

AZ ÉKSZÍJAK MELEGEDÉSI VISZONYAINAK VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF V-BELT TEMPERATURE CONDITIONS

Dr. Kátai László Ph.D, Dr. Szabó István Ph.D., Gárdonyi Péter, Szent István Egyetem,
Gépészmérnöki Kar

ABSTRACT

Main objective of this paper is analyzing the temperature conditions of V-belt by infrared thermal camera depending on various drive installation parameters.

A certain V-belt cross section was analyzed on a self developed test equipment in various belt pulley parallel misalignment and belt frequency. It was stated that the temperature increase of V-belt is mainly influenced by the belt frequency and the geometrical misalignment has less effect. A linear correlation can be observed between the belt frequency and the temperature.

Key words: V-belt, infrared thermal analysis, belt frequency, temperature conditions

1. BEVEZETÉS

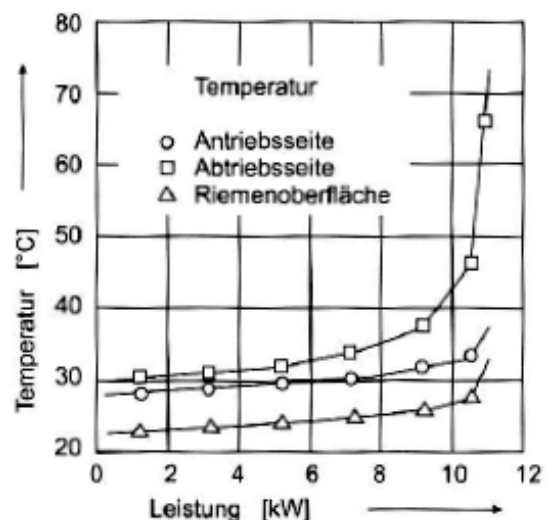
Az ékszíjhajtásokkal viszonylag bonyolult hajtáselrendezések is megvalósíthatók, nagy tengelytávolságokat is át lehet hidalni, alkalmazhatók párhuzamos és kitérő tengelyeknél és a hajtás kialakítása összetett szerkezeti elemeket nem igényel. A teljesítmény-átvitel erőzáráson alapszik, amely néhány előnyös, de ugyanakkor bizonyos hátrányos tulajdonságot is okoz. Mivel a hajtóelem rugalmas anyagokból épül fel, a hajtás rugalmas lesz, kisebb terhelési csúcsok alakulhatnak ki, túlterhelés esetén megcsúszással védi a hajtott oldalt. Az erőzárás ugyanakkor azt eredményezi, hogy a szlip miatt az áttétel, tehát a hajtott berendezés fordulatszáma bizonyos határok között ingadozhat, így csak olyan helyen alkalmazható, ahol ez hátrányt nem jelent [1].

Az erőzárás a szíj és a szíjtárcsa körülfogott része között súrlódás által jön létre, amelyet ékszíjhajtás esetén még az úgynevezett horonyhatás is elősegíti. Az elemi súrlódó erők az átfogási szög mentén nem állandók,

folyamatosan növekszenek a kerületen a terheletlen szíjtárcsától a terhelt szíjtárcsáig.

A teljesítmény-átvitelnél az érintkező felületek súrlódása felmelegíti a szíjat. Ezt a felmelegedési folyamatot a hajtás működési ideje mellett számos tényező is befolyásolja, mint például a szíj profilja, hossza és anyaga, a szíjtárcsák átmérője, a környezeti hőmérséklet és a hűlési viszonyok.

Az eddigi laboratóriumi kísérletek az ékszíj hőmérsékletének változását az átvitt teljesítmény függvényében vizsgálták. Az 1. ábrán látható, hogy a diagram kezdeti szakasza közel lineáris, amelynek meredeksége függ a szíjtárcsa átmérőjétől. Minél kisebb tárcsa átmérőt választunk, annál nagyobb lesz a hőmérsékletemelkedés. Egy bizonyos határon túl a szíjhőmérséklet exponenciálisan növekszik, ahol ugyanis elkezdődik a tényleges csúszás szakasza. A hőmérséklet görbe gradiense itt is függ a tárcsa átmérőtől, mint a lineáris szakaszban. [2]



1. ábra: A hőmérséklet lefutás SPB ékszíjhajtás esetén ($i=4$) [2]

A szíjban kialakuló hőmérsékletet nem csak a teljesítmény-átvitelhez szükséges felületi súrlódások idézik elő, hanem a szíj hajlításakor

keletkező belső súrlódás is, amely függ a tárcsa átmérőtől és a szíj anyagjellemzőitől.

2. AZ ÉKSZÍJAK ÉLETTARTAMÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK ELEMZÉSE

Az ékszíjhajtás méretezésénél szabványosított számítási módszert, valamint tapasztalati és laboratóriumi kísérletekkel megállapított tervezési tényezőket használunk, amelyek a helyesen beállított hajtásgeometriára, és az általános üzemi körülményekre érvényesek. Az így létrehozott hajtás képes a tervezés kezdetén meghatározott terheléseket az ékszíj várható élettartamán keresztül (25000 üzemóra) átszarmaztatni. A szíj élettartamát nem lehet biztonsággal meghatározni, főleg szélsőséges üzemi körülményeknél (szennyezett, magas hőmérsékletű környezet, hajtás geometriai hibák), mivel azt számos tényező befolyásolja. Ilyen esetekben az adott körülmények között lefolytatott saját élettartamvizsgálatok eredményeire támaszkodhatunk.

A szíjágak terhelése, adott esetben túlterhelése lényegesen befolyásolja az élettartamot. A vizsgálatok szerint a számított névleges terheléshez képest 10 % túlterhelés hatására az élettartam kb. feleződik.

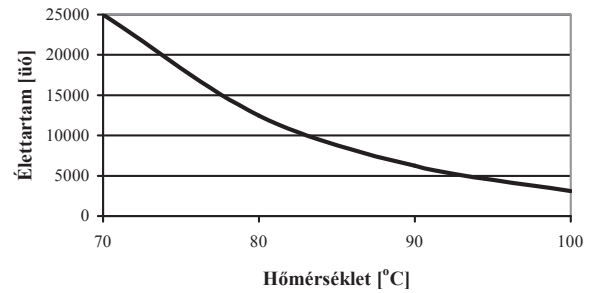
A nagyobb ékszíj keresztmetszetnél a húzó igénybevételből adódó feszültség kedvezően alakul, viszont a hajlítófeszültség megnövekedhet, mivel a nagyobb szelvénynél távolabbra esnek egymástól a szélső szálak.

Azonos teljesítmény-átvitelénél a szíjsebesség növelésével csökkenthető a feszes szíjágban ébredő húzó erő, ellenben a szíj hajlítgatásainak száma, a szíjfrekvencia növekszik.

A szíjhossz növelésével az említett szíjfrekvencia érték csökkenthető, amely az élettartam növekedését eredményezi.

A tárcsaátmérő nagymértékben befolyásolja a szíj hajlításának viszonyát, amely hiszterézis görbével leírt veszteséget okoz. A gyártók a különböző szíjprofilokhoz javaslatot tesznek a lehetséges legkisebb tárcsaátmérőre.

A hőmérséklet hatása rendkívül jelentős, mivel ékszíj esetén polimer alkatrészből van szó. 70 °C felett a hőmérséklet növekedése erős élettartam csökkenést eredményez. A 2. ábrán is látható, hogy 10 °C-os növekedés esetén az élettartam kb. a felére csökken.

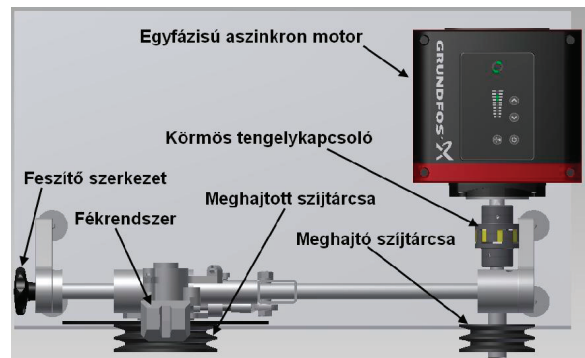


2. ábra: A hőmérséklet és az élettartam összefüggése

Az ékszíjban kialakuló hőmérsékletet az érintkező felületek súrlódása mellett a környezeti hatások és az előzőekben említett jellemzők együttesen határozzák meg, hiszen az ékszíj hőmérséklete a keletkezett és a leadott (W keletkezett és Q leadott) hőmennyiségek egyensúlyi állapotától függ.

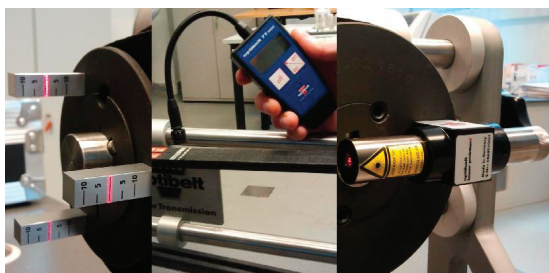
3. A VIZSGÁLATI BERENDEZÉS ÉS ESZKÖZEI

A vizsgálatot egy két tárcsából álló nyitott szíjhajtás elrendezésű próbapadon végeztük (3. ábra). A tesztpadon lehetőség van a szíjtárcsák tengelyen történő pozícionálására kúpos szorítóhüvelyes tengely-agy kötés segítségével, és a szíjfeszesség állításra csavarorsós állítószerkezettel.



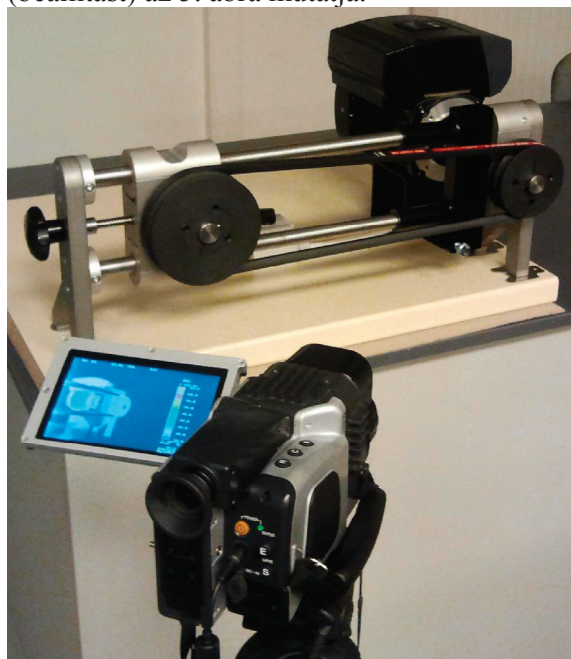
3. ábra: Próbapad elrendezés

A tárcsákat Optibelt Laser Pointer lézeres jelzőberendezéssel és mérőhasábkokkal lehet párhuzamos helyzetűvé tenni a tengelyeken. A teljesítmény-átvitelhez megfelelő szíj feszességet Optibelt TT-A ultrahangos frekvenciamérő eszközzel állítottuk be. A beállítás eszközeit a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A lézeres geometriai, és az előfeszítés beállítása

A hőmérséklet mérése NEC H2640 típusú infrakamerával történt. Az infravörös detektora nagy felbontású (640x480), a hőmérséklet mérési tartománya $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól $+500\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig terjed. A mérendő objektumtól 500 mm-es távolságban helyeztük el, így a minimálisan érzékelt mérési pont (felület) $0,3 \times 0,3\text{ mm}$, amely a vizsgálat szempontjából tökéletesen elegendő. A vizsgálati elrendezést (beállítást) az 5. ábra mutatja.



5. ábra: A próbapad a vizsgálati beállítás során

Az infrakamerás hőmérséklet mérésénél az emissziós hőmérsékletet kell mérnünk. Ehhez azonban ismernünk kell a mért objektum (test) ún. emissziós tényezőjét (ϵ), hiszen egy „valós” test (nem abszolút fekete test) esetén az emisszió túl visszavert és áteresztett hőmennyiség is jelentkezhet. Az emissziós tényező pontos meghatározásával és beállításával lehet megfelelő pontosságú az infrakamerás hőmérsékletmérésünk. A vizsgált objektumot tapintó hőmérővel (TMTL 1400K) ellenőrizve határoztuk meg az emissziós tényező értékét [4].

4. A VIZSGÁLAT CÉLKITŰZÉSE, BEÁLLÍTÁSAI

Az ékszíj hőmérsékletét a hajtás terhelése nélkül vizsgáltuk, így a kerületi erő átadásakor ébredő súrlódás nem termel hőt, és hő fejlődésben csak az ékszíjhajtás viszonyai játszanak szerepet. A kutatómunkánk során egy rögzített hajtásparaméter – előfeszítő erő – mellett vizsgáltuk a szíjfrekvencia és a tárcsák párhuzamossági hibáinak hatását a szíjhőmérséklet kialakulásában.

Az ékszíj feszítését a katalógus által ajánlott általános értékre állítottuk be, amely függ a szíj profiljától és a hosszától. A vizsgált hajtás 1207 mm névleges kerületi hosszú Optibelt RED POWER 3 SPA ékszíjből, 90 és 125 mm-es névleges átmérőjű kéthornos szíjtárcsából állt, amelynek tengelytávolsága 434 mm. A mérés sorozatot négy különböző szíjtárcsa beállítással végeztük három ismétléssel. A tárcsákat egy síkba, valamint 5-10-15 mm-es párhuzamossági hibával vizsgáltuk. A 15mm-es eltérés az SPA szíjprofilnál pont a horonyosztásnak felel meg (6. ábra).



6. ábra: 15 mm-es párhuzamos síkeltolás

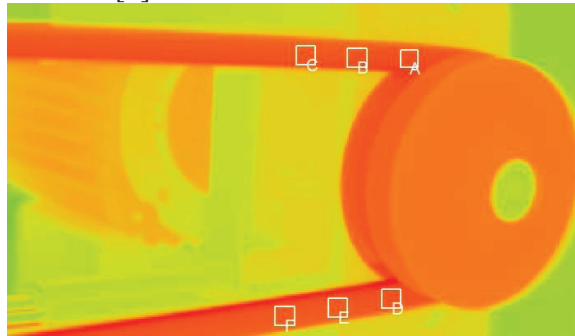
A szíjfrekvencia változtatása a meghajtó, egyfázisú aszinkronmotor frekvenciaváltóval történő fordulatszám szabályzással valósult meg. A szíj hőmérsékletét és annak eloszlását infrakamerával készített kép segítségével rögzítettük, amelyet Report Generator Lite (NS9200LT) programmal értékeltünk ki. A mérési adatok feldolgozása Excel táblázat kezelő és matematikai programcsomaggal történt.

5. A VIZSGÁLAT ÉRTÉKELÉSE, EREDMÉNYEK

Az ékszíj élettartamát számos tényező befolyásolja, amelyek közül kettőt vizsgáltunk. Habár nem élettartam vizsgálatokat végeztünk, de az eddigi kísérletekből látható, hogy a hőmérséklet rendkívül fontos tényező és az

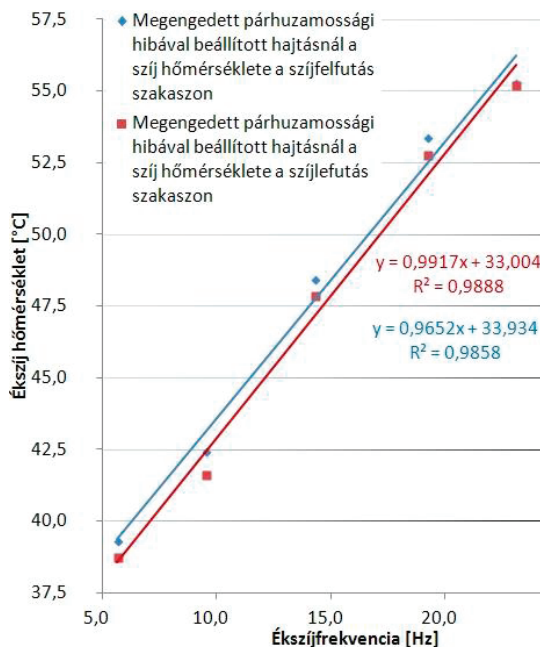
említett jellemzők a szíj melegedését okozzák. Tehát a hőmérséklet vizsgálatokkal nem csak a hajtás hatásfokára tudunk következtetni, hanem az élettartamára is.

A méréseket a hőmérséklet szempontjából állandósult állapotban végeztük a két változó paraméter mellett. Külön vizsgáltuk a tárcsáról lefutó, illetve a tárcsára felfutó szíjszakaszokat, ahol a leginkább megfigyelhető a geometriai beállítások hibái (7. ábra). A hőmérsékleteloszlás további tanulmányozása képfeldolgozási technikával történhet[3].



7. ábra: Infrakamerás felvétel a mérési pontokkal

A 8. ábrán jól látható, hogy a szíj fel- és lefutás szakasza közt hőmérséklet különbség mutatkozik. (8. ábra).

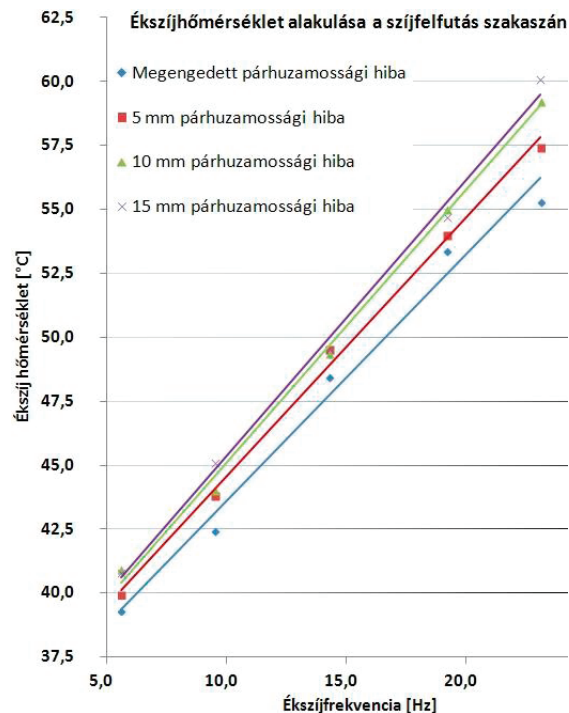


8. ábra: A szíjhőmérséklet és a hajtógatósi frekvencia a szíj fel- és lefutás szakaszán

A diagramból az is kiolvasható, hogy a szíjfrekvencia és a hőmérséklet kapcsolata – ebben a tartományban – lineáris.

A vizsgált két jellemző közül a hőmérséklet szempontjából a szíjfrekvencia a

veszélyesebb (9. ábra). Ez figyelembe véve a tervezésnél elkerülhető a tárcsa átmérő és a szíjhossz optimalizálásával.



9. ábra: A hőmérséklet alakulása a szíjfelfutás szakaszán a beállítási hibák függvényében

A mérések alátámasztják, hogy optimális szíjfrekvencia megválasztással és gondos gépbeállítással az ékszíjhajtásunk élettartama növelhető.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. KÁTAI L.: Kötő- és támasztóelemek, Hajtások 40-54 p. In: SZENDRŐ et.al.: *Géptan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2003.
2. Frank H. Schäfer: *Antriebsriemen*, Arntz-Optibelt-Gruppe, 2007.
3. Lágymányosi A.- Tóth J.: Vehicle tire Profile Investigation with 3D Imaging, *Mechanical Engineering Letters*, 2012.Vol 7., Hungary, p.73-80. HU ISSN 2060-3789
4. K. D. Szalay, J. Deákvári, Á. Csorba, G. Milics (2013): Time- and cost-effective sampling methods as indispensable tools in calibration of airborne remote sensing data. *Agricultural Engineering. Research papers*, 2013, vol 45, No. 2, Lithuania, ISSN 1392-1134, 132-145 pp.

A cikk összeállítását a **TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0003** kutatási projekt támogatta.