

FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Képlékenyalakító szakértői rendszerekbe implementált számítási összefüggések kidolgozása

Klementis Otto, Gál Gaszton, Klementis Csilla

Summary

The aim of this work is to summarize some recent work regarding the calcul formulas in the domain of cold metal forming. The basic considered operation was the extrusion process. Many relations exist regarding this process but just a few allow the optimisation of the process parameters. Even these relations because of many simplifications (necessary for the simple final form of the expression) has a low precision of results in certain domain of deformation cone semiangle. Because the actual computing systems allows the using of more complicated calcul expressions without problems, the reconsidering of the simplifications can be done. Applying the results in expert systems allow us to make pore exact designg and better optimisations in this field. The work presents an comparation of some recentry osed calcul relations and an extended one proposed by the author. Also some considerations about the necessity of using these relation in expert systems will pe presented.

Bevezető

A képlékenyalakítási műveletek jellemzőinek számítására számos összefüggés ismeretes. Az egyes szerzők az összefüggések levezetése során különböző közelítésekkel alkalmaztak, hogy zárt alakú, könnyen használható számítási formulát nyerjenek. A technika akkori állásánál ezek a számítási módok nagy előrelépést jelentettek. A szakértői rendszereknél az alakítási feladatok optimális megoldása a cél, ezért a közelítő képletek vizsgálatra szorulnak. E rendszereknél a bonyolult vagy az iterációs számítási eljárások sem okoznak nehézséget. Jelen dolgozat ezen problémákra mutat rá néhány, a redukálási/folytatási műveletek tervezéséhez általánosan használt közelítő összefüggés vizsgálatán keresztül bemutatva, a kevesebb közelítéssel kidolgozott összefüggés előnyeit, valamint az összefüggések által lehetővé tett optimalizálás egyik módozatát.

Alkalmazott összefüggések

A redukálás/folytatás számítására vonatkozó általánosan használt összefüggések arra alapozódnak, hogy az alakítási zónából célszerűen kiválasztott elemi térfogatra ható erők eredője nulla. Ez általában differenciál-egyenletrendszerre vezet, amelynek zártalakú megoldásához számos közelítést kell bevezetni. Ezáltal az összefüggések ugyan egyszerűbbé válnak, viszont bizonyos

paraméter értékeknél jelentős hibát tartalmaznak. Ez a tény az összefüggések érvényességi tartományát nehezen kontrollálható módon leszűkíti, s ez kizárja az optimálásnál való felhasználását. A redukálás/folytatás tervezését segítő szakértői rendszernek elsősorban az a feladatot kell megoldani, hogy egy adott munkadarab milyen optimális technológiai műveletekkel, milyen közbenső alakítási fázisokkal készíthető el. Egy összetett munkadarab alakítási technológiájának kidolgozásakor első lépés a szükséges technológiai hozzáadások, nevezetesen a hengeres részek között megengedhető kúpszögek meghatározása. Ugyanis ismeretes, hogy folytatásnál az alakítási félkúpszög túl nagy értékei esetén az alakítás során úgynevezett holt zóna jöhet létre, amely nem alakváltozik. Ennek határfelületén spontán folytatókúp alakul ki, ahol a rendkívül nagy alakváltozás miatt repedés keletkezhet, ami selejtes darabot eredményez. Ezek miatt a félkúpszög nem növelhető bizonyos határokon túl. Ezek alapján nyilvánvaló, hogy a munkadarab minden átmérőugrásánál meg kell határozni azon határkúpszögeket, amelyekkel elvégezhető az alakítás. Ezek meghatározzák az alakítandó darab geometriáját. A maximális megengedhető kúpszögre a szakirodalomban nem találhatók adatok, viszont számos összefüggés ismeretes az optimális félkúpszög meghatározására, amelyeket a közelítő formulákból vezettek le. Ez általában 12° körüli értékre adódik, de ennek is az értéke jelentősen függ az anyagminőségtől és a súrlódási együtthatótól.

Tehát a szakértői rendszer feladata először egy alakítással elkészíthető darab geometriájának meghatározása, majd olyan sorrendtervek generálása, amely adott méretválaszték szerinti rúdakból kiindulva valamennyi alakítási fázis összes geometriai és egyéb jellemzőit tartalmazza. Tömör hengeres anyagok kezdeti átmérőjének csökkentésére szolgáló technológia a redukálás és a folytatás. A következőkben ezeknek a technológiáknak számítására használt, a szakirodalomból származó összefüggések vizsgálatát végezzük el, a számítógép adta jobb közelítések lehetőségeit is kihasználva.

Siebel a kúpos csatornában végzett alakítás esetére [1] a differenciál egyenlet megoldása után a tengelyirányú feszültségkomponens meghatározására a következő összefüggést határozta meg:

$$\sigma_z = Ce^{-\frac{\mu}{\operatorname{tg}(\alpha)\varphi}} + \left(1 + \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\mu}\right) k_{fk} \quad (1)$$

- ahol φ a logaritmus alakváltozás, α az alakítási félkúpszög, k_{fk} a közepes alakítási szilárdság és μ a súrlódási együttható.

Az (1) összefüggéshez hozzáadva a belépő és a kilépő keresztmetszeteknél létrejövő szögtorzulásokhoz létrehozásához szükséges axiális feszültség komponens a kapott összefüggés:

$$\sigma_z = Ce^{-\frac{\mu}{\operatorname{tg}(\alpha)\varphi}} + \left(1 + \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\mu}\right) k_{fk} + \frac{4}{3\sqrt{3}} k_{fk} \alpha \quad (2)$$

Figyelembe véve, hogy a redukálásnál a kilépő keresztmetszetben, ahol az alakítás mértéke φ_1 , a tengelyirányú feszültség nulla, valamint más közelítéseket az alábbi formulához jutunk:

$$\sigma_z = k_{fk} * \varphi \left(1 + \frac{\mu}{\alpha} + 0.77 \frac{\alpha}{\varphi} \right) \quad (3)$$

Tapalaga [2, pag 141.] a következő összefüggést vezette le folytatási feszültség számítására:

$$\sigma_z = k_{fk} * \varphi \left(1 + \frac{\mu}{\sin(\alpha)} \right) \quad (4)$$

A (4) összefüggés nem tartalmazza a szögtorzuláshoz szükséges feszültség komponenset. Ez csak melegen végzett extrudálás esetén igaz, ugyanis a présmaradék ennél a szögnél minimális valóban. A 90°-os alakítószerszámmal való hidegfolyatásnál azonban igen rosszak az alakváltozási feltételek. Ha figyelembe vesszük a Siebel által meghatározott szögtorzulási feszültség komponenset is, akkor meghatározható az optimális kúpszög:

$$\sigma_z = k_{fk} * \varphi \left(1 + \frac{\mu}{\sin(\alpha)} + 0.77 \frac{\alpha}{\varphi} \right) \quad (5)$$

Kurt-Lange [3] a következő összefüggést javasolja a folytatási feszültség számítására:

$$\sigma_z = \left(1 + \frac{\tan(\alpha)}{\mu} \right) k_{fk} (1 - e^{-m\varphi}) \quad (6)$$

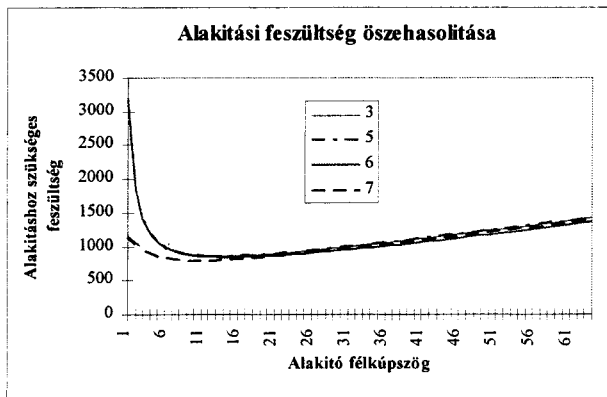
Jelen dolgozat szerzői a következő - kevesebb közelítést használó, bonyolultabb, de pontosabb eredményt adó - összefüggést javasolják a kúpos csatonában való folytatási feszültség számítására:

$$\sigma_z = \left(1 + \frac{\tan(\alpha)}{\mu} \right) k_{fk} (1 - e^{-m\varphi}) \quad (7)$$

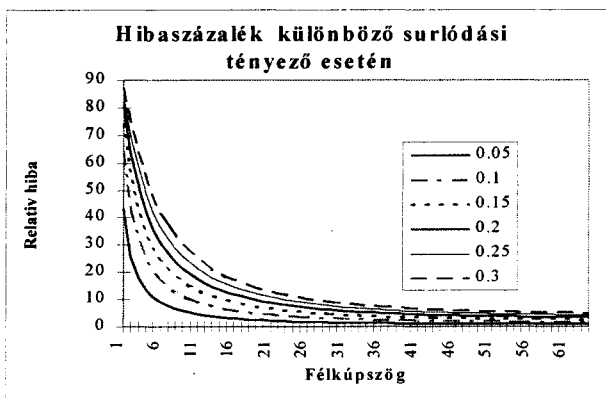
Kiszámítva és ábrázolva az alakítási feszültségeket a (3),(5),(6),(7) képletekkel egy adott súrlódási együtthatónál és különböző alakító félkúpszögeknél esetén az 1. ábra diagramjait kapjuk:

Amint az 1. ábrából látható, a (3),(5),(6) általánosan használt közelítő összefüggések (az (5)-nél korrekciót alkalmazásával ugyan) jó közelítéssel azonos eredményeket szolgáltatnak, viszont kis kúpszögek esetén az eltérések a (7) pontosabb összefüggéstől már jelentősek, illetve az alakító feszültség minimuma, vagyis az optimális kúpszög is eltérő. Ezért nyilvánvaló, hogy a (3),(5),(6) közelítő formulák implementálása a szakértői rendszerbe az optimális kúpszög értékének eltolódásához vezet. A 3, 5, 6 görbéket vizsgálva látható, hogy kis kúpszögek esetén a feszültség növekedés nagyobb, ami arra a következtetéshez vezethet, hogy előnyösebb nagyobb kúpszögű

szerszámmal folytatni, ami nyilvánvalóan téves, ha figyelembe vesszük a pontosabb (7. görbe) lefutását.



1. ábra. Az alakítási feszültségek összehasonlítása a különböző összfüggések esetén. ($d_0=20\text{ mm}$, $d=16\text{ mm}$, $k_f=625\text{ N}$, $n=0.2$, $\varphi_0=0.05$, $\mu=0.1$)



2. ábra. Százalékos eltérés a (3) és a (7) összfüggés között különböző surlódási együtthatók esetén ($d_0=20\text{ mm}$, $d_f=16\text{ mm}$, $k_f=625$, $n=0.2$, $\varphi_0=0.05$)

elérése céljából.

Szakirodalom

- [1] Gál Gaszton, Kiss Antal, Sárvári József, Képlékeny hidegalakítás, Nemzeti tankönyvkiadó, Miskolc, 1993, p.:315.
- [2] Tăpălagă I., Berce P., Achimaș Gh., Extrudarea metalelor la rece, Editura Dacia, 1986, Cluj-Napoca, România, p.:343.
- [3] Billigmann J., Heinz D. Feldmann, Sajtolás és zömítés, Műszaki könyvkiadó, 1977, Budapest, Hungary, p.:583.

Klementis Otto, doktorandusz, Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék tel: (46) 565111, fax (46) 363929, E-mail: metklem@gold.uni-miskolc.hu

A (3) közelítő és a (7) pontosabb összefüggésekkel számított alakítási feszültségek közötti relatív hibák nagyságát a 2. ábra mutatja különböző surlódási tényezők esetén. A görbékét összehasonlítva látható, hogy a (3) közelítő hibája a félkúpszögtől is és a surlódási együtthatótól is nagy mértékben függ.

Következtetések

A dolgozat bemutatja a folytatás számítására a szakirodalomban található közelítő képletek és a pontosabb formulák eredményeinek eltérését. Látható, hogy a képletek levezetésénél nem feltétlenül szükséges zártalakú megoldásokra törekedni, mert ezek jelentős hibákhoz vezethetnek. Ezek a hibák a számítógépek alkalmazásával kiküszöbölhetőek. Ugyanakkor bemutatja annak a szükségességét is, hogy a szakértői rendszerbe beépített összefüggéseket célszerű gondosan megvizsgálni a pontosabb és megbízhatóbb eredmények