FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MÉRŐRENDSZER MOTOROK ÁLTAL HAJTOTT FORGÓGÉPEK DINAMIKUS TERHELÉSÉNEK ANALÍZISÉHEZ

Korzenszky Péter, Madár Viktor, Judák Endre, Szüle Zsolt

Summary:

For the analysis of the load of electromotor-driven rotary machines, an experimental device operating on base of optical principle has been designed. Previously a calibrating unit was constructed for dynamic torque measurement and it was checked by 15 measurements under laboratory conditions.

The measurement unit consists of the following parts: the driving motor of infinitely variable control with rated power of 750 W and maximum rotary speed of 1500 r.p.m. - a torque méter for conventional measuring the momentum (made by Kaliber factory) - carrier couplings for biting the tested shaft ends - discs for scanning the torsion with boreholes and reflecting surfaces - a laser beam transponder unit. The break disc driven by V-belt stands for adjusting the optional value of the loading torque. The values of torsion of the shafts were measured at different rotary speeds and under the same loading conditions. The equipment is capable of determining substance characteristics that can be used in practice.

Összefoglalás:

A villanymotorral hajtott forgógépek terhelésének analíziséhez elkészítettünk egy optikai elv alapján működő kísérleti berendezést. A dinamikus nyomatékméréshez előzetesen terveztünk egy hitelesítő berendezést, melyet laboratóriumi körülmények között 15 méréssel ellenőriztünk.

A mérőberendezés az alábbi részekből áll: fokozatmentes fordulatszám-szabályozás 750 W névleges teljesítményű, max. 1500 l/min, fordulatszámú hajtó motor, a nyomaték hagyományos mérésére szolgáló nyomatékmérő (Kaliber gyár), a vizsgált tengelyek befogására szolgáló menesztők, az elcsavarodást érzékelő tárcsák, furatokkal továbbá a reflexiót biztosító fényvisszaverő felületekkel, lézersugár-adó-vevő egység. Az ékszíjjal hajtott tárcsafék a terhelő nyomaték tetszőleges értékének beállítására szolgál. Különböző fordulatszámokon azonos terhelési viszonyok között mértük a tengelyek elcsavarodásának mértékét. A berendezés alkalmas a gyakorlatban használható anyagtulajdonságok meghatározására.

Anyag és módszer

A mérőberendezés fém váza, melynek egyik része a tengelycsere érdekében vízszintes irányban elmozdítható, így a tengely hossz is változtatható. A tengelyeket 10 és 20 mm átmérőre választottuk, melyeknek anyaga szerkezeti acél, színesfém (sárgaréz, alumínium) és műanyag. Ezek a tengelycserék

a mérőrendszer működését alapvetően nem befolyásolják, viszont lehetőséget adnak a mért és számított elcsavarodási értékek ellenőrzésére. A nyomaték értékeit a beépített hiteles Kaliber gyári nyomatékmérő szolgáltatja.

Egy nyomatékkal terhelt tengely elcsavarodása a következő képlettel számítható ki:

$$\varphi = \frac{M_{cs} \cdot l}{I_p \cdot G} \text{ (rad)}$$

M_{cs}	- a csavaró nyomaték (Nm)	l	- a rúd hossza (m)
I_p	- poláris másodrendű nyomaték (m ⁴)	G	- a csúsztató rugalmassági modulus ($\frac{N}{m^2}$)

Acélok esetében $G = 8 \cdot 10^{10} \left(\frac{N}{m^2} \right)$

A mérőberendezés tervezése előtt számításokat végeztünk a várható elcsavarodás értékére. A rendelkezésünkre álló inverteres fordulatszám szabályozóval ellátott villanymotor maximális fordulatszáma és teljesítménye: $n_{max}=1500$ l/perc, $P_{max}= 750$ W. A mérési tartományt $\omega=15 -50$ l/s szögsebesség tervezve $d = 10$ mm átmérőjű acél tengely esetében jelentős a $\varphi = 0,5$ fokos elcsavarodáshoz $M = 2,28$ Nm nyomaték, míg $d = 20$ mm-es tengelyhez 36,5 Nm szükséges. A mérőrendszer ezt a követelményt biztonsággal teljesíti 1. ábra. Az optikai méréshez optikai kaput alkalmaztunk. Az optokapuk adói és vevői között a mérőtengelyre szerelt tárcsára rugárirányban rögzített „zászló” halad el. A tengelycsavarodásból adódóan az eredetileg együtt futó „zászlók” időben eltérő szélességű impulzusokat hoznak létre az impulzusok felfutó éle közti időkülönbség arányos lesz a terhelő nyomatékkal.

1. ábra A nyomatékmérő elvi rajza

A három áramköri egység felépítését szemlélteti a 2. ábra.

a.) Az elcsavarodási szöggel arányos szélességű impulzus előállítására szolgáló elektronika, majd ebbe a kapuidőbe nagyfrekvenciás jelet számolunk be (15 bites felbontás). A számlánc kimenetére

D/A konvertert kapcsoltunk, így ez az információ analóg jel formájában is rendelkezésre áll, bővítve a további adatfeldolgozás lehetőségét, (analóg 1)

b.) A fordulatszámoként periódus időt méri, ami az M_{cs} összefüggésben a fordulatszám korrekciót valósítja meg. Itt is képeztünk analóg jelet, (analóg 2)

c.) A Kaliber nyomatékmerő az általunk mért és számított értékek hitelesítését szolgálja, (analóg 3)

2. ábra A három áramköri egység

A méréseket számítógéppel összekötött saját fejlesztésű hardverrel végeztük. Az analóg és digitális jeleket mérőkártyán keresztül számítógép segítségével rögzítettük.

Az elcsavarodás szögértéke meghatározható:

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \Delta t$$

Behelyettesítve a nyomaték képletébe: $M = f(n, \Delta t)$

$$M = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot I_p \cdot G}{l \cdot 60} \cdot \Delta t$$

Egy adott fordulatszámon ($n=1500$ ford/perc) mérjük a nyomaték értékét (2. ábra: analóg 3) és mérjük a Δt értékét (2. ábra: analóg 1). A mért nyomatékhoz tartozó Δt -értékét számítással ellenőrizzük.

Eredmények:

A berendezés kialakításából adódóan több fordulatszámon különböző terhelési viszonyokat hoztunk létre. Az 3. ábrán egy fordulatszámmal (500 ford/perc) tartozó $\phi 10$ mm-es acél tengelyt vizsgálva nyomaték értékeket ábrázoltunk. Az adatsort hat terhelési állapot alapján kiértékelve, megállapítható, hogy az általunk mért értékek (idő) alapján jó pontossággal, 1%-os hibával lineáris az összefüggés a terhelés növekedése és a mért elcsavarodás között.

A berendezés alkalmas - kalibrálás után - ismeretlen anyagú tengelyek gyors, a gyakorlat számára alkalmazható anyagtulajdonságainak (G-csúsztató rugalmassági modulus) meghatározására.

Acél csavarodási diagram [500 ford/perc]

3. ábra A $\phi 10$ mm-es acéltengelyen mért elcsavarodással arányos nyomaték értékek

Korzenszky Péter, tanársegéd
2100 Gödöllő Páter K. u. 1.
Dr. Judák Endre egyetemi docens
2100 Gödöllő Páter K. u. 1.

Madár Viktor, Ph.D hallgató
2100 Gödöllő Páter K. u. 1.
Dr. Szüle Zsolt egyetemi tanár
2100 Gödöllő Páter K. u. 1.