FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

GYŰRŰ ALAKÚ PRÓBATEST ZÖMÍTÉSÉNEK VÉGESELEMES VIZSGÁLATA

SZEGEDI Andor, GONDA Viktor

Abstract

This study focused on modeling of upsetting of a ring-shaped specimen with FEM (Finite Element Method) and considering the effects of friction. Modelling and calculation were made by Marc Mentat 2012 FEM program. We built a parametric model, in which we vary the coefficient of friction for the material quality. With these variables strain and stress-strain curve can be calculated, subsequently the Burgdorf-nomogram can be constructed.

Key words: upsetting, friction, finite element method

Összefoglalás

A dolgozat témája a zömítés végeselemes vizsgálata gyűrű alakú próbatestekkel, valamint a súrlódás hatásának vizsgálata. A modelleket és a számításokat Marc Mentat 2012 nevű végeselemes modellező programmal végeztem. Parametrikus modellt építettem, melyben egy adott intervallumban változtatom a szerszám és a próbatest közti súrlódási tényezőt. Ezek függvényében kiszámoltam a feszültségeket és az alakváltozásokat, amikből a Burgdorf-nomogramot megszerkesztettem.

Kulcsszavak: zömítés, súrlódás, végeselemes módszer

1. Bevezetés

A zömítő vizsgálat során az adott próbatestre nyomó igénybevételt működtetünk. Az erőt és az elmozdulást regisztráljuk a mérés során. A zömítés közben a próbatest magassága csökken, ezzel ellentétben az ármérője növekszik, míg térfogata változatlan marad és az anyaga elkezd keményedni. A vizsgálat során a súrlódás a nyomólapok és a próbatest között jön létre, ezért akadályozott a próbatest anyagának áramlása a nyomólap felületén. Ideális esetben, ha elhanyagoljuk a súrlódást, akkor megfigyelhető lenne, hogy a próbatest teljes magasságában, azonos mértékben alakváltozik. Ebben az esetben a próbatest keresztmetszete a magasság függvényében azonos, azaz nem jelentkezik hordósodás jelensége. Egy valós kísérletben, a hordósodás mértékéből következtethetünk a súrlódás mértékére is, ezt használjuk ki a gyűrűzömítés esetén.

2. A súrlódási tényező meghatározása

Gyűrűzömítés közben is fellép a hordósodás jelensége, ezért ebben az esetben külön számolni kell a belső illetve a külső átmérő változásával is (1. ábra). Ha a térfogatállandóság tételét felhasználjuk, úgy

hogy a zömítési magassághoz tartozó optimális (nem jelentkezik hordósodás) geometriai adatok és a helyben maradó (szerszám) rétegek között alkalmazzuk a tételt. A kapott eredményekből kiszámolhatjuk a Coulomb súrlódási tényezőt.

1. ábra: A gyűrűzömítés geometriai paramétereinek adatjelölései [1]

A Coulomb-féle súrlódási tényező (μ) számítható úgy, hogy a zömített munkadarab magasságának a felénél a semleges vonal bal illetve jobb oldalára felírtjuk az axiális feszültségeket, amik megegyeznek az r és az r_0 helyen. ($\sigma_{z1}(r_0) = \sigma_{z2}(r_0)$) [1]:

$$\sigma_{z1} = k_f * e^{\left(\frac{2\mu}{h} * (r_k - r)\right)} * \left[1 + \frac{2}{\sqrt{3}} * \int_r^{r_k} \frac{r_0^2}{r * \sqrt{3 * r^4 + r_0^4}} * e^{-\left(\frac{2\mu}{h} * (r_k - r)\right)} * d_r\right] \quad (1)$$

$$\sigma_{z2} = k_f * e^{\left(\frac{2\mu}{h} * (r_b - r)\right)} * \left[1 + \frac{2}{\sqrt{3}} * \int_r^{r_b} \frac{r_0^2}{r * \sqrt{3 * r^4 + r_0^4}} * e^{-\left(\frac{2\mu}{h} * (r_b - r)\right)} * d_r\right] \quad (2)$$

Az (1-2) képletekkel meghatározhatjuk a Burgdorf nomogramot (3a. ábra), aminek a segítségével a próbatest geometriai méretei ismeretében viszonylag gyorsan leolvashatjuk a súrlódási tényező értékét.

A gyűrűzömítés paraméteres végeses elemes modelljét az MSC.Software MARC Student Edition nevű programmal készítettem el a tengelyszimmetriát kihasználva. Paraméterként a gyűrű magassága, a gyűrű külső és belső átmérője, a zömítés mértéke és a Coulomb súrlódási együttható állítható be, ezzel tetszőleges méretű gyűrű próbatest modellezhető. Az általam modellezett C15-ös acél próbatest geometriája: $d_0=10\text{mm}$ $D_0=20\text{mm}$ $h_0=7\text{mm}$. Különböző súrlódási együttható ($\mu=0; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3$;

0,4; 0,577) értékekkel lefuttattam a végeselemes szimulációt, meghatároztam a legkisebb belső átmérőt a zömítési magasság függvényében. Ezekből a függvényekből megrajoltam a h - d_b nomogramot (3b. ábra).

3. Eredmények

A 2. ábrán szimulációs eredmények láthatók a zömítés különböző eseteire. A 2. ábrán a „b” jelű ábrán jól látható, hogy súrlódás mentes környezetben a próbatest megtartja alkotóinak a párhuzamosságát, és zömülés közben a külső átmérője nőtt. A „c” jelű ábrán ez előzővel ellentétben $\mu=0,5$ -es súrlódás viszonyok között a próbatesten látható a hordósodás és jelentősen csökkent a belső átmérő a külső rovására.

2. ábra: Az „a,” próbatest eredeti geometriával „b,” súrlódás nélküli állapotban a zömített próbatest „c,” $\mu=0.5$ -es súrlódási tényezővel zömített állapot

3. ábra: Burgdorf nomogramok: az „a” jelű az elméleti [1], a „b” jelű a számítottat ábrázolja

4. Összefoglalás

A gyűrűzömítés vizsgálatára paraméteres végeselemes modellt hoztam létre a tengelyszimmetriát kihasználva. Paraméterként a gyűrű magassága, a gyűrű külső és belső átmérője, a zömítés mértéke és a Coulomb súrlódási együttható állítható be, ezzel tetszőleges méretű gyűrű próbatest modellezhető.

Egy kiválasztott anyagminőségre (C15) különböző súrlódási együttható ($\mu=0; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,577$) értékekkel lefuttattam a végeselemes szimulációt, meghatároztam a legkisebb belső átmérőt a zömítési magasság függvényében. Ezekből a függvényekből megrajoltam a $h-d_b$ nomogramot, amelyet összehasonlítottam a Burgdorf által szerkezettel. A súrlódás mentes esetben teljes mértékű az egyezés az elméleti és a végeselemes eredmények között. A súrlódásos esetekben a végeselemes modell az elméletinél kisebb eredményeket adott a belső átmérőre vonatkozóan. A $\mu=0,577$ esetén az eltérés körülbelül 1 milliméter.

Köszönetnyilvánítás

A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások című projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] http://www.banki.hu/~aat/oktatas/gepsz/alakitastech/ATG_I/elméleti_alapok.pdf [letöltve: 2012.10.28.]

Szegedi Andor hallgató, **Dr. Gonda Viktor** egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Telefon / Fax: +36-1-666-5415

E-mail: gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu