

Görgős csapágmérő eszköz tervezése

Design of bearing measuring tool

Lubinszki Zsombor

“Járműipari Kutatóközpont
lubinszki.zsombor@ga.sze.hu

Absztrakt: Az energiathatékony versenyjármű fejlesztésekor elengedhetetlen szempont az üzem közben fellépő ellenállások, veszteségek csökkentése. Ide tartozik például az általunk vizsgált súrlódási veszteségek is, amelyet ezúttal a csapágyakban szeretnénk vizsgálni számunkra megfelelő üzemi körülmények között. A lehető legjobb tesztkörülmények megteremtése érdekében a villamos fékpadra integrálható eszközben gondolkodtunk, amit a vizsgálat közben változtatható erővel is képesek vagyunk ellátni. Több megoldást is született a problémára, azonban a görgős rendszerű csapágmérő terve bizonyult a legjobbnak. Ennek a segítségével, differenciálni tudunk az egyes csapágméreték és típusok között a veszteségek szempontjából. Később ezeket az eredményeket a csapágyválasztás során felhasználhatjuk a további tervezések és versenyek során.

Kulcsszavak: ellenállás, veszteség, csapágy, mérés

Abstract: When developing an energy-efficient racing vehicle, it is essential to reduce the resistances and losses that occur during operation. This includes, for example, the friction losses we are investigating, which we would like to examine in bearings under operating conditions that suit us. In order to create the best possible test conditions, we have considered a device that can be integrated into the electric brake bench, which we can also supply with a variable load force during the test. Several solutions to the problem were proposed, but the design of the roller bearing tester proved to be the best. With this, we can differentiate between different bearing sizes and types in terms of losses. Later on, these results can be used for bearing selection in further designs and competitions.

Keywords: resistance, loss, bearing, measurement

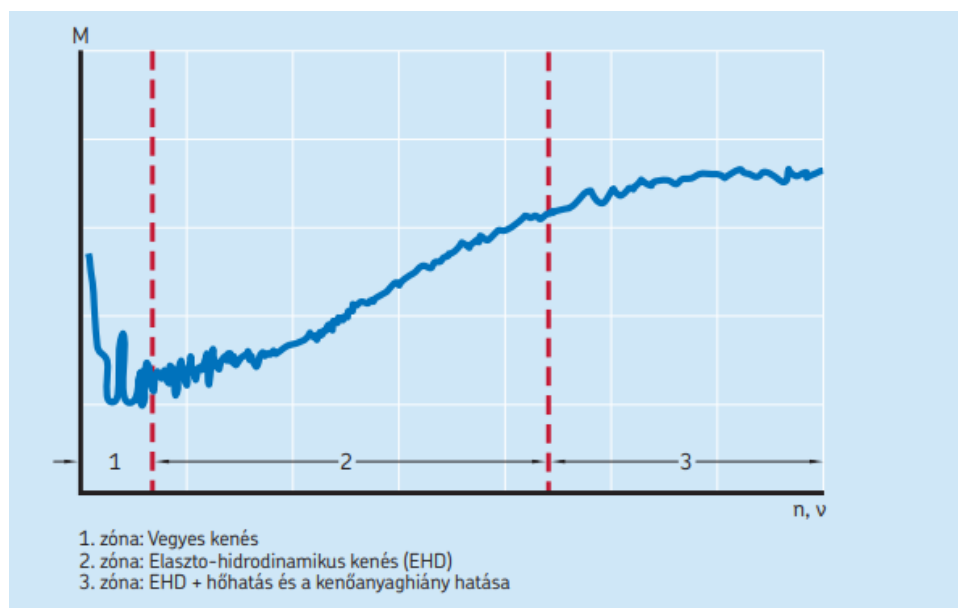
Bevezetés

Az általunk fejlesztett és tervezett versenyautónkkal a minden évben megrendezett Shell Eco-marathonon versenyzünk. A megmérettetés lényege, hogy 1 KWh villamos áramból a legnagyobb távot legyen képes az autó megtenni. Éppen ebből adódóan, fontos, hogy a fejlesztés minden területe ebben az irányban valósuljon meg. Ami a gépészeti oldalt illeti, mindenképpen figyelmet kell fordítani a tömegoptimalizációra, valamint a mechanikus gépelemek és egyes alkatrészek között fellépő veszteségekre. Ebben a kutatásban a veszteségek, azon elül is a csapágyak veszteség-vizsgálatának a lehetőségét helyeztük előtérbe.

Csapágyak veszteségei

A gördülőcsapágyakban keletkező súrlódás határozza meg az üzem közben generált hő mennyiségét és a veszteségeket. Ami a veszteség lokációját illeti, az általánosságban az érintkező felületeken, a gördülópályák és a futópályák érintkezési helyein, a gördülőelemek és a kosár érintkezési helyén, valamint az egyéb vezető felületek között. Ezen túlmenően a kenőanyag súrlódási ellenállása is okozhat veszteséget. A súrlódás mértéke természetesen a terhelésektől és sok egyéb tényezőtől függ. Példaként néhány befolyásoló tényező: [1]

- Csapágy típusa és mérete
- Üzemi sebessége
- Kenőanyag jellemzői és mennyisége (1. ábra)



1. ábra: A csapágy súrlódási nyomatéka a fordulatszám vagy viszkozitás függvényében [1]

Csapágyak súrlódási nyomatéka

A súrlódási nyomaték kiszámításához az alábbi modell az elterjedt.

$$M = M_{görd} + M_{csúsz} + M_{töm} + M_{kenő}$$

ahol

M = teljes súrlódási nyomaték

$M_{görd}$ = gördülésből fakadó súrlódási nyomaték

$M_{csúsz}$ = csúszó súrlódási nyomaték

$M_{töm}$ = tömítések súrlódási nyomatéka

$M_{kenő}$ = kenőanyaga súrlódásából, habzásának veszteségéből fakadó súrlódási nyomaték

[1]

Tervezés alapötlete

A villamos fékpad laborunk lehetővé teszi az egyes hajtás komponensek mérését, vizsgálatát a villamos motorfékpad segítségével. Ennek következtében adódik az ötlet, hogy ezen a padon lehetőség lenne csapágyak vizsgálatára is.

A versenyautó kerékagya egy adapter segítségével kerül rögzítésre. Ezt az üzemi sebességének megfelelő fordulatszámmal forgatjuk. A valós körülményekhez igazítás érdekében ezt a felrögzített kerékagyat, a korábban a versenyautón megmért talperő értékkel terheljük. Ez körülbelül 500N terhelőerőt jelent a kerékagy csapágyazott palástfelületén.

A kerékagyon a mérés során tetszőleges számban cserélhetőek a csapágyak. Kiemelt szempont volt, hogy a terhelő erő állítása ne igényeljen sok előkészületet, az erő mértéke gyorsan és pontosan állítható legyen, valamint könnyen mérhető.

Erre hamar megoldásként találtuk a görgős erőátviteli megoldást, amely rendszerrel görgőkön keresztül jut el a terhelés a kerékagyra. Ugyan a görgőknek is lesz egy súrlódási nyomatékuk (a görgő típusától függetlenül) amely érvényesül majd a mérés során is, de mivel mindegyik mérés során ugyanazokkal a görgőkkel terhelünk a kerékagyra, így minden mérésbe ugyanaz a „hiba” érték kerül bele.

A mérések alapján pontos értéket nem kapunk a csapágyak súrlódási nyomatékból származó veszteségekre, csak viszonyításhoz elegendőek a mért értékek az egyes csapágyak között. [2]

Terhelés beállítása, mérése

A terhelőerő jó beállítása fontos része a mérési hibák kiküszöbölésének. Kétfajta erőbeállításban gondolkodtunk, az egyik megoldás az egysúlyokkal való terhelés, a másik pedig egy húzó-nyomó erő mérésére is alkalmas digitális erőmérő.

Míg az első az egy nagyobb szerkezetet igénylő megoldás, addig az utóbbi egy sokkal pontosabb és finomabb erőbeállítást lehetővé tévő, könnyen integrálható eszköz. Az egysúlyos ennek ellenkezőjeként, az egysúlyok miatt behatárolják az erő állításának a finomságát.



2. ábra: Sauter FH1K digitális erőmérő

A 2. ábrán látható digitális erőmérő egy Sauter gyártmányú FH1K típusú húzó-nyomó erők kiolvasására is alkalmas digitális erőmérő 1kN mérési kapacitással, 0,5N felbontással. Ezek a gyári értékek bőven elegendők számunkra a mérés során.

Természetesen a digitális erőmérő önmagától nem képes erő kifejtésére, valahogyan azt létre kell hozni.

Erre megfelelő megoldásnak bizonyul egy a drótfonat kerítések építésekor (feszítésekor) is használatos úgynevezett feszítőzár beépítése. Ez a mi esetünkben az görgős erőmérő-konzol és a digitális erőmérő közé kerül beépítésre. Egy szabványos feszítőzár nem alkalmas a beépítésre, mivel a hossza nem megfelelő, mert a kerékagy középpontjának a magassága nem lehet nagyobb 280 mm-nél. Ezért egyedi forgácsolt alkatrésze van szükségünk. Mechanizmus szempontjából pedig a beépítés helyzete szerinti alsó menetes szárnak balmenetesnek kell

lennie, fent pedig jobbmenetesnek. Ezzel balmenet-jobbmenet hatására a feszítőzár csavarása során feszítőerő jön létre, és a görgőket a kerékagy felé igyekszik tolni, ezzel egyidejűleg nyomóerőt hoz létre.[3]

Görgős csapágymérő kerete

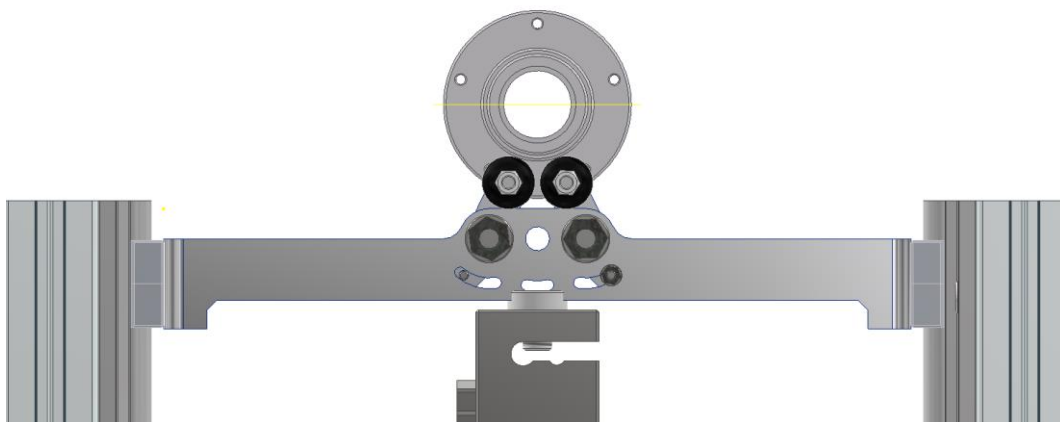
A csapágymérő keretét legegyszerűbben installációs profilokból célszerű megépíteni. Ezek megfelelő támasztást adnak az arra elhelyezett komponenseknek. Méret alapján a 40x40 keresztmetszetű profilt választottuk. Az összeillesztésüket szabványok L sarokösszekötőkkel biztosítjuk.

Görgők kiválasztása

A görgők kiválasztásánál az átmérő alapján döntöttünk. 20 és 30 mm közötti átmérővel rendelkező görgőt kerestünk amely megfelelő lehet a terhelés átvitelére a kerékagyra. Egy 24 mm átmérőjű csapágyazott görgőt találtunk megfelelőnek erre a célra. Ebből két darab szükséges a megfelelő terhelésátvitel érdekében.

A görgők egy görgőtartó lábra csatlakoznak, amely rögzítve van egy kereszttartó lemezre. Ez a kereszttartó lemez helyezkedik el az installációs profilok között.(3. ábra) A csapágymérő lábakra azért van szükség, hogy későbbiekben más átmérőjű alkatrész is mérhető legyen, ezért a lábak egymáshoz viszonyított nyílásszöge állítható.

Ezek a lemezalkatrészek 4 mm vastag lemezekből készülnek a stabilitás érdekében.



3. ábra: Kereszttartó lemez, görgőlábakkal, görgőkkel

Lineáris megvezetés

A feszítőzár működtetése során a függőleges irányú elmozdulás jön létre a kerékagy felé. Ezt az elmozdulást pontosan meg kell vezetni, hogy ne szögben hasson a terhelőerő hatásvonala a kerékagy palástfelületére a görgőkön keresztül.

A szaküzletek katalógusaiból választva egysínes-rendszer bizonyult megfelelőnek. Ezt a sínrendszert könnyű felszerelni az installációs profilokra. A profil teljes hosszában fog a sín felkerülni.

Ami a vezetőt illeti, a sínrendszerhez megfelelő önbeálló csapágyházas vezető kocsi fogja alkotni a sínrendszert.



4. ábra: Ibus drylin W series sínrendszer

Összeépített csapágmérő

Az 5. ábrán az összeépített csapágmérő látható. Az összeállított modellen mindegyik komponens látható. A lemez platformot, egy külön erre a célra tervezett nőtolt-forgácsolt inserttel nyomjuk a kerékagy irányába.

Görgős csapágmérő

- Keret:

- 40x40 installációs profil

- Megvezetés:

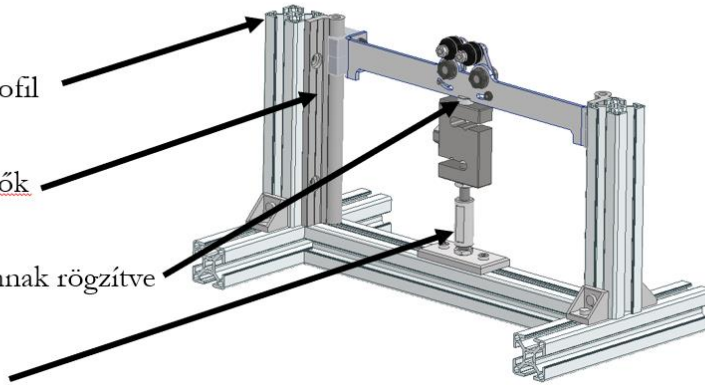
- Egysínes lineárvezetők

- Görgők:

- Platformlemezre vannak rögzítve

- Feszítőerő:

- Egyedi feszítőzár



5. ábra: Csapágmérő magyarázó ábrája

Összefoglalás

A csapágmérő megépítését elkezdtük. A kész csapágmérő berendezést első sorban teszteljük, hogy kielégíti-e a hozzá fűzött elvárásokat. Ha a tesztidőszak is sikeresnek bizonyul, lehetőségünk nyílik különböző csapágyak közötti összehasonlításra, amely hozzájárul ahhoz, hogy a versenyautónkban üzem közben fellépő menetellenállásokat csökkentsük, ezáltal az még energiahatékonyabbá váljon

Irodalomjegyzék

[1] SKF Csoport PUB BU/P1 10000/2 – Gördülőcsapágyak főkatalógus, 2017

[2] József Polák, István Lakatos, ANALYSIS OF PROPULSION UNIT MATHEMATICAL MODEL, MACHINE DESIGN (1821-1259 2406-0666): 7 4 pp 137-140 (2015)

[3] József Polák, István Lakatos, EFFICIENCY OPTIMIZATION OF ELECTRIC PERMANENT MAGNET MOTOR DRIVEN VEHICLE, MACHINE DESIGN (1821-1259 2406-0666): 7 1 pp 11-14 (2015)