XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

NYOMOTT GUMIRUGÓ ÖSSZEHAONLÍTÓ VIZSGÁLATA LABORATÓRIUMI MÓDSZEREKKEL

SZABÓ Gábor

Abstract

This paper presents a compression test of a rubber spring and also a finite element analysis of the same specimen. The two results are compared and the conclusions are shown.

Keywords:

rubber spring, Shore hardness, finite element method

Összefoglalás

Ez a cikk bemutatja egy gumirugó szabad nyomóvizsgálata, valamint ugyanezen alkatrész végeelem szoftver segítségével történő szimulálása során nyert eredményeket. A cikk végén a kapott adatok összevetésből levont következtetéseket írja le.

Kulcsszavak:

gumirugó, Shore-keménység, végeelem-módszer

Bevezetés

A jelen cikk célja egy járműiparban alkalmazott gumirugó végeelemes vizsgálatának és a laboratóriumi körülmények között végzett mérésének összehasonlítása és kiértékelése. Mankovits cikkében [1] leírja a nagy alakváltozáshoz tartozó végeelemes formulákat, illetve a gumirugó nyomóvizsgálatát. Elvégeztük a gumirugó szabad terhelését, a kapott eredményeket összevetettük a végeelemes szimuláció eredményével. E célból megvizsgáltuk előbb a próbatest keménységét, amelyet az anyagvizsgálatok statisztikai módszerével kiértékelünk. Ezután a Gépészmérnöki Tanszéken található FEMAP 9.3 végeelemes program segítségével elvégeztük a gumirugó végeelemes vizsgálatát. Ezután következett a méréssel és a szimulációval kapott eredmények összevetése és a szükséges következtetések levonása.

A gumirugó nyomóvizsgálata

A mérés során MAN típusú kamionoknál alkalmazott gumibakot (1. ábra) vizsgáljuk. Beépítési helyén az F90 típusú motor ágyazása. A motort és a váltót tartja négy megtámasztásnál.

1. ábra A vizsgált gumibak és az INSTRON 8874 anyagvizsgálógép

A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Műszaki Karán lévő Instron 8874 készüléken (1. ábra) végeztük a Biomechanikai Anyagvizsgáló Laboratóriumban. A gumiugót különböző előírt összenyomódásig, különböző sebességekkel vizsgáltuk. Ezeket a számítógép erő-elmozdulás diagramban automatikusan kiértékelte, megadva ezzel a gumi rugókarakterisztikáját különböző sebességek esetén (2. ábra).

2. ábra A különböző sebességgel mért és az átlagos rugókarakterisztika összehasonlító diagramjai

A diagramból látható, hogy a rugókarakterisztika nem sebességfüggő. A mért értékeket átlagoljuk és megrajzoljuk a gumibakot jellemző erő-elmozdulás (2. ábra) diagramot.

Az így kapott rugókarakterisztikát szeretnénk összehangolni egy olyan végelelemes szoftveren végzett gumivizsgálattal, amely hiperelasztikus anyagokat és nagy alakváltozásokat is képes kezelni. Erre kiválóan alkalmas a Gépészmérnöki Tanszéken használt FEMAP 9.3 szoftver.

A gumibak vizsgálata VEM - szoftverrel

A végelelemes szoftver használatához szükséges előbb a gumi Shore keménységét meghatározni. A műszerrel a 4 mm-nél vastagabb gumi keménysége mérhető. A vizsgálat során a Shore keménységet csak a tetején illetve az alján szabad mérni a szabvány előírásai szerint, mert csak ezek a felületek tekinthetők vízszintesnek [2, 3].

A mérést a [4] szerint kilencszer végeztem el, a mértátlagos keménységeket nagyság szerinti növekvő sorba állítjuk és hozzá rendeljük a megfelelő %-os arányokat. Az így kapott értékpárok értékeit grafikusán a 3. ábra mutatja. Mivel a függvény képe egy egyenest közelít, ezért kijelenthető, hogy a mé-

3. ábra Keménységmérési sorozat kiértékelése Gauss-papíron

rési eredmények normális eloszlást követnek. Normális eloszlás esetén az átlagérték az 50% összegzett gyakoriságnál olvasható le, azaz a keménység átlagértéke 69,3 Shore A lesz. A Shore A keménységet így 69-nek vehettük. Az ehhez tartozó Mooney-Rivlin anyagállandók ($\mu_{10}; \mu_{01}$) értéke egy ANSYS végeslem-szoftverfejlesztők által közzétett cikkből származik (1. táblázat) [5], akik táblázatba foglalták sokéves tapasztalataikat gumianyagok vizsgálatára:

1. táblázat A Shore A 69 keménységű gumialkatrész paraméterei

Shore A	E [MPa]	G [MPa]	μ_{10} [MPa]	μ_{01} [MPa]
69	6,927	1,754	0,702	0,175

A FEMAP 9.3 végelem-szoftver alkalmas hagyományos VEM-es vizsgálatokon kívül nagy alakváltozások kezelésére, hiperelasztikus anyagok vizsgálatára, illetve időfüggő terhelések szimulálására, így alkalmas gumik vizsgálatára is.

4. ábra A feszültség illetve összenyomódás szimulációja a végelem szoftverrel

Az 4. ábrán az egyik futtatás eredményét láthatjuk 10 mm-re előírt összenyomódásra. A kapott erő és feszültség értékek alapján megrajzoltuk a rugó karakterisztikát (5. ábra felső vonallal). Szintén a 5. ábrán ábrázoltuk a nyomóvizsgálattal nyert rugókarakterisztikát, a szemléletesebb összehasonlítás végett. Az ábrából látható, hogy kb. 15 mm nagyságig közel azonos eredmények születtek a mérés és a szimuláció során. Nagyobb eltérés csak ettől nagyobb összenyomódás fölött jelentkezett. A gyakorlatban vi-

5. ábra A mért és a szimulált rugókarakterisztika összehasonlítása

szont, a vizsgált gumialkatrész összenyomódásának nem kell elérnie a 15 mm-t, így a szimuláció már jelen első, ideális körülmények közti állapotában is jól használható a gumibak analízisére.

Következtetések

A kiértékelés során arra jutottunk, hogy a szoftver általi szimuláció 15 mm-ig jó egyezést mutat a méréssel, amely már bőven nagy alakváltozásnak tekinthető egy 100mm magas alkatrész esetén. Az eltérésnek több oka lehet. Egyrészt, a tényleges geometriai méretek eltérnek azokról az előírt méretektől, amiket a szimulációban felhasználtunk. Fő eltérésre adhatnak okot, az előfeltevésnek használt anyag-állandók. Ezenkívül felléphetnek, egyéb elhanyagolható eltérési okok (mérési, leolvasási pontatlanság, pontatlan gépbeállítás, összességében emberi hiba). De mint láttuk ezen hibák nem okoztak jelentős eltérést 15 mm-ig. Ennél nagyobb összenyomódás a gyakorlatban elvétve fordul elő, így a rendelkezésre álló szoftver alkalmas a további vizsgálatokra.

Irodalom

- [1] Mankovits, T., Szabo, T., *Finite Element Analysis of Rubber Buffer*. microCAD International Scientific Conference, 19-20 March 2009.
- [2] Tisza Miklós, *Anyagvizsgálat*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc 2005.
- [3] MSZ ISO EN 868:1987
- [4] Gál, I., Kóródy, L., *Anyagismeret és technológia III.*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1983.
- [5] Altidris, P., Warner, B., *Analyzing Hyperelastic Materials*. Midwest ANSYS Users Group, IMPACT Engineer Solutions 2005.

Szabó Gábor, gépészmérnök hallgató
 Debreceni Egyetem Műszaki Kar
 Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.
 Telefon / Fax: +36-52-415555/77780
 E-mail: l.szabo.gabor@gmail.com