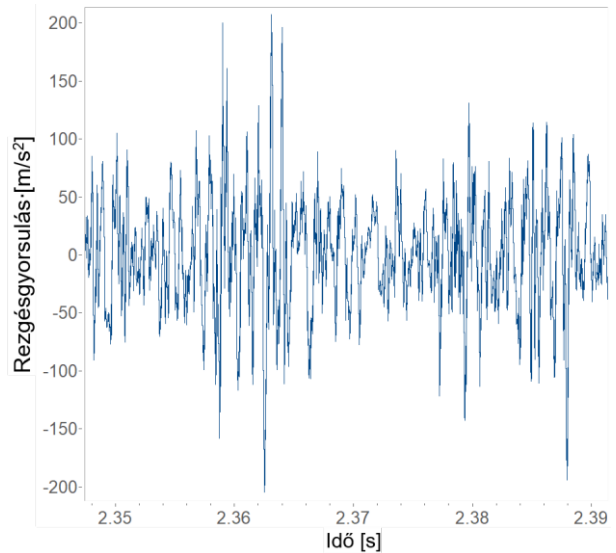


5. ábra: A vágópengék gyorsulása az excenteres mechanizmus működése közben x irány mentén

Az 5. ábrán látható, hogy a sebességváltozásra optimalizált excenterok végállásban történő gyors irányváltásai miatt magas gyorsuláscsúcsok jelentkeznek a rezgés diagramon. Mivel a sövényvágó pengéje, a penge hossziránya mentén végez lineáris alternáló mozgást, így az x irány mentén láthatók a legmagasabb csúcsok, míg az y és z irány mentén alacsonyabb csúcsok figyelhetők meg, ez látható a 6. illetve 7. ábrákon.

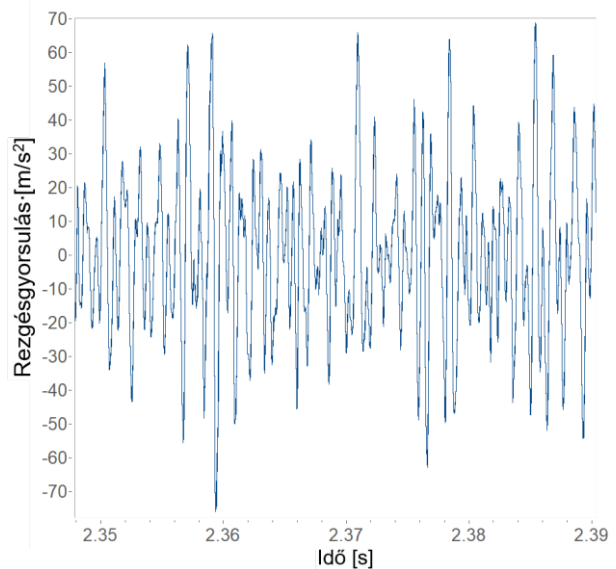


6. ábra: A vágópengék gyorsulása az excenteres mechanizmus működése közben y irány mentén



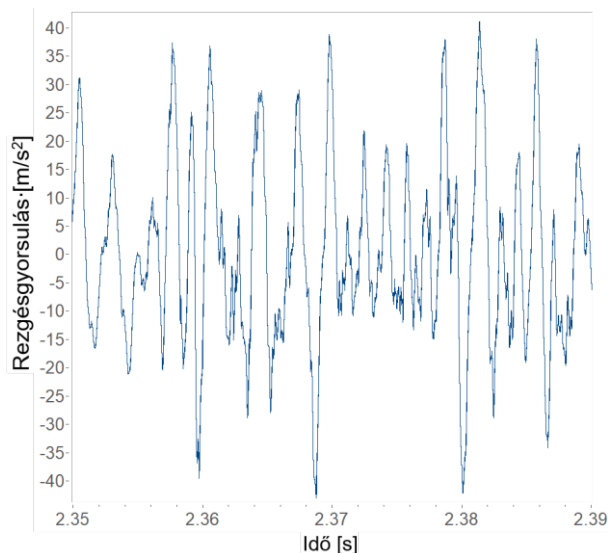
7. ábra: A vágópengék gyorsulása az excenteres mechanizmus működése közben z irány mentén.

A pengénél található gyorsulás érzékelő által rögzített adatok elemzéséhez hasonló megfigyelések vonhatók le a hátsó markolatnál elhelyezett gyorsulásmérővel kapcsolatban is, az y irány komponensről készített részlet a 8. ábrán látható.

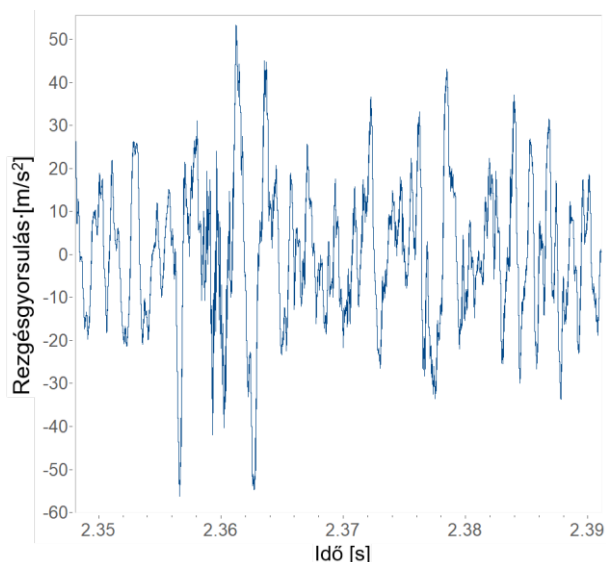


8. ábra: A hátsó markolatnál mért gyorsulás az excenteres mechanizmus működése közben y irány mentén

A pengéhez hasonlóan, az x és z irányú komponensek itt is alacsonyabb értékeket vesznek fel, ahogy a 9. és 10. ábrán is látható.



9. ábra: A hátsó markolatnál mért gyorsulás az excenteres mechanizmus működése közben *x* irány mentén



10. ábra: A hátsó markolatnál mért gyorsulás az excenteres mechanizmus működése közben *z* irány mentén

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikk a sövényvágókban található excenteres mozgásátalakító mechanizmusok rezgésszintjeivel foglalkozott. Bemutattuk, hogyan változnak a rezgés szintjei a penge közelében, részletezve *x*, *y* és *z* komponensek szerint. Szintén vizsgálat tárgya volt, hogyan változik a rezgés a hátsó markolati területen, itt is *x*, *y* és *z* tengelyek mentén. A mérések alapján látható, hogy a műanyag komponensek számottevően csökkentik a felhasználó által érezhető rezgéseket.

További fejlesztési lehetőséget jelent annak vizsgálata, hogy ugyanazon megfogási körülmények mellett – vagyis a mérések során használt sövényvágó ugyanazon

műanyag komponenseivel, de eltérő excenter tárcsák mellett hogyan változnak a rezgéseik csúcsaik.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A C2263193 számú projekt a kulturális és innovációs minisztérium nemzeti kutatási fejlesztési és innovációs alából nyújtott támogatásával, a KDP-2023 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

IRODALOM

- [1] Han J., Huang J., Qi C., “Design of the high-speed cam profile for the multi-DOF follower”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2024, <https://doi.org/10.1177/09544062241236298>
- [2] Ade M., Kucheriya N., Laware S., Patil T., Jain A. Dakhole M. Y., “Cam Design using Polydyne Approach”, International Research Journal of Engineering and Technology, 2020
- [3] Sai Charan J., Kumar R., Rewanand Shripad K. M., Sundar S., “Profile Modification in a Cam-Follower System With Rolling-Sliding Contact to Minimize Vibroacoustic Sources”, Journal of Vibration and Acoustics, 2025, <https://doi.org/10.1115/1.4069079>
- [4] Tounsi M., Chaari F., Abbes Fakhfakh T., FAKHF, Haddar. M., „Effect of camshaft eccentricity and follower backlash on the dynamic behavior flexible cam mechanism”, Diagnostyka, 2010
- [5] Ambardekar M. N., Gupta K. N., “Stochastic optimal control of vibrations of a high-speed cam-driven mechanism”, Mechanism and machine theory, Elsevier, 1990
- [6] Lin P. D., Chen J. F., “Analysis of errors in precision closed-loop mechanisms”, Journal of Mechanical Design, 1994. <https://doi.org/10.1115/1.2919346>
- [7] Ouyang T., Wang P., Huang H., “Cam profile optimization for the delivery system of an offset press”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2017 <https://doi.org/10.1177/0954406216665135>
- [8] Jer-Rong C., “Vibration of a Flexible Follower in a Cam Mechanism with Time-Dependent Boundary Effect”, Axioms, MDPI, 2023, <https://doi.org/10.3390/axioms12020177>
- [9] Meggitta J.W.R, Clotb A., Banwellc G., Elliotta A.S., Moorhousea A.T., Langley R.S., “Vibroacoustic analysis of a domestic product based on experimental measurement and hybrid modelling”, Applied Acoustics, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108144>
- [10] Amick H., Bui S.K., “A Review of Several Methods for Processing Vibration Data”, Vibration Control in Microelectronics, Optics, and Metrology 1992, <https://doi.org/10.1117/12.56844>