PNEUMOBIL GÖRDÜLÉSI ELLENÁLLÁSÁNAK MÉRÉSE

MEASURING THE ROLLING RESISTANCE OF PNEUMOBILE

Szeszák Bence Márk¹, Juhász György², Sziki Gusztáv Áron³, Nagyné Kondor Rita⁴,
 Sütő Tamás Sádor⁵, Veszelszki Krisztián József⁶.

¹Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótmető utca 2-4.; 0036202499574, szeszakbence@gmail.com

²Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., juhasz@eng.unideb.hu

³Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Alaptárgyi Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., szikig@eng.unideb.hu

⁴Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Alaptárgyi Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., rita@eng.unideb.hu

⁵Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., suto.tamas28@gmail.com

⁶Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék, 4028 Magyarország Debrecen, Ótmető utca 2-4., vkrisz992@gmail.com

Abstract

In this publication we present a vehicle dynamic model and the motion of equation for pneumobiles. One of the input parameters of the model is the rolling resistance coefficient of the tyres. The present publication describes the experimental set-up and work in the course of which the above coefficient was measured and the effect of tyre pressure on rolling resistance was analyzed. During the measurement, we examined the effect of tyre pressure on rolling resistance, even when the vehicle in unloaded and in loaded state.

Keywords: rolling resistance, pneumobile, alternative powered vehicle, Spider8 measuring system, compressed air.

Összefoglalás

A cikk során bemutatásra kerül a pneumobil differenciál mozgási egyenlete és a jármű dinamikai modellje. A modell egyik bemenő paramétere a gördülési ellenállási együttható. Jelen kiadványban bemutatjuk az összeállított mérőrendszer felépítését, valamint a mérés menetét, melynek segítségével a fenti együttható értékét határoztuk meg az abroncsban lévő nyomás függvényében. A mérés során megvizsgáltuk a gördülési ellenállás értékét a jármű terheletlen és terhelt állapotban is.

Kulcsszavak: gördülési ellenállás, pneumobil, alternatív hajtású jármű, Spider8 mérőrendszer, sűrített levegő.

1. Bevezetés

A gördülési ellenállás mérését [1] egy a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, a IX. Nemzetközi AVENTICS Pneumobil versenyre, a DE- Főnix Pneumobil csapat által tervezett és épített pneumobilon végeztük el (1.ábra). A mérés célja a gördülési ellenállás együtthatójának meghatározása volt, ugyanis idáig mint konstans érték szerepelt a szimuláció során.

1. ábra. A pneumobil

2. A pneumobil differenciál mozgási egyenlete

Az elmúlt évek során meghatároztuk a jármű motorjának jelleggörbéit és felírásra került a jármű mozgási egyenlete [2], valamint elkészült a pneumobil dinamikai modellje. A 2. ábrán szemléltetjük a jármű mozgása közben ható erőket.

2. ábra. A járműre ható erők

A 2. ábra alapján a pneumobil mozgási egyenlete az alábbi módon írható fel:

$$\sum F = F(v) + F_{görd} + F_{lég} = m \cdot a \quad (1)$$

A fenti egyenletből az $F_{görd}$ a gördülési ellenállás, amit az alábbi összefüggéssel határozhatunk meg:

$$F_{görd} = c \cdot m \cdot g \quad (2)$$

ahol:

- $F_{görd}$ a gördülési ellenállás;
- c a gördülési ellenállási együttható;
- m a jármű tömege a terheléssel együtt;
- g a gravitációs állandó.

3. Anyag és eszközrendszer

A mérőrendszer 5 egységből áll össze (3. ábra):

3. ábra. A mérőrendszer sematikus ábrája

Pneumobil (1): A mérést ezen a járművön végeztük el.

Erőmérő cella (2): Az erőmérő cellát mereven a járműhöz rögzítettük, ezzel biztosítva a műszer stabilitását. Az erőmérő másik oldalára egy vontató kötelet rögzítettünk, ezzel biztosítva a mérőcella egytengelyű terhelését, amely a mérési eredmény pontosságához elengedhetetlen.

Csigahajtómű (3): A jármű egyenletes vontatásához elengedhetetlenül szükséges egy csigahajtómű, mely áttételeinek segítsé-

gével biztosítja a megfelelő vontató erőt és sebességet.

Meghajtás (4): A hajtóművet és ez által az egész mérőrendszert egy Metabo SBE570 típusú fúrógéppel hajtjuk meg. A fúrógépet maximális, $n=3000$ [1/min] fordulatszámon üzemeltetjük.

Mérőrendszer (5): A méréshez használt adatgyűjtő egy Spider8 típusú mérőrendszer összeköttetésben van egy számítógéppel. A számítógépen a mérőrendszerhez tartozó szoftver segítségével tudtuk megjeleníteni és kiértékelni a mérési eredményeket.

4. Eredmények

A jármű gördülési ellenállását mértünk olyan módon, hogy az abroncsok nyomását változtattuk Minden nyomásértéken 10 mérést végeztünk. A vizsgálatot terheletlen állapotban [3] négy különböző nyomásértéken mértük. Ezek az 1, 3, 5, és 7 [bar] nyomásértékek voltak. A jármű terhelt állapotú vizsgálata [4] során a méréseket 1 [bar] nyomástól indulva 7 [bar] nyomásig vizsgáltuk 0,5 [bar]-os léptékkel haladva. A mérés során a jármű terhelése 650 [N] volt. Az átlagolásnál figyelembe vett mérési időintervallum: 2-7 [s], mivel ekkor az autó már egyenletes sebességgel haladt. A mért adatokat összesítve átlagot vontunk. Elkészítettük a mérések szórását. Az így kapott eredményeket táblázatba foglaltuk, majd az értékeket grafikonon ábrázoltuk (4., 5. ábra).

4. ábra. A gördülési ellenállás értéke terheletlen állapotban

5. ábra. A gördülési ellenállás értéke a jármű terhelt állapotában

5. Összegzés

A kutatás során méréseket végeztünk annak érdekében, hogy megállapítsuk a pneumobil gördülési ellenállásának értékét. 2014-ben a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Gépészmérnöki Tanszékén a Tudományos Diákköri Konferenciájára elkészült egy dolgozat, melyben bemutatásra került a pneumobil differenciál mozgásegyenlete. Az egyenletben a menetellenállások közül néhány, többek között a gördülési ellenállás is, mint konstans tag szerepelt az egyenletben. A mérés célja az érték pontos meghatározása volt a guminyomás függvényében. Erre azért volt szükség, hogy a mozgásegyenletet tovább pontosítva tudjuk szimulálni a jármű menetdinamikai tulajdonságait, így az autó további optimalizálását tudjuk végrehajtani. Bemutatásra került a jármű differenciál mozgásegyenlete, valamint a gördülési ellenállás számításának módja. A mérőrendszer ismertetése után a mérés bemutatása következett. Annak technikai megoldásai, kivitelezése. A mérések segítségével sikerült meghatározni az együttható értékét, és így a továbbiakban már a mért eredményeket felhasználva tudjuk a szimulációt még pontosabbá tenni. A kapott adatokból arra tudunk következtetni, hogy a gördülési ellenállásban nagy szerepet játszik a jármű tömege és az abroncsokban lévő nyomás is. Kutatásunk továbbá azt is igazolta, hogy a jármű súllyal való terhelése

hatással van a gördülési ellenállás változására. A terhelt állapotban mért értékek átlagának görbéjét matematikai úton sikerült pontosítani [5], és egy közelítő függvényt írni rá (6. ábra).

6. ábra. A terhelt állapotban mért értékekre illesztett matematikai görbe

Ezen függvényt felhasználva, a jármű dinamikai szimulációja során a gördülési ellenállási együtthatót tudjuk megállapítani az abroncsokban lévő adott nyomáson, és a szimuláció során felhasználni azt. A mérés során azt a következtetést tudtuk levonni, hogy jelenős az eltérés az 1 és a 7 baros nyomásértékek között. A még pontosabb

eredmény végett a méréseket 0,5 baros guminyomás változtatásával végeztük. A mérési eredményekből az tűnik ki, hogy bár nem olyan drasztikus a kis léptékek közötti eltérés, mint aközött a két határérték között amit a mérés során választottunk, azonban az mégis nyomon követhető.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Szeszák, B. M.: *Pneumobil gördülési ellenállásának mérése*, Szakdolgozat, Debrecen, 2017.
- [2] Juhász, B.: Számítógépes program a pneumobil menetdinamikai paramétereinek számításához, TDK, Debrecen, 2014.
- [3] Veszelszki, K., Szeszák, B. M.: *Pneumobil gördülési ellenállásának vizsgálata*, TDK, Debrecen, 2016.
- [4] Szeszák, B. M., Sütő, T. S.: *Pneumobil gördülési ellenállásának vizsgálata terhelt állapotban*, TDK, Debrecen, 2017.
- [5] Szíki, G. Á., Juhász, Gy., Nagyné Kondor, R., Szeszák, B. M., Sütő, S. T.: *Analysis of the rolling resistance of pneumobiles for vehicle dynamic modelling purpose*, Debrecen, 2018.