

CSAVARORSÓS PRÉSELŐ ÉS FÓLIAVÁGÓ BERENDEZÉS

KIGYÓSSY ZS., GYÖNGYÖSI J. és KISBODRI ZS.

Élelmiszeripari Műveletek és Berendezések Tanszék

ÖSSZEFOGLALÓ

A csavarorsós préselő és fóliavágó berendezés elkészítése során tanulmányoztuk a különböző vákuumformázási módszereket, a felhasznált anyagokat, a kész termékek felhasználási területét és különböző vákuumformázó berendezéseket és azok működését. A berendezések működtetése általában hidraulikus ill. pneumatikus segédenergia segítségével történik. Az általunk tervezett berendezést olyan kissorozatgyártáshoz készítettük, ahol az előbbi segédenergia nem biztosított, így a hajtóműve mechanikus működésű, melyet elektromotorral hajtunk.

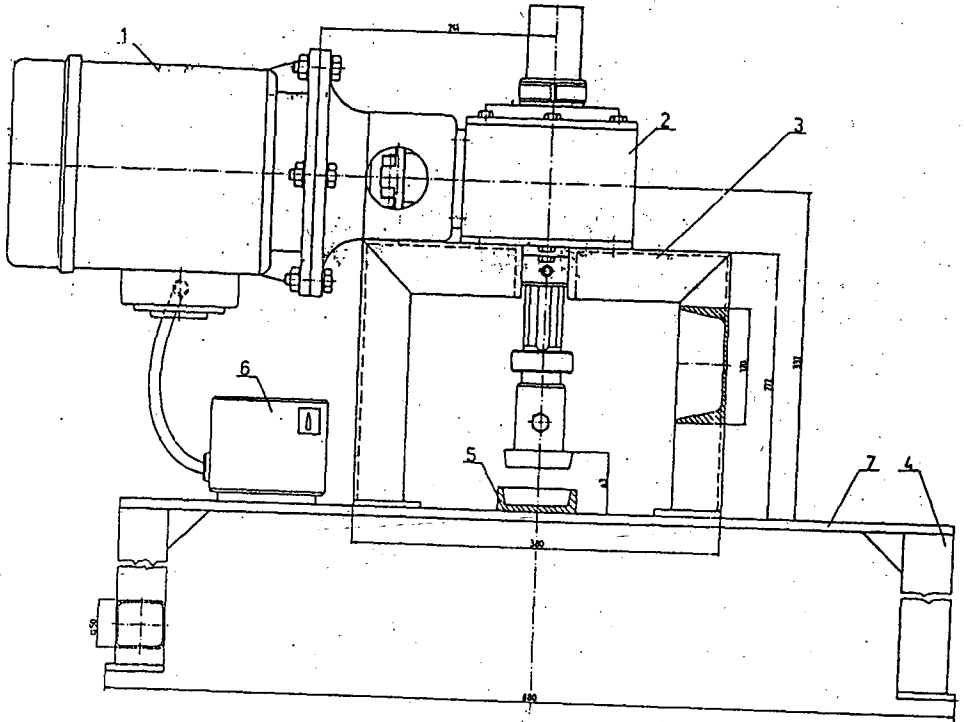
Elvégeztük a méretezéshez szükséges számításokat, elektromotort és tengelykapcsolót választottunk. A műszaki számítások elvégzéséhez Polisztírol típusú műanyagot választottunk alapul, amely mélyhúzásra kiválóan alkalmas. Polisztírol esetén a berendezéssel maximum 1,55mm vastagságú műanyag lemez mélyhúzható, a választott motor teljesítménye esetén. A műanyag lemez könnyen átszakadhat, ezért kis orsósebességet kell alkalmazni, erre legalkalmasabb a csigahajtómű.

1. A KÍSÉRLETI BERENDEZÉS ÖSSZEÁLLÍTÁSA ÉS LEÍRÁSA

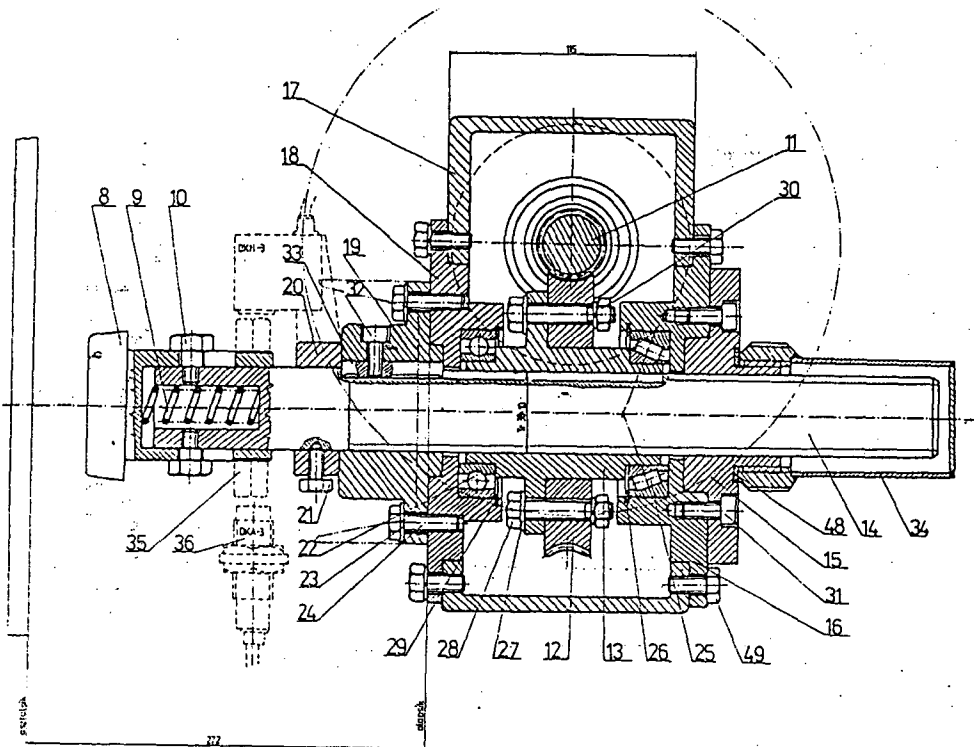
A kísérleti berendezés (Orsós-prés) rajza az 1. ábrán látható.

A gép fő szerkezeti részei a következők: elektromotor(1), hajtómű(2), tartóállvány(3), lábazat(4), negatív formatest(5), kapcsoló szekrény(6), és az asztallap(7).

Az elektromotor, melynek típusa VZP100Lh8, teljesítménye 1,1 kW és fordulatszámja 710 1/min, a csatlakozó kúpon keresztül csatlakozik a hajtóműhöz(2). A kísérleti berendezés a technológiai folyamatban a töltés és a zárás műveletei előtt helyezkedik el.



1. ábra
Orsós-prés



2. ábra
Hajtómű

A hajtómű (2.ábra) működése

Az elektromotor, melynek tengelyéhez gumicsillagos tengelykapcsoló van csatlakoztatva, a csigatengely(11) hajtja. A csigatengely(11) a csigakerékhez(12) csatlakozik, melyhez csavarkötéssel(28,30) az anya(13)van hozzáerősítve, az anya(13) hajtja meg az orsót(14). Az orsót(14) elfordulás ellen rögzíteni kell, erre szolgál a retesz(33). Az orsóhoz(14) van hozzáerősítve a cserélhető mélyhúzófej(8).

A berendezés működtetése

A formázni kívánt lemezt a negatív formára(1/5) tesszük. Ezt követően a kapcsoló szekrényen(1/6) levő indítógombokkal működésbe hozzuk a hajtóművet(1/2). Amikor az orsó(2/14) alsó helyzetbe ér, a forgásirányváltóberendezés működésbe lép. Alsó helyzetben az orsó(2/14) rugalmasan ütközik a negatív formába(1/5), a rugalmas ütközést a csavarrugó(2/9) és a cserélhető fej(2/8) elmozdulása biztosítja. A motort a forgásirányváltó átkapcsolja, az orsó(2/14) újra felső helyzetbe kerül. Felső helyzetben a hajtómű(1/2) leáll. Ki kell venni a kész formát, a formatestből(1/5). Ezt követően új lemezt helyezünk a negatív formatestre(1/5), a művelet újra indítható. A berendezés dolgozhat táblalemezből (mérettől függően) és lemezdarabokból is. A kész formázott testek a technológiai folyamatban, a töltőgéphez kerülnek.

2. MÓDSZEREK

2.1 Orsón ébredő terhelőerő meghatározása Polisztirol esetén (MSZ 5546 szerint)

F_h -orsón ébredő mélyhúzó erő

s -lemezvastagság

d_b -bélyegátmérő

σ_F anyag folyáshatára (Varsányi 1985.)

c -korrekciós tényező

$s=0,8\text{mm}$ $d_b=70\text{mm}$ $\sigma_F=30\text{MPa}$ $c=0,8$

Az orsón ébredő mélyhúzóerő meghatározása:

$F_h = s d_b \pi \sigma_F c = 0,8 \times 10^{-3} \times 70 \times 10^{-3} \times \pi \times 30 \times 10^6 \times 0,8 = 4,23\text{kN}$

(Márton 1991.)

az anya és az orsó kapcsolódó meneteinek száma: $z = \frac{m}{p} = \frac{95}{10} = 9,5 \approx 9$

P -menetemelkedés $P=10\text{mm}$

m -anya hossza $m=95\text{mm}$

súrlódási félkúpszög:

β -profiliszög, trapézmenet esetén 30°

μ -súrlódási tényező: $\mu = 0,1$

$$\operatorname{tg} \rho = \frac{\mu}{\cos \beta / 2} \rightarrow \rho = \operatorname{arctg} \frac{\mu}{\cos \beta / 2} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 15^\circ} = 5,91^\circ$$

Az orsó menetprofilján ébredő súrlódó erő meghatározása (amely az orsó mozgatásához szükséges) a mélyhúzóerő ismeretében:

d_2 -orsó középátmérő

α -menetemelkedés szöge

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P}{d_2 \pi} = \operatorname{arctg} \frac{10}{33\pi} = 5,51^\circ$$

$$F_s = F_h z \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 4,33 \times 10^3 \times 9 \times \operatorname{tg}(5,51^\circ + 5,91^\circ) = 7,68 \text{ kN}$$

2.2 Az orsó méretezése kihajlásra

Az orsó egyik vége befogott, a másik vége pedig szabadon kihajlik.

egyenértékű hossz: $l_e = 2l_0 = 2 \times 0,38 = 0,76 \text{ m}$

d_1 -orsó magátmérője

$$\text{karcsúsági tényező: } \lambda = \frac{4l_e}{d_1} = \frac{4 \times 0,76}{0,027} = 112,6 \rightarrow \text{Euler-féle kihajlás}$$

n_{kr} -biztonsági tényező $n_{kr} = 6$

$$\text{törő feszültség: } \sigma_t = \frac{F_h \times n_{kr}}{d_1^2 \pi} = \frac{4,23 \times 10^3 \times 6 \times 4}{0,027^2 \pi} = 44,33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{meg} = 100 \text{ MPa} \rightarrow \text{megfelel (BNC 5) (MSZ 31-74)}$$

Az orsó kihajlására megfelel, mivel az ébredő törőfeszültség kisebb a megengedett táblázati értéknél.

2.3 Összetett igénybevételre az orsó ellenőrzése a mélyhúzóerő ismeretében (F_h)

$$\text{húzó feszültség az orsón: } \sigma_F = \frac{F_h}{A} = \frac{4F_h}{d_1^2 \pi} = \frac{4 \times 4,23 \times 10^3}{0,027^2 \pi} = 7,39 \text{ MPa}$$

csavaró nyomaték nagysága:

$$M_t = F_h \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 4,23 \times 10^3 \frac{0,033}{2} \operatorname{tg}(5,51^\circ + 5,91^\circ) = 14,1 \text{ Nm}$$

poláris keresztmetszeti tényező: $K_p = \frac{d_1^3 \pi}{16} = \frac{0,027^3 \pi}{16} = 3,86 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

csavaró feszültség: $\tau = \frac{M_t}{K_p} = \frac{14,1}{3,86 \times 10^{-6}} = 3,65 \text{ MPa}$

Redukált feszültség:

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{7,39^2 + 4 \times 3,65^2} \times 10^6 = 16,36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{meg} = 100 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r \leq \sigma_{meg} \rightarrow \text{megfelel (MSZ 31-74)}$$

Az ébredő redukált feszültség kisebb a megengedett értéknél, az orsó összetett igénybevételre megfelel.

a hajtás hatásfoka: $\eta_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)} = \frac{\operatorname{tg} 5,51^\circ}{\operatorname{tg}(5,51^\circ + 5,91^\circ)} = 47,75 \%$

(Kigyóssy 1988. Sárközi 1977.)

2.4 Az anya ellenőrzése palástnyomásra

$$p = \frac{F_h}{d_2 \pi z} = \frac{1,43 \times 10^3}{33 \times 10^{-3} \pi \times 5,5 \times 10^{-3}} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$p \leq p_{meg} = 3 \text{ MPa (Bz8)} \rightarrow \text{megfelel.}$$

Az anya palástnyomásra megfelel.

2.5 Csigakerék paramétereinek számítása

z_2 -fogszám

c^* -foghézagtényező

D_2 -osztókör átmérő

D_{12} -lábtkör átmérő

D_{f2} -fejkör átmérő

m -modul

$c^* = 0,2$

$z_2 = 55$

$m = 2,25\text{mm}$

$D_2 = z_2 m = 55 \times 2,25 = 123,75\text{mm}$

$D_{12} = z_2 m - 2,4m = 123,75 - 2,4 \times 2,25 = 118,35\text{mm}$

$D_{f2} = z_2 m + 2m = 123,75 + 2 \times 2,25 = 128,25\text{mm}$

$D_{j3} = z_2 m + 3m = 123,75 + 3 \times 2,25 = 130,5\text{mm}$

Csigakerék fejkörének és lábtkörének lekerékítése, szélessége:

q -átmérőhányados $q=14$

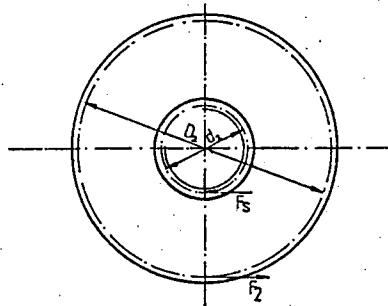
$$\rho_f = \frac{m}{2}(q-2) = \frac{2,25}{2}(14-2) = 13,5\text{mm}$$

$$\rho_1 = \frac{m}{2}(q+2,4) = \frac{2,25}{2}(14+2,25) = 18,45\text{mm}$$

$$b = 0,45\text{mm}(q+6) = 0,45 \times 2,25(14+6) = 20,25\text{mm}$$

A csigakeréken ébredő kerületi erő meghatározása nyomatékszámítással a 3.ábra alapján:

$$\sum M \equiv 0 = F_g \frac{d_2}{2} - F_2 \frac{D_2}{2} \rightarrow F_2 = \frac{F_g d_2}{D_2} = \frac{7,68 \times 10^3 \cdot 33}{123,75} = 2,05\text{kN}$$



3.ábra A csigakeréken ébredő erők

2.6 Csigatengely paraméterei

z_1 -bekezdések száma

L_{\min} -csigatengely minimális hossza

$$d_1 = qm = 14 \times 2,25 = 31,5 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = d_1 + 2m = 31,5 + 2 \times 2,25 = 36 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 - 2,4m = 31,5 - 2 \times 2,25 = 26,1 \text{ mm}$$

$$L_{\min} = 5m \pi = 5 \times 2,25 \times \pi = 35,34 \text{ mm}$$

csiga emelkedési szöge:

$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{z_1}{q} \rightarrow \gamma_0 = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{q} = \operatorname{arctg} \frac{1}{14} = 4,09^\circ$$

normál metszeti kapcsolószög meghatározása:

$$\operatorname{tg} \alpha_{ax} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\cos \gamma_0} \rightarrow \alpha_{ax} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} \alpha_0}{\cos \gamma_0} = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 15^\circ} = 20,05^\circ$$

csigatengelyen a súrlódási félkúpszög:

μ -súrlódási tényező $\mu = 0,1$

$$\rho_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \mu = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,1 = 5,71^\circ$$

tengelytávolság:

$$a = \frac{z_2 + q}{2} m = \frac{14 + 55}{2} 2,25 = 77,63 \text{ mm}$$

csigahajtás hatásfoka:

$$\eta_2 = \frac{\operatorname{tg} \gamma_0}{\operatorname{tg}(\gamma_0 + \rho_1)} = \frac{\operatorname{tg} 4,09^\circ}{\operatorname{tg}(4,09^\circ + 5,71^\circ)} = 41,2 \%$$

Csigakerék hajtásához szükséges kerületi erő ha a csiga a hajtó elem:

$$F_1 = F_2 \operatorname{tg}(\gamma_0 + \rho_1) = 2050 \times \operatorname{tg}(4,09^\circ + 5,71^\circ) = 353,75 \text{ N}$$

Axiális összeszorító erő:

$$F_u = F_2 \operatorname{tg} \alpha_{ax} = 2048 \times \operatorname{tg} 20,05^\circ = 747,77 \text{ N}$$

Szükséges teljesítmény a hajtáshoz:

$$P = F_1 v_1 = 353,75 \times 0,0313 \pi \frac{710}{60} = 414,25 \text{ W}$$

Az $s=0,8\text{mm}$ vastag polisztirol lemez mélyhúzásához szükséges

η_m -villanymotor hatásfoka $\eta_m=73\%$

$$\text{motorteljesítmény: } P_m = \frac{P}{\eta_m} = \frac{414,25}{0,73} = 567,46\text{W}$$

(Maros et al. 1970. Nagy 1990.)

2.7 Az általunk alkalmazott motor $P=1,1\text{kW}$ -os (Pálfi 1986.)

Ezzel a motorral a következő vastagságú lemez mélyhúzható:

-a motor által leadott teljesítmény:

$$P = P_M \eta_m = 1,1 \times 10^3 \times 0,73 = 803\text{W}$$

-a csigatengelyen a kerületi erő, ha a csiga a hajtó elem:

$$F_1 = \frac{P}{v_1} = \frac{803 \times 60}{0,0315 \pi \times 710} = 685,72\text{N}$$

-csigakeréken a kerületi erő nagysága:

$$F_2 = \frac{F_1}{\lg(\gamma_0 + \rho_1)} = \frac{685,72}{\lg(4,09^\circ + 5,71^\circ)} = 3,97\text{kN}$$

-súrlódó erő meghatározása:

$$F_s = \frac{F_2 D_2}{d_2} = \frac{3,97 \times 10^3 \times 123,75}{33} = 14,89\text{kN}$$

-orsón ébredő mélyhúzó erő meghatározása:

$$F_h = \frac{F_s}{\lg(\alpha + \rho)} = \frac{14,89 \times 10^3}{\lg(5,51^\circ + 5,91^\circ) \times 9} = 8,19\text{kN}$$

Maximális mélyhúzóható anyagvastagság a $P=1,1\text{kW}$ -os motorteljesítmény mellett:

$$F_h = s_{\max} d_b \pi \sigma_f c \rightarrow s_{\max} = \frac{F_h}{d_b \pi \sigma_f c} = \frac{8,19 \times 10^3}{0,07 \times \pi \times 30 \times 10^6 \times 0,8} = 1,55\text{mm}$$

A berendezés összes hatásfoka:

$$\eta_o = \eta_m \eta_1 \eta_2 = 0,73 \times 0,477 \times 0,412 = 14,4\%$$

(Kigyóssy 1988. Nagy 1990.)

3. EREDMÉNYEK

A feladat egy olyan csavarorsós préselő és fóliavágó kísérleti berendezés tervezése volt, ahol a mélyhúzó szerszám mozgása mechanikus úton történik és csak elektromos energiát használhatunk segédenergiaként. A hajtómű kiválasztásánál kis sorozatgyártást vettünk figyelembe. A hajtómű által szolgáltatott áttétel ismeretében kiszámítható az egy edényzet mélyhúzásához szükséges periódusidő és a szükséges terítékátmérő is. Ennek segítségével számítható a kísérleti berendezés kapacitása, ami kb. 220 db/h-nak adódott. Ez is bizonyítja a kissorozatgyártás esetén alkalmazhatóságát.

További feladat lehet a végállás helyzetének és működtetésének automatizálása, valamint más alakú mélyhúzófej kialakítása és vizsgálata.

IRODALOM

- Borsody, L. (1967): Műanyagok vákuumformázása Bp.: Műszaki K. p. 14-16, 20-28, 30-43, 66-67, 4, 99-101, 112.
- Herczeg, I. (1980): Szerkezeti atlasz. Bp.: Műszaki K. p. 142-143.
- Kigyóssy Zs. (1988): Gépelemek I. Bp.: Dabasi Ny. p. 24-51.
- Maros, D., Killmann, V., Rohonyi V. (1970): Csigahajtások Bp.: Műszaki K. p. 161-163.
- Márton, T. (1991): Gyártástechnológia. Bp.: Műszaki K. p. 223-227.
- Nagy, S. L. (1990): Gépelemek. Bp.: Tankönyvkiadó V. p. 166-171.
- Pálfi, Z. (1986): Vegyipari készülékek. Bp.: Műszaki K. p. 514-519.
- Sárközi, Z. (1977): Műszaki táblázatok és képletek. Bp.: Műszaki K. p. 610-615.
- Terplán, Z., Nagy, G., Herczeg, I. (1976): Mechanikus tengelykapcsolók. Bp.: Műszaki K. p. 283-286.
- Varsányi, I. (1985): Élelmiszeripari csomagolóstechnika. Bp.: Mezőgazdasági K. p. 139-146., 199-203.

**FOLIAPRESSING- AND CUTTING EQUIPMENT
WITH SCREW-DRIVE**

ZS. KIGYÓSSY, J. GYÖNGYÖSI AND ZS. KISBODRI

*University of Horticulture and Food Industry
College of Food Industry
H-6721 Szeged, P.O.Box 433*

ABSTRACT

During the finishing of the foliapressing- and cutting equipment, we made a study of the vaccumforming-methods, the consumed materials, the application-sphere of the finished product, the vacuumforming equipments and the working of them. The equipments generally work with any hydraulic or pneumatic auxiliary energy. We have intended our construction for any little serial production, where the above-mentioned auxiliary energy isn't available, so we apply a mechanical drive with an electrical motor.

We have finished the measuring-out of the equipment, and selected-out the suitable electrical motor and shaft-coupling. For the technical calculations we have selected polystyrene, thet plastic is excellently suitable for drawing. Working with polystyrene, the power of the electrical motor is sufficent for drawing a sheet of 1.55 mm thickness. The plastic-sheet can easily tear, therefore one must apply a little revolution. The most suitable for this, is a screw-drive.