FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FÉKPAD, MINT MECHATRONIKAI RENDSZER

DYNO IN A MECHATRONIC APPROACH

SÜTŐ Szabolcs⁽¹⁾, FORGÓ Zoltán⁽²⁾

*Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely, Segesvári út, 1C, Tel: +40741557046; (1) suto.szabolcs.91@gmail.com,
(2) zforgo@ms.sapientia.ro*

Abstract

This article focuses on a dynamometer (in short dyno) built with the purpose of testing and developing specific pneumatic engines. These engines have been created by students of the Sapientia University in every year since 2008 for lightweight racing vehicles competing in the International Pneumobile Competition. In order for these prototypes to function properly testing is needed. The dyno mentioned in this article is meant to create the same load for the pneumatic engine as the actual environment does under racing conditions. To achieve such an effect we need to examine the environment and create its model. By associating this model with the dyno's mathematical model, we can calculate the appropriate parameters and therefore obtain testing results with high accuracy. During this article the structure, the model and the functionality of the dyno will be presented.

Keywords: dyno, pneumatic engine, mechatronics.

Összefoglalás

Ezen dolgozat keretén belül egy fékpad bemutatására kerül sor, amely pneumatikus motorok tesztelésének céljából lett megépítve. A Sapientia EMTE mechatronika szakos hallgatói az évek során több sűrített levegővel meghajtott járművet építettek, amelyekkel minden évben a Nemzetközi Pneumobil Versenyen bizonyították elméleti és gyakorlati tudásukat. Ezen járművek motrai kulcsfontosságúak, ami a fejlesztést illeti és ahhoz, hogy a kiélezett mezőnyben sikeresen megállják helyüket komoly tesztelést igényelnek. Fékpad segítségével a fejlesztés megtörténhet laboratóriumi körülmények között és nem igényel sűrített levegős palackot, sem versenypályát. A tesztelés kompresszor segítségével zárt helyen is lebonyolítható.

Fékpadokon való tesztelésnek több célja is lehet. Míg a járműiparban a vizsgált motor (általában belső égésű motor) nyomaték- és teljesítménykarakterisztikáinak megállapítása a cél, az általunk tervezett és megépített fékpad kizárólag a pneumobil verseny körülményeinek a szimulálására született. A versenykörülményeket ismerve meg lehet állapítani a jármű motrára ható erőket, nyomatékokat. Ezek alapján felépíthető a környezet modellje. A fékpad paramétereinek függvényében megalkottuk ennek a berendezésnek is a matematikai modelljét. Ahhoz, hogy a motor a valóságnak megfelelő terhelést kapjon az előbb említett két modellnek azonosnak kell lennie.

A dolgozat során a fékpad felépítéséről, ennek értelmezéséről és a modell ellenőrzéséről lesz szó.

Kulcsszavak: fékpad, pneumatikus motor, mechatronika.

1. Bevezető

Minden sikeres járműmotor a jól megfontolt méretezésen, okos ötletek megvalósításán túl, használatba lépése előtt komoly tesztelésnek van alávetve, azért, hogy küldetését véghezvigye és teljesítse a számára kitűzött célokat. Ehhez viszont tesztelő berendezésekre, úgynevezett fékpadokra van szükség. A teljesítmény és forgatónyomaték mérésére szolgáló eszközöket összefoglaló néven fékpadoknak nevezik és eredetük a 19. századi Prony fékhez vezethető vissza [1].

Ezeket az eszközöket számos kritérium szerint lehet osztályozni. A fékpad és a jármű kapcsolatának módja szerint a fékpadok lehetnek kimondottan motorfékpadok vagy járműfékpadok. Míg a motorfékpadok esetén a mérések a motorra vonatkoznak és ezek lefolyása a motor járműbe helyezése előtt történik, a járműfékpadok közvetlenül a meghajtott kerékhez (kerekekhez) kapcsolhatóak és a teljes kinematikai láncot terhelik. Annak függvényében, hogy csak terhelést jelentenek vagy hajtani is képesek a motort beszélhetünk aktív vagy passzív fékpadokról. Az aktív fékpadokkal a motorfékhatást is tesztelni lehet, míg a passzívakkal nem. Egy másik nagyon fontos különbség a fékpadok felépítésében az energia elnyelő/tároló egységek jellege. Ezek lehetnek villamos gépek, hidraulikus fékek vagy mechanikus elemek. A villamos gépek között –főleg a járműiparban- elterjedt a többfázisú aszinkron gépek használata, jó szabályozhatóságuk és hatásfok miatt. Kisebbségi teljesítmény esetén egyenáramú gépek is használatosak. A villamos gépekkel teljesen analóg módon hidraulikus energia átalakítókat is alkalmaznak. A mechanikus terheléseket a hagyományos fékek és a lendkerekek jelentik.

A villamos, hidraulikus (akár pneumatikus) és mechanikai elemek közös rendszerbe építése és ezek számítástechnikai eszközökkel való szabályozása és felügyelete a mechatronika feladatkörébe tartozik és ennek multidiszciplinaritását hangsúlyozza.

2. Szerkezet

A fenti szempontok alapján a szóban forgó fékpad motorfékpadnak minősül, terhelő elemként egyaránt tartalmaz lendkerekeket és egy konstans nyomaték generátort is. Mint mechatronikai rendszer, a bemenete a pneumatikus motor nyomatéka és a kimenet a lendkerekek tengelyének fordulatszáma (szögsebessége). Vagyis arra vagyunk kíváncsiak, hogy a motor által létrehozott nyomaték hogyan befolyásolja a jármű sebességét, ami a lendkerekek tengelyének fordulatszámával lesz arányos.

A berendezés szerkezetét az 1. ábra szemlélteti. A főtengely (*a*) az az egysége a fékpadnak, amely közvetlen kapcsolatban van a motorral. A tengelyvég úgy van kialakítva, hogy minél több típusú gépelem csatlakoztatására alkalmas legyen, így a változatos motortípusok fékpadhoz csatolása nem jelent gondot, legyen az lánc, szíj, fogaskerék vagy kardános hajtás. Ez a tengely egy lánc áttételen (*c*) keresztül meghajtja a lendkerekek (*b*) tengelyét (továbbiakban melléktengely). A lendkerekek inerciáját jelöljük J -vel. A hajtás áttételi aránya fordulatszám növelő áttétel, értéke $i_1 \in (2,4]$, a rendelkezésre álló lánckerekek függvényében változik és meghatározza a kapcsolatot a szimulált jármű tömege és a lendkerekek inerciája közt, a (4) összefüggés alapján. A lendkerekek perselye egy reteszkötéssel van rögzítve a melléktengelyhez és a közepén egy tárcsaszerű elemet tartalmaz, amelyre a konstans nyomaték generátor (*e*) szíjhajtáson (*d*) keresztül van kapcsolva. A szíjhajtás áttételi aránya is fordulatszám növelő és értéke konstans (i_2). A konstans nyomaték generátor nem aktív nyomatékgenerátor, hanem egy szabályozott egyenáramú villamos gép, amely konstans terhelést biztosít a kinematikai láncnak.

A fékpad szerkezetének milyenségét a pneumotor jellegzetességei határozzák meg. A pneumobil versenyen a legelterjedtebb és leghatékonyabb motor típusokat hosszú löketű

3. A fékpad beállítása

A szerkezet alapján felírható a főtengely nyomatékainak egyenlete, a pneumatikus motor nyomatéka egyenlő a lendkerekek hatásából (első tag) és a generátor konstans terheléséből adódó nyomatékkal (második tag). Mindkét tag függvénye az áttételi arányoknak (i_1 , i_2), amelyek a 2. fejezetben voltak részletezve.

$$\mathbf{M} = \mathbf{i}_1^2 \cdot \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} + \mathbf{i}_1 \cdot \mathbf{i}_2 \cdot \mathbf{M}_{\text{ig}} \quad (2)$$

359

erő és a gördülő súrlódási erőből [2]. E megfontolás alapján és annak tudatában, hogy a verseny sík terepen zajlik a jármű meghajtott kerekének tengelyére felírható az alábbi összefüggés:

$$M = a \cdot m \cdot r + \mu_g \cdot r \cdot m \cdot g \quad (3)$$

A (2) és (3) összefüggések megfelelő tagjainak azonosításával, kiszámíthatóak a fékpad paraméterei (i_1 , M_g) a jármű adatainak (r , m) függvényében.

$$i_1 = \sqrt{\frac{r^2 \cdot m}{J}} \quad (4)$$

$$M_g = \frac{\mu_g \cdot r \cdot m \cdot g}{i_1 \cdot i_2} \quad (5)$$

Ahol:

- r - a jármű meghajtott kerekének sugara <m>;
- ε - a főtengely szöggyorsulása <rad/s²>;
- J - lendkerekek inerciája <kg·m²>;
- m - a jármű tömege <kg>;
- μ_g - a pálya anyaga és az abroncs közötti gördülő súrlódási együttható.

4. Összefoglaló

Az imént részletezett összefüggések alapján meghatározható, hogy milyen paraméterekkel lehet leginkább megközelíteni a valóságot és miként lehet a legpontosabb mérési eredményeket elérni. Mivel a fékpad főtengelyének nyomatéka megegyezik a jármű meghajtott kerekének tengelyének nyomatékával, így ennek mérése megadja a rendszerünk bemeneti mennyiségének számszerű értékét. A szabadonfutó jelenléte miatt a főtengely fordulata nem lesz arányos a jármű haladási sebességével minden esetben, ezért a melléktengely fordulata asszociálható a rendszer kimenetével, így a fordulatszámérésnek ezen a tengelyen kell megtörténnie.

A mechanikai elemek és villamos teljesítmény/szabályzó áramkörökön túl megfelelő érzékelőkkel a rendszer alapvető fizikai mennyiségeinek a mérése megvalósítható. Ezen mennyiségek kijelzése, archiválása és értelmezése megfelelő szoftver segítségével teljessé teszik a fékpadot, mint mechatronikai rendszert. Az adatok megfelelő alkalmazása a pneumatikus motor optimalizálásában segíthet; meghatározható a motor optimális terheltsége, szimulálható egy gyorsulási futam illetve behangolható az energia spórolási üzemmód.

Irodalom

- [1] Szabó András: *Általános Járműgéptan*, Kézirat, Budapest, 2006, 9-11
- [2] Holics László: *Fizika*, Akadémia Kiadó, Budapest, 2009, 182,106.