XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

NEM-LINEÁRIS ANYAGTULAJDONSÁGOK MODELLEZÉSE VÉGESELEMES MÓDSZERREL

HANSÁGHY Pál, SZÜCS András

Abstract

A non-linear finite element simulation is shown by ANSYS V12 FEA software. The accuracy of simulation of the mechanical properties of the hyper elastic materials depend on the quality of the material models. Before preparing the material models it is necessary to determine the tensile curve of the rubber. Quasi statically uniaxial tensile test and creep test was carried out. From the uni-axial tensile test the parameters of the material models can be determined by the Mooney-Rivlin equation. The type of nodes, the type of elements and the mesh quality etc have influence of the results of the simulations. The accuracy of the material models and the setup of the software were checked by the simulation of the uniaxial test.

Key words:

Ansys, finite element analysis, material models

Összefoglalás

Közleményünkben a nem lineáris anyagtulajdonságok modellezését mutatjuk be az ANSYS v12-es végeselemes szimulációs szoftver segítségével. A gumik végeselemes szilárdsági vizsgálatának pontossága attól függ hogy az anyagmodellek mennyire közelítik meg a valós anyagok viselkedését. Az anyagmodellek elkészítéséhez pillanatszerű és időfüggő anyagvizsgálatokra van szükség. Az anyagvizsgálatok eredményeiből anyagmodelleket készítünk, ezeket a Mooney-Rivlin egyenletek segítségével pontosítjuk. A analízis eredményét befolyásolják a szoftver különböző beállításai (elemtípus, kontaktfelületek, hálósűrűség, stb.). Az anyagmodellek és a beállítások pontosságát az anyagvizsgálatok modellezésével ellenőrizzük.

Kulcsszavak:

Ansys, végeselemes analízis, anyagmodell

1. Bevezetés

Napjainkban az ipari fejlődés megköveteli a selejtmentes termékgyártást, ezért egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a gyártó cégek az előtervezésre. A különböző végeselemes szimulációs programok alkalmazása nagy segítséget nyújthat a számukra. Ezeket a programokat akkor tudjuk hatékonyan alkalmazni, ha az anyagmodellek a lehető legpontosabban leírják a vizsgált anyag viselkedését. Különböző internetes adatbázisokban találunk anyagmodelleket, de ezek nem mindig pontosak vagy az adott anyagot nem tartalmazzák. Anyagvizsgálatok eredményeinek a feldolgozásával mi magunk is tudunk anyagmodelleket készíteni.

2. Anyagvizsgálat

A próbatesteken pillanatszerű és időfüggő anyagvizsgálatokat a rendelkezésünkre álló univerzális anyagvizsgáló berendezéssel (Instron 3366) végeztük. A berendezés fel van szerelve egy klímakamrá-

val, mellyel -70°C -tól $+260^{\circ}\text{C}$ -ig lehet vizsgálatokat végezni. Két erőmérőcella áll rendelkezésre az adatok rögzítéséhez, egy 100N-os és egy 10kN-os. A mérőberendezés szoftvere rögzíti az adatokat, amelyeket a későbbiekben át tudunk alakítani olyan anyagmodellekké, amiket az ANSYS v12 szoftver használ. A pillanatszerű méréseket különböző sebességeken végezhetjük. Egy próbavizsgálat után a 200 mm/min-es sebességet választottuk. A pillanatszerű vizsgálatoknál (szakítóvizsgálat) az erőmérő cella méréshatára 10kN. A keresztfej sebessége 200 mm/min a vizsgálati hőmérsékletek szobahőmérséklet, 50°C , 70°C , 90°C . Az időfüggő vizsgálatoknál a terheléseket a szakítóvizsgálatok eredményeiből határoztuk meg. A vizsgálati időket 24 órától 312 óráig határoztuk meg, ezáltal információt szereztünk arra vonatkozólag, hogy a vizsgálati idő hossza milyen plusz adatokkal szolgál. Azt tapasztaltuk, hogy a mérést nem befolyásolja, mert egy bizonyos idő után a valós feszültség egy határértékhez tart. A vizsgálatokat 50N, 60N, 100N-os terheléseken és 30°C , 50°C , 60°C -os hőmérsékleteken végeztük.

3. Eredmények összefoglalása

A szakítóvizsgálatok eredményeit táblázatokba foglaltuk és húzógörbéket (valós nyúlás mm/mm – valós feszültség MPa) készítettünk. Ezek az eredmények alkalmasak anyagmodellek készítésére. A 10 msec-ként minta vételezett adatokat a program egy raw kiterjesztésű fájlba menti el, melyet Excel táblázatkezelővel tudunk megnyitni. Ez az adatbázis nagyon sok adatsort tartalmaz. Ezért néhány pontot kivesszünk és táblázatba foglaljuk a táblázatokból már könnyedén elkészíthetjük a húzógörbéket és az ANSYS végelelemes szimulációs program számára az anyagmodell készítéséhez szükséges txt fájlokat. A már kivett adatokból a 1. ábrán látható húzógörbét készítettük el.

1. ábra FST anyag húzógörbéje szobahőmérsékleten

4. Anyagmodellek készítése

Az anyagmodelleket az ANSYS-ban egy txt kiterjesztésű fájl segítségével tudjuk definiálni. A txt fájl-

nak tartalmaznia kell a valós nyúlási értékeket mm/mm-es dimenzióban és a hozzájuk tartozó valós feszültségeket MPa-ban. A húzógörbéből kapott anyagmodelleket a Mooney–Rivlin egyenletek segítségével pontosítjuk két, három, öt és kilenc paraméteres egyenletekkel dolgozhatunk. Az első anyagmodellt a szobahőmérsékleten vizsgált anyag 2. számú próbatestének adataiból készítettük el.

2. ábra 9 paraméteres Mooney-Rivlin egyenlettel illesztett görbe

A 2. ábrán a 9 paraméteres egyenlettel illesztett görbe látható, a két görbe teljesen egymásra illeszkedik. A kilencparaméteres egyenlettel elkészített anyagmodell a legmegfelelőbb szimulációs vizsgálatokhoz.

5. Modellezés végeselemes programmal

A kilencparaméteres egyenlettel készített anyagmodell felhasználásával elvégeztünk egy futtatást ami megegyezett a szakítóvizsgálatunkkal a 3. ábrán a már terhelés hatására megnyúlt darabot láthatjuk.

3. ábra FST anyag modellezett anyagvizsgálata a véghelyzetben

Az 3. ábrán a szimulációs vizsgálat elvégzése után visszakapott feszültség – nyúlás diagramot láthatjuk. Az 1. ábrával összehasonlítva görbe jellegében hasonlít az eredeti húzógörbére, de az ébredő feszültség jóval nagyobb mint a valóságban vizsgált anyagnál. Ezt a különbséget okozhatja a szimulációs program nem megfelelő beállítása, és az anyagmodell pontatlansága. A beállításokat változtatni fogjuk a következő szimulációk során, és további anyagvizsgálatokkal pontosítjuk az anyagmodelleket amikor a visszakapott görbe megegyezik az eredetivel akkor elkezdődhetnek a bonyolultabb geometriák vizsgálata.

4. ábra FST anyagra visszakapott feszültség-nyúlás görbe

6. Összefoglalás

A pillanatszerű és időfüggő anyagvizsgálatokat elvégeztük. A pillanatszerű vizsgálatok eredményei 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. A végeselemes analízis eredményeinek pontosságának növelése a célunk. Amikor a visszakapott eredményeket megfelelő pontosságúnak ítéljük meg, elkezdődhet a bonyolultabb geometriák vizsgálata. Jelenlegi anyagmodelljeinkkel 30%-os eltérést tapasztaltunk a valós és a szimulált eredmények között.

Hansággy Pál, hallgató

Munkahely: 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