

XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

GUMIK MECHANIKAI JELLEMZŐINEK SZIMULÁCIÓJA

HANSÁGHY Pál, SZÚCS András

Abstract

Our material testing was performed by using a variety of rubber components. Material models were developed using our results. These models were introduced in finite element simulations by ANSYS v12 software. The simulation results of simple geometry were compared to the measured values. It was found that the developed models describe the behaviour of the material.

Key words:

Ansys, finite element analysis, material models

Összefoglalás

Munkák során különböző gumikeverékeken végeztünk anyagvizsgálatokat, és a mérési eredményekből anyagmodelleket állítottunk fel. Ezen modellek felhasználásával végelelemes szimulációs futtatásokat indítottunk ANSYS v12-es szoftver segítségével. Az egyszerű geometriákon végzett szimulációk eredményeit összehasonlítottuk a mért értékekkel, és azt találtuk, hogy jó egyezés mutatható ki a számított és a mért anyagi jellemzők között.

Kulcsszavak:

Ansys, végelelemes analízis, anyagmodell.

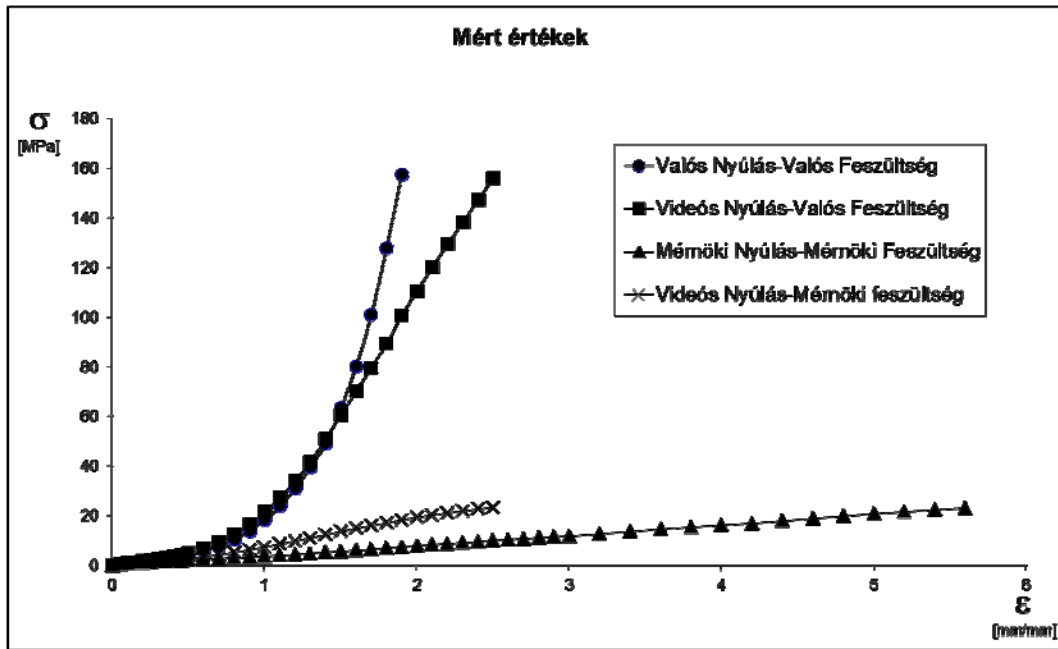
1. Bevezetés

Az anyagvizsgálatok elve az évek során nem sokat változott, de a technika és a tudomány fejlődésével új, fejlettebb gépek és szoftverek állnak a rendelkezésünkre. Napjaink piaci versenyhelyzete már megköveteli a gyártó cégektől a selejtmentes termékgyártást. Egy termék bevezetése vagy módosítása esetén, még a gyártósor beüzemelése, a technológia módosítása előtt jó, ha tudunk információkkal szolgálni a majdani termék viselkedéséről és mechanikai jellemzőiről. A végelelemes szimulációs szoftve-
rekkel elvégzett futtatások a legalkalmasabbak erre a célra. A szimuláció eredményét természetesen befolyásolja, hogy mennyire tudjuk pontosan megadni az anyagi jellemzőket, amit az anyagvizsgálatok során határozunk meg. A legpontosabb anyagmodell elkészítéséhez a következő anyagvizsgálatok elvégzésére van szükség: uniaxiális húzás, biaxiális húzás, nyíróvizsgálat és kompressziós vizsgálat.

2. Anyagvizsgálat

A munkák során különböző gumikeverékből készült próbatesteken az uniaxiális húzóvizsgálatokat a rendelkezésünkre álló univerzális anyagvizsgáló berendezéssel (Instron 3366) végeztük. A mérések során a nyúlásértékeket videóextenzométerrel is meghatároztuk. A szakítóvizsgálatok eredményeiből

egy anyag esetén 4 féle húzógörbét tudunk elkészíteni (1. ábra).



1. ábra Mért mennyiségekből készült húzógörbék

Az ábrán bemutatott görbék egyértelműen mutatják, hogy a valós és a mérnöki értékek számottevő eltérést mutatnak a nagyobb deformációk tartományában.

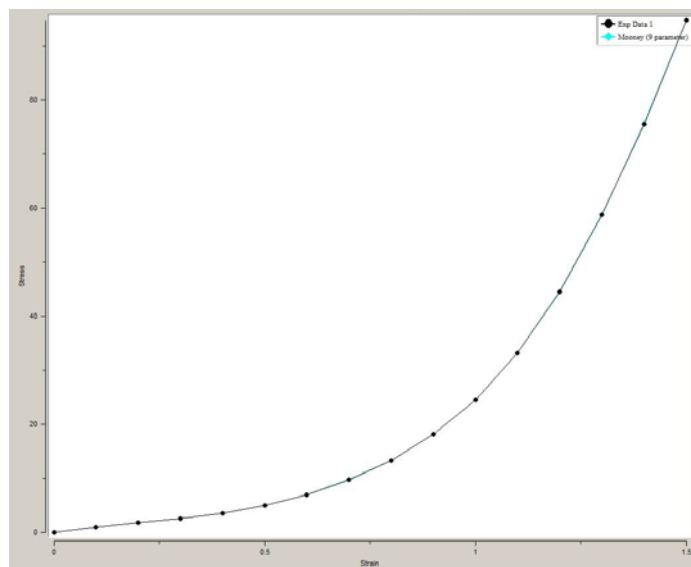
3. Anyagmodellek készítése

Az anyagmodelleket az ANSYS-ban úgy tudjuk definiálni, hogy beolvassuk a nyúlási értékeket mm/mm-es dimenzióban és a hozzájuk tartozó feszültségeket MPa-ban. A gumik (melyek nyugodtan tekinthetők hiperelasztikus anyagoknak) mechanikai jellemzői igen bonyolult matematikai modellekkel írhatók le. A szoftver a számoláshoz nem a húzógörbét használja. Egy matematikai formulával, Mooney–Rivlin egyenletek, paramétereket határoz meg és a későbbiek során ezekkel az állandókkal definiál egy-egy anyagmodell. Használhatunk három-, öt-, hét- és kilencparaméteres egyenleteket. A legpontosabb eredményt kilenc paraméterrel való számolással kapjuk, de bonyolultabb geometriák esetén nagyon meghosszabbítja a futtatás idejét.

A 2. ábrán egy ötparaméteres egyenlettel illesztett görbét mutatunk be. Szemmel láthatóan a mért és a modell alapján számított értékek kifejezetten jó egyezést mutatnak. Természetesen több paraméter használata esetén az egyezés tovább fog javulni, azonban alapvető célkitűzés az, hogy megkeressük azt a legkisebb számú paraméter együttest, amellyel elfogadható a pontosság, hiszen a paraméterek számának növelése nagyon erősen megnöveli a számítási időt.

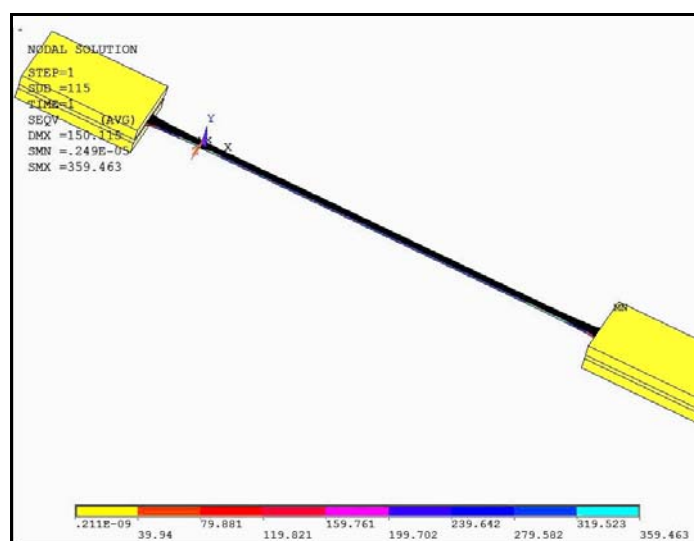
4. Modellelés vége-selemes programmal

Az ötparaméteres egyenlettel készített anyagmodell felhasználásával elvégeztünk egy futtatást. A mo-



2. ábra 5 paraméteres Mooney-Rivlin egyenlettel illesztett görbe

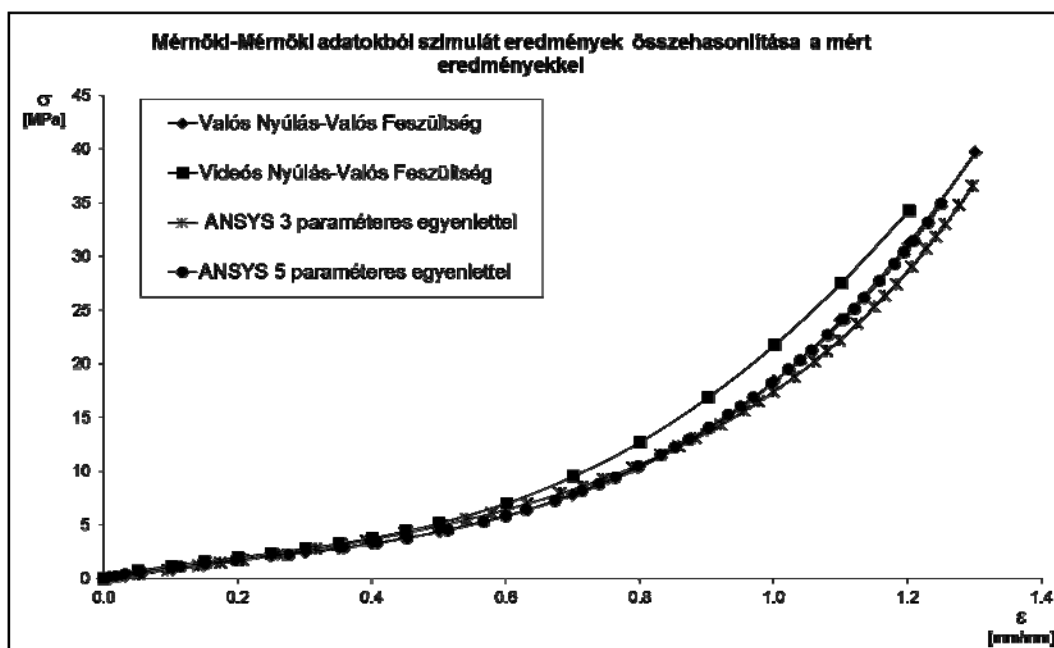
dellezés során beállított körülmények megegyeztek a szakítóvizsgálat során alkalmazottaknak. A 3. ábrán a számítással meghatározott megnyúlt darabot mutatjuk be.



3. ábra Modellezett anyag vizsgálata a véghelyzetben

A 4. ábrán a mérnöki nyúlás - mérnöki feszültség adatokból készített anyagmodell felhasználásával elvégzett szimulációs vizsgálatból nyert feszültség – nyúlás görbét együtt ábrázoltuk a mérőgéppel elvégzett szakítóvizsgálat eredményeként kapott valós nyúlás - valós feszültség adatokból készített görbével. Az eredményeken jól látszik, hogy az ötparaméteres egyenlet alkalmazásával elvégzett futtatás eredménye szinte teljesen megegyezik a mérőgépen mért valós mennyiségekkel. A háromparaméteres egyenlet használatával, pontatlanabb eredményeket értünk el, de a futtatás ideje lecsökkent. A paraméter számot a felmerülő igények határozzák meg, mivel a bonyolultabb geometriák esetén a futtatások ideje között lényeges különbség lehet. A szimuláció elindítása előtt mérlegelni kell mi a célunk, gyors

san szeretnénk eredményeket, amelyek nem a legpontosabbak, vagy a pontosság elsőbbséget élvez a futtatás idejével szemben.



4. ábra Mérnöki - mérnöki adatok felhasználásával készült futtatás eredményeinek összehasonlítása a mért valós nyúlás – valós feszültség adatokkal

5. Összefoglalás

Az anyagvizsgálatokat elvégeztük, az eredmények feldolgozásra kerültek és azokból elkészültek az anyagmodellek felállításához szükséges görbék és táblázatok. Az anyagmodelleket az ANSYS v12-es szoftverben definiáltuk, valamint ezek pontosítása és az összetett anyagvizsgálatok (biaxiális húzás, nyírás) kidolgozása folyamatban van. A szabványos geometriájú próbatest vizsgálatának modellje elkészült. Megállapítottuk, hogy a végesesemes modellezéssel számított eredmények kiváló egyezést mutatnak az anyagvizsgálat során mért feszültség és nyúlás értékekkel. Kimutattuk, hogy a végesesemes szimulációk során az anyagmodellt a mérnöki nyúlás – mérnöki feszültség adatokból kell definiálni, a futtatás eredményeként pedig valós nyúlás és valós feszültség értékeit kapjuk.

Hansághy Pál hallgató

Kecskeméti Főiskola, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai intézet, Műanyag- és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: 6000 Magyarország Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon: +36-20-220-2004

E-mail: hansaghy@gmail.com