XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

TÖBBTÁRCSÁS SÚRLÓDÓ HAJTÁSNÁL AZ ELTÉRŐ TÁRCSAÁTMÉRŐK HATÁSA A HÚZÓERŐ ALAKULÁSÁRA

Malik András, Németh János

Abstract

Sometimes unexpected overloads start up in many sheaves cable systems by synchrodrive. These overloads can not be seen before and cause the breakage of the rope(s). There are many parts what have to be analyzed, but the most important is the wear of the sheaves, because it is depending from the transferred force. These forces are other and other by the sheaves, so in the system the wear of the sheaves and their diameter will be not equal. The influence of variable diameters in the system has to be analyzed. The first way for the further result is a theoretical analysis of this effect and the second is the force measuring.

Összefoglalás

Többtárcsás kötérendszerben szinkronhajtásnál túlerők lépnek fel. A túlerőket nem lehet előre látni, viszont a köté szakadását is okozhatják. A hajtás sok része vizsgálható a probléma okát kutatva, de a legfontosabb paraméter a tárcsák kopása, amely az átvitt erőtől függ. Minden tárcsa más erőt továbbít a terhelésektől függően, tehát a kopásuk is más lesz. Ez a jelenség változó tárcsaátmérőket eredményez. A változó, de nem egyforma tárcsaátmérők hatását vizsgálni kell. A további eredményekhez először egy elméleti vizsgálat, analízis szükséges, amelyeket később mérésekkel lehet alátámasztani.

1. Bevezetés [1]

A többtárcsás súrlódó hajtásnál az erőviszonyokat az Euler-féle összefüggés határozza meg, amely

1. ábra Az erőátvitel eloszlása 1 ill. 2 tárcsán a maximális erőátvitelnél és a rendszer dinamikai modellje

egy tárcsa által átvihető maximális erőt adja meg úgy, hogy közben a köté a megcsúszás határán mozog. A jobb szemléltetés érdekében az 1. ábra jelöléseit használjuk. Az ábrán az S_{fel} és S_{le} a fel- és a lefutó-ági erőt jelentik. A G_1 és a G_2 a terhelés, az 1. irány pedig a forgási irányt. Az erőátvitel az 1.-

es irányban az $S_{fel} > S_{le}$ esetben a tárcsára rajzolt „csigaház” szerű exponenciális függvény szerint alakul. Az ábra jelöléseivel tehát az Euler összefüggés:

$$S_{le} = S_{fel} \cdot e^{\mu\alpha} \quad (1)$$

Ahol a μ a súrlódási tényező (a megcsúszás határán), az α pedig az átfogási szög, amely jelen esetben 180° . Ha ugyanekkora átfogási szöget két tárcsán valósítunk meg - amelyek egyforma átmérőjűek és szinkronban hajtottak - , akkor az 1. ábra középső vázlata szerint vizsgálhatjuk az erőátvitelt. Az ábra jelölései megegyeznek a már korábban tárgyaltakkal. A második tárcsa több erőt visz át, azaz jobban kopik, mint az első, ha a tárcsák közötti erőelosztás a „tisztá” Euler-féle törvényt követi. Vizsgálatainknak az a célja, hogy kiszűrjük azt az esetet, amikor az nem igaz, és a húzóerők eloszlása jelentősen eltér a feltételezett-től. A változó tárcsaátmérők hatását kell vizsgálni, hogy a túlerők miként keletkeznek és melyek a legfontosabb paraméterek, amelyek befolyásolják hatásukat.

2. Egy tárcsán az erőátvitel elemzése

A rendszer modellje az 1. jobboldali ábrán látható, ahol az S_{fel} és az S_{le} a fel- és lefutó-ági erőket mutatják, a c – a vonóelem rugóállandója, R – a tárcsa sugara, l – a tárcsa tengelyének magassága a talajtól számítva, M – a nyomaték, amelyet a tárcsára adunk és ω – a szögsebesség, amelyet a μ_s – súrlódási tényezővel együtt állandónak tekintünk. Az erőátvitelt két esetben vizsgáljuk. Az egyik a megcsúszás nélküli eset, a másik a megcsúszásos eset.

2.1. A megcsúszás mentes eset:

Ha nem csúszik meg a kötéll, akkor az M_0 – alapnyomaték a következő összefüggéssel írható fel:

$$M_0 \cong F_{ker} \cdot R = S_{le} (e^{\mu_s \alpha} - 1) \cdot R \quad (2)$$

Ahol: az F_{ker} – a kerületi erő, a többi mennyiség a 1. ábra értelmezése alapján ugyanaz.

2.2. A megcsúszásos eset:

A rendszer akkor csúszik meg, ha a tárcsa által felvett nyomaték nagyobb, mint az M_0 nyomaték (3).

Az összefüggés jelölései megegyeznek az eddig tárgyaltakkal.

$$M > S_{le} (e^{\mu_s \alpha} - 1) \cdot R = M_0 \quad (3)$$

Ekkor a ΔS - kötelerő változás a következő formában értelmezhető:

$$\Delta S = \frac{\Delta M}{R} = \frac{M}{R} - S_{le} (e^{\mu_s \alpha} - 1) = S_{le}^* (e^{\mu_s \alpha} - 1) \quad (4)$$

Azaz, az egységnyi nyomatékváltozás és a tárcsasugár hányadosaként. A húzóerő növekedést a kerületi erő változására vonatkoztatjuk

3. A megcsúszással kombinált folyamat elemzése

A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy a megcsúszás miként következhet több tárcsánál. Első lépésként

$$F_{\text{ker } n} = S_0 \cdot (e^{\mu \alpha} - 1) \cdot [1 + e^{\mu \alpha} + \dots + e^{(n-1)\mu \alpha}] \quad (5)$$

az (5) összefüggést kell bevezetni, amely a maximális erőátvitelnél megmutatja az n-edik tárcsa által átvitt erő nagyságát:

Ahol n a tárcsák száma, az S_0 a felmenőági erőt jelenti, többi jelölést az 1. ábránál már használtuk. A következő összefüggés a rendszer által átvihető maximális kerületi erőt adja meg:

$$F_{\text{ker max}} = \sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n \left[S_0 e^{\left(\sum_{i=1}^i \mu_i \alpha_i \right)} \cdot (e^{\mu_i \alpha_i} - 1) \right] \quad (6)$$

2. ábra A megcsúszás folyamatának elemzése

A megcsúszást követően a súrlódási tényező a tapadó súrlódási tényező értékéig növekszik. Ha a mozgásbeli súrlódási tényezővel maximálisan átvihető nyomatéktól nagyobb a hajtónyomaték, akkor lesz megcsúszás. A folyamatot a 2. ábra mutatja be. A függőleges tengelyen a kötelerő, a vízszintesen a tárcsák átfogási szögeinek összege van feltüntetve. Látható, hogy egy ΔF erő hatására egy α_0 helyen történik a megcsúszás. A szaggatott vonal mutatja a μ feltételezett változását a megcsúszási folyamatra. Az α_0 -t a (7) összefüggés alapján számíthatjuk, ahol az S_n – a maximális súrlódási

$$\frac{1}{\mu} \cdot \ln \left(\frac{S_n - S_0}{S_0 + \Delta F} + 1 \right) = \alpha_0 \quad (7)$$

tényezőnél kialakuló kötelerő. A többi jelölés a korábban használtakkal megegyezik. A μ^*

$$\mu^* = \frac{1}{\alpha_0} \cdot \ln \left(\frac{S_n - S_0 + S_0}{S_0} \right) = \frac{1}{\alpha_0} \cdot \ln \left(\frac{S_n}{S_0} \right) \quad (8)$$

meghatározása a 8. összefüggéssel. A megválaszolatlan kérdés, hogy mi okozza $\mu^* > \mu$ jelenséget. Az belátható, hogy megcsúszás után $\mu^* = \mu_0$ lesz. Majd folyamatosan áll vissza a $\mu^* = \mu$ értékre. A vonóelem két okból csúszhat meg: a kellestől nagyobb nyomaték lép fel a hajtásnál, vagy a longitudinális lengések, gerjesztések és eltérő tárcsaméretetek miatt. Ezt a folyamatot elemezzük 3 tárcsás rendszernél, ahol az $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \pi$ és $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$ és a hajtás egy tengelyre történik, amelyek jelöléseit a 3. ábra szemlélteti.