Téglalap és kör alakú lemezek deformációjának számítása fröccsöntött szerszámok esetén

Barányi István

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, baranyi.istvan@bgk.uni-obuda.hu

***Abstract**: The deformation of the rectangular and circular has benn determinated on the basis of tables in the literature, but the normal dimensions of rectangular tools used today cannot be integrated into such tables without exception and there are no correlations from the technical literature for the cushion plates of circular tools in catalogues and die-casting literature. This study presents new methods for calculating the cushion plate deformation of rectangular and circular tool plates of discretionary size.*

***Keywords**: cushion plate; rectangular tool plate; circular tool plaet; deformation*

1. Bevezetés

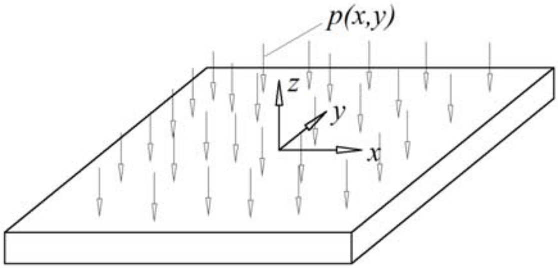
A fröccsöntő szerszámok párnalemezének vastagságát az ipari gyakorlatban közelítő összefüggések és táblázatos adatok segítségével határozzák meg. Na kereskedelemben kapható normáliák ezekbe a táblázatokba nehezen besorolhatók, így a fröccsöntő folyamat alatt a terhelés hatására történő deformáció nem határozható meg pontosan. A pontatlanul meghatárzott deformációk a szerszámok párnalemezének a megengedettnél nagyobb deformációját okozhatják, amely esetén a gyártott darab esztétikai és műszaki értékét is csökkenti a keletkezett sorja.

2. Téglalap alakú lemezek deformációjának meghatározása

2.1. Modellalkotás, a téglalap alakú lemezek differenciálegyenletének ismertetése

A téglalap alakú lemezek deformációját a szakirodalomban [1,2,3,4] megtalálható összefüggések segítségével lehet meghatározni:

$$\frac{p}{D} = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \tag{1}$$

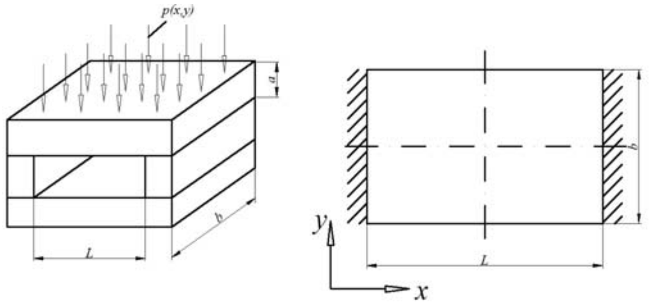


1. ábra
A lemez főirányainak értelmezése és terhelése

Ahol:

- p: a lemezt terhelő „z” irányú egyenletesen megoszló nyomás;
- D: a lemez hajlítómerevsége;
- w: a lemez „z” tengely irányú lehajlása adott (x,y) koordinátán;
- x, y: a lemez középpontjától mért távolság

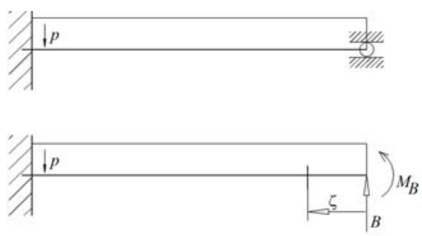
A szerszámoknál a nyomólemez vastagsága miatt a felületen megoszló terhelés konstansnak mondható. A párnalapot lemezelméleti szempontból vizsgálva egy olyan problémát kapunk, ahol a lemez két szemközti oldalán befogás és csuszka, két oldalán pedig szabad vég található [4] (2. ábra)



2. ábra
A párnalemez terhelése és lemezelméleti modellje

2.2. A modell egyszerűsítése, a deformációs egyenletek megoldása

A gyakorlati számításoknál a befogás síkjával párhuzamos síkban a lehajlás közel állandó értékű, így a modell egy síkbeli problémává egyszerűsíthető. Az így egyszerűsített feladat egy statikailag kétszeresen határozatlan tartó. A maximális lehajlás meghatározásához két szilárdságtani egyenletre van szükségünk. A mechanika munka és energiatételei csak statikailag határozott szerkezet esetén használhatóak, ezért a kialakított modellt két ismeretlen nagyságú terhelés segítségével kell határozottá tenni (3. ábra). A csúszkát egy koncentrált erővel és nyomatékkal helyettesítve a tartót határozottá tudjuk tenni, majd a tartó tartóra felírható peremfeltételekkel a maximális lehajlás meghatározható.



3. ábra
A tartó mechanikai modellje és a csukló helyettesítése két reakcióval

A határozott tartó egy adott ξ pontjában a nyomatéki igénybevétel: (2)

A tartó lehajlása és szögelfordulása a ξ=0 pontban:

$$f = \int_l \frac{M_h}{I_y E} \frac{dM_h}{dB} = 0; \quad \varphi = \int_l \frac{M_h}{I_y} \frac{dM_h}{dM_B} = 0; \tag{3-4}$$

A (3) és (4) jelű egyenletbe behelyettesítve a (2) egyenletet, majd a parciális deriválást és az integrálás elvégezve megkapjuk a B pontban a reakcióerő és a reakciónyomaték értékét. A terhelés és a geometriai hossz függvényében.

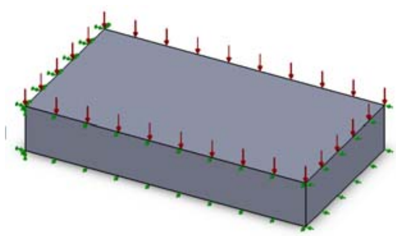
A kapott értékeket behelyettesítve a rugalmas szál differenciálegyenletébe megkapjuk a maximális lehajlás értékét a tartón:

$$y_{\max} = \frac{pL^4}{384IE} \tag{5}$$

2.3. A lemezek deformációjának vizsgálata végeselemes modellezéssel

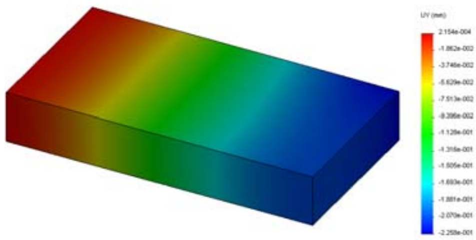
Az előzőekben ismertetett elhanyagolásokkal meghatározott deformációs összefüggés helyességét és a modellen alkalmazott elhanyagolásokat végeselemes modellezéssel lehet ellenőrizni.

A kialakított modellnél a geometria meghatározása jelentősen csökkentheti a számítási időt. A testmodell elkészítésekor a párnalapnak csak a negyede került modellezésre, mivel az (1) differenciálegyenletből és a peremfeltételekből látható, hogy a lehajlási függvény szimmetrikus lesz a test súlypontján átmenő és éleivel párhuzamos függőleges síkokra. A modellen alkalmazott elemszám így négyszeresére növelhető, a számításnál pontosabb, a valóságot jobban közelítő számítási eredményeket kapunk. A 4. ábrán az egyszerűsített modell és a megfogások (zöld nyilak), terhelések (piros nyilak) látható. A téglatest hátsó lapja befalazás kényszerrel, a két szimmetriasíkban lévő pedig elcsúszás kényszerrel lett megfogva.



4. ábra
A lemez végeselemes modellje kényszerekkel és terheléssel

A számítás után kapott deformációk a számítási összefüggéseknek megfelelő végeredményt adtak (5. ábra). A modellen látható, hogy a lemez hossza mentén a deformáció közel állandó.



5. ábra

A lemez deformációja a terhelés hatására

3. Kör alakú lemezek deformációjának meghatározása

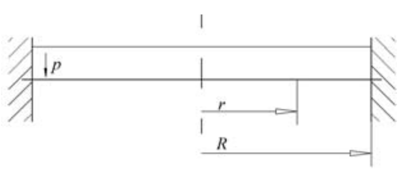
Kör alakú lemezek esetén az előzőekben ismertetett közelítést nem lehet végrehajtani. A deformáció meghatározásánál a körlemezek differenciálegyenletének megoldásával kaphatjuk meg a lehajlást (6).

$$\frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d(\vartheta r)}{dr}\right] = -\frac{Q}{D} \qquad (6)$$

Ahol:

- r: a sugár
- ϑ: a középsík normálisának elfordulási szöge
- Q: nyíróerő
- D: lemezmerevség

A differenciálegyenlet megoldásakor alkalmazott kezdeti és peremfeltételek értékeit a megfogások definiálják. Mivel a párnalemez a távtartó gyűrűhöz csavarral van rögzítve és a formalap egy körgyűrűn terheli, ezért a lemez szélein a lehajlás és a szögelfordulás értéke is nulla (6. ábra).



6. ábra

A körlemez mechanikai modellje

Az integrálás elvégzése után a lehajlás függvénye a sugár függvényében:

$$w = \frac{P}{64D}(R^2 - r^2)^2 \tag{7}$$

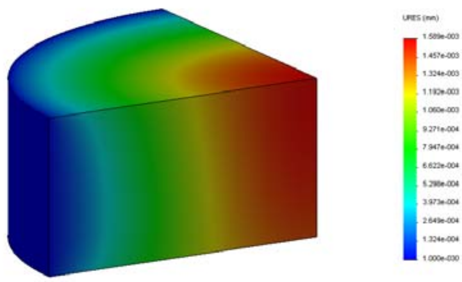
A lemez közepén mérhető maximális lehajlás értéke:

$$w = \frac{P}{64D}R^4 \tag{8}$$

3.2. A kör alakú lemez deformációjának vizsgálata végeselemes modellezéssel

A modell felépítése az előzőekben ismertetett módszer szerint egyszerűsíthető. Kör alakú lemezek esetében elegendő egy szegmenst modellezni és a szegmens területének megfelelő felületi terhelésnél számított értékek megegyeznek a teljes lemez deformációjával (7. ábra).

A modellen lefuttatott végeselemes számítások eredményei a számítások eredményeivel jól korrelálnak. A deformációk növekedés a kör középpontja felé haladva az átmérő felétől nagymértékű növekedést mutatnak(8. ábra).



5. ábra
A körlemez deformációja a terhelés hatására

Következtetések / Összefoglaló

A különböző geometriájú és kialakítású párnalemezek deformációjának számítási összefüggések és a végeselemes modellek közel azonos eredményekhez vezettek. A modell pontosítása további munkát igényel, mivel a levezetéseknél alkalmazott peremfeltételek nem veszik figyelembe a rögzítő csavarok számát és elhelyezkedését, valamint a nyomólemezek vastagságából adódóan egyenletes megoszlású terhelést feltételeznek a felületen. A kutatás további részében az ipari körülmények közötti mérések mellett célom még a modell elhanyagolásainak is figyelembe vétele, valamint egy konstrukciós munkát segítő adatbázis létrehozása.

Irodalomjegyzék

[1] Ponomarjov és mások: Szilárdsági számítások a gépészetben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965

[2] Warren C. Young, Richard G. Budynas: Roark's Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill Companies, Inc., 2002

[3] W. T. Moody: Moments and Reactions for Rectangular Plates, U.S. Government Printing Office, Washington, 1990

[4] Barányi István: Fröccsöntésnél alkalmazott téglalap és kör párnalemezek deformációjának meghatározása, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XV., Kolozsvár, Románia, 2010. március 25-26., pp. 25-28